

Research Paper

مقاله پژوهشی

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

ارائه الگوی توسعه پایدار سازمانی در صنعت آب و فاضلاب: مرور تحلیلی براساس تجارب شرکت آب و فاضلاب مشهد

Mohammad Hosseini^{1*}, Mohammad Talati², Ali Salami Koocheh Bagh³, Masoud Abdollahpoor⁴, Fariba Ghanbari¹ and Samaneh Tavakoli Aminian⁵

محمد حسینی^{۱*}، محمد طلعتی^۲، علی سلامی کوچه باغ^۳، مسعود عبدالله پور^۴، فریبا قنبری^۱ و سمانه توکلی امینیان^۵

1- M.Sc. Graduate, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.

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

۲- دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.

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

۳- دانشجوی کارشناسی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.

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

۴- پژوهشگر، پژوهشکده آب و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.

5- Ph.D. Student in Urban Planning, Department of Urban Planning, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.

۵- دانشجوی دکتری برنامه ریزی شهری، گروه آموزشی شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.

*Corresponding Author, Email:

*نویسنده مسئول، ایمیل: mohammad.hosseini@alumni.um.ac.ir

mohammad.hosseini@alumni.um.ac.ir

Received: 05/02/2026

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۶

Revised: 27/07/2026

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۵/۰۵/۰۵

Accepted: 19/08/2026

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۲۸

© IWWA

© انجمن آب و فاضلاب ایران

Abstract

چکیده

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.

آب به عنوان یکی از زیرساخت‌های بنیادین توسعه پایدار، در ایران با چالش‌های فزاینده‌ای هم چون 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 تعیین‌کننده در تحقق توسعه پایدار سازمانی دارند. این مقاله با رویکردی مروری-تحلیلی، تجربه شرکت آب و فاضلاب مشهد را به عنوان مطالعه موردی بررسی می‌کند و با اتکا به ادبیات موضوع، چارچوبی برای ارزیابی و بومی‌سازی راهبردهای توسعه پایدار ارائه می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهد که به کارگیری رویکردهای تحلیلی متناسب با شرایط نهادی و سازمانی می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر ظرفیت‌ها، بهبود تصمیم‌گیری مدیریتی و ارتقای کارآمدی در مسیر پایداری سازمانی منجر شود. همچنین، نتایج حاکی از آن است که این چارچوب با تعدیل و بومی‌سازی، قابلیت تعمیم به سایر شرکت‌های آب و فاضلاب کشور را دارد و می‌تواند مبنایی برای تدوین راهبردهای عملی در سطح ملی باشد. این پژوهش در نهایت، بر ضرورت گذار از رویکردهای کلی‌نگر به الگوهای متناسب با بافت محلی تأکید می‌کند.

Keywords: Sustainable water resources management, New water technologies, Innovation in water resources management, Sustainable organizational development, Organizational resilience, Water demand management.

کلمات کلیدی: مدیریت پایدار منابع آب، فناوری‌های نوین آب، نوآوری در مدیریت منابع آب، توسعه پایدار سازمانی، تاب‌آوری سازمانی، مدیریت تقاضای آب.

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 آن‌که 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 پیش‌برد، روند تغییرات را شناخت، و کارایی سیاست‌ها را ارزیابی نمود (Parkinson et al., 2007; Pahl-Wostl et al., 2019). این شاخص‌ها، به‌ویژه در سطوح کلان مانند حوضه‌های آبریز، می‌توانند نقش مهمی در تقویت تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد، شفافیت سیاستی و ارتقای حکمرانی منابع ایفا کنند (Kazora and 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. درنتیجه، 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 پشتون، ۱۳۹۶).

از این‌رو، 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 and Gladwell, 2007).

آب، به‌عنوان 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 به‌شمار می‌رود (اسلامی و رحیمی، ۱۳۹۸). از تأمین آشامیدنی و بهداشت گرفته تا کشاورزی، صنعت و تولید انرژی، هیچ‌یک 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، به‌ویژه در کشورهای خشک و نیمه‌خشکی مانند ایران، تبدیل شده است (داوری، ۱۴۰۳).

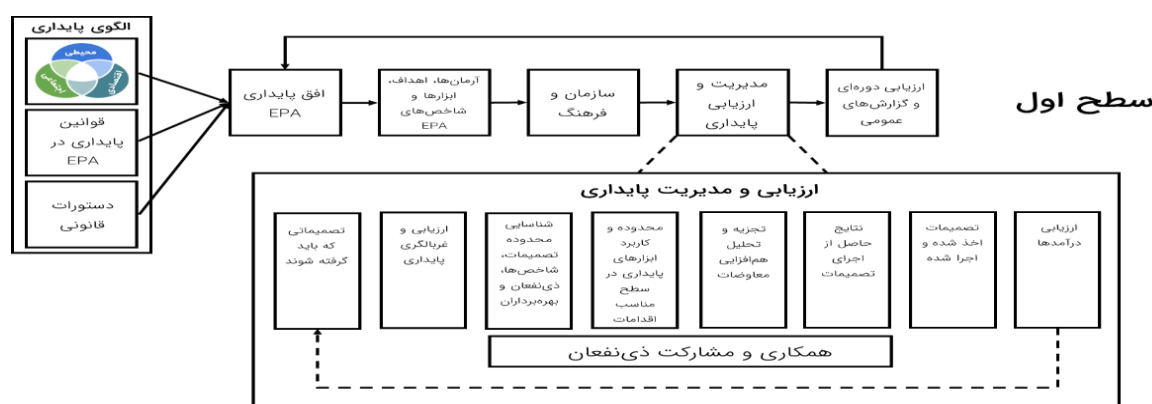
در ایران نیز شواهد متعددی از تشدید این بحران وجود دارد؛ افزایش جمعیت، تمرکزگرایی شهری، گسترش بی‌رویه کشاورزی ناپایدار، رشد صنایع آبربر، تغییرات اقلیمی، و مهم‌تر از همه، برداشت مازاد از منابع آب زیرزمینی، منجر به افت سطح سفره‌های آب، خشک شدن تالاب‌ها، بیابان‌زایی و ناپایداری منابع آب شده است. گزارش‌های 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 به‌گونه‌ای صورت گیرد که نیازهای نسل کنونی تأمین شود، بدون آن‌که توان نسل‌های آینده در رفع نیازهای خود به‌خطر 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

(1999; Poole, and 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 شوند (شفیعی و همکاران، ۱۳۹۸).

در این میان، تحقیقات مروری نقش مهمی در یکپارچه‌سازی



شکل ۱- چارچوب پایداری و رویکرد ارزیابی و مدیریت پایداری

و همچنین سازمان‌های بین‌المللی فعال در حوزه آب، توسعه پایدار و تغییرات اقلیمی مورد استفاده قرار گیرد. این نتایج می‌توانند 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 کنند. 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 چندبُعدی 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

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 براساس ابعاد چهارگانه آن (اقتصادی، اجتماعی، محیط‌زیستی 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، چالش‌های اجرایی، نارسایی‌های داده‌ای، محدودیت‌های نهادی و بسترهای بهبود شاخص‌ها در سطوح منطقه‌ای و محلی را تحلیل می‌کند (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،

این پژوهش با رویکرد مروری-تحلیلی، چارچوب مفهومی بومی‌سازی شده برای استقرار توسعه پایدار در شرکت‌های آب و فاضلاب با تأکید بر شرایط خاص این شرکت را تدوین می‌کند. فرآیند پژوهش برپایه مرور نظام‌مند ادبیات تخصصی، تحلیل اسناد بالادستی و گزارش‌های راهبردی مدیریت آب استوار است تا ضمن شناسایی مؤلفه‌های چهارگانه توسعه پایدار (محیط‌زیستی، اقتصادی، اجتماعی و حکمرانی)، ابزارهای عملیاتی متناسب برای سنجش و بهبود عملکرد سازمانی استخراج شود. شهر مشهد به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد از جمله ماهیت کلان‌شهر زیارتی، نرخ رشد جمعیت و توسعه کالبدی شتابان، اقلیم نیمه‌خشک و محدودیت شدید منابع آبی، به عنوان 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 برای ارزیابی الزامات توسعه پایدار در شرایط واقعی و متأثر از محدودیت‌های اقلیمی بدل می‌سازد.

در گام نخست، مرور ساختارمند و تحلیلی ادبیات تخصصی به منظور 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 محیط‌زیست و توسعه، و نیز دستورالعمل‌های انجمن امور آبی آمریکا^۴ (Poole and 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 استخراج شده براساس 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 محیط‌زیستی انجام گرفت؛ به گونه‌ای 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 محیط‌زیستی شامل کاهش مصرف آب و انرژی، کاهش آلاینده‌ها و ارتقای بهره‌وری منابع در نظر گرفته شد. در این مرحله، از کارت امتیازی متوازن^۴ به عنوان 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

محیط‌زیستی 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 محیط‌زیستی 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 محیط‌زیستی»، «شاخص‌های پایداری»، «چارچوب تصمیم‌گیری چندمعیاره» و «مدیریت زیرساخت‌های آبی» به دو زبان فارسی و انگلیسی انجام شد. بازه زمانی جستجو برای مقالات علمی، سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۶ در نظر گرفته شد تا هم مبانی 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 شد. پس از حذف موارد تکراری و غربالگری براساس 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، به عنوان منابع نهایی برای استخراج داده‌ها و تحلیل عمیق مورد استفاده قرار گرفتند.

فرهنگی صرفاً به‌عنوان چارچوب‌های مفهومی و الگوهای نظامی‌بخش برای سامان‌دهی شاخص‌ها استفاده‌شد 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 صورت‌گرفت. 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. بدین‌منظور، از اسناد مرجع و معتبر جهانی نظیر گزارش کمیسیون جهانی محیط‌زیست و توسعه (Guillaume, 2019) که به‌عنوان یکی از اسناد پایه در تعریف توسعه پایدار شناخته می‌شود، بهره‌برداری‌شد. همچنین، دستورالعمل‌ها و رهنمودهای انجمن امور آبی آمریکا (Bolger et al., 2009) و (Oether et al., 2022) و مدل‌های سیاست‌گذاری ارائه‌شده توسط مؤسسه Aspen^۵ 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 تحلیل‌شدند. این مطالعات به شناسایی دقیق‌تر نقاط قوت، چالش‌ها و موانع پیاده‌سازی برنامه‌های توسعه پایدار کمک‌نموده و امکان مقایسه وضعیت موجود در ایران با الگوهای جهانی را فراهم‌ساختند. بدین‌ترتیب، یافته‌های این مرحله نه‌تنها به تبیین ابعاد مفهومی توسعه پایدار یاری‌رساند، بلکه زمینه‌ساز طراحی چارچوبی شد که با واقعیت‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی شهر مشهد هم‌راستا است.

در ادامه، برپایه نتایج حاصل از مرور نظام‌مند ادبیات و مطالعات موردی، چارچوب مفهومی توسعه پایدار برای شرکت آب و فاضلاب مشهد تدوین‌شد. این چارچوب با درنظر گرفتن اقتضائات اقلیمی، در چهار محور کلیدی تعریف شد: نخست، تعیین اهداف کلان و خرد توسعه پایدار متناسب با نیازهای بومی؛ دوم، تحلیل جایگزین‌های زیرساختی براساس 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 محیط‌زیستی 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 محیط‌زیست آمریکا، (National Research Council (2011)، انجمن امور آبی آمریکا و (Bolger et al., 2009) بهره‌گیری شده و متناسب با شرایط خاص اقلیمی و اقتصادی کلان‌شهر مشهد، بومی‌سازی شده است.

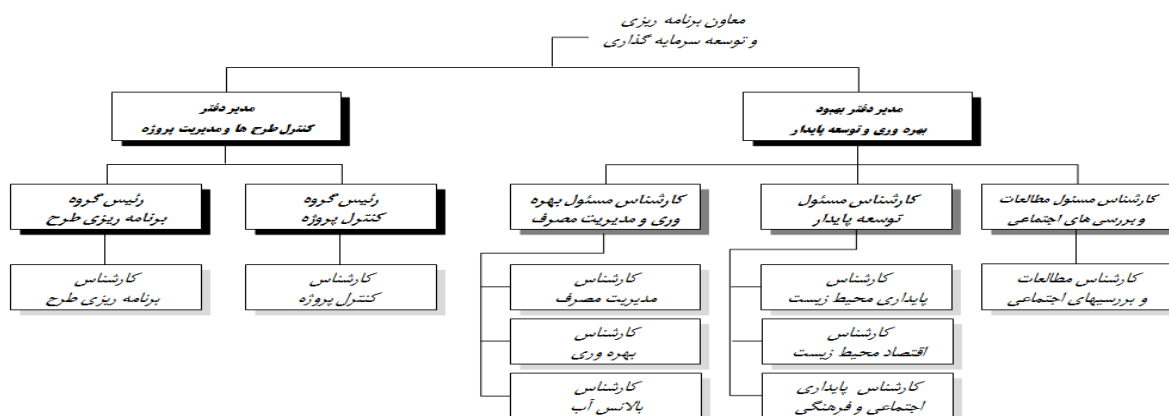
هدف از ارائه این ساختار سازمانی، ترسیم یک الگوی مفهومی برای استقرار نظام‌مند مدیریت پایدار در شرکت آب و فاضلاب مشهد است. این چارت که براساس تحلیل ادبیات موضوع و الگوهای موفق بین‌المللی تدوین شده، نشان‌دهنده جایگاه، وظایف و ارتباطات داخلی دفتر توسعه پایدار به‌عنوان هسته مرکزی تصمیم‌گیری و هماهنگی در مسیر 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) است. همچنین، ارتباط این دفتر با سایر واحدهای سازمانی (ازجمله معاونت‌های بهره‌برداری، مهندسی، مالی و منابع انسانی) به‌صورت افقی ترسیم‌شده است تا هماهنگی میان‌بخشی و رویکرد مشارکتی در اجرای برنامه‌های توسعه پایدار تسهیل‌شود. 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 گرفته‌شد (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)،

مفهومی به هریک از شاخص‌ها انجام‌شد و درنهایت، گزینه یا ترکیب بهینه‌ای از جایگزین‌ها متناسب با نیازهای بومی و ظرفیت‌های فنی سازمان، بر مبنای تحلیل‌های نظری صورت‌گرفته از ادبیات موضوع، تعیین‌شد (Saravanan et al., 2021).

شاخص‌های اقتصادی (شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری، بهره‌برداری، نگهداری و بازسازی زیرساخت‌ها) و شاخص‌های محیط‌زیستی (نظیر کاهش مصرف منابع آب، بهبود کیفیت منابع آبی و کاهش آلاینده‌ها) شناسایی و استخراج‌شد. سپس، براساس یافته‌های مستخرج از منابع معتبر و مطالعات پیشین، وزن‌دهی

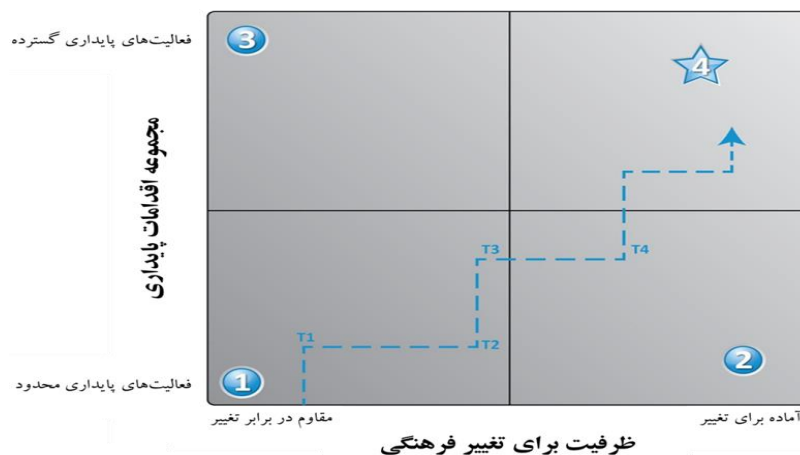
نمودار تشکیلات تفصیلی ستاد شرکت آب و فاضلاب استان گنبد چهر معاونت برنامه ریزی و توسعه سرمایه گذاری



شکل ۲- ساختار سازمانی دفتر توسعه پایدار

«تسهیل کننده»، «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 یاری‌رساند. بدین ترتیب، نتایج این مرحله بستر لازم را برای تدوین راهبردهای اجرایی متناسب با مقتضیات سازمانی و اقلیمی شهر مشهد فراهم‌ساخت. فرآیند تدوین و پیاده‌سازی تحول فرهنگی در شرکت آب و فاضلاب مشهد، به‌منظور استقرار موفقیت‌آمیز مدل توسعه پایدار، در چهار مرحله اساسی طراحی‌شد. این مراحل در شکل ۳ به‌صورت خلاصه و گام‌به‌گام نشان‌داده شده‌اند.

در بخش ارزیابی ظرفیت‌های فرهنگی و سازمانی شرکت آب و فاضلاب مشهد، از ابزار «ماتریس خودارزیابی ویژگی‌های فرهنگی» بهره گرفته‌شد. این ماتریس با هدف تحلیل وضعیت موجود و شناسایی نقاط قوت و ضعف سازمانی در مسیر استقرار توسعه پایدار طراحی شد 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 and Arnold, 2007). هریک از این ویژگی‌ها در سه سطح



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

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 محیط‌زیستی و اجتماعی در کل چرخه حیات پروژه لحاظ شد. این رویکرد امکان برآورد دقیق‌تری از مزایا و چالش‌های اقتصادی و همچنین پیامدهای محیط‌زیستی و اجتماعی را در فرآیند تصمیم‌گیری فراهم کرد (Akens et al., 2019).

در پژوهش Nimjerdi et al. (2026) 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 دیویتی^۹ برپایه 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، براساس مرور نظام‌مند ادبیات تخصصی و تحلیل

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 برعهده داشت (Permana, 2020).

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 فراهم‌ساخت (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 شده 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

خوب، شفافیت و پاسخگویی) را در بر می‌گیرد (Hart, 1999; Milman and 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 برای 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 فراهم‌سازد 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.

اسناد معتبر بین‌المللی و ملی استخراج شده‌اند. 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 (براساس 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 شود که مدل توسعه پایدار ارائه شده، یک چارچوب مفهومی است که براساس 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 قرارگیرد.

یکی از نقاط قوت این پژوهش، بهره‌گیری از منابع علمی معتبر و مستندات بین‌المللی در کنار تحلیل‌های بومی و نیز اقتباس 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 ارائه شده 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 قرارگیرد.

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 محیط‌زیستی (مانند حفاظت از منابع آب، کاهش آلاینده‌ها و ارتقای کیفیت محیط‌زیست)، ابعاد حیاتی اقتصادی (ازجمله بهره‌وری منابع، بهینه‌سازی هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی)، اجتماعی (نظیر رضایت‌مندی ذی‌نفعان، تحقق عدالت اجتماعی و ارتقای کیفیت زندگی) و هم‌چنین بُعد حکمرانی (شامل حاکمیت

علاوه بر این، مطالعات موردی در مقیاس بین‌المللی، از جمله موارد مستند شده (Hua et al., 2025)، 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 شرکت‌های آبفا باید به‌طور نظام‌مند و با بهره‌گیری از ابزارهای مدیریتی چندمعیاره، مدل‌های برنامه‌ریزی استراتژیک و شاخص‌های کلیدی عملکرد^{۱۰} صورت‌پذیرد. 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 and Prastacos, 2002).

در این راستا، «نوآوری باز» می‌تواند به‌عنوان یک ساز و کار مکمل برای ارتقای عملکرد شرکت‌های آبفا مدنظر قرارگیرد. نوآوری باز، با تکیه بر تعامل پویا میان دانشگاه، صنعت، نهادهای مقررات‌گذار و جامعه محلی، فرآیند تولید و انتقال دانش و فناوری را تسریع می‌کند. شواهد اخیر از کشورهای اتحادیه اروپا نیز نشان می‌دهد که نوآوری باز، به‌ویژه هنگامی که با مقررات محیط‌زیستی مؤثر پشتیبانی شود، می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی به بهبود نرخ بازیافت منابع و ارتقای بهره‌وری منجر شود (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 درنظر گرفتن هم‌زمان ابعاد محیط‌زیستی، 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 امور آبی آمریکا (AWWA) به‌عنوان نمونه‌های موفق بین‌المللی، می‌تواند به‌عنوان الگوهای راهبردی برای سازمان‌های آبفا به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه مورد بهره‌برداری قرارگیرد (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, 1997; Hartley, 2015; and Carter). با این حال، کاربست آن‌ها در ایران با چالش‌هایی هم‌چون ناهمگونی داده‌ها، محدودیت‌های بودجه‌ای، ضعف نظام‌های پایش و پراکندگی نهادی مواجه است. از این‌رو، 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، محیط‌زیستی 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 and 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

۳-۲- شاخص‌های کلیدی عملکرد توسعه پایدار

یکی از دستاوردهای کلیدی این پژوهش، شناسایی و تدوین مجموعه‌ای از شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPIs) است که شرکت‌های 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 به گونه‌ای انتخاب شوند که بتوانند ابعاد سه‌گانه توسعه پایدار - محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی - را به صورت هم‌زمان پوشش دهند. در این راستا، کاهش آب بدون درآمد به عنوان 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 می‌شود (Wu and Pagell, 2011; Zhang and Chen, 2010). در شرایط ایران، با توجه به فرسودگی شبکه‌های توزیع در بسیاری از شهرها و مواجهه با نشتی و اتلاف قابل توجه 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. شاخص‌های بومی توسعه پایدار در جدول ۱ ارائه شده‌اند.

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)

را منعکس می‌سازد و مدیریت بهینه آن، علاوه بر کاهش هزینه‌های عملیاتی، به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز کمک شایانی می‌نماید (Villena and Gioia, 2018).

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 به طور معناداری کاهش دهند. پژوهش‌های اخیر در اتحادیه اروپا نشان داده‌اند که پیوند میان چارچوب‌های اقلیمی و نوآوری فناورانه سبز می‌تواند اثر قابل توجهی 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 انجام شده در سازمان‌های پیشرو نشان می‌دهد که به کارگیری 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 محیط‌زیستی 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 به عنوان یک راهبرد مؤثر در مسیر تحقق اهداف پایداری مورد استفاده قرار گیرد.

علاوه بر این، شاخص بهره‌وری انرژی نقشی حیاتی در ارزیابی عملکرد محیط‌زیستی و اقتصادی سازمان‌ها ایفا می‌کند. این شاخص، میزان مصرف انرژی به ازای هر واحد تولید یا توزیع آب

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 این‌رو، نهادهای 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 and 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 ارتقای 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،

در همین راستا، نرخ بازیافت لجن نیز به‌عنوان 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 محیط‌زیستی، 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^{۱۸} به‌عنوان 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 and Vaughan, 2010; Zheng et al., 2010).

بر این اساس، شاخص‌های کلیدی عملکرد زمانی اثربخش خواهند بود که نه تنها برای پایش درون سازمانی، 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. براساس 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 به‌عنوان ابزاری برای مقایسه عملکرد سازمان‌ها در مقیاس‌های ملی و بین‌المللی کاربرد داشته و امکان تبادل تجربیات و یادگیری بین سازمانی را فراهم می‌کنند (Shrivastava and Hart, 1995; Lienert et al., 2006).

۳-۳- نقش مشارکت و همکاری‌های چندبخشی

نتایج بررسی ادبیات نشان می‌دهد که مشارکت و همکاری‌های چندبخشی^{۱۹} 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 چندبعدی منابع آب نیستند (Tone Tangen Haug et al., 2000).

در چارچوب‌های برنامه‌ریزی نوین مانند مدل A از EPA، بر

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 این رو، تقویت حکمرانی هوشمند، مدیریت مشارکتی و زیرساخت‌های اطلاعاتی و مالی باید در اولویت برنامه‌های اصلاحی قرار گیرد.

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 شوند (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 (Bruzoniti 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، براساس 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).

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 (Pralhad, 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،

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	بهینه‌سازی مقرون‌به‌صرفه استفاده از منابع (کاهش تقاضای انرژی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر) دستیابی به نتایج عملکردی مناسب با کمترین هزینه ممکن
بهبود محیط‌زیست؛ بهبود شرایط محیطی در جامعه	افزایش فضای سبز طبیعی
زیست‌پذیری؛ تقویت کیفیت زندگی	بهبود زیبایی‌شناسی بهبود دسترسی به فضای سبز و فرصت‌های تفریحی برای ساکنان کم‌درآمد

جدول ۳- تکمیل وزن اهداف

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

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 محیط‌زیستی (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 سنجه‌های 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. درنهایت، می‌توان اذعان داشت که تنها از مسیر هم‌افزایی میان تحلیل داده‌محور، مشارکت جامعه‌محور، و حکمرانی شفاف و نوآورانه است که

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 نهادینه‌سازی رویکرد بومی کمک می‌کنند (Cornejo et al., 2016). در مجموع، می‌توان نتیجه‌گرفت 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 به‌شکلی 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 محیط‌زیست ایالات متحده (EPA) و با تأکید بر شاخص‌های تلفیقی در نظر گرفته شده است. این مدل، افزون بر ارتقای کیفیت

دستیابی به توسعه پایدار در حوزه حیاتی آب و فاضلاب، از یک ایده آرمانی به یک واقعیت عملی و مؤثر تبدیل خواهد شد.

۴- نتیجه گیری

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 محیط‌زیستی، 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 براساس 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 نهادینه‌سازی 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 به عنوان 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 محدودیت‌ها است. 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 برای بررسی نگارش و روان‌سازی جملات استفاده شده است و تمامی محتوای علمی، تحلیلی و استنتاجی این مقاله برعهده نویسندگان بوده و تحت نظارت و تأیید نهایی ایشان انجام پذیرفته است.

۶- پی‌نوشت‌ها

- 1- Sustainable Development Goals
- 2- Global Warming Potential
- 3- Food and Agriculture Organization
- 4- Balanced Scorecard
- 5- American Water Works Association
- 6- Aspen
- 7- Multi-Criteria Decision Analysis, MCDA
- 8- Life Cycle Cost Analysis
- 9- Full Cost Accounting
- 10- Divisia
- 11- Key Performance Indicator

- College Cork, Cork, 6-8 April 2011, University College Cork, Environmental Protection Agency, and Environmental Sciences Association of Ireland, <https://hdl.handle.net/10468/1981>
- Brix-Asala, C., Geisbüsch, A.K., Sauer, P.C., Schöpflin, P., and Zehendner, A., (2018), "Sustainability tensions in supply chains: A case study of paradoxes and their management", *Sustainability*, 10(2), 424, <https://doi.org/10.3390/su10020424>
- Brown, B., (2006), "Sustainability", In: *What Drives Global Capital Flows? Myth, Speculation and Currency Diplomacy*, Palgrave Macmillan, London, 120-145, https://doi.org/10.1057/9780230627291_5
- 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
- Capra, F., (2007), "Sustainable living, ecological literacy, and the breath of life", *Canadian Journal of Environmental Education*, 12(1), 9-18, <https://cjee.lakeheadu.ca/article/view/624/507>
- Chang, C., Meng, H., DiGiovanni, K., Yang, X., Peng, Y., and Zhao, W., (2014), "Sustainability", *Water Environment Research*, WEF, 86(10), 1354-1386, https://doi.org/10.2175/106143014X1403128066789_5
- 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>
- Denison, D.R., Hart, S.L., and Kahn, J.A., (1996), "From chimneys to cross-functional teams: Developing and validating a diagnostic model", *Academy of Management Journal*, 39(4), 1005-1023, <https://doi.org/10.5465/256721>
- 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., 12- Environmental Protection Agency
- 13- Renewable Energy Utilization Index
- 14- Cross-Sectoral Collaborations
- 15- WOPs: Water Operators' Partnerships
- 16- UN-Habitat
- 17- Nexus
- 18- One-Size-Fits-All
- ۷- مراجع
- اسلامی، ر.، و رحیمی، ع.، (۱۳۹۸)، "سیاست‌گذاری و بحران آب در ایران"، *سیاست‌های استراتژیک و کلان*، (۲۷)، ۴۱۰-۴۳۵، <https://doi.org/10.32598/JMSP.7.3.5>
- داوری، ک.، (۱۴۰۳)، *مدیریت آب (منابع و کاربردها)*، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، https://jwsd.um.ac.ir/article_45437_7da4bb9a854153bc85d8b3c92ee938b2.pdf
- شفیعی، م.، مجیدی، م.، جودوی، ع.، سلیمانیها، س.، و پشتوان، ح.، (۱۳۹۸)، "پیش‌درآمدی بر سیمپوزیوم ملی مسائل حل‌نشده بیان آب کشور: لزوم مشارکت و هم‌افزایی در علاج‌بخشی مهم‌ترین مولفه برنامه‌ریزی منابع آب ایران"، *فصلنامه آب و توسعه پایدار*، (۲)۶، ۸۳-۸۶، https://jwsd.um.ac.ir/article_31752_5088383c91866b04ecbdacfdc67a36fa.pdf
- فیضی کوشکی، ف.، اکبری، م.، معاریان، ح.، و اعظمی راد، م.، (۱۳۹۸)، "شناسایی و رتبه‌بندی عوامل عمده بیابان‌زایی در استان خراسان رضوی به‌روش دلفی"، *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، (۸)۳۱، 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>
- Allègre, G., (2019), "Social sustainability: From SDGs to policies", *OFCE Policy Brief*, 50, 1-11, <https://sciencespo.hal.science/hal-03403311v1>
- Benn, S., Dunphy, D., and Griffiths, A., (2006), "Enabling change for corporate sustainability: An integrated perspective", *Australasian Journal of Environmental Management*, 13(3), 156-165, <https://doi.org/10.1080/14486563.2006.10648683>
- Bolger, P., (Ed.), (2011), *ENVIRON 2011: 21st Irish Environmental Researchers Colloquium*, University

- 393(3), 219-232, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.08.017>
- Hua, M., McCauley, K., Brew, D., Heywood, J., Siracusa, J., Stevens, M., and Paustenbach, D., (2025), "United States Environmental Protection Agency's perfluorooctanoic acid, perfluorooctane sulfonic acid, and related per- and polyfluoroalkyl substances 2024 drinking water maximum contaminant level: Part 1 – Analysis of public comments", *Critical Reviews in Toxicology*, 55(3), 321-367, <https://doi.org/10.1080/10408444.2024.2415893>
- 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>
- Landis, A.E., (2015), "The state of water/wastewater utility sustainability: A North American survey", *Journal of American Water Works Association*, 107(9), E464-E473, <https://doi.org/10.5942/jawwa.2015.107.0125>
- Larsen, T., Hoffmann, S., Lüthi, C., Truffer, B., and Maurer, M., (2016), "Emerging solutions to the water challenges of an urbanizing world", *Science*, 352(6288), 928-933, <https://doi.org/10.1126/science.aad8641>
- Lienert, J., Monstadt, J., and Truffer, B., (2006), "Future scenarios for a sustainable water sector: A case study from Switzerland", *Environmental Science & Technology*, 40(2), 436-442, <https://doi.org/10.1021/es051254p>
- Luck, S.J., Woodman, G.F., and Vogel, E.K., (2000), "Event-related potential studies of attention", *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 432-440, [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01545-X](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01545-X)
- Ma, X., Xue, X., González-Mejía, A., Garland, J., and Cashdollar, J., (2015), "Sustainable water systems for the city of tomorrow: A conceptual framework", *Sustainability*, 7(9), 12071-12105, <https://doi.org/10.3390/su70912071>
- Martin, J., and Carter, L., (2015), "Preservice teacher agency concerning education for sustainability (EfS): A discursive psychological approach", *Journal of*
- 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>
- Farsari, I., and Prastacos, P., (2002), "Sustainable development indicators: An overview", In: *Sustainable Development for the Islands of Europe: Energy, Environment and Socio-Economic Policy*, Springer, Dordrecht, 15-36, https://doi.org/10.1007/978-94-011-3246-6_1
- 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>
- Giri, R., Ozaki, H., and Takeuchi, J., (2006), "An alternative for sustainable domestic wastewater treatment in Bangkok", *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, 3(1), 77-82, https://doi.org/10.3233/AJW-2006-3_1_10
- Hammer, M., (2007), "The process audit", *Harvard Business Review*, 85(4), 111-123, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17432158/>
- Han, H., (2015), "Travelers' pro-environmental behavior in a green lodging context: Converging value-belief-norm theory and the theory of planned behavior", *Tourism Management*, 47, 164-177, <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2014.09.014>
- 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>
- Hart, M., (1999), *Guide to Sustainable Community Indicators*, 2nd Edition, Sustainable Measures, North Andover, <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:127326058>
- Hartley, J., Benington, J., and Binns, P., (1997), "Researching the roles of internal-change agents in the management of organizational change", *British Journal of Management*, 8(1), 61-73, <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00036>
- Haug, T.T., Hellström, K., Blomhoff, S., Humble, M., Madsbu, H.-P., and Wold, J.E., (2000), "The treatment of social phobia in general practice. Is exposure therapy feasible?", *Family Practice*, 17(2), 114-118, <https://doi.org/10.1093/fampra/17.2.114>
- 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>
- Hu, Y., Moiwo, J.P., Yang, Y., Han, S., and Yang, Y., (2010), "Agricultural water-saving and sustainable groundwater management in Shijiazhuang Irrigation District, North China Plain", *Journal of Hydrology*,

- 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>
- Oxtoby, B., McGuinness, T., and Morgan, R.E., (2002), "Developing organizational change capability", *European Management Journal*, 20(3), 310-320, [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(02\)00050-4](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(02)00050-4)
- 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>
- Pahl-Wostl, C., Craps, M., Dewulf, A., Mostert, E., Tabara, D., and Taillieu, T., (2007), "Social learning and water resources management", *Ecology and Society*, 12(2), 5, <https://doi.org/10.5751/ES-02037-120205>
- Parkinson, S., Krey, V., Huppmann, D., Kahil, T., McCollum, D., Fricko, O., Byers, E., Gidden, M., Johnson, N., Rao, N.D., Bosetti, V., and Riahi, K., (2019), "Balancing clean water-climate change mitigation trade-offs", *Environmental Research Letters*, 14(1), 014009, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaf2a3>
- Permana, R., (2020), "Impact of organizational culture on organizational commitment: A study of banking companies in Indonesia", *Journal of Applied Management and Entrepreneurship*, 22(3), 59-72, <https://doi.org/10.32424/1.jame.2020.22.3.3147>
- Pizzi, S., Caputo, A., and Corvino, A., (2020), "Management research and the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs): A bibliometric investigation and systematic review", *Journal of Cleaner Production*, 276, 124033, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124033>
- Poole, M.S., and Van de Ven, A.H., (1989), "Using paradox to build management and organization theories", *Academy of Management Review*, 14(4), 562-578, <https://doi.org/10.2307/258559>
- Prahalad, C.K., and Hamel, G., (2006), "The core competence of the corporation", In: Hahn, D., and Taylor, B. (eds), *Strategische Unternehmensplanung — Strategische Unternehmensführung*, Springer, Berlin, Heidelberg, https://doi.org/10.1007/3-540-30763-X_14
- 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>
- Research in Science Teaching, 52(4), 560-573, <https://doi.org/10.1002/tea.21217>
- Mays, J.M., (2006), "Feminist disability theory: Domestic violence against women with a disability", *Disability & Society*, 21(2), 147-158, <https://doi.org/10.1080/09687590500498077>
- Miles, K., (2011), "Embedding gender in sustainability reports", *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 2(1), 139-146, <https://doi.org/10.1108/20408021111162164>
- Miličević, D., Miličević, 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>
- Milman, A., and Short, A., (2008), "Incorporating resilience into sustainability indicators: An example for the urban water sector", *Global Environmental Change*, 18(4), 758-767, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.08.002>
- Mirdashtvan, M., Najafinejad, A., Malekian, A., and Sabetraftar, 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>
- Najam, A., (2005), "Developing countries and global environmental governance: From contestation to participation to engagement", *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 5(3), 303-321, <https://doi.org/10.1007/s10784-005-3807-6>
- 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,

- of lower-tier suppliers: Managing sustainability in supply networks", *Journal of Operations Management*, 64, 65-87, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2018.09.004>
- Vogel, C., Moser, S.C., Kasperson, R.E., and Dabelko, G.D., (2007), "Linking vulnerability, adaptation, and resilience science to practice: Pathways, players, and partnerships", *Global Environmental Change*, 17(3-4), 349-364, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.05.002>
- Walters, J., and Javernick-Will, A., (2015), "Long-term functionality of rural water services in developing countries: A system dynamics approach to understanding the dynamic interaction of factors", *Environmental Science & Technology*, 49(8), 5035-5043, <https://doi.org/10.1021/es505975h>
- Wang, X., Daigger, G., Lee, D., Liu, J., Ren, N., Qu, J., Sloey, W., and Butler, D., (2018), "Evolving wastewater infrastructure paradigm to enhance harmony with nature", *Science Advances*, 4(8), eaq0210, <https://doi.org/10.1126/sciadv.aag0210>
- Wilby, R.L., and Vaughan, K., (2011), "Hallmarks of organizations that are adapting to climate change", *Water and Environment Journal*, 25(2), 271-281, <https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2010.00220.x>
- Wu, Z., and Pagell, M., (2011), "Balancing priorities: Decision-making in sustainable supply chain management", *Journal of Operations Management*, 29(6), 577-590, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2010.10.001>
- Xiang, X., Li, Q., Khan, S., and Khalaf, O.I., (2021), "Urban water resource management for sustainable environment planning using artificial intelligence techniques", *Environmental Impact Assessment Review*, 86, 106515, <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106515>
- Yulistiyorini, A., Rosyid, H., Haratama, K., Rousseau, D., and Ansyorie, M., (2022), "Raising environmental awareness in Kampong Tridi and Kampong Warna-Warni (Malang, Indonesia) through digital-based workshop on constructed wetlands", *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(2), 65, <https://doi.org/10.22146/jpkm.54607>
- Zhang, B., and Chen, G.Q., (2010), "Physical sustainability assessment for the China society: Exergy-based systems account for resources use and environmental emissions", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(6), 1527-1545, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.01.021>
- Zheng, W., Yang, B., and McLean, G.N., (2010), "Linking organizational culture, structure, strategy, and organizational effectiveness: Mediating role of knowledge management", *Journal of Business Research*, 63(7), 763-771, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2009.06.005>
- Saravanan, A., Kumar, P.S., Jeevanantham, S., Karishma, S., Tajsabreen, B., Yaashikaa, P.R., and Reshma, B., (2021), "Effective water/wastewater treatment methodologies for toxic pollutants removal: Processes and applications towards sustainable development", *Chemosphere*, 280, 130595, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130595>
- Schein, E.H., (1984), "Coming to a new awareness of organizational culture", *Sloan Management Review*, 25(2), 3-16, <https://sloanreview.mit.edu/article/coming-to-a-new-awareness-of-organizational-culture/>
- Shrivastava, P., and Hart, S., (1995), "Creating sustainable corporations", *Business Strategy and the Environment*, 4(3), 154-165, <https://doi.org/10.1002/bse.3280040307>
- Siebenhüner, B., and Arnold, M., (2007), "Organizational learning to manage sustainable development", *Business Strategy and the Environment*, 16(5), 339-353, <https://doi.org/10.1002/bse.579>
- Silva Munar, J.L., De Juana-Espinosa, S., Martínez-Buelvas, L., Vecchiola Abarca, Y., and Orellana Tirado, J., (2020), "Organizational happiness dimensions as a contribution to Sustainable Development Goals: A prospective study in higher education institutions in Chile, Colombia and Spain", *Sustainability*, 12(24), 10502, <https://doi.org/10.3390/su122410502>
- Smith, W.K., Lewis, M.W., and Tushman, M.L., (2011), "Organizational sustainability: Organization design and senior leadership to enable strategic paradox", In: Spreitzer, G.M., and Cameron, K.S. (eds), *The Oxford Handbook of Positive Organizational Scholarship*, Oxford University Press, Oxford, <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199734610.013.0061>
- Sun, Y., Gao, P., Tian, W., and Guan, W., (2023), "Green innovation for resource efficiency and sustainability: Empirical analysis and policy", *Resources Policy*, 81, 103369, <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103369>
- Swastomo, A., and Iskandar, D., (2020), "Keberlanjutan sistem penyediaan air minum berbasis masyarakat Desa Piji dan Desa Gintungan di Kabupaten Purworejo", *Jurnal Planoearth*, 5(1), 7, <https://doi.org/10.31764/jpe.v5i1.1631>
- Tachizawa, E.M., and Wong, C.Y., (2014), "Towards a theory of multi-tier sustainable supply chains: A systematic literature review", *Supply Chain Management: An International Journal*, 19(5/6), 643-663, <https://doi.org/10.1108/SCM-02-2014-0070>
- Tortajada, C., (2020), "Contributions of recycled wastewater to clean water and sanitation Sustainable Development Goals", *NPJ Clean Water*, 3(1), 22, <https://doi.org/10.1038/s41545-020-0069-3>
- van Leeuwen, C.J., Frijns, J., van Wezel, A., and van de Ven, F.H.M., (2012), "City Blueprints: 24 indicators to assess the sustainability of the urban water cycle", *Water Resources Management*, 26(8), 2177-2197, <https://doi.org/10.1007/s11269-012-0009-1>
- Villena, V.H., and Gioia, D.A., (2018), "On the riskiness



This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC-BY) license.