



ISSN 2588-3941

نشریه علمی

علوم و مهندسی آب و فاضلاب

سال هفتم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱

نشریه علمی

علوم و مهندسی آب و فاضلاب

سال هفتم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱

انجمن آب و فاضلاب ایران

۲ پیشگفتار (دکتر حسین نایب: بهره‌وری در بخش آب کشور: روندها و چالش‌ها)

مقالات علمی

۴ بحران آب: دو راهی اجتماعی
مسعود رضائی

۱۷ مروری بر عملکرد غشاهای اصلاح‌شده پلیمری اولترافیلتراسیون به منظور کاهش گرفتگی در تصفیه پساب
مینا دولتشاه، مریم عطایی و آذر اسدی

۳۰ بررسی نقش سرمایه‌های اجتماعی در مدیریت بحران کم‌آبی
مسعود حراقی و مریم حراقی

۴۷ ارائه چارچوب در بررسی عملکرد سیستم‌های نگهداری و تعمیرات شرکت‌های آب و فاضلاب: مطالعه موردی:
شرکت آب و فاضلاب استان البرز
رضا شهرجردی

۶۰ فناوری‌های هوشمند و نوآوری سبز در صنعت تصفیه فاضلاب: نقش میانجی پایداری شرکت و استراتژی‌های
پایداری
محسن پورمحمود، مهرداد حسینی شکیب و عباس خمسه

۷۵ بررسی نقش تعویض کنتورهای خانگی در کاهش هدررفت ظاهری مطالعه موردی (منطقه ۳ آبفای اصفهان)
نسیم بارانی و زهرا عبدالله قاضی

مطالب عمومی

۸۵ مصاحبه (دکتر مجتبی فاضلی: پیشکسوت برگزیده سال ۱۴۰۱)

۸۸ میزگرد (نشست تخصصی نقش اقتصاد در مدیریت مصرف آب)

۱۰۱ پایان‌نامه برتر

۱۰۵ معرفی کتاب

۱۰۷ اخبار انجمن

علوم و مهندسی آب و فاضلاب

سال ۷، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱

این نشریه دارای مجوز کمیسیون بررسی نشریات علمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، به شماره ۱۲۹/۳۱۸/۲۹۰ مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۱۶ و مجوز وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی به شماره ۸۶۰۹۲ مورخ ۱۳۹۸/۱۰/۳۰ است.

انجمن آب و فاضلاب ایران

دکتر مسعود تابش

دکتر حمیدرضا صفوی

صاحب امتیاز

مدیر مسئول

سردبیر

اعضای

هیئت تحریریه

دکتر مسعود تابش: استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران

دکتر تیکو تانیمبو: دانشیار، دانشگاه ویت واتر سراند، ژوهانسبورگ، آفریقای جنوبی

دکتر علی ترابیان: استاد دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران

دکتر افشین تکدستان: استاد دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

دکتر محمدرضا جلیلی قاضی زاده: دانشیار دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید

بهشتی

دکتر عبدالله رشیدی مهرآبادی: دانشیار دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی

دکتر دراگان ساویچ: استاد، دانشگاه اگزتر، لندن

دکتر سید حسین سجادی فر: شرکت آب و فاضلاب تهران و استادیار دانشگاه آزاد اسلامی

دکتر محمد حسین صراف زاده: دانشیار دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه تهران و رئیس کرسی یونسکو در

بازیافت آب

دکتر حمیدرضا صفوی: استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان

دکتر ناصر طالب بیدختی: استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه شیراز

دکتر راضیه فرماني: دانشیار، دانشگاه اگزتر، انگلستان

دکتر اورازو گیوستولیس: استاد، دانشگاه پلی تکنیک باری، ایتالیا

دکتر سارا نظیف: دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران

مهندس علیرضا طباطبایی: مدیرکل دفتر نظارت بر بهره برداری آب، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

مهندس علی اصغر قانع: مشاور مدیر عامل شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

مهندس مجید قنادی: مشاور معاونت مهندسی و توسعه شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

مهندس حمیدرضا هنری: عضو هیئت علمی بازنشسته دانشگاه علوم پزشکی تهران

ناهد اختری

ناهد اختری، دکتر سید احمدرضا شاهنگیان

انجمن آب و فاضلاب ایران

۵۰۰ نسخه

تهران، خیابان طالقانی، بین وصال و قدس، پلاک ۴۲۹، طبقه ۴، واحد ۷

۰۲۱-۸۸۹۵۶۰۹۷

۰۲۱-۸۸۳۹۱۳۹۰

2588-3941

2588-396X

info@jwwse.ir

فرشیوه

شورای سیاستگذاری

صنعت آب و فاضلاب

کارشناس اجرایی:

طراح و صفحه آرا:

ناشر:

شمارگان:

آدرس:

تلفن:

نمبر:

شاپا چاپی:

شاپا الکترونیکی:

ایمیل:

چاپ:

پیشگفتار (دکتر حسین نایب: بهره‌وری در بخش آب کشور: روندها و چالش‌ها)..... ۲

مقالات علمی

بحران آب: دوراهی اجتماعی..... ۴

مسعود رضائی

مروری بر عملکرد غشاهای اصلاح‌شده پلیمری اولترافیلتراسیون به منظور کاهش گرفتگی در تصفیه پساب..... ۱۷

مینا دولت‌شاه، مریم عطایی و آذر اسدی

بررسی نقش سرمایه‌های اجتماعی در مدیریت بحران کم‌آبی..... ۳۰

مسعود حراقی و مریم حراقی

ارائه چارچوب در بررسی عملکرد سیستم‌های نگهداری و تعمیرات شرکت‌های آب و فاضلاب؛..... ۴۷

مطالعه موردی: شرکت آب و فاضلاب استان البرز

رضا شهرجردی

فناوری‌های هوشمند و نوآوری سبز در صنعت تصفیه فاضلاب: نقش میانجی..... ۶۰

پایداری شرکت و استراتژی‌های پایداری

محسن پورمحمود، مهرداد حسینی شکیب و عباس خمسه

بررسی نقش تعویض کنتورهای خانگی در کاهش هدررفت ظاهری (مطالعه موردی: منطقه ۳ آبفای اصفهان)..... ۷۵

نسیم بارانی و زهرا عبدالله قاضی

مطالب عمومی

مصاحبه (دکتر مجتبی فاضلی: پیشکسوت برگزیده سال ۱۴۰۱)..... ۸۵

میزگرد (نشست تخصصی نقش اقتصاد در مدیریت مصرف آب)..... ۸۸

پایان‌نامه برتر ۱۰۱

معرفی کتاب ۱۰۵

اخبار انجمن ۱۰۷



بهره‌وری در بخش آب کشور: روندها و چالش‌ها



دکتر حسین نایب

پژوهشگر مستقل حوزه آب و محیط‌زیست و
عضو هیئت مدیره انجمن آب و فاضلاب ایران

با اصلاحات ارضی در کشور بود، معضلات مربوط به فاضلاب‌های تولیدی در شهرها به‌عنوان یکی از مسائل جدید مدیریت شهری آشکار شد. جمیع موارد یاد شده سبب شد تا به‌منظور ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضا در بخش آب، تحولاتی در ساختار مدیریت بخش آب صورت‌گیرد که نتیجه آن تأسیس وزارت نیرو در سال ۱۳۵۳ با هدف "استفاده حداکثری از منابع آب و انرژی" بود. بنابر این، گسترش عرضه آب و منطبق‌سازی آن با تقاضای بخش‌های مختلف شهری، کشاورزی و صنعت، یکی از مهم‌ترین اهداف تأسیس این وزارت خانه کلیدی بوده است.

در سال‌های پس از انقلاب و با اتمام جنگ، در پی تغییرات عمیق در ساختارهای اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی، لزوم توسعه همه‌جانبه کشور به‌منظور جبران عقب‌ماندگی‌های حاصل از جنگ، اهمیت گسترش شبکه آب شرب در شهرها و روستاهای کشور و افزایش جمعیت تحت پوشش خدمات آب‌رسانی و ضرورت توجه به مقوله بهداشت و محیط‌زیست، منجر به تأسیس شرکت‌ها و سازمان‌های مختلفی از جمله شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی و شرکت‌های آب منطقه‌ای در وزارتخانه‌های نیرو و جهاد سازندگی شد. در حالی که هم‌چنان نگرش اساسی نهادها و ارگان‌های مرتبط با بخش آب، تأمین حداکثری عرضه و پاسخ به نیاز روزافزون آب در کشور بود، روند محدودیت منابع آب به‌صورت امری تدریجی رخ‌نمون کرده و مدیران ارشد کشور را با سوال اساسی مواجه نمود که "تا کجا می‌توان هم‌پای توسعه تقاضا، عرضه آب را توسعه داد؟". این برهه همان زمان کلیدی بود که باید نگرش به آب، به‌عنوان یک کالای مصرفی معمول تغییر یافته و به آب به‌عنوان یک کالای محدود، اقتصادی و استراتژیک نگریسته شود. انعکاس این تغییر نگرش در سیاست‌های کلی نظام متبلور شد و در سه ابلاغیه مجزای سیاست‌های کلی نظام در زمینه منابع آب، محیط‌زیست و اصلاح الگوی مصرف، ارتقای بهره‌وری و کاهش هدر رفت آب هم‌تراز با توسعه استحصال آب از منابع متعارف و غیرمتعارف به‌منظور تأمین نیاز بخش‌های مختلف مورد توجه قرار گرفت. در این راستا و به‌دنبال این تغییر نگرش، هم‌زمان با گسترش زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری در بخش آب کشور، روند به‌کارگیری فناوری‌های نوین در جنبه‌های تأمین، انتقال و توزیع، مصرف، تصفیه و استفاده مجدد از آب سرعت گرفته و بخش خصوصی، به‌ویژه صاحبان فناوری‌های حوزه آب، به توسعه و تثبیت بازار در این حوزه پرداختند.

امروزه با تثبیت جایگاه صنعت آب و فاضلاب در کشور به‌عنوان یکی از حوزه‌های صنعتی بلوغ یافته، خط‌مشی توسعه فناوری‌ها، به‌سمت و سوی ارتقای هرچه بیشتر بهره‌وری و ایجاد

محدودیت منابع در دسترس آب، همواره یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در مسیر توسعه اقتصادی، اجتماعی و حتی سیاسی کشور ایران بوده است. اگرچه اهمیت این موضوع همواره برای حاکمان شناخته شده بود و در بسیاری از متون تاریخی، از خشکسالی به‌عنوان یکی از هراس‌های حاکمان و تهدیدات سرزمین نام برده شده و در مقاطع مختلف با تصمیمات حاکمیتی (ملی و محلی) به توسعه زیرساخت‌های تأمین آب شهری و کشاورزی و متاخراً صنعتی پرداخته شده است، لیکن تا سال ۱۳۴۲ که وزارت آب و برق تأسیس شد، تصمیم‌سازی، سیاست‌گذاری و مدیریت بخش آب در کشور به‌صورت غیرمتمرکز، رانت محور و سلیقه‌ای و منطبق با خواست حاکمیت (در سطوح مختلف ملی - منطقه‌ای) بوده است. در سال‌های پس از انقلاب مشروطه، فقدان یک مرجع تخصصی مدیریت آب در ساختار دولت بیش از پیش احساس شد و در بازه مشروطه تا تأسیس وزارت آب و برق، بنگاه‌ها و سازمان‌هایی در راستای نظام‌مند نمودن مدیریت آب تأسیس شدند، از جمله بنگاه مستقل آبیاری، که به‌عنوان یکی از زیرمجموعه‌های وزارت کشاورزی، عهده‌دار اصلاح و توسعه امور مرتبط با تأمین آب (در بخش کشاورزی و شرب) و نظارت بر آن بود.

پس از اجرایی‌سازی قوانین مرتبط با اصلاحات ارضی و افزایش شمار مالکین خرد اراضی کشاورزی و توسعه سطوح زیر کشت و نیز با توسعه روزافزون شهرها و افزایش جمعیت آن‌ها و در نهایت آغاز تحول ساختار کشور و توسعه بخش صنعت، تأمین آب پایدار برای مصارف بخش‌های مختلف، بیش از پیش به‌عنوان چالشی اساسی پیش روی حاکمیت نمایان شد. از سوی دیگر با رشد فزاینده شهرنشینی که یکی از نتایج ناکام ماندن برنامه‌های مرتبط

جامعه وابسته خواهد بود.

ارزش افزوده حداکثری از منابع آب است. این بدان معنا است که فناوری‌های بخش تأمین، تصفیه و انتقال آب به مرحله‌ای رسیده است که کمتر چالش اساسی در این حوزه مطرح می‌شود و در عوض، عمده چالش‌های موجود در بخش آب کشور معطوف به تصفیه و بازیافت/بازچرخانی فاضلاب‌های تولیدی از مصارف مختلف، ارتقای کمی و کیفی بهره‌وری در مصرف آب و نیز استحصال آب از منابع غیرمتعارف است.

در این میان، یکی از مهم‌ترین چالش‌های قابل پیش‌بینی در این مسیر توسعه، نحوه مدیریت منابع آبی است که به سبب ارتقای بهره‌وری، به چرخه آب قابل برنامه‌ریزی کشور بازگشته است. به عبارت دیگر، نحوه برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب حاصل از تصفیه پساب‌ها (بالاخص در بخش شهری)، افزایش بهره‌وری در مصرف آب (به‌ویژه در بخش کشاورزی) و آب استحصال از منابع غیرمتعارف، از حساس‌ترین و کلیدی‌ترین مسائل پیش روی تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران بخش آب کشور است. در دیدگاه بسیاری از فعالین حوزه آب و محیط‌زیست، در صورتی که از این منابع یاد شده در جهت کاهش مشکلات موجود در حوزه تأمین آب در مصارف تعریف شده فعلی و کاهش تنش وارده به محیط‌زیست و منابع آب به واسطه عدم واریز حق‌آبه‌ها به محیط‌های آبی (به‌ویژه تالاب‌ها و رودخانه‌ها) یا برداشت بیش از حدود مجاز (آبخوان‌ها) بهره‌گیری شود، می‌توان این ارتقای بهره‌وری را در راستای توسعه پایدار و حفاظت از منابع آب ارزیابی کرد. اما در صورتی که به منابع مذکور به عنوان منابع جدید آب نگریسته شود و ما به ازای میزان آب بهره‌وری شده، یا پساب تصفیه شده و یا آب استحصال شده از منابع غیرمتعارف، مصارفی در بخش‌های کشاورزی (از طریق توسعه اراضی زیر کشت)، صنعتی (از طریق توسعه غیر اصولی صنایع در نقاط کم‌آبی آب) و شهری (از طریق توسعه ناپایدار و خارج از توان اکولوژیکی شهرها، افزایش فضای سبز غیر منطبق با ویژگی‌های اقلیمی، احداث دریاچه‌های مصنوعی و...) تعریف شود، آسیب‌های وارده به محیط‌زیست و پیکره‌های آبی کشور سرعت گرفته و به هیچ عنوان این ارتقای بهره‌وری را نمی‌توان در راستای حرکت در مسیر توسعه پایدار قلمداد کرد. در نهایت سوال اساسی این‌جا است که مدیران و تصمیم‌گیرندگان در بخش آب کشور، کدامیک از جهت‌گیری‌ها را در سیاست‌گذاری‌های بخش آب کشور انتخاب خواهند نمود و ارتقای بهره‌وری بخش آب را در کدامیک از مسیرهای یاد شده ریل‌گذاری خواهند کرد. پاسخ به این سوال مطمئناً به نگرش محیط‌زیستی تصمیم‌گیرندگان، میزان روشن‌گری فعالین حوزه آب و محیط‌زیست و مطالبه‌گری آحاد

Review Paper

مقاله مروری

Water Crisis: A Social Dilemma

بحران آب: دوراهی اجتماعی

Masoud Rezaei*

Associate Professor, Institute for Humanities and
Cultural Studies, Tehran, Iran.

*Corresponding Author, Email: m.rezaei@ihcs.ac.ir

مسعود رضائی*

دانشیار پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول، ایمیل: m.rezaei@ihcs.ac.ir

Received: 20/02/2022

Revised: 01/06/2022

Accepted: 12/07/2022

© IWWA

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۰۱

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۱/۰۳/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۱

© انجمن آب و فاضلاب ایران

Abstract

چکیده

Currently, many countries, including Iran, are facing extremely high levels of water stress and annually more than 80% of the water available to users is supplied from groundwater resources. Water resources are declining fast, and the picture is alarming in many places around the world. Water resources are part of the common heritage and one of the most basic common natural resources of mankind. Common or public resources are resources for which exclusion of users is difficult to achieve and for which joint use reduces the availability of benefits derived from the resource for others, resulting in condition that produces a competition in the use of resources and the degradation or even destruction of resources. In this article, by using the method of documentary research, the effective factors in the development of cooperative behavior for water conservation using social dilemma theory are described and strategies such as education, moral commitment, communication, punishment and reward and social sanctions for sustainable exploitation of this resource are discussed.

در حال حاضر، بسیاری از کشورها از جمله ایران با تنش آبی بسیار بالایی مواجه هستند و سالانه بیش از ۸۰ درصد آب در دسترس بهره‌برداران از منابع آب زیرزمینی تامین می‌شود. منابع آب به سرعت در حال از بین رفتن هستند و این تصویر در بسیاری از نقاط جهان نگران کننده است. منابع آب بخشی از میراث مشترک و از اساسی‌ترین منابع طبیعی مشترک بشر است. منابع مشترک، منابعی هستند که محدود کردن دسترسی بهره‌برداران به آن دشوار است و استفاده مشترک از آن‌ها بهره‌مندی دیگران از منافع منابع را کاهش می‌دهد که نتیجه آن، شرایطی است که به ایجاد رقابت در استفاده از منابع و تخریب یا حتی نابودی منابع منجر می‌شود. در این مقاله با استفاده از روش پژوهش اسنادی و نظریه دو راهی اجتماعی، عامل‌های موثر در بروز رفتار همیارانه برای حفاظت از آب تشریح و راهکارهایی نظیر آموزش، ایجاد تعهد اخلاقی، برقراری ارتباطات، تنبیه و پاداش و تحریم‌های اجتماعی برای استفاده پایدار از این منبع ارائه شده است.

Keywords: Water, Crisis, Conservation, Social Dilemma.

کلمات کلیدی: آب، بحران، حفاظت، دو راهی اجتماعی.

تهدید می‌کند (Ashraf et al., 2021). علاوه بر این، به دلیل تغییرات آب‌وهوایی، چرخه آب شکسته شده و این امر موجب خشکسالی در برخی مناطق و سیل در مناطق دیگر شده است. امروزه متوسط مصرف سالانه آب در ایران حدود ۹۶ میلیارد مترمکعب تخمین زده می‌شود که حدود ۸ درصد بیش از کل منابع آب تجدیدپذیر ایران (۸۹ میلیارد مترمکعب) یا حدود ۸۰ درصد بالاتر از سطح آستانه کمبود آب کشور است (Mesgaran and Azadi, 2018). برآوردها نشان می‌دهند ۷۷ درصد از سرزمین ایران (یعنی ۲۳ حوضه از ۳۰ حوضه آبی) تحت اضافه برداشت شدید آب‌های زیرزمینی قرار دارد و میزان برداشت انسان بیش از سه برابر میزان بازتولید طبیعی است. این امر به کاهش قابل توجه آب‌های زیرزمینی منجر شده است که با چاه‌های خشک شده در سراسر کشور، مشهود است (Ashraf et al., 2021).

علاوه بر نشانه‌های قابل مشاهده بحران آب ایران مانند کوچک شدن دریاچه‌ها، خشک شدن رودخانه‌ها و برداشت بیش از حد از سفره‌های زیرزمینی، روند نزولی دسترسی به آب در تشدید درگیری‌های منطقه‌ای و بین‌بخشی آشکار است و رقابت برای آب، خطر درگیری‌های محلی و ادامه نابرابری در دسترسی به خدمات را افزایش می‌دهد و تأثیرات قابل توجهی بر اقتصاد محلی و رفاه انسان دارد (UNESCO, 2015). اگر برداشت از منابع مشترک مانند ذخایر آب‌های زیرزمینی از آستانه پایداری فراتر رود، با آسیب جبران‌ناپذیری مواجه می‌شوند (Kidwai and Oliveira, 2020). هرچه وضعیت موجود بیشتر ادامه یابد، آسیب بیشتری به محیط‌زیست وارد و احتمال این که محیط‌زیست بتواند به حالت عادی خود برگردد، کمتر می‌شود (Mesgaran and Azadi, 2018)، مگر این که برداشت‌کنندگان بتوانند برداشت خود را به سطح پایدار محدود کنند. هم‌افزایی چنین مشکلاتی با مسائل بهداشتی، سیاسی، اقتصادی-اجتماعی و پایداری، تقاضا برای مدیریت این مسائل را بسیار افزایش داده است (Saatsaz, 2020). دلایل اساسی که در پیدایش و تشدید بحران آب در ایران نقش داشته‌اند، عبارتند از: جمعیت زیاد و رو به رشد کشور، افزایش تقاضای سرانه غذایی به دلیل افزایش درآمد سرانه، به‌ویژه برای محصولاتی که آب زیادی مصرف می‌کنند، نبود اشتغال کافی در بخش‌های دیگر برای جذب کشاورزان که باعث افزایش هزینه‌های اجتماعی اقدامات محدودکننده، با هدف کاهش فعالیت‌های کشاورزی شده است، سیاست‌های غیرمسئولانه که از خودکفایی غذایی به‌عنوان یکی از ارکان اصلی استقلال کشور حمایت و تشویق می‌کند، مدیریت و حکمرانی ضعیف منابع آب و گرایش به افزایش تأمین آب، در حالی که تلاش اندکی برای بهبود

مشکلات محیط‌زیستی ساخته بشر، باعث ایجاد تضادهای اقتصادی و اجتماعی با پیامدهای بالقوه مخرب برای سلامتی و رفاه انسان و نسل‌های آینده شده است. انسان سابقه طولانی در تخریب محیط‌زیست دارد، اما اکنون این اثرات به دلیل افزایش جمعیت و دانش فنی، در سطح جهان احساس می‌شوند. این امر پذیرفته شده است که باید به سمت پایداری بیشتر حرکت کرد، با این حال ایجاد تغییرات لازم به دلیل وجود منافع متضاد بین طرف‌های دخیل بسیار دشوار است (Van Vugt, 2009). منابع مشترک، منابع طبیعی یا مصنوعی هستند که بین بهره‌برداران مختلف مشترک هستند و شرایطی که باعث رقابت برای استفاده از آن‌ها می‌شود، اغلب به تخریب یا حتی زوال آن‌ها منجر می‌شود (Bravo and Marelli, 2008). آب یکی از این منابع مشترک در جهان است که فراتر از مرزهای سیاسی است و کمبود آن از مهم‌ترین مسائل محیط‌زیستی است که بشر در قرن ۲۱ با آن روبرو است (Adams, 2014). امروزه تغییر اقلیم، تقاضای فزاینده برای منابع آب شیرین، کاهش سطح سفره‌های آبی و جریان رودخانه‌ها و زیرساخت‌های قدیمی، چالش‌های مدیریت آب در جهان هستند و افزایش تقاضا و تشدید درگیری‌ها بر سر منابع محدود آب، چالش‌های مدیریت آب در قرن ۲۱ را بیش از همیشه کرده است (Hoffman, 2013). براساس گزارش موسسه آب، محیط‌زیست و بهداشت تا سال ۲۰۳۰، بین تقاضای آب و آب در دسترس ۴۰ درصد فاصله خواهد بود. جمعیت جهان در قرن بیستم سه برابر، اما استفاده از آب شش برابر شده است. تا سال ۲۰۵۰، افزایش جمعیت در مناطق مستعد سیل، تغییرات آب‌وهوایی، جنگل‌زدایی، از بین رفتن تالاب‌ها و بالا آمدن سطح آب دریاها می‌تواند تعداد افراد آسیب‌پذیر از سیل را به ۲ میلیارد نفر افزایش دهد. اکنون ۱/۸ میلیارد نفر در جهان از آب آشامیدنی آلوده استفاده می‌کنند و بیش از ۸۰ درصد فاضلاب‌ها، بدون تصفیه کافی به محیط‌زیست بازمی‌گردند (Guppy and Anderson, 2017).

ایران نیز یکی از کشورهایی است که با تنش آبی مواجه است و به دلیل جمعیت زیاد، شهرنشینی و صنعتی شدن و استفاده بی‌رویه از منابع آب‌های زیرزمینی، فشار بر منابع آبی افزایش یافته و خشکی طبیعی با توسعه سریع اقتصادی اجتماعی، تقاضای رو به رشد آب به ویژه برای کشاورزی و مدیریت ناپایدار زمین و آب عجین شده و خشکسالی شدید انسان‌محور که ناشی از برداشت گسترده از آب‌های زیرزمینی است، پایداری آب‌های زیرزمینی را

بهره‌وری مصرف آب صورت می‌گیرد و افزایش میانگین دما و کاهش میانگین بارندگی که هر دو ناشی از تغییرات آب‌وهوایی هستند (Mesgaran and Azadi, 2018).

در چنین شرایطی توجه به مسئله بحران آب و مدیریت و برنامه‌ریزی برای مقابله با آن و افزایش بهره‌وری آب ضرورتی جدی در کشور است. آژانس حفاظت از محیط‌زیست ایالات متحده دو دسته اقدام را برای افزایش بهره‌وری آب تعیین کرده است: اقدامات مهندسی که شامل استفاده از فن‌آوری‌هایی که برای کاهش مصرف آب، صرف‌نظر از رفتار مصرف‌کنندگان طراحی شده‌اند، است و اقدامات رفتاری که به تغییر عادات مصرف‌کنندگان مانند استفاده از ماشین ظرفشویی با حداکثر ظرفیت، دوش گرفتن کوتاه‌تر و بستن شیر هنگام مسواک زدن یا اصلاح کردن و غیره اشاره دارند (Levin and Muehleisen, 2016). در حالی که مطالعات مربوط به صرفه‌جویی در مصرف آب به‌طور سنتی بر عوامل ساختاری و نهادی از بالا به پایین، مانند زیرساخت‌های فیزیکی (امکانات و فناوری‌های صرفه‌جویی در مصرف آب) و سیاست‌گذاری و قانون‌گذاری (اقدامات و قوانین دولتی) در مصرف آب (House-Peters and Chang, 2011) و ساز و کارهای اندازه‌گیری و قیمت که هزینه تأمین آب براساس مقدار آب مصرفی تعیین می‌شود و انگیزه اقتصادی برای کاهش مصرف را فراهم می‌کند متمرکز بوده‌اند، تلاش‌های کمتری برای اقدامات نرم و از پایین به بالا، مانند ایجاد انگیزه در افراد برای صرفه‌جویی در مصرف آب و تغییر رفتارها یا الگوهای خاص استفاده از آب که به حفاظت از آن منجر شود، صورت گرفته است (Chang, 2016; Sauri, 2013). این درحالی است که رویکردهای تغییر رفتار، جنبه‌ای از تقاضای آب را برطرف می‌کنند که از طریق مداخلات مهندسی، فناوری یا قانونی قابل انجام نیستند. از سوی دیگر، صرفه‌جویی در مصرف آب در حال تبدیل شدن به راهبرد مهم و غالب در جهان برای برنامه‌ریزی و مدیریت آب برای دهه‌های آینده است (Sauri, 2013). مصرف پایدار یکی از موضوعات کنونی است که در دستور کار دولت‌ها در سراسر جهان قرار دارد (Hoelzle Martins et al., 2018) و با شدت گرفتن بحران آب، تغییر رفتار بخش جدایی‌ناپذیر در ارائه راه‌حل برای تقاضای آب است (Addo et al., 2019). شرایط اضطراری آب‌وهوایی کنونی نه تنها به نهادهای بازتوزیع و بازتخصیص کارآمد آب، بلکه به درک بهتری از نحوه عملکرد جمعی بهره‌برداران در این نظم جدید نیاز دارد (Dipierri and Zikos, 2020).

استفاده از نظریه‌ها و الگوهای روان‌شناسی و انسان‌شناسی یکی از روش‌های درک رفتار انسان‌ها درباره صرفه‌جویی در مصرف

آب است. هدف این الگوها درک درست از سازه‌های پیش‌بینی‌کننده رفتار به‌گونه‌ای است که با شناخت آن‌ها، تغییر رفتار به‌طور صحیح اتفاق افتد. در ادامه مسئله بحران آب در قالب دوراهی اجتماعی تشریح می‌شود. نظریه‌ها و شواهد رفتاری نشان می‌دهند ساختار دوراهی اجتماعی تاثیر قابل‌توجهی بر رفتار می‌گذارد (Bogelein, 2015). توجه به مسئله رفتار صرفه‌جویی در مصرف آب به عنوان دوراهی اجتماعی بیان می‌دارد افراد هنگام تصمیم‌گیری در این زمینه حداقل با دو تضاد اساسی در منافع روبرو هستند: (۱) تضاد اجتماعی بین منافع فردی و جمعی و (۲) تضاد زمانی بین پیامدهای آنی و پیامدهای دیرپای اقدامات‌شان. درک چگونگی حل این تضادها توسط افراد می‌تواند به نگرشی ارزشمند درباره شرایطی که انسان‌ها براساس آن تصمیم می‌گیرند منجر شود. در این زمینه دو ملاحظه برای صرفه‌جویی در مصرف آب وجود دارد: (۱) ملاحظات غیرهمیارانه (مانند توجه بر منافع شخصی فوری) که با کاهش رفتارهای مرتبط با صرفه‌جویی در مصرف آب همراه است و (۲) ملاحظات همیارانه (مانند توجه به منافع دیگران یا ملاحظات عدالت‌طلبانه) که با افزایش رفتارهای مرتبط با صرفه‌جویی در مصرف آب همراه است.

پژوهش‌های زیادی با استفاده از تراژدی منابع مشترک به مطالعه آب پرداخته‌اند. پژوهش Zhang et al. (2011) درباره تراژدی منبع مشترک رودخانه نشان داد دولت می‌تواند از ساز و کارهای برنامه‌ریزی و قیمت و حقوق مالکیت رودخانه برای ایجاد نظام احیای رودخانه استفاده کند. پژوهش Moghadam Manesh (2019) نشان داد نه تنها تراژدی منابع مشترک، بلکه درک اشتباه از میزان موجودی آب زیرزمینی، مقدار آب باقیمانده و میزان برداشت و تغذیه آب زیرزمینی نیز می‌تواند منجر به استفاده بیش از حد و تقلیل منابع آب شود. براساس پژوهش Muller et al. (2017)، راهبرد محدود کردن تأثیر جانبی تصمیم‌های پمپاژ آب بر هزینه‌های پمپاژ آب در کشور دیگر، قریب به ۶۰ سال از وقوع تراژدی منابع مشترک بین عربستان سعودی و امارات جلوگیری کرده است. طبق دیدگاه Wellington (2021)، منابع مشترک علاوه بر خطر استفاده بیش از حد، در خطر آلودگی بیش از حد هستند. زیرا مطابق این نظریه، آلوده‌کنندگان انگیزه‌ای برای کنترل آلودگی ندارند و به عقیده Kallhoff (2017)، سودجویان آزادند از منبع مشترک سود ببرند. در این مقاله تلاش شده است با استفاده از مباحث مطرح در قلمرو روان‌شناسی محیط‌زیست، مسئله دوراهی اجتماعی تشریح و راهکارهای لازم برای حفاظت از منابع آب بر مبنای بنیان‌های روان‌شناختی تبیین شود.

۲- روش تحقیق

در این مقاله از روش پژوهش اسنادی استفاده شده است. تحقیق اسنادی پژوهشی است که شامل تجزیه و تحلیل اسناد می‌شود و پژوهشگر در این روش، داده‌های پژوهشی خود را درباره کنشگران، وقایع و پدیده‌ها از بین منابع و اسناد جمع‌آوری می‌کند. این روش به دلایل متعددی انجام می‌شود که مهم‌ترین آن کسب بینش درباره فعالیت‌های گذشته و فرآیندهای تغییر که از گذشته به حال منتهی شده‌اند، است.

۲-۱- دو راهی اجتماعی

انسان‌ها در زندگی روزمره اغلب با موقعیت‌هایی روبرو می‌شوند که منافع شخصی آنان با منافع گروه یا جامعه بزرگ‌تری که به آن تعلق دارند مغایرت دارد. آن‌چه از نظر فردی به عنوان انتخاب، عقلانی به نظر می‌رسد ممکن است اثرات مخربی بر رفاه گروه یا جامعه داشته باشد. این تضاد منافع به عنوان دوراهی اجتماعی شناخته می‌شود (Pfafftheicher and Keller, 2017). این وضعیت معمولاً هنگامی بروز می‌یابد که افراد به منابع مشترک دسترسی داشته باشند و در روند تصاحب منابع مشترک به رقابت بپردازند (Cerutti, 2017).

Hardin (1968) اولین کسی بود که در مقاله خود با عنوان «تراژدی منابع مشترک» موضوع دوراهی اجتماعی را مطرح کرد. وی گروهی از گله‌داران را توصیف کرد که دسترسی آزاد به یک قطعه زمین مشترک که گاوهای آنان در آن چرا می‌کنند، دارند. به نفع هر دامدار است اجازه دهد حیوانات هرچه بیشتر از زمین چرا کنند، زیرا هر دامدار منفعی را دریافت می‌کند اما زیان‌ها در بین کل گروه تقسیم می‌شود. با این حال، اگر همه دامداران جداگانه این تصمیم منطقی را اتخاذ کنند، اراضی مشاع به سرعت تهی می‌شوند و همه آسیب می‌بینند. به گفته Hardin، اگر هر فردی تحت تأثیر نفع شخصی خود قرار گیرد و از مصرف منابع مشترک سود ببرد، این کار را تا زمانی که استفاده از منبع محدود یا منبع نابود شود، ادامه می‌دهد (Borgstede et al., 2019). وی استدلال کرد عقلانیت فردی و منفعت شخصی منجر به بهره‌برداری بیش از حد از منابع مشترک می‌شود و راه‌حل‌های فنی نمی‌توانند این مشکل را حل کنند، زیرا آن راه‌حل‌ها میزان منبع را افزایش می‌دهند، اما انگیزه افراد برای افزایش مداوم استفاده از آن را تغییر نمی‌دهند (Hardin, 2017). این تراژدی زمانی رخ می‌دهد که منابع طبیعی آزادانه در دسترس همگان قرار گیرند و به اشتراک گذاشته شوند (Wellington, 2021).

به باور Hardin حتی یک کالای تجدیدپذیر اگر توسط بسیاری از افراد جامعه استفاده شود، احتمالاً بیش از حد مورد استفاده قرار می‌گیرد و در نتیجه در درازمدت آسیب می‌بیند (Thielborger, 2014). امروزه نتایج چنین تراژدی‌ای در بسیاری از نقاط جهان در استفاده از منابع مشترک مشهود است. سفره‌های زیرزمینی نمونه‌ای از منابع مشترک هستند، زیرا در اکثر موارد همه بازیگران دسترسی مستقیم (قانونی یا غیرقانونی) به آب‌های زیرزمینی دارند. بنابراین، سفره‌های زیرزمینی معمولاً از الگوی تراژدی منابع مشترک پیروی می‌کنند. در دو راهی مشترک، اعضای گروه تصمیم می‌گیرند چه مقدار از منبع مشترک برداشت کنند. مقداری که هر فرد مصرف می‌کند دیگر برای سایر اعضای گروه در دسترس نیست. این فعل و انفعالات پس از اتمام کامل منابع مشترک، یعنی هنگامی که مصرف افراد بیش از میزان بازتولید در مدت زمان مشخصی باشد، پایان می‌یابد (Fischer et al., 2021). تصویر Hardin از تراژدی منابع مشترک، یافته جدیدی نبود و ریشه‌ها و مفروضات آن تا حدی با دیدگاه‌های ارسطو مرتبط است. به باور ارسطو هر چیزی که در بین افراد زیادی مشترک باشد، کمترین توجه به آن می‌شود. ارسطو مشاهده کرد که ماهیت ذی‌حق بودن در یک چیز، بر چشم‌انداز مراقبت از آن تأثیر می‌گذارد. این امر می‌تواند پایداری منابع را افزایش دهد یا ممکن است آن‌ها را در معرض فرسودگی و تخریب قرار دهد (Anabo, 2013).

Dows اولین فردی است که اصطلاح دو راهی اجتماعی را به‌طور رسمی مطرح کرد (Van Lange et al., 2014a). دو راهی اجتماعی موقعیتی است که در آن منافع فردی با منافع جمعی در تضاد است. این ناسازگاری می‌تواند: (۱) بین اهداف کوتاه‌مدت فردی بهره‌برداران (سرمایه‌گذاری کم و بهره‌برداری زیاد) یا (۲) بین اهداف کوتاه‌مدت آنان و هدف بلندمدت اجتماعی (سرمایه‌گذاری زیاد و بهره‌برداری کم) باشد (Dipierrri and Zikos, 2020). دو معیار برای تعریف دو راهی اجتماعی تعیین شده است: (۱) نفع هر فرد برای اقدام بر اساس منافع شخصی خود (تک‌روی/غیرهمیاری)، بیش از نفع اقدام در جهت منافع جمعی (همیاری)، صرف‌نظر از آن‌چه دیگران در جامعه انجام می‌دهند، است. (۲) اگر افراد به‌جای همیاری به‌صورت انفرادی عمل کنند، همه منفعت کمتری دریافت می‌کنند (Borgstede et al., 2013). به عبارت دیگر، دوراهی اجتماعی شرایطی است که در آن یک اقدام غیرهمیارانه برای هر فرد وسوسه‌انگیز است، زیرا نتایج برتری (غالباً در کوتاه‌مدت) برای خود فرد به همراه دارد و اگر همه این سیر اقدام غیرهمیارانه را دنبال کنند، وضعیت همگان (غالباً در

درازدت) نسبت به وضعیتی که باهم همیاری می‌داشتند بدتر خواهد شد (Van Lange et al., 2014b). این شرایط چالش‌برانگیز است، زیرا اقدام براساس نفع شخصی برای همه افراد اغواکننده است، حتی اگر همه از اقدام در جهت منافع جمعی طولانی‌مدت سود ببرند (Van Lange et al., 2013). دو راهی‌های اجتماعی موقعیت‌های وابسته اجتماعی هستند. تصمیم یک فرد نه تنها عواقبی برای خود فرد دارد، بلکه به پیامدهایی برای سایر افراد درگیر در دوراهی اجتماعی منجر می‌شود. در عین حال، نتیجه برای هر فرد تنها به تصمیم خود فرد بستگی ندارد، بلکه به تصمیم‌های سایر افراد درگیر در دوراهی اجتماعی نیز بستگی دارد (Horton and Doron, 2011). دو راهی اجتماعی انواع گوناگونی دارد که موضوع این مقاله صرفاً دوراهی منابع مشترک است.

دو راهی منابع مشترک به مسئله حفظ منابع کمیاب اشاره دارد (Dijk et al., 2003). منابع مشترک به واسطه دو ویژگی اساسی تعیین می‌شوند: ۱) استفاده یک فرد از یک واحد منابع مشترک، آن واحد را برای دیگران غیرقابل دسترس می‌سازد؛ ۲) مستثنی کردن بهره‌برداران بالقوه از منابع مشترک، هزینه‌بر است (Boettke, 2013). دو راهی منابع وقتی به وجود می‌آید که چندین نفر مشترکاً دسترسی آزاد به یک منبع محدود دارند و هریک از اعضای گروه تصمیم می‌گیرد که چه مقدار از منبع مشترک بهره‌برداری کند (Borgstede et al., 2019). در این شرایط افراد باید بین منافع شخصی (استفاده ناپایدار از یک منبع طبیعی مانند آب) و منافع جامعه یا محیط‌زیست (استفاده پایدار یا کمتر از منابع) یکی را انتخاب کنند. دو راهی منابع مسئله مرگ و زندگی تمام حیات بر روی کره زمین است. به عنوان مثال، هر بار که بخواهید از منابع طبیعی محدود (به عنوان مثال آب شیرین، نفت یا گاز) استفاده کنید تا زندگی شما را آسان‌تر، شادتر یا راحت‌تر بکنند، یک اتفاق روی می‌دهد. برخی از منابع (مانند مرتع برای چرا) نسبتاً سریع احیا می‌شوند، برخی دیگر (مانند درختان) با سرعت زیاد احیا نمی‌شوند و برخی دیگر با سرعت بسیار کند بازتولید شده یا اصلاً احیا نمی‌شوند (مانند نفت و گونه‌های در معرض خطر). وقتی منابع بسیار کندتر از برداشت انسان‌ها بازتولید می‌شوند، خطر تهی شدن منابع به وجود می‌آید.

اگرچه در گذشته‌های دور شکل‌های گوناگون یاریگری در جامعه ایرانی، به خصوص در اجتماعات سنتی روستایی و عشایری مرسوم بوده است، اما به باور نگارنده این یاریگری‌ها در دو دهه اخیر کاهش یافته است و به دلیل فشارهای اقتصادی، کاهش اعتماد بین ملت-دولت و بین افراد جامعه با یکدیگر، افزایش فاصله طبقاتی، پررنگ شدن معیارهای مادی-اقتصادی در زندگی افراد

و غیره، ترجیح منافع شخصی بر منافع جمعی و گروهی بسیار افزایش یافته است که نمود آن را در جامعه می‌توان در قالب انواع و اقسام بهره‌برداری از منابع عمومی به نفع خود، پیشی گرفتن افراد از یکدیگر در بهره‌برداری از فرصت‌های موجود در جامعه و غیره مشاهده کرد. از این رو، خودمداری به معنای گرایش به زندگی در قلمرو رفع نیازها و تحقق منافع و مصالح شخصی و آنی، یکی از ویژگی‌های مهم ایرانیان است (فراسخواه، ۱۳۹۵؛ قاضی مرادی، ۱۳۸۵). ایرانی‌ها بیشتر خواسته‌های خود را مبنا قرار می‌دهند و بیش از آن که به خواسته‌های جمعی و گروهی و منافع عمومی فکر کنند، می‌خواهند خود را نجات دهند (فراسخواه، ۱۳۹۵). این امر دقیقاً موضوعی است که در دو راهی منابع مشترک و مواجهه با محیط‌زیست، مسائل و مشکلات فراوانی را در کشور ایجاد کرده است. گردشگرانی که بی‌محابا در جنگل‌ها آتش روشن می‌کنند و برای لذت آنی، به پیامدهای بلندمدت آتش‌سوزی‌ها و سوءاستفاده از محیط‌زیست بی‌توجه هستند، شهروندانی که از اتومبیل‌های شخصی برای رسیدن به محل کار استفاده می‌کنند، بی‌آن که به آلودگی شهرها و تهدید سلامت همگان توجه کنند و کشاورزانی که برای برداشت محصول بیشتر، از منابع آب‌های زیرزمینی استفاده می‌کنند، بی‌آن که به خطرات بی‌آبی برای نسل کنونی و نسل‌های آینده توجه کنند نمونه‌هایی از این دست دوراهی‌ها هستند. این رفتار غیرنظام‌مند به این دلیل ایجاد می‌شود که افرادی که از منابع مشترک سود می‌برند، فردگرایانه رفتار می‌کنند و کمتر به پیامدهای اعمال خود بر رفاه جمعی اهمیت می‌دهند.

۲-۲- دوراهی اجتماعی در مصرف آب

مقابله با عدم تطابق روزافزون تقاضا و عرضه آب یکی از مهم‌ترین چالش‌های جامعه در قرن ۲۱ است. وقتی منابع آب کم می‌شود و نیاز به آب افزایش می‌یابد، فشارهای متناقضی بر انسان‌ها تحمیل می‌شود و آنان در این دو راهی قرار می‌گیرند که بین منافع شخصی (مصرف بیش از حد آب) و منافع جامعه (همکاری برای صرفه‌جویی در مصرف آب) و نیز لذت یا پیامدهای آنی و لذت یا پیامدهای دیرپا یکی را انتخاب کنند. برای حل مسئله عدم امنیت آب، باید به چگونگی حل دوراهی اجتماعی در ناامنی آب توجه کرد. پژوهش‌ها و سیاست‌های آینده درباره عدم امنیت آب نیاز به ترکیبی بهینه از راهبردهای فردی و جمعی برای مقابله با دو راهی اجتماعی دارند (Habiba et al., 2014). از آنجایی که آب در چرخه دوباره ذخیره می‌شود، انسان‌ها آن را به عنوان یک منبع عمومی تجدیدپذیر، رایگان و بدون قیمت تلقی

(Gwiazdon, 2021).

سوال اساسی در دو راهی اجتماعی این است که چگونه می‌توان افراد را در شرایط دوراهی اجتماعی به همکاری ترغیب کرد؟ برای پاسخ به این سوال باید راهبردهای دو راهی اجتماعی را مورد توجه قرار داد. راهبردهای دوراهی اجتماعی به راهبردهای فردی (رفتاری) و ساختاری طبقه‌بندی می‌شوند. راهبردهای فردی راهبردهایی هستند که باعث تغییر در شناخت و انگیزه افراد می‌شوند تا آنان را ترغیب کنند تمایل بیشتری به رفتار همیارانه نشان دهند (Shinada and Yamagishi, 2008) و مدیریت مسئولانه منابع را ترویج می‌کنند. این راهبردها به عواملی که مقدم بر رفتار مسئله‌آمیز هستند (مانند تعهد رفتاری، آموزش و غیره) اشاره دارند (Steg and Vlek, 2009). حداقل چهار عامل روان‌شناختی اجتماعی ممکن است با تشویق حفاظت از آب در دوراهی منابع ارتباط داشته باشند: (۱) آگاهی از کمبود آب، (۲) مسئولیت در قبال رفاه جمعی، (۳) باور به اثربخشی همیاری فردی و (۴) باور به این‌که سایر افراد جامعه نیز رفتار همیارانه خواهند داشت. راهبردهای ساختاری، ساختار انگیزشی دو راهی اجتماعی را به گونه‌ای تغییر می‌دهند که ناسازگاری بین انگیزه‌های افراد و پیامدهای جمعی را از بین ببرند. تغییر مستقیم ساختار نتیجه نهایی، ساده‌ترین راه اجرای راهبرد ساختاری است. مطالعات زیادی چگونگی تأثیر تغییر ساختار نتیجه نهایی بر رفتار شرکت‌کنندگان را بررسی کرده‌اند. نتایج این مطالعات عموماً این نظر را تأیید می‌کنند که رفتار همیارانه شرکت‌کنندگان، با هزینه همکاری رابطه منفی و با مزایای همکاری ارتباط مثبت دارد. تغییر در ساختار نتیجه نهایی می‌تواند از طریق اعمال تحریم‌ها یا مشوق‌های انتخابی، در قالب مجازات افراد غیرهمیار و پاداش برای افراد همیار اعمال شود (Shinada and Yamagishi, 2008). راهبرد ساختاری به عواقب ناشی از رفتار مسئله‌آمیز (مانند بازخورد، پاداش) اشاره دارد (Steg and Vlek, 2009). حل دو راهی اجتماعی همواره مستلزم فرایندی برای از بین بردن عادات غیرهمیارانه و ایجاد عادات همیارانه است. مهم‌ترین عوامل روان‌شناختی و محیطی که همکاری را تسهیل می‌کنند عبارتند از:

(۱) آموزش: انسان‌ها نیاز اساسی به شناخت محیط‌زیست خود دارند تا پیش‌بینی کنند در صورت عدم قطعیت چه اتفاقی می‌افتد. عدم قطعیت محیط‌زیستی باعث استفاده بیش از حد از منابع می‌شود، زیرا اکثر بهره‌برداران نسبت به آینده خوش‌بین هستند و آسیبی که به محیط‌زیست وارد می‌کند را دست کم می‌گیرند. بنابراین مدیریت منابع محیط‌زیستی قبل از هر چیز به اطلاعات

و تصور می‌کنند آب منبعی بی‌پایان است که نیاز چندانی به حفاظت ندارد. به هر صورت، حجم آب تعیین‌کننده مقدار آب قابل دسترس برای استفاده در طول زمان نیست، بلکه میزان تجدیدپذیری یا ذخیره مجدد آب‌های زیرزمینی، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها تعیین‌کننده این امر است. هریک از آب‌های سطحی و زیرزمینی در جهان، حدود نیمی از آب شیرین ضروری را تامین می‌کنند، اما میزان تجدیدپذیری آب‌های زیرزمینی بسیار پایین (حدود ۱ درصد در سال) است (Harper, 2017). از سوی دیگر، برخلاف بسیاری از منابع، تقاضای ثابت برای آب وجود دارد. به عنوان مثال، بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی، انسان‌ها برای اطمینان از سلامت کافی، روزانه حداقل به ۲۰ لیتر آب برای نوشیدن، پخت و پز و شست و شو نیاز دارند (WHO, 2016). این تقاضا در بخش‌های دیگر نظیر کشاورزی، صنعت و شهرها نیز وجود دارد. سازمان فائو گزارش کرده است، اکثر آب شیرین در جهان (۶۹ درصد) در بخش کشاورزی (شامل آبیاری، پرورش دام و آبی‌پروری) مصرف می‌شود (FAO, 2016). کمبود آب و ضرورت بروز رفتار جمعی برای حفاظت از آن و ترغیب افراد برای به حداقل رساندن منافع شخصی، شرایط لازم برای توجه به مصرف آب به عنوان دوراهی اجتماعی را ایجاد می‌کند.

از دیدگاه دو راهی اجتماعی، کاهش منابع طبیعی مشترک نظیر آب، به این دلیل اتفاق می‌افتد که افراد سعی می‌کنند علی‌رغم پیامدهای بلندمدت تصمیم‌های خودخواهانه‌شان برای جامعه و زیست‌کره، منافع کوتاه‌مدت خود را به حداکثر برسانند (Joireman et al., 2009). محدود کردن مصرف آب به نفع جمع است، اما افراد ممکن است بخواهند آب را بیش از حد مصرف کنند. این شرایط به‌ویژه نگران‌کننده است، زیرا با رفتارهایی همراه هست که در نهایت پیامدهای منفی برای همه افراد و نیز برای خود منابع به‌همراه دارد (Cerutti, 2017). فرض کنید فردی باید تصمیم بگیرد آب را در یک حوضه رها کند تا کمبود بارندگی یا دسترسی به آب‌های سطحی در آینده را جبران کند. اگر او حتی معتقد باشد که ارزش مصرف فعلی کمتر از ارزش تضمینی آتی است، انگیزه وی برای باقی گذاشتن آب در حوضه با آگاهی از اینکه سایر بهره‌برداران بلافاصله می‌توانند از آب استفاده کنند کاهش می‌یابد. تراژدی منابع مشترک به این دلیل رخ می‌دهد که هر فردی انگیزه پمپاژ آب را زودتر از دیگران دارد، بنابراین ذخایر به سرعت تخلیه می‌شوند (Anderson and Leal, 2010). مثال دیگر زمان خشکسالی‌ها است که چاه‌ها در زمین‌های خصوصی عمیق‌تر حفر می‌شوند، طوری‌که سفره‌های زیرزمینی را که تحت مالکیت قانونی هستند، تخلیه می‌کنند (Jennings and

قابل اعتماد درباره استفاده و در دسترس بودن منابعی مانند آب بستگی دارد (Van Vugt, 2009). یک راهبرد پیشین که به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد ارائه اطلاعات مناسب درباره وضعیت آب به افراد بر اساس الگوی کمبود اطلاعات است. مطابق با این مدل، اطلاعات بیشتر به رفتار بهتر منجر می‌شود. راهبردهای آموزشی مبتنی بر اطلاعات به آگاهی و سطح دانش بیشتری منجر می‌شوند، اما اغلب به تغییر واقعی رفتار منجر نمی‌شوند (Gifford, 2017). ارزش فعالیت‌های آموزشی در توانایی آغازگری آن‌ها است، یعنی افراد را آماده ایجاد تغییر می‌کنند تا این که در واقع آنان را وادار به تغییر کنند. برخی از پیام‌ها موثرتر از پیام‌های دیگر هستند. یک مطالعه نشان داد پیام‌های توانمندساز (مانند شما می‌توانید این کار را انجام دهید) غالباً نسبت به پیام‌های تهدیدآمیز (مانند شما مجبورید کوتاه بیایید)، نیت قوی‌تری برای انجام رفتارهای مثبت آب‌وهوایی ایجاد می‌کنند (Gifford and Comeau, 2011). اگر فردی که رفتار غیرهمیارانه را انتخاب می‌کند نداند که عملکردش غیرهمیارانه است، انتخاب رفتار همیارانه را آغاز نخواهد کرد، مگر این که تغییری در ساختار دو راهی ایجاد شود. پیش‌شرط لازم برای تسهیل همکاری خودانگیز، داشتن دانش دقیقاً درباره این است که همکاری چه چیزی هست و چه چیزی نیست. فرد برای درک رفتار خود در چارچوب رفتار همیارانه یا غیرهمیارانه، وقتی فقط به سود آنی و کوتاه‌مدت خود فکر می‌کند، حداقل باید دانشی درباره پیامدهای بلندمدت و اجتماعی آن چه که به نظر می‌رسد منطقی‌ترین رفتار است داشته باشد (Fujii, 2017). روندهای محیط‌زیستی جهانی بسیار پیچیده و نامشخص هستند که تغییر رفتار مؤثر را تضعیف می‌کند. در مقابل، اطلاعات مربوط به تخریب محیط‌زیست محلی قانع‌کننده‌تر است، به این دلیل که درک رابطه‌ی بین اقدامات و نتایج آسان‌تر است.

تقویت مِم‌ها (Meme) راه دیگر برای تشویق همیاری در حفاظت از آب است که از طریق آموزش میسر می‌شود. مِم‌ها ریزواحد‌های فرهنگ هستند، متناظر با ژن‌ها که ریزواحد‌های ارگانیسم زنده‌اند. مِم‌ها ذخایر الگویی هستند که کپی می‌شوند، ترجمه می‌شوند، به هنجار تبدیل می‌شوند و خود را تکرار می‌کنند. هر فرهنگ حاوی کدهای اطلاعاتی است که در مِم‌ها ثبت و ذخیره می‌شوند و از طریق تعامل اجتماعی و هم‌کنشی در ذهنیت جمعی جریان می‌یابند. این ذهنیت جمعی کپی می‌شود و شیوه‌های درونی شده‌ای از اندیشیدن را شکل می‌دهند (فراسخواه، ۱۳۹۵). اگر این قاعده رواج یافته است که آب مایه حیات است، این هنجار درونی شده از طریق نوعی مِم تکوین و یا

تغییر پیدا می‌کند. کپی اطلاعات به صورت‌های مختلف مانند یادگیری جدید، تجربه، دانش ضمنی و غیره انجام می‌شود. فرض کنید در آموزش‌ها مسئله کمبود آب یا بی‌آبی و خشکسالی و لزوم صرفه‌جویی در مصرف آب در کشور به یک اولویت بدل شود. وقتی فرهنگی حاوی کد اطلاعاتی کمبود آب است، در واقع حاوی یک مِم است که می‌گوید آب کم است و در استفاده از آن باید ملاحظه کرد. در این حالت می‌توان نوعی جمع‌گرایی را تلقین کرد که همه در استفاده از آب جانب احتیاط را رعایت کنند. از سوی دیگر، فرض کنید تجربه زیستن در یک سرزمین به این نتیجه برسد که آب فراوان است. وقتی فرهنگی حاوی کد اطلاعاتی فراوانی آب است، در واقع حاوی یک مِم مهم است که می‌گوید کمبود آب وجود ندارد، پس به راحتی می‌توان از آن استفاده کرد. در این حال نوعی خودمداری تلقین می‌شود و می‌گوید آب را متناسب با اولویت‌های فردی و با اهداف مختلف استفاده کنید.

۲) اعتماد: اعتماد انگیزه اصلی در روابط اجتماعی است. اعتماد به نیک‌خواهی سایر افراد و نهادها، در مرکز هر تلاش جمعی برای حفاظت از محیط‌زیست قرار دارد. در دو راهی اجتماعی نفع هر شخص تا حد زیادی به رفتار دیگران بستگی دارد. اگر فردی رفتار همیارانه را انتخاب کند در حالی که دیگران رفتارهای غیرهمیارانه را انتخاب کنند، در شرایطی قرار می‌گیرد که باور می‌کند صداقت نفعی ندارد. برای اجتناب از این وضعیت و انتخاب رفتار همیارانه، ضروری است دیگران نیز رفتار همیارانه را انتخاب کنند. در چنین مواردی، از آن‌جا که همه از نفع برابر برخوردار می‌شوند، افراد حتی اگر از طریق رفتارهای غیرهمیارانه از منافع زیادی برخوردار نشوند، احساس نارضایتی نمی‌کنند. بنابراین اگر هر فرد پیش‌بینی کند که افراد دیگر نیز رفتار همیارانه را انتخاب می‌کنند، یعنی به دیگران اعتماد کند، احتمال انتخاب رفتار همیارانه توسط فرد افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر در شرایطی که اعتماد متقابل وجود ندارد، نمی‌توان به همکاری خودجوش امیدوار بود (Fujii, 2017). بدین ترتیب اعتماد نقش مهمی در تسهیل همیاری در دوراهی اجتماعی ایفا می‌کند. اعتماد در بیشتر تعاملات اجتماعی ممکن است یکی از مهم‌ترین سازه‌هایی باشد که به رفتار فرد جهت می‌دهد و اغلب به عنوان "چسب اجتماعی" برای روابط، گروه‌ها و جوامع توصیف می‌شود، زیرا افراد را به هم متصل می‌کند و افکار، انگیزه‌ها و رفتارهایی که اهداف جمعی را ترویج می‌کنند، تسهیل می‌کند. افرادی که اعتماد بالایی به دیگران دارند احتمال بیشتری دارد که به فعالیت‌های داوطلبانه بپردازند و با دیگران همکاری کنند (Van Lange et al., 2017).

۳) تعهد اخلاقی: در یک دو راهی اجتماعی در مقیاس بزرگ،

است. کنشگران در شرایط عدم قطعیت مایلند بر رفتار همتایان خود تکیه کرده و مشروط عمل می‌کنند. به‌هرحال، در این شرایط اقدامات اولیه و اعتماد بین افراد می‌تواند آنان را برای همکاری بیشتر تحت‌تأثیر قرار دهد (Cerutti, 2017). میزان همکاری به دانش اعضای گروه درباره میزان منابع عمومی نظیر آب بستگی دارد. اگر افراد هیچ اطلاعاتی در این زمینه نداشته یا اطلاعات ناقصی داشته باشند، به عدم قطعیت محیط‌زیستی منجر می‌شود. عدم قطعیت منابع یا محیط‌زیستی، برآورد افراد از میزان آب (توهم مخزن بزرگ) را افزایش می‌دهد و درخواست بیشتری برای آب ایجاد می‌شود (Borgstede et al., 2019; Borgstede et al., 2013). وقتی آب فراوان باشد، جوامع نیز از سیستم مدیریت آب (دریاچه/سد و حوضچه‌های نزدیک به این منابع آبی) استفاده نمی‌کنند (Laizer et al., 2018).

۶) عدم قطعیت اجتماعی: موقعیتی که در آن اعضای گروه بدون توجه به تصمیم‌های دیگر اعضا تصمیم می‌گیرند، عدم قطعیت اجتماعی نامیده می‌شود. عدم قطعیت اجتماعی نشان‌دهنده تردید درباره گزینه انتخابی اعضای دیگر در دو راهی اجتماعی است. وقتی مشارکت‌کنندگان از نحوه رفتار دیگران در گروه یا جامعه بی‌اطلاع باشند، کمتر همکاری می‌کنند. با این حال افراد اغلب نمی‌دانند دیگران چگونه رفتار می‌کنند. هنگامی که اطلاعات ناقص درباره میزان مصرف آب وجود دارد (به‌عنوان مثال مقدار آب مصرفی در دوران خشکسالی)، اجرای اصول برابری دشوار است (Borgstede et al., 2019; Borgstede et al., 2013). گروه‌ها اغلب پیشینه مشترک دارند و اعضای گروه چیزهایی درباره رفتار دیگران می‌دانند و در نتیجه عدم قطعیت اجتماعی را کاهش می‌دهند.

۷) تنبیه و پاداش: بسیاری از رفتارهای حامی محیط‌زیست با میل به پاداش و اجتناب از مجازات هدایت می‌شوند. مجازات‌ها و پاداش‌ها می‌توانند به‌عنوان مشوقی برای همکاری مورد استفاده قرارگیرند. هر دو مداخله ممکن است ماهیت درون‌زا یا برون‌زا داشته باشند و اشکال برون‌زای مداخله، نظیر پرداخت جریمه توسط فردی که همکاری نمی‌کند، ممکن است همکاری را بیش از اشکال درون‌زا، افزایش دهد (Cerutti, 2017). به‌نظر می‌رسد طرح‌های تشویقی پولی در قالب یارانه‌ها در تقویت صرفه‌جویی در مصرف آب در منزل مؤثر است. هم‌چنین شاید لازم باشد قیمت‌گذاری آب در قلمروهایی غیر از آب شرب نیز مورد توجه قرار گیرد و هزینه‌های محیط‌زیستی لحاظ شود. به‌عنوان مثال بخش کشاورزی بیشترین استفاده از آب را دارد، اما این آب حتی در مناطق با تنش آبی قیمت‌گذاری نمی‌شود و هیچ ساز و کار

وقتی فردی رفتار همیارانه یا غیرهمیارانه را انتخاب می‌کند تفاوت زیادی در منافع عمومی ایجاد نمی‌کند. به‌عنوان مثال، در شرایطی که میلیون‌ها خودرو در حال انتشار گاز دی‌اکسیدکربن هستند، حتی اگر یک نفر از رانندگی با اتومبیل خود خودداری کند، کل خروجی گاز دی‌اکسیدکربن از خودروها تغییر چندانی نخواهد داشت. کسانی که دارای تعهد اخلاقی بالاتر از سطح خاصی هستند ممکن است رفتار همیارانه را انجام دهند، حتی اگر برای جامعه چندان مفید نباشد. به‌طور مشابه، چنین افرادی ممکن است رفتار همیارانه را انتخاب کنند حتی اگر به دیگران اعتماد نداشته باشند. تعهد اخلاقی عبارت است از تلاش برای مطابقت رفتار با هنجاری که فرد اعتقاد دارد مطلوب است. بنابراین، اگر شخصی تعهد اخلاقی داشته باشد و فکر کند که باید رفتار همیارانه را انتخاب کند، بدون توجه به رفتار دیگران همکاری می‌کند، حتی اگر به‌نظر برسد رفتار او ممکن است برای کل جامعه مفید نباشد. به‌عبارت دیگر، تعهد اخلاقی عبارت از روحیه هم‌نوایی با هنجارهای شخصی برحسب عادت، صرف‌نظر از هرگونه نفع خودخواهانه برای خود یا نفع نوع‌دوستانه برای دیگران است. بنابراین، در جامعه‌ای با استانداردهای اخلاقی بالا که انعکاسی از هنجارهای اجتماعی است، تا زمانی که افراد از رفتار همیارانه آگاهی داشته باشند، اصولاً دو راهی اجتماعی به‌وجود نمی‌آید. بنابراین، برای حل دوراهی اجتماعی بسیار مهم است که تعهد اخلاقی به‌عنوان یک عامل روانی در افراد و هنجار اجتماعی در جامعه وجود داشته باشد تا افراد آن را به‌عنوان تعهد اخلاقی شخصی خود درونی کنند (Fujii, 2017).

۴) ارتباطات: ارتباطات ممکن است سازوکاری مؤثر برای ارتقای استفاده کارآمد از منابع در محیط‌های تصمیم‌گیری پیچیده باشد (Cerutti, 2017). وقتی افراد پیشاپیش درباره دو راهی بحث می‌کنند- در مقایسه با زمانی که هیچ بحث قبلی وجود نداشته باشد- کمتر روش غیرهمیارانه را انتخاب می‌کنند. بحث درباره دو راهی، اطلاعاتی را درباره این که دیگران کدام گزینه (همیارانه یا غیرهمیارانه) را انتخاب می‌کنند، ارائه می‌دهد که هنجار گروهی درباره رفتار مناسب را ایجاد می‌کند و در نتیجه عدم قطعیت اجتماعی را کاهش می‌دهد. به‌طور کلی، فرصت ارتباط رو در رو میزان همکاری را به‌طور متوسط بیش از ۴۵ درصد افزایش می‌دهد. با این حال ارتباطات برای ایجاد رفتار همیارانه در یک گروه، واجب یا ضروری نیست و بیشتر برای جمع‌های کوچک اهمیت دارد (Borgstede et al., 2019; Borgstede et al., 2013).

۵) عدم قطعیت محیط‌زیستی: به‌طور کلی عدم قطعیت درباره ویژگی‌های منابع، مانعی برای همکاری در دو راهی اجتماعی

زمینه خاص مانند حفاظت از آب مورد توجه قرارگیرند، افراد تمایل بیشتری به عمل به این ارزش‌ها خواهند داشت (Groot and Thogerson, 2019).

۱۰) جهت‌گیری مذهبی: ارزش‌های دینی هویت افراد را شکل می‌دهند و به‌گونه‌ای به زندگی آنان هدف می‌بخشند. اکنون بسیاری از چارچوب‌های فرهنگی و مذهبی بر جنبه‌های مقدس جهان طبیعی تأکید دارند. ارکان مقدس در طبیعت موجب می‌شود انسان‌ها به اهداف محیط‌زیستی، به‌ویژه زمانی که هویت‌های دینی بر مفهوم‌سازی انسان‌ها به‌عنوان مراقبان این کره خاکی تأکید دارند، متعهد شوند. جهان‌بینی مذهبی پیامدهای مهمی برای نحوه تفکر انسان درباره نقش خود در طبیعت، نحوه تعامل با جهان طبیعی و مهم‌تر از همه نحوه مدیریت منابع مشترک دارد (Sachdeva, 2016). دینداری و گرایش‌های دینی به افزایش میزان رفتارهای همیارانه افراد منجر می‌شوند. برای نمونه در دین زرتشت، دین اصلی ایرانیان پیش از اسلام، هر یک از عناصر چهارگانه را یک خدای (ایزد) نشان می‌دهند و از طریق دعا‌های خاص (یشت) مورد احترام قرار می‌گیرند. آب مربوط به الهه آناهیتا (ناهید) است. خدای دیگری (پات آپام) به عنوان نگهبان رودخانه‌ها، چشمه‌ها و دریاها توصیف شده است. براساس اوستا، آب باید پاک و بدون آلودگی نگه‌داشته شود و این جهت‌گیری مذهبی می‌تواند به‌عنوان مثال عاملی برای حفاظت از منابع آب و پاک نگه داشتن آن برای نسل‌های آینده باشد.

۱۱) اندازه گروه: وقتی اندازه گروه کاهش می‌یابد، میزان همکاری افزایش می‌یابد. اندازه گروه با عامل‌های دیگری مانند ارتباطات، عدم قطعیت محیطی و اجتماعی و هویت گروه که موجب همکاری می‌شوند، نیز مرتبط است. ارتباطات احتمالاً با کاهش اندازه گروه افزایش می‌یابد. اگر افراد بتوانند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند، فرصت‌های بیشتری برای انتخاب راهبردی و هماهنگ خواهند داشت. اعضای یک گروه می‌توانند تصمیم بگیرند که چگونه عمل کنند تا منابع عمومی را تهی نکنند یا کاهش ندهند و در نتیجه عدم اطمینان محیطی و اجتماعی کاهش یابد (Borgstede et al., 2013; Borgstede et al., 2019). تأثیر منفی اندازه گروه بر همیاری، بیشتر به تغییرات متناظر در ساختار تشویقی نسبت داده می‌شود. به‌عنوان مثال، بهره‌مندی از همیاری شخصی فرد در گروه‌های بزرگ‌تر کاهش می‌یابد (Shinada and Yamagishi, 2008).

انسان‌ها به‌عنوان موجوداتی اجتماعی، حس تعلق عمیقی به گروه‌های اجتماعی دارند و به‌راحتی با افراد دیگر در گروه‌های گاه بسیار بزرگ هم‌ذات‌پنداری می‌کنند و دلبستگی با آنان ایجاد

مالی برای جبران هزینه‌های محیط‌زیستی یا ایجاد انگیزه برای استفاده کارآمدتر از آب وجود ندارد. البته باید توجه داشت که انگیزه نفع اقتصادی در همه به یک اندازه نیست. به‌عنوان مثال، یک مطالعه درباره حفاظت از آب نشان داد خانوارهایی که به شدت با جامعه خود هویت می‌یابند برای مصرف آب کمتر به انگیزه مالی نیاز نداشتند، اما آن‌هایی که هویت ضعیفی با جامعه خود داشتند به انگیزه مالی نیاز داشتند. این نشان می‌دهد انگیزه‌های اقتصادی زمانی بهتر عمل می‌کنند که نیازهای اصلی دیگر برآورده نشده باشند (Van Vugt, 2009).

۸) کمیابی: کمبود آب بیش از یک سوم جمعیت جهان را فراگرفته است. دسترسی به منابع آب سالم برای استفاده‌های تولیدی، مصرفی و اجتماعی هر روز در حال دشوار شدن است، زیرا رقابت فزاینده‌ای بین بخش‌های مختلف از جمله صنعت، کشاورزی، تولید برق، مصارف خانگی و محیط‌زیست برای آب وجود دارد. افراد مایلند منابعی که کمبود شدید آن‌ها احساس می‌شود را بیشتر استفاده کنند، که به شرایط بدتر برای منابع منجر می‌شود. به‌عنوان مثال پژوهش (Blanco et al., 2015) نشان داد بهره‌برداران در شرایطی که کمبود یک منبع زیاد است، استفاده خود را افزایش می‌دهند.

۹) جهت‌گیری ارزش‌های اجتماعی: ارزش‌ها اهداف فراموقعیتی مطلوبی هستند که از نظر اهمیت متفاوت بوده و به‌عنوان اصول راهنما در زندگی شخص یا سایر موجودات اجتماعی عمل می‌کنند. این تعریف شامل سه ویژگی کلیدی ارزش‌ها است: اول، ارزش‌ها شامل باورهایی درباره مطلوب یا نامطلوب بودن وضعیت نهایی معین هستند؛ دوم، ارزش‌ها تقریباً سازه‌های انتزاعی و بنابراین فراتر از موقعیت‌های خاص هستند، سوم، ارزش‌ها به‌عنوان اصول راهنما برای ارزیابی افراد، رویدادها و رفتارها عمل می‌کنند. ارزش‌ها به‌ترتیب اولویت قرار می‌گیرند (یعنی اهمیت آن‌ها متفاوت است)، این بدان معنا است که وقتی ارزش‌های رقابت در موقعیتی فعال می‌شوند، انتخاب‌ها براساس مهم‌ترین ارزش انجام می‌شود. جهت‌گیری ارزش‌های اجتماعی نشان‌دهنده میزان اهمیت نفع خود و دیگران برای افراد، در شرایط دوراهی اجتماعی است. ارزش‌های غلبه بر خود (شامل ارزش‌های زیست‌کره‌ای و نوع‌دوستانه) و ارزش‌های خودسازی (از جمله ارزش‌های خودخواهانه و لذت‌طلبانه) ارتباط ویژه‌ای با باورها، نگرش‌ها، رفتارها و رفتارهای محیط‌زیستی دارند. ارزش‌های غلبه بر خود ارتباط مثبت و ارزش‌های خودسازی ارتباط منفی با این مفاهیم دارند. به‌طور کلی، هنگامی که ارزش‌های زیست‌کره و نوع‌دوستی در اولویت قرار گرفته و در یک

۳- بحث و نتیجه‌گیری

مدیریت منبع کمیابی مانند آب یک چالش عمده در اکثر جوامع است. نوع تصمیم‌گیری افراد یا گروه‌ها در دو راهی اجتماعی و این که آیا باید استفاده از یک منبع عمومی نظیر آب را محدود کرد، متفاوت است. فردگرایی و جمع‌گرایی به عنوان جهت‌گیری‌هایی شناخته می‌شوند که روابط فرد یا گروه با دیگران را تشریح می‌کنند. فردگرایی با خود مستقل (در مقابل خود وابسته) مشخص می‌شود و فردگرایان به طور خاص بر استقلال شخصی و یگانگی فردی و توجه بر اهداف شخصی در مقابل اهداف گروهی تأکید می‌کنند. در مقابل جمع‌گرایان به هنجارهای گروهی و هماهنگی جمعی اهمیت می‌دهند و اهداف شخصی را تابع اهداف گروه می‌دانند (Xiang et al., 2019) و به اهداف و همکاری گروهی احترام می‌گذارند. پایین‌بودن گرایش به رفتارهای جمع‌گرایانه در افراد جامعه یکی از مهم‌ترین مسائلی است که در مدیریت منابع طبیعی تأثیرگذار می‌باشد. این مسئله به‌ویژه درباره منبعی نظیر آب که دسترسی به آن هر روز محدودتر می‌شود، حساس‌تر است و پیگیری نفع فردی توسط افراد به زیان جمع و در نتیجه ضرر فردی همه افراد منتهی می‌شود. مصرف‌کنندگان در فرهنگ جمع‌گرا دارای عادات مصرفی دیگرمحور و نوع‌دوستانه بیشتری هستند (Bedard and Tolmie, 2018) و بیشتر نگران مسائل محیط‌زیستی هستند (Arisal and Atalar, 2016). از سوی دیگر، نگرش‌های فردگرایانه با نگرانی از تغییرات آب‌وهوایی، تمایل به رفتار مطلوب از نظر آب و هوا و پذیرش اقدامات مربوط رابطه منفی دارد (Xue et al., 2016). افرادی که دارای تمایلات غیرهمیارانه هستند، بیشتر به دنبال خود هستند و آگاهی محیط‌زیستی کمتری دارند، در حالی که افرادی که دارای فرهنگ جمع‌گرایی هستند، آگاهی بیشتری درباره مسائل محیط‌زیستی نشان می‌دهند (Arisal and Atalar, 2016).

مدیریت آب دارای ویژگی‌های چندوجهی و منحصر به فرد است که اقدام جمعی را طلب می‌کند. آب برای زندگی لازم است، از معیشت جامعه حمایت و بوم‌نظام‌ها را حفظ می‌کند. هم‌چنین کالایی است که تولید و مصرف اقتصادی را امکان‌پذیر می‌سازد. بنابراین آب به عنوان منبعی عمومی است که حفاظت، توسعه و استفاده از آن به مدیریت فعال و جمعی نیاز دارد. منابع آب ذاتاً به قدری مهم هستند و از چنان ماهیت عمومی برخوردارند که نباید به منافع خصوصی اجازه داد آن‌ها را به گونه‌ای مصرف کنند که منافع عمومی را تابع منافع خصوصی قرار دهد (Jennings

می‌کنند. شدت احساس هویت اجتماعی آنان بر میزان تمایل‌شان برای کمک به گروه یا جامعه خود، به عنوان مثال در صرفه‌جویی در مصرف آب تأثیر می‌گذارد. اعضای گروه با هویت بالا گاهی حتی استفاده بیش از حد از منابع توسط دیگر اعضای گروه را جبران می‌کنند. راه‌های مختلفی وجود دارد که از طریق آن‌ها می‌توان هویت و نیازهای تعلقی افراد را بسیج کرد تا رفتارهای حامی محیط‌زیست تقویت شوند. اول، افراد با گروه‌های اولیه مانند دوستان و خانواده قوی‌ترین هویت را ایجاد می‌کنند و در نتیجه توسل به منافع آن گروه‌ها (مانند فکر کردن به آینده فرزندان) عموماً متقاعدکننده‌تر است. دوم، زمانی که افراد با گروه هویت می‌یابند، احتمالاً اطلاعات محیط‌زیستی که پرهزینه است را با یکدیگر به اشتراک می‌گذارند. سوم، زمانی که افراد با یک گروه اجتماعی هویت می‌یابند، بیشتر نگران اعتبار درون‌گروهی خود هستند و این می‌تواند رفتارهای حامی محیط‌زیست را در آنان تقویت کند (Van Vugt, 2009). ذکر این نکته ضروری است که هویت اجتماعی گاهی درباره منابعی که بین چندین جامعه مشترک هستند (بهره‌برداری از منابع آبی مشترک در بین استان‌های مختلف نظیر یزد و اصفهان و غیره) می‌تواند به عنوان شمشیر دولبه عمل کند. در چنین مواردی، توجه و ترویج یک هویت اجتماعی مهم‌تر نظیر توسعه تجارت بین جوامع یا تأکید بر یک تهدید مشترک مانند فروپاشی کشاورزی مفیدتر خواهد بود.

۱۲) تحریم‌های اجتماعی: تحریم‌های اجتماعی می‌تواند برای حفظ هنجارهای سودمند، با استفاده از قدرت فشار اجتماعی و نظارت همتایان موثر باشد. تأیید یا عدم تأیید اجتماعی ابزارهای مهم برای کنترل رفتار در زندگی اجتماعی هستند. تحریم‌های غیررسمی مانند فشار همتایان و طرد اجتماعی، بازدارنده‌های موثری در برابر رفتار غیرهمیارانه در تبادلات اجتماعی هستند. مواجهه با عدم رضایت اعضای دیگر، سطح همیاری را افزایش می‌دهد (Shinada and Yamagishi, 2008). تحریم‌ها باید تدریجی باشد، با کم شروع شود و در صورت تکرار افزایش یابد. برخی باور دارند اجرای تحریم‌های تدریجی بهتر است، زیرا مصرف‌کنندگان ابزارهای قانونی آب را ناکارآمد می‌دانند (Engler et al., 2021). به عنوان مثال، تعلیق عضویت کشاورزان در تعاونی‌های کشاورزی و عدم ارائه خدمات به آنان از سوی این تعاونی‌ها نمونه‌ای از تحریم اجتماعی کشاورزانی است که اقدام به حفر چاه‌های عمیق غیرمجاز یا استفاده از آب این چاه‌ها می‌کنند، است که در وهله اول می‌تواند به محدود کردن ارائه خدمات و در مراحل بعد به حذف آنان منجر شود.

به‌ویژه نیازمند دولتی است که به اهداف توسعه پایدار متعهد باشد. امروزه چالش‌هایی در مدیریت منابع آب، به دلیل تمایل دولت‌ها برای دستیابی به منافع کوتاه‌مدت خود به جای منافع مشترک بلندمدت وجود دارد. یک دولت ممکن است بسیاری از پروژه‌های توسعه‌ای بزرگ را اجرا کند که بر دسترسی به آب تأثیر گذارد و از آن جایی که دوره مدیریت دولتی طولانی نیست، سودجویی کوتاه‌مدت توسط دولت‌ها ممکن است مشکل‌سازتر از افراد باشد (Anabo, 2013). از سوی دیگر، حل مسائل آب ممکن است نیازمند مشارکت عمومی و مشارکت ذی‌نفعان نیز باشد و دولت‌ها یا نهادها به تنهایی نتوانند از عهده این امر مهم برآیند. به‌طور کلی، امنیت آب را نمی‌توان تنها از طریق تمهیدات نهادی اتخاذ شده در سطح ملی برای تعدیل رفتار مصرف‌کنندگان آب به‌دست آورد، بلکه این امر نیازمند سیاست‌گذاری و قانون جامع در سطوح مختلف است. با وجود اقدام‌های ابتکاری در حال انجام برای مدیریت منابع آب، مفهوم تراژدی منابع مشترک همچنان تأثیر زیادی در تدوین سیاست‌ها دارد که در نتیجه آن، تغییر زیادی در روش سنتی مدیریت منابع آب صورت نگرفته است. رویکردهای رادیکالی جدید برای آب، به‌منظور معکوس کردن روندهای هشیاردهنده درباره آب مورد نیاز است و آب تنها با مواجهه هوشمندانه و منسجم با این بحران‌ها، به حمایت از زندگی، توسعه و تنوع زیستی برای فرزندان و آینده بشر ادامه می‌دهد (Guppy and Anderson, 2017).

۴- مراجع

- اندیشکده تدبیر آب ایران، (۱۳۹۴)، *ارزیابی مقدماتی حکمرانی آب در کشور، اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی کرمان. فراسخواره، م.*، (۱۳۹۵). *ما ایرانیان: زمینه‌کاوی تاریخی و اجتماعی خلیات ایرانی*، نشر نی، تهران.
- قاضی مرادی، ح. (۱۳۸۰)، *در پیرامون خودمداری ایرانیان*، نشر اختران، تهران.
- Adams, E.A., (2014), "Behavioral attitudes towards water conservation and re-use among the United States Public", *Resources and Environment*, 4(3), 162-167.
- Anabo, A.H., (2013), "The myth of tragedy of the commons in sustaining water resources", *Mizan Law Review*, 7(2), 309-350.
- Anderson, T.L., and Leal, D.R., (2010), "Priming the invisible pump", In: P.G. Brown and J.J. Schmidt (eds.), *Water Ethics: Foundational Readings for Students and Professionals*, Island Press, 91-104.
- Arisal, I., and Atalar, T., (2016), "The exploring relationships between environmental concern, Collectivism and ecological purchase intention",

(and Gwiazdon, 2021). اکنون کنش جمعی عامل مهمی برای حل چالش مدیریت آب در زمینه توسعه پایدار است که برای استفاده پایدارتر، کارآمدتر و عادلانه‌تر از آب ضروری است و تحقق آن، نیازمند تقویت روحیه جمع‌گرایانه در افراد جامعه است. مشارکت یکی از هشت شکاف اصلی برای حکمرانی آب در کشور هست (اندیشکده تدبیر آب ایران، ۱۳۹۴). اگر افراد در موقعیت‌های مختلف نتوانند از منافع فردی خود در برابر منافع جمعی چشم‌پوشی کنند و در مصرف آب، نفع جامعه و افق‌های بلندمدت را مدنظر قرار ندهند، بحران آب به مسئله‌ای لاینحل بدل می‌شود که کل جامعه و منافع همگان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و مدیریت و حکمرانی مطلوب آب را غیرممکن می‌سازد. حفاظت از منابع طبیعی به‌همان اندازه که به علم دقیق و حکمرانی خوب بستگی دارد، به همکاری افراد با یکدیگر نیز بستگی دارد (Cumming, 2018) و بازیگران فردی برای حفظ منابع آب، به‌جای این‌که صرفاً از روی منافع شخصی عمل کنند، باید با یکدیگر ارتباط برقرار کنند و همکاری کنند (Williams, 2020). راه دیگر برای حل تراژدی منابع مشترک، محدود کردن دسترسی به آب و تبدیل آن به دارایی اجتماعی است (Debaere, 2020). آب را باید به‌عنوان منبع مشترک و استفاده پایدار از آن را کالای مشترک تلقی کرد که همه از آن بهره‌مند می‌شوند و تعهد قوی برای حمایت عادلانه از آن دارند (Jennings and Gwiazdon, 2021).

در پایان ذکر این نکته ضروری است که افزایش امنیت آب نیازمند مقررات چندجانبه و سایر تمهیدات نهادی نیز هست، که فراتر از تعدیل رفتار تک‌تک مصرف‌کنندگان آب است و نبود تمهیدات نهادی مناسب برای مدیریت تقاضای آب، ممکن است بخشی از مشکل چالش‌های معاصر امنیت آب باشد و تراژدی منابع مشترک باید به‌گونه‌ای چارچوب‌بندی شود که چالش‌های امنیت آب را از منظر مسائل به‌هم پیوسته و پیچیده‌ای که نیازمند مدیریت یکپارچه منابع آب است، تحلیل کند و ممکن است در عمل فقط با مدیریت تقاضای آب نتوان راه‌حل مناسبی برای چالش‌های امنیت آب ارائه کرد. طبیعتاً مسائل منابع آبی پیچیده، بهره‌برداران متنوع، بوم‌نظام‌ها به هم پیوسته و منشاء مسائل نامشخص هستند. بنابراین، ارائه یک راه‌حل ممکن است تمام مسائل جاری منابع آب را حل نکند. مدیریت منابع طبیعی صرفاً یک سازه اقتصادی یا محیط‌زیستی نیست، بلکه یک سازه اجتماعی، محیط‌زیستی و اقتصادی است. یک کشور با توجه به استفاده و توسعه منابع آب، باید تمام پیامدهای احتمالی بهره‌برداری ناپایدار از منابع را درنظر بگیرد. امنیت منابع آب

- the role of the state", *Water*, 13(17), 1-6.
- Fischer, M., Twardawski, M., Steindorf, L., and Thielmann, I., (2021), "Stockpiling during the COVID-19 pandemic as a real-life social dilemma: A person-situation perspective", *Journal of Research in Personality*, 91, 1-13.
- Fujii, S., (2017), *Prescription for social dilemmas: Psychology for urban, transportation, and environmental problems*, Springer, Japan.
- Gifford, R., (2017), "Applying social psychology to the environment", In: J.A. Gruman, F.W. Schneider and L.M. Coutts (eds.), *Applied Social Psychology: Understanding and Addressing Social and Practical Problems*, Third Edition, Thousand Oaks, CA: Sage, 351-382.
- Gifford, R., and Comeau, L., (2011), "Message framing influences perceived climate change competence, engagement, and behavioral intentions", *Global Environmental Change*, 21, 1301-1307.
- Groot, J.I.M., and Thogerson, J., (2019), "Values and pro-environmental behavior", In: L. Steg, A.E. Van Den Berg and J.I.M. De Groot (eds.), *Environmental Psychology: An Introduction*, John Wiley & Sons Ltd, 167-178.
- Guppy, L., and Anderson, K., (2017), "Water crisis report", United Nations University Institute for Water, Environment and Health, Hamilton, Canada.
- Habiba, U., Abedin, M.A., and Shaw, R., (2014), "Defining water insecurity", In *Water Insecurity: A Social Dilemma*, Published online: 20, Aug 2014; 3-20, Viewed 9 August 2020, [http://dx.doi.org/10.1108/S2040-7262\(2013\)0000013007](http://dx.doi.org/10.1108/S2040-7262(2013)0000013007).
- Hardin, G., (2017), *Tragedy of commons*, In: L.P. Pojman, P. Pojman and K. Mcshane (eds.), *Environmental Ethics: Readings in Theory and Application*, Seventh Edition, Cengage Learning, 728-738.
- Hardin, G., (1968), "The tragedy of the commons", *Science*, 162(3859), 1243-1248.
- Harper, C.L., (2017), *Environment and society: Human perspectives on environmental issues*, Sixth Edition, Routledge, New York and London.
- Hoelzle Martins, A.F., Roque Ferreira, D.M., Carvalho Lima, A.A.T.F., Marques Ferreira, M.A., and Sampaio, D.O., (2018), "Water consumer behaviors and contextual factors: Brazil and Canada Comparative Analysis", *Journal of Marketing Management*, 6(1), 55-69.
- Hoffman, C.M., (2013), "Building upon common-pool resource theory to explore success in transitioning water management institutions", *Dissertations & Theses in Natural Resources*, Viewed 17 January 2022, <https://digitalcommons.unl.edu/natresdiss/66>.
- Horton, T., and Doron, N., (2011), *Climate change and sustainable consumption: what do the public think is fair?* York: Joseph Rowntree Foundation.
- House-Peters, L., and Chang, H., (2011), "Urban water demand modeling: Review of concepts, methods, and organizing principles", *Water Resources Research*, 47(5), W05401.
- Jennings, B., and Gwiazdon, K., (2021), "Water and Procedia - Social and Behavioral Sciences, 235, 514-521.
- Ashraf, S., Nazemi, A., and AghaKouchak, A., (2021), "Anthropogenic drought dominates groundwater depletion in Iran", *Scientific Reports*, 11, 9135. Viewed 15 August 2021, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88522-y>.
- Bedard, S.A.N., and Tolmie, C.R., (2018), "Millennials' green consumption behaviour: Exploring the role of social media", *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 25(6), 1388-1396.
- Boettke, P.J., (2013), "Cooperation/Coordination", In: Byren Kaldis (eds.), *Encyclopedia of Philosophy and the Social Sciences*, SAGE, 256-260.
- Bogelein, S., (2015), "The social dilemma structure of climate change mitigation: Individual responses and effects on action", Ph.D. Thesis, University of East Anglia, UK.
- Borgstede, Ch., Johansson, L.O., and Nilsson, A., (2013), "Social dilemmas: Motivational, individual and structural aspects influencing cooperation", In: L. Steg, A.E. van den Berg, J.I.M. de Groot (eds.), *Environmental Psychology: An Introduction*, First Edition, Psychological Society and John Wiley & Sons, USA, 175-184.
- Borgstede, Ch., Johansson, L.O., and Nilsson, A., (2019), "Social dilemmas: Motivational, individual and structural aspects influencing cooperation", In: L. Steg and J.I.M. De Groot (eds.), *Environmental Psychology: An Introduction*, Second Edition, John Wiley & Sons, USA, 2007-2016.
- Bravo, G., and Marelli, B., (2008), "Irrigation systems as common-pool resources", *Journal of Alpine Research*, 96(3), 1-11.
- Cerutti, N., (2017), "Social dilemmas in environmental economics and policy consideration: A review", *Ethics in Progress*, 8(1), 156-173.
- Chang, H., (2016), "Water conservation", In Richardson, D., Castree, N., Goodchild, M.F., Kobayashi, A., Liu, W., Marston, R.A. (eds.), *The International Encyclopedia of Geography*, Wiley, 1-6.
- Cumming, G.S., (2018), "A review of social dilemmas and social-ecological traps in conservation and natural resource management", *Conservation Letters*, 11(1), 1-15.
- Debaere, P., (2020), *The tragedy of the (water) commons*, Darden Case No. UVA-GEM-0174, Viewed 8 August 2021, <https://ssrn.com/abstract=3682604> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3682604>
- Dijk, E.V., Wilke, H., and Wit, A., (2003), "Preferences for leadership in social dilemmas: Public good dilemmas versus common resource dilemmas", *Journal of Experimental Social psychology*, 39, 170-176.
- Dipierri, A.A., and Zikos, D., (2020), "The role of common-pool resources' institutional robustness in a collective action dilemma under environmental variations", *Sustainability*, 12, 1-21.
- Engler, A., Melo, O., Rodriguez, F., Penafiel, B., and Jara-Rojas, R., (2021), "Governing water resource allocation: Water user association characteristics and

- pp. 93-115.
- Steg, L., and Vlek, C., (2009), "Encouraging pro-environmental behavior: An integrative review and research agenda", *Journal of Environmental Psychology*, 29, 309-317.
- Thielborger, P., (2014), *The right(s) to water: The multi-level governance of a unique human right*, Springer, London.
- Van Lange, P.A.M., Balliet, D., Parks, C.D., and Van Vugt, M., (2014b), *Social dilemmas: The psychology of human cooperation*, Oxford University Press.
- Van Lange, P.A.M., Joireman, J., Parks, C.D., and Van Dijk, E., (2013), "The psychology of social dilemmas: A review", *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 120, 125-141.
- Van Lange, P.A.M., Rockenbach, B., and Yamagishi, T., (2014a), "Reward and punishment in social dilemmas: An introduction", In P.A.M. Van Lange, B. Rockenbach and T. Yamagishi (eds.), *Reward and Punishment in Social Dilemmas*, Oxford University Press, 1-15.
- Van Lange, P.A.M., Rockenbach, B., and Yamagishi, T., (2017), "Trust: Introduction and trending topics", In P.A.M. Van Lange, B. Rockenbach and T. Yamagishi (eds.), *Trust in Social Dilemmas*, Oxford University Press, 1-8.
- Van Vugt, M., (2009), "Averting the tragedy of the commons: Using social psychological science to protect the environment", *Current Directions in Psychological Sciences*, 18(3), 169-173.
- Wellington, A., (2021), "Contextualizing a human Rights perspective for water ethics: From exploitation to empowerment and beyond", In: I.L. Stefanovic and Z. Adeel (eds.), *Ethical Water Stewardship*, Springer, 43-77.
- Williams, I., (2020), "5 Real world examples of the tragedy of the commons", Viewed 30 May 2022. <https://populationeducation.org/5-real-world-examples-of-the-tragedy-of-the-commons>.
- Xiang, P., Zhang, H., Geng, L., Zhou, K., and Wu, Y., (2019), "Individualist-collectivist differences in climate change inaction: The role of perceived intractability", *Frontiers in Psychology*, 10, 1-12.
- Xue, W., Hine, D.W., Marks, A.D.G., Phillips, W.J., and Zhao, S., (2016), "Cultural worldviews and climate change: a view from China", *Asian Journal of Social Psychology*, 19, 134-144.
- Zhang, W., Zeng, W., Fu, X., Pan, J., and Guo, H., (2011), "Economic analysis on the Tragedy of the commons of river", *Journal of Management and Sustainability*, 1(1), 124-132.
- ecological ethics in the Anthropocene", In *Ethical Water Stewardship*, I.L. Stefanovic and Z. Adeel (eds.), Springer.
- Joireman, J., Posey, D.C., Truelove, H.B., and Parks, C.D., (2009), "The environmentalist who cried drought: reactions to repeated warnings about depleting resources under conditions of uncertainty", *Journal of Environmental Psychology*, 29, 181-192.
- Kallhoff, A., (2017), "Transcending water conflicts: An ethics of water cooperation", In *Global Water Ethics: Towards a Global Ethics Charter*, R. Ziegler and D. Groenfeldt (eds.), Routledge.
- Kidwai, A.H., and Oliveira, A.C.M., (2020), "Threshold and group size uncertainty in common-pool resources: An experimental study", *Public Finance Review*, 48(6), 751-777.
- Laizer, L.M., Gibson, R., and Lukonge, E., (2018), "Seasonal water crises and social dilemmas in semi-arid areas of the Lake Zone of Tanzania", *International Journal of Asian Social Science*, 8(5), 213-226.
- Levin, T., and Muehleisen, R., (2016), "Saving water through behavior changing technologies", *2016 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*, California, 1-8.
- Llamas, M.R., and Martinez-Cortina, L., (2009), "Specific aspects of groundwater use in water ethics", In: M.R. Llamas, L. Martinez-Cortina and A. Mukherji (eds.), *Water Ethics*, Taylor & Francis Group, London, UK, 187-253.
- Mesgaran, M., and Azadi, P., (2018), "A national adaptation plan for water scarcity in Iran", Working Paper 6, Stanford Iran 2040 Project, Stanford University, August 2018.
- Moghadam Manesh, M., (2019), "Tragedy of the commons in groundwater resources and evaluating strategies to achieve sustainable development (A case study of Iran)", M.Sc. Thesis, University of Bergen.
- Muller, M.F., Muller-Itten, M.C., and Gorelick, S.M., (2017), "How Jordan and Saudi Arabia are avoiding a tragedy of the commons over shared groundwater", *Water Resources Research*, 53, 5451-546.
- Pfattheicher, S., and Keller, J., (2017), "A motivational perspective on punishment in social dilemmas", *European Review of Social Psychology*, 28(1), 257-287.
- Saatsaz, M., (2020), "A historical investigation on water resources management in Iran", *Environment, Development and Sustainability*, 22, 1749-1785.
- Sachdeva, S., (2016), "Religious identity, beliefs, and views about climate change", Viewed 8 August 2021, https://www.fs.fed.us/nrs/pubs/jrnl/2016/nrs_2016_sachdeva_003.pdf.
- Sauri, D., (2013), "Water conservation: Theory and evidence in urban areas of the developed world", *Annual Review of Environment and Resources*, 38, 227-248.
- Shinada, M., and Yamagishi, T., (2008), "Bringing back leviathan into social dilemmas", In: A. Biel, D. Eek, T. Gärling and M. Gustafsson (eds.), *New Issues and Paradigms in Research on Social Dilemmas*, Springer,



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

Review Paper

مقاله مروری

**A Review on the Performance of Modified
Polymeric Ultrafiltration Membranes to
Reduce Fouling Phenomena for Wastewater
Treatment**

**مروری بر عملکرد غشاهای اصلاح شده پلیمری
اولترافیلتراسیون به منظور کاهش گرفتگی در تصفیه
پساب**

Mina Dolatshah¹, Maryam Ataie² and Azar Asadi^{3*}

1- M.Sc., Water and Wastewater Research Center (WWRC), Department of Applied Chemistry, Faculty of Chemistry, Razi University, Kermanshah, Iran.

2- B.Sc., Department of Applied Chemistry, Faculty of Gas and Petroleum, Yasouj University, Gachsaran, Iran.

3- Assistant Professor, Department of Applied Chemistry, Faculty of Gas and Petroleum, Yasouj University, Gachsaran, Iran.

*Corresponding Author, Email: a.asadi@yu.ac.ir

Received: 06/04/2022

Revised: 06/06/2022

Accepted: 21/06/2022

© IWWA

مینا دولتشاه^۱، مریم عطایی^۲ و آذر اسدی^{۳*}

۱- کارشناسی ارشد شیمی کاربردی، گروه شیمی کاربردی، دانشکده شیمی، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

۲- کارشناسی شیمی کاربردی، گروه شیمی کاربردی، دانشکده نفت و گاز گچساران، دانشگاه یاسوج، گچساران، ایران.

۳- استادیار، گروه شیمی کاربردی، دانشکده نفت و گاز گچساران، دانشگاه یاسوج، گچساران، ایران.

*نویسنده مسئول، ایمیل: a.asadi@yu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۱۷

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۱/۰۳/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۳۱

© انجمن آب و فاضلاب ایران

Abstract

Nowadays, inadequate available freshwater resources, population growth and industrialization of communities have led to the development of various methods for water and wastewater treatment. Different technologies have been used for water and wastewater treatment, among which ultrafiltration membrane with high separation and removal of contaminants is considered as a promising option for water and wastewater treatment. However, membrane fouling is one of the main problems in membrane operation resulted in reduced performance and additional costs. Membrane fouling can be caused by various factors, depending on the type of fouling, different methods can be used to prevent fouling. One way to decrease membrane fouling is to add hydrophilic nanoparticles to the membrane through diverse modification methods. In this review article, we have tried aside from introducing the methods of preparation of anti-fouling membranes, the effects of adding different nanoparticles on the performance and fouling reduction of ultrafiltration membranes through some approaches such as inversion phase, electrospinning, bonding through ultraviolet rays and polymerizations have been discussed.

Keywords: Membrane clogging, Ultrafiltration, Phase inversion, Electrospinning, Polymerization.

چکیده

امروزه محدودیت منابع تجدیدپذیر آب شیرین در دسترس، افزایش جمعیت و صنعتی شدن جوامع، منجر به توسعه روش‌های گوناگون برای تصفیه آب و پساب شده است. فناوری‌های متنوعی به منظور تصفیه پساب مورد استفاده قرار گرفته است. در بین این فناوری‌ها، غشاهای اولترافیلتراسیون با قابلیت جداسازی و حذف بالای آلاینده‌ها، یک گزینه امیدوارکننده به منظور تصفیه پساب محسوب می‌شوند. با این وجود، گرفتگی غشایی یکی از مشکلات اصلی در بهره‌برداری از غشاهای گرفتگی که منجر به کاهش عملکرد و هزینه‌های اضافی می‌شود. گرفتگی غشا، می‌تواند بر اثر عوامل مختلفی ایجاد شود. برحسب نوع گرفتگی، به منظور جلوگیری از ایجاد گرفتگی و کاهش گرفتگی در غشا، می‌توان از روش‌های مختلفی استفاده کرد. یکی از راه‌های کاهش گرفتگی در غشا، افزودن نانوذرات آب‌دوست به غشا از طریق روش‌های اصلاح متفاوت است. در این مقاله مروری، سعی شده است تا ضمن معرفی روش‌های تهیه غشاهای ضد گرفتگی، تاثیر اضافه‌شدن نانوذرات مختلف بر عملکرد و کاهش گرفتگی غشاهای اولترافیلتراسیون بررسی شود. به این منظور، روش‌هایی از جمله وارونگی فاز، الکترواسپینینگ، پیوند از طریق اشعه فرابنفش و پلیمریزاسیون مورد بحث قرار گرفته‌اند.

کلمات کلیدی: گرفتگی، اولترا فیلتراسیون، وارونگی فاز، الکترواسپینینگ، پلیمریزاسیون.

مزایای بسیار فناوری فیلتراسیون غشاهای پلیمری، در استفاده طولانی مدت غشاهای پلیمری نسبت به غشاهای سرامیکی دوام کمتری دارند. پایداری مکانیکی، شیمیایی و حرارتی غشاهای تعیین کننده طول عمر آن‌ها و در واقع، کارایی و مقرون به صرفه بودن سیستم فیلتراسیون غشایی است. علاوه بر این، گرفتگی غشا که منجر به کاهش شار عبوری و عملکرد جداسازی غشا خواهد شد، سبب طول عمر کوتاه تر و هزینه عملیاتی بالاتر می شود (Weiwei et al., 2018; Mohammad et al., 2012). زبری و آب دوستی غشاهای، به طور قابل توجهی بر رسوب پذیری غشا تأثیر می گذارد. در واقع، به واسطه طبیعت آبگریز غشاهای پلیمری، ترکیبات آلی روی سطح و یا در منافذ غشا، در طی زمان فیلتراسیون رسوب کرده و موجب کاهش عملکرد و طول عمر مفید غشا خواهد شد. از طرفی، عدم تجزیه و تخریب پذیری طبیعی غشاهای پلیمری همانند سایر پسماندهای پلیمری و همچنین، در بعضی موارد استفاده از حلال های سمی و نسبتا سمی در تهیه غشاهای پلیمری اثرات محیط زیستی جبران ناپذیری را به همراه خواهد داشت. از این رو، تهیه غشاهای پلیمری سودمند با کارایی و طول عمر بالا که نیاز به شستشو و جایگزینی مجدد را به حداقل برساند، می تواند تا حد زیادی از اثرات منفی محیط زیستی و هزینه های بالا جلوگیری نماید.

پیشگیری از ایجاد رسوب غشایی با ارائه غشاهای پلیمری آب دوست با خاصیت ضد گرفتگی و یا حتی خود تمیز شوندگی، موجب بهبود کارایی، طول عمر مفید غشا و کاهش چشم گیر هزینه های عملیاتی ناشی از تمیز کردن و یا تعویض غشاهای می شود. از موثرترین روش های کاهش گرفتگی غشاهای پلیمری، اصلاح غشا با استفاده از نانوذرات آب دوست به منظور جلوگیری از ایجاد گرفتگی و بهبود عملکرد جداسازی غشا است (Weiwei et al., 2018). غشا با به کارگیری روش های مختلف، از جمله روش های وارونگی فاز (Gao and Zeng, 2013)، سل - ژل، الکترواسپینینگ (Zhiguo et al., 2012)، اصلاح به کمک اشعه فرابنفش (Chong et al., 2021)، پلیمریزاسیون (Goel and Mandal, 2019)، کشش و رسوب از فاز بخار قابل اصلاح هستند. به سبب کاربرد عملی و فراوان غشاهای پلیمری اولترافیلتراسیون، آب دوست کردن و در نتیجه تقویت عملکرد و شار عبوری آن‌ها، هدف بسیاری از مطالعات حوزه فرایندهای غشایی در سال های اخیر بوده و پیشرفت های چشم گیری در این زمینه کسب شده است. بنابراین، در این مقاله مروری سعی شده تا دید جامعی از غشاهای اولترافیلتراسیون که اخیرا به واسطه روش های مختلف اصلاح شده اند، ارائه شود. لذا در این مطالعه،

محدودیت منابع آب شیرین در دسترس همراه با افزایش تقاضا در جوامع صنعتی امروزی، توجه را به سمت تصفیه پساب و همچنین، توسعه بهترین روش به منظور بازگردانی و استفاده مجدد از پساب با کیفیت بالا از طریق تصفیه خانه های پیشرفته جلب کرده است. روش های بسیاری برای تصفیه فاضلاب و پساب های صنعتی مختلف وجود دارد که بتوان آب مصرف شده را بازگردانی و در چرخه استفاده قرار داد. فرایند فیلتراسیون غشایی، یک گزینه امیدوارکننده در بین فناوری های موجود است (اکبرزاده و همکاران، ۱۴۰۰). اخیرا این روش به دلیل پیشرفت هایی که در تکنیک و مواد اولیه ساخت غشا داشته، یک روش کارآمد برای از بین بردن طیف گسترده ای از آلاینده های آب محسوب می شود. دارا بودن مزایایی هم چون کاهش مصرف انرژی، عدم تولید محصولات جانبی، انتقال جرم با راندمان بالا، بی نیازی به مواد افزودنی شیمیایی فراوان و سهولت کاربرد موجب شده تا در سال های اخیر، در صنایع مختلف از جمله تصفیه پساب های نفتی این روش مورد توجه و استفاده بیشتری قرار گیرد (Luo et al., 2005).

در تقسیم بندی های فرایند غشایی، چهار نیروی محرکه اختلاف فشار، اختلاف دما، اختلاف غلظت و اختلاف پتانسیل الکتریکی نقش دارند. در به کارگیری اصلی ترین فرایندهای غشایی، از نیروی محرکه فشار به عنوان نیروی جلو برنده استفاده می شود. غشاهای پلیمری با توجه به اندازه منافذ آن‌ها و فشار اعمالی، شامل چند دسته کلی میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، نانوفیلتراسیون، اسمز معکوس، جداسازی گازی و تراوش تبخیری هستند. در بین فرایندهای غشایی ذکر شده در بالا، فرایند غشایی اولترافیلتراسیون به عنوان فرایندی شناخته شده است که در آن، نیاز به اعمال فشار زیاد برای جدا کردن ذرات حل شده و یا کلویدی در مقایسه با سایر انواع غشا نیست. اختلاف فشار مورد نیاز در این غشا، کمتر از ۵ بار است. این غشاهای قادر به جداسازی ترکیباتی با وزن مولکولی در محدوده ۳۰۰-۵۰۰۰۰ دالتون بوده و اندازه حفره های غشایی در دامنه ۱۰-۱۰۰ نانومتر هستند. عملکرد این دسته از غشاهای، به خواص فیزیکی غشا مانند نفوذپذیری و ضخامت و همچنین متغیرهایی مانند نوع خوراک و غلظت آن، فشار سیستم، سرعت جریان روی سطح غشا و دما بستگی دارد.

غشای اولترافیلتراسیون، کاربردهای بسیاری در صنایع مختلف از جمله تصفیه، خالص سازی و تغلیظ دارند. با وجود

شد، می‌توان به پروتئین‌ها، لیپیدها، کربوهیدرات‌ها، فلوییک اسید، هیومیک اسید، تری‌هالومتان‌ها و سایر موارد اشاره کرد. از مهم‌ترین دسته ترکیبات آلی که در فرایندهای غشایی به خصوص بیوراکتورهای غشایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند، می‌توان به مواد آلی طبیعی ناشی از تجزیه زیستی و یا شیمیایی باقی‌مانده موجودات زنده مانند میکروارگانیسم‌ها و غیره اشاره کرد که شامل ترکیبات درشت مولکول هستند. هرچه اندازه مواد آلی موجود در خوراک بزرگ‌تر باشد، بار الکتریکی آن‌ها کمتر و آب‌گریزتر می‌شوند؛ در نتیجه احتمال ایجاد گرفتگی برگشت‌ناپذیر بیشتر می‌شود (Broeckmann et al., 2006).

۲-۱-۲- گرفتگی کلوییدی

ذرات کلوییدی، عموماً اندازه‌ای متغیر از چند نانومتر تا چند میکرومتر دارند. گرفتگی کلوییدی، به وسیله مواد معلق که عمدتاً شامل باقی‌مانده میکروارگانیسم‌ها، کانی‌های رسی، ترکیبات رسوب کرده آلومینیم و آهن، ذرات گل‌ولای، خاک و لجن هستند، ایجاد می‌شود که شامل دو دسته مواد آلی و مواد معدنی بوده و به همین سبب، این نوع گرفتگی بین گرفتگی آلی و گرفتگی معدنی به حساب می‌آید (Peters et al., 2021).

۲-۱-۳- گرفتگی بیولوژیکی

گرفتگی بیولوژیکی ناشی از تجمع باکتری‌ها یا لجن و گل و لای ناشی از فعالیت ریزاندام‌های میکروارگانیسم‌ها روی سطح غشا، امری اجتناب‌ناپذیر در فرایندهای غشایی است که در بیوراکتورهای غشایی گاهی به حدی شدید خواهد بود که تعویض غشا ضروری خواهد بود. برای جلوگیری از چسبیدن باکتری‌ها و قارچ‌ها به سطح غشا و ایجاد لایه زیستی، پساب ورودی به بیوراکتورهای غشایی باید با مواد ضدعفونی‌کننده مانند کلر، پیش تصفیه شود. با این وجود، رسوب زیستی اجتناب‌ناپذیر است (Pourziad et al., 2020; Broeckmann et al., 2006).

۲-۲- محل اثر

۲-۲-۱- پلاریزاسیون غلظتی

علی‌رغم متلاطم بودن جریان پساب، سرعت آن در سطح غشا کاهش می‌یابد و لایه مرزی در سطح غشا تشکیل می‌شود. در این ناحیه، مواد و ترکیبات مختلف بدون تماس با سطح غشا انباشته شده که این انباشته‌شدن را پلاریزاسیون غلظتی می‌نامند. عبور پساب از غشا در طی زمان فیلتراسیون، سبب تراکم مواد و ترکیبات و ایجاد یک گرادیان غلظت در نزدیکی سطح غشا خواهد

غشاهای پلیمری اولترافیلتراسیون برحسب روش اصلاح آن‌ها تقسیم‌بندی، بررسی و مقایسه شده‌اند که موجب تعیین و معرفی بهترین رویکرد برای تهیه و اصلاح غشاهای پلیمری و توسعه فناوری‌های غشایی خواهد شد.

۲- گرفتگی غشاهای پلیمری

یکی از بزرگ‌ترین مشکلات فناوری پیشرفته فیلتراسیون غشایی مورد استفاده در صنایع امروزی، گرفتگی زودهنگام غشاها توسط رسوب مواد و ترکیبات آلی موجود در خوراک است که منجر به صرف هزینه‌های اضافی می‌شود. این اتفاق، معمولاً در فرایند غشاهای پلیمری اولترافیلتراسیون که دارای تخلخل هستند، بسیار محتمل است. میزان گرفتگی را می‌توان با طراحی سیستم و مدول و همچنین با استفاده از دستورالعمل‌های شستشوی شیمیایی منظم کنترل کرد؛ اما نمی‌توان به‌طور کامل آن را حذف کرد. با توجه به این‌که مهم‌ترین عامل در عملکرد غشای اولترافیلتراسیون، اندازه حفرات است که بین ۰/۱ تا ۰/۰۱ میکرومتر هستند، گرفتگی غشا باعث کاهش اندازه حفرات غشا و در نتیجه کاهش عملکرد غشا خواهد شد. به‌طور معمول، گرفتگی غشا به دو صورت برگشت‌پذیر و برگشت‌ناپذیر ایجاد می‌شود که گرفتگی برگشت‌پذیر با استفاده از فرایندهای شستشوی فیزیکی قابل‌رفع است، درحالی‌که گرفتگی برگشت‌ناپذیر، به‌راحتی قابل‌رفع نیست و برای رفع آن باید از فرایندهای شستشوی شیمیایی استفاده کرد (Goel and Mandal, 2019; Guo et al., 2020; Peters et al., 2021). با این وجود، در فناوری غشایی غالباً گرفتگی غیرقابل‌بازایی نیز ایجاد می‌شود که قابل‌رفع شدن نیست و تعیین‌کننده طول عمر مفید غشا است. گرفتگی غشا، برحسب عوامل متعددی از جمله عوامل ایجاد گرفتگی و محل قرارگیری آن‌ها قابل تقسیم‌بندی است که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲-۱- عوامل گرفتگی

۲-۱-۱- گرفتگی آلی

مواد آلی، از اصلی‌ترین ترکیبات محلول در آب‌های سطحی و زیرزمینی هستند که سبب گرفتگی شدید غشاهای پلیمری می‌شوند. این آلاینده‌های آب‌گریز، به‌واسطه ایجاد تغییر در اندازه حفرات و مقاومت اضافه و یا تغییر بار سطحی، موجب کاهش کارایی و عملکرد غشا خواهند شد. از جمله ترکیبات آلی که به‌طور معمول به‌عنوان خوراک فرایندهای غشایی سبب گرفتگی خواهد

شد که میزان شار عبوری و کارایی غشا را کاهش می‌دهد (Raffin et al., 2012; علیزاده و همکاران، ۱۳۹۹).

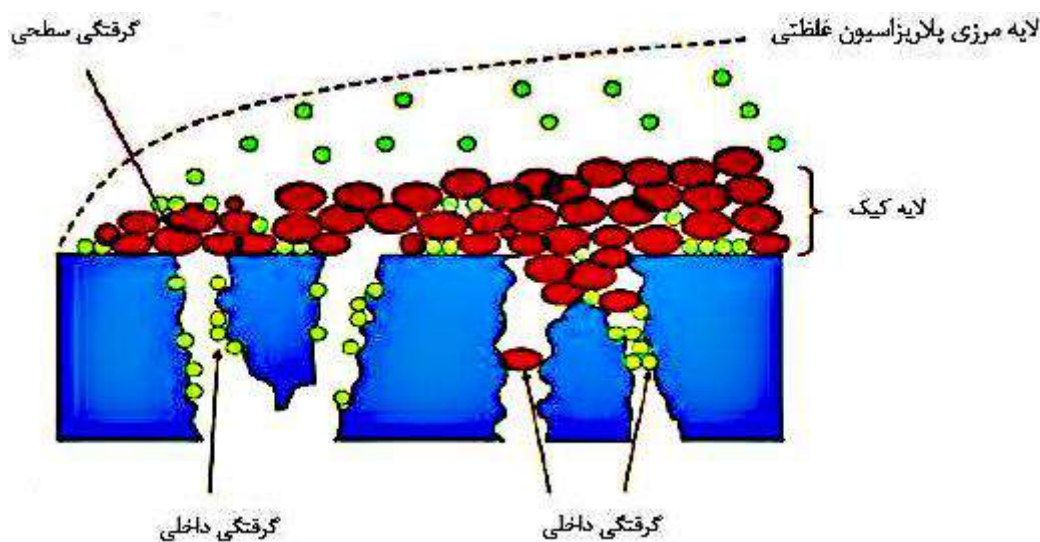
کیک دشوار است (Shi et al., 2014; Mohammad et al., 2012; Broeckmann et al., 2006).

۲-۲-۲- گرفتگی سطحی

گرفتگی روی سطح غشا که با تجمع مواد و ذرات ایجاد می‌شود، موجب تشکیل دو لایه شامل، لایه ژل و لایه کیک روی سطح غشا خواهد شد. لایه ژل، ناشی از ترسیب ماکرومولکول‌های حلال و ترکیبات محلول معدنی و لایه کیک، ناشی از تجمع مواد جامد بر روی سطح غشا خواهد بود. مشخص شده که لایه ژل دارای تخلخل کمتر، مقاومت ویژه بالاتر و میانگین اندازه ذرات کوچکتر در مقایسه با لایه کیک است. به دلیل تنوع خواص آب ورودی و شرایط عملیاتی، تشخیص تفاوت بین لایه ژل و لایه

۲-۲-۳- گرفتگی داخلی

این نوع گرفتگی که گرفتگی حفرات نیز نامیده می‌شود، ناشی از جذب و درنهایت، تجمع ذرات آلاینده‌ای است که اندازه آن‌ها کوچکتر از منافذ غشا است. با این حال، شکل ذرات و یا مکانیسم نفوذ آن‌ها، مانع عبور از منافذ شده و در داخل منافذ باقی مانده و موجب کاهش شار و یا مسدود شدن منافذ و در نتیجه، کاهش کارایی غشا خواهد شد (Peters et al., 2021; Wenxiang et al., 2015).



شکل ۱- شماتیک پلاریزاسیون غلظتی، گرفتگی سطحی و داخلی

۳- احیای غشاهای پلیمری

همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، گرفتگی جزء جدایی‌ناپذیر فرایندهای غشایی است. به‌منظور زدودن گرفتگی غشاهای پلیمری، روش‌های مختلفی برای تمیز کردن غشاها توسعه یافته که شامل روش‌های فیزیکی و شیمیایی است. علی‌رغم این‌که، برحسب نوع گرفتگی، روش‌های فیزیکی و یا شیمیایی برای شستشوی غشاهای پلیمری به‌کار گرفته می‌شود، غالباً ترکیبی از این روش‌ها برای احیای بیشتر غشا استفاده خواهد شد.

تشکیل‌شده بر روی سطح غشا دارد. این روش، بسته به زمان فیلتراسیون، نوع مدول غشایی، جنس غشا و زمان ماند جامدات روی سطح غشا، به‌طرق مختلفی از جمله استفاده از جریان معکوس (Raffin et al., 2012)، قطع جریان فیلتراسیون به‌طور تناوبی (Esfahani et al., 2002)، به‌کارگیری امواج فراصوت (Ahmad et al., 2012) و غیره قابل‌انجام است.

۲-۳- روش شیمیایی

در روش شیمیایی، زدودن گرفتگی غشاهای پلیمری از مواد شیمیایی به‌منظور حذف گرفتگی برگشت‌ناپذیر استفاده می‌شود. بسته به جنس غشا و غلظت ماده شیمیایی مورد استفاده، تنوع بسیاری در انتخاب نوع ماده و روش انجام آن وجود دارد. مواد شیمیایی نظیر اسیدها (معمولاً به‌منظور رفع گرفتگی معدنی) مانند اگزالیک اسید، سیتریک اسید، نیتریک اسید، هیدروکلریک

۳-۱- روش فیزیکی

در این روش، از نیروی مکانیکی در راستای ایجاد تنش برشی و در نتیجه رفع گرفتگی غشا استفاده می‌شود. روش فیزیکی تأثیر چشم‌گیری در رفع گرفتگی برگشت‌پذیر و همچنین لایه کیک

در حلال مناسب، دارای دو فاز غنی از پلیمر و فقیر از پلیمر بوده که هنگام جایگزینی فاز حلال با ضدحلال، به ترتیب ماتریکس غشا و حفرات را تشکیل می‌دهند. در واقع، پلیمر حل شده در حلال با استفاده از فیلم کش روی سطح شیشه تمیز کشیده شده و در حمام انعقاد که حاوی ضد حلال بوده، غوطه‌ور می‌شود تا جابه‌جایی فاز و تشکیل غشا صورت گیرد.

غشاهای تهیه شده به روش وارونگی فاز، دو بخش در ساختار خود دارند، لایه بالایی متراکم که نقش اصلی در عملکرد غشا را برعهده دارد و لایه زیرین با حفرات انگشت‌مانند که بیشتر استحکام مکانیکی غشا را تامین می‌کند. در بحث اندازه منافذ غشاهای اولترافیلتراسیون، علاوه بر درصد پلیمر که اصلی‌ترین عامل تعیین کننده اندازه منافذ است (برای اولترافیلتراسیون به‌طور معمول ۱۵-۱۷ درصد وزنی)، درصد افزودنی‌ها از جمله حفره‌ساز نیز موثر است. نامتقارن بودن غشاهای تهیه شده به روش وارونگی فاز، از ویژگی‌های بارز این روش است؛ به‌صورتی که غشا، شامل بخش بالایی متراکم و بخش پایینی با حفرات انگشت‌مانند بوده که به سرعت فرایند مرتبط است. ساختار متراکم بالایی، با تبخیر شدن بخشی از حلال، بلافاصله بعد از کشیدن غشا و در معرض قرارگرفتن سطح غشا با ضدحلال به‌صورت سریع اتفاق می‌افتد که منجر به ساختار متراکم‌تری نسبت به سطح پایین می‌شود که به مرور با انقباض پلیمر و جابه‌جایی فازهای حلال و غیر حلال اتفاق می‌افتد.

عملکرد غشاهای تهیه شده به این روش، بسیار به نوع پلیمر و حلال وابسته است. با این وجود، افزودن نانو ذرات آب‌دوست به پیکره غشا، موجب تغییر و اصلاح ساختار فیزیکی و شیمیایی غشا و در نتیجه، بهبود چشم‌گیر در عملکرد غشا خواهد شد (Gao et al., 2013). در جدول ۱، دستاوردهای پژوهش‌های اخیر در زمینه غشاهای پلیمری که با روش وارونگی فاز بررسی شده‌اند، خلاصه شده است. لازم به ذکر است که منظور از اصلاح‌کننده، ترکیبات و یا نانوذراتی است که به منظور اصلاح ساختار و یا عملکرد غشاهای پلیمری به کار رفته‌اند که در جدول تحت‌عنوان اصلاح‌کننده ذکر شده‌اند. همچنین، در مطالعات غشایی که به اصلاح غشاهای پلیمری با استفاده از نانوذرات و ترکیبات مختلف پرداخته می‌شود، عموماً درصد‌های مختلفی از این نانوذرات برای اصلاح غشا به کار می‌رود تا درصد بهینه و یا مطلوب از نانوذره که به غشا خواص ضدگرفتگی و عملکرد بالاتری می‌دهد، مشخص شود که در جدول تحت‌عنوان درصد بهینه اصلاح‌کننده ارائه شده است.

نتایج پژوهشی که توسط Yan et al. (2005) به منظور اصلاح غشاهای پلیمری پلی وینیلیدن فلوراید (PVDF) با استفاده از

اسید، فسفریک اسید و سولفوریک اسید و بازهایی مانند سدیم هیدروکسید، به‌طور معمول به منظور حذف گرفتگی آلی استفاده می‌شوند (علیزاده و همکاران، ۱۳۹۹). همچنین، اکسیدکننده‌هایی مانند سدیم هیپوکلریت و هیدروژن پراکسید نیز برای رفع گرفتگی‌های آلی و زیستی به کار گرفته می‌شوند. علاوه بر این، مواد شیمیایی فراوانی از جمله سدیم تری‌پلی‌فسفات، اتیلن دی آمین تترا استیک اسید، سدیم دو دسیل سولفات و پنتنیک اسید به منظور رفع گرفتگی برگشت‌ناپذیر استفاده می‌شوند. این روش به دو صورت شستشو در محل و شستشو در خارج از محل، قابل اجرا است. در روش شستشو در محل، محلول شستشو حاوی مواد شیمیایی، به جای خوراک وارد سیستم غشایی می‌شود؛ اما در روش شستشو در خارج از محل، غشا از سیستم خارج شده و در تانک محلول شستشو قرار داده می‌شود. شایان ذکر است که برای انتخاب ماده شیمیایی مورد استفاده، انجام آزمایش‌هایی مانند ¹XRD و ²FTIR به منظور تعیین نوع گرفتگی ضروری است (Wang et al., 2014).

۴- اصلاح غشا

به دلیل پیچیده بودن پدیده گرفتگی و سخت بودن فرایند رفع گرفتگی، در راستای جلوگیری از ایجاد پدیده گرفتگی رویکردهای بسیاری به کارگرفته شده است که از جمله آن‌ها، می‌توان به پیش تصفیه خوراک، بررسی و اصلاح ویژگی‌های غشا، شرایط فرایند و مدول غشا اشاره کرد. یکی از موثرترین راه‌کارها برای جلوگیری از ایجاد گرفتگی، اصلاح غشا به منظور افزایش آب‌دوستی و یا اصلاح سایر ویژگی‌های غشا در راستای کاهش گرفتگی و بهبود عملکرد غشاهای پلیمری است (پسندیده پور و همکاران، ۱۴۰۰). برای نیل به این اهداف، به کارگیری نانوذرات معدنی از رایج‌ترین طرق اصلاح غشا است. بسته به نوع پلیمر، کارکرد غشا، هدف از اصلاح و البته نوع نانوذره به کارگرفته شده و سایر عوامل، از روش‌های مختلفی نظیر روش‌های وارونگی فاز، پلیمریزاسیون، الکترواسپینینگ و ایجاد پیوند از طریق اشعه UV برای اصلاح استفاده می‌شود که در ادامه این روش‌ها بررسی می‌شوند.

۴-۱- وارونگی فاز

وارونگی فاز، یک روش متداول به منظور تهیه و اصلاح غشاهای پلیمری است که در آن، محلول همگن پلیمر و حلال حاوی نانوذرات اصلاح‌کننده خواهد بود. به‌طور خلاصه، این فرایند شامل سه جز پلیمر، حلال و ضد حلال بوده که پلیمر حل شده

نانوذرات معدنی آلومینا انجام دادند، نشان‌دهنده تاثیر این نانوذره بر افزایش آبدوستی و تخلخل غشا است. از نظر شار عبوری، عملکرد غشاهای اصلاح‌شده ($74/3 \text{ L/m}^2\text{.h}$) در مقایسه با غشای اصلاح‌نشده ($52/02 \text{ L/m}^2\text{.h}$) افزایش داشته که با نتایج زاویه تماس برای نشان دادن آبدوستی سطح، تخلخل و آنالیز SEM^۴ مطابقت داشت. این افزایش آبدوستی، سبب کاهش گرفتگی و افزایش نسبت بازیابی شار (FRR)^۵ شد.

در راستای کاهش گرفتگی و افزایش آبدوستی، استفاده از اکسیدهای معدنی با قابلیت فتوکاتالیستی از دیگر راه‌کارهای موثر است؛ همان‌گونه که Luo et al. (2005) در مطالعه خود از نانوذرات فتوکاتالیستی تیتانیوم دی‌اکسید برای اصلاح غشای پلی اتر سولفون (PES)^۶ بهره بردند. نتایج این مطالعه، حاکی از تاثیر فوق‌العاده این نانوذرات بر آبدوستی غشای پلیمری پلی اتر سولفون است؛ به‌صورتی‌که غشای بهینه زاویه تماس $19/2$ درجه را نشان داد. این فوق آبدوستی غشای اصلاح‌شده، سبب افزایش شار عبوری و کاهش گرفتگی و در واقع، اصلاح موفقیت‌آمیز غشای پلیمری شد.

در پژوهش حسینی و دهقانی قناتستانی (۱۳۹۸)، نانوذره تیتانیوم دی‌اکسید را با هدف حذف فلز جیوه از محلول‌های آبی،

اما به‌منظور اصلاح غشا پلیمری پلی استایرن (PS)^۷ به‌کار گرفته شد. نتایج این مطالعه نشان داد، اگرچه زبری سطح غشا افزایش یافته؛ اما این زبری نه‌تنها موجب افزایش گرفتگی نشده، بلکه با افزایش سطح موثر سبب افزایش فوق‌العاده شار عبوری ($650 \text{ L/m}^2\text{.h}$) نیز می‌شود. فوق آبدوستی نانوذره اضافه‌شده به پیکره غشا، موجب کاهش گرفتگی و افزایش پس‌دهی ($92/45\%$) جیوه خواهد شد.

در مطالعه دیگری که توسط Arefi et al. (2020) برای اصلاح غشا پلی اتر سولفون انجام شد، از نانوذرات مولیبدنیوم دی‌سولفید به‌منظور اصلاح ساختاری و عملکردی این غشا پلیمری بهره بردند. این نانوذره با ایجاد گروه‌های آبدوست هیدروکسیل در ساختار غشا، موجب افزایش آبدوستی غشا و افزایش خاصیت ضدگرفتگی غشاها شد. به‌طوری‌که میزان شار عبوری و نسبت بازیابی شار برای غشای بهینه اصلاح‌شده نسبت به غشای اصلاح‌نشده، به‌ترتیب 45% و 30% افزایش یافت. شار عبوری غشای اصلاح‌شده ($230/9 \text{ L/m}^2\text{.h}$)، حاکی از تاثیرگذاری این نانو ذره بر عملکرد غشا و اصلاح موفقیت‌آمیز به‌وسیله وارونگی فاز است.

جدول ۱- مشخصات غشاهای اولترافیلتراسیون ضدگرفتگی اصلاح شده به روش وارونگی فاز

پلیمر	اصلاح‌کننده	درصد بهینه اصلاح‌کننده (wt. %)	فشار عملیاتی (درصد پلیمر)	زاویه تماس (°)	پس‌دهی (%) - خوراک	شار آب خالص ($\text{L/m}^2\text{.h}$)	منبع
PVDF	Al_2O_3	۲	$0/1 \text{ (MPa)}$ $19 \text{ (wt. \%)}$	$57/42$	$96/5$ پساب روغنی	$74/3$	(Yan et al., 2005)
PES	TiO_2	-	$0/2 \text{ (MPa)}$ -	$19/2$	Retention=34.5 PEG* (200ppm)	$102/9$	(Luo et al., 2005)
PS	TiO_2	۲	1 (bar) $17/5 \text{ (wt. \%)}$	$47/62$	$93/49$ Hg (80 mg/L)	۶۵۰	(حسینی و دهقانی قناتستانی، ۱۳۹۸)
PES	MoS_2	$0/2$	$0/3 \text{ (MPa)}$ -	$64/9$	83 پساب روغنی COD=240mg/L	$230/9$	(Arefi et al., 2020)
CA	Dopamine	-	$0/1 \text{ (MPa)}$ $15 \text{ (wt. \%)}$	$45/3$	$97/3$ BSA (1g/L)	$181/2$	(Guo et al., 2020)
PVC	SPS*	$0/5$	1 (bar) $11/5 \text{ (wt. \%)}$	$47/7$	100 گازوییل (600 ppm) مابع ظرفشویی (100 ppm)	۳۰۰	(موسوی و همکاران، ۱۳۹۷)

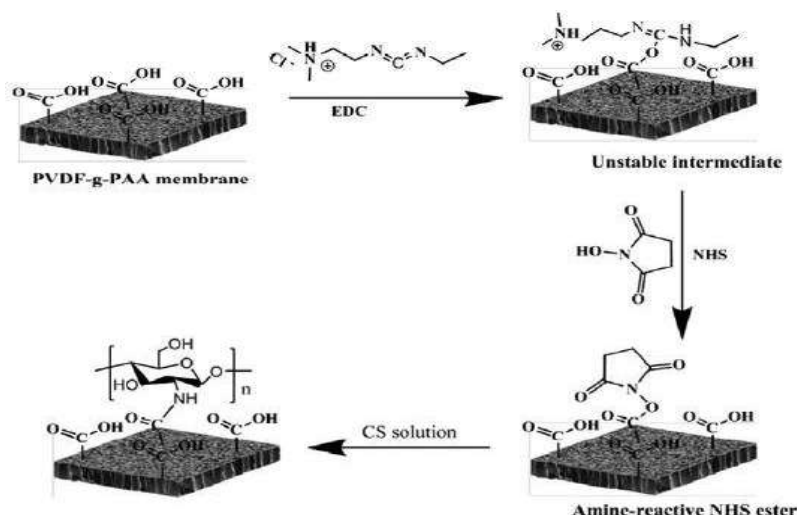
*PEG: Poly(ethylene glycol), SPS: Sulfonated polystyrene

حاکی از افزایش چشم‌گیر آبدوستی و به‌تبع آن، بهبود عملکرد غشا از نظر شار عبوری ($181/2 \text{ L/m}^2\text{.h}$) و پس‌دهی ($96/5\%$) آلومین سرم گاوی است. از جمله پساب‌های صنعتی چالش برانگیز برای محیط‌زیست،

دوپامین (DA)^۸، به‌واسطه داشتن گروه‌های OH و NH_2 از آبدوستی بالایی برخوردار است. به‌همین دلیل در پژوهشی که Guo et al. (2020) در راستای اصلاح و ارتقای عملکرد غشا سلولز استات (CA)^۹ انجام دادند، از این مزیت دوپامین بهره بردند. نتایج

پلیمری حاصل از مونومر مورد استفاده، روی سطح پیوند زده می شود. ترکیبات پیوند زده شده به سطح غشا، سبب بروز ویژگی های مطلوب در غشا و افزایش کارایی فیلتراسیون غشایی خواهد شد.

از آن جایی که ویژگی های سطح غشا پلیمری نقش کلیدی و اساسی در عملکرد غشا دارد، در سال های اخیر مطالعات زیادی روی ترکیبات و نانوذرات مختلف به منظور اصلاح سطح غشا به روش پلیمریزاسیون انجام شده که منجر به پیشرفت های چشم گیری در این زمینه شده است. از جمله این مطالعات، فعال کردن سطح غشای پلیمری پلی وینیلیدن فلوراید با ترکیب پلی آکرلیک اسید و به دنبال آن، پیوند کیتوسان روی سطح غشا توسط Weiwei et al. (2018) است. طرح شماتیک آن، در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج این مطالعه، به وضوح بیانگر بهبود آب دوستی، افزایش عملکرد فیلتراسیون، فعالیت ضد رسوب و ضد باکتریایی غشای اصلاح شده است. جزئیات دقیق عملکردی، در جدول ۲ خلاصه شده است.



شکل ۲- طرح شماتیکی از اصلاح غشا PVDF با استفاده از پلیمریزاسیون کیتوسان.

خاصیت ضد گرفتگی و خود تمیز شوندگی این غشای پلیمری شده است. غشای اصلاح شده بهینه، کاهش ۶۴٪ رسوب و افزایش عالی شار عبوری ($390 \text{ L/m}^2 \cdot \text{h}$) را در مقایسه با غشای اصلاح نشده برای فیلتراسیون آب و روغن نشان داد.

از دیگر پلیمرهای مورد استفاده در فناوری غشایی، پلیمر پلی استایرن است که به واسطه استحکام مکانیکی، حرارتی و شیمیایی بالا در صنایع به کار گرفته می شود. به همین سبب، مطالعات فراوانی برای بهبود آب دوستی و توسعه کاربرد آن انجام شده است. از جمله پژوهش Goel and Mandal (2019) که پلیمریزاسیون پلی آنیلین روی سطح غشا، خواص آب دوستی آن را بهبود بخشید. اصلاح صورت گرفته، به وضوح شار عبوری را افزایش داد.

پساب های روغنی بوده که جداسازی آب و روغن با فناوری فیلتراسیون غشاهای پلیمری، راه کاری امیدوار کننده برای حل این مشکل است. غشای پلی وینیل کلراید (PVC) که با ترکیب پلی استایرن سولفون شده اصلاح شده است، به منظور بررسی جداسازی روغن و آب توسط موسوی و همکاران (۱۳۹۷) بررسی شد. نتایج این پژوهش جداسازی ۱۰۰٪ گازوئیل، به عنوان آلاینده روغنی از آب با عبور شار عبوری پایدار را نشان داد که حاکی از آب دوستی و عملکرد ضد گرفتگی بالای این گونه غشاهای اصلاح شده است.

۲-۴- پلیمریزاسیون

روش پلیمریزاسیون یا graft polymerization، از جمله روش های پر کاربرد بوده که به وفور برای اصلاح سطح غشاهای پلیمری استفاده شده است. در این روش، با ایجاد پیوند کووالانسی بین پلیمر غشا و مونومر پیوند شیمیایی قوی ایجاد می شود، سپس زنجیره های بزرگتر بر روی آن تشکیل می شود. در واقع، زنجیره

در پژوهش دیگری، به منظور اصلاح سطح غشای پلی وینیلیدن فلوراید Junqiang et al. (2019) از نوعی کوپلیمر سه گانه بهره بردند. در مقایسه با مطالعه فوق الذکر، کوپلیمر به کار گرفته شده به دلیل فوق آب دوستی و تغییر ساختار فیزیکی و شیمیایی سطح غشا، عملکرد بسیار بهتری را نشان داد. غشای اصلاح شده با کوپلیمر، با ایجاد زاویه تماس صفر درجه (خیسی کامل) سبب افزایش شار عبوری به میزان ۲۸ برابر غشای اصلاح نشده و همچنین، خواص ضد رسوب عالی شد.

Pourziad et al. (2020) با به کارگیری پلی اتیلن گلیکول متاکریلات، سطح غشای پلی وینیلیدن فلوراید را با موفقیت اصلاح کردند که به واسطه آن، سبب بهبود خواص فیلتراسیون،

با این حال، در میزان پس‌دهی نسبت به غشای اصلاح‌نشده تغییر چندانی مشاهده نشد.

برخلاف پژوهش قبلی، اصلاح غشای پلی استایرن با استفاده از تتراکسیس (۴-کربوکسی فنیل) پورفرین (TCPP)، موجب افزایش عملکرد از نظر شار عبوری ($614 \text{ L/m}^2\text{.h}$)، میزان پس‌دهی (۹۵٪) و نسبت بازیابی شار (۶۶٪)، به‌واسطه افزایش آب‌دوستی ناشی از پروتونه‌شدن این ترکیب در شرایط اسیدی می‌شود که باعث تشکیل پیوندهای هیدروژنی قوی خواهد شد. (Jia et al. (2020)

غشای اولترافیلتراسیون پلی اتر سولفون تهیه‌شده توسط Khemakhem et al. (2020)، با پلیمریزاسیون پلی‌آکریلیک اسید

روی سطح غشا به‌منظور حذف یون‌های فلزی محلول در آب اصلاح شد. در این مطالعه، جداسازی یون‌های Cu ، Na و Al با غشای اصلاح‌شده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از پس‌دهی ۱۰۰٪ یون‌های فلزی ذکر شده است. در واقع، گروه‌های OH ترکیب پلی‌آکریلیک اسید منجر به آب‌دوستی سطح غشا و در نتیجه، افزایش میزان شار و پس‌دهی خواهد شد. علاوه بر این، Mulyati et al. (2020) نشان دادند که پلیمره‌کردن پلی‌دوپامین روی سطح غشای پلی اتر سولفون، علاوه بر کاهش زاویه تماس و آب‌دوست کردن که منجر به افزایش شار و خواص ضد رسوب به‌واسطه داشتن گروه‌های OH و NH_2 خواهد شد، موجب ایجاد مقاومت غشا در برابر نور UV می‌شود و تخریب غشا را به حداقل می‌رساند.

جدول ۲- مشخصات غشاهای ضد گرفتگی اصلاح‌شده به روش پلیمریزاسیون

پلیمر	اصلاح‌کننده	فشار عملیاتی	زاویه تماس ($^\circ$)	نسبت بازیابی شار (%)	پس‌دهی (%) - خوراک	شار آب خالص ($\text{L/m}^2\text{.h}$)	منبع
PVDF	PAA*-CS	۰/۱ (MPa)	۵۲/۲	۹۳/۲ BSA (1g/L)	-	۱۱۹/۴۳	(Weiwei et al., 2018)
PVDF	PAMA	۰/۱ (MPa)	۰	۹۸/۱	۹۸/۳ BSA* (1 g/L)	262	(Junqiang et al., 2019)
PVDF	PEGMA*	۷۰۰ (KPa)	۵۸	۹۹	۹۸/۲۱ آب روغن (500 mg/L)	۳۹۰	(Pourziad et al., 2020)
PS	PANI*	۲۰ (psi)	۳۶	۶۵/۵۳	۹۸ BSA (0.5 g/L)	۳۹۶/۰۸	(Goel and Mandal 2019)
PS	TCPP	۰/۱ (MPa)	۶۵	۶۶	۹۵ BSA (1 g/L)	614	(Yuandong et al., 2020)
PES	PAA	۸ (bar)	۷۵/۳	-	۶۵ Al , Cu , Na	10	(Khemakhem et al., 2020)
PES	PDA*	۱/۵ (bar)	۴۹	۹۶	۶۵ HA^* (50 ppm)	25	(Mulyati et al., 2020)

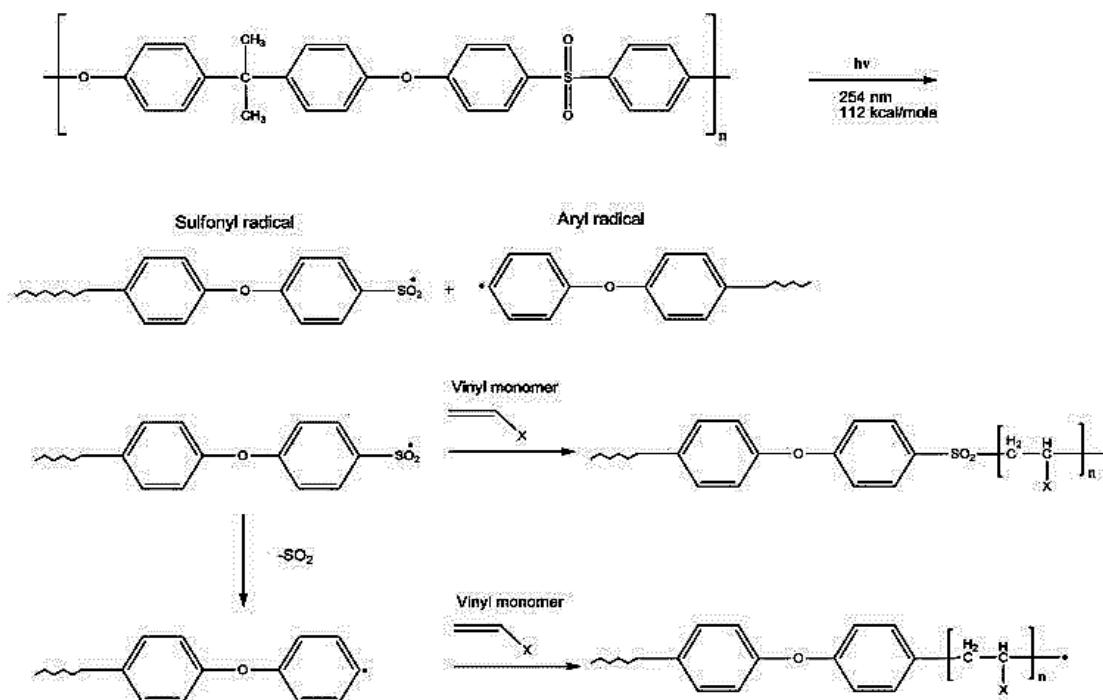
*PAA: Poly(acrylic acid), BSA: Bovine serum albumin, PEGMA: Poly(ethylene glycol) methacrylate, PANI: Polyaniline, PDA: Polydopamine, HA: Humic acid

۳-۴- پیوند با اشعه UV

در این روش، در اثر تابش اشعه UV به سطح غشا، رادیکال‌های آزاد تولید می‌شوند که در حضور یک مونومر مناسب واکنش پلیمریزاسیون شروع می‌شود. پلیمرهای حاصل‌شده، از طریق پیوند کووالانسی بر روی سطح غشا تثبیت می‌شوند و خواص غشای اصلاح‌شده از جمله اندازه روزه‌ها و بار سطحی غشا را کنترل می‌نماید. مکانیسم عمل این روش برای غشای پلیمری پلی‌اتر سولفون، در شکل ۳ ارائه شده است. این روش به‌واسطه هزینه پایین، شرایط ملایم عملیات، انتخاب‌گری در جذب نور ماورای بنفش بدون تاثیرگذاری بر توده پلیمری و اصلاح سطح شیمی غشا بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Garcia et al.,

2014).

در یک مطالعه جامع، تاثیر اصلاح سطح غشای پلی‌اتر سولفون با استفاده از روش اشعه UV بر عملکرد غشا، با به‌کارگیری نانوذرات تیتانیوم دی اکسید توسط Rahimpour et al. (2008) مورد ارزیابی قرار گرفت. نشان داده شد که علی‌رغم پایین بودن اندک میزان شار عبوری غشای اصلاح‌شده نسبت به غشای اولیه در ابتدای فیلتراسیون، به‌دلیل مسدود شدن منافذ با نانوذرات، افت شار و گرفتگی غشا در طی زمان کمتر بوده است. این ثبات در میزان شار نسبت به غشای اصلاح‌نشده، نشان‌دهنده بهبود خواص ضد رسوب غشا اصلاح‌شده، به‌واسطه آب‌دوستی این نانوذرات است.



شکل ۳- مکانسیم عمل اصلاح غشای PES با روش پیوند از طریق اشعه UV

کامپوزیت‌های فتوکاتالیستی مانند تیتانیوم دی اکساید-نیتروژن دوپ شده با ذرات کوانتومی کربن^{۱۱} روی سطح غشا در حضور تابش نور، موجب تخریب آلاینده‌های آلی و در نتیجه کاهش گرفتگی و افزایش طول عمر مفید غشا خواهد شد. این غشا فتوکاتالیستی با حذف ۹۴/۴۱٪ رنگ متیلن بلو خاصیت خود تمیزشوندگی و آب دوستی بسیار مطلوبی را ارائه داد (Chong and Koo, 2021).

در پژوهش (Garcia et al., 2014)، ترکیب دوجزئی آب دوست پلی اتیلن گلیکول و آلومینیوم اکساید که یک ترکیب غیر آلی-اکسید فلزی است، با استفاده از اشعه UV روی سطح غشا پلی اتر سولفون پیوند زده شد. با ایجاد تغییر در شیمی سطح و کاهش زاویه تماس آب ناشی از نانوذرات پیوند زده شده در غشای اصلاح شده، خواص ضد رسوب این غشاها به شدت بهبود یافت. علاوه بر تاثیر آب دوستی بر کاهش گرفتگی غشا، حضور

جدول ۳- مشخصات غشاهای اولترافیلتراسیون ضد گرفتگی اصلاح شده به روش پیوند با اشعه UV

پلیمر	اصلاح کننده	فشار عملیاتی- درصد پلیمر	زاویه تماس (°)	نسبت بازبایی شار (%)	پس دهی (%) - خوراک	شار آب خالص (L/m ² .h)	منبع
PES	TiO ₂	۵۰ (psi) ۱۶	-	۷۹	۹۹ non-skim milk	۲۲۷ (Kg/m ² .h)	(Rahimpour et al., 2008)
PES	PEG/Al ₂ O ₃	۲۰۰ (KPa) ۲۰	۵۳/۹	۸۱	۹۳/۷ PEG ₃₅ (1 g/L)	۴۷۲/۹۸	(Garcia et al., 2014)
PES	NCQDs/TiO ₂	۲ (bar) ۱۷	-	۸۳/۹۲	۹۴/۴۱ MB* (5 ppm)	۶۶	(Chong and Koo, 2021)
PSF	Ag-MOFs	۳ (bar) -	-	۱۶	۹۹/۷ HA (200 ppm)	۱۲۰۰ (L/m ² .h.bar)	(Pejman et al., 2021)
PVDF	PSBMA*	۰/۱ (MPa) -	۳۳	-	۹۲ BSA (1000 ppm)	۲۷۰	(Chiao et al., 2020)

*MB: Methylene blue, PSBMA: Poly(sulfobetaine methacrylate)

پیشرفت‌های چشم گیری در این زمینه شده است. استفاده از مزایای چارچوب‌های آلی-فلزی^{۱۲} در راستای اصلاح عملکرد

توسعه چارچوب‌های آلی-فلزی در سال‌های اخیر و ادغام آن‌ها با فناوری‌های دیگر از جمله فناوری فیلتراسیون، موجب

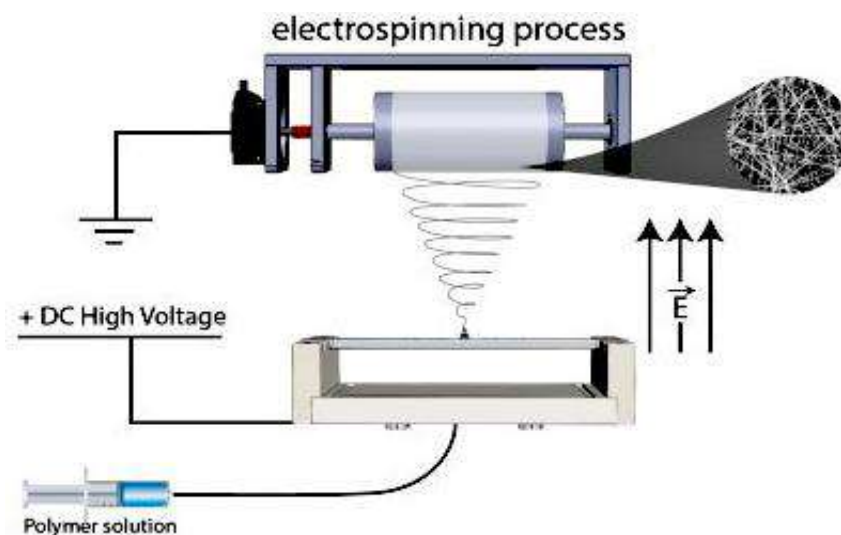
الکتریکی را فرایند الکترواسپینینگ می‌نامند. نانوالیاف پلیمری، به دلیل ویژگی‌های خاص برای کاربردهای فراوان مورد توجه صنایع مختلف قرار گرفته‌اند. در این فرایند، محلول یا مذاب پلیمر پاشیده شده، با استفاده از یک جت با قطر میلی‌متری در اثر اعمال ولتاژ بالا، حاوی بار سطحی می‌شود. سپس محلول باردار با عبور از میدان الکتریکی ($3-1 \text{ KV/m}^3$)، تحت تأثیر این میدان قرار گرفته و تجمع بار بر روی سطح جت، سبب غلبه نیروهای دافعه الکترواستاتیکی بر نیروهای کشش سطحی می‌شود. بسته به شرایط سیستم، اثر این نیرو باعث تخریب، چرخش، خمش و کشیدگی الیاف شده و هر کدام از پدیده‌ها و یا اجتماع آن‌ها، موجب تبدیل جت سیال دارای قطر در محدوده میلی‌متر به یک یا چندین جت سیال با قطر نانومتری می‌شود. کنترل خواص الیاف مانند تخلخل، آب‌دوستی، مورفولوژی سطحی، آب‌گریزی و توزیع اندازه ذرات توسط قطر فیبر و مورفولوژی آن صورت می‌گیرد. با توجه به امکان کنترل دقیق اندازه فیبر، شکل و مورفولوژی الیاف الکترواسپون، اخیراً غشاهای فیبری برای فرآیندهای فیلتراسیون و تقطیر غشایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شماتیک فرایند الکترواسپینینگ، در شکل ۴ ارائه شده است.

غشاهای پلیمری تجاری پلی سولفون (PSf) ^{۱۳} در پژوهش (Pejman et al. (2021)، سبب ارائه غشاهای اولترافیلتراسیون با خواص آنتی باکتریال و ضد گرفتگی بالا شد. در این پژوهش، از تثبیت یک چارچوب آلی-فلزی حاوی نقره پس از پیوند آکرلیک اسید روی سطح غشا به واسطه نور UV به منظور اصلاح غشای پلی سولفون تجاری (نسبت بازیابی شار نزدیک به صفر درصد) استفاده شد. شار عبوری پایدار و خواص ضد گرفتگی بهبود یافته (۲۰٪) و غیر فعال سازی ۹۰٪ باکتری اشیریشیا کلائی با ایجاد پیوند قوی این نانوذره با سطح غشا امکان پذیر شد.

یون‌های دوقطبی، به دلیل داشتن گروه‌های با بار مثبت و منفی در ساختار خود با ایجاد خواص فوق آب‌دوستی و پس‌دهی عالی، از ترکیبات امیدوارکننده به منظور اصلاح غشا هستند. همان‌طور که Chiao et al. (2020) با فعال کردن سطح غشای پلی وینیلیدین فلوئورید با نور UV و تثبیت پلی سولفونیتاین متاکریلات روی سطح غشا با افزایش شار عبوری در حدود ۶۶٪ نسبت به شار غشای اصلاح نشده، از مزایای این ترکیب بهره بردند.

۴-۴- الکترواسپینینگ

تشکیل نانوالیاف پلیمری از جت یک سیال در یک میدان



شکل ۴- شماتیک از ساخت غشا به روش الکترواسپینینگ

(Cu و Ni) را تهیه و بررسی کردند. در این پژوهش، نانولوله‌های تیتانات که با گروه‌های عاملی تیول اصلاح شده به منظور اصلاح سطح غشای پلیمری با روش الکترواسپینینگ به کار گرفته شد. راندمان حذف فلزات مس و نیکل غشای اصلاح شده بهینه، به دلیل پراکندگی یکنواخت و تجمع کمتر جاذب‌های نانولوله‌ای اصلاح شده در سطح بزرگ نانوالیاف الکترورسی شده، به ترتیب

(Zhiguo et al. (2012) غشای الکترواسپون پلی وینیلیدین فلوئورید اصلاح شده با کیتوسان را با هدف ارزیابی نفوذپذیری و گرفتگی آن بررسی کردند. غشاهای فیبری اصلاح شده در مقایسه با غشای تجاری، از راندمان بالای پس‌دهی (۹۸/۹٪) و شار عبوری ($70/5 \text{ L/m}^2 \cdot \text{h}$) برخوردار بود. در پژوهش دیگری، Bakeri et al. (2021) غشاهای نانوالیاف پلی وینیل کلراید جاذب فلزات سنگین

پلی اکریلونیتریل (PAN)^{۱۴} با استفاده از روش الکترواسپینینگ به علت استحکام مکانیکی بالا و طبیعت قطبی آن، مستعد مطالعات بیشتر است. در این زمینه Wang et al. (2020) با حذف نانو پلاستیک پلی استایرن از آب، نانوالیاف پلی اکریلونیتریل اصلاح شده با پلی اتیلن ایمین و پلی آکریلیک اسید را مورد ارزیابی قرار دادند. استحکام مکانیکی و آبدوستی بالای غشاهای اصلاح شده، سبب راندمان حذف بالای آلاینده مورد بررسی (۹۹/۳٪) و شار عبوری بسیار بالا (۸۶۱ L/m².h) در فشار عملیاتی پایین شد. جزئیات بیشتر مطالعات بررسی شده، در جدول ۴ ارائه شده است.

۹۰٪ و ۸۶/۷٪ بود که بالاترین میزان را داشت. میل ترکیبی قوی گروه های عاملی تیول به کاتیون های فلزی، موجب حذف موثرتر آلاینده های فلزی توسط غشاهای الکترواسپون شد. حذف فلزات سنگین با غشاهای پلی اتر سولفون که با استفاده از پلی آکریلیک اسید/پلی آلایل آمین هیدروکلراید از طریق روش الکترواسپینینگ اصلاح شده اند، توسط Esfahani et al. (2021) بررسی شد. راندمان حذف بالای فلزات کادمیم (۱۰۰٪)، مس (۹۵٪) و سرب (۶۲٪)، برتری و کارایی غشاهای اصلاح شده را نسبت به غشاهای اولترافیلتراسیون پلی اتر سولفون نشان می دهد. علاوه بر موارد ذکر شده، تولید نانوالیاف از پلیمر

جدول ۴- مشخصات غشاهای ضد گرفتگی اصلاح شده به روش الکترواسپینینگ

پلیمر	اصلاح کننده	غشای مطلوب (wt. %)	فشار عملیاتی (درصد پلیمر)	زاویه تماس (°)	پس دهی (%) - خوراک	شار آب خالص (L/m ² .h)	منبع
PVDF	CS*	۰/۶	۰/۲ (MPa) ۱۶	۷۲	۹۸/۹ BSA (1g/L)	۷۲/۷	(Zhiguo et al., 2012)
PVC	TNT*-SH	۱/۵	۱ (bar) ۱۳/۵	-	۹۰ (Cu) ۸۶/۷ (Ni)	-	(Bakeri et al. 2021)
PES	PAA-PAH*	-	۴۸۲ (KPa) -	۱۹/۱	۹۵ (Cu) ۱۰۰ (Cd) ۶۲ (Pb)	-	(Esfahani et al., 2021)
PAN	PEI*-PAA	-	۰/۶ (psi) ۱۲	۳۲/۵	۹۹/۷ پلی استایرن	۸۶۱	(Wang et al., 2020)

*CS: Chitosan, TNT-SH: Thiol-modified titanate nanotubes, PAH: Polyallylamine hydrochloride, PEI: Polyethylenimine

در تامین آب قابل شرب و حفاظت از محیط زیست، امید است مطالب ارائه شده، راه گشای پژوهش های پیش رو در زمینه فناوری غشایی و توسعه کاربرد این پژوهش ها در جامعه و صنعت باشد.

۵- نتیجه گیری

فناوری فیلتراسیون غشایی و اهمیت آن در تصفیه آب و پساب و حفظ محیط زیست، پوشیده نیست. با این حال، کاربرد فیلتراسیون غشایی به واسطه گرفتگی غشا توسط آلاینده های مختلف محدود می شود. به منظور رفع این مشکل، راه کارهای بسیاری مورد مطالعه قرار گرفته است که از جمله مهم ترین آن ها، اصلاح غشا با استفاده از نانوذرات و ترکیبات آبدوست است. در این مطالعه مروری، ضمن معرفی چهار رویکرد پرکاربرد و نوین اصلاح غشاهای پلیمری، مطالعات انجام شده در زمینه غشاهای پلیمری اولترافیلتراسیون اصلاح شده با این روش ها مرور شد. از آنجایی که سطح غشا، نقش کلیدی در تعیین مشخصات و عملکرد غشا ایفا می کند، اصلاح سطح به روش های پلیمریزاسیون، پیوند با اشعه UV و همچنین الکترواسپینینگ کاربرد غشا در حذف آلاینده های مختلف، در عین حفظ پایداری شار، حذف آلاینده در سطح مطلوب را ارائه می دهد. با توجه به رسالت جامعه بهداشت محیط

۶- تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله مراتب قدردانی خود را از حمایت های بنیاد ملی نخبگان در قالب پنجمین دوره طرح شهید احمدی روشن اعلام می دارند.

۷- پی نوشت ها

- 1- X-ray diffraction
- 2- Fourier Transforms Infrared
- 3- Polyvinylidene fluoride
- 4- Scanning electron microscopy
- 5- Flux recovery ratio
- 6- Polyethersulfone

promoting enhanced ultrafiltration performance with augmented antifouling property”, *Polymers*, 12(6), 1-12.

- Chong, Z., and Koo, Y., (2021), “Self-assembling of NCQDs-TiO₂ nanocomposite on poly(acrylic acid)-grafted polyethersulfone membrane for photocatalytic removal and membrane filtration”, *Materials Today: Proceedings*, 46(5), 1901-1907.
- Esfahani, A., Zhai, L., and Sadmani, A., (2002), “Filtration of biological sludge by immersed hollow-fiber membranes: Influence of initial permeability choice of operating conditions”, *Desalination*, 146(1-3), 427-431.
- Esfahani, A.R., Zhai, L., and Sadmani, A.A., (2021), “Removing heavy metals from landfill leachate using electrospun polyelectrolyte fiber mat-laminated ultrafiltration membrane”, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(4), 53-63.
- Gao, Q., Li, H., and Zeng, X., (2013), “Novel nanoparticles incorporated polyvinylidene fluoride ultrafiltration membrane”, *Advanced Materials Research*, 746(1), 390-393.
- Garcia, J., Iborra, M., Alcaina, M., Mendoza J., and Pastor, L., (2014), “Development of fouling-resistant polyethersulfone ultrafiltration membranes via surface UV photografting with polyethylene glycol/aluminum oxide nanoparticles”, *Separation and Purification Technology*, 135(1), 88-99.
- Goel, V., and Mandal, U., (2019), “Surface modification of polysulfone ultrafiltration membrane by in-situ ferric chloride based redox polymerization of aniline-surface characteristics and flux analyses”, *Korean Journal of Chemical Engineering*, 36(4), 573-583.
- Guo, H., Peng, Y., Liu, Y., Wang, Z., Hu, J., Liu, J., Ding, Q., and Gu, J., (2020), “Development and investigation of novel antifouling cellulose acetate ultrafiltration membrane based on dopamine modification”, *International Journal of Biological Macromolecules*, 160(27), 652-659.
- Hezarjaribi, M., Bakeri, Gh., Sillanp, M., Chaichi, M., Akbar, S., and Rahimpour, A., (2021), “Novel adsorptive PVC nanofibrous/thiol-functionalized TNT composite UF membranes for effective dynamic removal of heavy metal ions”, *Journal of Environmental Management*, 284(72), 223-229.
- Jia, Y., Sun, Sh., Li, Sh., Wang, Zh., Wen, F., Li, Ch., Matsuyama, H., and Hu, S., (2020), “Improved performance of polysulfone ultrafiltration membrane using TCPP by post-modification method”, *Membranes*, 10(4), 66.
- Junqiang, Z., Hongrui, H., Qiqi, W., Chengyou, Y., Dongyang, L., Jing, Y., Xia, F., Ning, Y., Yiping, Z., and Li, Ch., (2019), “Hydrophilic and anti-fouling PVDF blend ultrafiltration membranes using polyacryloylmorpholine-based triblock copolymers as amphiphilic modifiers”, *Reactive and Functional Polymers*, 139, 92-101.
- Khemakhema, A., Romdhane, M. R., and Srasrac, E., (2020), “Improved performance of ultrafiltration membranes after surface modification”, *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*, 56(5),

- 7- Polystyrene
- 8- Dopamine
- 9- Cellulose acetate
- 10- Polyvinyl chloride
- 11- Nitrogen-doped carbon quantum dots
- 12- Metal-organic frameworks
- 13- Polysulfone
- 14- Polyacrylonitrile

۸- مراجع

- پسندیده پور، ف.، غلامی، ف.، و اسدی، ا.، (۱۴۰۰)، “مروری بر عملکرد غشاهای نانوفیلتراسیون اصلاح شده با نانومواد معدنی، کربنی و ترکیبی از آن‌ها”، *علوم و مهندسی آب و فاضلاب*، آماده انتشار، <http://dx.doi.org/10.22112/jwwse.2022.316060.1297>
- علی‌زاد اقیانوس، ف.، یگانی، ر.، و حضرتی، ح.، (۱۳۹۹)، “مروری بر گرفتگی غشا و روش‌های احیای آم در فناوری بیوراکتور غشایی جهت تصفیه و استفاده مجدد از آب”، *کنگره بین‌المللی توسعه کشاورزی، منابع طبیعی، محیط‌زیست و گردشگری/ایران، تبریز*، ۴.
- حسینی، ک.، و دهقانی قناتستانی، م.، (۱۳۹۸)، “مطالعه آزمایشگاهی حذف فلز جیوه از آب با استفاده از غشای اولترافیلتراسیون ماتریس مرکب تیتانیوم دی اکسید، پلی سولفون”، *پژوهش‌های نوین علوم مهندسی*، ۴(۲)، ۸۸-۹۴.
- مشکاتی، م.ه.، همنبرد، ن.، ولیپور، ع.، و اکبرزاده، ع.، (۱۴۰۰)، “راهبردها و سیاست‌های توسعه فناوری‌های تصفیه فاضلاب در ایران، علوم و مهندسی آب و فاضلاب، ۴(۴)، ۱۴-۴.
- موسوی، گ.، و باکری، غ.، (۱۳۹۷)، “اصلاح غشا اولترافیلتراسیون برپایه پلی وینیل کلراید به‌منظور جداسازی آب و روغن”، *کنگره ملی مهندسی شیمی/ایران، تهران*، ۱۶.
- Ahmad, A., Che Lah, N., Ismail, S., and Ooi, B.S., (2012), “Membrane antifouling methods and alternatives: Ultrasound approach”, *Separation and Purification Reviews*, 41(4), 318-346.
- Arefi, S., Khataee, A., Safarpour, M., and Vatanpour, V., (2020), “Modification of polyethersulfone ultrafiltration membrane using ultrasonicassisted functionalized MoS₂ for treatment of oil refinery wastewater”, *Separation and Purification Technology*, 238, 6495-6506.
- Broeckmann, A., Busch, J., Wintgens, T., and Marquardt, W., (2006), “Modeling of pore blocking and cake layer formation in membrane filtration for wastewater treatment”, *Desalination*, 189(1-3), 97-109.
- Chiao, Y., Chen, Sh., Sivakumar, M., Ang, M., Patra, T., Almodovar, J.S., Wickramasinghe, S.R., Hung, W.S., and Lai, J.Y., (2020), “Zwitterionic polymer brush grafted on polyvinylidene difluoride membrane

- fluoride) ultrafiltration membranes with chitosan for anti-fouling and antibacterial performance", *Macromolecular Research*, 26(13), 1225-1232.
- Wenxiang, Z., and Luhui, D., (2015), "Investigation of membrane fouling mechanisms using blocking models in the case of shear-enhanced ultrafiltration", *Separation and Purification Technology*, 141, 160-169.
- Yana, L., Lib, Y., and Xiang, Ch.B., (2005), "Preparation of poly(vinylidene fluoride)(Pvdf) ultrafiltration membrane modified by nano-sized alumina (Al_2O_3) and its antifouling research", *Polymer*, 46(18), 7701-7706.
- Zhiguo, Z., Jianfen, Z., Mingji, W., Haiyuan, Z., and Charles, H.C., (2012), "High performance ultrafiltration membrane based on modified chitosan coating and electrospun nanofibrous PVDF scaffolds", *Journal of Membrane Science*, 395, 209-217.
- 561-570.
- Luo, M.L., Zhao, J., Tang, W., and Pu, Ch., (2005), "Hydrophilic modification of poly(ether sulfone) ultrafiltration membrane surface by self-assembly of TiO_2 nanoparticles", *Applied Surface Science*, 249(1-4), 76-84.
- Mohammad, A., Ng, Ch., Pei, L. Y., and Ng, G.H., (2012), "Ultrafiltration in food processing industry: Review on application, membrane fouling, and fouling control", *Food and Bioprocess Technology*, 5(4), 1143-1156.
- Mulyati, S., Muchtar, S., Arahman, N., Syamsuddin, Y., Nawi N., Harun, N., Bilad, M., Firdaus, Y., Takagi, R., and Matsuyama H., (2020), "Two-step dopamine-to-polydopamine modification of polyethersulfone ultrafiltration membrane for enhancing anti-fouling and ultraviolet resistant properties", *Polymers*, 12, 51-67.
- Pejman, M., Firouzjaei, M., Aktij, S., Zolghadr, E., Das, P., Elliott, M., Sadrzadeh, M., Sangermano, M., Rahimpour, A., and Tiraferri, A., (2021) "Effective strategy for UV-mediated grafting of biocidal Ag-MOFs on polymeric membranes aimed at enhanced water ultrafiltration", *Chemical Engineering Journal*, 426(8), 935-945.
- Peters, Ch., Rantissi, T., Gitis, V., and Hankins, N., (2021), "Retention of natural organic matter by ultrafiltration and the mitigation of membrane fouling through pre-treatment, membrane enhancement, and cleaning, A review", *Journal of Water Process Engineering*, 44 (10), 2374-2384.
- Pourziad, S., Omidkhah, M. R., and Abdollahi, M., (2020), "Improved antifouling and self-cleaning aBility of PVDF ultrafiltration membrane grafted with polymer brushes for oily water treatment", *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 83, 401-408.
- Raffin, M., Germain, E., and Judd, S.J., (2012), "Influence of backwashing, flux and temperature on microfiltration for wastewater reuse", *Separation and Purification Technology*, 96(30), 147-153.
- Rahimpour, A., Madaeni, S.S., Taheri, A.H., and Mansourpanah, Y., (2008), "Coupling TiO_2 nanoparticles with UV irradiation for modification of polyethersulfone ultrafiltration membranes", *Journal of Membrane Science*, 313(1-2), 158-169.
- Shi, X., Tal, G., Hankins, N., and Gitis, V., (2014), "Fouling and cleaning of ultrafiltration membranes: A review" *Journal of Water Process Engineering*, 1, 121-138.
- Wang, R., Zhang, L., Chen, B., and Zhu, X., (2020), "Low-pressure driven electrospun membrane with tuned surface charge for efficient removal of polystyrene nanoplastics from water", *Journal of Membrane Science*, 614, 8470-8481.
- Wang, Z., Ma, J., Tang, C.Y., Kimura, K., Wang, Q., and Han, X., (2014), "Membrane cleaning in membrane bioreactors: A review", *Journal of Membrane Science*, 468, 276-307.
- Weiwei, X., Manman, X., Xia, F., Li, Ch., and Yiping, Zh., (2018), "Surface modification of poly(vinylidene



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

Research Paper

مقاله پژوهشی

**Investigating the Role of Social Capital on
Water Crisis Management**

**بررسی نقش سرمایه‌های اجتماعی در مدیریت
بحران کم‌آبی**

Masoud Haraghi^{1*} and Maryam Haraghi²

1- Ph.D. Student, Department of Management, Olum
Tahghighat University, Tehran, Iran.

2- MSc. Department of Management, Lorstan
University, Lorestan, Iran.

*Corresponding Author, Email: Haraghy@yahoo.com

مسعود حراقی^{۱*} و مریم حراقی^۲

۱- دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و
تحقیقات، تهران، ایران.

۲- کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران.

*نویسنده مسئول، ایمیل: Haraghy@yahoo.com

Received: 26/01/2021

Revised: 28/04/2022

Accepted: 13/05/2022

© IWWA

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۰۷

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۱/۰۲/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۳

© انجمن آب و فاضلاب ایران

Abstract

چکیده

The main purpose of this study is to investigate the relationship between the components of social capital and the effectiveness of measures being efficient in adapting citizens to the water crisis. In this research, four main components of social capital (including: social trust, social participation, social support and social solidarity) as well as measures being efficient in the water crisis management (including: prevention, readiness, response, and restoration) were examined through the structural equation modeling. The statistical population of the present research that has been a cross-sectional survey, was citizens living in cities and villages of Bushehr province, which were investigated separately. In this regard, two statistical samples of 2000 people (separately for urban and rural residents) were selected and studied based on stratified-relative sampling method (in which each city was considered as a class and the sample was selected in proportion to population). The collected data were analyzed by the structural equation modeling using AMOS22 and SPSS22 software-. Data analysis and research hypotheses test showed that there is a significant relationship between the four main components of social capital and the effectiveness of measures being efficient in adapting citizens to the water crisis. The study results also indicated that the stronger the components of social capital, especially social support and social solidarity, the better the effectiveness of measures being efficient in water crisis management.

هدف اصلی از انجام این پژوهش، بررسی رابطه بین مولفه‌های سرمایه اجتماعی و اثربخشی اقدامات موثر در سازگاری شهروندان با بحران کم‌آبی است. در این پژوهش، چهار مولفه اصلی سرمایه اجتماعی (شامل: اعتماد، مشارکت، حمایت و انسجام اجتماعی) و نیز اقدامات موثر در مدیریت بحران کم‌آبی (شامل: پیشگیری، آمادگی، پاسخ و ترمیم) در قالب مدلسازی معادلات ساختاری مورد بررسی قرار گرفت. جامعه آماری پژوهش حاضر که یک تحقیق پیمایش مقطعی است، شهروندان ساکن در شهرها و روستاهای استان بوشهر بودند که به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفتند. در این راستا، دو نمونه آماری ۲۰۰۰ نفره (به تفکیک ساکنان شهر و روستا) براساس شیوه نمونه‌گیری طبقه‌ای-نسبی (که در آن هر شهرستان، به عنوان یک طبقه در نظر گرفته شده و نمونه به نسبت جعیت انتخاب می‌شود) انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفتند. داده‌های جمع‌آوری شده، به روش مدل‌سازی معادلات ساختاری و با استفاده از نرم‌افزارهای AMOS22 و SPSS22 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. تحلیل داده‌ها و بررسی فرضیه‌های پژوهش نشان داد، بین چهار مولفه اصلی سرمایه اجتماعی و اثربخشی اقدامات موثر به منظور سازگاری شهروندان در مواجهه با بحران کم‌آبی رابطه معناداری وجود دارد. نتایج به دست آمده از پژوهش نشان داد، هرچه مولفه‌های سرمایه اجتماعی به خصوص حمایت اجتماعی و انسجام اجتماعی تقویت شوند، اثربخشی اقدامات موثر در مدیریت بحران کم‌آبی نیز ارتقا می‌یابد.

Keywords: Water crisis, Social capital, Social solidarity.

کلمات کلیدی: بحران کم‌آبی، سرمایه اجتماعی، انسجام اجتماعی.

کشاورزی و قابل تحمل برای مصارف بهداشتی هستند، شش درصد از آبخوان‌ها از آبی برخوردار هستند که با اعمال محدودیت‌هایی امکان کشاورزی دارند، چهل درصد از آن‌ها دارای کیفیت پایین هستند، به گونه‌ای که برای کشاورزی با گیاهان مقاوم به شوری مناسب بوده و پنجاه درصد از آبخوان‌های استان نیز از چنان کیفیت پایینی برخوردار هستند که صرفاً برای فعالیت شورورزی و آبی‌پرویی قابلیت استفاده دارند که استفاده از آن‌ها در فعالیت‌های شورری، صنعت، شرب و بهداشت مستلزم شیرین‌سازی و بهبود و اصلاح کیفیت است. از طرفی حجم کل برداشت آب از منابع سطحی، زیرزمینی (آبخوان‌های آبرفتی، سازند، چشمه و قنات)، نمک‌زدایی و نیز انتقال آب از خارج استان، برای مصارف کشاورزی، شرب، خدمات، صنعت و معدن و فضای سبز شهری معادل با ۱۰۲۱ میلیون مترمکعب در سال است. بررسی ترکیب تامین آب استان به تفکیک منابع درون استانی و برون استانی نیز نشان می‌دهد، حدود ۱۰ درصد از منابع آب استان از منابع بیرون شامل خطوط آبرسانی کوثر و کازرون و ۹۰ درصد مابقی از محل منابع درون استانی اعم از منابع آب سطحی، زیرزمینی و نیز نمک‌زدایی آب دریا تامین می‌شود. بررسی نحوه تامین منابع آب شرب به عنوان یکی از ضروری‌ترین نیازمندی‌های استان، نشان می‌دهد که سالانه حدود ۸۲ درصد از کل آب شرب مورد نیاز استان، معادل با ۱۰۲ میلیون مترمکعب، از محل منابع برون استانی (۲۵ میلیون مترمکعب از استان فارس و ۷۷ میلیون مترمکعب از استان کهگیلویه و بویراحمد) و ۱۲ درصد از محل منابع درون استانی (شامل ۱۵ میلیون مترمکعب از منابع آب زیرزمینی و ۷/۳ میلیون مترمکعب از طریق آب شیرین‌کن‌ها) تامین می‌شود. بنابراین، می‌توان بیان نمود که تداوم خدمت‌رسانی در زمینه آب شرب به مردم استان بوشهر، منوط به تامین پایدار منابع آب از استان‌های هم‌جوار است. اما تغییرات اقلیمی، شامل کاهش بارندگی و وقوع خشکسالی‌های پیاپی و نیز افزایش استحصال آب در استان‌های مبدأ، منجر به بروز چالش‌هایی در زمینه تامین آب شرب برای استان بوشهر شده است. علی‌رغم تولید سالانه ۱۱۹/۳ میلیون مترمکعب آب برای مصارف شرب و خدمات شهری و روستایی و اختصاص سرانه ۲۷۰ لیتری آب به‌ازای هر نفر در استان، بخش‌های زیادی از مناطق شهری و روستایی دارای تنش آبی هستند. به گونه‌ای که ۸ شهر از ۳۷ شهر مصوب استان بوشهر، با جمعیتی بالغ بر ۴۱۹۲۲۳ نفر و معادل با نیمی از جمعیت شهرهای استان دارای تنش آبی بوده و در حداکثر مصرف، ۴۰ درصد (معادل با ۶۱۲۶۰ مترمکعب) کمبود آب را تجربه خواهند کرد. بررسی جمعیت روستاهای دارای تنش

آب یکی از منابع مهم در توسعه کشورها است. در طول قرن بیستم، جمعیت جهان سه برابر و میزان استفاده از آب شش برابر شده است که این موضوع اهمیت و ضرورت مدیریت مصرف آب در راستای مقابله با کاهش ذخایر را بیش از پیش نشان می‌دهد. با توجه به افزایش روزافزون مصرف و از سوی دیگر محدودیت ذخایر آبی، میزان آب قابل دسترس در سراسر جهان، تنها برای جمعیت کنونی با حداقل دسترسی به آب سالم کافی است؛ اما توزیع نامناسب از لحاظ مکانی، زمانی و افزایش جمعیت و بالا رفتن سرانه مصرف، مسئله ضرورت مدیریت منابع آب را تشدید نموده است. ایران از نظر اقلیمی، در ناحیه خشک و نیمه خشک جهان واقع شده است و مطابق با گزارش شرکت مدیریت منابع آب ایران، متوسط بارندگی سالانه کشور طی ده سال اخیر، معادل با ۲۵۰ میلی‌متر است که بسیار کمتر از متوسط بارندگی آسیا و جهان بوده و شاخص مذکور برای سال آبی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ نیز، معادل با ۱۵۷ میلی‌متر بوده که بسیار کمتر از متوسط ده ساله اخیر است. علاوه بر این، بیشترین مصرف آب کشور در بخش‌های شرب، صنعت و کشاورزی است که با ادامه روند کنونی و با فرض ثابت بودن سرانه مصرف آب (۱۵۰۰ مترمکعب به ازای هر نفر در سال) و هم چنین پیش‌بینی‌های جمعیتی (۹۰ میلیون نفر) در سال ۱۴۰۵، مقدار آب مورد نیاز حدود ۱۳۵ میلیارد مترمکعب خواهد بود که تامین این میزان آب، از منابع تجدیدپذیر آبی کشور امکان‌پذیر نخواهد بود. این موضوع، کمبود و کاهش کیفیت منابع آب را به چالش مهمی برای برنامه‌های توسعه کشور در آینده تبدیل کرده است.

به استناد گزارش آب منطقه‌ای استان بوشهر، بررسی تراز آب‌های زیرزمینی طی یک دهه اخیر نشان می‌دهد که این استان از پتانسیل قابل توجهی در بخش آب زیرزمینی برخوردار نیست، به گونه‌ای که ۱۷ دشت منتخب و فعال استان، دارای متوسط کسری حجم سالانه ۳۴ میلیون مترمکعب و کسری تجمعی بالغ بر ۳۸۰ میلیون مترمکعب هستند. بیشتر آبخوان‌های استان نیز علاوه بر فقر کمی، از نظر کیفی دارای شرایط مناسبی نبوده و تحت تاثیر برداشت‌های بی‌رویه و خشکسالی‌های اخیر، چنین پتانسیل ضعیفی نیز در معرض نابودی و از دست رفتن قرار دارد. به علاوه، بررسی وضعیت کیفی حوزه‌های آبخوان‌های استان نشان می‌دهد که صرفاً یک درصد از مساحت آبخوان‌های استان دارای آبی با کیفیت شرب و مناسب برای کشاورزی هستند، سه درصد از آن‌ها دارای آبی با کیفیت مناسب و فاقد محدودیت نسبی برای

آبی، نشان می‌دهد که ۱۹۳۵۰۰ نفر از کل جمعیت ساکن در روستاهای استان (حدود ۶۱ درصد) در معرض تنش آبی هستند. بررسی میزان آب مورد نیاز و آب دریافتی روستاها نیز نشان می‌دهد که روزانه ۱۶۴۱۹ مترمکعب، معادل با ۲۴ درصد از کل آب مورد نیاز روستاها دارای کسری است. وقوع اعتراضات گسترده در برخی از روستاهای واقع در دشتستان، تنگستان و عسلویه، می‌تواند بیانگر بحران آبی علی‌رغم تلاش‌های صورت گرفته تاکنون باشد. لذا مدیریت بحران و عبور از چالش پیش‌آمده، نیازمند جلب اعتماد مردم و نیز استفاده از سرمایه‌های اجتماعی است.

در نظام اجتماعی کنونی، سرمایه اجتماعی به‌عنوان یکی از شاخصه‌های بنیادین رشد و توسعه مطرح است. این مفهوم حوزه‌های متفاوتی از جمله توسعه روستایی، توسعه اقتصادی- اجتماعی کلان‌شهرها، بهبود مدیریت در زمینه‌های مختلف و سطوح مختلف خرد و کلان را دربر می‌گیرد. در واقع، یکی از شروط لازم برای پیشرفت و توسعه همه‌جانبه جامعه، گسترش انسجام اجتماعی، بسط مشارکت اجتماعی و اعتماد متقابل فرد- جامعه- دولت از طریق بهره‌گیری و توسعه سرمایه‌های اجتماعی حاصل می‌شود (رستمعلی‌زاده و فیروزآبادی، ۱۳۹۰). به این ترتیب، سطوح بالاتر سرمایه اجتماعی از قبیل اعتماد، مشارکت، همبستگی، ثبات و سایر متغیرهای وابسته، می‌تواند موفقیت یا مدیریت وقایع اجتماعی، سیاسی و اقتصادی را تضمین نماید. سرمایه اجتماعی با استفاده از مولفه‌های خود، می‌تواند به‌عنوان نیرویی تسهیل‌کننده و مولد در افزایش کارایی جامعه نقش آفرینی کند. از این‌رو، با زمینه‌سازی و بهره‌گیری از این مفهوم در برنامه‌ریزی‌ها به‌منظور مقابله با بحران‌ها، می‌توان بی‌ثباتی‌های احتمالی جامعه را کاهش داد. در این راستا، پژوهش حاضر به دنبال بررسی نقش و تاثیر مولفه‌های سرمایه اجتماعی در اثربخشی اقدامات موثر به‌منظور مدیریت و سازگاری با بحران کم‌آبی است. سرمایه اجتماعی در مواردی از قبیل مشارکت و همکاری محلی بین افراد و گروه‌ها، اعتماد محلی، توسعه شبکه‌ای و میزان پذیرش تصمیمات نهادی در جامعه اهمیت زیادی دارد و می‌تواند، توانایی جوامع محلی را در مدیریت سانحه و کاهش اثرات ناگوار سوانح طبیعی افزایش دهد. بنابراین، سرمایه اجتماعی با ایجاد اعتماد، روابط متقابل، انسجام گروهی و مشارکت به بهبود مدیریت در فازهای قبل، حین و بعد از بحران کمک می‌کند. اتحادیه‌ها، روابط و شبکه‌های اجتماعی موجود در جوامع محلی، می‌توانند نقشی حیاتی برای آگاه‌سازی ساکنین در موقعیت‌های قبل از سانحه، ایجاد ظرفیت برای رویارویی با عدم اطمینان‌های پیش‌رو در اثر وقوع سانحه و بسیج کارآمد جامعه در مرحله پس از سانحه

برای افزایش اعتماد، آگاهی، مسئولیت‌پذیری و مسئولیت جمعی (به‌عنوان اجزای سرمایه اجتماعی) با تقویت شبکه اجتماعی و ساختار اجتماعی موجود، داشته باشند، زمینه را برای جریان اطلاعات در موقعیت‌های حین سانحه فراهم سازند و کارایی تصمیمات را در درون اختیارات ایجاد شده که در مورد واکنش به‌موقع به سوانح ضروری است، افزایش دهند. سرمایه اجتماعی، در برگزیده مفاهیمی هم‌چون اعتماد، همکاری و همیاری میان اعضای گروه یا جامعه است که نظام هدفمندی را شکل می‌دهد. شاخص‌های سرمایه اجتماعی از نظر Putnam (2000)، اعتماد، هنجارها و شبکه‌های مشارکت اجتماعی است که با تسهیل کنش‌ها، کارایی جامعه را بهبود می‌بخشد. هر جامعه‌ای براساس شبکه‌های رسمی و غیررسمی ارتباطات میان افراد شناخته می‌شود. بعضی از این شبکه‌ها هم‌سطح (افقی) هستند و شهروندان برخوردار از وضعیت و قدرت برابر را دور هم جمع می‌کنند. اما بعضی دیگر، شبکه‌های عمودی هستند که شهروندان را براساس روابط نابرابر مبتنی بر سلسله مراتب به هم پیوند می‌دهند. در بیشتر موارد، شبکه‌ها ترکیبی از روابط عمودی و افقی را شامل می‌شوند. هرچه شبکه‌های اجتماعی در جامعه‌ای متراکم‌تر باشند، احتمال این‌که شهروندان بتوانند برای منافع متقابل همکاری کنند، بیشتر است (دلفروز، ۱۳۸۰).

Alderich (2010) در پژوهشی نقش سرمایه اجتماعی پس از وقوع بحران سیل را بررسی کرد. از دیدگاه این پژوهشگر، وجود یا فقدان برخی از ذخایر سرمایه اجتماعی مانند اعتماد بین شهروندان در جوامع متأثر از فاجعه، می‌تواند درک این موضوع را تسهیل نماید که چرا مردم در برخی از محلات شهرهایی مانند کوبه (ژاپن)، تامیل نادو (هند) و نیواورلیان و لویزیانا (آمریکا)، فعالانه به یکدیگر کمک کردند؛ در حالی‌که در برخی دیگر از محلات هیچ‌گونه فعالیتی در راستای کمک به دیگران انجام ندادند. به نظر Alderich (2010) سرمایه اجتماعی، می‌تواند هر دو حالت را از طریق ابتکارات محلی و مداخلات سازمان‌های خارجی عمیق‌تر نماید. Mimaki and Shaw (2007) در پژوهشی، علاوه بر تعریف عوامل موثر، با استفاده از روش میدانی به این نتیجه رسیدند که این منطقه با توجه به نوع روابط اجتماعی، رهبری محلی و سیستم نهادی نقش مهمی در آماده‌سازی جامعه محلی در برابر سوانح طبیعی دارد. Shaw and Nakagawa (2005) در پژوهشی، نقش سرمایه‌های اجتماعی از قبیل اعتماد، هنجارهای اجتماعی، مشارکت و شبکه‌های اجتماعی محلی را بررسی کرده و به تاثیر مثبت ابعاد سرمایه اجتماعی در کاهش اثرات سانحه از طریق بهبود توانایی‌های مدیریت سانحه در

و حفظ سرمایه اجتماعی پدید آمده و ممانعت از زوال آن نیز ضروری است. لذا پایش و ارزیابی مداوم سرمایه‌های اجتماعی به‌منظور مدیریت و استمرار همراهی بدنه اجتماعی جامعه در وقایع اجتماعی، اقتصادی و سیاسی ضروری به‌نظر می‌رسد. به‌طور خلاصه، سرمایه اجتماعی حاصل فعالیت گروه‌های اجتماعی، احساس هویت جمعی و گروهی، تعامل اجتماعی متقابل بین اعضای جامعه، اعتماد متقابل بین اعضای جامعه و جامعه-دولت و وجود تصویری مشترک از آینده است (خضری، ۱۳۸۴).

در بررسی پیشینه مفهوم سرمایه اجتماعی، می‌توان به سه گروه با دیدگاه‌های متفاوت اشاره نمود. گروه اول سرمایه اجتماعی را به مثابه منبعی می‌دانند که کارها را از طریق یک کنشگر مرکزی تسهیل می‌نماید. این دیدگاه به سرمایه اجتماعی، می‌تواند موفقیت‌های مختلف افراد و گروه‌ها را در یک هم‌آورد رقابتی بیان کند. گروهی دیگر از پژوهش‌ها، سرمایه اجتماعی را نتیجه ساختار ارتباطی بین افراد و گروه‌ها در درون اجتماع می‌دانند که به این اجتماعات انسجام بخشیده و آن‌ها را از مزایای ارتباطی بهره‌مند می‌سازد. گروه سوم، نگاه دو سویه متعادل نسبت به ابعاد داخلی و خارجی دارند. این دیدگاه، عمدتاً با نگرش سیستم‌های باز به شکل‌گیری سرمایه اجتماعی می‌پردازد (رحمان سرشت، ۱۳۸۲). در ادامه، دیدگاه پژوهشگران مختلف پیشین در خصوص مفهوم و کارکرد سرمایه اجتماعی به‌طور خلاصه مورد بررسی قرار می‌گیرد. اما نظرات پژوهشگران تحقیق حاضر، به تعریف (Coleman 1990) و Putnam (2000) از سرمایه اجتماعی نزدیک‌تر بوده و تعاریف پژوهشگران یاد شده مبنای مولفه‌های متغیر سرمایه اجتماعی در پژوهش فعلی است.

✓ از دیدگاه Jacobs (1965) سرمایه اجتماعی اهمیت اساسی وجود شبکه‌های قوی، روابط مبتنی بر اعتماد و جلب همکاری در اجتماعات را آشکار می‌نماید.

✓ از دیدگاه Bourdieu (1986) سرمایه اجتماعی منبعی حقیقی یا مجازی بوده که فرد یا گروه به‌واسطه موقعیت خود در یک شبکه ارتباطی که دارای روابط دیرینه و تا حدودی نهادی شده است، به‌دست می‌آورد.

✓ از دیدگاه Coleman (1990) سرمایه اجتماعی منبعی اجتماعی- ساختاری است که دارایی و سرمایه افراد محسوب می‌شود. این دارایی، به‌صورت ویژگی‌هایی است که در ساختار اجتماعی وجود دارد و باعث می‌شود افراد با سهولت بیشتری وارد کنش اجتماعی شوند. این نوع سرمایه، امکان دستیابی به هدف‌های معینی را که در نبود آن دست‌نیافتنی است، فراهم می‌سازد. مهم‌ترین ویژگی سرمایه اجتماعی از نظر

راستای دستیابی به توسعه پایدار اشاره می‌نمایند. Pelling (2003) در پژوهشی، سرمایه اجتماعی (شامل اعتماد اجتماعی، مشارکت و انسجام اجتماعی) شبکه‌ای شده را از اصول کلیدی برای مداخلات قوی در مدیریت سوانح بیان می‌نماید و آن‌را باعث ارتقای میزان همبستگی و اعتماد به قوانین در سطح جوامع محلی می‌داند. رشادت‌جو و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی، نقش سرمایه اجتماعی در مدیریت بحران‌های اجتماعی کلان‌شهر رشت را بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد، بین مؤلفه‌های سرمایه اجتماعی با گام‌های مدیریت بحران ارتباط معناداری وجود دارد. به‌گونه‌ای که هرچه بیشتر بر میزان سرمایه اجتماعی شهروندان افزوده شود، مدیریت بحران‌های اجتماعی نیز تسهیل خواهد شد. شفیعی (۱۳۸۹) رابطه سرمایه اجتماعی و توسعه پایدار را بررسی کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که میان سرمایه اجتماعی و توسعه پایدار اقتصادی، رابطه مثبت و معناداری برقرار است؛ به‌گونه‌ای که سرمایه اجتماعی بالا وسیله‌ای برای افزایش پایداری اقتصادهای محلی محسوب می‌شود. خاکپور و همکاران (۱۳۸۸) ارتباط بین وضعیت سرمایه اجتماعی و توسعه‌یافتگی مناطق شهری را بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که با تقویت سرمایه اجتماعی، می‌توان به پایداری محله‌ای دست یافت. اما توجه به مفهوم ذهنی سرمایه اجتماعی شرط انکارناپذیر تحقق مفهوم عینی پایداری است، یعنی دستیابی به پایداری در توسعه محله‌ای، بدون توجه به پتانسیل‌های نهادی و انسانی و بهره‌گیری از تمامی ظرفیت‌های فردی و گروهی امری غیرقابل دستیابی است.

با توجه به آن‌چه بیان شد و با درنظر گرفتن نقش سرمایه اجتماعی و مولفه‌های آن در برخورد با بحران‌ها از جمله بحران کم‌آبی، هدف اصلی این پژوهش، بررسی و تبیین نقش مولفه‌های سرمایه‌های اجتماعی در اثربخشی اقدامات موثر به‌منظور مدیریت و سازگاری با بحران کم‌آبی است.

۲- بررسی مفاهیم پژوهش

در ادامه مفاهیم پژوهش مانند سرمایه اجتماعی، مولفه‌های سرمایه اجتماعی و مدیریت بحران مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۲-۱- سرمایه اجتماعی^۱

امروزه برای دستیابی به رشد و توسعه همه‌جانبه و نیز برای اثربخش نمودن اقدامات سیاسی، اجتماعی، اقتصادی دولت‌ها به سرمایه اجتماعی نیاز است. در واقع، نه تنها ایجاد و خلق سرمایه اجتماعی برای دستیابی به توسعه حائز اهمیت بوده، بلکه استمرار

مشارکت عمومی می‌شود که در نهایت نیز، مجموعه فرایند مذکور منجر به ارتقای سرمایه اجتماعی می‌شود (شجاعی و همکاران، ۱۳۸۷).

۲-۲- مولفه‌های سرمایه اجتماعی

با توجه به نقش مهمی که سرمایه اجتماعی از یک سو در توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی و از سوی دیگر در مدیریت و بهبود وقایع اجتماعی دارد، شناسایی و بررسی مولفه‌های موثر در تقویت و یا تضعیف آن دارای اهمیت به‌سزایی است. در ادامه مولفه‌های سرمایه اجتماعی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۲-۲-۱- مشارکت اجتماعی^۲

اگرچه وجود مشارکت به‌لحاظ انتزاعی و نظری بسیار مهم و اساسی است، اما عملی نمودن آن به سادگی میسر نیست. در واقع، شرایط اجتماعی و سیاسی حاکم بر جامعه، نوع دیدگاه و نگاه مسئولان و برنامه‌ریزان، خلیات و روحیات مردم، تجربیات و واقعیات گذشته و حال و آینده جامعه، بر پذیرش و عدم‌پذیرش یا نحوه اجرای مشارکت موثر است. در این پژوهش، میزان مشارکت سطح کلان جامعه یعنی عموم مردم مورد بررسی قرار می‌گیرد. در واقع، عموم مردم به‌عنوان سرمایه اجتماعی جامعه در پیشبرد اهداف و راهبردهای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی نقش به‌سزایی خواهند داشت. مشارکت اجتماعی، خود دارای دو سطح ذهنی و عینی به‌شرح ذیل است.

✓ **مشارکت ذهنی:** در واقع تمایل قصد افراد به مشارکت است که در نتیجه اعتماد و سایر عوامل ایجاد خواهد شد.

✓ **مشارکت عینی و رفتاری:** به‌صورت عضویت، نظارت، اجرا و تصمیم‌گیری بروز می‌نماید که همان پیوندهای عینی افراد با یکدیگر است (تاجبخش، ۱۳۸۴).

۲-۲-۲- انسجام اجتماعی^۳

انسجام اجتماعی، دومین مولفه سرمایه اجتماعی بوده که بیانگر پیوندهای عینی بین افراد و یا به‌عبارت دیگر، ارتباطات آن‌ها با یکدیگر است. در یک تعریف کلی، انسجام اجتماعی به وضعیتی اطلاق می‌شود که در آن اجزای تشکیل‌دهنده جامعه، به‌گونه‌ای به یکدیگر وصل می‌شوند که یک کل معنادار و موثر را به‌وجود می‌آورند. به‌عبارت دیگر، انسجام اجتماعی نوعی از ترتیبات اجتماعی است که تضمین می‌کند افراد، نهادها، سازمان‌ها و گروه‌های مختلف اجرایی در سطوح مختلف، به اشتراک ذهنی (مدل‌های ذهنی مشترک) برسند، قابلیت همکاری

(Coleman 1990)، نظام تعهدات و انتظارات است. در این دیدگاه، دو عامل مهم وجود دارد. اول این که تا چه حد محیط اجتماعی درخور اعتماد است، یعنی تعهدات بازپرداخت می‌شود و دیگر این که میزان واقعی تعهداتی که برعهده گرفته شده تا چه حد است.

✓ از دیدگاه Fukuyama (1997) سرمایه اجتماعی توانایی افراد برای همکاری با دیگران برای دستیابی به مقاصد مشترک در گروه‌ها و سازمان‌های اجتماعی است.

✓ از دیدگاه Nahapiet and Ghoshal (1995) سرمایه اجتماعی به‌عنوان جمع منابع بالفعل و بالقوه موجود در درون و یا قابل‌دسترز از طریق شبکه روابط بین افراد و یا واحدهای اجتماعی است.

✓ از دیدگاه Porter (1998) سرمایه اجتماعی عبارت است از توانایی کنش‌گران برای تأمین منافع خود از طریق عضویت در شبکه‌های اجتماعی.

✓ از دیدگاه Putnam (2000) مقصود از سرمایه اجتماعی، وجوه گوناگون سازمان‌های اجتماعی نظیر اعتماد، هنجار و شبکه‌ها است که می‌توانند با ایجاد و تسهیل امکانات هماهنگ، کارایی جامعه را در مواجهه با وقایع ارتقا دهند.

سنجش سرمایه اجتماعی، مقوله‌ای است که برای کاربردی شدن گزاره مذکور در سیاست‌گذاری‌ها و امکان بررسی ارزش افزوده ناشی از سرمایه‌گذاری و پرداختن به این مفهوم، باید عملی شود. تنها از این طریق است که می‌توان دریافت سیاست‌گذاری‌های دولت چقدر بر سرمایه اجتماعی جامعه افزوده یا از آن کاسته است. هم‌چنین، بررسی و تحلیل ارتباط بین این مفهوم و دیگر مفاهیم حوزه اجتماع ضرورت دارد. سه عامل، تحقق سرمایه اجتماعی در جامعه را تضمین خواهد نمود. عامل نخست، آگاهی از مسائل و شفافیت در راستای جلب اعتماد عمومی است. در واقع، سرمایه اجتماعی مربوط به روابط بین افراد است و نمی‌تواند متکی به شخص باشد؛ لذا تنها در صورتی که در جامعه توزیع اطلاعات به‌صورت درست و عادلانه صورت گیرد و شفافیت کامل حکم‌فرما باشد، سرمایه اجتماعی می‌تواند بروز پیدا کند. عامل دوم، اعتماد بوده که در واقع منبعث و مبتنی بر شفافیتی است که پیشتر بیان شد. تا زمانی که جریان آزاد اطلاعات و شفافیت به‌عنوان اصول اجتماعی حکم‌فرما نباشد، نمی‌توان اعتماد عمومی را جلب نمود. البته اعتماد هم باید بین افراد جامعه (اعتماد بین‌فردی) و هم بین افراد و نهادها (اعتماد انتزاعی) شکل گیرد. عامل سوم، پیوندهای رسمی و یا غیررسمی است که انسجام اجتماعی را شکل می‌دهد. مجموعه این سه عامل، زمینه‌ساز جلب

جاری خارج می‌شوند (نویدینا، ۱۳۸۸). مهم‌ترین مسئله در برقراری نظم اجتماعی، اعتماد و همبستگی اجتماعی است، یعنی این‌که بدون انسجام و اعتماد اجتماعی، پایداری اجتماعی ممکن نیست (چلبی و مبارکی، ۱۳۷۵). هرچه اعتماد اجتماعی در بین مردم بیشتر باشد، احساس امنیت نیز ارتقا خواهد یافت. در این زمینه، به‌منظور بسترسازی در جهت شکل‌گیری اعتماد و به‌تبع آن افزایش احساس امنیت، معماران فرهنگی و برنامه‌ریزان اجتماعی رسانه باید پایه‌های اعتماد بنیادین را در بین افراد جامعه تقویت کنند که این موضوع، می‌تواند اعتماد عام را هم در بین مردم و هم در بین نهادهای دولتی افزایش دهد و از این طریق احساس امنیت را نیز تقویت کند (حسن‌زاده ثمرین، همتی‌گیلانی و گزی، ۱۳۹۳). در یک تقسیم‌بندی کلی، اعتماد را می‌توان در چهار سطح مورد بررسی قرار داد. اعتماد بنیادین که در سطح فردی و روان‌شناسی بررسی می‌شود، اعتماد بین‌شخصی، اعتماد تعمیم‌یافته و اعتماد به نظام یا سیستم که در سطح جامعه‌شناسی بحث می‌شود.

✓ **اعتماد بنیادین**^۷: اعتماد بنیادین، نگرشی است که فرد نسبت به خود و دنیای پیرامون خود دارد و موجب تقویت این احساس می‌شود که افراد و امور دنیا قابل‌اعتماد و دارای ثبات و استمرار هستند (گیدنز، ۱۳۷۷). محققان معتقدند که این اعتماد، محصول فرایندهای دوره نوزادی است. اگر دیگران نیازهای اصلی و مادی و عاطفی نوزاد را تامین کنند، حس اعتماد در کودک به‌وجود می‌آید. اما عدم تامین این نیازها، سبب می‌شود نوعی بی‌اعتمادی نسبت به جهان، به‌ویژه در روابط شخصی به‌وجود آید (اجاقلو و زاهدی، ۱۳۸۲).

✓ **اعتماد بین‌شخصی**^۸: اعتماد بین‌شخصی، شکلی از اعتماد است که در روابط چهره به چهره خود را نشان می‌دهد. این شکل از اعتماد، موانع ارتباطی را مرتفع می‌سازد و با کاستن از حالت دفاعی، بسیاری از تعاملات روزانه را موجب می‌شود. اعتماد بین‌شخصی، حوزه‌ای از تعاملات میان دوستان و همکاران و همچنین اعتماد میان رئیس و کارمند، سرپرست و کارگر، معلم و شاگرد، فروشنده و مشتری، پزشک و بیمار و غیره را دربر می‌گیرد. مشکل اصلی اعتمادی که از تجربه تعامل شخصی ایجاد می‌شود، محدود بودن قلمرو آن است و در جامعه‌ای که تحرک و نیاز به همکاری با غریبه‌ها و اتکا به آن‌ها یکی از ویژگی‌های برجسته آن است، چندان راه‌گشا نیست. زتومکابیان بیان می‌کند، حضور هم‌زمان کنش‌گران در یک مکان ویژگی منحصر به فردی را پدید می‌آورد که اعتماد بین شخصی را از دیگر شکل‌های اعتماد متمایز می‌نماید

با یکدیگر را داشته باشند، به قوانین موجود احترام بگذارند، از امکانات جامعه استفاده کنند و در مقابل، توانایی‌های خود را براساس هوش‌ها و توانمندی‌های چندگانه، بازشناسی و پرورش داده و در اختیار جامعه قرار دهند که به نوبه خود توسعه ظرفیت‌ها و توانایی‌های جامعه را به‌بار می‌آورد (Jeannotte, 2003; Gardner, 2005; Woolcock, 2011). پیوندهای بین افراد در جامعه که زمینه‌ساز مشارکت‌های آن‌ها در وقایع اجتماعی است، می‌تواند از دو نوع باشد:

✓ **پیوندهای غیررسمی**^۹: که در آن، افراد از طریق انتخاب دوستی‌ها و انواع پیوندهای شبکه‌ای با یکدیگر در ارتباط هستند. به عبارت دیگر، هر فردی دارای شبکه اجتماعی است که این شبکه می‌تواند حاوی انواع رابطه‌ها نظیر دوستی یا پیوندهای عاطفی، نزدیکی در فضا، مانند همسایگی یا مجاورت مکانی در اداره، رابطه خویشاوندی و نظیر آن باشد. هر یک از این پیوندها، دلالت بر کل ذخایر سرمایه اجتماعی فرد دارد. به‌طور خلاصه، دوستی‌های غیررسمی فرد با همکلاسی‌های قدیمی، همکاران یا دوست یک دوست، می‌تواند به‌واسطه تامین ارتباطات و حمایت اجتماعی، تقویت‌کننده سرمایه اجتماعی آن فرد باشد.

✓ **پیوندهای رسمی**^۵: فرد جدای از پیوندهای غیررسمی با دیگران، می‌تواند از طریق عضویت در انجمن‌ها و گروه‌های داوطلبانه با دیگران در ارتباط باشد. پیوندهای رسمی و شبکه‌های غیررسمی برحسب پیوند بین افراد تعریف می‌شود، ولی ادامه حیات پیوندهای رسمی فراتر از شبکه‌های اجتماعی درونی است (چلبی و مبارکی، ۱۳۷۵).

۲-۲-۳- اعتماد اجتماعی^۶

اعتماد، شکلی از سرمایه اجتماعی است که جامعه آن را در گذر زمان، به تدریج و از طریق تعاملات افراد به‌صورت فرد با فرد به‌دست آورده، آن‌گاه به نوعی خیر عامه تبدیل می‌شود که مبنای اعتماد سایر افراد جامعه قرار می‌گیرد. از آن‌جا که این سرمایه، ظرف مدت‌های مدیدی شکل گرفته، برخلاف سرمایه‌های متعارف از بین نمی‌رود. اعتماد اجتماعی برخلاف اعتماد فردی، از شبکه‌های موجود در امور اجتماعی، مدنی و هنجارهای روابط متقابل ناشی می‌شود (الوانی و شیروانی، ۱۳۸۳). اعتماد نوعی پدیده عام و حیاتی در توسعه شخصیت است. اعتماد، با دستیابی به نوعی احساس امنیت وجودی مرتبط است. پیشامدهای بالقوه که اگر افراد واقعا به آن‌ها توجه کنند، ممکن است فلج‌کننده اراده یا نابود کننده احساسات باشند، به کمک اعتماد از گردونه زندگی

(شارع‌پور، ۱۳۸۹). با توجه به این‌که صمیمیت و نزدیکی از مشخصه‌های مهم اعتماد میان فردی در جوامع سنتی است، در چنین جوامعی خطوط مشخص بین خودی و بیگانه وجود دارد. بنابراین، دایره اعتماد محدود کسانی است که به یک جمع خاص تعلق دارند. با تغییر جوامع سنتی به مدرن، وضعیت گذشته متحول شده است. در اثر این تحول، دامنه اعتماد از محدوده دوستان و آشنایان فراتر رفته و نوعی از اعتماد تحت‌عنوان اعتماد عام یا تعمیم‌یافته را به‌وجود آورده است (اجاقلو و زاهدی، ۱۳۸۲).

✓ **اعتماد تعمیم‌یافته**^۹: اعتماد تعمیم‌یافته را می‌توان داشتن حسن ظن نسبت به اکثریت افراد جامعه، جدای از تعلق آن‌ها به گروه‌های قومی و قبیله‌ای تعریف نمود (امیرکافی، ۱۳۸۰). اعتماد تعمیم‌یافته یا اخلاقی، مبتنی بر تجارب شخصی ما نیست؛ بلکه بیشتر مبتنی بر نگاه ما به جهان است که از والدین خود یاد می‌گیریم و کاملاً باثبات و محکم است و در طول زمان توسط نمونه‌های اتفاقی خیانت یا قربانی‌شدن (بی‌اعتمادی) از بین نمی‌رود. موضوع این اعتماد، به‌عنوان مهم‌ترین عنصر نگرشی سرمایه اجتماعی قلمداد شده و به‌منظور متمایز کردن جوامعی که دارای سرمایه اجتماعی سطح بالا هستند نسبت به جوامعی که دارای سطح پایین سرمایه اجتماعی هستند، استفاده می‌شود. (Reeskens, 2008). این نوع اعتماد، در سطح گسترده‌تری از خانواده، دوستان و آشنایان قرار می‌گیرد. هدف یا جهت‌گیری اعتماد ممکن است، معطوف به جنسیت (برای مثال، من به زن‌ها اعتماد دارم، اما به مرد‌ها اعتماد ندارم)، سن (برای مثال، من به افراد میانسال اعتماد دارم و به افراد جوان اعتماد ندارم)، نژاد، قومیت، مذهب و غیره باشد (زتومکا، ۱۳۸۶). در جامعه سنتی، نیاز چندانی به اعتماد تعمیم‌یافته نیست؛ زیرا مرزهای مشخصی بین خودی و بیگانه و هم‌چنین بین دوست و دشمن وجود دارد. اعتماد در جامعه سنتی محدود به کسانی است که به آن جمع تعلق دارند و هر کس خارج از آن قرار گیرد، مظنون و مشکوک است (امیرکافی، ۱۳۸۰).

✓ **اعتماد به نظام یا سیستم**^{۱۰}: در جامعه مدرن، الزاماً دو سوی فرایند ارتباط را ارتباط‌گران انسانی تشکیل نمی‌دهند، بلکه انسان‌ها گاهی با کنش‌گران غیرفردی ارتباط برقرار می‌کنند. به‌این ترتیب، شکل دیگری از اعتماد مطرح می‌شود که متوجه ساختارهای غیرشخصی است. در این مورد، به دو نوع اعتماد نهادی و اعتماد مدنی یا انتزاعی اشاره شده است. الف) اعتماد نهادی: که بر میزان مقبولیت و کارایی و اعتمادی که مردم به

نهادها (رسمی دولتی) دارند، دلالت دارد. انعکاس فقدان اعتماد به نهادها در اغلب موارد نتیجه بی‌اعتمادی به افرادی است که عهده‌دار امور آن نهادها هستند. بنابراین، میزان اعتماد نهادی برحسب نوع ارزیابی مردم از کارکنان این نهادها در قالب ادارات، ارگان‌ها و نهادهای مختلفی که در زندگی روزمره با آن‌ها ارتباط دارند سنجیده می‌شود (علی‌پور پروین و همکاران، ۱۳۸۸) در لیست مراجع نیست. مدرسه، دانشگاه، ارتش، دادگاه، نیروی انتظامی، بانک‌ها، بازار سهام، دولت، مجلس و غیره، نوعی از این شکل از اعتماد هستند. میزان اعتمادی که مردم به نهادهای مختلف دارند، در بین جوامع متفاوت است و در طی زمان دستخوش تغییراتی می‌شود (زتومکا، ۱۳۸۶). ب) اعتماد انتزاعی (مدنی): نظام‌های انتزاعی را نظام‌های انجام کار فنی یا مهارت تخصصی می‌دانند که حوزه‌های وسیعی از محیط مادی و اجتماعی زندگی کنونی ما را تشکیل می‌دهد. از جمله نظام پزشکی، نظام معماری و غیره. به‌نظر وی، ما از اعتماد به نهادهای مدرن و نظام‌های انتزاعی در موقعیتی که بسیاری از جنبه‌های مدرنیته جهانی شده باشد، ناگزیر خواهیم بود. یکی از معانی قضیه فوق، این است که هیچ‌کس نیست که بتواند از نظام‌های تخصصی در نهادهای مدرن کاملاً دوری گزیند. زندگی در دوره مدرن توسط نظام‌های انتزاعی تخصصی تکه‌تکه می‌شود و یک نفر نمی‌تواند مانند گذشته همه یا بیشتر کارهای خود را مستقلاً انجام دهد (گیدنز، ۱۳۷۸). البته اعتماد می‌تواند به مقولات انتزاعی دیگری مانند اعتماد به نظم، دموکراسی، علم و غیره نیز تعلق پیدا کند.

۲-۲-۴- حمایت اجتماعی^{۱۱}

آن‌چه در میان روابط و اجتماعات انسانی در زمان وقوع بحران‌های اجتماعی اهمیت دارد، حمایتی است که افراد می‌توانند از یکدیگر داشته باشند. می‌توان گفت که حمایت اجتماعی به‌عنوان یک پدیده رابطه‌ای، شکلی مهم از سرمایه اجتماعی است و دلالت‌هایی بر کل ذخایر سرمایه اجتماعی فرد دارد. ارتباطات و حمایت اجتماعی، تقویت‌کننده سرمایه اجتماعی فرد بوده و سرمایه اجتماعی نیز، خود عامل حمایت است. عواملی مانند رفاه، فراوانی و منابع رسمی حمایت در زمان نیاز، به‌علت کاستن وابستگی افراد به یکدیگر، باعث استهلاک و عدم تجدید سرمایه اجتماعی می‌شوند و هرچه افراد بیشتر از یکدیگر درخواست کمک نموده و پاسخ مثبت دریافت نمایند، مقدار سرمایه اجتماعی که ایجاد می‌شود، بیشتر خواهد بود و هرچه افراد کمتر به یکدیگر نیاز داشته باشند، به مرور سرمایه اجتماعی کاهش خواهد یافت.

تصمیم‌گیران معمولاً دست‌خوش اختلاف‌نظر شدید می‌شوند و میان آن‌ها درگیری به وجود می‌آید که موضوع را مشکل‌تر می‌سازد. لازمه رفع اختلاف، آن است که تصمیم‌گیران در چنین شرایطی تلاش کنند تا با حفظ خونسردی با یکدیگر بحث و گفت‌وگو کنند. اگر مدیریت بحران برنامه‌ریزی برای پایش بحران تعریف شود، در آن صورت چهار مرحله به‌منظور برنامه‌ریزی برای پایش بحران باید به انجام رسانند. نخست باید پدیده‌های ناگوار پیش‌بینی شوند، سپس باید برنامه‌های اقتضایی تنظیم شوند، پس از آن باید گروه‌های مدیریت بحران تشکیل و آموزش داده شده و سازماندهی شوند. سرانجام باید برای تکمیل برنامه‌ها، آن‌ها را به‌صورت آزمایشی و با تمرین عملی به اجرا درآورد. در ادامه اقدامات و فاکتورهای موثر به‌منظور مدیریت موثر بحران به‌لحاظ زمانبندی شامل پیش از بحران، هنگام وقوع بحران و پس از بحران است. به‌منظور سهولت سنجش سازه مدیریت بحران، این سازه در پرسشنامه توسط چهار مولفه شامل پیشگیری (انجام اقدامات پیشگیرانه)، آمادگی (ارتقای آگاهی عمومی و هشدار)، مقابله یا پاسخگویی حین بحران (مهار ویرانی) و بازسازی (بهبود و یادگیری پس از وقوع بحران) مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفته است.

۲-۳-۱- پیش از بحران

۲-۳-۱-۱- ارتقای آگاهی عمومی و هشدار

- ✓ ارتقای دانش عمومی درباره مفاهیم، ماهیت بحران آب و نحوه سازگاری با آن؛
- ✓ ارائه آمار و اطلاعات تاریخی و نمایش تجربیات گذشته و تجربیات سایر کشورها در مدیریت منابع آبی؛
- ✓ افزایش باور عمومی با ارائه آمار و اطلاعات به‌منظور برجسته‌سازی اثرات نامطلوب بحران کم‌آبی؛
- ✓ آموزش مشارکت‌های عمومی.

۲-۳-۱-۲- اقدامات پیشگیرانه

- ✓ برنامه افزایش باور عمومی با ارائه آمار و اطلاعات از خطر خیزی کشور و برنامه‌ریزی جامع بلندمدت و میان‌مدت در تامین و مصرف آب؛
- ✓ اقدامات در راستای ذخیره‌سازی آب حاصله از نزولات جوی و منابع آبی (چشمه‌ها، قنوات و رودخانه‌ها)؛
- ✓ شبکه‌سازی به‌منظور بهره‌گیری از ظرفیت موسسات تحقیقاتی، مراکز دانشگاهی و دستگاه‌های اجرایی در فرایند مقابله با کم‌آبی؛
- ✓ برنامه‌ریزی جامع بلندمدت و میان‌مدت به‌منظور تامین و

در واقع، می‌توان بیان نمود که اگر به مرور زمان روابط اجتماعی حفظ نشوند، به تدریج از بین می‌روند و انتظارات، تعهدات، هنجارها و بالتبع، روابط اجتماعی با گذشت زمان ضعیف و ناپدید می‌شوند (Colman, 1990). جامعه‌ای که از نظر ذخیره سرمایه اجتماعی غنی است می‌تواند با تأمین حمایت اجتماعی بیشتر برای اعضای خود، سطح بالاتری از دستاوردهای بهداشتی و سلامتی را برای افراد فراهم آورد (ووثوقی و همکاران، ۱۳۹۲). حمایت اجتماعی از دیدگاه (Fleming and Baume, 2006) سه بعد کمک‌های عینی یا ابزاری، اطلاعاتی و عاطفی به‌شرح ذیل را دربر می‌گیرد:

✓ **حمایت ابزاری**، دلالت بر حمایت‌های مادی یا عینی نظیر قرض دادن پول و یا کمک‌های معیشتی در امور روزانه دارد. این نوع کمک از افرادی کسب می‌شود که نزدیک و صمیمی هستند.

✓ **حمایت اطلاعاتی**: شامل کمک به فهم یک مسئله و مشکل است. این نوع حمایت دلالت بر کسب اطلاعاتی شامل توصیه‌ها، جهت‌گیری‌ها، پیشنهادات یا بازخوردها به یک فرد راجع به عملکردش دارد که فرد می‌تواند در حل مسائل شخصی و محیطی از آن استفاده کند.

✓ **حمایت عاطفی**: به منابع مرتبط با کسانی دلالت دارد که برای دلداری، تسلی و کسب احساس اطمینان، فرد می‌تواند به آن‌ها رجوع کند. افرادی که دارای منابع عاطفی کافی هستند، نوعاً احساس می‌کنند افرادی را دارند که هنگام برخورد با مشکلات می‌توانند به آن‌ها مراجعه کنند (زاهدی اصل و صالح، ۱۳۹۳).

۲-۳-۲- مدیریت بحران^{۱۲}

در هنگام وقوع بحران، هدف‌های عمده به‌خطر افتاده است و فرصت برای تصمیم‌گیری نیز، بسیار کم و حادثه پیش‌آمده کاملاً غیرمنتظره و غافل‌گیرکننده است. در چنین شرایطی، دیگر نمی‌توان از روش‌های معمول برای نشان دادن عکس‌العمل استفاده کرد. مدیریت در چنین شرایطی بیش از هر چیز به تجربه مهارت، سرعت، هوشمندی، خلاقیت و موقعیت‌سنجی نیاز دارد و باید با توجه به اطلاعات موجود، هرچه سریع‌تر موضوع ارزیابی شود و در خصوص آن اقدام‌های لازم به‌عمل آید. بدیهی است، هر چه اطلاعات موجود بیشتر و نظام اطلاعاتی کاراتر و توانایی در پردازش سریع اطلاعات بیشتر باشد، تصمیم‌های گرفته شده می‌تواند بهترین نتایج ممکن را نیز در پی داشته باشد. در چنین شرایطی معمولاً به‌علت شتاب‌زدگی و همچنین حاد بودن موضوع،

عرضه آب.

✓ شناسایی و استحصال منابع پایدار آبی جایگزین.

۲-۳-۲- هنگام وقوع بحران

۲-۳-۲-۱- مهار ویرانی

✓ تقویت و بهره‌گیری از ظرفیت نهادهای محلی، مانند شورای اسلامی، دهیاران، تعاونی‌ها و غیره در جریان سازگاری با کم‌آبی؛

✓ تامین اعتبار به‌منظور اجرای طرح‌های کوتاه‌مدت مقابله با بحران کم‌آبی؛

✓ اعطای سهل‌الوصول اعتبارات و تسهیلات بانکی متنوع، کافی، کم‌بهره و یا بلاعوض برای اقشار خسارت‌دیده از خشکسالی؛

✓ توسعه و ترویج انواع بیمه‌های خشکسالی در ارتباط با دام، مرتع و محصولات کشاورزی؛

✓ توسعه زیرساخت‌ها، ارائه خدمات حمایتی و تامین اجتماعی در مناطق آسیب‌پذیر.

۲-۳-۳- پس از بحران

۲-۳-۳-۱- بهبود

✓ ایجاد تنوع شغلی و منابع کسب درآمد از طریق توسعه مشاغل بخش غیرکشاورزی (صنایع‌دستی، گردشگری و غیره)؛

✓ پرداخت یارانه و حمایت از سرمایه‌گذاران و کارآفرینان در مناطقی که با بحران آبی روبه‌رو هستند به‌منظور توسعه

اشتغال در سایر بخش‌ها به غیر از کشاورزی و صنایع آب‌بر؛

✓ توسعه کشت محصولات زراعی و باغی متناسب با مناطق خشک با تاکید بر فعالیت‌های ترویجی و تحقیقی؛

۲-۳-۳-۲- یادگیری

✓ لحاظ نمودن دیدگاه چندوجهی (کشاورزی، خدماتی و صنعتی) در تدوین و اجرای برنامه‌های سازگاری با کم‌آبی؛

✓ توجه همه‌جانبه به تأثیرات متقابل کم‌آبی و خشکسالی در ابعاد مختلف اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و طبیعی.

۲-۴- فرضیه‌ها و مدل مفهومی پژوهش

شکل ۱، مدل مفهومی پژوهش را به اختصار نمایش می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، پژوهش فعلی شامل پنج فرضیه است که فرضیه نخست به بررسی تأثیر مستقیم سرمایه اجتماعی بر مدیریت بحران و فرضیه‌های ۲ تا ۵ به بررسی اثرات غیرمستقیم ابعاد سرمایه اجتماعی بر مدیریت بحران می‌پردازند. فرضیات پژوهش به شرح ذیل تدوین شده است:

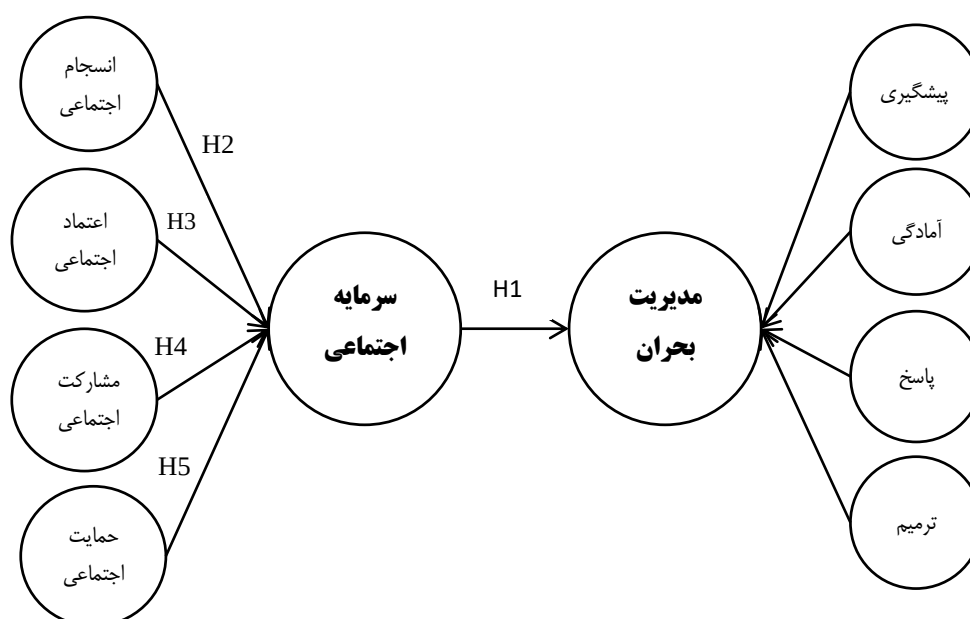
✓ **فرضیه اول:** سرمایه اجتماعی بر مدیریت بحران تأثیر مثبت و مستقیم دارد.

✓ **فرضیه دوم:** انسجام اجتماعی از طریق سرمایه اجتماعی بر مدیریت بحران تأثیر مثبت و غیرمستقیم دارد.

✓ **فرضیه سوم:** اعتماد اجتماعی از طریق سرمایه اجتماعی بر مدیریت بحران تأثیر مثبت و غیرمستقیم دارد.

✓ **فرضیه چهارم:** مشارکت اجتماعی از طریق سرمایه اجتماعی بر مدیریت بحران تأثیر مثبت و غیرمستقیم دارد.

✓ **فرضیه پنجم:** حمایت اجتماعی از طریق سرمایه اجتماعی بر مدیریت بحران تأثیر مثبت و غیرمستقیم دارد.



شکل ۱- مدل مفهومی پژوهش

۳- روش‌شناسی پژوهش

۳-۱- پیمایش و جمع‌آوری داده‌ها

مقاله حاضر از لحاظ هدف کاربردی و از نظر نحوه اجرا، توصیفی-پیمایشی است. در این پژوهش، از آمار توصیفی برای بیان ویژگی‌های نمونه مورد مطالعه و از آمار استنباطی و مدل‌سازی معادلات ساختاری برای بررسی رابطه میان متغیرها، برحسب هدف و فرضیات پژوهش استفاده شده است. همچنین، این پژوهش از آن جهت که به بررسی داده‌های مرتبط با برهه‌ای از زمان می‌پردازد، در دسته پژوهش‌های مقطعی جای می‌گیرد. قلمرو مکانی پژوهش، استان بوشهر بوده و داده‌های پژوهش در سال ۱۳۹۷ جمع‌آوری شد. جامعه آماری پژوهش حاضر، تمامی ساکنان شهرها و روستاهای دارای تنش آبی شامل هشت شهر با جمعیت بالغ بر ۴۱۹ هزار نفر (به شرح جدول ۵) و پنج حوزه روستایی با جمعیت ۱۹۳ هزار نفر (به شرح جدول ۶) بود. به منظور انتخاب نمونه آماری (n) از میان جامعه آماری مذکور، از فرمول کوکران با حجم جامعه نامحدود (N-∞) و مقدار خطای نمونه‌گیری (d) برابر با ۰/۰۵ استفاده شد (فرمول (۱)). حداکثر

تعداد نمونه آماری براساس فرمول مذکور در این حالت، برابر با ۳۸۵ نفر محاسبه شد. با این حال، محققان به منظور دستیابی به نتایج با انحراف کمتر، تعداد دو نمونه ۲۰۰۰ نفری به تفکیک شهرها و روستاها را مورد مطالعه قرار دادند.

$$n = \frac{z^2 pq}{d^2} = 385 \quad (1)$$

در پژوهش فعلی، به منظور انتخاب نمونه از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای نسبی استفاده شد، بدین گونه که پس از بخش‌بندی شهرها و دهستان‌های مورد مطالعه، تعداد نمونه به نسبت جمعیت ساکن در هر شهر و روستا تعیین و نمونه‌ها به صورت تصادفی انتخاب شدند.

به منظور جمع‌آوری داده‌های پژوهش، از یک پرسشنامه ۳۴ گویه‌ای استفاده شد (به پیوست مراجعه شود). تایید پایایی پرسشنامه، به کمک آزمون آلفای کرونباخ صورت گرفت که مقدار آلفای کرونباخ کل پرسشنامه معادل ۰/۹۲ است. همچنین، مقدار پایایی برای هرکدام از متغیرهای پژوهش به تفکیک محاسبه شده که نتایج آن در جدول ۱ به نمایش درآمده است.

جدول ۱- بررسی پرسشنامه پژوهش و نتایج آزمون پایایی و روایی پرسشنامه

سازه یا متغیر	زیرمتغیر	شماره سوالات	تعداد گویه	ضریب آلفای کرونباخ
سرمایه اجتماعی	حمایت اجتماعی	Q1-Q5	۵	۰/۸۴
	مشارکت اجتماعی	Q6-Q11	۶	۰/۷۵
	اعتماد اجتماعی	Q12-Q15	۴	۰/۸۶
	انسجام اجتماعی	Q16-Q20	۵	۰/۸۸
مدیریت بحران	پیشگیری	Q21-Q24	۴	۰/۹۴
	آمادگی	Q25-Q27	۳	۰/۹۵
	مقابله یا پاسخ	Q28-Q31	۴	۰/۷۹
	بازسازی	Q32-Q34	۳	۰/۹۳

۳-۲- مدل‌سازی معادلات ساختاری^{۱۳}

مدل‌سازی معادلات ساختاری، روشی برای بررسی روابط میان متغیرهای پنهان است که هم‌زمان متغیرهای مشاهده‌پذیر را نیز در نظر می‌گیرد. منظور از متغیرهای پنهان، همان عوامل اصلی هستند که در یک الگو یا مدل مفهومی نمایش داده می‌شوند. متغیرهای مشاهده‌پذیر نیز، همان گویه‌ها یا سوالات مربوط به سنجش عوامل اصلی هستند. مدل‌سازی معادلات ساختاری، یک ساختار علی ویژه بین مجموعه‌ای از متغیرهای پنهان و متغیرهای مشاهده‌پذیر تشکیل می‌دهد که با استفاده از آن، روابط بین متغیرهای پنهان با یکدیگر و نیز گویه‌های سنجش هر متغیر

پنهان با متغیر مربوط قابل بررسی است. در واقع، مدل‌سازی معادلات ساختاری از دو مدل تشکیل شده است که عبارتند از: (۱) مدل اندازه‌گیری^{۱۴} که چگونگی توضیح و تبیین متغیرهای پنهان توسط متغیرهای آشکار (سوالات) مربوطه را بررسی می‌نماید و (۲) مدل ساختاری^{۱۵} که نشان می‌دهد چگونه متغیرهای پنهان در پیوند با یکدیگر قرار گرفته‌اند.

پس از بررسی پایایی پرسشنامه و به منظور بررسی اعتبار سازه‌ای پرسشنامه، از روش تحلیل عاملی تأییدی توسط نرم‌افزار Amos22 استفاده می‌شود. بدین منظور، ابتدا مدل مفهومی پژوهش ترسیم و مدل اندازه‌گیری تخمینی مورد بررسی قرار

نمود که متغیرهای پنهان به درستی توسط متغیرهای آشکار ذیل خود مورد سنجش قرار گرفته‌اند.

می‌گیرد و سپس مدل برازش شده با استفاده از پاسخهای پرسشنامه تحلیل می‌شود. با توجه به نتایج تحلیل عاملی تاییدی مرتبه دوم و در نظر گرفتن مقدار بار عاملی متغیرها، می‌توان بیان

جدول ۲- شاخص‌های برازش گزارش شده برای مدل نهایی پژوهش

نام شاخص	اختصار	مقدار برآورد شده	برازش قابل قبول
شاخص کای اسکوتر به‌هنگاریا نسبی	χ^2/df	۱/۳۹۱	بین ۱ تا ۳
شاخص بنتلر- بونت	NFI	۰/۹۸۱	بیش از ۰/۹
نیکویی برازش	GFI	۰/۹۸۳	بیش از ۰/۹
نیکویی برازش اصلاح شده	AGFI	۰/۹۷۹	بیش از ۰/۹
شاخص تاکر - لویز	TLI	۰/۹۹۱	بیش از ۰/۹
شاخص برازندگی تطبیقی	CFI	۰/۹۷۶	بیش از ۰/۹
شاخص برازش افزایشی	IFI	۰/۹۸۷	بیش از ۰/۹
شاخص برازش مقتصد هنجار شده	PNFI	۰/۸۲۹	بزرگتر از ۰/۵ یا ۰/۶
شاخص نسبت مقتصد بودن	PRATIO	۰/۹۸۶	بیش از ۰/۹
شاخص برازش تطبیقی مقتصد	PCFI	۰/۷۸۲	بزرگتر از ۰/۵ و یا ۰/۶
ریشه میانگین مربعات خطای برآورد	RMSEA	۰/۰۲۹	کمتر از ۰/۱

است. هم‌چنین، یکی از مهم‌ترین شاخص‌های برازش مدل «ریشه مربعات خطای برآورد» است که مقداری برابر با ۰/۰۲۹ را نشان می‌دهد و در محدوده قابل قبول قرار دارد. با نگاه به سایر شاخص‌های برازش افزایشی و شاخص‌های برازش مقتصد، نیز می‌توان برازش نهایی مدل را تایید نمود (Hair et al., 2010).

جدول ۲، شاخص‌های برازش گزارش شده خروجی نرم‌افزار آموس پس از آزمون مدل نهایی را نمایش می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، شاخص‌ها برازش قابل قبولی را برای مدل نهایی پژوهش نشان دادند. مقدار شاخص نسبت کای اسکوتر به هنجار برابر با ۱/۳۹۱ بود که این شاخص برازش قابل قبولی برای مدل

جدول ۳- تحلیل عاملی تاییدی پرسشنامه

رابطه مورد بررسی	ضریب بار عاملی	نسبت بحرانی	سطح معناداری	CR	AVR
Soc. Part ^۱	<---	SP1	۰/۳۸۱	۰/۵۶	۰/۸۴
Soc. Part	<---	SP2	۰/۷۲۴		
Soc. Part	<---	SP3	۰/۶۱۲		
Soc. Part	<---	SP4	۰/۸۳۷		
Soc. Part	<---	SP5	۰/۷۱۸		
Soc. Part	<---	SP6	۰/۷۶۸		
Soc. Solid ^۲	<---	SD1	۰/۷۲۳	۰/۶۱	۰/۸۸
Soc. Solid	<---	SD2	۰/۸۲۹		
Soc. Solid	<---	SD3	۰/۸۴۷		
Soc. Solid	<---	SD4	۰/۷۵۲		
Soc. Solid	<---	SD5	۰/۷۷۴		
Soc. Sup. ^۳	<---	SU1	۰/۶۲۲	۰/۵۸	۰/۸۷
Soc. Sup.	<---	SU2	۰/۹۰۱		
Soc. Sup.	<---	SU3	۰/۸۲۷		
Soc. Sup.	<---	SU4	۰/۶۹۹		
Soc. Sup.	<---	SU5	۰/۷۳۹		
Soc. Tru. ^۴	<---	ST1	۰/۵۹۴	۰/۶۱	۰/۹۰

AVR	CR	سطح معناداری	نسبت بحرانی	ضریب بار عاملی	رابطه مورد بررسی		
		P<0.001	۶/۸۲۷	۰/۹۰۷	ST2	<---	Soc. Tru.
		P<0.001	۵/۱۱۸	۰/۸۱۹	ST3	<---	Soc. Tru.
		P<0.001	۳/۲۹۷	۰/۷۶۹	ST4	<---	Soc. Tru.
۰/۹۱	۰/۶۵	P<0.001	۵/۶۹۸	۰/۴۱۹	PV1	<---	Prev. ^۵
		P<0.001	۳/۶۰۴	۰/۷۸۵	PV2	<---	Prev.
		P<0.001	۳/۷۸۵	۰/۷۸۳	PV3	<---	Prev.
		P<0.001	۳/۰۹۴	۰/۷۴۶	PV4	<---	Prev.
۰/۸۸	۰/۵۶	P<0.001	۴/۲۳۵	۰/۴۹۳	RP1	<---	Resp. ^۶
		P<0.001	۴/۶۱۲	۰/۷۹۴	RP2	<---	Resp.
		P<0.001	۶/۵۱۲	۰/۸۶۱	RP3	<---	Resp.
		P<0.001	۳/۲۸۱	۰/۷۸۳	RP4	<---	Resp.
۰/۹۰	۰/۵۶	P<0.001	۵/۴۳۳	۰/۶۱۳	RD1	<---	Read. ^۷
		P<0.001	۳/۵۵۷	۰/۸۸۳	RD2	<---	Read.
		P<0.001	۳/۶۰۸	۰/۷۲۱	RD3	<---	Read.
۰/۹۴	۰/۶۸	P<0.001	۴/۵۵۳	۰/۳۶۱	RT1	<---	Rest. ^۸
		P<0.001	۳/۱۱۴	۰/۶۹۷	RT2	<---	Rest.
		P<0.001	۳/۸۹۸	۰/۸۶۶	RT3	<---	Rest.

^۱ مشارکت اجتماعی، ^۲ انسجام اجتماعی، ^۳ حمایت اجتماعی، ^۴ اعتماد اجتماعی، ^۵ پیشگیری، ^۶ پاسخ، ^۷ آمادگی، ^۸ ترمیم

بررسی قرار می‌گیرد. در بخش توصیفی، نخست یافته‌های جمعیت‌شناختی و سپس متغیرهای توصیفی پژوهش مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در ادامه، یافته‌های استنباطی پژوهش شامل مدل پژوهش و نیز آزمون فرضیات پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۴-۱- یافته‌های توصیفی پژوهش

در این بخش، نخست اطلاعات جمعیت‌شناختی پژوهش در جدول ۴ مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس، تحلیل توصیفی زیرمتغیرهای پژوهش که در جدول ۵ ارائه شده است، مورد بررسی قرار خواهد گرفت. همان‌گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، بیشترین نمونه آماری مورد مطالعه مردان (۵۵ درصد)، متأهل (۵۷ درصد)، در رده سنی بین ۳۰ تا ۴۰ سال (۲۲/۳ درصد)، دارای سابقه سکونت کمتر از ۵ سال (۲۷/۲ درصد) و دارای تحصیلات لیسانس (۳۷/۳ درصد) بودند. پردازش اطلاعات این بخش با استفاده از نرم افزار SPSS22 صورت گرفت. تحلیل توصیفی زیرمتغیرهای پژوهش، براساس شاخص‌های کمترین و بیشترین مقدار هر زیرمتغیر، میانگین و انحراف معیار زیرمتغیرها در جدول ۵ نمایه شده است.

جدول ۳، تحلیل عاملی تاییدی سوالات را نمایش می‌دهد. در صورتی که نشانگرهای سازه‌های مورد مطالعه، دارای مقدار نسبت بحرانی کمتر از قدرمطلق عدد ۱/۹۶ باشند، از اهمیت لازم برای اندازه‌گیری برخوردار نیستند و از این‌رو، باید از فرایند تحلیل کنار گذاشته شوند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، از آنجایی که نسبت بحرانی تمام گویه‌ها بزرگتر از ۱/۹۶ است، بنابراین تمام گویه‌ها به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها مناسب ارزیابی می‌شوند. لذا، روایی سازه‌ای که بررسی دقت و اهمیت نشانگرهای انتخاب‌شده را نشان می‌دهد، گویه‌های پرسشنامه ساختارهای عاملی مناسبی را به‌منظور اندازه‌گیری ابعاد مورد مطالعه در مدل پژوهش فراهم می‌آورند.

هم‌چنین به‌منظور محاسبه روایی همگرایی پرسشنامه، از مقادیر متغیر میانگین واریانس استخراج شده (AVE) استفاده شد که نتایج آن در جدول ۳ نمایش داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مقادیر متغیر مذکور بالاتر از ۰/۵ بود که این موضوع بیانگر وجود روایی همگرا بین سازه‌های پرسشنامه است. پایایی مرکب متغیرهای پژوهش نیز، همگی بالاتر از میزان ۰/۷ شد که نشان می‌دهد همگی در وضعیت مطلوبی قرار دارند.

۴-۲- یافته‌های پژوهش

یافته‌های پژوهش پیش‌رو، در دو بخش توصیفی و استنباطی مورد

جدول ۴- بررسی متغیرهای جمعیت‌شناختی پژوهش

رده سنی پاسخگویان	فراوانی	درصد فراوانی	مدت سکونت	فراوانی	درصد فراوانی	مقطع تحصیلی	فراوانی	درصد فراوانی
کمتر از ۲۰ سال	۶۲۸	۱۵/۷٪	کمتر از ۵ سال	۱۰۸۹	۲۷/۲٪	زیردیپلم و دیپلم	۱۱۲۰	۲۸٪
۲۰ تا ۳۰ سال	۷۸۶	۱۹/۷٪	۵ تا ۱۵ سال	۹۳۸	۲۳/۵٪	فوق دیپلم	۹۷۶	۲۴/۴٪
۳۰ تا ۴۰ سال	۸۹۲	۲۲/۳٪	۱۵ تا ۲۵ سال	۱۰۲۵	۲۵/۶٪	لیسانس	۱۴۹۲	۳۷/۳٪
۴۰ تا ۵۰ سال	۸۵۶	۲۱/۴٪	بیش از ۲۵ سال	۹۴۸	۲۳/۷٪	فوق لیسانس و بالاتر	۴۱۲	۱۰/۳٪
بیش از ۵۰ سال	۸۳۸	۲۰/۹٪						
وضعیت تاهل	فراوانی	درصد فراوانی	جنسیت	فراوانی	درصد فراوانی			
مجرد	۱۷۲۰	۴۳٪	زن	۱۸۰۰	۴۵٪			
متاهل	۲۲۸۰	۵۷٪	مرد	۲۲۰۰	۵۵٪			

جدول ۵- تحلیل توصیفی زیرمتغیرهای پژوهش

بخش مطالعه	زیر متغیر	کمترین مقدار	بیشترین مقدار	میانگین	انحراف معیار
فرد	حمایت اجتماعی	۰/۵۳	۴/۵۷	۲/۳۴	۰/۹۱
	مشارکت اجتماعی	۰/۳۸	۴/۲۹	۲/۲۵	۰/۸۲
	اعتماد اجتماعی	۰/۵۷	۴/۶۸	۳/۳۵	۰/۴۹
	انسجام اجتماعی	۰/۳۹	۴/۳۳	۳/۲۸	۰/۶۶
	پیشگیری	۰/۸۱	۴/۹۸	۴/۲۳	۰/۹۸
	آمادگی	۰/۶۸	۴/۶۱	۳/۸۵	۰/۸۴
	مقابله یا پاسخ	۰/۶۱	۴/۸۵	۳/۱۹	۰/۸۱
	بازسازی	۰/۶۴	۳/۸۲	۲/۱۲	۰/۷۹
گروه	حمایت اجتماعی	۰/۸۳	۴/۸۳	۲/۴۹	۰/۸۵
	مشارکت اجتماعی	۰/۷۹	۴/۷۷	۲/۲۷	۰/۳۸
	اعتماد اجتماعی	۰/۸۸	۴/۵۷	۳/۳۸	۰/۷۶
	انسجام اجتماعی	۰/۶۸	۴/۶۸	۲/۹۸	۰/۵۷
	پیشگیری	۰/۹۱	۴/۵۷	۲/۱۱	۰/۶۷
	آمادگی	۰/۸۴	۴/۶۲	۲/۵۸	۰/۸۴
	مقابله یا پاسخ	۰/۶۸	۴/۴۱	۳/۶۸	۰/۸۷
	بازسازی	۰/۳۱	۴/۱۹	۳/۵۱	۰/۶۱

مدل اصلاح‌شده و نهایی پژوهش به‌صورت شکل ۲ حاصل شده است.

۴-۲-۲- بررسی فرضیه‌های پژوهش

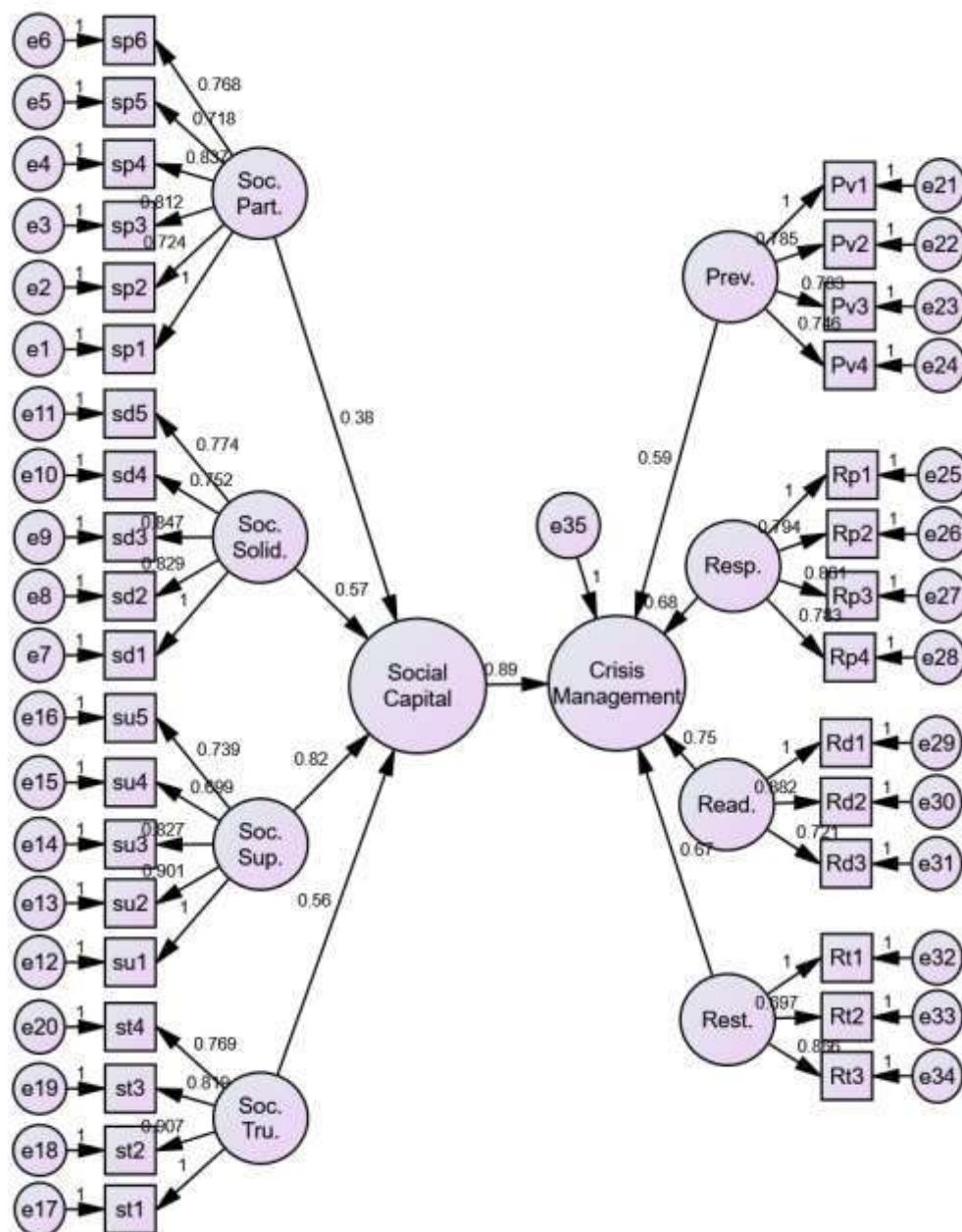
پس از برازش مدل اندازه‌گیری پژوهش، فرضیه‌های پژوهش به‌صورت تحلیل مسیر مورد آزمون قرار می‌گیرند. در این مرحله، ضریب اثرگذاری هر متغیر و معنادار بودن این ضریب مورد بررسی قرار می‌گیرد. جدول‌های ۶ و ۷، ضرایب مسیر برآورد شده برای روابط تدوین‌شده در مدل و نیز معناداری این ضرایب را نشان می‌دهند.

✓ **فرضیه نخست:** سرمایه اجتماعی بر مدیریت بحران تنش‌های آبی تاثیر مثبت و مستقیم دارد.

۴-۲-۱ یافته‌های استنباطی پژوهش

۴-۲-۱- آزمون مدل مفهومی پژوهش

برای آزمون مدل مفهومی و همچنین فرضیه‌های اول تا پنجم پژوهش، از مدل‌سازی معادلات ساختاری و تحلیل مسیر^{۱۶} به‌کمک نرم‌افزار AMOS22 استفاده شد. در واقع، تحلیل مسیر یک روش آماری مبتنی بر تحلیل رگرسیون چندمتغیره است که برای سنجش روابط متغیرها در یک مدل علی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آنجایی که قبل از آزمون فرضیه‌های پژوهش باید شاخص‌های برازش مدل اندازه‌گیری پژوهش مقدار مناسبی را نشان دهد، ابتدا با توجه به اطلاعات اولیه به‌دست‌آمده از نرم‌افزار آموس، به اصلاح مدل تدوین‌شده اقدام و سپس آزمون فرضیه‌ها و بررسی روابط مستقیم و غیرمستقیم بین متغیرهای پژوهش انجام می‌شود. پس از تایید شاخص‌های مدل اندازه‌گیری پژوهش،



شکل ۲- نتیجه مدل سازی معادلات ساختاری مدل پژوهش

جدول ۶- نتایج آزمون فرضیه اول

فرضیه	رابطه مورد بررسی	مسیر	خطای استاندارد	نسبت	معناداری	نتیجه
H1	سرمایه اجتماعی ← مدیریت بحران	۰/۸۹	۰/۱۰۸	۵/۱۹۴	P<0.001	تایید

✓ فرضیه دوم: انسجام اجتماعی از طریق سرمایه اجتماعی بر مدیریت بحران تنش‌های آبی تاثیر مثبت و غیرمستقیم دارد.

✓ فرضیه پنجم: حمایت اجتماعی از طریق سرمایه اجتماعی بر مدیریت بحران تنش‌های آبی تاثیر مثبت و غیرمستقیم دارد.

✓ فرضیه سوم: اعتماد اجتماعی از طریق سرمایه اجتماعی بر مدیریت بحران تنش‌های آبی تاثیر مثبت و غیرمستقیم دارد.

✓ فرضیه چهارم: مشارکت اجتماعی از طریق سرمایه اجتماعی

جدول ۷- نتایج آزمون فرضیه دوم تا پنجم

فرضیه	رابطه مورد بررسی	مسیر	استاندارد خطای	تیم تست	مقداری	نتیجه
H2	انسجام اجتماعی	←---	سرمایه اجتماعی	←---	مدیریت بحران	۰/۵۱
H3	اعتماد اجتماعی	←---	سرمایه اجتماعی	←---	مدیریت بحران	۰/۴۹
H4	مشارکت اجتماعی	←---	سرمایه اجتماعی	←---	مدیریت بحران	۰/۳۴
H5	حمایت اجتماعی	←---	سرمایه اجتماعی	←---	مدیریت بحران	۰/۷۲
						۰/۱۰۴
						۵/۵۸۸
						P<0.001
						۷/۹۵۶
						P<0.001
						۵/۲۸۴
						P<0.001
						۷/۳۵۶
						P<0.001

با توجه به اطلاعات به دست آمده از نرم افزار AMOS22 که در جدول‌های ۶ و ۷ به نمایش در آمده است، هر پنج فرضیه پژوهشی مورد تایید قرار گرفت. با توجه به این که در تمام فرضیات مذکور، مقدار نسبت بحرانی محاسبه شده بیشتر از مقدار قدرمطلق عدد ۱/۹۶ بوده و نیز با توجه به این که مقدار سطح معناداری برآورد شده برای تمام فرضیات کمتر از پنج صدم است، می‌توان نتیجه گرفت که داده‌های تجربی نیز این فرضیه‌ها را تایید کرده و ضرایب تاثیر برآورد شده معنادار هستند.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

زمانی که سرمایه اجتماعی یک کشور پایین باشد، افت و زوال سرمایه اجتماعی سبب می‌شود تا جامعه از درون تهی شده و بحران هویت در آن جامعه شکل گیرد. در چنین شرایطی، قطعاً استفاده از سرمایه‌های انسانی و فیزیکی نیز در سطح پایینی خواهد بود و به‌طور قطع، دستیابی به توسعه امکان پذیر نمی‌شود. نمی‌توان امیدوار به توسعه در عرصه‌های مختلف سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی بود؛ در حالی که زیرساخت‌های آن که توسعه سرمایه اجتماعی است، فراهم نباشد. از این رو، تقویت اعتماد، روابط اجتماعی، مشارکت مدنی و اجتماعی و حمایت اجتماعی، ضرورت حتمی برای ساختاردهی مناسب به‌منظور دستیابی به توسعه خواهد بود که این مهم، ضرورت امروز جامعه ایران است.

با در نظر گرفتن آن چه پیش تر بیان شد، پژوهش حاضر به دنبال بررسی نقش مولفه‌های سرمایه اجتماعی در اثربخشی اقدامات موثر به منظور مدیریت و سازگاری با بحران کم‌آبی بود. با توجه به یافته‌های پژوهش، سرمایه اجتماعی تاثیر مثبت و مستقیمی (با ضریب ۰/۸۹) بر مدیریت بحران‌های پیش آمده در حوزه آب داشت. که منطبق با نتایج پژوهش‌های پیشین سایر محققان از جمله پژوهش رشادت‌جو و همکاران (۱۳۹۰) و سلطانی و حقیقی (۱۳۹۴) است که در پژوهش خود، ارتقای

سرمایه اجتماعی را عامل تسهیل پذیرش مراحل و فرایندهای مدیریت بحران عنوان نمودند. همچنین، از میان ابعاد مورد بررسی در مدل مفهومی سرمایه اجتماعی دو بعد حمایت اجتماعی (با ضریب ۰/۷۲) و انسجام اجتماعی (با ضریب ۰/۵۱)، بیشترین تاثیر غیرمستقیم را در مدیریت بحران‌های آبی داشتند. اگرچه پیشینه مطالعات روانشناختی در حوزه مدیریت چالش‌های تنش آبی محدود است، اما می‌توان از نقش موثر مولفه‌های سرمایه اجتماعی در مدیریت بحران‌ها برای تبیین یافته‌های پژوهش استفاده نمود. در واقع، حمایت اجتماعی ادراک افراد از حمایت‌های دریافتی هنگام وقوع بحران‌های آبی است که حمایت‌های مذکور را می‌توان در چند حوزه از جمله حمایت‌های دوستان و آشنایان، دولتی و سازمان‌های مردم نهاد و فعالان اجتماعی دسته‌بندی نمود. با توجه به یافته‌های پژوهش، افراد حمایت‌های دریافتی از سوی دوستان و آشنایان را در قالب حمایت‌های اجتماعی ارزیابی نمی‌نمایند و حمایت‌های دولتی و سازمان‌های مردم‌نهاد، نقش اصلی در ارتقای سازه حمایت اجتماعی دارند. ارتقای ارزیابی شخص از در دسترس بودن این حمایت‌ها، می‌تواند مدیریت شرایط بحرانی پیش آمده در حوزه تنش‌های آبی را تسهیل نماید. از سوی دیگر، ارتقای سرمایه اجتماعی نیز حمایت اجتماعی را افزایش می‌دهد، به گونه‌ای که هر چقدر افراد دارای شبکه اجتماعی بزرگتر و انسجام بیشتری باشند و بین اعضای جامعه اعتماد بیشتری حاکم شود، حمایت اجتماعی بیشتری نیز جلب می‌شود. سازه دیگر پژوهش که تاثیر مهمی بر میزان سرمایه اجتماعی داشت، انسجام اجتماعی بود که از طریق بالابردن تراکم و قرینگی پیوندها و روابط بین فردی و حمایتی در شبکه‌های اجتماعی ارتقا می‌یابد.

با توجه به نظر مشارکت‌کنندگان در پژوهش، از میان سازه‌های موثر بر مدیریت بحران، آمادگی (با ضریب ۰/۷۵) و پاسخگویی (با ضریب ۰/۶۸) مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار در مدیریت تنش‌های آبی پیش آمده بودند که باید مورد توجه سیاست‌گذاران در این حوزه قرارگیرد. در واقع، تدوین برنامه‌ها برای نجات و یا کمک به منظور پاسخ به موقع در فرایند عملیات

مدیریت بحران از جوانب مهم مورد اشاره مشارکت‌کنندگان در پژوهش بود. از جمله مواردی که منجر به آمادگی در هنگام وقوع بحران‌های تنش آبی خواهد شد، می‌توان به برنامه‌ریزی، آموزش، فرهنگ‌سازی، جمع‌آوری اطلاعات و تامین سایر منابع به‌منظور بررسی شرایط و جلوگیری از ورود به شرایط بحرانی اشاره کرد. پاسخگویی به‌موقع، شامل صدور فرامین، ابلاغ ماموریت‌ها، انجام اقدامات و ارائه خدمات ضروری پس از وقوع بحران است که باید مورد توجه سیاست‌گذاران و مجریان مربوطه قرار گیرد.

در پایان لازم است تاکید شود تا زمانی که بین مردم و دولت‌مردان اعتماد وجود نداشته باشد و زبان مشترکی شکل نگیرد، همکاری مردم و نیروی انسانی نیز با دولت و دستگاه‌های دولتی مبتنی بر صداقت نخواهد بود. تاثیر عملکرد دولت در این میان، از اهمیت قابل‌توجهی برخوردار است. دولت از طریق بهسازی فردی اجتماعی و نهادی و نیز تدارک محیط اجتماعی اعتمادزا به تولید سرمایه اجتماعی می‌پردازد. سرمایه اجتماعی منبع اصلی انسجام و وحدت اجتماعی است و بدون آن نمی‌توان به توسعه دست یافت.

۶- پی‌نوشت‌ها

- 1- Social Capital
- 2- Social Participation
- 3- Social Solidarity
- 4- Informal Links
- 5- Formal Links
- 6- Social Trust
- 7- Basic Trust
- 8- Interpersonal Trust
- 9- Generalized Trust
- 10- System Trust
- 11- Social Support
- 12- Crisis Management
- 13- Structural Equation Model
- 14- Measurement Model
- 15- Structural Model
- 16- Path Analysis

۷- مراجع

اجاقلو، س.، زاهدی، م. (۱۳۸۴)، "بررسی اعتماد اجتماعی و عوامل موثر بر آن در بین ساکنان شهر زنجان"، *مجله جامعه‌شناسی ایران*، ۴(۴)، ۹۲-۱۲۵.

امیرکافی، م.، (۱۳۸۰)، "اعتماد اجتماعی و عوامل موثر بر آن"، *فصلنامه نمایه پژوهش*، ۵(۱۸)، ۱۱.

تاجبخش، ک.، (۱۳۸۴)، *سرمایه اجتماعی: اعتماد، دموکراسی و*

توسعه، انتشارات شیرازه، تهران.

چلبی، م.، و مبارکی، م.، (۱۳۷۵)، *جامعه‌شناسی نظم: تشریح و تحلیل نظری اجتماعی*، نشر نی، تهران.

حسن‌زاده ثمرین، ت.، همتی گیلانی، م.، و گزی، م.، (۱۳۹۳)، "بررسی و تبیین رابطه بین سرمایه اجتماعی و احساس امنیت اجتماعی"، *پژوهش‌های راهبردی امنیت و نظم اجتماعی*، ۳(۱)، ۱۱۷-۱۳۶.

خاکپور، ب.، مافی، ع. و باوان پوری، ع.، (۱۳۸۸)، "نقش سرمایه اجتماعی در توسعه پایدار محله‌ای (نمونه موردی: کوی سجادیه مشهد)"، *فصلنامه جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، ۱۲(۱)-۸۱، ۵۷.

خضری، م.، (۱۳۸۴)، "دولت و سرمایه اجتماعی"، *فصلنامه مطالعات راهبردی*، ۹(۱)، ۳۱-۵۲.

دلفروز، م.ت.، (۱۳۸۰)، *دموکراسی و سنتهای مدنی*، انتشارات دفتر مطالعات و تحقیقات سیاسی وزارت کشور، تهران.

رحمان‌سرشت، ر.، (۱۳۸۶)، *تئوری‌های سازمان و مدیریت*، از تجدیدگرایی تا پسا تجدیدگرایی، جلد دوم، انتشارات دوران، تهران.

رستمعلی‌زاده، و. و فیروزآبادی، س.ا.، (۱۳۹۰)، "نقش سرمایه اجتماعی در شکل‌گیری نهادهای پایدار مهاجرین (انجمن‌های زادگاهی) به‌عنوان نهادهایی نو برای توسعه روستایی"، *مطالعات توسعه اجتماعی ایران*، ۴(۱)، ۱۳۱-۱۴۵.

رشادت‌جو، ح.، رضایی، ع.ا. و میرحق‌جو، م.ن.، (۱۳۹۰)، "نقش سرمایه اجتماعی در مدیریت بحران‌های اجتماعی کلان شهرهای ایران، مطالعه موردی رشت"، *مطالعات مدیریت شهری*، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۶، ۱-۲۴.

زاهدی اصل، م. و صالح، ص.، (۱۳۹۳)، "حمایت اجتماعی و میزان سلامت اجتماعی همسران جانبازان اعصاب و روان شهر تهران"، *فصلنامه پژوهشنامه مددکاری*، ۱۱(۱)، ۹-۳۲.

زئومکابیان، پ.، (۱۳۸۶)، *نظریه جامعه‌شناختی اعتماد*، (غ. غفاری، مترجم)، انتشارات شیرازه، تهران.

شجاعی باغینی، م.م.، انصاری، ر. و مهرمنش، آ.، (۱۳۸۷)، *مبانی مفهومی سرمایه اجتماعی*، تهران، انتشارات پژوهشکده مطالعات فرهنگی و اجتماعی.

قلی‌پور، ر.، (۱۳۸۶)، "سرمایه اجتماعی و عوامل زوال آن"، *دومین همایش بین‌المللی افق‌های نویت در علوم انسانی و مدیریت*، ۲۶ آذرماه.

گیدنز، آ.، (۱۳۷۷)، *تجدد و تشخیص*، ن. موفقیان (مترجم)،

climate change and disaster management", *World Conference on Disaster Reduction*, 18-22 January, Kobe, Hyogo, Japan.

Woolcock, M., (2011), "What distinctive contribution can social cohesion make to development theory, research and policy", *International Conference on Social Cohesion and Development*, 20-21 January, OECD Center Conference, Paris.



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

نشرنی، تهران.

نویدینا، م.، (۱۳۸۲)، *درآمدی بر امنیت اجتماعی*، پژوهشکده

مطالعات راهبردی، تهران.

الوانی، س.، و شیروانی، ع.، (۱۳۸۳)، *سرمایه اجتماعی اصل*

محوری توسعه، تدبیر، ۱۲۷: ۵۰-۶۴.

و ثوقی، م.، مهدوی، س.م.ص.، و رحمانی خلیلی، ا.، (۱۳۹۲)،

"بررسی تأثیرات جمعی سرمایه اجتماعی، شادابی اجتماعی و

حمایت اجتماعی بر سلامت اجتماعی"، *بررسی مسائل*

اجتماعی ایران، ۴(۲)، ۲۳۵-۲۶۳.

Aldrich, D., and Meyer, M., (2010), "Social capital and community resilience", *American Behavioral Scientist*, 59(2), 254-269.

Bourdieu, P., (1986), "Forms of capital", In *Handbook of Theory and Research for Sociology of Education*, Westport: Greenwood Press, 248.

Coleman, J.S., (1990), *Foundations of social theory*, Cambridge, MA: Harvard University Press, Belknap Press.

Fleming, N., and Baume, D., (2006), "Learning styles again: VARKing up the right tree!", *Educational Developments*, 7(4), 4-7.

Fukuyama, F., (1997), "Social capital and the modern capitalist economy: Creating a high trust workplace", *Stern Business Magazine*, 4(1), 1-16.

Gardner, H., (2005), *Multiple lens on the mind*, Harvard Graduate School of Education, Cambridge, MA 02138.

Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E. and Tatham, R., (2010), *Multivariate data analysis*, 7th Edition, Pearson, New York.

Jacobs, J., (1965), *The death and life of great American cities*, London: Penguin Books.

Jeannotte, M.S., (2003), *Social cohesion: Insights from Canadian research*, University of Hong Kong and the Strategic Research and Analysis Directorate.

Mimaki, J., and Shaw, R., (2007), "Enhancement of disaster preparedness with social capital and community capacity: A perspective from a comparative, Case study of rural communities in Kochi, Japan", *SUISUI Hydrological Research Letters*, 1, 5-10, Published online in: www.jstage.jst.go.jp/browse/suisui

Nahapiet, J., Ghoshal, H., (1995), *The knowledge*, Cambridge, England: Polity Press.

Pelling, M., (2003), *The vulnerability of cities: Natural disaster and social resilience*, Earthscan Publications Ltd.

Porter, M.E., (1998), "Clusters and the new economic of competition", *Harvard Business Review*, 76(6), 77-90.

Putnam, R., (2000), *Bowling alone: The collapse and revival of American community*, New York: Simon Schuster.

Reeskens, T., (2008), "Cross-cultural measurement equivalence of generalized trust", *Social Indicators Research*, 85(3), 515-532.

Shaw, R., and Nakagawa, Y., (2005), "Social capital,

Research Paper

مقاله پژوهشی

A Framework to Determine the Maintenance Performance in the Water and Sewerage Companies; The Case Study: Alborz Water and Sewerage Company

ارائه چارچوب در بررسی عملکرد سیستم‌های نگهداری و تعمیرات شرکت‌های آب و فاضلاب؛ مطالعه موردی: شرکت آب و فاضلاب استان البرز

Reza Shahrjerdi

Assistant Professor, Department of Industrial, Mechanical and Aerospace Engineering, Buein Zahra Technical University, Buein Zahra, Qazvin, Iran.

*Corresponding Author, Email: r.shahrjerdi@yahoo.com

رضا شهرجردی

استادیار، گروه مهندسی صنایع، مکانیک و هوافضا، مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی بوئین‌زهره، بوئین‌زهره، قزوین، ایران.

*نویسنده مسئول، ایمیل: r.shahrjerdi@yahoo.com

Received: 18/12/2021

Revised: 26/05/2022

Accepted: 03/07/2022

© IWWA

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۷

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۱/۰۳/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۲

© انجمن آب و فاضلاب ایران

Abstract

چکیده

Nowadays, due to the large volume of assets in the water and wastewater industry and its impact on the development and sustainability of other industries, specific attention to this industry becomes more apparent. Since there are various equipments in this industry, achieving efficiency and proper performance in this equipment and maintenance system has been identified and then, with fuzzy decision-making which can be envisaged as innovation of this project, the ranking of the factors has been worked upon. The results of this requires timely maintenance and repairs. This study has evaluated the efficiency of these systems by considering the importance of paying attention to the factors that affect the performance of the maintenance system and consequently the quality and reliability. Considering the various evaluation and ranking methods, the present research has investigated this issue in two phases using operations research techniques and fuzzy decision making. In the first, the pivotal factors on the Alborz Province Water and Sewage Company's function of upkeep study shows that water and sewage companies by employing of technological conditions that include quality and utilization of innovative technologies that have highest priority in comparison to other important alternatives with ultimate importance of 0.3123 could increase productivity.

امروزه، با توجه به حجم عظیم دارایی‌های موجود در صنعت آب و فاضلاب و تأثیر آن بر توسعه و پایداری صنایع دیگر، توجه ویژه به این صنعت بیشتر آشکار می‌شود. تجهیزات متنوعی در این صنعت وجود دارد که رسیدن به اثربخشی و عملکرد مناسب در این تجهیزات، نیازمند نگهداری و تعمیرات به‌هنگام است. تحقیق حاضر، با در نظر گرفتن اهمیت عواملی که بر عملکرد سیستم نگهداری تعمیرات و به دنبال آن، بر کیفیت و قابلیت اطمینان تأثیرگذار هستند، بهره‌ور بودن این سیستم‌ها را مورد ارزیابی قرار داده است. با توجه به انواع روش‌های ارزیابی و رتبه‌بندی، تحقیق حاضر در دو فاز و با استفاده از تکنیک‌های تحقیق عملیات و تصمیم‌گیری فازی، به بررسی این موضوع پرداخته است. نخست، عوامل مؤثر بر عملکرد سیستم نگهداری و تعمیرات شرکت آب و فاضلاب استان البرز، شناسایی و سپس، با استفاده از روش‌های فازی تصمیم‌گیری به رتبه‌بندی این عوامل انجام شده است. استفاده از روش‌های فازی و نتایج کاربردی آن در صنعت آب و فاضلاب، به عنوان نوآوری این کار به‌شمار می‌رود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که شرکت‌های آب و فاضلاب، می‌توانند با به‌کارگیری مناسب شرایط تکنولوژیکی که دارای بالاترین ارجحیت نسبت به دیگر معیارها با اهمیت نهایی ۰.۳۱۲۳ است، بهره‌وری را افزایش دهند.

Keywords: Maintenance, Delphi technique, Decision methods, Fuzzy logic.

کلمات کلیدی: نگهداری و تعمیرات، تکنیک دلفی، روش‌های تصمیم‌گیری، منطق فازی.

گرفتن محدودیت‌های ایمنی سیستم و مسئله پایداری ولتاژ، برنامه‌ریزی کوتاه‌مدتی برای نیروگاه‌های آبی و حرارتی انجام دادند.

تاکنون پژوهش‌های متعددی در ارتباط با مبحث نگهداری و تعمیرات صورت گرفته است. به‌طور کلی، استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات، از نظر مفاهیم و سیاست‌های نگهداری مورد توجه قرار می‌گیرند (Pinjala et al., 2006). (Vujanovic et al., 2012) پژوهشی شاخص‌های مدیریت تعمیر و نگهداری را با استفاده از دیمتل (DEMATEL)^۱ و روش تحلیل شبکه‌ای (ANP)^۲ ارزیابی کردند و اثربخشی و کارایی آن را با این روش، مورد ارزیابی قرار دادند. ولی در مقابل، آقایی و همکاران (۱۳۹۵) شاخص‌های مدیریت نگهداری و تعمیرات را با استفاده از رویکرد دلفی فازی^۳ و دیمتل فازی شناسایی و رتبه‌بندی کردند که دارای نتایج با کارایی و دقت بیشتری است.

Pintelon et al. (2006) سیاست‌های نگهداری مانند نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه، اصلاحی و پیشگویانه را معرفی کردند. مفاهیم نگهداری و تعمیرات، به‌دنبال نگهداری و تعمیرات بهره‌ور جامع و یا نگهداری و تعمیرات یا محوریت پایایی هستند. خرد رنجبر و همکاران (۱۴۰۰) شاخص‌های تعمیرات و نگهداری در ساختمان‌ها را با روش چندمعیاره ارزیابی کردند که در نهایت با استفاده از روش آراس (ARAS)^۴ مناسب‌ترین روش نگهداری ساختمان، راهبرد مبتنی بر شکست با مطلوبیت نسبی ۰/۸۷۲۸ انتخاب شد و استراتژی‌های اصلاحی و واکنشی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند.

در پژوهشی دیگر، رویکردی برای تعامل تولید و نگهداری و تعمیرات توسط Charles et al. (2003) معرفی شد که در آن، اهمیت ملاحظات زمان‌بندی را در بهینه‌سازی استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه اثبات نمودند. سربی و همکاران (۱۴۰۰) مدل‌های تعمیرات و نگهداری در مراکز نفت و گاز را بررسی کردند. در نهایت یک مدل پیشگویانه ارائه شد که با پیاده‌سازی آن در جنوب کشور، کنترل مدت زمان بهینه تعمیرات و نگهداری برای آینده ارائه شد. در مقابل، عظیمیان و همکاران (۱۴۰۰) با استفاده از روش تاپسیس فازی (FTOPSIS)^۵ و جمعی از خبرگان و ساخت و انتخاب سناریو، بهترین دوره نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه را ارزیابی کرده و بهترین زمان را به‌دست آوردند.

Wanga et al. (2007) با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)^۶ استراتژی نگهداری بهینه مانند نگهداری و تعمیرات اصلاحی، نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه مبتنی بر

افزایش سرمایه‌گذاری در صنایع و محدودیت منابع و مواد اولیه، سبب توجه صاحبان و مدیران صنایع به کارایی و بهره‌وری منابع و تجهیزات موجود در این صنایع شده است. این مهم، زمانی بیشتر جلوه می‌کند که بحث رقابت‌های صنعتی شدید در بازارهای داخلی و جهانی، مطرح می‌شود. از این‌رو، نقش نگهداری و تعمیرات مبتنی بر اصول علمی و همچنین، ایجاد شرایطی در راستای رفع سریع عیوب و مشکلات، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از طرفی، تغییرات اقتصادی، تکنولوژیکی، اجتماعی و محیطی، در عین حال که با پیچیدگی سیستم‌ها و تکامل تدریجی زندگی روبه‌رو هستند، به‌طور فزاینده‌ای مدیران و سیاست‌مداران را به یادگیری بیشتری فرا می‌خوانند. تصمیم‌گیری مؤثر و یادگیری در دنیایی با رشد و پیچیدگی پویا، ایجاب می‌کند که با تفکری سیستمی، مرزها و محدوده‌های مدل ذهنی را گسترش داد و برای درک بهتر این سیستم پیچیده و رفتارهای آن، از ابزارها و تجهیزات مناسب‌تری استفاده شود (Sterman, 2000).

امروزه تعمیر و نگهداری یکی از مهم‌ترین مسائل مطرح در برنامه‌ریزی صنایع است که صنعت آب و فاضلاب نیز، از آن مستثنی نیست. با توجه به اهمیت این صنعت در توسعه صنایع دیگر و حجم عظیم سرمایه‌های موجود در آن، رویکرد ویژه‌ای به مسئله تعمیر و نگهداری در این صنعت صورت می‌گیرد (Senge, 1990؛ کریمی، ۱۳۸۹). Wang et al. (2021) مطالعه‌ای را بر روی استراتژی‌های نگهداری، تعمیرات و ایمنی در نیروگاه هسته‌ای انجام دادند. از آن‌جا که مسئله ایمنی در نیروگاه هسته‌ای از اهمیت زیادی برخوردار است، انتخاب استراتژی‌های متعادل بین هزینه‌های نت (نگهداری و تعمیرات) و سطح ایمنی، حائز اهمیت است. در این تحقیق با استفاده از مدل‌سازی ریاضی چندهدفه، استراتژی بهینه انتخاب شد.

بررسی مطالعات انجام‌شده، نشان می‌دهد که ارتباط نزدیکی بین نگهداری و تعمیرات و بروز حوادث عمده و بزرگ وجود دارد. (Singh et al., 2020) یک مدل مفهومی را برای ارزیابی تأثیر شیوه‌های مدیریت تعمیر نگهداری بر عملکرد اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی نیروگاه برق‌آبی ارائه دادند. مهاجری و هرسج (۱۳۹۴) در پژوهشی، پیاده‌سازی سیستم یکپارچه ایمنی و نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه را براساس روش تحلیل و طراحی سیستم ساختاریافته پیشنهاد کردند. یافته‌های این تحقیق نشان داد که پیاده‌سازی این سیستم، به بهبود شاخص‌های ایمنی و نت منجر می‌شود. به‌طور مشابه، امجدی و انصاری (۱۳۹۱) با درنظر

زمان، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شرایط و نگهداری و تعمیرات پیشگویانه را انتخاب کردند. شفيعی و همکاران (۱۳۹۴) با تلفیق روش‌های AHP فازی و تاپسیس فازی استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات در تجهیزات مختلف را رتبه‌بندی کردند. در پژوهشی دیگر، تلاش شد تا با استفاده از تئوری مجموعه راف (Rough Set Theory) و به‌کارگیری آن در تصمیم‌گیری چندمعیاره، بهترین استراتژی برای نگهداری و تعمیرات انتخاب شود. نهایتاً در آن پژوهش، استراتژی پیشگیرانه به‌عنوان گزینه برتر معرفی شد (مطلق، ۱۳۹۷). (Gebauer et al. 2008) استراتژی‌های نگهداری تجهیزات تولیدی را در شرکت‌های چینی بررسی نمودند. آن‌ها با بررسی رویکردهای نگهداری و تعمیرات در صنایع تولیدی چینی، حوزه‌های نادیده گرفته‌شده در مدیریت عملیات را شناسایی و معرفی کردند. (Boschian et al. 2009) با استفاده از شبیه‌سازی یک سیستم تولیدی متشکل از دو ماشین موازی، یک خط مونتاژ و یک تأمین‌کننده، به مقایسه دو استراتژی پرداختند. (Ishizaka and Nemery 2014) تخصیص ماشین‌آلات به استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات با استفاده از ELECTRE-SORT را بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که چنین روشی می‌تواند استراتژی‌های منعطف‌تر و دقیق‌تری را نسبت به شبکه تصمیم‌گیری فراهم کند.

Stadnicka et al. (2014) یک فرمول تجربی را به‌منظور طبقه‌بندی ماشین‌آلات با استفاده از اولویت‌بندی وظایف نگهداری و تعمیرات توسعه دادند. آن‌ها از مدل توسعه داده‌شده در سه شرکت تولیدی استفاده کردند. در پژوهشی دیگر، تلاش شد تا با استفاده از رویکرد دلفی فازی و دیمتل فازی، شاخص‌های کلیدی مؤثر بر نگهداری و تعمیرات چابک شناسایی و رتبه‌بندی شوند. در نهایت، "تصمیم‌گیری سریع" که به‌عنوان یکی از شاخص‌ها شناسایی شده بود، به‌عنوان اولویت اول انتخاب شد. مورد مطالعاتی در آن پژوهش، صنعت خودروسازی ایران بود (آقای و همکاران، ۱۳۹۴). (Awad and As'ad 2016) مدلی را به‌منظور اولویت‌بندی اقدامات نگهداری و تعمیرات توسعه دادند. آن‌ها با در نظر گرفتن چهار معیار شدت، نسبت سود به هزینه، سهولت اجرا و رضایت مشتری و استفاده از روش استنتاج فازی، این تحقیق را انجام دادند. در پژوهشی مشابه (Batbayar et al. 2016) حالت شکست در نرم‌افزارهای تجهیزات پزشکی را بررسی کردند. هدف آن‌ها، کاهش و مدیریت ریسک به کمک استنتاج فازی سیستم‌های نگهداری و تعمیرات موجود در این زمینه بود. (Chinese and Ghirardo 2010) تصویر روشنی را از مدیریت نگهداری و تعمیرات در شرکت‌های تولیدی ایتالیایی ارائه کردند.

هدف آن‌ها، تأکید بر این مطلب بود که استراتژی‌ها و عملکرد نگهداری و تعمیرات تا چه اندازه تحت تأثیر بافت، معیارها و اهداف شرکت‌های کوچک هستند. در حالی که بسیاری از عناصر استراتژی به‌اندازه سازمان مرتبط می‌شوند، به‌نظر نمی‌رسد که عملکرد نگهداری به اندازه سازمان مربوط باشد. ظاهراً برخی از عناصر استراتژی، به‌خصوص عناصر برنامه‌ریزی و کنترل، تأثیر کمی بر عملکرد دارند. در مقابل، استفاده پیشرفته از نگهداری پیشگیرانه، مخصوصاً نگهداری مبتنی بر شرایط، اقدامی بسیار مؤثر برای بهبود نگهداری و تعمیرات در تمام شرکت‌ها با ابعاد مختلف است. (Utne 2010) چارچوبی را برای ایجاد سیاست‌ها و استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات مناسب، از تحلیل نیاز تا اجرا معرفی کرده و آن‌را برای توربین‌های بادی سواحل دریا اجرا نمود. تعدد و تمرکز پژوهش‌های بیان‌شده بر سیستم‌های نگهداری و تعمیرات، نشان‌دهنده اهمیت بسیار بالای این سیستم‌ها است. تنوع سیستم‌ها و استراتژی‌های موجود در زمینه نگهداری و تعمیرات، نیاز به یک چارچوب به‌منظور اولویت‌بندی این سیستم‌ها و استراتژی‌ها را دو چندان کرده است. با در نظر گرفتن اهمیت توجه به عواملی که بر عملکرد سیستم نگهداری تعمیرات و به‌دنبال آن بر کیفیت و قابلیت اطمینان تأثیرگذار هستند، تحقیق حاضر با هدف شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر عملکرد سیستم نت در شرکت‌های آب و فاضلاب ارائه شده است که نتایج آن، در استان البرز پیاده‌سازی شده است.

در این مطالعه، از تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره استفاده شده است. از آنجایی که این روش‌ها براساس معیارهای مختلف، گزینه‌های پیش‌رو را اولویت‌بندی می‌کنند، بنابراین می‌توان با استفاده از این روش‌ها یک چارچوب مشخص برای اولویت‌بندی سیستم‌های نگهداری و تعمیرات تعیین نمود. هم‌چنین، از اعداد فازی مثلی برای ساده‌تر شدن محاسبات نیز استفاده شده است که باعث دقت بیشتر در نتایج می‌شود. با این تفاسیر، تحقیق حاضر در دو مرحله به این موضوع پرداخته است. در مرحله نخست، عوامل مؤثر بر سیستم‌های نگهداری و تعمیرات شناسایی شده و سپس، این عوامل رتبه‌بندی می‌شوند.

۲- روش تحقیق

الگوریتم اجرایی این پژوهش، با هدف ارائه مدلی بهبودیافته به‌منظور بررسی عملکرد سیستم تعمیرات نگهداری و طی مراحل نظام‌مند و مبتنی بر روش تحقیق علمی طراحی شده است. جامعه آماری استفاده‌شده در این تحقیق، شرکت‌های آب و فاضلاب

موجب می‌شود تا روش مورد استفاده از حالت تصمیم‌گیری خارج و به سمت روش‌های آماری حرکت کند. لذا، می‌توان تعداد ۷ نفر خبره را به عنوان حد نصاب مناسب در نظر گرفت.

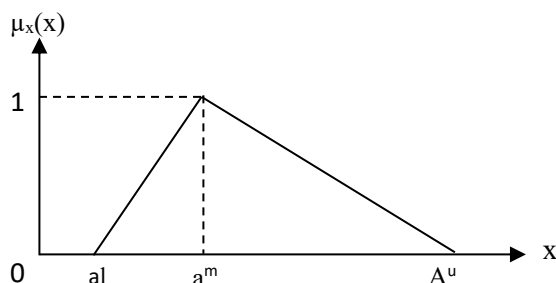
اگرچه خبرگان از شایستگی‌ها و توانایی‌های ذهنی خود برای انجام مقایسات استفاده می‌کنند، اما باید به این نکته توجه داشت که فرآیند کمی کردن عددی، امکان انعکاس سبک تفکر انسانی را به طور کامل ندارد. به عبارت دیگر، استفاده از مجموعه‌های فازی، سازگاری بیشتری با توضیحات زبانی و بعضاً مبهم انسانی دارد و بنابراین، بهتر است با استفاده از مجموعه‌های فازی (به کارگیری اعداد فازی) پیش‌بینی بلندمدت و تصمیم‌گیری در دنیای واقعی انجام شود (Chinese and Ghirardo, 2010). در این مطالعه، از اعداد فازی مثلی برای ساده‌تر شدن محاسبات استفاده شده است.

اعداد فازی مثلی

بر اساس نظریه مجموعه‌های فازی، یک عدد فازی، مجموعه فازی خاصی به صورت $\tilde{A} = x \in \frac{R}{\mu_{\tilde{A}}(x)}$ بوده که در آن، x مقادیر حقیقی عضو مجموعه R را می‌پذیرد و تابع عضویت آن، به صورت $\mu_{\tilde{A}}(x)$ است. یک عدد فازی مثلی، A عددی با تابع عضویت تکه‌ای خطی μ_A است که از طریق رابطه (۱) تعریف می‌شود:

$$\mu_x(x) = \begin{cases} \frac{(x-l)}{(m-l)} & l \leq x < m \\ 1 & x = m \\ \frac{(u-x)}{(u-m)} & m < x \leq u \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

که l : کران پایین، m : محتمل‌ترین حالت ممکن و u : کران بالا بوده و می‌تواند به صورت عدد فازی مثلی (l, m, u) نشان داده شود. شکل ۱، این تابع عضویت را نمایش می‌دهد.



شکل ۱- عدد فازی مثلی

در این مطالعه، متغیرهای کلامی برای تعیین اهمیت شاخص‌ها، مطابق با اعداد فازی مثلی در جدول ۱ و شکل ۲ فازی‌سازی شده است.

استانی است. به لحاظ ضرورت اظهار نظر کلیه مدیران، کارشناسان و تکنسین‌های مرتبط با سیستم بهره‌برداری، از یک نمونه استاندارد و سه پرسشنامه استفاده شده است. پرسشنامه اول، برای شناسایی، غربال و دسته‌بندی نهایی شاخص‌های موفقیت پیاده‌سازی برنامه ریزی منابع سازمان (ERP) و با استفاده از تکنیک دلفی فازی به کار گرفته شده است. پرسشنامه دوم نیز، به منظور اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌های شناسایی شده با استفاده از تکنیک مبتنی بر مقایسات زوجی یعنی ANP فازی استفاده شده است. در نهایت، از پرسشنامه سوم به منظور تعیین روابط درونی و علی و معلولی معیارهای شناسایی شده، براساس تکنیک دیمتل فازی بهره گرفته شده است. در این مطالعه برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از تکنیک‌های تحقیق در عملیات و برای تعیین اولویت معیارها و شاخص‌های تحقیق، از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی ANP و DEMATEL استفاده شده است.

۲-۱- گام‌های تحقیق

گام اول: شناسایی معیارها و شاخص‌های مدل

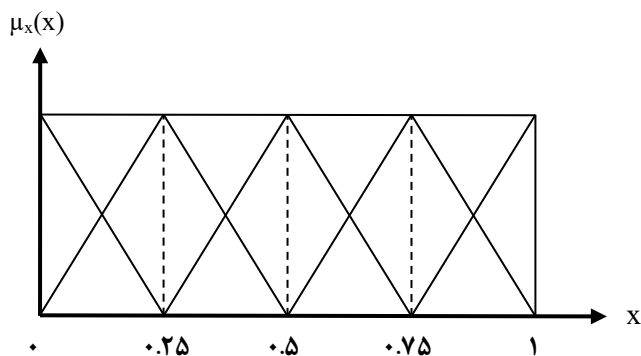
در گام نخست این پژوهش، مطالعات و ادبیات موضوع در زمینه پیاده‌سازی سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان بررسی شده است. بر این اساس، معیارها و شاخص‌های موفقیت پیاده‌سازی سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان شناسایی شد. به منظور بومی‌سازی شاخص‌های مدل، از نقطه‌نظرات و دیدگاه‌های خبرگان این حوزه استفاده شده است. اعضای کمیته تخصصی، متشکل از کارشناسان و اعضای تیم پیاده‌سازی سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان و برخی مدیران واحدهای داخلی سازمان بود. برپایه مطالعات انجام‌شده و برداشت‌های حاصل از نظرات خبرگان، مجموعه‌ای از معیارها و شاخص‌هایی برای هر یک از این معیارها شناسایی شد.

گام دوم: پالایش و غربال شاخص‌ها با تکنیک دلفی فازی

در مرحله دوم این مطالعه، با استفاده از تکنیک دلفی فازی پالایش و ترکیب شاخص‌های شناسایی شده انجام شد. پنل موردنظر، براساس ترکیبی از خبرگان سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان با تخصص‌های گوناگون تعیین شد که مشتمل بر ۱۵ نفر بود؛ اما به دلیل محدودیت و دشواری دسترسی به کلیه خبرگان، از نمونه‌ای به حجم ۷ نفر استفاده شد. نظرسنجی از این تعداد خبره، قابل اتکا است. به طور معمول، برای استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری می‌توان از ۲ تا ۱۰ خبره استفاده نمود. این تعداد تا ۱۵ نفر نیز قابل افزایش است. اما افزایش هرچه بیشتر این تعداد

جدول ۱- متغیرهای کلامی و اعداد فازی متناظر در تکنیک دلفی

اعداد فازی مثلثی	متغیرهای کلامی
(۰ و ۰/۲۵ و ۰)	اهمیت خیلی کم
(۰ و ۰/۲۵ و ۰/۵)	اهمیت کم
(۰/۲۵ و ۰/۵ و ۰/۷۵)	اهمیت متوسط
(۰/۵ و ۰/۷۵ و ۱)	اهمیت زیاد
(۰/۷۵ و ۱ و ۱)	اهمیت خیلی زیاد



شکل ۲- اعداد فازی مثلثی در تکنیک دلفی

Crisp Number

$$= \max \{x_{max}^1, x_{max}^2, x_{max}^3\} \quad (۶)$$

گام سوم: دسته‌بندی و تعیین الگوی ارجحیت و اولویت متغیرها

در این مرحله، شاخص‌های با اهمیت از دیدگاه خبرگان در چند معیار اصلی طبقه‌بندی و دسته‌بندی می‌شوند. سپس مقایسات زوجی معیارهای اصلی، براساس هدف و مقایسات زوجی شاخص‌ها، براساس معیار مربوطه توسط خبرگان صورت می‌گیرد. دیدگاه خبرگان، با استفاده از مقیاس ۹ درجه ساعتی طبق جدول ۲ و شکل ۳ فازی‌سازی شده است. پس از گردآوری و فازی‌سازی دیدگاه خبرگان، با استفاده از میانگین فازی طبق رابطه (۲) اقدام به تجمیع دیدگاه خبرگان می‌شود.

پس از گردآوری داده‌ها، میانگین فازی نظرات n پاسخ‌دهنده با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌شود. در ادامه کار، از روابط (۳) تا (۶)، به منظور فازی‌زدایی و تعیین میزان اهمیت شاخص‌های موفقیت ERP استفاده شده و شاخص‌های دارای ارزش کم‌تر از مقدار میانگین حذف می‌شوند.

$$\text{FuzzyAverage} = \left[\frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n} + \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{n} + \frac{u_1 + u_2 + \dots + u_n}{n} \right] \quad (۲)$$

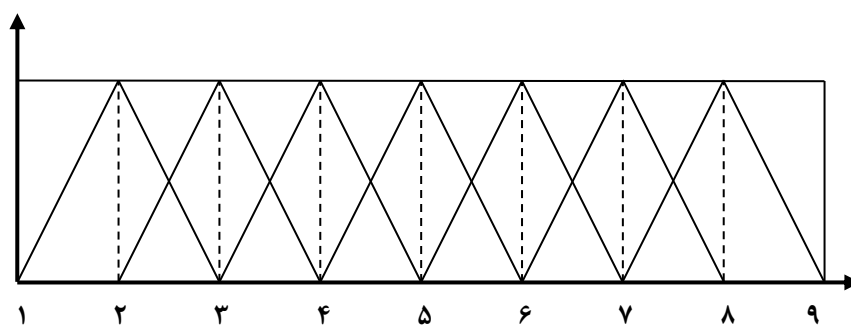
$$x_{max}^1 = \frac{l + m + u}{3} \quad (۳)$$

$$x_{max}^2 = \frac{l + 4m + u}{6} \quad (۴)$$

$$x_{max}^3 = \frac{l + 2m + u}{4} \quad (۵)$$

جدول ۲- متغیرهای کلامی و اعداد فازی متناظر در تعیین ارجحیت

معکوس اعداد فازی مثلثی	اعداد فازی مثلثی	متغیرهای کلامی
(۱ و ۱ و ۱)	(۱ و ۱ و ۱)	اهمیت یکسان
(۰/۳۳ و ۰/۵ و ۱)	(۱ و ۲ و ۳)	بینابین
(۰/۲۵ و ۰/۳۳ و ۰/۵)	(۲ و ۳ و ۴)	کمی مهم‌تر
(۰/۲ و ۰/۳۳ و ۰/۵)	(۳ و ۴ و ۵)	بینابین
(۰/۱۶ و ۰/۲ و ۰/۳۳)	(۴ و ۵ و ۶)	مهم‌تر
(۰/۱۴ و ۰/۱۶ و ۰/۲)	(۵ و ۶ و ۷)	بینابین
(۰/۱۲ و ۰/۱۴ و ۰/۱۶)	(۶ و ۷ و ۸)	خیلی مهم‌تر
(۰/۱۱ و ۰/۱۲ و ۰/۱۴)	(۷ و ۸ و ۹)	بینابین
(۰/۱۱ و ۰/۱۱ و ۰/۱۱)	(۹ و ۹ و ۹)	مطلقاً مهم‌تر



شکل ۳- اعداد فازی مثلثی در تعیین ارجحیت

گام چهارم: شناسایی الگوی روابط درونی متغیرها با تکنیک DEMATEL فازی

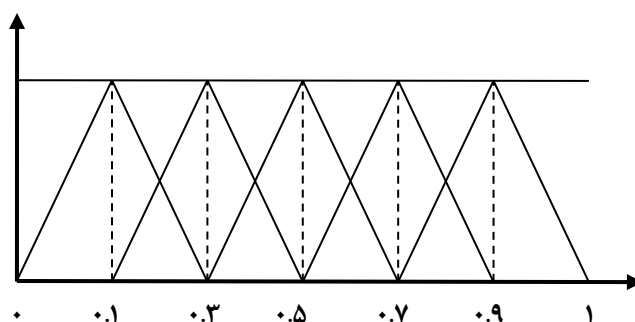
در این مطالعه، فرض بر این است که برخلاف رویکردهای مرسوم، میان معیارهای مدل ERP رابطه وجود دارد. این روابط درونی، در تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در نظر گرفته نمی‌شود. برای نمایش الگوی روابط درونی، دو راه کار وجود دارد. ساده‌ترین کار این است که به ادبیات پژوهش رجوع شود. از آنجا که در مطالعات موجود، اشاره صریحی به این روابط وجود ندارد، می‌توان از تکنیکی مانند DEMATEL استفاده کرد.

در این مطالعه، از تکنیک دیمتل برای در نظر گرفتن ارتباطات متقابل استفاده شده است. مزیت این روش نسبت به تکنیک

تحلیل شبکه‌ای، روشنی و شفافیت آن در انعکاس ارتباطات متقابل میان مجموعه وسیعی از اجزا است؛ به‌طوری‌که متخصصان قادر هستند با تسلط بیشتری، به بیان نظرات خود در رابطه با اثرات (جهت و شدت اثرات) میان عوامل بپردازند. لازم به ذکر است که ماتریس حاصل شده از تکنیک دیمتل (ماتریس ارتباطات داخلی)، در واقع تشکیل دهنده بخشی از سوپرماتریس است. به عبارت دیگر، از نتایج تکنیک دیمتل به عنوان زیرسیستمی از سیستم بزرگتری چون ANP استفاده شده است. برای تعیین اثرات و ارتباطات متقابل بین عوامل، داده‌ها با طیف پنج درجه لیکرت (Likert) گردآوری و مطابق با جدول ۳ و شکل ۴ فازی‌سازی شده است.

جدول ۳- متغیرهای کلامی و اعداد فازی متناظر در تکنیک دیمتل

اعداد فازی مثلثی	متغیرهای کلامی
$(0/0/1 \text{ و } 0/3)$	بدون تأثیر
$(0/1 \text{ و } 0/3 \text{ و } 0/5)$	تأثیر کم
$(0/3 \text{ و } 0/5 \text{ و } 0/7)$	تأثیر متوسط
$(0/5 \text{ و } 0/7 \text{ و } 0/9)$	تأثیر زیاد
$(0/7 \text{ و } 0/9 \text{ و } 1)$	تأثیر بسیار زیاد



شکل ۴- اعداد فازی مثلثی در تکنیک دیمتل

به منظور محاسبه روابط درونی، مراحل زیر صورت گرفته است (Feng, 2012):

- تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم: روابط میان معیارها، به صورت یک ماتریس نمایش داده شده است. چون از دیدگاه چند

کارشناس استفاده شده، از میانگین ساده نظرات استفاده و ماتریس ارتباط مستقیم تشکیل می‌شود.

- تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم نرمال: ماتریس نرمال شده طبق روابط (۷) و (۸)، به دست می‌آید. ابتدا جمع تمامی سطرها و

نامیده می‌شود، قدرت تأثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. به‌طور کلی اگر D-R مثبت باشد، متغیر علی و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود. درنهایت، یک دستگاه مختصات دکارتی ترسیم می‌شود. در این دستگاه، محور طولی مقادیر D+R و محور عرضی، براساس D-R است. موقعیت هر عامل، با نقطه‌ای به مختصات (D+R, D-R) در دستگاه معین می‌شود. به این ترتیب، یک نمودار گرافیکی نیز به‌دست خواهد آمد.

- محاسبه آستانه روابط: به‌منظور تعیین نقشه روابط شبکه، باید ارزش آستانه محاسبه شود. با این روش می‌توان از روابط جزئی صرف‌نظر کرده و شبکه روابط قابل‌اعتنا را ترسیم کرد. تنها روابطی که مقادیر آن‌ها در ماتریس ارتباط کامل از مقدار آستانه بزرگ‌تر باشد، در NRM نمایش داده خواهد شد. برای محاسبه مقدار آستانه روابط، کافی است تا میانگین مقادیر ماتریس کامل محاسبه شود. پس از آن که شدت آستانه تعیین شد، تمامی مقادیر ماتریس ارتباط کامل که کوچک‌تر از آستانه باشد، صفر می‌شود؛ یعنی آن رابطه علی درنظر گرفته نمی‌شود.

گام پنجم: رتبه‌بندی نهایی متغیرها با تکنیک ANP فازی

در گام نهایی این مطالعه، با درنظر گرفتن الگوی ارجحیت و روابط درونی متغیرها با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه فازی، اقدام به اولویت‌بندی و رتبه‌بندی نهایی شاخص‌های موفقیت سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان می‌شود. فرآیند تحلیل شبکه فازی در شکل ۵ نشان داده شده است.

ستون‌ها محاسبه می‌شود. معکوس بزرگ‌ترین عدد سطر و ستون، مقدار k را تشکیل می‌دهد. سپس، از حاصل ضرب مقدار k در ماتریس ارتباط مستقیم، ماتریس ارتباط مستقیم نرمال به‌دست می‌آید.

$$k = \frac{1}{\max(\sum_{i,j=1}^n a_{ij})} \quad (7)$$

$$N = K \times D \quad (8)$$

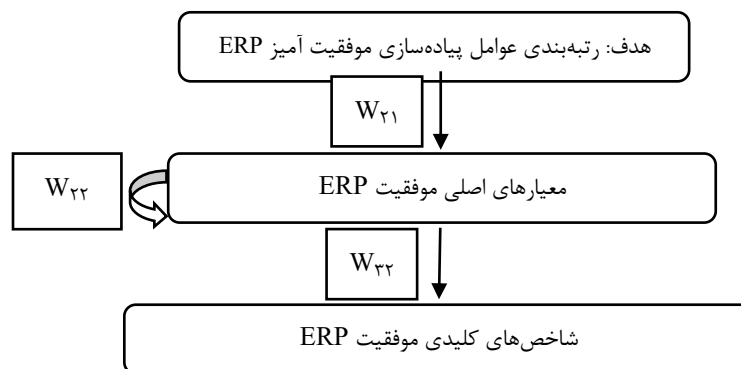
که a_{ij} : درایه سطر i ام و ستون j ام ماتریس ارتباط مستقیم، n : تعداد سطر یا ستون، D : ماتریس ارتباط مستقیم و N : ماتریس ارتباط مستقیم نرمال هستند.

- محاسبه ماتریس ارتباط کامل: این ماتریس طبق رابطه (۹) محاسبه می‌شود.

$$T = N \times (I - N)^{-1} \quad (9)$$

که T : ماتریس ارتباط کامل و I : ماتریس همانی هستند.

- ایجاد نمودار علی: مجموع عناصر سطر برای هر عامل، نشانگر میزان تأثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل‌های سیستم است (میزان تأثیرگذاری متغیرها). مجموع عناصر ستون برای هر عامل، نشانگر میزان تأثیرپذیری آن عامل از سایر عامل‌های سیستم است (میزان تأثیرپذیری متغیرها). بنابراین بردار افقی $(D+R)$ که Prominence نامیده می‌شود، نشان‌گر میزان تأثیر و تأثر عامل موردنظر در سیستم است. به عبارت دیگر، هرچه مقدار $D + R$ عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد. بردار عمودی $(D-R)$ که Relation



شکل ۵- مدل ANP عوامل پیاده‌سازی موفقیت آمیز ERP

مربوطه؛

- محاسبه بردار W_{22} : تعیین اولویت معیارهای اصلی براساس روابط درونی معیارهای اصلی.

بنابراین، محاسبه وزن نهایی شاخص‌های مدل با تکنیک ANP نیازمند محاسبه سوپرماتریس مطابق جدول ۴ است.

در این تکنیک، علاوه بر رابطه سلسله مراتبی متغیرها، روابط درونی آن‌ها نیز درنظر گرفته می‌شود. براساس مدل ترسیم‌شده در شکل ۶، باید محاسبات زیر صورت گیرد:

- محاسبه بردار W_{21} : تعیین اولویت معیارهای اصلی براساس هدف؛

- محاسبه بردار W_{32} : تعیین اولویت شاخص‌ها براساس معیار

جدول ۴- سوپرماتریس نهایی مدل تحقیق

معیارها	هدف	
۰	۰	هدف
W_{22}	W_{21}	معیارها
W_{32}	۰	شاخص‌ها

بردار ویژه مقایسه معیارها، براساس هدف (W_{21}) و بردار ویژه مقایسه شاخص‌ها، براساس معیار مربوطه (W_{32}) مانند تکنیک AHP محاسبه شده است. محاسبه بردار روابط بین معیارهای اصلی (W_{22})، مستلزم تشخیص ارتباط درونی بین معیارها است. برای این منظور، از تکنیک دیمتل استفاده شده است.

۲-۲- طراحی پرسشنامه و جمع‌آوری اطلاعات

مورد مطالعاتی در پژوهش حاضر اداره آب و فاضلاب استان البرز است. به لحاظ ضرورت اظهار نظر کلیه مدیران، کارشناسان و تکنسین‌های مرتبط با سیستم بهره‌برداری، میزان نمونه مطابق جدول تهیه شده توسط Krejcie and Morgan (1970) برابر ۶۶ نفر افراد در جامعه آماری خواهد بود. در این پژوهش برای جمع‌آوری داده‌های پژوهش، از مصاحبه و ابزار پرسشنامه استفاده شده است.

پرسشنامه شماره ۱، برای شناسایی، غربال و دسته‌بندی نهایی

شاخص‌های موفقیت پیاده‌سازی ERP، با استفاده از تکنیک دلفی فازی به کار گرفته شده است. پرسشنامه شماره ۲، به منظور اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌های شناسایی شده با استفاده از تکنیک مبتنی بر مقایسات زوجی، یعنی ANP فازی استفاده شده است. از پرسشنامه شماره ۳، به منظور تعیین روابط درونی و علی و معلولی معیارهای شناسایی شده براساس تکنیک DEMATEL فازی بهره گرفته شده است. در این مطالعه برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از تکنیک‌های تحقیق در عملیات استفاده شده است. برای تعیین اولویت معیارها و شاخص‌های تحقیق، از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی ANP و DEMATEL استفاده شده است. به منظور انجام محاسبات مربوط به تکنیک DEMATEL، از محیط نرم‌افزار Excel استفاده شده و تکنیک ANP نیز، با استفاده از نرم‌افزار Super Decision انجام شده است.

۳- بحث و نتایج

در ابتدا، به منظور شناسایی عوامل مؤثر بر عملکرد سیستم تعمیرات نگهداری شرکت‌های آب و فاضلاب، تعدادی از عواملی که ممکن بود بر عملکرد این سیستم مؤثر باشند، از پژوهش‌های مشابه استخراج و در جدول ۵ گردآوری شد.

جدول ۵- عوامل مؤثر بر عملکرد سیستم نت در شرکت‌های خدمات عمومی

منبع	مؤلفه و زیرمؤلفه	ردیف
Zio and Compere (2013)	خدمات متنوع	۱
	اجرای سیستم	۲
		۳
		۴
	شرایط فرهنگی	۵
		۶
		۷
	شرایط تکنولوژیکی	۸
		۹
		۱۰
	زمینه و شرایط مساعد	۱۱
		۱۲
		۱۳
	کارکنان	۱۴
		۱۵
		۱۶
خبرگان	شواهد فیزیکی	۱۷
		۱۸
		۱۹
	فرآیند	۲۰
		۲۱
		۲۲
		۲۳
		۲۴

نتیجه، ساختار سلسله مراتبی مورد مطالعه حاضر همانند شکل ۱ ترسیم شد.

با مشخص نمودن درخت تصمیم، لازم است تا بین شاخص‌های اصلی و فرعی مسئله موردنظر مقایسات زوجی توسط متخصصان و خبرگان انجام شود. این بدان معناست که در این مرحله، شاخص‌های اصلی نسبت به هدف در طی پرسشنامه مقایسات زوجی و براساس طیف طراحی شده در جدول ۷ مورد مقایسه قرار می‌گیرند. به لحاظ حجیم بودن محاسبات مربوطه، تنها به بعضی از ماتریس‌های مقایسات زوجی و ماتریس‌های تلفیقی اشاره می‌شود. جدول ۸، بیانگر ماتریس مقایسات زوجی بین شاخص اصلی نسبت به هدف توسط متخصص تصمیم‌گیرنده اول است.

نهایتاً برای محاسبه اوزان فازی اولیه، از روش تحلیل و توسعه‌ای چانگ بهره گرفته شده است (Chang, 1996). برای این منظور، ابتدا جمع اعداد هر سطر ماتریس قضاوت محاسبه می‌شود. مقادیر حاصل، در جدول ۹ آورده شده است. سپس درجه بزرگی Z_i ها، نسبت به Z_k ها محاسبه می‌شود که در جدول ۱۰ آورده شده‌اند. به‌طور مثال، عدد 0.92 در جدول ۱۰ به‌ترتیب زیر محاسبه شد.

$$V(s_1 > s_2) = 0.1221 < 0.1322$$

$$\rightarrow \frac{0.2063 - 0.0807}{(0.2063 - 0.0807) + (0.1322 - 0.1221)}$$

$$= 0.9252$$

(۱۰)

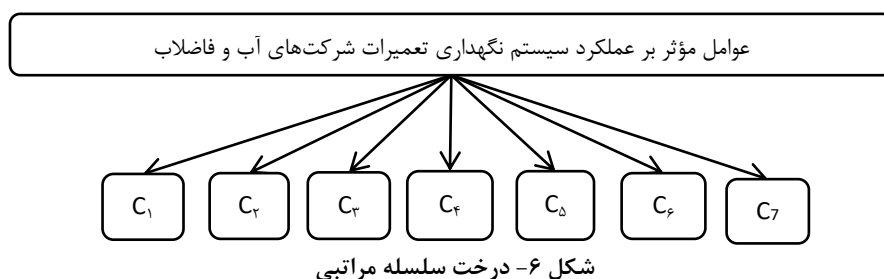
پس از استخراج عوامل با استفاده از تکنیک دلفی، در دو دور مهم‌ترین عوامل برای ادامه تحقیق مشخص می‌شود. در دور نخست، پرسشنامه‌ای به خبرگان برگزیده این پژوهش که تعدادشان ۷ نفر بود، داده شد که علاوه بر اعلام نظر خود، دو مؤلفه دیگر نیز توسط دو خبره ارائه شد. نهایتاً، بر مبنای مطالعات انجام‌شده در پژوهش‌های مشابه و نظرات کارشناسان و افراد خبره حاضر در نمونه آماری مورد مطالعه حاضر، فهرست نسبتاً جامعی از عوامل مؤثر بر سیستم نگهداری و تعمیرات در شرکت‌های آب و فاضلاب به‌منظور بررسی مورد مطالعه حاضر مشخص شد که در جدول ۶ قابل مشاهده هستند.

جدول ۶- عوامل مؤثر بر سیستم تعمیرات نگهداری در اداره آب

استان البرز

عامل	نماد
اجرای سیستم	C_1
شرایط فرهنگی	C_2
شرایط تکنولوژیکی	C_3
زمینه مساعد	C_4
کارکنان	C_5
شواهد فیزیکی	C_6
فرآیند	C_7

در مرحله بعدی این پژوهش، رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر عملکرد سیستم نگهداری و تعمیرات براساس نظر اساتید متخصص دانشگاهی و افراد حاضر در نمونه آماری پژوهش در قالب دسته کلی تحت‌عنوان عوامل اصلی طبقه‌بندی شده‌اند. در



جدول ۷- ماتریس مقایسات زوجی بین شاخص‌ها نسبت به هدف توسط متخصص DM^A

D ₁	C ₁			C _r			C _r			C _f			C _Δ			C _ρ			C _v		
C ₁	۱	۱	۱	۰/۵	۱	۱/۵	۰/۵	۰/۷	۱	۰/۵	۱	۱/۵	۱	۱	۱	۰/۵	۰/۷	۱	۰/۵	۱	۱/۵
C _r	۰/۷	۱	۲	۱	۱	۱	۲/۵	۳	۳/۵	۰/۷	۱	۲	۲/۵	۳	۳/۵	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۷	۱	۲
C _r	۱	۱/۵	۲	۰/۳	۰/۳	۰/۴	۱	۱	۱	۰/۳	۰/۳	۰/۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۳	۰/۳	۰/۴
C _f	۰/۷	۱	۲	۰/۵	۱	۱/۵	۲/۵	۳	۳/۵	۱	۱	۱	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۷	۱	۲	۰/۵	۰/۷	۱
C _Δ	۱	۱	۱	۰/۳	۰/۳	۰/۴	۱	۱	۱	۲	۲/۵	۳	۱	۱	۱	۰/۵	۱	۱/۵	۱	۱	۱
C _ρ	۱	۱/۵	۲	۲	۲/۵	۳	۱	۱	۱	۰/۵	۱	۱/۵	۰/۷	۱	۲	۱	۱	۱	۲/۵	۳	۳/۵
C _v	۰/۷	۱	۲	۰/۵	۱	۱/۵	۲/۵	۳	۳/۵	۱	۱/۵	۲	۱	۱	۱	۰/۳	۰/۳	۰/۴	۱	۱	۱

جدول ۸- ماتریس قضاوت شاخص‌ها نسبت به هدف

	C_1			C_2			C_3			C_4			C_5			C_6			C_7		
C_1	۱	۱	۱	۰/۵۲	۰/۶۹	۰/۹۷	۰/۸۹	۱/۱۲	۱/۴۶	۱/۰۲	۱/۵۳	۲/۰۴	۰/۶۹	۰/۸۴	۱/۰۳	۰/۹	۱/۱۳	۱/۵۱	۰/۸	۰/۹۲	۱/۰۹
C_2	۱/۰۴	۱/۴۵	۱/۹۳	۱	۱	۱	۰/۸۷	۱/۱۳	۱/۵۱	۰/۵۳	۰/۷۷	۱/۱۲	۰/۵۴	۰/۷۳	۱/۰۷	۰/۵۸	۰/۷۳	۰/۹۹	۰/۷۲	۱/۰۴	۱/۴۷
C_3	۰/۶۹	۰/۸۹	۱/۱۳	۰/۶۶	۰/۸۸	۱/۱۴	۱	۱	۱	۰/۵۸	۰/۷۳	۱/۰۲	۰/۸۴	۱/۰۵	۱/۴	۰/۹	۱/۲۲	۱/۶۸	۰/۵۵	۰/۷۲	۰/۹۷
C_4	۰/۴۹	۰/۶۵	۰/۹۸	۰/۸۹	۱/۳	۱/۸۹	۰/۹۸	۱/۳۷	۱/۷۲	۱	۱	۱	۰/۵۸	۰/۷۹	۰/۹۸	۰/۵۱	۰/۷۱	۱/۰۶	۰/۸۱	۱/۰۵	۱/۳۸
C_5	۰/۹۷	۱/۱۹	۱/۴۴	۰/۹۳	۱/۳۷	۱/۸۴	۰/۷۲	۰/۹۵	۱/۲	۱/۰۲	۱/۲۶	۱/۷۳	۱	۱	۱	۰/۶۶	۰/۹۱	۱/۳۱	۰/۷۲	۰/۹۱	۱/۲۵
C_6	۰/۶۶	۰/۸۸	۱/۱۱	۱/۰۱	۱/۳۶	۱/۷۴	۰/۵۹	۰/۸۲	۱/۱۱	۰/۹۴	۱/۴	۱/۹۷	۰/۷۶	۱/۱	۱/۵۱	۱	۱	۱	۰/۷۳	۰/۹۲	۱/۳۷
C_7	۰/۹۲	۱/۰۸	۱/۲۵	۰/۶۸	۰/۹۶	۱/۳۹	۱/۰۳	۱/۳۹	۱/۸۳	۰/۷۲	۰/۹۵	۱/۲۳	۰/۸	۱/۱	۱/۳۸	۰/۷۳	۱/۰۸	۱/۳۷	۱	۱	۱

جدول ۹- جمع اعداد فازی هر سطر ماتریس قضاوت

جمع سطرها	L	M	U
R_1	۶/۸۴۹	۸/۶۳۹	۱۰/۹۷۱
R_2	۶/۱۵۵	۷/۹۷۶	۱۰/۴۵۸
R_3	۶/۰۰۶	۷/۵۶۷	۹/۷۵۵
R_4	۵/۷۳۲	۷/۶۱۷	۱۰/۱۱۹
R_5	۶/۷۵۸	۸/۶۹۷	۱۱/۲۰۳
R_6	۶/۴۵۰	۸/۴۸۰	۱۱/۰۸۸
R_7	۶/۶۷۲	۸/۵۹۵	۱۰/۸۵۲
جمع تمام سطرها	۵۰/۶۹۱۷	۶۵/۳۴۴۶	۸۴/۹۰۳۰

جدول ۱۰- درجه بزرگی S_i ها را نسبت به S_i ها

$V(S_j / S_i)$	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
S_1	۱	۰/۹۲۵۲	۰/۸۷۱۹	۰/۸۸۳۷	۱	۰/۹۸۲۶	۰/۹۰۴۶
S_2	۱	۱	۰/۹۵۰۴	۰/۹۵۸۶	۱	۱	۰/۹۷۷۴
S_3	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
S_4	۱	۱	۰/۹۹۳۹	۱	۱	۱	۱
S_5	۱	۰/۹۱۹۸	۰/۸۶۷۱	۰/۸۷۸۹	۱	۰/۹۷۶۶	۰/۸۹۹۷
S_6	۱	۰/۹۴۴۲	۰/۸۹۲۹	۰/۹۰۳۵	۱	۱	۰/۹۲۳۵
S_7	۱	۱	۰/۹۷۴۴	۰/۹۸۱۵	۱	۱	۱

بعد از آن، کم‌ترین مقدار عناصر هر ستون از جدول ۱۰ کردن اوزان نابه‌هنجار آورده شده در جدول ۱۱ به‌دست آمده‌اند. به‌عنوان اوزان نابه‌هنجار به‌دست آمد. اوزان به‌هنجار از نرمالیزه

جدول ۱۱- اوزان نابه‌هنجار و به‌هنجار

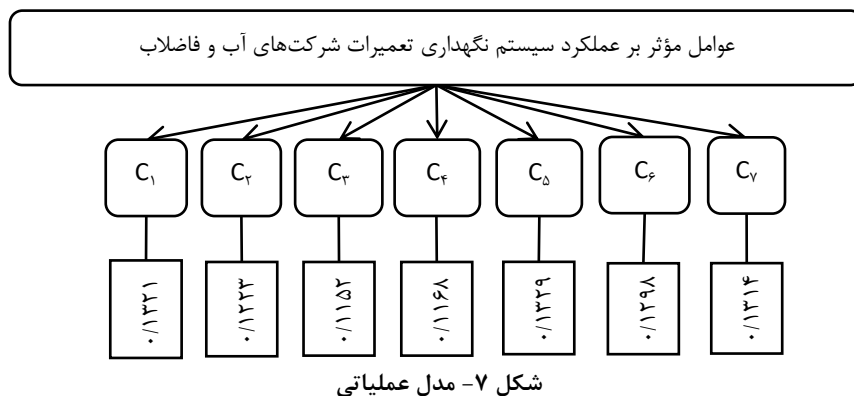
اوزان به‌هنجار	اوزان نابه‌هنجار	W_j	عوامل مؤثر
۰/۱۳۲۱	۰/۹۹۳۶	W_1	اجرای سیستم
۰/۱۲۲۳	۰/۹۱۹۸	W_2	شرایط فرهنگی
۰/۱۱۵۲	۰/۸۶۷۱	W_3	شرایط تکنولوژیکی
۰/۱۱۶۸	۰/۸۷۸۹	W_4	زمینه مساعد
۰/۱۳۲۹	۱/۰۰۰۰	W_5	کارکنان
۰/۱۲۹۸	۰/۹۷۶۶	W_6	شواهد فیزیکی
۰/۱۳۱۴	۰/۹۸۸۵	W_7	فرآیند

پس از محاسبه میزان اهمیت نهایی هریک از عوامل، مدل عملیاتی رسم می‌شود (شکل ۲).

پس از محاسبه اوزان نهایی هر یک از شاخص‌ها، می‌توان اولویت این عوامل را براساس میزان اهمیت هر کدام به‌دست آورد. جدول ۱۲ نمایانگر این اولویت‌گذاری است.

جدول ۱۲- اولویت‌بندی عوامل

اولویت	عوامل مؤثر
۵	زمینه مساعد
۴	کارکنان
۷	شرایط فرهنگی
۶	تبلیغات
۱	شرایط تکنولوژیکی
۳	شواهد فیزیکی
۲	فرآیند



۴- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

تکنولوژی‌های نوین از سویی دیگر، عملکرد مؤثری در کاهش توقفات برنامه‌ریزی‌نشده و در نتیجه خرابی دستگاه به‌صورت ناگهانی را در پی دارد.

عوامل دیگر از جمله فرایندها، شواهد فیزیکی، کارکنان، شرایط مساعد، تبلیغات و شرایط فرهنگی، هرکدام به‌ترتیب رتبه‌های بعدی را در عوامل مؤثر بر عملکرد سیستم‌های نگهداری و تعمیرات شرکت‌های آب و فاضلاب، به خود اختصاص می‌دهند. قرارگیری فرآیند در جایگاه دوم این رتبه‌بندی، نشان دهنده دقت بالای روش به‌کاررفته است. چرا که به‌طور معمول، سازمان‌ها به اصل فرآیندها توجه ویژه‌ای ندارند و عموماً به عوامل خارج از فرآیند اهتمام می‌ورزند. در حالی که در بسیاری از مواقع، توجه، عیب‌یابی و اصلاح فرآیندها، می‌تواند کمک شایانی در حل مشکل داشته باشد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، پیاده‌سازی روش استفاده‌شده در صنعتی خاص، استفاده از جامعه آماری گسترده‌تر، بهره‌گیری از دیگر روش‌های تصمیم‌گیری در انتخاب، پایش و رتبه‌بندی می‌تواند در پژوهش‌های آتی موردتوجه قرار گیرد.

به‌منظور انجام پژوهش‌های آتی توصیه می‌شود تا از روش‌های تلفیقی دیگر، روش‌های تصمیم‌گیری جدیدتر و همچنین، اعداد غیرقطعی دیگر استفاده شده و نتایج آن‌ها با نتایج پژوهش حاضر مقایسه شود. علاوه بر این، می‌توان سیستم‌ها و روش‌ها را به‌صورت کلی‌تر و یا جزئی‌تر مورد بررسی و ارزیابی قرار داد.

پژوهش حاضر در زمینه ارائه چارچوبی در تعیین و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر عملکرد سیستم‌های نگهداری و تعمیرات شرکت‌های آب و فاضلاب، برای اولین بار در استان البرز ارائه شد. بدین منظور، طبق نظر خبرگان حوزه تحت مطالعه، معیارها و زیرمعیارهای سیستم‌های نگهداری و تعمیرات، پایش شده و در یک ساختار چندسطحی با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار گرفت. این موضوع، کمک شایانی به دقت‌تر بودن نتایج می‌کند و با توجه به آن که از نظرات خبرگان استفاده شده، استفاده از اعداد فازی به عدم قطعیت نتایج و بهبود دقت آن‌ها کمک شایانی کرده است. از نوآوری‌های این مقاله، می‌توان به ارائه این روش به‌صورت کاربردی در استان البرز به‌عنوان یک کار جدید و دقیق با توجه به این که از روش‌های فازی استفاده شده است، اشاره کرد. محاسبات صورت‌گرفته برای حصول وزن در سطح معیارها، بیانگر این موضوع است که معیار شرایط تکنولوژیکی که شامل کیفیت و استفاده از تکنولوژی‌های نوین بوده، دارای بالاترین ارجحیت نسبت به دیگر معیارها است. این موضوع را می‌توان در کشورهای صنعتی بزرگی همچون ایالات متحده، آلمان، ژاپن، کانادا و غیره نیز مشاهده نمود. فناوری و تکنولوژی، می‌تواند کمک بسیار زیادی به سیستم‌های نگهداری و تعمیرات کند. کیفیت تجهیزات از سویی و استفاده از فناوری و

۵- پی‌نوشت‌ها

- 1- Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)
- 2- Analytic Network Process (ANP)
- 3- Fuzzy Delphi
- 4- Additive Ratio Assessment System (ARAS)
- 5- Fuzzy Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (FTOPSIS)
- 6- Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)
- 7- Enterprise Resource Planning (ERP)
- 8- Decision Maker

۶- مراجع

- آقای، ر.، آقای، ا.، و محمد حسینی، ر.، (۱۳۹۴)، "شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی مؤثر بر نگهداری و تعمیرات چابک با استفاده از رویکرد دلفی‌فازی و دیمتل فازی"، فصل‌نامه مدیریت صنعتی، ۴(۷)، ۶۴۱-۶۷۲.
- امجدی، ن. و انصاری، م.، ر.، (۱۳۹۱)، "برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت نیروگاه‌های آبی و حرارتی در سیستم قدرت با در نظر گرفتن محدودیت‌های ایمنی سیستم و مسئله پایداری ولتاژ"، مدل‌سازی در مهندسی، ۱۰(۲۸)، ۵۳-۶۷.
- خردرنجبر، م.، محمدی، م.، ع. و رفیعی، ش.، (۱۴۰۰)، "اولویت‌بندی راهبردهای سیستم نگهداری و تعمیرات ساختمان با کمک ترکیبی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره"، نشریه مهندسی سازه و ساخت، ۹(۷)، ۲۰۵-۲۲۵.
- سربی، س.، شکوه‌یار، س.، و حقیقت منفرد، ج.، (۱۴۰۰)، "سیاست‌گذاری نگهداری و تعمیرات پیش‌گويانه در مراکز فرآوری نفت و گاز"، فصل‌نامه مطالعات مدیریت راهبردی، ۱۲(۴۸)، ۶۵-۸۳.
- شفیعی نیک آبادی، م.، فرج پور، ح.، افتخاری، ح.، و سعدآبادی، ع. ا.، (۱۳۹۴)، "به‌کارگیری رویکرد ترکیبی FA، AHP و TOPSIS برای انتخاب و رتبه‌بندی استراتژی‌های مناسب نگهداری و تعمیرات"، فصل‌نامه علمی- پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، ۱۳(۳۹)، ۳۵-۶۲.
- عظیمیان، م.، کرباسیان، م.، و آتشگر، ک.، (۱۴۰۰)، "انتخاب بهترین دوره نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه در تجهیزات تک‌کاره: یک رویکرد تصمیم‌گیری فازی جدید"، مدیریت تولید و عملیات، ۱۲(۴)، ۲۱-۳۹.
- کریمی، م.، (۱۳۸۹)، "طراحی مدل ارزیابی عملکرد کارت امتیازی متوازن با رویکرد پویایی سیستم"، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

مطلق، م. ث.، (۱۳۹۷)، "به‌کارگیری مفهوم تئوری مجموعه راف در روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه برای ارزیابی و انتخاب مناسب‌ترین استراتژی نگهداری و تعمیرات"، پژوهش‌های مدیریت راهبردی، ۲۴(۷۰)، ۶۵-۸۹.

- Awad, M., and As' ad, R.A. (2016). "Reliability centered maintenance actions prioritization using fuzzy inference systems", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 22(4), 433-452.
- Batbayar, K., Takács, M., and Kozlovsky, M., (2016), "Medical device software risk assessment using FMEA and fuzzy linguistic approach: Case study", *IEEE 11th International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI)*, IEEE, 197-202.
- Bevilacqua, M., and Braglia, M., (2000), "The analytic hierarchy process applied to maintenance strategy selection", *Reliability Engineering and System Safety*, 70(1), 71-83.
- Boschian, V., Rezg, N., and Chelbi, A., (2009), "Contribution of simulation to the optimization of maintenance strategies for a randomly failing production system", *European Journal of Operational Research*, 197(3), 1142-1149.
- Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655.
- Chinese, D., and Ghirardo, G., (2010), "Maintenance management in Italian manufacturing firms: Matters of size and matters of strategy", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 16(2), 156-180.
- Feng, Y., (2012), "System dynamics modeling for supply chain information sharing", *International Conference on Solid State Devices and Materials Science, Physics, Procedia*, 25(1), 1463-1469.
- Gebauer, H., Putz, F., Fischer, T., Wang, C. and Lin, J., (2008), "Exploring maintenance strategies in Chinese product manufacturing companies", *Management Research News*, 31(12), 941-950.
- Ishizaka, A., and Nemery, P., (2014), "Assigning machines to incomparable maintenance strategies with ELECTRE-SORT", *Omega*, 47(6), 45-59.
- Kelly, A., (1997), *Maintenance organization and systems: business centered maintenance*, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Kevin, F.G., Penlesky, R.J., (1998), "A framework for developing maintenance strategies", *Production and Inventory Management Journal*, 29(1), 16-21.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). "Determining sample size for research activities", *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607-610.
- Pinjala, S.K., Pintelon, L., and Vereecke, A., (2006), "An empirical investigation on the relationship between business and maintenance strategies", *International Journal of Production Economics*, 104(1), 214-229.
- Pintelon, L., Kumar, S.P., and Vereecke, A., (2006), "Evaluating the effectiveness of maintenance strategies", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 12(1), 7-20.

- Senge, P.M., (1990), *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*, Doubleday, New York.
- Singh, P., Singh, S., Vardhan, S., and Patnaik, A., (2020). "Sustainability of maintenance management practices in hydropower plant: A conceptual framework", *Materials Today: Proceedings*, 28, 1569-1574.
- Stadnicka, D., Antosz, K., and Ratnayake, R.C., (2014), "Development of an empirical formula for machine classification: Prioritization of maintenance tasks", *Safety Science*, 63(3), 34-41.
- Stedje, W., and Zukerman, D., (1991), "Optimal maintenance strategies for repairable systems with general degree of repair", *Journal of Applied Probability*, 28(2), 384-396.
- Sterman, J.D., (2000), *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*, Irwin McGraw-Hill, Boston.
- Utne, I.B., (2010), "Maintenance strategies for deep sea offshore wind turbines", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 16(4), 367-381.
- Vujanović, D., Momčilović, V., Bojović, N., and Papić, V., (2012), "Evaluation of vehicle fleet maintenance management indicators by application of DEMATEL and ANP", *Expert Systems with Applications*, 39(12), 10552-10563.
- Wang, J., Ge, D., Chen, S., Wang, Z., Guo, D., Xu, Z., Wang, J., and Wang, F., (2021), "Maintenance strategy design for nuclear reactors safety systems using a constraint particle swarm evolutionary methodology", *Annals of Nuclear Energy*, 150(1), 107878.
- Wanga, L., Chua, J., and Wub, J., (2007), "Selection of optimum maintenance strategies based on a fuzzy analytic hierarchy process", *International Journal of Production Economics*, 107(1), 151-163.
- Zio, E., Compare, M., (2013). "Evaluating maintenance policies by quantitative modeling and analysis", *Journal of Reliability Engineering and System Safety*, 109(203), 53-65.



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

Research Paper

مقاله پژوهشی

Smart Technologies and Green Innovation in the Wastewater Treatment Industry: The Mediating Role of Corporate Sustainability and Sustainability Strategies

فناوری‌های هوشمند و نوآوری سبز در صنعت تصفیه فاضلاب: نقش میانجی پایداری شرکت و استراتژی‌های پایداری

Mohsen Pourmahmoud¹, Mehrdad Hosseini Shakib^{*2} and Abbas Khamseh³

1- M.A. Graduated, Department of Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Industrial Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

3- Associate Professor, Department of Industrial Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

*Corresponding Author, Email: Mehrdad.shakib@kiau.ac.ir

Received: 14/06/2021

Revised: 26/07/2022

Accepted: 05/08/2022

© IWWA

محسن پورمحمود^۱، مهرداد حسینی شکیب^{*۲} و عباس خمسه^۳

۱- کارشناسی ارشد، گروه مدیریت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

۲- استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

۳- دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

*نویسنده مسئول، ایمیل: Mehrdad.shakib@kiau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۲۴

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۱/۰۵/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۴

© انجمن آب و فاضلاب ایران

Abstract

چکیده

One of the key areas addressed by the sustainable development discourse is the role of sustainability as a driver of green innovation. The aim of this study was to study the mediating role of company sustainability and sustainability strategies in the relationship between smart technologies and green innovation in companies constructing wastewater treatment plants in the Iran. This research is applicable in terms of purpose and descriptive survey in terms of method. The statistical population of the study consists of senior managers of companies designing, constructing and operating municipal wastewater treatment plants, 250 of which were selected using the available sampling method. Findings indicate that intelligent technologies have a significant effect on firm stability and sustainability strategies, and according to the resulting path coefficients with values of 0.74 and 0.31, this relationship is positive and directional. In addition, the results indicate that the sustainability strategy has a significant effect on the stability of the company and the path coefficient with a value of 0.25, indicates a positive and directional relationship. In addition, according to the results of the research, the stability of the company has a significant effect on green innovation and according to the path coefficient with a value of 0.41, this relationship is positive and directional. In addition, the results show that smart technologies have a positive and significant effect on green innovation with the mediating role of company sustainability and the indirect impact of smart technologies on green innovation in this direction is equal to 0.30. Research shows that smart technologies have a positive and significant effect on company sustainability with the mediating role of company sustainability strategy and the rate of indirect impact of smart technologies on company sustainability in this direction is equal to 0.08. In addition, according to the research results, the company's sustainability strategy has a significant effect on green innovation with the mediating role of company sustainability and the indirect impact of the sustainability strategy on green innovation in this direction is equal to 0.10.

یکی از زمینه‌های اساسی که با گفتمان توسعه پایدار مطرح می‌شود، نقش پایداری به‌عنوان محرکی در تقویت نوآوری سبز است. پژوهش حاضر با هدف مطالعه نقش میانجی پایداری شرکت و استراتژی‌های پایداری در رابطه بین فناوری‌های هوشمند و نوآوری سبز در شرکت‌های سازنده تصفیه‌خانه‌های فاضلاب کشور انجام گرفت. این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و به لحاظ روش، توصیفی-پیمایشی است. جامعه آماری پژوهش را مدیران ارشد شرکت‌های طراحی، احداث و بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری تشکیل داده که تعداد ۲۵۰ نفر از آن‌ها با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس، انتخاب شدند. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که فناوری‌های هوشمند بر پایداری شرکت و استراتژی‌های پایداری تأثیر معنادار دارد و با توجه به ضرایب مسیر حاصل با مقادیر ۰/۷۴ و ۰/۳۱، این رابطه مثبت و هم‌جهت است. علاوه بر این، نتایج حاصل بیانگر این است که استراتژی پایداری بر پایداری شرکت تأثیر معنادار دارد و ضریب مسیر حاصل با مقدار ۰/۲۵، نشان‌دهنده رابطه مثبت و هم‌جهت است. علاوه بر این، مطابق با نتایج حاصل از پژوهش، پایداری شرکت بر نوآوری سبز تأثیر معنادار دارد و با توجه به ضریب مسیر حاصل با مقدار ۰/۴۱، این رابطه مثبت و هم‌جهت است. همچنین، نتایج پژوهش نشان می‌دهد فناوری‌های هوشمند بر نوآوری سبز با نقش میانجی پایداری شرکت تأثیر مثبت و معنادار دارد و میزان تأثیر غیرمستقیم فناوری‌های هوشمند بر نوآوری سبز در این مسیر، برابر با ۰/۳۰ است. علاوه بر این، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد فناوری‌های هوشمند بر پایداری شرکت با نقش میانجی استراتژی پایداری شرکت تأثیر مثبت و معنادار دارد و میزان تأثیر غیرمستقیم فناوری‌های هوشمند بر پایداری شرکت در این مسیر، برابر با ۰/۰۸ است. همچنین، با توجه به نتایج پژوهش، استراتژی پایداری شرکت بر نوآوری سبز با نقش میانجی پایداری شرکت تأثیر معنادار دارد و میزان تأثیر غیرمستقیم استراتژی پایداری بر نوآوری سبز در این مسیر، برابر با ۰/۱۰ است.

Keywords: Smart technology, Corporate sustainability, Sustainability strategy, Green innovation, Water and wastewater industry.

کلمات کلیدی: فناوری‌های هوشمند، پایداری شرکت، استراتژی پایداری، نوآوری سبز، صنعت آب و فاضلاب.

در مقابل آثار عملکردی بر محیط پیرامون تعبیر شده است که سبب توسعه سازمان می‌شود. مطالعات پیشین در مورد پایداری سازمانی، این‌طور استدلال کرده‌اند که سازمان‌هایی که قادر به پیگیری و اجرای پایداری هستند، بقای بلندمدت خود را افزایش می‌دهند و عملکرد برتر و منافع اقتصادی به ارمغان می‌آورند (Sezen and Çankaya, 2013).

تغییر و تحولات فناوری، اقتصادی و اجتماعی موجب شده که مدیران سازمان‌ها، مطالعه محیط پیرامونی و تغییرات آینده را در زمره مهمترین وظایف خود قرار دهند. در این راستا، مدیران باید با استفاده از روش‌ها و فنون کارآمد بتوانند با در نظر گرفتن تمامی عوامل به بهترین وجه، شرکت را در جهت دستیابی به اهداف آن هدایت و اداره نمایند (دباغ و جانعلی پور، ۱۳۹۸). امروزه، رویکرد استراتژیک به‌عنوان چارچوبی انعطاف‌پذیر و پویا، در اکثر کشورهای دنیا پذیرفته شده و کاربرد وسیعی یافته است. رویکرد استراتژیک فقط ابزار جدید برنامه‌ریزی نیست، بلکه شیوه نوین تفکر نیز به‌شمار می‌آید. مدت زیادی است که صاحب‌نظران حوزه مدیریت استراتژیک به تشریح و اقدام به پیش‌بینی و بهبود عملکرد سازمانی مشغول هستند. در حقیقت، تلاش برای درک نحوه کسب و حفظ مزیت رقابتی، رویکرد اصلی است که استراتژی به واسطه آن، خود را از دیگر علوم سازمانی متمایز می‌سازد (زمانی و همکاران، ۱۳۹۹). پایداری و استراتژی‌های کسب‌وکار، محدوده دامنه و ماهیت امکانات وابسته به توسعه پایدار را در رابطه با بازآفرینی ارزش برای شرکت‌ها نشان می‌دهند. Baumgartner and Rauter (2017) اظهار داشتند که توجه اصلی برای انتخاب موضع پایداری، کاهش اثرات منفی اجتماعی و محیط‌زیستی فعالیت‌های شرکت و در عین حال، افزایش کارایی اقتصادی سازمان است. یک استراتژی پایداری شرکت، جنبه‌های محیط‌زیستی و اجتماعی را به فرایند مدیریت استراتژیک متصل می‌کند و بر جایگاه استراتژیک یک شرکت، از نظر توسعه پایدار تاکید می‌کند. انعطاف‌پذیری استراتژیک به شرکت‌ها توانایی تطبیق منابع خود با طیف وسیعی از کاربردها در استقرار موثر طراحی سبز، تولید سبز، بازاریابی سبز و غیره را می‌دهد.

فناوری‌های هوشمند، مانند فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات و دستگاه‌های دیجیتال تولیدی، با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، اثرات مثبت بالقوه‌ای بر محیط‌زیست دارند. علاوه بر کاهش گازهای گلخانه‌ای، فناوری‌های هوشمند در حال حاضر راه‌حل‌های هوشمند و بهینه‌ای در صنایع مختلف، از جمله صنایع تولیدی و کشاورزی ارائه می‌کنند و بدین ترتیب، سبب افزایش بهره‌وری انرژی می‌شوند. بر این اساس، فناوری‌های هوشمند را

با به‌وجود آمدن بحران‌های متعدد محیط‌زیستی و گسترش بحث توسعه پایدار، دیگر توجه صرف به اهداف اقتصادی کافی نیست و بسیاری از شرکت‌ها، مجبور به در نظر گرفتن اهداف دیگری مانند مسائل اجتماعی و محیط‌زیستی شده‌اند. توسعه پایدار و مسائل مربوط به محیط‌زیست، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین موضوعات برای استراتژی کسب و کار، مدیریت، تولید و تصمیم‌گیری در خصوص توسعه محصول، به‌سرعت در حال ظهور است. تأثیرات نامطلوب محیط‌زیستی ناشی از دفع نادرست فاضلاب شهری و صنعتی، در حدی است که امروزه اجرای طرح‌های فاضلاب در مناطق شهری و روستایی کشور، امری ضروری و بنیادی تلقی می‌شود. مهم‌ترین اهداف از احداث سامانه‌های تصفیه فاضلاب، شامل حفظ بهداشت همگانی، حفاظت محیط‌زیست و جلوگیری از آلودگی منابع آب و استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه‌شده در کشاورزی و صنعت است. در دنیای امروز، بیش از سه دهه است که موضوع آب و مباحث پیرامون آن، از گردونه فنی و خدماتی فراتر رفته و به‌عنوان کالایی با ماهیت راهبردی و قدرت اثرگذاری بر تحولات سیاسی، اقتصادی، محیط‌زیستی و حتی نظامی بدل شده است. این حساسیت مضاعف و بی‌سابقه، ثمره افزونی تقاضا و کمیابی منابع آب با کمیت و کیفیت مناسب است (پاکروح و قنادی، ۱۳۹۷). پس از تصویب قانون تشکیل شرکت‌های آب و فاضلاب در دی‌ماه سال ۱۳۶۹، در کنار توسعه، تجهیز و بازسازی تأسیسات آبرسانی شهری، اجرای تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری نیز در سرلوحه برنامه کاری معاونت آب و فاضلاب شهری وزارت نیرو قرار گرفت؛ به‌طوری که پس از قریب به ۱۴ سال از آغاز به‌کار این شرکت‌ها، تعداد تصفیه‌خانه‌های فاضلاب از ۱۵ واحد به ۷۳ واحد در پایان سال ۱۳۸۳ (شایگان و افشاری، ۱۳۸۳) و نیز تا پایان سال ۱۳۹۸ به ۱۹۵ واحد رسیده است. با توجه به اهمیت حفظ محیط‌زیست، ضروری است که تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب از اصول توسعه پایدار در حوزه فعالیت خود بهره‌مند شوند. در این راستا، فعالیت شرکت‌های طراحی، احداث و بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری و صنعتی در ایران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و با توجه به توسعه فناوری‌های هوشمند در عرصه‌های گوناگون صنعت، استفاده و به‌کارگیری این فناوری‌ها، به‌منظور ایجاد نوآوری سبز امری ضروری به‌نظر می‌رسد.

پایداری، مفهومی است که هم در مباحث جهانی‌سازی و هم در مباحث عملکرد شرکت‌ها مطرح است. پایداری شرکت، یک بخش مهم در حال رشد است و از آن، به‌عنوان مسئولیت‌پذیری

می‌توان به‌عنوان عاملی توانمندساز در نظر گرفت که سبب کاهش مصرف انرژی و انتشار گازهای فرایندهای صنعتی، شبکه‌های برقی و سیستم‌های حمل‌ونقل می‌شود (Higón et al., 2017).

عزیزی و همکاران (۱۴۰۰) با ارائه مدل علی عوامل موثر بر توسعه عملکرد سازمانی بر اساس سرمایه فکری سبز و نوآوری سبز، بیان کردند که در شرایط کنونی، کسب‌وکارها دریافته‌اند که کسب مزیت رقابتی و توسعه عملکرد سازمان، مبتنی بر سرمایه‌های فکری آن‌ها است و موفقیت آن‌ها تا حد زیادی به توانایی در مدیریت این دارایی ارزشمند بستگی دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که ابعاد سرمایه فکری سبز، تاثیر معناداری بر عملکرد سازمان و نوآوری سبز دارد و نوآوری سبز تاثیر معناداری بر عملکرد سازمان دارد. (Sharma et al., 2021) با بررسی تاثیر آگاهی محیط‌زیستی مصرف‌کنندگان بر عملکرد سبز، نشان دادند که مهم‌ترین عامل نوآوری، سازگاری فرهنگ سبز است و تعهد کارکنان، دارای نقش میانجی بین نوآوری و عملکرد سبز است. در رقابت جهانی امروز، نوآوری به یکی از منابع اصلی مزیت رقابتی پایدار با ارزیابی سطوح عملکرد بالا تبدیل شده است. اهمیت نوآوری به‌عنوان راهی برای کمک به شرکت‌ها در ارائه محصولات یا خدماتی است که نیازها و خواسته‌های مشتریان را برآورده سازد (خمسه و خدابنده، ۱۳۹۹). تحقیقاتی که ترکیبی از اصطلاحات نوآوری و پایداری است، طی دو دهه گذشته به‌طور قابل توجهی افزایش یافته‌است. نوآوری‌های سبز، به نوآوری در محصولات، فرایندها و مدیریت اشاره می‌کند که می‌تواند سازمان‌ها را به سمت دستیابی به مزیت رقابتی پایدار، از طریق یک روش اقتصادی سازگار سوق دهد.

از نظر Chang and Chen (2013)، نوآوری سبز برای مدیریت مشاغل شرکت، ضروری است و مدیریت کارآمد، می‌تواند ارزش ایجاد کند، مزیت رقابتی به‌وجود آورد و عملکرد را افزایش دهد. Amendolagine et al. (2021) بیان می‌کنند که سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی جهت‌گیری پایدار کلی شرکت‌های چند ملیتی را افزایش می‌دهند و نه تنها تاثیر سبز در پایه کلی فناوری دارند، بلکه باعث افزایش تخصص شرکت‌ها در فناوری‌های خاص سبز نیز می‌شوند. سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی تاثیر مثبت و قابل توجهی بر درجه و کیفیت ظرفیت نوآورانه شرکت‌ها در فناوری‌های پایدارگرا دارند. این بدان معنا است که شرکت‌های با چند فناوری، تمایل دارند قابلیت‌های ابتکاری خود را به‌طور کلی در جهت‌گیری پایدارتر گسترش دهند، در عین حال نوآوری را در فناوری‌های خاص سبز تعمیق می‌بخشند. مروتی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی تاثیر ابعاد نوآوری

بر عملکرد سازمان، بیان کردند نوآوری محصول سبز به‌صورت غیرمستقیم و با در نظر گرفتن نقش میانجی عملکرد محیط‌زیستی، بر عملکرد سازمان تاثیر می‌گذارد. نوآوری فرایند سبز هم به‌صورت مستقیم و هم به‌صورت غیرمستقیم، به‌واسطه تاثیر مثبتی که بر عملکرد محیط‌زیستی سازمان دارد، می‌تواند عملکرد کلی سازمان را بهبود بخشد.

Saunila et al. (2018) پایداری شرکت را از چهار جنبه محیط‌زیستی، اجتماعی، نهادی و اقتصادی مورد بررسی قرار دادند و عنوان کردند که هرچه شرکت برای پایداری اقتصادی، نهادی و اجتماعی ارزش بیشتری قائل باشد، احتمال سرمایه‌گذاری در نوآوری سبز بیشتر خواهد بود. علاوه بر این، ارزش‌گذاری بالا برای پایداری نهادی و اقتصادی، تمایل به بهره‌برداری از نوآوری سبز را افزایش می‌دهد. نتایج این مطالعه نشان داد که نوآوری سبز ناشی از فشارهای اقتصادی و نهادی است و چنین نوآوری‌ای، می‌تواند از نظر پایداری اجتماعی، سبب ایجاد ارزش گردد.

به‌طور کلی، هدف از نوآوری سبز، کاهش اثرات نامطلوب محیط‌زیستی است و این عامل قابل‌ملاحظه، در کل زنجیره ارزش از تأمین‌کننده تا مصرف‌کننده مطرح می‌شود. پژوهشگران پیشین نوآوری سبز را متشکل از چهار بعد اصلی دانسته‌اند: نوآوری مدیریتی سبز، نوآوری محصول سبز، نوآوری فرایند سبز و نوآوری فناورانه سبز (Tseng et al., 2012). فناوری‌های سبز دو مزیت اصلی برای سازمان‌ها فراهم می‌کنند: پاداش تجاری از بابت خلق محصولات پایدار و مزایای مالی که می‌توانند باعث افزایش رقابت شوند. آن‌ها ادعا می‌کنند که نوآوری سبز یک نیاز استراتژیک برای شرکت‌ها است، که فرصت بزرگی را برای برآورده کردن مطالبات مشتریان، بدون آسیب به اکوسیستم ارائه می‌دهد. شرکت‌ها با فناوری می‌توانند صرفه‌جویی در مصرف انرژی، پیشگیری از آلودگی، بازیافت زباله، طراحی محصولات و فرایند سبز و مدیریت محیط‌زیست را دنبال کنند (Albort-Morant et al., 2016).

با ظهور قرن بیست‌ویکم، موفقیت و بقا برای یک سازمان دشوارتر است و این موضوع، به‌دلیل ظهور یک دوره تجاری جدید است که یکی از ویژگی‌ها اصلی آن، تغییر است (Heydari et al., 2020). امروزه، فناوری‌های هوشمند عملکرد شرکت‌ها را تحت تاثیر قرار داده است. به‌عنوان مثال، شرکت‌ها با تعبیه فناوری‌های هوشمند در ماشین‌ها، سعی در ارائه سیستم‌های مدیریت هوشمند دارند. فناوری‌های هوشمند نیاز به منابع (انسانی، مواد و غیره) را کاهش داده و انتظار می‌رود کارایی را افزایش دهند (Iacovidou et al., 2018). بنابراین فرض بر این است که آن‌ها به‌عنوان یک نیروی محرک در جهت نوآوری سبز

هوشمند با نقش میانجی پایداری شرکت و استراتژی‌های پایداری، عامل کلیدی در ایجاد نوآوری سبز در شرکت‌های طراحی، احداث و بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری در ایران هستند. در واقع، سؤال اصلی پژوهش حاضر این است که فناوری‌های هوشمند چگونه بر پایداری شرکت و در نتیجه نوآوری سبز تأثیر می‌گذارند؟

۲- مبانی نظری

۲-۱- فناوری‌های هوشمند

فناوری‌های هوشمند پتانسیل عظیمی را برای ایجاد فرآیندهای جدید، تجربیات، اشکال سازمانی و روابطی ایجاد می‌کنند که در آن برچسب‌های شناسایی فرکانس رادیویی (RFID)، سنسورهای دیجیتالی، شبکه‌ها و پردازنده‌های هوشمند مصداق‌هایی از آن است (Yoo et al., 2012). در این پژوهش، ارتباطات تجهیزات مکانیکی و ابزار دقیق، به‌عنوان فناوری‌های هوشمند در نظر گرفته شده است؛ مانند سیستم ضد عفونی کردن فاضلاب به‌وسیله لامپ‌های UV که براساس مشخصات فاضلاب خروجی تصفیه شده، نسبت به روشن نمودن جزئی یا کلی سیستم UV تصمیم‌گیری می‌کند. همچنین در خصوص فناوری‌های هوشمند در حوزه آب و فاضلاب که منجر به کاهش اثرات گازهای گلخانه‌ای و کاهش مصرف انرژی می‌شوند، می‌توان به فناوری هوشمند در سیستم‌های بی‌هوازی نمودن اشاره کرد که فرآیند هضم لجن شامل فشار، دما و حجم گازهای تولیدشده را به موازات فرآیند تولید انرژی (تولید برق) و حذف گاز مازاد گلخانه‌ای نظیر متان، انجام و گزارش می‌دهد. قابل ذکر است که در این مطالعه، میزان استفاده از فناوری‌های هوشمند در شرکت‌های طراحی، احداث و بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، با شاخص‌های نظیر وجود دستگاه‌هایی با قابلیت برنامه‌ریزی نظیر سیستم‌های برنامه‌ریزی دستگاه‌های پلیمرساز برای تزریق به دستگاه‌های بت فیلترپرس برای تولید کیک لجن، وجود دستگاه‌هایی با شناسه منحصر به فرد (UDI) نظیر سیستم ضد عفونی‌کننده پساب و مجموعه آبیگری لجن، وجود دستگاه‌های با قابلیت واکنش به تغییرات محیطی نظیر سیستم‌های هوادهی که با اندازه‌گیری میزان اکسیژن موجود در فاضلاب نسبت به تنظیم دور و زمان کارکرد، تنظیمات لازم را انجام می‌دهد، وجود دستگاه‌هایی با قابلیت ارسال و دریافت پیام، وجود دستگاه‌هایی با قابلیت ضبط و ذخیره اطلاعات نظیر دستگاه PLC با قابلیت برنامه‌نویسی خاص و نیز امکان شناسایی دستگاه‌ها از طریق سایر دستگاه‌ها، مکان‌ها

می‌توانند نقش مهمی داشته باشند. با افزایش نگرانی‌ها در رابطه با ناپودی محیط‌زیست، امروزه راه‌کارهایی از قبیل به‌کارگیری فناوری‌ها و نوآوری سبز، برای حفاظت و جلوگیری از تخریب آن به‌وجود آمده است که در این راستا، سازمان‌ها باید چنین استراتژی‌هایی را برای بهبود عملکرد محیط‌زیستی خود، اتخاذ کنند.

تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب یکی از امیدوارکننده‌ترین تلاش‌ها برای مهار بحران جهانی آب است. با توجه به حرکت فعلی به سمت توسعه پایدار به عنوان اولویت، شرکت‌های فاضلاب باید به این نیاز پاسخ دهند. انگیزه اصلی فناوری‌های سبز ارائه عملکرد مناسب بدون به‌خطر انداختن پایداری محیطی است (Arora and Saraswat, 2021). در زمینه فناوری‌های تصفیه فاضلاب که نیاز به کارایی قابل توجهی با کاهش هزینه، ورودی شیمیایی و اثرات محیط‌زیستی کم دارند، فن‌آوری‌های جدیدی در سطح آزمایشگاهی و اجرایی با راندمان حذف آلاینده‌ها و مزایای محیط‌زیستی نسبتاً بالا مورد توجه قرار گرفته است (Kataki et al., 2021).

حال که دنیای کنونی کاملاً تحت تأثیر مشکل کمبود آب قرار گرفته است، عاقلانه است که فاضلاب تصفیه شود تا نیاز گسترده به آب آشامیدنی برای جمعیت در حال رشد برآورده شود. کاربرد فناوری اینترنت اشیا (IoT) در بسیاری از شهرهای هوشمند نتایج مثمر ثمری را به همراه داشته است. علاوه بر این، جریان بزرگ مجموعه داده‌های تولید شده توسط حسگرهای اینترنت اشیا در زمان واقعی را می‌توان با پردازش رویدادها تجزیه و تحلیل کرد (Karn et al., 2021). (Saunila et al., 2019). مطالعه ارتباط فناوری‌های هوشمند و پایداری از سه جنبه محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی، نشان دادند که استراتژی پایداری شرکت، در رابطه بین فناوری‌های هوشمند و پایداری محیط‌زیستی و همچنین رابطه میان فناوری‌های هوشمند و پایداری اجتماعی، نقش میانجی دارد. علاوه بر این، فناوری‌های هوشمند تأثیر مستقیم و معناداری بر پایداری اقتصادی دارند. استراتژی پایداری شرکت نیز در این رابطه، نقش میانجی دارد.

با در نظر گرفتن اهمیت موضوع و همچنین خلاء تحقیقاتی که در زمینه نقش فناوری‌های هوشمند در توسعه پایدار شرکت‌ها و نوآوری سبز وجود داشته است، این پژوهش نقش میانجی پایداری شرکت و استراتژی‌های پایداری، در رابطه میان فناوری‌های هوشمند و نوآوری سبز، در شرکت‌های طراحی، احداث و بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری ایران را بررسی می‌کند. استدلال پژوهش حاضر این است که فناوری‌های

یا افراد، مورد سنجش قرار گرفته‌است.

۲-۲- استراتژی پایداری شرکت

پایداری و استراتژی‌های کسب‌وکار، محدوده دامنه و ماهیت امکانات وابسته به توسعه پایدار را در رابطه با بازآفرینی ارزش برای شرکت نشان می‌دهد (Baumgartner and Rauter, 2017). در این پژوهش، سازه استراتژی پایداری شرکت با شاخص‌هایی نظیر کاهش سوخت‌های فسیلی و جایگزینی آن‌ها با سوخت‌های سازگار با محیط‌زیست، تنظیم شیوه‌های تجاری برای کاهش مصرف انرژی، تعدیل شیوه‌های تجاری برای کاهش تأثیرات محیط‌زیستی محصولات، تعدیل رویه‌ای تجاری برای کاهش ضایعات و تولید گازهای گلخانه‌ای، اقدامات داوطلبانه برای احیای محیط‌زیست و کاهش خرید مواد غیرقابل بازیافت، مواد شیمیایی و سایر اجزای سازنده، مورد سنجش قرار گرفته‌است.

۳-۲- پایداری شرکتی

به‌طور گسترده‌ای پذیرفته شده‌است که شرکت‌ها، هرچند طرح‌های مشاغل محور، با طرح‌های مختلفی (شامل جامعه و محیط‌زیست) همکاری دارند. رویکرد سه گانه الکینگتون، رونق طولانی مدت یک شرکت را وابسته به سه جنبه پایداری می‌داند: محیط اجتماعی، محیط طبیعی و اقتصادی که می‌توان به آن، مولفه نهادی پایداری شرکتی را اضافه کرد (Elkington, 1998). در این پژوهش، سازه پایداری شرکت در چهار بُعد شامل پایداری محیطی، پایداری اجتماعی، پایداری نهادی و پایداری اقتصادی مورد ارزیابی قرار گرفته‌است. بُعد پایداری محیطی با شاخص‌هایی نظیر پایبندی به چرخه‌های محیط‌زیستی، تعهد به حفظ محیط‌زیست، مدیریت پسماند، توجه به عوامل بهداشتی و اشغال زمین سنجیده شده‌است. بُعد پایداری اجتماعی با شاخص‌هایی نظیر شناخت اجتماعی، توسعه سرمایه انسانی، ایجاد شغل و حفظ سلامت و امنیت مورد سنجش قرار گرفته‌است. بُعد پایداری نهادی با شاخص‌هایی نظیر میزان درآمد، ایجاد مشاغل غیرمستقیم و راه‌اندازی کسب‌وکار جدید سنجیده شده‌است. بُعد پایداری اقتصادی با شاخص‌هایی نظیر سهولت انتقال مواد، کاهش مصرف انرژی و کاهش هزینه سنجیده شده‌است.

۴-۲- نوآوری سبز

نوآوری سبز، زیرمجموعه‌ای از نوآوری است که کیفیت محیط‌زیستی را توسعه می‌دهد و منابع را به‌صورت بهینه مصرف می‌کند. Chen (2008) نوآوری سبز را به‌عنوان نوآوری نرم‌افزاری یا سخت‌افزاری در فناوری تعریف می‌کند که وابسته به محصولات

یا فرآیندهای سبز مانند صرفه‌جویی در مصرف انرژی، بازیافت ضایعات، طراحی محصول سبز و یا مدیریت محیط‌زیستی سازمان است. در این پژوهش، سازه نوآوری سبز با شاخص‌هایی نظیر انتخاب مواد سازگار با محیط‌زیست برای توسعه محصول، انتخاب موادی که در تولید محصول انرژی کمتری مصرف می‌کنند، استفاده از کمترین مقدار مواد اولیه در توسعه محصول (منظور از محصول همان فاضلاب تصفیه‌شده و نیز لجن حاصل از تصفیه فاضلاب است)، ارزیابی این‌که محصولات قابلیت استفاده مجدد، بازیافت و تجزیه در تولید محصول را دارا هستند، کاهش مؤثر انتشار مواد خطرناک یا ضایعات در فرآیند تولید، بازیافت ضایعات و انتشار به‌طور مؤثر در فرایند تولید، مورد سنجش قرار گرفته‌است.

۳- توسعه فرضیه‌ها و مدل مفهومی پژوهش

فناوری‌های هوشمند، می‌توانند بخش مهمی از راه‌حل در مقابله با چالش‌های محیط‌زیستی کنونی و مسائل مربوط به تغییرات آب‌وهوایی باشند. مطالعات گوناگون نشان‌دهنده آن است که فناوری‌های هوشمند بر پایداری شرکتی در چهار بعد محیطی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی اثرگذار هستند (Saunila et al., 2019). بر این اساس، در پژوهش حاضر فرض شده است: **H1**: فناوری‌های هوشمند بر پایداری شرکت تأثیر معناداری دارد.

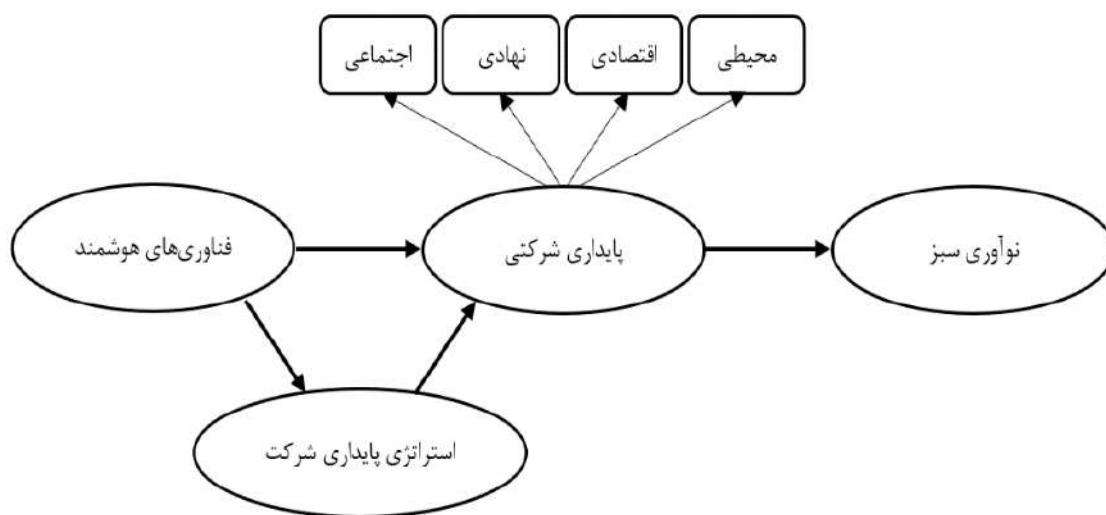
براساس مطالعه (Romanelli, 2018)، ایجاد ارزش پایدار با استفاده از فناوری بستگی زیادی به تعامل و همکاری در داخل اکوسیستم دارد و از دولت‌ها، اصناف و جوامع به‌عنوان بازیگران اصلی و تقویت‌کننده ارزش یاد می‌کند. علاوه بر این، وی به تأثیر استفاده از فناوری در ایجاد دانش برای پایداری توسعه در بلندمدت اشاره دارد. بنابراین، فناوری‌های هوشمند می‌توانند منجر به ایجاد یک استراتژی پایداری شرکتی شوند که پایداری را با عملیات کسب و کار ادغام می‌کنند (Saunila et al., 2019). بر این اساس، در پژوهش حاضر فرض شده‌است: **H2**: فناوری‌های هوشمند بر استراتژی پایداری شرکت تأثیر معناداری دارد.

Saunila et al. (2019) نشان داد ایجاد یک استراتژی پایداری شرکتی که پایداری را با عملیات کسب و کار ادغام کند، نقش مهمی در دستیابی به پایداری شرکتی ایفا می‌نماید. بنابراین، استراتژی‌های پایداری به‌عنوان یک عامل تعیین‌کننده در دستیابی به پایداری شرکتی به‌شمار می‌آیند. بر این اساس، در پژوهش حاضر فرض شده‌است: **H3**: استراتژی پایداری شرکت بر پایداری شرکت تأثیر معناداری دارد.

شرکت‌ها ممکن است انگیزه‌های مختلفی برای اتخاذ نوآوری

می‌کنند که سبب پایداری شرکت‌ها در چهار بعد اجتماعی، اقتصادی، محیطی و نهادی می‌شوند (Silva et al., 2013). بر این اساس، در پژوهش حاضر فرض شده‌است: H6: فناوری‌های هوشمند بر پایداری شرکت با نقش میانجی استراتژی پایداری شرکت تاثیر معناداری دارد.

اتخاذ هوشمندانه استراتژی‌های پایداری شرکتی می‌تواند چشم‌اندازی جسور و جامع را در رابطه با توسعه اجتماعی، اقتصادی، نهادی و محیطی شرکت تعریف کند که در نهایت رشد و توسعه پایداری شرکت در ابعاد گوناگون منجر به نوآوری سبز گردد (Liu and Yan, 2018). بر این اساس، در پژوهش حاضر فرض شده‌است: H7: استراتژی پایداری شرکت با نقش میانجی پایداری شرکت بر نوآوری سبز تاثیر معنادار دارد. با توجه به آنچه بیان شد، مدل مفهومی پژوهش به صورت شکل ۱ تدوین شده‌است.



شکل ۱- مدل مفهومی پژوهش

مقایسه با عدد حاصل از فرمول کوکران (به تعداد ۲۱۱ نفر) با استفاده از نرم‌افزار G-Power برای میزان مطلوبی از ضریب تعیین، حجم نمونه برابر با ۲۵۰ نفر در نظر گرفته شد. برای انتخاب عناصر نمونه، از روش نمونه‌گیری در دسترس شرکت‌های فعال استفاده شد و بر این اساس، با شرکت‌هایی که امکان برقراری ارتباط و پاسخ‌گویی فراهم بود، تماس گرفته و پرسشنامه در اختیار آنان قرار داده شد. لازم به ذکر است که تعداد ۲۵۸ پرسشنامه از جانب پاسخ‌دهندگان، تکمیل و برگردانده شد که پس از بررسی آن‌ها، تعداد ۲۵۰ عدد پرسشنامه برای تجزیه و تحلیل به دست آمد و مورد استفاده قرار گرفت. برای افزایش اطمینان از صحت و دقت داده‌های جمع‌آوری شده ضمن تماس مداوم با شرکت‌ها و تاکید بر پرکردن پرسشنامه توسط مدیرعامل یا رئیس هیئت

سبز داشته باشند. (Saunila et al. 2019) نشان دادند پایداری شرکت از منظر محیط‌زیستی، اجتماعی، نهادی و اقتصادی بر نوآوری سبز تاثیر مثبت و معنادار دارد. بر این اساس، در پژوهش حاضر فرض شده‌است: H4: پایداری شرکت بر نوآوری سبز تاثیر معناداری دارد.

فناوری‌های هوشمند قادر هستند به ایجاد و توسعه نوآوری سبز در شرکت کمک کنند، منوط به این‌که مدیران شرکت، توسعه پایدار را به عنوان یک استراتژی در نظر بگیرند (Song et al., 2019). بر این اساس، در پژوهش حاضر فرض شده‌است: H5: فناوری‌های هوشمند بر نوآوری سبز با نقش میانجی پایداری شرکت تاثیر معناداری دارد.

به منظور فراهم کردن منافع از فناوری‌های هوشمند، نیاز به استراتژی پایداری شرکتی وجود دارد که پایداری شرکت‌ها را در چهار بعد محیطی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی تقویت کند. بنابراین، فناوری‌های هوشمند استراتژی پایداری شرکت‌ها را فعال

۴- روش‌شناسی

پژوهش حاضر از حیث هدف، کاربردی و از لحاظ ماهیت و روش، توصیفی-پیمایشی است. در این پژوهش، از روش کتابخانه‌ای برای استخراج پیشینه پژوهش و از روش میدانی، برای گردآوری داده‌ها استفاده شد. جامعه آماری پژوهش را مدیران ارشد شرکت‌های طراحی، احداث و بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری ایران تشکیل داد که براساس آمار و اطلاعات استخراج شده از بانک اطلاعاتی معاونت آب وزارت نیرو، تعداد آن‌ها ۴۶۶ شرکت است. واحد تحلیل پژوهش، مدیرعامل یا رئیس هیئت مدیره شرکت‌های مذکور بوده‌است. برای تعیین حجم نمونه، از نرم‌افزار G-Power استفاده شد. با توجه به حجم جامعه آماری و ضمن

۵- تجزیه و تحلیل یافته‌ها

۵-۱- ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخگویان

چگونگی توزیع نمونه آماری با در نظر گرفتن جنسیت، سن، میزان تحصیلات و تجربه کاری در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- اطلاعات پاسخ‌دهندگان

متغیر	طبقات	فراوانی	درصد فراوانی	متغیر	طبقات	فراوانی	درصد فراوانی
جنسیت	زن	۲۰	۸/۰۰	تجربه کاری	کمتر از ۵ سال	۴۵	۱۸/۰۰
	مرد	۲۳۰	۹۲/۰۰		۵ تا ۱۰ سال	۶۳	۲۵/۲۰
					۱۰ تا ۱۵ سال	۸۰	۳۲/۰۰
					بیشتر از ۱۵ سال	۶۲	۲۴/۸۰
سن	کمتر از ۳۵ سال	۴۷	۱۸/۸۰	تحصیلات	فوق دیپلم	۱۹	۷/۶۰
	۳۵ تا ۴۰ سال	۶۲	۲۴/۸۰		لیسانس	۱۴۵	۵۸/۰۰
	۴۰ تا ۴۵ سال	۷۳	۲۹/۲۰		فوق لیسانس و بالاتر	۸۶	۳۴/۴۰
	بیشتر از ۴۵ سال	۶۸	۲۷/۲۰				

هشت نفر از صاحب‌نظران دانشگاهی در این صنعت قرار گرفت. آن‌ها پس از بررسی، شایستگی سنجش ویژگی موردنظر را تأیید نمودند. همچنین پرسشنامه به تعدادی از اساتید و کارشناسان حوزه آب و فاضلاب داده شد تا شیوه نگارش و ابهامات ممکن در جملات و گزاره‌ها مورد بررسی قرارگیرد. نتایج به‌دست‌آمده از اجرای آزمایشی نیز نشان‌دهنده این بود که مشکل خاصی در کلمات و عبارات پرسشنامه نبوده است و بنابراین روایی محتوای پرسشنامه مورد تأیید است. طریقه سنجش روایی واگرا و همگرا نیز در بخش بعدی آمده است. به‌منظور اندازه‌گیری و سنجش سازه‌های پژوهش، از سنجش‌های پژوهش‌های پیشین استفاده شد که در جدول ۲ ارائه شده است. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون چولگی و کشیدگی استفاده شد و با توجه به این‌که ضریب چولگی تمامی متغیرها در بازه (۳- و ۳+) و ضریب کشیدگی در بازه (۵- و ۵+) قرار داشت، لذا توزیع داده‌ها به‌صورت نرمال بوده است. (صادقپور و مرادی، ۱۳۸۹). روایی سازه‌های پرسشنامه با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی تأییدی، ارزیابی شد.

۵-۲- بررسی کفایت حجم نمونه^۳

برای تأیید کفایت حجم نمونه به‌منظور انجام تحلیل عاملی تأییدی، از شاخص کفایت نمونه (KMO) و آزمون بارتلت استفاده شد و از آن‌جایی که مقدار شاخص KMO برابر ۰/۷۵۳ حاصل شد، تعداد نمونه برای تحلیل عاملی و تحلیل مسیر با مدل معادلات ساختاری مناسب است. همچنین مقدار sig آزمون بارتلت، کوچکتر از ۰/۰۵ حاصل شد که نشان می‌دهد فرض شناخته شده بودن ماتریس هم‌بستگی رد شده و تحلیل عاملی برای شناسایی

مدیره و انتخاب پرسشنامه‌های کامل‌تر برای تجزیه و تحلیل اطلاعات، مشخص شد که جامعه آماری پژوهش شامل شرکت‌هایی در همه سطوح ۵ گانه رتبه‌بندی شرکت‌ها است و شرکت‌های جوان‌تر با سابقه کاری کمتر را هم شامل می‌شود.

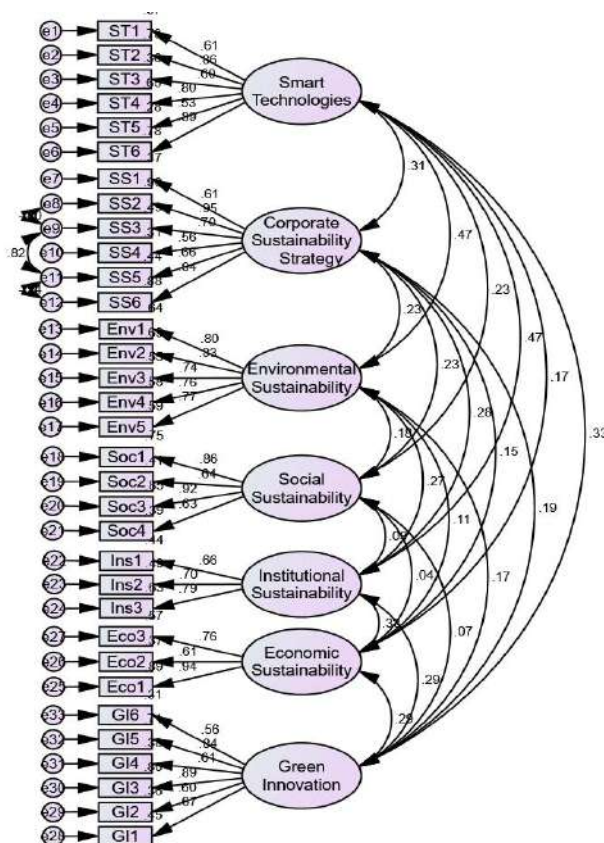
ابزار جمع‌آوری داده در این پژوهش، پرسشنامه محقق‌ساخته بود. سوالات به‌صورت ساختارمند و با طیف پنج گزینه‌ای لیکرت و به‌تعداد ۳۳ سوال تنظیم شد. برای بررسی پایایی پرسشنامه، از روش آلفای کرونباخ، بر اساس یک نمونه اولیه استفاده شده که در کلیه موارد، ضریب آلفا بالاتر از ۰/۷ حاصل شد. برای اطمینان از سنجش صحیح محتوای آزمون، از نظر اساتید و کارشناسان خبره این حوزه بهره گرفته شد. روش آماری مورد استفاده در این پژوهش مدل‌سازی معادلات ساختاری است. این روش برای نشان دادن، برآورد و آزمون فرضیه‌ها درباره رابطه علی بین متغیرهای آشکار و پنهان به‌کار می‌رود. این رویکرد شامل دو مرحله، یعنی مدل اندازه‌گیری و مدل ساختاری است (Hair et al, 2013). در مرحله اول، یعنی مدل اندازه‌گیری، روایی و پایایی متغیرهای پنهان تحقیق با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی بررسی می‌شود. در این مرحله از مقادیر میانگین واریانس استخراج شده^۱ (AVE) (روایی سازه) و پایایی ترکیبی^۲ (CR) استفاده شده است.

در مرحله دوم، توسط مدل ساختاری روابط علی بین متغیرهای پنهان (سازه‌ها) پژوهش بررسی شده است. پیش از بررسی مدل‌های اندازه‌گیری و ساختاری، نرمال بودن متغیرها بررسی شده که نتایج آن در بخش بعدی ارائه شده است. در پژوهش حاضر به‌منظور سنجش روایی متغیرهای تحقیق از سه روش روایی محتوا، روایی واگرا و روایی همگرا استفاده شده است. به‌منظور بررسی روایی محتوای پرسشنامه، این که آیا سوالات مطرح شده اهداف مورد نظر را پوشش می‌دهد و مانعی از نظر نگارش و ابهامات در جملات ندارد، پرسشنامه در اختیار

اقدام شد. تحلیل فرضیه‌های میانجی نیز با استفاده از آزمون سوبل^۴ صورت گرفت.

۵-۳- مدل اندازه‌گیری پژوهش

در این بخش، به منظور آزمون روایی سازه، پایایی ترکیبی و برازش مدل، مدل اندازه‌گیری پژوهش از طریق اجرای تحلیل عاملی تأییدی برآورد شد. خروجی نرم‌افزار مطابق با شکل ۲، مدل اندازه‌گیری پژوهش را در حالت ضرایب استاندارد نشان می‌دهد.



شکل ۲- مدل اندازه‌گیری در حالت ضرایب استاندارد

ترکیبی (CR) محاسبه شده برای همه متغیرها در مدل اندازه‌گیری، به ترتیب بزرگتر از ۰/۵ و ۰/۷ بودند. بنابراین، روایی همگرا و پایایی ترکیبی ابزار پژوهش تأیید شد. با توجه به این که مقدار AVE برای هر متغیر از مقادیر میانگین مجذور واریانس مشترک^۵ (ASV) و حداکثر مجذور واریانس مشترک^۶ (MSV) بین همه متغیرها در مدل اندازه‌گیری بزرگتر بود، روایی واگرایی ابزار پژوهش نیز تأیید شد (صادقپور و مرادی، ۱۳۸۹). خلاصه‌ای از نتایج تحلیل عاملی تأییدی در جدول ۲ ارائه شده است.

برای تأیید برازش مدل از بین شاخص‌های χ^2/df ، RMSEA، PNFI و PCFI که شاخص‌های مقتصد نام دارند، باید دو شاخص در محدوده مجاز قرار گیرند. از شاخص‌های GFI و

ساختار مدل عاملی مناسب است. در نهایت، برای تحلیل عاملی تأییدی عوامل و شاخص‌ها در راستای ارزیابی محتوای آزمون از منظر روایی سازه‌ای و نیز برازش مدل پژوهش از مدل‌سازی معادلات ساختاری و نرم‌افزار Amos استفاده شد. تمام متغیرها به‌طور هم‌زمان و در یک مرحله وارد مدل معادلات ساختاری شدند و با توجه به ضرایب استاندارد شده و سطوح معناداری در خروجی نرم‌افزار، نسبت به تأیید یا رد فرضیه‌های مطرح شده، در مورد روابط رگرسیونی بین متغیرهای مستقل و وابسته پژوهش،

برای ماندن هر سؤال در مدل، باید دو شرط وجود داشته باشد. اول این که بار عاملی سوال، بیشتر از ۰/۵ باشد و دوم این که معنادار باشد، یعنی مقدار t-value بزرگتر از قدرمطلق ۱/۹۶ باشد (Hair et al., 2013). براساس نتایج حاصل در مدل اندازه‌گیری، مقدار بار عاملی همه سوالات، بزرگتر از ۰/۵ و مقدار t-value بزرگتر از ۱/۹۶ بود. با توجه به بار عاملی می‌توان گفت که سهم کدام متغیر در اندازه‌گیری سازه مربوطه بیشتر است و سهم کدام متغیر کمتر. به بیان دیگر، شاخصی که بار عاملی بزرگتری داشته باشد، سهم بزرگتری در اندازه‌گیری سازه مربوطه دارد و شاخصی که بار عاملی کمتری داشته باشد، سهم کمتری دارد. همچنین، مقادیر میانگین واریانس استخراج شده (AVE) و پایایی

سنجش برازش مدل در جدول ۳ ارائه شده و همان‌طور که مشاهده می‌شود، مدل اندازه‌گیری پژوهش از برازش مناسبی برخوردار است.

AGFI که به شاخص‌های مطلق معروف هستند، حداقل یکی باید در محدوده مجاز قرار گیرد و در بقیه شاخص‌های RFI, IFI, CFI, TLI و NFI که شاخص‌های مقایسه‌ای نام دارند، حداقل دو مورد باید در محدوده مجاز قرار گیرند (صادقپور و مرادی، ۱۳۸۹). نتایج

جدول ۲- شاخص‌های اندازه‌گیری، روایی و پایایی ابزار پژوهش

سازه‌ها	شاخص‌ها (عنوان در مدل)	بار عاملی	شاخص‌های روایی و پایایی
فناوری‌های هوشمند	ST1: وجود دستگاه‌ها با قابلیت برنامه‌ریزی	۰/۶۰۸	AVE=۰/۵۳۰ CR=۰/۸۶۷ MSV=۰/۲۲۰ ASV=۰/۱۲۱
	ST2: وجود دستگاه‌ها با شناسه منحصر به فرد (UDI).	۰/۸۵۷	
	ST3: وجود دستگاه‌ها با قابلیت واکنش به تغییرات محیطی	۰/۶۰۳	
	ST4: وجود دستگاه‌ها با قابلیت ارسال و دریافت پیام	۰/۸۰۴	
	ST5: وجود دستگاه‌ها با قابلیت ضبط و ذخیره اطلاعات	۰/۵۳۱	
	ST6: امکان شناسایی دستگاه‌ها از طریق سایر دستگاه‌ها، مکان‌ها یا افراد	۰/۸۸۵	
استراتژی پایداری شرکت	SS1: کاهش سوخت‌های فسیلی و جایگزین کردن آن‌ها با سوخت‌های سازگار با محیط‌زیست	۰/۶۰۹	AVE=۰/۵۶۴ CR=۰/۸۸۲ MSV=۰/۰۹۹ ASV=۰/۰۵۶
	SS2: تنظیم شیوه‌های تجاری برای کاهش مصرف انرژی	۰/۹۴۷	
	SS3: تعدیل شیوه‌های تجاری برای کاهش تأثیرات محیط‌زیستی محصولات	۰/۷۰۱	
	SS4: تعدیل رویه‌های تجاری برای کاهش ضایعات و تولید گازهای گلخانه‌ای	۰/۵۵۸	
	SS5: اقدامات داوطلبانه برای احیای محیط‌زیست	۰/۶۶۲	
	SS6: کاهش خرید مواد غیر قابل بازیافت، مواد شیمیایی و سایر اجزای سازنده	۰/۹۳۶	
پایداری محیطی	Env1: پابندی به چرخه‌های محیط‌زیستی ^۷	۰/۷۹۸	AVE=۰/۶۰۹ CR=۰/۸۸۶ MSV=۰/۲۱۸ ASV=۰/۰۶۹
	Env2: تعهد به حفظ محیط‌زیست ^۸	۰/۸۲۹	
	Env3: مدیریت پسماند	۰/۷۴۲	
	Env4: توجه به عوامل بهداشتی	۰/۷۶۳	
	Env5: اشغال زمین	۰/۷۶۶	
پایداری اجتماعی	Soc1: شناخت اجتماعی	۰/۸۶۳	AVE=۰/۵۹۹ CR=۰/۸۵۳ MSV=۰/۰۵۴ ASV=۰/۰۲۴
	Soc2: توسعه سرمایه انسانی	۰/۶۴۴	
	Soc3: ایجاد شغل	۰/۹۲۰	
	Soc4: حفظ سلامت و امنیت	۰/۶۲۵	
پایداری نهادی	Ins1: میزان درآمد	۰/۶۶۴	AVE=۰/۵۲۱ CR=۰/۷۶۴ MSV=۰/۲۲۰ ASV=۰/۰۹۴
	Ins2: ایجاد مشاغل غیرمستقیم	۰/۷۰۱	
	Ins3: راه‌اندازی کسب‌وکار جدید	۰/۷۹۴	
پایداری اقتصادی	Eco1: سهولت انتقال مواد	۰/۹۴۴	AVE=۰/۶۱۳ CR=۰/۸۲۲ MSV=۰/۱۰۷ ASV=۰/۰۴۳
	Eco2: کاهش مصرف انرژی	۰/۶۱۲	
	Eco3: کاهش هزینه	۰/۷۵۷	
نوآوری سبز	GI1: انتخاب مواد سازگار با محیط‌زیست برای توسعه محصول	۰/۶۷۳	AVE=۰/۵۰۲ CR=۰/۸۵۴ MSV=۰/۱۰۸ ASV=۰/۰۵۸
	GI2: انتخاب موادی که در تولید محصول انرژی کمتری مصرف می‌کنند.	۰/۶۰۰	
	GI3: استفاده از کمترین مقدار مواد اولیه در توسعه محصول	۰/۸۹۴	
	GI4: ارزیابی این که محصولات قابلیت استفاده مجدد، بازیافت و تجزیه در تولید محصول را دارا هستند.	۰/۶۱۳	
	GI5: کاهش مؤثر انتشار مواد خطرناک یا ضایعات در فرآیند تولید	۰/۸۴۲	
	GI6: بازیافت ضایعات و انتشار به‌طور مؤثر در فرآیند تولید	۰/۵۵۹	

جدول ۳: نتایج برازش مدل اندازه‌گیری پژوهش

IFI	TLI	CFI	GFI	RMSEA	X2/df	شاخص‌های برازش
۰/۹۱۴ (بیشتر از ۰/۹)	۰/۹۰۳ (بیشتر از ۰/۹)	۰/۹۱۳ (بیشتر از ۰/۹)	۰/۸۳۲ (بیشتر از ۰/۸)	۰/۰۶۰ (کمتر از ۰/۱)	۱/۹۱۰ (کمتر از ۳)	مقدار به‌دست آمده

۵-۴- مدل ساختاری پژوهش

نتایج حاصل از برآورد مدل ساختاری کلی پژوهش، در شکل ۳ ارائه شده است. همان‌طور که مشخص است، متغیر فناوری‌های هوشمند، توانسته است ۱۰٪ از تغییرات متغیر استراتژی پایداری شرکت را تبیین کند. دو متغیر فناوری‌های هوشمند و استراتژی پایداری شرکت، روی هم ۷۳٪ از تغییرات متغیر پایداری شرکتی را تبیین کرده‌اند. این درحالی است که ۱۷٪ از تغییرات متغیر نوآوری سبز با متغیر پایداری شرکتی، تبیین شده است. هم‌چنین، نتایج سنجش برازش مدل ساختاری نیز در جدول ۴ ارائه شده است که براساس مقادیر شاخص‌های مختلف برازش، مدل ساختاری کلی تحقیق برازش مناسبی داشت.

معیار این پژوهش، برای تایید یا رد هر فرضیه، مقدار p یا آماره t است. چنانچه مقدار p کمتر از ۰/۰۵ و یا قدر مطلق آماره t بزرگتر از ۱/۹۶ حاصل شود، نشان می‌دهد فرضیه، معنادار و مورد تایید است. مطابق جدول ۵ مقدار آماره t برای فرضیه‌های ۱ تا ۴ پژوهش، بزرگتر از مقدار ۱/۹۶ حاصل شده است، لذا چنین نتیجه گرفته می‌شود که هر چهار فرضیه مورد تایید هستند.

برای بررسی فرضیه‌های میانجی در این پژوهش از آزمون سوپل استفاده شد. مقدار آماره Z در آزمون سوپول از رابطه (۱)

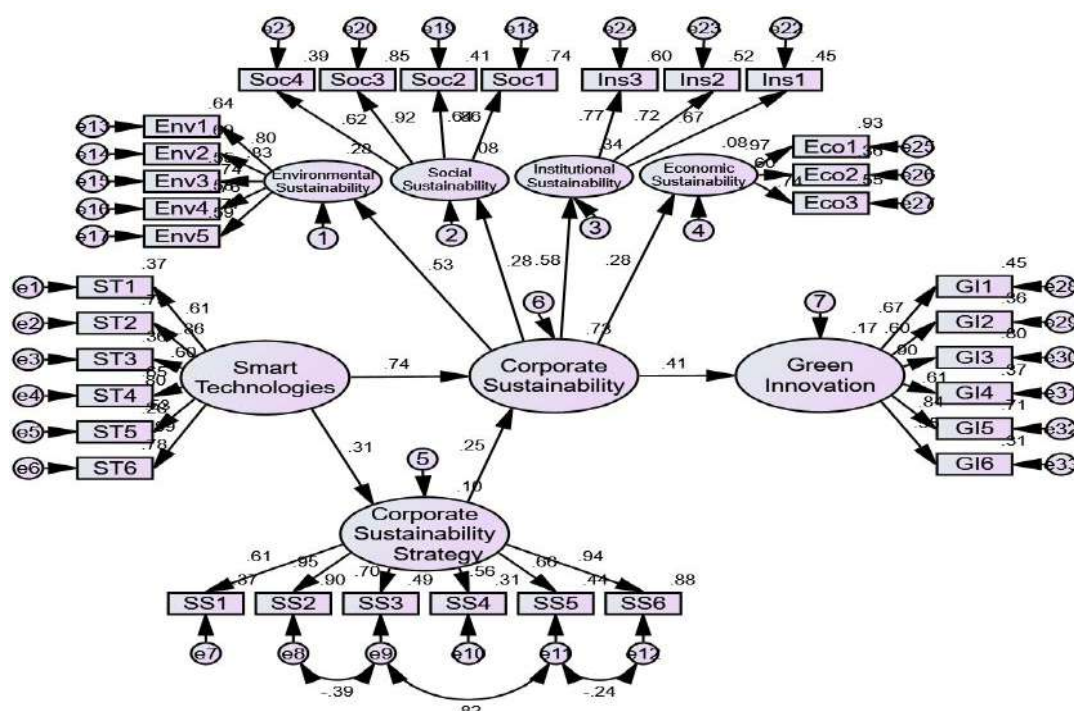
به‌دست می‌آید که در این رابطه، t_A : آماره t در رابطه میان متغیر مستقل و میانجی و t_B : آماره t در رابطه میان متغیر میانجی و وابسته است.

$$Z_{value} = \frac{t_A \cdot t_B}{\sqrt{t_A^2 + t_B^2}} \quad (1)$$

اگر مقدار آماره آزمون، از ۱/۹۶ بیشتر باشد، نشان می‌دهد فرض صفر (مبنی بر این‌که متغیر میانجی نقشی در رابطه متغیر مستقل و وابسته ندارد)، در سطح خطای ۰/۰۵ رد شده و تاثیر میانجی در رابطه معنادار است. میزان اثر غیرمستقیم متغیر مستقل بر وابسته نیز از رابطه (۲) به‌دست می‌آید که در این رابطه، A ضریب مسیر میان متغیر مستقل و میانجی، B ضریب مسیر میان متغیر میانجی و وابسته است.

$$Bindirect = A * B \quad (2)$$

نتایج آزمون فرضیه‌ها و میزان اثر غیرمستقیم متغیرهای مستقل بر وابسته، در جدول ۶ قابل مشاهده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، هر سه فرضیه با توجه به بیشتر بودن مقدار Z- Value از ۱/۹۶ معنادار هستند و در نتیجه، تایید می‌شوند.



شکل ۳: مدل ساختاری

جدول ۴- نتایج برازش مدل ساختاری پژوهش

شاخص‌های برازش	X2/df	RMSEA	GFI	CFI	TLI	IFI
مقدار مجاز	کمتر از ۳	کمتر از ۰/۱	بیشتر از ۰/۸	بیشتر از ۰/۹	بیشتر از ۰/۹	بیشتر از ۰/۹
مقدار به دست آمده	۱/۹۱۲	۰/۰۶۱	۰/۸۲۷	۰/۹۱۱	۰/۹۰۲	۰/۹۱۱

جدول ۵- نتایج رگرسیون برای اثرات مستقیم (فرضیه‌های ۱ تا ۴)

فرضیه‌ها	معناداری p	آماره t	ضریب مسیر	نتیجه
H1: فناوری‌های هوشمند ← پایداری شرکت	***	۶/۰۳۴	۰/۷۴	تایید
H2: فناوری‌های هوشمند ← استراتژی پایداری شرکت	***	۴/۵۵۴	۰/۳۱	تایید
H3: استراتژی پایداری شرکت ← پایداری شرکت	***	۲/۹۳۶	۰/۲۵	تایید
H4: پایداری شرکت ← نوآوری سبز	***	۴/۲۵۰	۰/۴۱	تایید

*** به معنای $p < ۰/۰۱$ است.

جدول ۶- نتایج رگرسیون برای اثرات میانجی (فرضیه‌های ۵ تا ۷)

فرضیه‌ها	Z-Value	A.B	نتیجه
H5: فناوری‌های هوشمند ← پایداری شرکت ← نوآوری سبز	۳/۴۷۴	۰/۳۰	تایید
H6: فناوری‌های هوشمند ← استراتژی پایداری شرکت ← پایداری شرکت	۲/۴۶۷	۰/۰۸	تایید
H7: استراتژی پایداری شرکت ← پایداری شرکت ← نوآوری سبز	۲/۴۱۵	۰/۱۰	تایید

۶- بحث و نتیجه‌گیری

که پایداری را با عملیات کسب و کار ادغام می‌کند، نقش مهمی در دستیابی به پایداری شرکتی ایفا می‌کند.

- پایداری شرکت از منظر محیط‌زیستی، اجتماعی، نهادی و اقتصادی بر نوآوری سبز تاثیر می‌گذارد و پایبندی به چرخه‌های محیط‌زیستی، ایجاد مشاغل غیرمستقیم، راه‌اندازی کسب و کار جدید و کاهش هزینه در حوزه فعالیت‌های سازگار با محیط‌زیست در شرکت‌ها، به نوآوری و طراحی و توسعه محصولات جدید، به نحوی که مبتنی بر اصول محیط‌زیستی باشند، منجر خواهد شد.
- توجه به مولفه‌های اجتماعی، اقتصادی، محیطی و نهادی در رشد و توسعه شرکت، می‌تواند استفاده از تجهیزات و فناوری‌های هوشمند را به عنوان فرصتی در اختیار مدیران شرکت‌ها قرار دهد تا انرژی و توان سازمان را به سوی توسعه و ایجاد نوآوری سبز سوق دهند. در واقع، فناوری‌های هوشمند می‌توانند به ایجاد و توسعه نوآوری سبز در شرکت کمک کنند، منوط به این که مدیران شرکت، توسعه پایدار را به عنوان یک استراتژی در نظر بگیرند.
- بهبود استراتژی پایداری، منجر به افزایش تاثیرگذاری فناوری‌های هوشمند بر پایداری شرکت خواهد شد. در واقع، بهره‌برداری کامل از پایداری نیاز به پایداری فناوری‌های هوشمند دارد.
- توجه به مولفه‌های اجتماعی، اقتصادی، محیطی و نهادی در رشد و توسعه شرکت، می‌تواند به تقویت اثرگذاری راهبردها

طی دهه‌های اخیر روند فزاینده پیشرفت صنعتی از یک سو و محدودیت منابع، مخصوصاً منابع طبیعی و محیط‌زیستی از سوی دیگر، توجه جامعه بشری را به مسئله حفظ محیط‌زیست و تقویت تلاش‌ها در جهت نوآوری سبز جلب نموده است. بر این اساس، در پژوهش حاضر نیز تاثیر فناوری‌های هوشمند بر نوآوری سبز با تاکید بر نقش میانجی پایداری شرکت و استراتژی‌ها پایداری آن، به منظور کمک به موضوعات محیط‌زیستی بررسی شد. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که:

- هرچه استفاده از فناوری‌های هوشمند افزایش یابد، پایداری شرکت نیز بهبود می‌یابد. به بیان دیگر، می‌توان گفت فناوری‌های هوشمند، بخش مهمی از راه حل مقابله با چالش‌های محیط‌زیستی فعلی هستند و توسعه فناوری و انواع فناوری‌های هوشمند، فرصت‌هایی را برای رسیدن به اهداف جنبه‌های مختلف پایداری ارائه می‌دهند.
- به کارگیری فناوری‌های هوشمند، سبب بهبود استراتژی‌های پایداری شرکت خواهد شد. یک استراتژی پایداری شرکت، جنبه‌های محیط‌زیستی و اجتماعی را به فرایند مدیریت استراتژیک متصل می‌کند و بر جایگاه استراتژیک شرکت از نظر توسعه پایدار، تاکید می‌کند.
- بهبود استراتژی پایداری شرکت، سبب افزایش پایداری شرکت می‌شود. بنابراین، ایجاد یک استراتژی پایداری شرکتی

سازمانی، نیاز و ضرورت مدیریت آب کشور"، علوم و مهندسی آب و فاضلاب، ۳(۴)، ۶۵-۷۲، <http://dx.doi.org/10.22112/jwswse.2019.151721.1113> خمسه، ع.، خدابنده، ف.، (۱۳۹۹)، "قابلیت‌های پویای تحقیق و توسعه و تأثیر آن‌ها بر عملکرد نوآورانه شرکت‌های صنایع غذایی تولیدکننده شیرینی و شکلات"، فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، ۱۸(۴۰)، ۳۵-۵۴.

دباغ، ر.، و جانعلی پور، س.، (۱۳۹۸)، "تدوین برنامه راهبردی شرکت‌های آب منطقه‌ای (مطالعه موردی: شرکت سهامی آب منطقه‌ای آذربایجان غربی)"، علوم و مهندسی آب و فاضلاب، ۴(۲)، ۴-۱۶، <http://dx.doi.org/10.22112/jwswse.2019.129932.1086>

زمانی، آ.، حسینی شکیب، م.، و خمسه، ع.، (۱۳۹۹)، "تأثیر فرآیند و محتوای استراتژی بر چابکی و عملکرد سازمانی: نقش میانجی همسویی استراتژیک"، فصلنامه علمی پژوهش‌های مدیریت راهبردی، ۲۶(۷۸)، ۱۲۳-۱۴۸.

شایگان، ج.، و افشاری، ع.، (۱۳۸۳)، "بررسی وضعیت فاضلاب‌های شهری و صنعتی در ایران"، آب و فاضلاب، ۱۵(۱)، ۵۸-۶۹. صادقپور، ب.، و مرادی، و.، (۱۳۸۹)، تحلیل آماری با نرم‌افزارهای *spss* و *amos*، چاپ اول، بابلسر: انتشارات دانشگاه مازندران. عزیزی، م.، رحیمی، م.، و کبیری، ف.، (۱۴۰۰)، "ارائه مدل علی عوامل موثر بر توسعه عملکرد سازمانی براساس سرمایه فکری سبز و نوآوری سبز"، فصلنامه مدیریت کسب و کار، ۴۹، ۴۴۹-۴۶۶.

مروتی شریف‌آبادی، ع.، نمک‌شناس جهرمی، م.، و ضیایی بیده، ع.، (۱۳۹۳)، "بررسی تأثیر ابعاد نوآوری سبز بر عملکرد سازمان"، نشریه مطالعات مدیریت صنعتی، ۱۲(۳۳)، ۲۵-۴۲.

Albort-Moran, G., Leal-Millán, A., and Cepeda-Carrión, G., (2016), "The antecedents of green innovation performance: A model of learning and capabilities", *Journal of Business Research*, 69(11), 4912-4917, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.04.052>

Amendolagine, V., Lema, R., and Rabellotti, R., (2021), "Green foreign direct investments and the deepening of capabilities for sustainable innovation in multinationals: Insights from renewable energy", *Journal of Cleaner Production*, 310, 127381, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127381>.

Arora, S., Saraswat, S., (2021), "Vermifiltration as a natural, sustainable and green technology for environmental remediation: A new paradigm for wastewater treatment process", *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 4, 85-97,

<https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100061>.

Baumgartner, R.J., and Rauter, R., (2017), "Strategic perspectives of corporate sustainability management

و استراتژی‌های اتخاذ شده توسط شرکت‌ها، برای سازگاری هر چه بیشتر فعالیت‌ها با محیط‌زیست منجر شود و از سوی دیگر، مسیر توسعه نوآوری سبز را نیز هموار کند. اتخاذ هوشمندانه استراتژی‌های پایداری شرکتی می‌تواند چشم‌اندازی جسورانه و جامع را در رابطه با توسعه اجتماعی، اقتصادی، نهادی و محیط‌زیستی شرکت تعریف‌کند که در نهایت رشد و توسعه پایداری شرکت در ابعاد گوناگون منجر به نوآوری سبز می‌شود.

۷- جمع‌بندی

این پژوهش با مرور مفاهیم مرتبط با فناوری‌های هوشمند، پایداری شرکتی، استراتژی‌های پایداری و نوآوری سبز و نقش آن‌ها در صنعت فاضلاب کشور به عنوان یکی از مهم‌ترین فناوری‌های موثر بر حفظ محیط‌زیست، تأثیر و ارتباط این عوامل را از نظر مدیران ارشد شرکت‌های سازنده تصفیه‌خانه‌های فاضلاب مورد بررسی قرار داد و فرضیات مطرح شده آزموده شد. علاوه بر نتایج و پیشنهادات ذکر شده در بند قبل، به عنوان یک دریافت کلی می‌توان نتیجه گرفت که شکاف میان برنامه‌ریزی استراتژیک پایداری و عملکرد شرکت‌ها در حوزه نوآوری سبز، با پیاده‌سازی موفق آن استراتژی پر می‌شود و فناوری‌های هوشمند در این میان به عنوان محرک اصلی در اتخاذ و اجرای استراتژی‌های پایداری در جنبه‌های چهارگانه، نقش مهمی ایفا می‌کند. با این اوصاف تحلیل موانع ورود شرکت‌های سازنده تصفیه‌خانه‌های فاضلاب کشور به استفاده از نسل چهارم فناوری و بررسی تأثیر آن بر پایداری شرکت‌ها و نوآوری سبز می‌تواند وجهه همت محققین آتی در این زمینه قرار گیرد.

۸- پی‌نوشت‌ها

- 1- Average Variance Extracted
- 2- Composite Reliability
- 3- Adequacy of sample size
- 4- Sobel
- 5- Average Shared Squared Variance
- 6- Maximum Shared Squared Variance
- 7- Adherence to environmental cycles
- 8- Commitment to environmental protection

۹- مراجع

پاکروح، ش. و قنادی، م.، (۱۳۹۷)، "رویکرد اجتماعی و درون

- Romanelli, M., (2018), "Towards sustainable ecosystems", *Systems Research and Behavioral Science*, 35(4), 417-426, <https://doi.org/10.1002/sres.2541>
- Saunila, M., Ukko, J., and Rantala, T., (2018), "Sustainability as a driver of green innovation investment and exploitation", *Journal of Cleaner Production*, 179, 631-641.
- Saunila, M., Nasiri, M., Ukko, J., and Rantala, T., (2019), "Smart technologies and corporate sustainability: The mediation effect of corporate sustainability strategy", *Computers in Industry*, 108, 178-185.
- Sezen, B., and Çankaya, S., (2013), "Effects of green manufacturing and eco-innovation on sustainability performance", *9th International Strategic Management Conference, Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 99, 154-163, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.481>
- Silva, D.A.L., Delai, I., de Castro, M.A.S., and Ometto, A.R., (2013), "Quality tools applied to Cleaner Production programs: a first approach toward a new methodology", *Journal of Cleaner Production*, 47, 174-187.
- Sharma, S., Prakash, G., Kumar, A., Mussada, E., Antony, J., and Luthra, S., (2021), "Analysing the relationship of adaption of green culture, innovation, green performance for achieving sustainability: Mediating role of employee commitment", *Journal of Cleaner Production*, 303, 127039.
- Song, M., Fisher, R., and Kwoh, Y., (2019), "Technological challenges of green innovation and sustainable resource management with large scale data", *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 361-368.
- Tseng, M.L., Huang, F.H., and Chiu, A.S., (2012), "Performance drivers of green innovation under incomplete information", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 40, 234-250.
- Yoo, Y., Boland Jr, R.J., Lyytinen, K., and Majchrzak, A., (2012), "Organizing for innovation in the digitized world", *Organization Science*, 23(5), 1398-1408.
- to develop a sustainable organization", *Journal of Cleaner Production*, 140, 81-92.
- Chang, C.H., and Chen, Y.S., (2013), "Green organizational identity and green innovation", *Management Decision*, 51(5), 1056-1070.
- Chen, Y.S., (2008), "The driver of green innovation and green image-green core competence", *Journal of Business Ethics*, 81(3), 531-543.
- Elkington, J., (1998), "Partnerships from cannibals with forks: the triple bottom line of 21st-century business", *Environmental Quality Management*, 8(1), 37-51.
- Hair, J., Ringle, C., and Sarstedt, M., (2013). "Partial least squares structural equation modeling", *Long Range Planning*, 46(1-2), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2013.01.001>.
- Heydari, S., Hosseini Shakib, M., and Khamseh, A., (2020), "IT - business Strategic alignment and organizational agility: The moderating role of environmental uncertainty", *Journal of System Management*, 6(1), 35-52.
- Higon, D.A., Gholami, R., and Shirazi, F., (2017), "ICT and environmental sustainability: A global perspective", *Telematics and Informatics*, 34, 85-95.
- Iacovidoua, E., Purnell, P., and Lim, M. (2018), "The use of smart technologies in enabling construction components reuse: A viable method or a problem creating solution?", *Journal of Environmental Management*, 216, 214-223, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.04.093>
- Karn, A.L., Pandya, S., Mehbodniya, A., Arslan, F., Sharma, D.K., Phasinam, K., Aftab, M.N., Rajan, R., Bommisetti, R.K., and Sengan, S., (2021), "An integrated approach for sustainable development of wastewater treatment and management system using IoT in smart cities", *Soft Computing*, 1-17, <https://doi.org/10.1007/s00500-021-06244-9>.
- Kataki, S., Chatterjee, S., Vairale. M., Dwivedi, S., and Gupta, D., (2021). "Constructed wetland, an eco-technology for wastewater treatment: A review on types of wastewater treated and components of the technology (macrophyte, biofilm and substrate)", *Journal of Environmental Management*, 283, 55-64, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.111986>
- Liu, S., and Yan, M., (2018), "Corporate sustainability and green innovation in an emerging economy: An empirical study in China", *Sustainability*, 10(11), 39-98, <https://doi.org/10.3390/su10113998>.



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

به نام خدا

پاسخگوی گرامی

پرسشنامه‌ای که در دست دارید به منظور انجام یک تحقیق علمی و دانشگاهی در مقطع کارشناسی ارشد در خصوص «نقش میانجی پایداری شرکت و استراتژی‌های پایداری در رابطه بین فناوری‌های هوشمند و نوآوری سبز در شرکت‌های طراحی، احداث و بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری و صنعتی در ایران» طراحی و به شما تقدیم شده است. دقت و حوصله در پاسخگویی به سوال‌های ذیل به‌طور قطع نقش موثری در نتیجه این تحقیق ایفا خواهد کرد. لذا از جنابعالی خواهشمندم مرا با پاسخ‌های دقیق خود یاری نمایید. از بذل توجه و صرف زمان گرانبهاتان صمیمانه قدردانی می‌نمایم.

الف - مشخصات فردی و سازمانی:

(۱) جنسیت:

(۲) سن:

(۳) میزان تحصیلات: فوق دیپلم ☐ لیسانس ☐ فوق لیسانس و بالاتر ☐

(۴) سابقه کار:

ب - لطفا دیدگاه خود را در خصوص هر یک از موارد زیر مشخص بفرمایید و هیچ‌یک را بی‌پاسخ نگذارید.

ردیف	فناوری‌های هوشمند	کاملاً مخالفم	مخالفم	بی‌نابین	موافقم	کاملاً موافقم
۱	در شرکت ما همه دستگاه‌ها قابلیت برنامه‌ریزی دارند.					
۲	در شرکت ما همه دستگاه‌ها از شناسه منحصر به فرد (UDI) برخوردار هستند.					
۳	در شرکت ما، همه دستگاه‌ها از قابلیت واکنش به تغییرات محیطی برخوردار هستند.					
۴	در شرکت ما، همه دستگاه‌ها می‌توانند پیام ارسال و دریافت کنند.					
۵	در شرکت ما، همه دستگاه‌ها می‌توانند تمام اطلاعات را ضبط و ذخیره کنند.					
۶	در شرکت ما می‌توان همه دستگاه‌ها را از طریق سایر دستگاه‌ها، مکان‌ها یا افراد شناسایی کرد.					

ج - لطفا مشخص نمایید که در طول سه سال اخیر، در شرکت شما هر یک از موارد زیر تا چه اندازه انجام شده است؟

ردیف	استراتژی‌های پایداری	خیلی کم	کم	زیاد	خیلی زیاد
۷	اقدامات داوطلبانه برای احیای محیط‌زیست				
۸	کاهش خرید مواد غیرقابل بازیافت، مواد شیمیایی و سایر اجزای سازنده				
۹	کاهش سوخت‌های فسیلی و جایگزین کردن آن‌ها با سوخت‌های سازگار با محیط‌زیست				
۱۰	تنظیم شیوه‌های تجاری برای کاهش مصرف انرژی				
۱۱	تعدیل شیوه‌های تجاری برای کاهش تأثیرات محیط‌زیستی محصولات				
۱۲	تعدیل رویه‌های تجاری برای کاهش ضایعات و تولید گازهای گلخانه‌ای				
ردیف	پایداری شرکتی	خیلی کم	کم	زیاد	خیلی زیاد
۱۳	پایبندی به چرخه‌های محیط‌زیستی				
۱۴	تعهد به حفظ محیط‌زیست				
۱۵	مدیریت پسماند				
۱۶	توجه به عوامل بهداشتی				

۱۷	اشغال زمین					
۱۸	شناخت اجتماعی					
۱۹	توسعه سرمایه انسانی					
۲۰	ایجاد شغل					
۲۱	حفظ سلامت و امنیت					
۲۲	میزان درآمد					
۲۳	ایجاد مشاغل غیرمستقیم					
۲۴	راه‌اندازی کسب‌وکار جدید					
۲۵	سهولت انتقال مواد					
۲۶	کاهش مصرف انرژی					
۲۷	کاهش هزینه					
ع.س	نوآوری سبز	فیلتر	ح	پایان	زیاد	خیلی زیاد
۲۸	انتخاب مواد سازگار با محیط‌زیست برای توسعه محصول					
۲۹	انتخاب موادی که در تولید محصول انرژی کمتری مصرف می‌کنند.					
۳۰	استفاده از حداقل مقدار مواد اولیه در زمینه توسعه محصول					
۳۱	ارزیابی این‌که محصولات قابلیت استفاده مجدد، بازیافت و تجزیه در تولید محصول را دارا هستند.					
۳۲	کاهش مؤثر انتشار مواد خطرناک یا ضایعات در فرآیند تولید					
۳۳	بازیافت ضایعات و انتشار به‌طور مؤثر در فرایند تولید					
۳۰	استفاده از حداقل مقدار مواد اولیه در زمینه توسعه محصول					

Research Paper

مقاله پژوهشی

**Investigating the Effect of Replacing
Domestic Water Meters in Reducing the
Apparent Losses, Case Study (Region 3 of
Water and Wastewater Company of Isfahan
Province)**

**بررسی نقش تعویض کنتورهای خانگی در کاهش
هدررفت ظاهری
مطالعه موردی (منطقه ۳ آبفای اصفهان)**

Nasim Bararni¹ and Zahra AbdollahGhazi^{2*}

1- B.Sc. of Chemical Engineering, District Manager of Region 3, Isfahan Province Water and Wastewater Company, Isfahan, Iran.

2- M.Sc. of Mechanical Engineering, Head of Water Facilities Operation Department of Region3, Isfahan Province Water and Wastewater Company, Isfahan, Iran.

*Corresponding Author, Email:
Zahraghazi69@gmail.Com

Received: 21/02/2022

Revised: 10/05/2022

Accepted: 03/07/2022

© IWWA

Abstract

Performance accuracy of water meters have a special effect on apparent losses and non-revenue water. The purpose of this paper is investigating the effect of replacing faulty water meters on income generation of water and wastewater companies & encouraging them to replace water meters. 198 water meters from 2 old subscription zones from region 3 of Isfahan were chosen as a sample & replaced in summer 2020. The average monthly consumption one period after replacement was compared with the similar monthly period in last year/years. The results were validated with the results of laboratory test of a number of old water meters of different brands. 35% of water meters had increase in consumption, 13% had decrease in consumption and the average of mean monthly consumption has increased to 26.55%. water meters with the brands 4 had the most negative error. Replacement of water meters reduce the low consumption class and increase the high consumption and misuse class which causes the increase of %67.83 in water rate. The results were generalized to 5928 subscribes of region 3 with over 20 years old water meters. Payback period for replacing all old water meters with the size of 0.5 and 0.75 inch was 4.3 years.

Keywords: Apparent loss, Replacing water meter, Income generation.

نسیم بارانی^۱ و زهرا عبدالله‌غازی^{۲*}

۱- کارشناسی مهندسی شیمی، مدیر امور آبفای منطقه ۳، شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان، اصفهان، ایران.

۲- کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، رئیس اداره بهره‌برداری تاسیسات آب منطقه ۳، شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان، اصفهان، ایران.

*نویسنده مسئول، ایمیل: zahraghazi69@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۰۲

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۲

© انجمن آب و فاضلاب ایران

چکیده

دقت عملکرد کنتورها تاثیر به‌سزایی در هدررفت ظاهری و آب بدون درآمد شرکت‌های آب و فاضلاب دارد. هدف این مقاله بررسی نقش تعویض کنتورهای فرسوده بر افزایش درآمد شرکت‌های آبفا و ترغیب این شرکت‌ها به تعویض کنتور است. تعداد ۱۹۸ کنتور فرسوده از دو ناحیه اشتراک‌بندی قدیمی منطقه ۳ اصفهان انتخاب و در تابستان ۱۳۹۹ تعویض شد. میانگین مصرف ماهیانه یک دوره بعد از تعویض کنتور با دوره مشابه آن در سال یا سال‌های قبل مقایسه شدند. نتایج تحقیق با نتایج آزمایشگاهی تست تعدادی کنتور قدیمی بابرندهای مختلف اعتبارسنجی شد. ۳۵٪ کنتورها بعد از تعویض، افزایش مصرف و ۱۳٪ کاهش مصرف داشته‌اند. متوسط میانگین مصرف ماهیانه بعد از تعویض کنتور نیز به‌میزان ۲۶/۵۵٪ افزایش یافته است. کنتورهای برند ۴ بیشترین خطای منفی را داشتند. با تعویض کنتورهای فرسوده از سهم طبقات کم‌مصرف کاسته و به سهم طبقات بالایی افزوده شده، به‌طوری که منجر به افزایش آب‌بها به‌میزان ۶۷/۸۳٪ شده است. نتایج تحقیق به تعداد ۵۹۲۸ مشترک با کنتور با قدمت بالای ۲۰ سال از کل منطقه ۳ تعمیم داده شد. دوره بازگشت سرمایه برای تعویض همه کنتورهای فرسوده ۰/۵ و ۰/۷۵ اینچ، ۴/۳ سال محاسبه شد.

کلمات کلیدی: هدررفت ظاهری، تعویض کنتور، درآمدزایی.

نسبت به انتخاب خوشه‌ای کنتورها صرفاً براساس عمر برای تعویض دارد.

اکبرپور و همکاران (۱۳۹۹) تعداد ۱۰۰۷ کنتور خانگی در یکی از روستاهای بیرجند را انتخاب و براساس عمر طبقه‌بندی کردند. نتایج تست کنتورها در آزمایشگاه نشان داد که ۲۴/۷ درصد کنتورها دارای خطای خارج از دامنه استاندارد بوده که از این میان ۱۹/۵ درصد دارای خطای مثبت و ۵/۲ درصد دارای خطای منفی بودند. با به‌دست آوردن ضریب تصحیح ۱/۰۴۹ برای کنتورهای تست شده و اعمال این ضریب در مصارف سال مشترکین مورد مطالعه، میزان آب‌بها محاسبه شد که باعث افزایش ۴/۷ درصدی میزان مصارف و ۱۶/۸۹ درصدی درآمد این شرکت شد. لشکری و لطفعلیان (۱۳۸۸) با بررسی تاثیر تعویض کنتورهای فرسوده در ۴ شهر نشان دادند که برگشت سرمایه ناشی از تعویض کنتورها ۲ سال است. (Richards et al. (2010 دو روش برای تخمین هدررفت ظاهری ناشی از خطای کنتورها را برای کنتورهایی با اندازه و نوع‌های مختلف تعریف کرده و نشان دادند که برای هر محدوده دبی کدام نوع و اندازه کنتور دقت بالاتری دارد. نتایج کار آن‌ها برای انتخاب کنتور مناسب در محدوده دبی مورد نظر، کاربرد دارد.

در اکثر پژوهش‌های بررسی شده، تعدادی کنتور در یک جامعه آماری منتخب تست شده و با به‌دست آوردن خطای کنتور و ضریب تصحیح و اعمال آن در میزان مصرف سالانه مشترکین، به مصرف واقعی مشترکین، آب بدون درآمد ناشی از خطای کنتور و درآمد واقعی فروش آب دست یافته‌اند. در تحقیق حاضر از روش دیگری برای تخمین میزان مصرف و درآمد واقعی شرکت آبفا استفاده شده است. در این روش ابتدا تعدادی کنتور فرسوده به‌عنوان نمونه انتخاب و تعویض شده‌اند. سپس مصارف مشترکین بعد از تعویض کنتور اندازه‌گیری شده و از مقایسه با مصارف قبلی کنتور در دوره مشابه، میزان تغییر مصرف و خطای کنتور به‌دست آمد. با تخمین این عدد به کل کنتورهای فرسوده خانگی منطقه، میزان مصرف واقعی مشترکین و درآمد واقعی فروش آب محاسبه شد.

منطقه ۳ شهر اصفهان دارای مساحت ۸۵ کیلومترمربع و تعداد ۷۲۷۰۰ مشترک است. بعد خانوار برای این منطقه، ۳/۵ نفر و براساس داده‌های بالانس شرکت آبفای استان اصفهان در سال ۱۳۹۹، میزان آب بدون درآمد این منطقه ۱۳/۴۸ درصد، هدررفت ظاهری ۶/۱۵ درصد و میزان خطای تجهیزات اندازه‌گیری ۰/۴٪ است. در این مطالعه، دو ناحیه اشتراک‌بندی دارای کنتورهای قدیمی در منطقه ۳ شهر اصفهان به‌عنوان نمونه در نظر گرفته

کنتورها یکی از ابزارهای مهم برای اندازه‌گیری میزان جریان سیال در شبکه‌های آب هستند. باتوجه به این‌که عمده درآمد شرکت‌های آب و فاضلاب از فروش آب به مشترکین تامین می‌شود، صحت و دقت عملکرد کنتورها بسیار حائز اهمیت است. کنتورهای فرسوده علی‌رغم ظاهر سالم، به‌دلیل خطای کارکرد غیراستاندارد که عمدتاً مربوط به فرسایش قطعات کنتور، افزایش درجه حرارت، خوردگی، نفوذ رسوبات در کنتور و تمیز نبودن فیلترها، نقص در ساخت قطعات کنتور و جنس نامرغوب، عبور هوا از داخل کنتور، دست‌کاری کنتور، شرایط نصب و نگهداری کنتور و شکسته شدن شیشه کنتور، عدم دقت در دبی شروع و دبی انتقالی تا حداکثر، نوسانات فشار شبکه و عدم وجود شیر یک‌طرفه است، منجر به افزایش هدررفت ظاهری و آب بدون درآمد شرکت‌ها می‌شوند (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی، ۱۳۹۱). در صورت ترغیب شرکت‌ها به تعویض کنتورهای فرسوده، علاوه بر کاهش آب بدون درآمد و افزایش آب‌بها، هزینه صرف شده برای تعویض کنتور طی دوره کوتاهی به منطقه بازگردانده خواهد شد.

زین‌الدینی (۱۳۹۰) نشان داد که با تعویض کنتورهای فرسوده ۱۰۰ مشترک در استان کرمان در ۶ ماه اول سال ۱۳۸۹ و مقایسه با دوره مشابه سال قبل، میانگین مصرف ماهیانه ۳۰٪ افزایش می‌یابد. متوسط درآمد حاصل برای هر کنتور پس از تعویض باتوجه به نرخ پلکانی آب‌بها حدود ۳/۷ برابر شده است. همچنین مصارف زیر الگوی مصرف ۱۶٪ و مصارف بالای الگوی مصرف ۱۵٪ افزایش داشته است. در تحقیق جعفری و همکاران (۱۳۹۵) با استفاده از تست خوشه‌ای، ۹۰۰ کنتور فرسوده با عمر بالای ۸ سال را انتخاب و ۳۷۱ کنتور با کنتورهای سالم تعویض شد. از این میان، ۶۰ کنتور نیز تست شده و نشان داده شد که یکی از عوامل زیان شرکت‌های آب و فاضلاب، وجود کنتورهای فرسوده به‌ظاهر سالم است که بیش از ۹۰ درصد به زیان شرکت‌ها عمل کرده و باعث بالا رفتن هدررفت ظاهری می‌شوند. دلاوری و همکاران (۱۳۹۶) نیز نقش تعویض ۳۸ کنتور فرسوده در کاهش آب بدون درآمد را در بندر گناوه بررسی کرده و نشان دادند که تعویض کنتورهای خراب کم‌کار منجر به افزایش مصرف به بیش از ۴۲ درصد و افزایش ۶۲ درصدی آب‌بهای قبوض می‌شود. اصلانی و بهرامی (۱۳۹۷) دو روش انتخاب مشترک برای تعویض کنتور را بررسی کرده و نشان دادند که انتخاب مشترکین با میزان مصرف با روند نزولی برای تعویض کنتور، درآمدزایی بهتری

قسمت مشترکین به عنوان کنتورهای فرسوده ای که دقت آن‌ها کاهش یافته است، در لیست تعویض کنتور قرار گرفت و در مرداد و شهریور سال ۱۳۹۹ تعویض شدند. کنتورهای جدید تعویض شده (شکل ۱)، از نوع کنتور ۰/۵ اینچ مولتی جت توربینی نیمه خشک تولید شده تحت شرایط استاندارد OIML R49 و 19191 ISIRI است. سایر مشخصات کنتور به شرح زیر است:

میزان جریان حداقل (Q1): ۱۵/۶۲۵ لیتر بر ساعت، میزان جریان انتقال (Q2): ۲۵ لیتر بر ساعت، میزان جریان پایدار (Q3): ۲۵۰۰ لیتر بر ساعت، میزان جریان حداکثر (Q4): ۳۱۲۵ لیتر بر ساعت، دقت قرائت کنتور: ۰/۵ لیتر بر ساعت و حداکثر فشار کاری (MAP): ۱۶ بار.



شده‌اند. باتوجه به این که حداکثر مصرف سرانه آب برای مشترکین خانگی براساس داده‌های شرکت آبفا اصفهان، ۱۵۰ لیتر به ازای هر نفر در شبانه روز است، مصرف متوسط هر واحد در ماه، ۱۶ مترمکعب و با حساب خطای تجهیزات اندازه گیری، ۱۷ مترمکعب در ماه محاسبه شده است.

۲- مواد و روش‌ها

تعداد ۱۹۸ کنتور خانگی با کارکرد بیش از ۳۰ سال در نواحی اشتراک‌بندی شماره ۳۰۴ و ۳۰۶ منطقه ۳ شهر اصفهان (محدوده خیابان فروغی تا طالقانی - چهارباغ تا اتوبان خرازی) به گزارش



شکل ۱- کنتورهای قدیمی فرسوده تعویض شده با کنتور جدید در منطقه ۳ آبفای اصفهان، تابستان ۱۳۹۹

۱۳۹۷، میانگین مصرف دوره مشابه از سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۶ قرائت شد و با لحاظ کردن تغییرات کاربری، بعد خانوار، تعداد واحدهای ساختمان و دامنه مصرف آن کنتور در برخی از سال‌ها، یک میانگین مصرف قابل اطمینان و معنی‌دار به عنوان مصرف قدیم (قبل از تعویض کنتور) به دست آمد.

۳- نتایج و بحث

از ۱۹۸ مشترکی که کنتور آن‌ها تعویض شد، تعداد ۳۸ مشترک از سال ۱۳۹۸ و یا قبل‌تر (از سال ۱۳۹۱) کنترل و مشخص شد بعد از تعویض کنتور همواره بسته و بدون مصرف بوده‌اند که از رده خارج شدند. با تعدادی از این مشترکین تماس گرفته شد و از خالی از سکنه بودن آن اطمینان حاصل شد. از این میان، برخی از کاربری‌ها قبل از سال ۱۳۹۸ مصرف معقول داشته و گاهی پرمصرف و بدمصرف نیز بوده‌اند. ولی از سال ۱۳۹۸ و با شیوع بیماری کرونا بسته و بدون مصرف بوده‌اند که احتمال می‌روند کاربری آن‌ها تجاری و یا مشاغل خانگی بوده باشد. لیکن در کاردکس آب‌بها، کاربری آن‌ها مسکونی ثبت شده است. تعداد ۲۴ مشترک نیز بعد از تعویض کنتور بسته بوده و قرائت جدید

هم‌چنین در این تحقیق، به منظور افزایش دقت و درصد اطمینان، تنها کنتورهای با قطر ۰/۵ اینچ در لیست تعویض قرار گرفتند. به این علت که دبی استارت کنتور بسیار متأثر از متناسب بودن ظرفیت قراردادی با بعد واقعی خانوار است. مثلاً در برخی ساختمان‌های ۳ واحدی، فقط یک واحد سکونت دارند؛ در صورتی که کنتور با ظرفیت بالا در آن نصب شده است و یا در حدود ۳۰ سال پیش، در برخی نواحی قدیمی شهر اصفهان، ظرفیت قراردادی و قطر کنتور متناسب با مساحت ملک تعیین می‌شد و نه متناسب با تعداد ساکنین آن. هم‌چنین در برخی اشتراک‌های حتی ۱ واحدی، به دلایل متعدد کنتوری با قطر بالاتر از حد نیاز نصب شده است که بر دبی استارت تأثیرگذار است.

پس از گذشت یک دوره قرائت از تاریخ تعویض، میانگین مصرف آب مشترکین قرائت و با دوره مشابه آن در سال/سال‌های قبل مقایسه شد. علت مقایسه با دوره دقیقاً مشابه قبل، این بود که دوره بعد از تعویض کنتور (مهر ماه) دقیقاً در مرز افت مصرف از تابستان به پاییز قرار داشته و میزان مصرف در این دوره بسیار متأثر از عوامل محیطی و زمانی است. لازم به ذکر است که در برخی از منازل که در سال ۱۳۹۸ بسته بودند، اطلاعات دوره مشابه سال ۱۳۹۷ و در صورت در دسترس نبودن اطلاعات سال

نداشته‌اند که فعلا از رده خارج و در تحلیل بعدی مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت. با کسر دو دسته قبل، تعداد ۱۳۶ مشترک باقی ماند که داده‌های قابل استناد داشته و مبنای تحلیل قرار گرفتند. نتایج در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- دسته‌بندی داده‌های حاصل از قرائت کنتورهای تعویضی آبفا منطقه ۳ اصفهان، تابستان ۱۳۹۹

درصد از کل	تعداد کنتور	دسته‌بندی داده‌ها
-	۱۹۸	کل کنتورهای تعویضی
۶۸/۶۹	۱۳۶	تعداد داده قابل استناد
۱۹/۱۹	۳۸	تعداد داده غیرقابل استناد
۱۲/۱۲	۲۴	تعداد داده قرائت نشده (فعلا از رده خارج)

به‌عنوان روند یکسان درنظر گرفته شد.

ب) برای تعدادی از مشترکین، مصرف در دوره مشابه بعد از تعویض کنتور در سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ یکسان بود، ولی در مقایسه با سال‌های قبل (۱۳۹۱ تا ۱۳۹۷)، مصرف کاهش چشم‌گیری داشته‌است؛ به‌طوری‌که به‌عنوان مثال از ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۷ در رده پرمصرف بوده و از سال ۱۳۹۸ کم‌مصرف شده است. به‌علت به در اختیار نداشتن اطلاعات کافی از علت تغییر ناگهانی دامنه مصرف برای این مشترکین (نظیر تغییر کاربری یا بعد خانوار و یا به‌علت شیوع بیماری کرونا و غیره)، مصرف دوره مشابه سال ۱۳۹۸ به‌عنوان مصرف قدیم برای آن‌ها لحاظ شده و لذا در دسته یکسان قرار گرفتند. نتایج دسته‌بندی براساس درصد تفاضل نسبی با فرض‌های ۱ و ۲ در جدول ۲ و شکل ۲ آورده شده است.

درصد تفاضل نسبی مصرف قدیم (قبل از تعویض کنتور) و جدید (بعد از تعویض کنتور) به‌عنوان شاخص مقایسه درنظر گرفته شد. براین اساس، تغییر روند مصرف بعد از تعویض کنتور با دو فرض جداگانه بررسی و کنتورهای تعویض شده به سه دسته تغییر مصرف افزایشی، کاهش و یکسان تقسیم‌بندی شدند.

فرض ۱: فقط کنتورهایی که مصارف قدیم و جدید دقیقا یکسان داشتند و درصد تفاضل نسبی برای آن‌ها صفر بود، در دسته یکسان قرار گرفتند و کنتورهای با درصد تفاضل نسبی مثبت به‌عنوان روند افزایشی و تفاضل نسبی منفی به‌عنوان روند کاهش مصرف درنظر گرفته شد.

فرض ۲: در این فرض علاوه‌بر فرض قبلی، دو گروه داده نیز در دسته‌بندی یکسان قرار می‌گیرند:

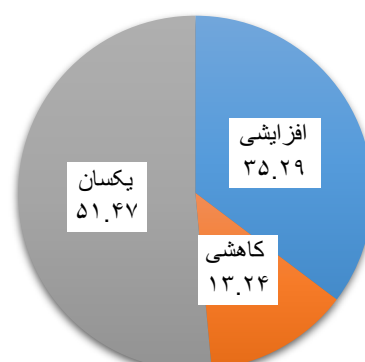
الف) اختلاف مصرف قدیم و جدید کنتور تا ۱ مترمکعب در ماه

جدول ۲- دسته‌بندی داده‌های قابل استناد براساس تغییر روند مصرف بعد از تعویض کنتور با دو فرض متفاوت، آبفای منطقه ۳ اصفهان، تابستان ۱۳۹۹ نسبت به دوره مشابه سال / سال‌های قبل

فرض ۲			فرض ۱		
درصد از کل	تعداد کنتور	روند تغییر مصرف	درصد از کل	تعداد کنتور	روند تغییر مصرف
۲۹/۳۵	۴۸	افزایشی	۵۸/۸۲	۸۰	افزایشی
۱۳/۲۴	۱۸	کاهش	۲۵/۰۰	۳۴	کاهش
۵۱/۴۷	۷۰	یکسان	۱۶/۱۸	۲۲	یکسان
	۱۳۶	کل		۱۳۶	کل



تغییر روند مصرف با تعویض کنتور بر حسب درصد (فرض ۲)



تغییر روند مصرف با تعویض کنتور بر حسب درصد (فرض ۱)

شکل ۲- دسته‌بندی داده‌های قابل استناد براساس تغییر روند مصرف بعد از تعویض کنتور با فرض متفاوت، آبفای منطقه ۳ اصفهان، تابستان ۱۳۹۹ نسبت به دوره مشابه سال / سال‌های قبل

متوسط میانگین مصرف قدیم ۷/۵۷ مترمکعب و مصرف جدید ۹/۵۸ مترمکعب برای ۱۳۶ کنتور است. در جدول ۳ متوسط میانگین مصرف قبل و بعد از تعویض کنتور به تفکیک برای کنتورهای با روند کاهشی، افزایشی و یکسان آورده شده است.

جدول ۳- متوسط میانگین مصرف قبل و بعد از تعویض کنتور به تفکیک روند مصرف (با فرض ۲)

روند مصرف	متوسط میانگین مصرف قبل از تعویض کنتور (مترمکعب در ماه)	متوسط میانگین مصرف بعد از تعویض کنتور (مترمکعب در ماه)
کاهشی	۱۰	۶/۸۱
یکسان	۶/۳	۶/۴
افزایشی	۶/۵	۱۵/۵۵

سال ۱۳۹۸ یا ۱۳۹۷ برای برخی مشترکین به علت بسته بودن درب، به ناچار از داده‌های سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۶ به عنوان مصرف قدیم استفاده شد.

علاوه بر این، وجود یا عدم وجود کد خرابی در قبض تمامی کنتورهای با روند افزایشی و کاهشی بررسی شد (جدول ۴) و نشان داده شد که تقریباً ۹۰ درصد خرابی‌های کم‌کار و پرکار کنتورها، در قبض اعلام نشده است؛ در صورتی که این کنتورها واقعاً خراب بوده و در صورت عدم تعویض، منجر به از دست رفتن بخش زیادی از درآمد شرکت خواهد شد.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که به‌طور کلی تعویض کنتورها منجر به افزایش مصرف به میزان ۲۶/۵۵ درصد شده است. لازم به ذکر است که تعویض کنتور تمامی مشترکین منتخب در مرداد و شهریورماه انجام گرفته بود و در صورت در دسترس بودن قبض مهر یا آبان‌ماه، با دوره مشابه سال قبل مقایسه شد. ولی به دلیل این که تعدادی از منازل بعد از تعویض بسته بودند، به ناچار برای آن‌ها قبض آذر/دی با دوره مشابه پارسال مقایسه شد که متفاوت بودن الگوی مصرف سال ۱۳۹۷ با سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ از دقت تحلیل کاسته است. همچنین به علت در اختیار نداشتن مصرف

جدول ۴- درصد اعلام خرابی کنتور در قبض نسبت به خرابی واقعی کنتور برای کنتورهای تعویضی منطقه ۳ اصفهان

روند تغییر مصرف	تعداد مشترک با کنتور تعویض شده	تعداد کنتور تعویض شده دارای کد خرابی در قبض	درصد اعلام نشده به عنوان کنتور خراب در قبض
افزایشی	۴۸	۴	۹۱/۶۶
کاهشی	۱۸	۲	۸۸/۸۸

و بعد از تعویض کنتور برای آن‌ها به تفکیک نوع برند برای فرض ۲ محاسبه و برند با بیشترین خرابی کم‌کار مشخص شد. نتایج در جدول ۶ آورده شده است. درصدها نسبت به تعداد هر مدل کنتور محاسبه شده است. بیشترین سهم کنتورهای خراب کم‌کار مربوط به کنتور از برند ۴ بوده است.

۴- اعتبارسنجی نتایج

به منظور اعتبارسنجی نتایج به دست آمده از تحلیل، برند قدیمی تعداد ۶۶ کنتور از ۱۳۶ کنتور تعویضی با تکمیل پرسش‌نامه در محل به همراه سایر اطلاعات مشترک از قبیل بعد خانوار، تعداد طبقات و غیره استخراج شد (جدول ۵) و تغییر روند مصرف قبل

جدول ۵- تعداد کل کنتورهای قدیمی به تفکیک برند کنتور

برند	برند ۱	برند ۲	برند ۳	برند ۴	برند ۵
تعداد کنتور تعویض شده	۲۷	۲۶	۶	۶	۱

جدول ۶- درصد تغییر مصرف مشترکین به تفکیک برند کنتور قدیمی تعویض شده در منطقه ۳ اصفهان، تابستان ۱۳۹۹ با دوره مشابه سال / سال‌های قبل (فرض ۲)

روند تغییر مصرف بعد از تعویض کنتور	برند ۱ و ۵	برند ۲	برند ۳	برند ۴
افزایشی	۲۵ درصد	۳۸/۴ درصد	۳۳/۳ درصد	۸۳/۳ درصد
کاهشی	۲۱/۴۲ درصد	۱۱/۵ درصد	۰ درصد	۱۶/۶ درصد
یکسان	۵۳/۵۷ درصد	۵۰ درصد	۶۶/۶ درصد	۰ درصد
کل	۲۸ درصد	۲۶ درصد	۶ درصد	۶ درصد

به عنوان نمونه در کارگاه تست کنتور شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان آزمایش شد که نتایج آن در جدول ۷ آورده شده است.

همچنین تعدادی کنتور دست دوم قدیمی از برندهای مختلف (برند ۱ تا ۶) به قطر ۵/۰ اینچ و با قدمت یکسان و ۳ کنتور از برند ۶ (که تمامی ۱۹۸ کنتور قدیمی با این برند تعویض شده اند)،

جدول ۷- نتیجه تست آزمایشگاهی چند نمونه کنتور دست دوم و جدید با برندهای مختلف

برند کنتور	کلاس کنتور	درصد خطا					نتیجه نهایی تست کنتور
		Q1 (دبی حداقل) بیشینه خطای مجاز $\pm 5\%$	Q2 (دبی انتقال) بیشینه خطای مجاز $\pm 2\%$	Q3 (دبی پایدار) بیشینه خطای مجاز $\pm 2\%$	Q4 (دبی حداکثر) بیشینه خطای مجاز $\pm 2\%$	Q کل بیشینه خطای مجاز $\pm 5\%$	
برند ۶ نو	C	۴/۵	۴/۷۰	-۰/۷۵	-۱/۳۹	-۰/۵۶	سالم
	C	۷/۰۰	۵/۳۰	-۰/۴۵	-۰/۴۵	-۰/۱۵	سالم
	C	۶/۳۰	۵/۲۰	-۳/۱۹	-۳/۹۸	-۲/۷۴	سالم
برند ۶ قدیمی	C	۳/۵۰	-۲/۰۰	-۰/۶۰	-۰/۵۵	-۰/۷۷	سالم
برند ۱ قدیمی	B	-۵۵/۰۰	-۱۰/۰۰	۴/۵۳	۴/۴۸	۱/۱۵	سالم
برند ۳ قدیمی	B	-۱۰۰/۰۰	-۱۰۰/۰۰	-۱۰۰/۰۰	-۱۰۰/۰۰	-۱۰۰/۰۰	خراب ثابت
برند ۴ قدیمی	C	-۱۰۰/۰۰	-۱۰۰/۰۰	-۱۵/۳۰	-۱۵/۹۲	-۲۳/۲۵	خراب کم کار
برند ۲ قدیمی	C	-۱۰۰/۰۰	-۳۵/۰۰	-۲/۱۹	-۱/۸۹	-۷/۹۷	خراب کم کار

می شود. یک کنتور آب طراحی و ساخت آن باید به گونه ای باشد که خطاهای آن تحت شرایط بهره برداری از بیشینه خطای مجاز تعریف شده طبق رده درستی تعیین شده توسط سازنده تجاوز نکند (استاندارد ملی ایران، ۱۳۹۰). Q کل (با بیشینه خطای مجاز $\pm 5\%$) به عنوان شاخص سالم بودن کنتور در نظر گرفته شده است (آبفای اصفهان، ۱۴۰۰).

اگرچه نتایج این تست قابل تعمیم به کل کنتورها نیست، ولی در همین جامعه آماری کوچک نیز بیشترین خطای منفی مربوط به کنتور از برند ۴ بوده که در مقایسه با جدول های ۶ و ۷ صحت نتایج حاصل از تحقیق تایید می شود. همچنین جدول ۷ نشان می دهد که دقت کنتورهای برند ۶ حتی از نوع دست دوم و فرسوده نیز در محدوده خطای مجاز قرار دارد.

۵- تاثیر تعویض کنتور فرسوده بر جابه جایی طبقات مصرف و افزایش میزان آب بها

در جدول ۸ و شکل ۳ تغییرات طبقات مصرف بعد از تعویض کنتور آورده شده است. با تعویض کنتورهای فرسوده، علاوه بر

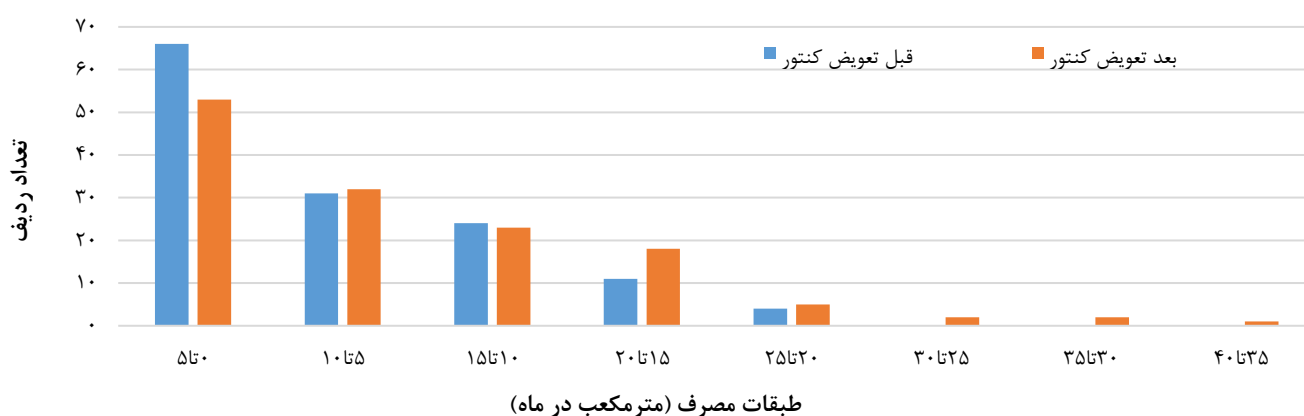
مصرف آب مشترکین در دبی های کم تا زیاد متفاوت است و رفتار کنتور و خطای آن نیز در دبی های مختلف متفاوت است. بنابراین برای دستیابی به برآورد دقیق تر از خطای کارکرد کنتور، در ۴ دبی متفاوت از دامنه کارکرد کنتور تست می شود. تست کنتورها بر مبنای استاندارد OIML-R49 بوده و از روش اندازه گیری حجمی استفاده شده است. در این روش در چند بده مشخص، حجم معینی آب از کنتور عبور داده شده و درصد تفاضل نسبی حجم آب نشان داده شده توسط کنتور با مقدار واقعی آب وارد شده به مخزن میز تست کنتور به عنوان درصد خطای کنتور محاسبه می شود. چنانچه خطای کنتور در محدوده مجاز قرار گیرد، کنتور سالم و کنتورهای خارج از محدوده خطای مجاز، به عنوان کنتور خراب شناخته می شوند. خطای مثبت به معنی آن است که کنتور نشانگر عددی بیش از اندازه واقعی بوده و خطای منفی یعنی کنتور آب کمتر از اندازه واقعی را نشان داده است (معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی، ۱۳۹۱). بیشینه خطای مجاز طبق تعریف برابر با بیشینه مقدار خطای اندازه گیری نسبت به یک مقدار کمیت مرجع معلوم است که طبق آیین نامه ها با ویژگی های یک سیستم اندازه گیری ارائه شده مجاز شمرده

تصادفی با تغییر طبقات مصرف، منجر به درآمدزایی برای شرکت می‌شود.

افزایش کل مصرف ماهانه، طبقات مصرف نیز جابه‌جا شده و بالاتر رفته است و باعث کم شدن سهم طبقات اول و اضافه شدن سهم طبقات چهارم به بعد شده که با توجه به تغییر آب‌بها به صورت

جدول ۸- تغییرات طبقات مصرف بعد از تعویض کنتور منطقه ۳ اصفهان، تابستان ۱۳۹۹ نسبت به دوره مشابه سال / سال‌های قبل

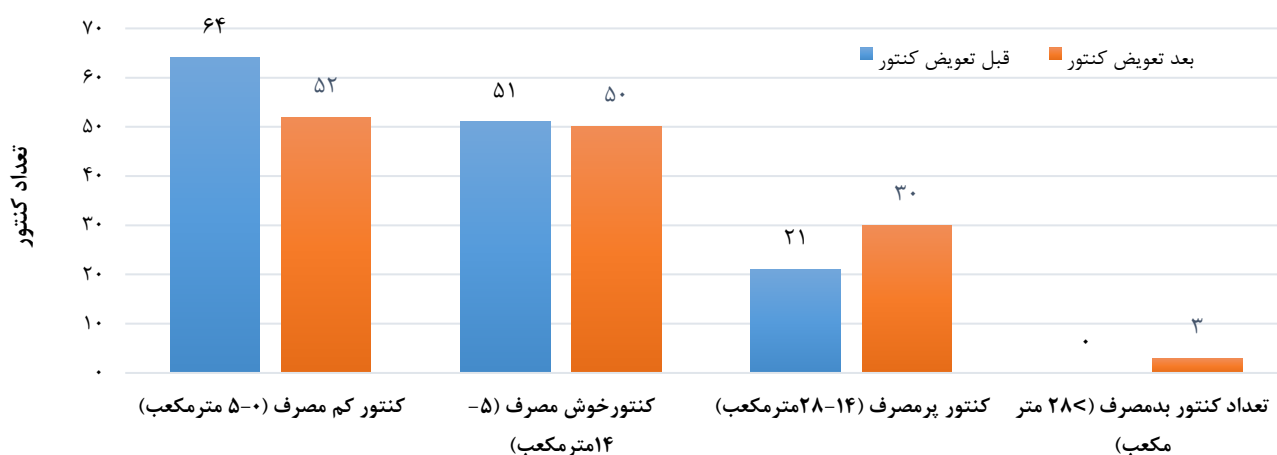
طبقات مصرف	قبل از تعویض کنتور			بعد از تعویض کنتور		
	تعداد مشترک با کنتور تعویض شده	درصد از کل	جمع مصرف (مترمکعب)	تعداد مشترک با کنتور تعویض شده	درصد از کل	جمع مصرف (مترمکعب)
$0 < x < 5$	۶۶	۴۸/۵۳	۱۹۹	۵۳	۳۸/۹۷	۱۶۸
$5 < x < 10$	۳۱	۲۲/۷۹	۲۲۵	۳۲	۲۳/۵۳	۲۴۵
$10 < x < 15$	۲۴	۱۷/۶۵	۳۲۱	۲۳	۱۶/۹۱	۲۹۹
$15 < x < 20$	۱۱	۸/۰۹	۱۹۱	۱۸	۱۳/۲۴	۳۱۹
$20 < x < 25$	۴	۲/۹۴	۹۴	۵	۳/۶۸	۱۱۳
$25 < x < 30$	۰	۰	۰	۲	۱/۴۷	۵۴
$30 < x < 35$	۰	۰	۰	۲	۱/۴۷	۶۶
$35 < x < 40$	۰	۰	۰	۱	۰/۷۴	۳۹
جمع	۱۳۶		۱۰۳۰	۱۳۶		۱۳۰۳



شکل ۳- تغییرات طبقات مصرف بعد از تعویض کنتورهای منطقه ۳ اصفهان، تابستان ۱۳۹۹ نسبت به دوره مشابه سال / سال‌های قبل

مترمکعب در نظر گرفته شده است.

در شکل ۴ سهم الگوی مصرف برای قبل و بعد از تعویض کنتور نشان داده شده است. الگوی مصرف برای استان اصفهان ۱۴



شکل ۴- مقایسه تغییر الگوی مصرف قبل و بعد از تعویض کنتور در منطقه ۳ اصفهان، تابستان ۱۳۹۹ با دوره مشابه سال / سال‌های قبل

در جدول ۹ تاثیر جابه‌جایی طبقات مصرف با تعویض ۱۳۶ کنتور فرسوده بر میزان آب‌بها با در نظر گرفتن الگوی مصرف ۱۴ مترمکعب در ماه برای استان اصفهان، نشان داده شده است. آب‌بها بر اساس دستورالعمل تعرفه‌های آب و خدمات دفع فاضلاب از ابتدای اردیبهشت سال ۱۳۹۹ محاسبه شده است (آبفای اصفهان، ۱۳۹۹). مشاهده می‌شود که تعویض کنتورهای فرسوده، آب‌بهای منطقه را را به میزان ۶۷/۸۳ درصد افزایش می‌دهد. لازم

به ذکر است که جدول حاوی فرمول‌های محاسبه آب‌بها مطابق با تعرفه آب و خدمات دفع فاضلاب شرکت آبفای اصفهان برای مصارف زیر الگوی مصرف و بالای الگوی مصرف متفاوت است. لذا آب‌بها برای دامنه مصرف ۱۰-۱۴ با یک فرمول و برای دامنه مصرف ۱۴-۱۵ با فرمول دیگری محاسبه می‌شود. نمونه فرمول‌ها برای سال ۱۴۰۰ در جدول ۱۰ آورده شده است.

جدول ۹- تاثیر جابه‌جایی طبقات مصرف بر میزان آب‌بها با تعویض ۱۳۶ کنتورهای فرسوده خانگی منطقه ۳ آبفای اصفهان، ۱۳۹۹

طبقات مصرف			قبل از تعویض کنتور			بعد از تعویض کنتور		
تعداد مشترک با کنتور تعویض شده	جمع مصرف ماهیانه (مترمکعب)	جمع آب‌بهای ماهیانه (ریال) طبق تعرفه	تعداد مشترک با کنتور تعویض شده	جمع مصرف ماهیانه (مترمکعب)	جمع آب‌بهای ماهیانه (ریال) طبق تعرفه	تعداد مشترک با کنتور تعویض شده	جمع مصرف ماهیانه (مترمکعب)	جمع آب‌بهای ماهیانه (ریال) طبق تعرفه
۶۶	۱۹۹	۳۴۵۸۶۲	۵۳	۱۶۸	۲۹۱۹۸۴	۶۶	۱۹۹	۳۴۵۸۶۲
۳۱	۲۲۵	۵۸۰۹۱۰	۳۲	۲۴۵	۶۳۲۹۳۰	۳۱	۲۲۵	۵۸۰۹۱۰
۲۰	۲۶۱	۸۹۱۱۵۹	۱۸	۲۲۴	۷۶۲۹۹۱	۲۰	۲۶۱	۸۹۱۱۵۹
۴	۶۰	۲۵۷۵۲۰	۵	۷۵	۳۲۶۱۷۵	۴	۶۰	۲۵۷۵۲۰
۱۱	۱۹۱	۱۱۰۶۴۹۹	۱۸	۳۱۹	۱۸۷۳۷۳۱	۱۱	۱۹۱	۱۱۰۶۴۹۹
۴	۹۴	۷۲۸۴۳۳	۵	۱۱۳	۸۹۴۵۳۱	۴	۹۴	۷۲۸۴۳۳
۰	۰	—	۲	۵۴	۵۲۴۱۰۱	۰	۰	—
۰	۰	—	۲	۶۶	۸۶۸۸۶۱	۰	۰	—
۰	۰	—	۱	۳۹	۳۸۷۷۳۹	۰	۰	—
۱۳۶	۱۰۳۰	۳۹۱۰۳۸۳	۱۳۶	۱۳۰۳	۶۵۶۳۰۴۱	۱۳۶	۱۰۳۰	۳۹۱۰۳۸۳

۶- تعمیم نتایج به کل منطقه مورد مطالعه و تحلیل اقتصادی تعویض کنتورها

برای تعمیم نتایج حاصل از این تحقیق به کل منطقه، لیست کل مشترکین با کاربری مسکونی و کنتور ۰/۵ و ۰/۷۵ اینچ و قدمت بالای ۲۰ سال از نرم‌افزار مشترکین استخراج شده و مصرف میانگین ماهیانه آن‌ها در شهریور ۱۴۰۰ به تفکیک طبقات مصرف محاسبه شد. آب‌بها بر اساس دستورالعمل تعرفه‌های آب و خدمات دفع فاضلاب از ابتدای اردیبهشت سال ۱۴۰۰ محاسبه (آبفای اصفهان، ۱۴۰۰) و نتایج در جدول ۱۰ آورده شده است. قیمت هر کنتور از برند ۶ (کنتور جدید تعویض شده) به تفکیک اندازه و تعداد کل در منطقه ۳ در جدول ۱۱ آورده شده است. براین اساس جمع هزینه مورد نیاز برای تعویض ۵۹۲۸ کنتور فرسوده منطقه ۳، ۲۸،۹۶۲،۷۰۰،۰۰۰ ریال است. به منظور تخمین میزان افزایش آب‌بها در اثر تعویض ۵۹۲۸ کنتور فرسوده منطقه، با استناد به

نتایج به دست آمده از تحقیق برای تعویض ۱۳۶ کنتور، برای تعویض ۵۹۲۸ کنتور نیز ۲۶/۵۵ درصد افزایش مصرف در سال اول تعویض فرض شده است. افزایش آب‌بها بر اساس قیمت نقطه سربه‌سر آب و خدمات دفع فاضلاب در سال ۱۴۰۰ بدون در نظر گرفتن طبقات مصرف و با یک عدد ثابت برای کل مشترکین محاسبه شده و نتایج در جدول ۱۲ آورده شده است. در این فرض میزان افزایش آب‌بها ماهیانه بعد از تعویض کنتور با در نظر ۷۰٪ حجم آب مصرفی برای دفع فاضلاب و براساس تعرفه فاضلاب و آب سال ۱۴۰۰ محاسبه شده است.

فرض شده که امکانات لازم (پیمانکار و موجودی انبار) برای تعویض همه ۵۹۲۸ کنتور در سال صفر در منطقه وجود داشته و تمام کنتورها در ابتدا تعویض شوند. از تقسیم هزینه تعویض کنتورها بر افزایش آب بها سالیانه ناشی از تعویض کنتورها، دوره برگشت سرمایه محاسبه گردید که ۴/۳ سال است.

جدول ۱۰- جمع مصارف ماهیانه و آب بها به تفکیک طبقات مصرف برای کنتورهای خانگی بالای ۲۰ سال قدمت منطقه ۳ آبفای اصفهان در سال ۱۴۰۰

طبقات مصرف	تعداد مشترک با کنتور عمر بالای ۲۰ سال	جمع مصرف مشترکین با کنتورهای بالای ۲۰ سال (مترمکعب)	آب بهای واحد (تعرفه ۱۴۰۰)	آب بهای ماهیانه مشترکین با کنتور بالای ۲۰ سال (ریال)
$0 < x < 5$	۵۳۸	۱۰۸۶	1860x	۲۰۲۰۰۴۲۵
$5 < x < 10$	۸۹۱	۶۹۹۲	2783x-4615	۱۹۰۴۵۳۰۷۳۷
$10 < x < 14$	۱۰۱۴	۱۲۲۲۴	3706x-13845	۴۵۰۲۹۰۰۱۳۳
$14 < x < 15$	۳۱۰	۴۵۳۱	5630x-21035	۲۵۰۴۸۷۰۲۸۵
$15 < x < 20$	۱۱۱۰	۱۹۳۳۵	7373x-114780	۱۴۲۰۴۴۰۰۰۷
$20 < x < 25$	۷۶۳	۱۷۰۳۴	10753x-114780	۱۸۳۰۵۰۰۲۵۲
$25 < x < 30$	۴۳۸	۱۲۰۳۷	16917x-268880	۱۹۰۱۹۴۰۶۱۸
$30 < x < 35$	۲۷۳	۸۸۵۴	23058x-453110	۲۰۳۰۶۹۸۰۹۱۷
$35 < x < 40$	۱۷۷	۶۶۴۶	30751x-722365	۲۰۳۰۶۵۴۰۶۸۵
$40 < x < 50$	۲۱۱	۹۳۵۴	66627x-2157405	۶۲۱۰۶۰۰۱۶۰
$50 < x$	۲۰۳	۱۴۱۳۱	133255x-5488805	۱۰۸۷۷۰۴۹۰۰۵۶۱
جمع	۵۹۲۸	۱۱۲۲۲۳		۳۰۳۴۲۰۸۴۰۰۷۸۰

جدول ۱۱- قیمت کنتورهای برند ۶ به تفکیک اندازه کنتور در سال ۱۴۰۰

اندازه	تعداد کنتور فرسوده در منطقه ۳	قیمت واحد (ریال)	قیمت کل (ریال)
۰/۵ اینچ	۴۳۵۵	۴۰۷۰۰۰۰۰	۲۰۰۴۶۸۰۵۰۰۰۰۰۰
۰/۷۵ اینچ	۱۵۷۳	۵۰۴۰۰۰۰۰	۸۰۴۹۴۰۲۰۰۰۰۰۰۰
جمع	۵۹۲۸		۲۸۰۹۶۲۰۷۰۰۰۰۰۰۰

جدول ۱۲- تخمین میزان افزایش آب بها بعد از تعویض ۵۹۲۸ کنتور فرسوده خانگی ۰/۵ و ۰/۷۵ اینچ منطقه ۳ آبفای اصفهان در سال ۱۴۰۰

۱۱۲۰۲۲۳	مصرف ماهیانه قبل از تعویض کنتور (مترمکعب)
۱۴۲۰۰۱۸	تخمین مصرف ماهیان بعد از تعویض کنتور با فرض ۱ (مترمکعب)
۲۹۰۷۹۵	میزان افزایش مصرف ماهیانه بعد از تعویض کنتور (مترمکعب)
۵۶۱۰۳۶۳۰۱۴۳	میزان افزایش آب بها ماهیانه بعد از تعویض کنتور (ریال)
۶۰۷۳۶۰۳۵۷۰۷۱۶	افزایش آب بها سالیانه ناشی از تعویض ۵۹۲۸ کنتور (ریال)
۱۱۰۲۱۶	تخمین قیمت آب در نقطه سربه سر سال ۱۴۰۰ (ریال)
۱۰۰۸۹۲	تخمین تعرفه فاضلاب در نقطه سربه سر سال ۱۴۰۰ (ریال)
۹۰۳۹۰	تعرفه دفع فاضلاب در نقطه سربه سر سال ۱۳۹۹ (ریال)
۹۰۶۶۹	قیمت آب در نقطه سربه سر سال ۱۳۹۹ (ریال)

۵- نتیجه گیری و پیشنهاد

مصرف تابستان به پاییز و هم چنین مواجهه با ایام کرونا و تعطیلی مشاغل خانگی و تغییر کاربری برخی مشترکین به ظاهر مسکونی و تاثیر پاندمی کرونا بر الگوی مصرف ماهیانه، منجر به ازدست رفتن ۳۲٪ داده ها شد. هم چنین به علت در اختیار نداشتن داده های سال ۱۳۹۸ برای برخی کاربری ها، به ناچار از داده های سال ۱۳۹۷ و گاهی تا سال ۱۳۹۱ (متوسط دوره مشابه در چند سال اخیر) استفاده شد که منجر به کاهش دقت تحلیل شد. لذا پیشنهاد می شود یک کار تحلیلی مشابه در سال های بعد از کرونا انجام گیرد و بازه زمانی تعویض کنتور در دوره ای دور از تغییر پیک مصرف در نظر گرفته شود که از تاثیر نوسان مصرف و عوامل

یکی از عوامل موثر بر کاهش هدررفت ظاهری، افزایش دقت تجهیزات اندازه گیری است. در این مقاله ۱۹۸ کنتور فرسوده خانگی در منطقه ۳ شهر اصفهان انتخاب و تعویض شدند. نتایج این تحقیق نشان داد ۳۵٪ کنتورها بعد از تعویض، افزایش مصرف و ۱۳٪ کاهش مصرف داشته اند. بنابراین تعویض کنتورهای فرسوده باعث افزایش متوسط میانگین مصرف ماهیانه به میزان ۲۶/۵۵ درصد و در نتیجه افزایش آب بها به میزان ۶۷/۸۳ درصد شده است. مقارن بودن زمان تعویض کنتورها با تغییر حداکثر

زمانی کاسته شود. در تحقیق‌های بعدی بهتر است که از اطلاعات به‌روز شده مشترکین (بعد جدید خانوار، علت بسته بودن متوالی درب، کاربری جدید و واقع‌بینانه هر اشتراک، تعداد طبقات و غیره) استفاده شده و کلیه عوامل موثر در تغییر روند مصرف، وزن‌گذاری شده و تاثیر تعویض کنتور با حذف سایر عوامل محیطی و زمانی بررسی شود. پیشنهاد می‌شود در تحلیل‌های مشابه کلیه کنتورهای قدیمی تعویض شده، در کارگاه تست کنتور نیز تست شوند تا از خراب بودن آن‌ها اطمینان حاصل شود. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحلیل، مشخص شد که ۹۰ درصد کنتورهای خراب در قبض مشترکین مشخص نمی‌شوند. لذا بهتر است که شرکت‌های آب و فاضلاب حتی با وجود محدودیت‌های مالی، تعویض کنتورهای فرسوده را در دستور کار قرار دهند که علاوه بر کاهش هدررفت ظاهری باعث درآمدزایی برای شرکت نیز می‌شود. سرمایه صرف شده نیز در دوره ۴/۳ ساله به منطقه باز خواهد گشت. هم‌چنین در این پژوهش نشان داده شد که عمر کنتور تنها عامل تعیین کننده برای خرابی آن نیست و برند کنتور نیز در تعیین اولویت تعویض کنتورها موثر است که با نتایج پژوهش‌های مشابه در این زمینه مطابقت داشت. لذا در شرکت‌های آب و فاضلاب باید برای اولویت‌بندی تعویض کنتورها، تمامی عوامل موثر بر خرابی کنتور در نظر گرفته شود (قنبری و همکاران، ۱۳۹۷).

۶- مراجع

اصلانی، ه. و بهرامی، ف.، (۱۳۹۷)، "مقایسه دو روش انتخاب مشترک جهت تعویض کنتور (مطالعه موردی شرکت آب و فاضلاب اصفهان، منطقه شهرضا)"، دومین کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران و دومین همایش ملی عرضه و تقاضای آب شرب و بهداشتی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران، ۲۴-۲۲ آبان.

اکبرپور، ا. و عزیزی، م.، (۱۳۹۹)، "تحلیل اقتصادی خطای کنتور مشترکین خانگی و تاثیر آن بر میزان آب بدون درآمد"، نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب/ایران، ۱۱(۲)، ۲۰۴-۲۲۳. جعفری، ه.، نیک‌نهاد، ح.، و حسینی بیدار، ه.، (۱۳۹۵)، "تاثیر تعویض کنتورهای فرسوده مشترکین برافزایش درآمد و کاهش آب بدون درآمد شرکت‌های آب و فاضلاب"، سومین همایش ملی اندازه‌گیری جریان سیالات در صنایع نفت، گاز، پالایش، پتروشیمی و آب، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران، ۱۷-۱۸ آذر.

دلآوری، ب.، (۱۳۹۶)، "بررسی نقش تعویض کنتورهای فرسوده

کم‌کار بر کاهش آب بدون درآمد، مطالعه موردی: بندر گناوه"، اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران، ۲۸-۲۹ آذر. زین الدینی، غ.، (۱۳۹۰)، "بررسی اثربخشی تعویض کنتورهای خراب مشترکین در کاهش آب بدون درآمد شهر کرمان"، کنفرانس بین‌المللی آب و فاضلاب با رویکرد خصوصی‌سازی و الگوهای برتر در طراحی، ساخت و بهره‌برداری، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، تهران، ایران، اردیبهشت. سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۰)، "کنتورهای آب آشامیدنی سرد و آب گرم: قسمت ۱: الزامات اندازه‌شناختی و فنی"، چاپ اول.

شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان، (۱۴۰۰)، "آزمون‌های کنتورهای آب بر طبق استاندارد OIML-R49". شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان (۱۳۹۹)، "تعرفه‌های آب و خدمات دفع فاضلاب از ابتدای اردیبهشت سال ۱۳۹۹". شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان (۱۴۰۰)، "تعرفه‌های آب و خدمات دفع فاضلاب از ابتدای اردیبهشت سال ۱۴۰۰".

قنبری، س.، ملاباشی، آ.، و محمودی، ا.، (۱۳۹۷)، "تست خوشه‌ای کنتورهای شهر تیران و بررسی عوامل موثر بر دقت کنتورها"، دومین کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران و دومین همایش ملی عرضه و تقاضای آب شرب و بهداشتی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران، ۲۲-۲۴ آبان.

لشکری، آ.، و لطفعلیان، ر.، (۱۳۸۸)، "مطالعه و بررسی خطای اندازه‌گیری کنتورها در حسابرسی آب (در جامعه نمونه: شهرهای سمنان، شاهرود، گرمسار، دامغان) (با رویکرد اصلاح الگوی مصرف)"، سومین همایش ملی آب و فاضلاب با رویکرد اصلاح الگوی مصرف، دانشگاه شهید بهشتی، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)، تهران، ایران، ۴-۵ آذر.

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری و وزارت نیرو، (۱۳۹۱)، "راهنمای شناخت و بررسی عوامل موثر بر آب به حساب نیامده و راه کارهای کاهش آن"، نشریه شماره ۵۵۶، تهران.

Richards, G.L., Johnson, M.C., and Barfuss, S.L., (2010), "Apparent losses caused by water meter inaccuracies at ultralow flows", *Journal of American Water Works Association*, 102(5), 123-132.



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



جناب آقای دکتر مجتبی فاضلی

عضو محترم هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی و

پیشکسوت برگزیده سال ۱۴۰۱

مشارکت در تدوین دو عنوان استاندارد ملی در ارتباط با تجهیزات نمکزدایی، داوری و نظارت بر پروژه‌های متعدد پژوهشی و تدوین استانداردهای مرتبط با آب و فاضلاب، ارائه مشاوره صنعتی به مدیران بخش و عضویت در کمیته‌های تحقیقات برخی از شرکت‌های آب و فاضلاب استانی و شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور و همچنین عضویت در کمیته آب دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفای وزارت نیرو از دیگر فعالیت‌های مرتبط این جانب بوده است. هم اکنون نیز علاوه بر ادامه فعالیت‌های پژوهشی پیش‌گفته افتخار عضویت در کمیته بازیافت انجمن آب و فاضلاب ایران (IWWA) را دارم.

* مهم‌ترین چالش‌های پیش‌رو در حوزه آب و فاضلاب در

کشور را چه می‌دانید؟

- از جمله مهم‌ترین چالش‌ها در این زمینه می‌توان به این موارد اشاره کرد:

- بزرگ‌ترین چالش در حوزه آب و فاضلاب شهری عدم توزیع مناسب جمعیت شهری و روستایی هم راستا با ظرفیت پایدار منابع آب در کشور است. به گونه‌ای که در استان‌های با منابع آب شکننده مانند تهران، خراسان رضوی و اصفهان بیشترین ثقل جمعیت مستقر شده و در نوار ساحلی دریاهای جنوبی با ظرفیت بالای تامین آب از منابع دریایی ثقل جمعیت قابل مقایسه نیست؛
- بحث‌های مربوط به تغییر اقلیم و کاهش بارش‌های جوی و رژیم بارش در درجه دوم اهمیت قرار داشته و با آمایش آب‌محور سرزمین بسیاری از مسائل اقلیمی قابل تعدیل است؛
- مسئله فاضلاب‌های صنعتی، شرب و کشاورزی در مرحله بعدی اهمیت قرار دارند و کنترل انتشار آلودگی و آسیب به منابع آب تجدیدپذیر از یک سو و قابلیت تصفیه و استفاده مجدد و احیای ظرفیت تامین آب مسئله قابل تاملی است؛
- قابلیت برداشت مستقیم از آب باران و تامین آب از منابع غیرمتعارف و در کلان، افزایش ضریب تبدیل بارش به ذخیره، موضوعاتی هستند که مدیریت کلان آب کشور باید در آن موارد طرح‌های قابل توجیه تعریف و اجرا نمایند.

* چه عواملی باعث تشدید بحران آب در کشور و همچنین

عدم کارایی سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری‌های مسئولین

مربوطه شده است؟

- برخی از این موارد عبارتند از:

- نگرش استانی به ظرفیت منابع آب و عدم توجه مسئولین سیاسی اجتماعی و نمایندگان مجلس شورای اسلامی به تنظیم و تعریف برنامه‌های توسعه پایدار هماهنگ با

* لطفاً یک معرفی اجمالی از سوابق علمی و کاری خود ارائه فرمایید.

- با سلام و تشکر از این که به من فرصت معرفی داده شده است، من فارغ‌التحصیل کارشناسی مهندسی مکانیک از دانشگاه تبریز، کارشناسی ارشد مهندسی عمران محیط‌زیست و دکترای تخصصی مهندسی محیط‌زیست هر دو از دانشگاه تهران هستم. همچنین دیپلمای عالی مهندسی بهداشت از دلفت هلند را دارم. سوابق اجرایی من شامل ۱۵ سال فعالیت صنعتی در آب منطقه‌ای، بیش از ۲۰ سال سابقه آموزشی، پژوهشی و مشاوره صنعتی در دانشگاه صنعت آب و برق و دانشگاه شهید بهشتی است و متعاقب بازنشستگی در سال ۱۳۹۵ فعالیت‌های صنعتی و پژوهشی را دنبال کرده‌ام. دوره فعالیت دانشگاهی من علاوه بر تدریس دروس فنی شامل فعالیت‌های اجرایی مانند ریاست گروه آموزشی، ریاست دانشکده و ریاست دفتر پژوهشی دانشگاه بوده است.

* لطفاً گزارشی از فعالیت‌های خود در زمینه آب و فاضلاب را بیان فرمایید.

- در دوره فعالیت صنعتی مدیریت طرح‌های ملی تامین آب شرب زنجان (۱۳۷۰ تا ۱۳۷۶) را برعهده داشتم و در دوره فعالیت‌های دانشگاهی علاوه بر تدریس دروس (شامل ایستگاه‌های پمپاژ، تصفیه‌خانه‌های آب، تصفیه فاضلاب صنعتی و کیفیت آب و فاضلاب)، فعالیت‌های پژوهشی شامل بالغ بر ۴۰ فقره پروژه پژوهشی مرتبط را به انجام رسانده‌ام که قریب به اتفاق آن‌ها سفارش صنعت آب و فاضلاب و صنایع پتروشیمی و چند نمونه هم در زمینه‌های مدیریت منابع آب بوده است.

ارائه ۹۸ مقاله کنفرانسی داخلی و بین‌المللی و چاپ ۲۵ مقاله در مجلات علمی داخلی و خارجی، چاپ دو عنوان و سر ویراستاری یک عنوان کتاب مرتبط با آب و فاضلاب، تدوین و

به خصوص دریا‌های جنوبی و ایجاد انگیزه برای مهاجرت سرریز جمعیت مناطق پر جمعیت داخلی به این مناطق می‌تواند علاوه بر حل مشکلات کمبود آب در مناطق مرکزی به توسعه پایدار جمعیت و اقتصاد کشور انجامد

* چگونه می‌توان به کاربردی شدن نتایج تحقیقات دانشگاه‌ها کمک کرد؟

- تلاش برای ایجاد ارتباط بین صنعت و دانشگاه و به عبارتی همکاری این دو بخش برای حل معضلات پیشرفت کشور از جمله مواردی است که سابقه بسیار طولانی در کشور داشته و متأسفانه هنوز هم از حد مطلوب بسیار فاصله دارد. در این زمینه می‌توان به مسائل زیر پرداخت:

- ایجاد ظرفیت فرصت مطالعاتی اعضای هیئت علمی در مبادی صنعتی و شرکت‌های آب و فاضلاب با هدف بررسی مشکلات موجود و شناسایی و تعریف پروژه‌های پژوهشی مبتنی بر نیاز صنعت و با مشارکت صنعت منتهی به انجام تحقیقاتی می‌شود که مستقیماً قابل پیاده‌سازی باشد
- تعریف خوسه‌های تحقیقاتی مکمل که در مجموع بتواند به توسعه یک فناوری مورد نیاز صنعت منتهی شود و مسئولیت آن با یکی از اعضای هیئت علمی با توانایی تحلیل راهبردی باشد.

* با توجه به سوابق کاری خود، وضعیت پژوهش در بخش‌های تحقیقاتی تابعه وزارت نیرو از جمله شرکت‌های آب و فاضلاب را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ برای رفع ضعف‌ها و خلاءهای موجود در این زمینه چه اقداماتی باید انجام شود؟

- به نظر این‌جانب با توجه به بخشنامه‌های وزارت نیرو و ظرفیت‌های اعتباری، فعالیت‌های پژوهشی در شرکت‌های آب و فاضلاب قابل قبول است. لیکن با توجه به تفاوت دیدگاه و دغدغه‌های اعضای هیئت علمی با مدیران صنعتی، درصد قابل توجهی از تحقیقات انجام شده منتهی به پیاده‌سازی مؤثر نمی‌شود و اغلب در مرحله جنینی رها شده و به نتیجه مطلوب نمی‌رسد.

* به نظر شما دستگاه‌های اجرایی از جمله شرکت‌های آب و فاضلاب چه ارتباط ارگانیکی با دانشگاه داشته‌اند؟ چه قدر توانسته‌اند برای دانشگاه مسئله تعریف کنند و چه قدر از تحقیقات دانشگاهی را برای رفع مشکلات خود به کار گرفته‌اند؟ چه قدر این شرکت‌ها توانسته‌اند داده‌های

ظرفیت‌های آبی؛

- حاکمیت دیدگاه مهندسی در مدیریت منابع آب کشور و گرایش به انتقال آب از منابع دوردست (میان حوضه‌ای و از منابع دریایی) بدون توجه به بازخوردهای اجتماعی و اثرات محیط‌زیستی؛
- برخورد انفعالی وزارت نیرو با مسائل آب و انتظار تامین آب برای هرگونه فعالیت توسعه‌ای اعم از ایجاد شهرک‌های مسکونی، استقرار صنایع، توسعه معادن و فعالیت‌های کشاورزی (تعریف وظایف خدمات‌رسانی آب و برق به جای مدیریت منابع برای وزارت نیرو).

* تا چه حد تحقیقات جنابعالی توانسته است خلاءهای موجود در حوزه آب و فاضلاب را پر کند.

- بالغ بر ۹۰ درصد پروژه‌های پژوهشی این‌جانب سفارش صنعت بوده و نتایج آن برای اجرا در اختیار کارفرمایان مربوط قرار گرفته است.

* با توجه به فعالیت‌های جناب‌عالی در زمینه نمک‌زدایی، تا چه حد این موضوع را در حل مشکل آب کشور کارگشا می‌دانید؟

- در این زمینه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- با توجه به قرار گرفتن کشور در موقعیت آب و هوایی خاورمیانه و شمال آفریقا که در مجموع جزو کم بارش‌ترین محدوده‌های جهانی ارزیابی می‌شود، نمک‌زدایی آب دریایی و آب‌های شور و لب‌شور داخلی و تصفیه تکمیلی فاضلاب با استفاده از فناوری‌های مرتبط، از جمله راه‌حل‌های بدون شبهه ارزیابی می‌شود. لیکن برنامه‌ریزی استفاده از ظرفیت‌های موجود و بالقوه باید با ملاحظات ویژه صورت‌پذیرد
- در مناطق درون سرزمینی با توجه به ارزش ذاتی آب، نمک‌زدایی با درصد تلفات متعارف به هیچ‌وجه قابل توجیه نیست و استفاده از فناوری‌های نو و یا دیسیپلین‌های استفاده مجدد از پساب بدون اثرات سوء بر منابع آب باید در دستور کار قرار گیرد
- درحالی که تامین آب برخی شهرها و صنایع مستقر در سواحل جنوبی با انتقال آب از منابع آب داخلی مانند سد کوثر، سد میناب و غیره انجام می‌شود، نمک‌زدایی و انتقال از خلیج فارس و دریای عمان به مراکز داخلی در دستور کار است که از نظر من به جز معدودی که دارای توجیه سیاسی و اجتماعی بالا هستند، الباقی محلی از اعراب ندارد؛
- به نظر می‌رسد که توسعه زیرساخت‌ها در نوار ساحلی

- از جمله نقاط قوت این همایش‌ها می‌توان به برگزاری کارگاه‌های تخصصی و به‌خصوص کلینیک صنعت اشاره نمود که به تعمیق دستیابی به اهداف انجمن کمک کرده است. توسعه نمایشگاه معرفی تجهیزات به‌همراه نمایش فیلم‌های آموزشی و معرفی فناوری‌های نوین نیز می‌تواند کمک بیشتری به اهداف همایش‌ها نماید.

*** از آن‌جا که جناب‌عالی در کنگره سال ۱۴۰۱ انجمن به‌عنوان پیشکسوت نمونه برگزیده مورد تقدیر قرار گرفتید، لطفاً تاثیر این‌گونه برنامه‌های انجمن در تقدیر از پیشکسوتان، پایان‌نامه‌های برتر، مقالات برتر و غیره را بیان فرمایید.**

- من ضمن تشکر از هیئت مدیره انجمن برای انتخاب این‌جانب، فکر می‌کنم که ارزش‌گذاری به فعالیت‌های پیشکسوتان و پایان‌نامه‌ها و مقالات برتر می‌تواند به علاقه‌مندی نیروها و فعالین این حوزه بیفزاید. این برنامه‌ها اگر با حمایت معنوی انجمن و معرفی صاحبان ایده‌های برتر به مبادی صنعتی همراه باشد، مؤثرتر خواهد بود.

*** با توجه به توان علمی و تشکیلاتی انجمن چه توصیه‌ای برای جامعه دانشگاهی و صنعت آب و فاضلاب برای بهره‌گیری از توان انجمن را دارید؟**

- توسعه ارتباط انجمن با صنعت و جذب پروژه‌های پژوهشی موجب گرایش اعضای هیئت علمی دانشگاه‌ها برای عضویت در انجمن شده و بازخورد آن متقابلاً منجر به تعریف پروژه‌های پژوهشی بیشتر در جهت حل مشکلات صنعت می‌شود.

*** برای تقویت نقش و اثربخشی انجمن آب و فاضلاب و گسترش فعالیت‌های آن چه پیشنهادی دارید؟**

- استفاده از فضای مجازی برای معرفی دستاوردهای همکاری انجمن با صنعت آب و فاضلاب، برگزاری جشنواره‌های گسترده‌تر در معرفی ایده‌ها و دستاوردهای نو و تخصیص جوایز و مدال‌های متناسب می‌تواند فعالیت‌های انجمن را توسعه معنی‌داری بدهد. همچنین ایجاد درگاه ملی با قابلیت لینک‌شدن با منابع بین‌المللی در زمینه‌های مدیریتی و تخصصی و دستیابی به آمار و اطلاعات به‌روز به‌عنوان شتاب‌دهنده فعالیت‌های پژوهشی و صنعتی قابل‌بررسی است.

*** اگر مورد ناگفته‌ای مانده است لطفاً بیان فرمایید.**

- با تشکر و سپاس فراوان.

مورد نیاز طرح‌های تحقیقاتی دانشگاهی را تامین کنند؟

- تعریف پروژه‌های پژوهشی برای تعیین اولویت‌های وزارت نیرو اغلب توسط کارشناسان صنعت که برخی از آنان در حال تحصیلات تکمیلی هستند انجام می‌شود. لذا در مورد اول بیشتر به مسائل و مشکلات بهره‌برداری و یا تامین محدود و در مورد دوم به تعریف پایان‌نامه و رساله دانشجویی مربوط می‌شود.

در صورت اول، موضوعات کاربردی بوده ولی بعد نوآوری در حد توسعه فناوری را ندارد و در مورد دوم، بعد کاربردی آن ضعیف است. لذا از اعضای هیئت علمی که در کمیته‌های تحقیقات شرکت‌های آب و فاضلاب حضور دارند انتظار می‌رود که با نگاه از بیرون به مسائل شرکت‌ها در تعریف پروژه‌هایی که ارتباط صنعت و دانشگاه را تقویت می‌کنند اهتمام بورزند و در این امر از مشورت سایر اعضای هیئت علمی استفاده نموده و در جریان تامین داده‌های لازم برای پژوهشگران نیز تسهیل لازم ایجاد نمایند.

*** با توجه به این‌که جناب‌عالی عضو کمیته تخصصی بازیافت آب انجمن هستید، جایگاه انجمن آب و فاضلاب ایران را در توسعه و رشد علوم و صنعت آب و فاضلاب کشور در چه حد می‌دانید؟**

- انجمن آب و فاضلاب از ابتدا سعی بر آن داشته است که حلقه واسط دانشگاه و صنعت بوده و از سوی دیگر ارتباط مجموعه صنعت آب و فاضلاب را با مراجع بین‌المللی تسهیل نماید. برگزاری وبینارهای تخصصی، همایش‌های علمی سالانه، انتشار نشریه، برگزاری مسابقات و نظرسنجی و مشاوره‌های لازم در جهت توسعه علوم مربوط، از جمله این فعالیت‌ها هستند.

*** نظر خود را در رابطه با نشریه علمی علوم و مهندسی آب و فاضلاب (که وابسته به انجمن آب و فاضلاب ایران است) بیان کنید. آیا این نشریه توانسته است به رسالت خود برای ارتباط متقابل بین دانشگاه و صنعت دست یابد؟**

- نشریه علوم مهندسی آب و فاضلاب آینه انجمن بوده و ضمن اطلاع‌رسانی‌های لازم سعی در ترویج فناوری‌های مرتبط دارد. لیکن برای پربارتر کردن، این نشریه نیاز به اعتبارات لازم و حمایت بیشتر صنعت دارد. اختصاص صفحات مربوط به معرفی صنایع مرتبط و شرکت‌های دانش بنیان، تولیدکنندگان و غیره می‌تواند به جذابیت بیشتر و افزایش تیراژ نشریه انجامد.

*** با توجه به حضور در همایش‌های انجمن در سال‌های گذشته لطفاً نظراتان را در مورد نقاط ضعف و قوت این همایش‌ها بیان فرمایید.**

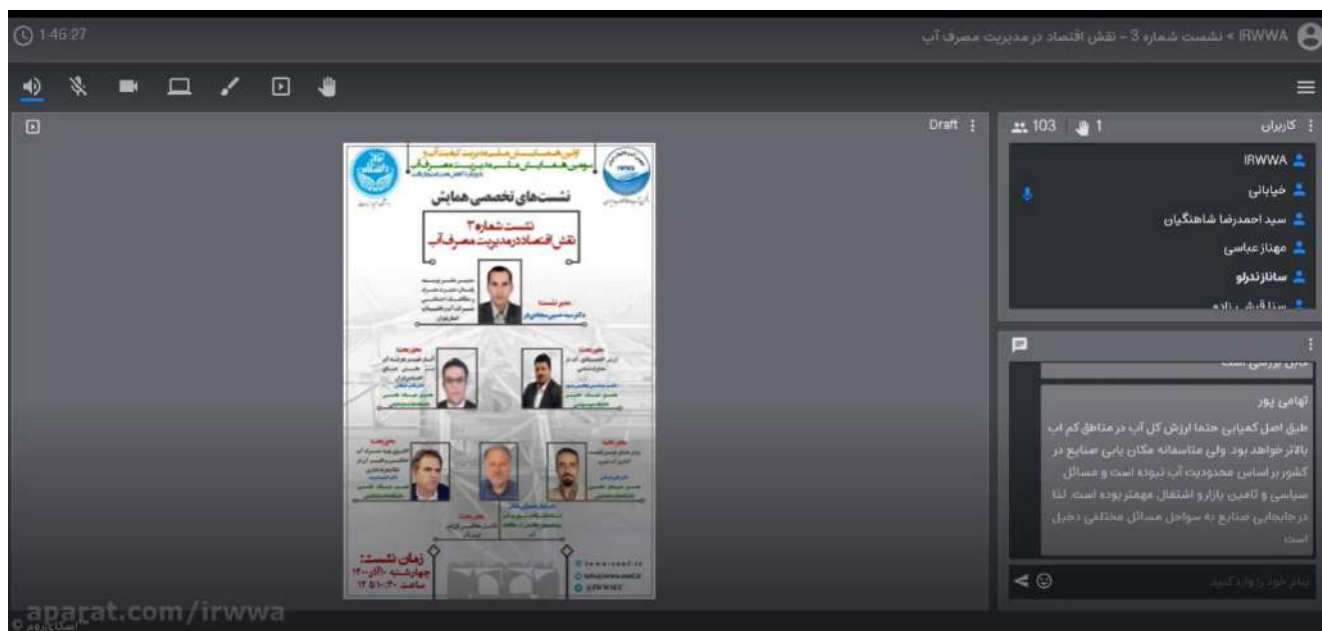


نشست تخصصی نقش اقتصاد در مدیریت مصرف آب

(اولین همایش ملی مدیریت کیفیت آب و سومین همایش ملی مدیریت مصرف آب با رویکرد کاهش هدررفت و بازیافت،

۹ تا ۱۱ آذرماه ۱۴۰۰، دانشگاه تهران)

لینک فیلم نشست: <https://www.aparat.com/v/LxjEw?playlist=879646>



اعضای نشست:

دکتر مرتضی تهامی پور (عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی)، محور بحث: ارزش اقتصادی آب در مصارف صنعتی

دکتر ناصر خیابانی (عضو هیئت علمی دانشگاه علامه طباطبائی)، محور بحث: آثار تغییر تعرفه آب بر بخش‌های اقتصادی ایران

دکتر جمال محمودولی سامانی (استاد دانشگاه و مشاور مرکز پژوهش‌های مجلس در مطالعات آب)، محور بحث: دلایل مخالفین افزایش قیمت آب

دکتر سیدحسین سجادی فر (مدیر دفتر توسعه پایدار، مدیریت مصرف و مطالعات اجتماعی شرکت آب و فاضلاب استان تهران، مدیر نشست)

دکتر حبیب مروت (عضو هیئت علمی دانشگاه علامه طباطبائی)، محور بحث: الگوی بهینه مصرف آب خانگی و تاثیر آن در نظام تعرفه‌گذاری

دکتر علی مزیکی (عضو هیئت علمی دانشگاه علامه طباطبائی)، محور بحث: روش‌های نوین قیمت‌گذاری آب شهری

بسیار زیادی دارند اما با توجه به تعهد و مسئولیت اجتماعی که برای خودشان قائل شدند، دعوت ما را پذیرفتند. هم‌چنین سلام و ادب دارم به همه حاضرین در جلسه و امیدوارم که این نشست بتواند برای اعضا مفید باشد. من در ابتدا یک خط مشی برای خودم ترسیم کردم و به‌همین ترتیبی که به آن اشاره می‌کنم انشالله در خدمت اساتید خواهیم بود. آقای دکتر مزیکی واقعا در زمینه قیمت‌گذاری و ادغام و تجزیه شرکت‌ها کارهای بسیار عالی انجام داده‌اند. یک پروژه خیلی خوب هم برای آب و فاضلاب تهران داشتند با عنوان روش‌های نوین قیمت‌گذاری و اولین شخصی هستند که بحث را شروع خواهند کرد. آقای دکتر مروت در زمینه اقتصاد آب تحقیقات خیلی زیادی داشته‌اند. ویژگی منحصر به فرد



دکتر سجادی فر:

بسم الله الرحمن الرحيم. با نام و یاد خدای متعال. نشست شماره سه با عنوان نقش اقتصاد در مدیریت مصرف آب را شروع می‌کنیم. من در ابتدا وظیفه خود می‌دانم که از اعضای محترم نشست تشکر ویژه داشته باشم. چرا که همه این بزرگواران مشغله‌های

به این که اقتصاد آب مبحثی بسیار گسترده است، یکی از این شاخه‌ها نظام قیمت‌گذاری و تعرفه‌گذاری است که در این جلسه به آن می‌پردازیم.

اگر اجازه بفرمایید از آقای دکتر مزیکی شروع کنم. لطفاً برای ما تشریح کنید که قیمت‌گذاری به‌ویژه در بخش آب شهری چه ویژگی‌هایی باید داشته باشد؟ گاهی این ویژگی‌ها با هم تضاد دارند و برای ما توضیح بدهید که از نظر آکادمیک و اجرایی چه سیستم‌های نوین قیمت‌گذاری در دنیا وجود دارد که ما از نظرات شما استفاده کنیم.



دکتر مزیکی:

سلام. خیلی ممنون از جناب آقای دکتر سجادی‌فر بابت توضیحات جامع و کاملشان در مورد بنده و دیگر اساتید. من با توجه به این که فرصت شاید خیلی زیاد نباشد که بخواهم مطالب زیادی را پوشش دهم، به‌طور کلی سعی می‌کنم یک مروری به اهم موضوعات داشته باشم. وقتی موضوع قیمت‌گذاری آب مطرح می‌شود، ما بلافاصله دچار چالش‌های مختلفی می‌شویم. شاید اولین بحثی که به ذهن افراد می‌رسد این است که اصلاً چرا آب باید قیمت‌گذاری شود. البته منظورم عامه جامعه است. یعنی به‌طور کلی اگر با کشاورزان صحبت کنیم، خیلی‌ها می‌گویند به‌هر حال اصلاً آب یک چیز ضروری هست. در مبحث اقتصادی هم آب یک کالای شبه عمومی محسوب می‌شود، به‌خاطر این که به‌هر حال یک ارتباط خیلی قوی بین آب و محیط‌زیست وجود دارد. به‌دلیل شبکه توزیع که معمولاً برای آبرسانی وجود دارد، قسمتی از خصوصیات کالاهای عمومی را دارد و تا حدی به خاطر مباحث سلامت و غیره شاید جزء حقوق اولیه انسانی محسوب شود. اما مسئله این است که اگر شما ارزش اقتصادی برای آب قائل نشوید، حتی به این اهداف هم نمی‌رسید. برای همین در کنفرانس‌ها و جلسات مختلفی که بوده، آب به‌عنوان یک کالای اقتصادی مطرح شده است. بنابراین کالای اقتصادی بودن آب به‌نحوی مانع این نیست که بخواهیم موارد قبلی را از آن بگیریم. بنابراین ما کالای اقتصادی بودن آب را در کنار این موارد می‌بینیم. درباره قیمت‌گذاری آب شاید اگر بخواهیم از کانال کارایی بگذریم، اما نباید فراموش کنیم که قیمت‌گذاری آب دو تا خصوصیت مهم دیگر را هم باید پوشش دهد، یکی مسئله برابری است، یکی هم مسئله توانایی پرداخت. بنابراین در قیمت‌گذاری آب ما باید توجه

ایشان است که علاوه‌بر کارهای علمی در سمت‌های اجرایی هم خیلی خوب کار کرده‌اند. فرآیندها و ساختار شرکت‌های آب و فاضلاب را به‌خوبی می‌شناسند و می‌توانند منشا اثر باشند. آقای دکتر مروت یک راهنمایی برای کمیته استاندارد وزارت نیرو تهیه کردند که الگوی بهینه مصرف آب خانگی و تأثیر آن بر نظام تعرفه‌گذاری بود. کار بسیار ارزشمندی بوده و زحمت زیادی کشیدند که این‌جا ما وظیفه خود می‌دانیم که از کمیته اقتصاد استاندارد وزارت نیرو که ایشان از اعضایش هستند و زحمت کشیدند تشکر بکنیم. آقای دکتر سامانی سوابق علمی و اجرایی بسیار زیادی داشته‌اند که انشالله در نوبت سوم خدمت ایشان خواهیم بود. ایشان احتمالاً بهتر از هر کس دیگری بتوانند درخصوص عدم اجرای اصول قیمت‌گذاری آب در ایران و کشورهای توسعه‌یافته برای ما صحبت کنند. ایشان به این موضوع می‌پردازند که چرا در کشور ما بحث تعرفه‌ها به این وضعیت موجود هست. آقای دکتر تهامی‌پور یکی از متخصصان اقتصاد آب هستند که در بخش‌های کشاورزی، صنعت و خانگی تحقیقات بسیار عالی انجام داده‌اند. ایشان هم عضو کمیته استاندارد اقتصادی وزارت نیرو هستند و در تنظیم دو یا شاید سه مورد راهنما و ضابطه زحمت کشیدند. یکی از آن راهنماها، ارزش اقتصادی آب در مصارف صنعتی است که امروز ما انشالله از نظرات ایشان استفاده می‌کنیم. آقای دکتر خیابانی یکی از متخصصین و سرآمدان اقتصادسنجی و مدل‌سازی ایران هستند و وجودشان در این جلسه غنیمتی است. ایشان پروژه‌ای را برای شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور در مدت دو سال انجام دادند، با عنوان اثر تغییر تعرفه آب در بخش‌های اقتصادی ایران. این پروژه در سال ۱۳۹۸ به‌عنوان بهترین و ارزشمندترین و کاربردی‌ترین پروژه از دیدگاه وزارت علوم شناخته شد ولی بنا به هر دلیلی متأسفانه در صنعت خیلی خوب به آن پرداخته نشد. بنده هم که سجادی‌فر هستم، محقق در حوزه محیط‌زیست و اقتصاد آب.

من در مقدمه عرض بکنم که مسئله آب یک مسئله چندبعدی هست، ابعاد بسیار وسیع و پیچیدگی‌های خاص خود را هم دارد. ما اگر می‌خواهیم مشکل آب کشور را حل بکنیم باید تمام دانش‌ها را به‌خدمت بگیریم، از اقتصاد، بحث‌های اجتماعی، بحث‌های سیاسی، بحث‌های فرهنگی، بحث‌های فنی. هرچند که در گذشته بیشتر تمرکز سیاستمداران و تصمیم‌گیران کشور بر بحث عرضه بوده و بحث تقاضا محروم مانده است. ما باید از اقلیم‌شناسان، جغرافی‌دان‌ها، زمین‌شناسان، همه با همدیگر دست به‌دست هم دهیم و بتوانیم در یک محیط یکپارچه مشکل را حل کنیم. در این نشست که نقش اقتصاد در مدیریت مصرف آب است، با توجه

ویژه‌ای به بحث‌های برابری و توانایی پرداخت داشته باشیم. مطالعات مختلف نشان دادند که می‌شود این اهداف را تا حد زیادی در کنار هم محقق کرد. اگر افراد فکر بکنند که اصلاً امکان ندارد که این دو در کنار هم محقق شوند اشتباه است. اما حالا سوال این‌جا است که قیمت بهینه آب چیست؟ اگر در مورد کشور خودمان صحبت کنیم مسئله‌ای که وجود دارد، عمده قیمتی که در کشور ما استفاده می‌شود و در خیلی از کشورهای دنیا، پایه‌اش قیمت‌گذاری رمزی است که حالا در پایه قیمت‌گذاری بلوکی آن را اعمال می‌کنند. قیمت‌گذاری بلوکی برای آب شرب شهری برای سیاستگذار جذابیت‌های زیادی دارد، چون از یک طرف این تفکر وجود دارد که کم مصرف‌ها کسانی هستند که احتمالاً شاید اقبال کم درآمد در جامعه باشند، اما باز مطالعات نشان دادند که این تصور درست نیست. یعنی این‌که به‌طور کلی همین‌طوری که مطالعات پیشرفت کردند، به مرور بیشتر متوجه شدند که قیمت‌گذاری بلوکی به‌خصوص با تعداد بلوکی که در کشور ما طراحی شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد با تعداد بلوک‌های زیاد، اصلاً قیمت‌گذاری مفیدی حتی از لحاظ برابری هم نیست.

مسئله دیگری که وجود دارد این است که در کنار یا حتی مهم‌تر از قیمت‌گذاری آب شرب شهری، بحث قیمت‌گذاری آب کشاورزی در ایران است که متأسفانه در کشور ما اصلاً به آن توجهی نمی‌شود. حتی مسئولین از گردن خودشان باز می‌کنند. دلیلش هم این است که انگار متولی درستی ندارد. حالا من واقعاً از لحاظ فنی و اداری شاید خیلی تجربه اداری ندارم، ولی به‌نظر می‌رسد متولی درستی نداشته باشد. ولی ما مشکل عمده‌مان اتفاقاً آب کشاورزی است و این نکته را باید توجه کنیم. آب شرب شهری و آب کشاورزی به‌هم مرتبط هستند. مسلماً نوع آب فرق می‌کند ولی کمبود آب این طرف روی آن طرف اثر می‌گذارد. به‌خاطر این‌که ارتباطی که بین آب شرب شهری و آب کشاورزی وجود دارد از زیر زمین می‌گذرد. لزوماً همه چیز از روی زمین نیست. هم‌چنین روش‌های مختلفی در دنیا وجود دارد که قیمت‌گذاری آب کشاورزی و آب شرب شهری را به‌هم وصل می‌کنند. یعنی مثلاً می‌گویند که ما در قیمت‌گذاری، آب کشاورزی را به‌این شکل قیمت‌گذاری می‌کنیم و بعد قیمت‌گذاری آب شرب شهری از آن علامت می‌گیرد. یعنی قسمتی از قیمت آب شرب شهری را همان قیمتی که آب کشاورزی دارد، تعیین می‌کند. به‌طور خلاصه اگر بخواهیم دنبال قیمت‌گذاری باشیم به‌نظر می‌رسد برای آب شرب شهری لزومی ندارد که این همه بلوک داشته باشیم. حتی من می‌خواهم خدمت شما عرض بکنم مثلاً مطالعاتی مثل باربن و آروس (۲۰۰۹) اشاره می‌کنند به این‌که اصلاً شما می‌توانید صرفاً

دوتا بلوک داشته باشید. حتی برای آب کشاورزی اصلاً همین موضوع مطرح می‌شود که لزومی ندارد بلوک داشته باشید. می‌توانید بر واحد قیمت بگذارید. اما در این موضوع باید ارزش اقتصادی آب را در قیمت در نظر بگیریم. اما همان‌طور که از ابتدا عرض کردم چیزهای مختلفی دغدغه سیاست‌گذار بوده و البته مسائل درستی هستند. به‌نظر بنده توانایی پرداخت مهم‌تر از مسئله برابری هست ولی حالا به‌هرحال سیاست‌گذاری‌های خودش را هم دارد. اما برای توانایی پرداخت ممکن است شما در بحث آب کشاورزی به این موضوع اشاره کنید که شما از کشاورز نمی‌توانید قیمت آب را بگیرید، به‌دلیل این‌که آن توانایی پرداخت تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. مطالعات در این حوزه نشان دادند که شما حتی اگر قیمت‌های جزئی بگیرید و بعد قیمت‌های نسبی را لحاظ بکنید، یعنی در حقیقت به‌نسبت آن محصولی که کشاورز دارد می‌کارد قیمت را متفاوت بگیرید بین کشاورزهای مختلف، این موضوع روی رفتار کشاورز اثر خواهد گذاشت. یعنی لزومی ندارد حتماً ما یک قیمت‌گذاری داشته باشیم که در آن قیمت مثلاً کشاورز تحت‌تأثیر بسیار زیادی قرار بگیرد. شما حتی می‌توانید یک قیمت جزئی کوچکی تعریف بکنید ولی به‌وسیله آن تفاوت وجود داشته باشد بین این‌که شما آب را به‌کار ببرید برای این محصول یا محصول دیگری، به‌خاطر این‌که به‌هرحال قیمت‌گذاری آب کشاورزی تبعات اقتصادی هم دارد. در مورد آب شرب شهری در قیمت‌گذاری بهینه به‌نظر می‌رسد که اولاً تعداد بلوک‌ها مثلاً حتی در حد دو بلوک کافی هست. اما برای توانایی پرداخت لزومی ندارد دوباره از ساختار بلوکی استفاده کنیم. در چندین کشور دنیا الان اتفاقی که افتاده به این‌صورت است که صندوق‌هایی زیرمجموعه سازمان آب و در همکاری با وزارت‌خانه‌ها درست کردند که یک‌سری خانوارهایی که می‌بینند توانایی پرداخت ندارند به آن‌ها تخفیف می‌دهند. یک مورد مهمی که این‌جا وجود دارد این است که خیلی فرق هست بین این‌که شما قیمت را کم تعریف کنید یا این‌که تخفیف بدهید. شما می‌گویید من قیمت را بالا می‌برم، قیمت آب شهری این مقدار ولی برای این خانوارها با این خصوصیات خاص می‌توانم تخفیف بدهم و می‌توانم به‌نحوی یک بازپرداختی داشته باشم از آن مبلغی که به اصطلاح پرداخت کردم.

دکتر سجادی‌فر:

خیلی ممنون، استفاده کردیم. همان‌طور که آقای دکتر مزیکی اشاره کردند در قیمت‌گذاری آب بحث برابری، توانایی پرداخت و کارایی وجود دارد. من به‌نظرم می‌رسد که بحث منطقه‌ای بودن و بازیابی قیمت که آقای دکتر هم به آن اشاره کردند را هم می‌شود

به آن اضافه کرد. نکته بسیار مهمی آقای دکتر مزیکی اشاره کردند که من هم در تحقیقات جدید نگاه کردم این است که خاطرم آن باشد قیمت‌گذاری آب شرب باید در یک مفهوم کاملاً یکپارچه انجام شود. آب کشاورزی و شرب و صنعتی و سایر مصارف با هم دیگر ارتباط دارند. در شیلی هم یک کار مطالعاتی انجام شده که می‌شود به آن پرداخت. این یک نکته بسیار کلیدی است. اگر ما خودمان آب شرب را یک‌جور قیمت‌گذاری کنیم و آب کشاورزی را جور دیگر، قطعاً به آن نخواهیم رسید. من یک جمله‌ای دارم آقای دکتر مزیکی، من می‌گویم که در ایران متأسفانه در بخش آب کارایی قربانی عدالتی شد که ما هیچ موقع به آن عدالت نرسیدیم. سیاستگذار در بخش آب و فاضلاب همیشه برابری را اصل گذاشته اما شما توجه بفرمایید که سهم آب از هزینه خانوار در شهر تهران بسیار کمتر از زاهدان است. یعنی ما همیشه برابری را اصل گذاشتیم ولی کارایی را قربانی کردیم و به برابری هم نرسیدیم. من در ادامه از آقای دکتر مروت خواهش می‌کنم که در خصوص مباحث خودشان که برگرفته از راهنمای کمیته اقتصادی استاندارد وزارت نیرو هست با عنوان راهنمایی برای شناسایی ارتباط بین مصرف آب خانگی و تأثیر آن در نظام تعرفه‌گذاری برای ما مطالبی را ارائه بفرمایید.



دکتر مروت:

بسم‌الله الرحمن الرحیم. من عرض ادب و سلام دارم خدمت شما آقای دکتر سجادی‌فر عزیز و تشکر از مقدمه خوبی که برای این بحث داشتید و هم‌چنین عرض ادب دارم خدمت همه عزیزانی که در جلسه هستند و اساتید بزرگوار. تشکر می‌کنم از آقای دکتر مزیکی، هرچند که وقت محدود بود ولی توضیحاتی که فرمودند در واقع بخشی از کار من را ساده‌تر کردند. چون به‌نظر من آقای دکتر سجادی‌فر زحمت کشیدند و گزارشات این سخنرانی‌ها را به‌گونه‌ای چیدند که ارتباط منطقی با هم دارند و به‌صورت زنجیر به هم وابسته هستند. نکاتی که من می‌خواهم ارائه دهم در واقع در راستای قیمت‌گذاری و نکاتی است که آقای دکتر مزیکی فرمودند. ببینید همان‌طور که آقای دکتر مزیکی فرمودند در دکتر سجادی‌فر هم اشاره کردند اهداف سیاست‌گذار در قیمت‌گذاری آب مخصوصاً آب شهری که من در خدمتان هستم، متفاوت و در برخی از موارد متناقض است. یعنی مثلاً اهداف

صرفه‌جویی که یکی از اهداف اصلی است در مصرف آب در بخش خانگی با هدف مثلاً کفایت درآمد یا پوشش هزینه در بخش صنعت برای بنگاه‌ها ممکن است سازگار نباشد و سیاست‌گذار دنبال این است که در واقع هر دو هدف را تأمین کند. برای تأمین این اهداف با هم، ما سیاست‌ها یا روش‌های قیمت‌گذاری متفاوتی داریم که این منجر می‌شود ما به‌سراغ قیمت‌گذاری با تبعیض قیمت که در ادبیات اقتصادی می‌شناسیم، حرکت کنیم. در ادبیات اقتصادی و در بخش آب در تبعیض قیمت باز هم روش‌های مختلفی وجود دارد. همان‌طور که اشاره فرمودند قیمت‌گذاری بلوکی شایع‌ترین روش تبعیض قیمت است که در بخش آب استفاده می‌شود. البته در بخش برق و سایر بخش‌ها هم استفاده می‌شود. ولی خود این قیمت‌گذاری بلوکی هم در واقع دو روش عمده دارد، بلوکی فزاینده و بلوکی کاهنده. ما در مطالعه‌ای که برای تهیه همین گزارش کمیته اقتصادی داشتیم، بررسی کردیم و دیدیم که در اکثر کشورهای دنیا قیمت‌گذاری بلوکی فزاینده شایع است. حتی کشورهایی که در واقع از لحاظ منابع آبی مشکلات کمتری دارند و در اکثر کشورها در واقع پذیرفته شده است که از قیمت‌گذاری بلوکی فزاینده استفاده شود. در ادبیات اقتصادی در مورد مزایا و معایب هریک از انواع قیمت‌گذاری، قیمت‌گذاری بلوکی فزاینده، قیمت‌گذاری بلوکی کاهنده، قیمت‌گذاری واحد مطالب زیادی وجود دارد. ولی با توجه به اهداف سیاست‌گذار در کشورهای مختلف، تمرکز بیشتر بر قیمت‌گذاری بلوکی فزاینده است. حالا ما فرض بگیریم که در کشورهای مثل کشور خودمان که منابع آبی محدود هست و توزیع یکنواختی ندارد می‌خواهیم قیمت‌گذاری بلوکی فزاینده را اجرا کنیم. در ایران برای این‌که قیمت‌گذاری بلوکی فزاینده را ایجاد کنیم باید سه متغیر را حتماً تعیین کنیم: ۱- چه تعداد بلوک داشته باشیم؛ ۲- حجم مصرفی در هر بلوک یعنی فاصله بلوک‌ها یا دامنه مصرفی بلوک‌ها چه‌قدر باشد؛ ۳- قیمت هر واحد آب مصرفی در هر بلوک چگونه تعیین شود. در مطالعه‌ای که داشتیم تمرکز بیشتر بر تعداد بلوک‌ها و حجم آب مصرفی در هر بلوک بود. قیمت‌گذاری هر واحد آب مصرفی بحث اصلی قیمت‌گذاری است که آقای دکتر مزیکی و سایر دوستان اشاره کردند، حالا می‌شود در مورد آن بحث کرد که در هر بلوک ما چه قیمتی تعیین کنیم. باز هم در ادبیات اقتصادی و مطالعات مختلف نشان دادند که ما در واقع اگر بخواهیم قیمت‌گذاری بلوکی فزاینده را داشته باشیم شاید حداقل سه بلوک ضروری باشد. آقای دکتر مزیکی فرمودند با دو تا بلوک می‌شود، آن رد نمی‌شود ولی حالا من با توضیحاتی که خدمتان عرض می‌کنم شاید بلوک دوم با

بلوک سوم و بلوک‌های بیشتر بشود. در واقع جمع شوند و همان دو بلوکی که آقای دکتر فرمودند در واقع به نوعی تأمین شود. البته تعداد بلوک‌های بیشتر هم می‌تواند باشد. ولی قاعده این چنین است که بلوک اول را بلوک زندگی یا بلوک اجتماعی یا بلوک حیات می‌گویند. این بلوک در واقع میزان مصرف آب ضروری را نشان می‌دهد. مثلاً در کشور ما می‌گوییم که در تهران شاید برای یک خانوار چهار نفری با ۵ مترمکعب آب در ماه کارهایی مثل خوردن، آشامیدن، بهداشت انجام شود و آن آب به‌عنوان کالای ضروری که برایشان استفاده می‌شود، کافی باشد. این می‌شود بلوک ضروری. بعد از بلوک ضروری می‌رویم سراغ بلوک عادی. در بلوک عادی میزان مصرف، در واقع بیشتر از بلوک ضروری خواهد بود و یک دامنه مشخص خواهد داشت که در ادبیات روش‌های مختلفی برای تعیین آن مطرح کرده‌اند. یکی مثلاً متوسط مصرف آبی است که طی سال‌های گذشته اتفاق افتاده و این تابعی است مثلاً از آب و هوا، دمای هوا یا سایر عوامل که بر آن اساس ما می‌توانیم این الگوی بهینه را تعیین کنیم. بلوک سوم بلوک‌هایی هستند که بیشتر با هدف کفایت درآمدی و پوشش هزینه طراحی می‌شود که می‌تواند خود بلوک سوم یک بلوک داشته باشد یا به چند بلوک تقسیم‌بندی شود. این بحث قیمت‌گذاری این‌جا اهمیت خودش را نشان می‌دهد. اگر ما بخواهیم در واقع جریمه‌های بیشتری داشته باشیم و بخواهیم هزینه‌های اقتصادی و بلندمدت را در نظر بگیریم، می‌توانیم تعداد بلوک‌ها را زیاد کنیم و در واقع تصاعدی بودن قیمت آب را بشکنیم. پس بنابراین در مطالعه‌ای که ما داشتیم تلاش کردیم که در واقع دامنه مصرفی بلوک‌های اول و دوم را تعیین کنیم. اگر بخواهیم تبعیض قیمت اعمال کنیم، اهداف صرفه‌جویی و اهداف برابری را تأمین کنیم، این بلوک‌ها چه فاصله‌ای می‌توانند داشته باشند. البته خدمتتان عرض کردم در ادبیات اقتصادی معمولاً همان‌طور که آقای دکتر مزیکی بحث تخفیف را اشاره فرمودند، بلوک اول معمولاً بلوکی است که به‌خاطر بحث‌های برابری و بحث‌های بعد اجتماعی آب، قیمت آب از قیمت تمام شده پایین‌تر است. به‌طور کلی بخواهیم بگوییم، بحث هزینه تمام شده بحث‌های زیادی دارد که من وارد آن جزئیات نمی‌خواهم بشوم. ولی قیمت در بلوک اول معمولاً قیمتی است که از تخفیف برخوردار است تا امکان استفاده عمومی را از این ماده حیاتی فراهم کند. قیمت‌گذاری در بخش دوم یا بلوک دوم بیشتر بر اساس معیارهای اقتصادی و بحث کارایی اقتصادی تعیین می‌شود و همان‌طور که اشاره فرمودند این نکته‌ای است که حالا کسانی که دنبال بهینه‌یابی و قیمت بهینه هستند در این گروه می‌توانند وارد بحث

شوند. برای قیمت بلوک‌های سوم به بالاتر بیشتر بحث کفایت درآمدی، افق بلندمدت و بحث‌های سرمایه‌گذاری را در نظر می‌گیرند. برای بلوک اول که گفتیم حداقل نیاز آبی را برای هر مصرف‌کننده نشان می‌دهد، می‌شود از معیارهای مختلفی استفاده کرد. یکی از روش‌ها، روش‌های اقتصادسنجی که مثلاً شما تابع استون-گری را در نظر بگیرید و بر آن اساس حداقل نیاز آبی را حساب کنید که خیلی کار سختی است. مخصوصاً اگر بخواهیم این کار را در سطح کشوری یا استانی انجام بدهیم. ما برای این کار استانداردهای جهانی را در نظر گرفتیم که یک فرد روزانه برای امور ضروری زندگی‌اش چه قدر آب لازم دارد برای نوشیدن، پخت و پز و بهداشت. توسط سازمان جهانی بهداشت و سازمان یونسکو استانداردهایی وجود دارد که این مصارف مثلاً بین بیست و پنج تا شصت و پنج لیتر نوسان می‌کند که این خودش تابعی است از موقعیت جغرافیایی. یکی از مهم‌ترین متغیرهایی که در میزان مصرف هر فرد در روز تأثیرگذار است موقعیت جغرافیایی محل زندگی یا اقلیم زندگی است. ما بر این اساس حداقل نیاز آبی یعنی بلوک اول را در نظر گرفتیم و برای چهار اقلیم متفاوت آب و هوا که در تقسیم‌بندی استاندارد در کشورمان است، بلوک اول را با توجه به ابعاد خانوارها به این‌صورت تشکیل دادیم. یعنی اولین کاری که کردیم این حداقل‌ها را طبق معیارهای استاندارد تعیین کردیم. بعد کشور را به چهار اقلیم آب و هوایی متفاوت تقسیم‌بندی کردیم و هم‌چنین در این چهار اقلیم بعد خانوارها را هم گرفتیم. بر این اساس متوسط یا در واقع حداکثر مصرف مورد نیاز برای طبقه ضروری یا بلوک حیات برای استان‌های مختلف، در این‌جا چهار استان به‌عنوان نماینده از چهار اقلیم متفاوت، را تعیین کردیم. بعد رفتیم سراغ بلوک دوم. بلوک دوم یک ذره پیچیده‌تر می‌شود و برای آن سایر عوامل اقتصادی و اجتماعی هم در تعیین میزان مصرف در این طبقه را باید در نظر بگیریم. برای این کار از بودجه خانوار استفاده کردیم و در واقع نشان دادیم که میزان تقاضا برای آب به‌چه عواملی بستگی دارد. برای این کار از مدل آیز استفاده کردیم و عوامل موثر بر مصرف آب و بر این اساس میزان بهینه را تعیین کردیم. واقعیت این است که این مدل سنجی که برآورد کردیم به ما یک دید خیلی خوب داد و متوجه شدیم که مثلاً چه عواملی روی مصرف آب تأثیرگذارند. بحث معنی‌داری را فهمیدیم که اگر می‌خواهیم قیمت را تعیین کنیم این عوامل را می‌توانیم در آن دخالت بدهیم. ولی این‌که از لحاظ تجربی و کاربردی واقعاً بشود این کار را انجام داد نیاز به سیستم‌های اندازه‌گیری دقیق برای آب وجود دارد. در کشور ما چنین بحثی اصلاً امکان‌پذیر نیست، موتورهای هوشمند می‌خواهد

و برای هر واحد یا هر مشتری باید یک کنتور داشته باشیم که بتوانیم میزان آب را اندازه‌گیری کنیم. این کار کمی سخت است. بنابراین ما در واقع از یک پراکسی استفاده کردیم برای حداکثر سقف دامنه مصرف بلوک دوم و آن هم متوسط مصرف آب طی سال‌های گذشته برای شهرها و استان‌های مختلف است. در شرکت آب و فاضلاب ما همیشه این بلوک‌ها را براساس الگوی مصرف تعیین می‌کردیم. مثلاً می‌گفتیم استان خوزستان الگوی مصرف به‌طور متوسط مثلاً برای یک خانوار چهار نفره ۲۰ مترمکعب است، بنابراین می‌گفتیم تا این‌جا جریمه نمی‌کنیم. بعد از آن مثلاً بلوک‌های بعدی و جریمه اتفاق می‌افتد. این معیار معیار اشتباهی نیست. بنابراین ما برای بلوک دوم از این معیار استفاده کردیم و دامنه بلوک دوم را هم تعیین کردیم که در قالب یک جدول برای چهار منطقه کشور یعنی چهار اقلیم متفاوت با توجه به ابعاد متفاوت این بلوک‌ها را تعیین کردیم. این یک گامی است در قیمت‌گذاری و تعرفه‌گذاری که ما بدانیم که بلوک اول چه فاصله یعنی از صفر تا چند مترمکعب می‌شود. بلوک اول که تابعی است از اقلیم و بعد خانوار که ما این‌ها را در نظر گرفتیم. بعد بلوک دوم که می‌شد از سقف بلوک اول تا الگوی بهینه مصرف و بلوک سوم هم که بالاتر از آن است و قیمت‌گذاری اتفاق خواهد افتاد. من بحثم را همین‌جا تمام می‌کنم. این که قیمت‌گذاری در هر بخش، در هر واحد و در هر بلوک چگونه اتفاق بیفتد بحثی است که باز هم به ساختار هزینه‌ای شرکت‌ها به تمایل پرداخت افراد و غیره بستگی دارد. آقای دکتر من در خدمتان هستم.

دکتر سجادی‌فر:

خیلی ممنون آقای دکتر مروت عزیز. همان‌طوری که جناب‌عالی و آقای دکتر مزیکی هم اشاره کردید، اهداف قیمت‌گذاری آب متناقض است و هنر ما این هست که بتوانیم این اهداف متناقض را با هم آشتی دهیم. آقای گریفن در کتاب تأثیرگذارشان (اقتصاد آب) خیلی دقیق این اهداف را آشتی دادند که آقای دکتر خیابانی هم اگر اشتباه نکنم در یکی از مقالاتشان کار آقای گریفن را باز کردند. اشاره کردید در خصوص بلوک حداقل که همان طبقه اول است و مباحث اجتماعی و مباحث حقوق بشر می‌شود، چون به‌هرحال ما باید قبول کنیم که آب یک حق انسانی است در کنار سایر حقوق، مثل حق عزت نفس، حق آزادی بیان. مباحث اجتماعی هم در آن خیلی دقیق است. در فرانسه حداقل معاش را با روش‌های علمی مشخص کردند. همان‌طور که هم آقای دکتر مزیکی و هم آقای دکتر مروتی اشاره کردند، قیمت را به مشتری می‌گویند. می‌گویند آقای مصرف‌کننده، خانم مصرف‌کننده، هر مترمکعب قیمت شما این است ولی ما تخفیف می‌دهیم. در فرانسه

گفتند که صندوق‌هایی در صنعت آب و فاضلاب است برای اقشار کم‌درآمد، چون اقشار کم‌درآمد را می‌شناسند. مثلاً حداقل مصرف برای شما که چهار نفر هستید می‌شود ۵ مترمکعب، این ۵ مترمکعب ۱/۴ یورو است. این را پول نقد به مصرف‌کننده دادند ولی متأسفانه ایرادی هم داشت و آن این‌که بعضی از خانواده‌ها حتی مصرف آب خودشان را کم کردند تا یک پس‌انداز هم داشته باشند. نکته بسیار مهمی که در ایران وجود دارد که خیلی تحقیقات اقتصادی را با مشکل مواجه می‌کند وجود کنتورهای حجمی است، به‌خصوص در کلان شهرهایی مثل تهران، اصفهان، مشهد. هر مشترک کنتور خاص ندارد. مثلاً اگر در آپارتمانی که شما زندگی می‌کنید ۱۰ واحد باشد، این مصرف میانگین‌گیری می‌شود و این مشکلات را به‌وجود می‌آورد.

خدمت آقای دکتر سامانی عزیز هستیم تا از تجربه‌شان برای ما بگویند که چرا سیاست‌گذار در کشور ما که می‌داند بحث آب یک بحث بسیار مهم و چالشی شده، هیچ موقع به‌سمت اصلاح قیمت‌ها حرکت نمی‌کند و همیشه به‌دلایلی کاملاً سیاسی و شاید اجتماعی قیمت‌های آب پایین نگه‌داشته می‌شود. ولی بانک جهانی اشاره کرده که مشکل‌دارترین سیاست این است که شما قیمت‌های آب را به‌دلایل برابری در سطح پایینی نگه‌دارید. آقای دکتر سامانی عزیز در خدمت شما هستیم، بفرمایید.



دکتر سامانی:

خواهش می‌کنم، بسم الله الرحمن الرحيم. من تشکر می‌کنم از این‌که این فرصت در اختیار بنده قرار داده شد تا چند نکته را توضیح دهم. یک مقدار شاید بخش اول متفاوت با بحث تخصصی عزیزان قبل از من باشد. اولاً این‌که مباحثی که مرتبط با آب در مجلس مطرح می‌شود مباحث کلان است. یعنی وقتی که شما می‌روید سراغ مباحث قیمت‌ها و ریز قیمت‌ها و توزیع منطقه‌ای و ضرایب و بحث بلوک‌بندی و این‌ها، این مباحث در شرایط فعلی صد در صد مرتبط با شورای اقتصاد و دولت است، یعنی شورای اقتصاد براساس مصلحت اندیشی تعیین می‌کند. منتهی خطوط قرمزی وجود دارد که توسط مجلس تعیین می‌شود یا احیاناً مورد دخالت مجلس قرار می‌گیرد تا این‌که عملاً قیمت آب را تنظیم کنند و اجازه ندهند از یک حدی بیشتر بشود. این بحث نه فقط

در بحث آب شرب است بلکه در بخش صنعت و کشاورزی هم به همین ترتیب است. اما به طور کلی من خدمت شما بگویم که ما هم تعداد زیادی قانون داریم، هم اسناد بالادستی که بر مباحث مصرف آب، قیمت آب، اصلاح الگوی مصرف تأکید می‌کند. مثلاً من به چند بند سیاست‌های کلی دهه ۹۰ اصلاح الگوی مصرف اشاره می‌کنم و بعد می‌روم سراغ آن مباحث قیمتی و این که چرا اصلاً بحث قیمت آب اهمیت دارد. یکی از موارد سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف، تدوین سند ملی الگوی مصرف آب در بخش‌های مختلف است یعنی آب شرب هم به همین منوال است. یک سند ملی باید تدوین شود و هر آن چه که در رابطه با بحث مصارف و منابع و منطقه‌بندی و احیاناً چارچوب‌هایی که باید مطابق آن عمل کنیم به عنوان یک سند راهبردی ارائه شود که تا آن جایی که من اطلاع دارم این سند وجود ندارد. اگر احیاناً عزیزانی از این سند مطلع‌اند در قسمت‌های بعدی بفرمایند. یکی از این بندها، بند جامع اصلاح الگوی کشت و اعمال شیوه‌های آبیاری کارآمدتر، ایجاد سامانه‌های بهینه تأمین و توزیع آب شرب و بهینه‌سازی تخصیص مصرف در بخش صنعت براساس ارزش راهبردی و اقتصادی است. ببینید این جا باز یک موردی آمده که مشخص می‌کند که ما در این جهت باید یک حرکتی انجام دهیم، یعنی نمی‌شود فقط تابع جو و عوامل غیر اصولی باشد. یکی هم تدوین و اجرای برنامه‌های عملیاتی متناسب برای ایجاد تعادل بین منابع و مصارف است. حالا مثلاً در بحث بهینه‌سازی آب شرب، قانون متأخر نسبت به این است. آن جا هم باز یک سری اصول و قواعدی در ارتباط با شرایط مختلف بحرانی و به اصطلاح نرمال و غیره مشخص کردند و برای مباحث قیمتی چارچوبی تهیه کردند. من این‌ها را خواستم بگویم که نشان دهم که به هر حال بحث اقتصاد مصارف آب اهمیت دارد. حالا چرا خود بحث قیمت آب اهمیت دارد. ما الان جایگاه قیمت آب را اگر بخواهیم بررسی کنیم به ریز مسائل می‌پردازیم اما جایگاهش چرا مهم است؟ وقتی که به اصطلاح تعادل بین هزینه‌ها و درآمدها وجود نداشته باشد، به دنبال این بحث شرکت‌های آب و فاضلاب یک زیان‌دهی مفروطی در روبروی خودشان مشاهده می‌کنند و حس می‌کنند و در تمام برنامه‌ریزی‌هایشان تأثیرگذار است. بنابراین باید همان‌طور که در اسناد بالادستی هم آمده بحث ایجاد یک بیلان بین منابع و مصارف وجود داشته باشد. پس یکی از وظایف مهم ما ایجاد یک بیلان مالی است و این بحث زیان‌ده بودن شرکت‌ها باید به نحوی تنظیم شود. کلاً شرکت‌های آب و فاضلاب ما زیان‌ده هستند و حتی به دلیل زیاده بودنشان از مباحث رسیدگی دیوان محاسبات هم خارجند و از آن طرف به مردم حالا به تناسب طبقه‌بندی و

ده‌گی که قرار دارند، فشار نباید وارد شود. مجلس کجا وارد می‌شود؟ در آن بخش دوم. به بخش اول هم ورود پیدا می‌کند ولی ورود در آن جا خیلی ناقص است و خیلی ایراد دارد. در قسمت دوم به نفع طبقه محروم و به نفع طبقه متوسط عمل می‌کند و حتی به نفع طبقه به اصطلاح متمول هم عملاً کار می‌کند. این نشان‌دهنده این است که ما یک منطق علمی خوبی نداریم و همه را تقریباً با یک سیاست پیش می‌بریم. بنابراین الان جایگاه بحث قیمت مشخص است. فرض کنید در کشور کانادا آب مجانی است و آب تصفیه‌شده که در شبکه آبرسانی وجود دارد هم شرب است و هم بهداشتی. در اروپا در خیلی از کشورها آب شرب بسته‌بندی است و آب بهداشتی غیر بسته‌بندی و قیمتش خیلی نازل‌تر است یا حتی مجانی است ولی آب شرب خیلی گران است. بنابراین سیاست‌ها مختلف است تا این که بتوانند درآمدهای به اصطلاح لازم را تأمین بکنند. منتها فرض کنید سیاست کشور کانادا این است که از محل مالیات آن را تأمین می‌کنند. در کشور ما چگونه است؟ کشور ما متأسفانه هیچ‌کدام از این‌ها را ندارد. الان چند نکته لازم است که این جا در بخش قیمت‌گذاری اشاره کنم که بگویم کجاها مشکل جدی داریم و چرا الان کار به این جا کشیده است. یکی این که در کشور ما لازم است برای هزینه تمام شده یک ارگان یا یک سیستم یا یک دستگاه مشخصی خالی از ابهام برای ما مشخص بکند و بگوید مثلاً فرض کنید قیمت تصفیه این مقدار است، قیمت مواد این مقدار است، استهلاک و تعمیر و نگهداری این مقدار است، از نظر کارایی سیستم مدیریتی از نظر تعداد نیروها و شرکت‌های استانی و روستایی را مشخص کند. همه این‌ها را وقتی نگاه می‌کنیم می‌بینیم فقط و فقط آن ارگانی که این کار را دارد انجام می‌دهد خود شرکت‌ها هستند و این از نظر ما قابل قبول نیست. یعنی از نظر مجلس وقتی قیمت‌ها را نگاه می‌کنند، قیمت تمام شده را بالا می‌برند. بنابراین نکته اصلی این است که باید روی این قیمت تمام شده اتفاق نظر شود. یک سیستم تنظیم مقررات مالی باید به وجود آید. مثلاً فرض کنید شورای رقابت در بحث قیمت‌گذاری ماشین، بی‌طرف بیاید این‌ها را براساس شرایط رقابتی بین شرکت‌ها با در نظر گرفتن این که کدامشان با بهینه‌ترین شکل این کار را انجام می‌دهد، این قیمت را تعیین کند. این نکته‌ای است که می‌خواستم بگویم که چرا این بحث قیمت تمام‌شده مخدوش است. مورد دوم این بخشودگی‌هایی است که الان داریم. مثلاً فرض کنید بخشودگی‌هایی در ارتباط با مساجد، حسینیه‌ها، کلیساها، مدارس و غیره. این‌ها همه‌شان روی قیمت آب می‌آیند. حتی آب به حساب نیامده که حدود ۲۵ درصد مصرف است قاعدتاً جزو هزینه‌ها تلقی

می‌شود و گرنه زیان‌ده بودن شرکت از کجا می‌آید. این‌ها همه روی قیمت می‌آیند. از کجا می‌خواهند بگیرند؟ از مردم. این‌هم باید تعیین تکلیف بشود. همه این‌ها وقتی که بهینه شد آن وقت شرایط یک مقداری تغییر می‌کند. بنابراین یک نکته مهم، بحث اصلاح مکانیزم مالی شرکت‌ها است. مکانیزم مالی شرکت‌ها وقتی به این شکل باشد که من الان عرض کردم، یک‌جایی شتر است و یک جایی مرغ. به‌هر حال نمی‌شود، یا این‌که من شرکتی را نه واقعا وابسته به دولت و تمام خط و خطوط دولت را پیش می‌برم. شرکت عملاً سهامی است و تابع قانون تجارت هم هست و نباید به این شکل عمل کند. اما به‌هر حال القای دولتی و حکومتی عملاً غالب است. یک نکته دیگری که مجلس به آن توجه می‌کند این است که ما به مردم به‌عنوان شهروند نگاه می‌کنیم. دولت هم تا حدی همین را دنبال می‌کند، نه به‌عنوان مشتری که باید هزینه‌ها را تأمین کند. مشتری شهروندی عملاً خودش را صاحب آن ملک می‌داند، صاحب آن دارایی و آن شرکت می‌بیند در صورتی‌که مشتری عملاً یک کالا می‌گیرد و در برابرش پول می‌دهد. این نکته هم به‌عنوان اختلاف‌نظر بین مجلس و دولت یا شرکت‌ها وجود دارد. نکته بعدی بحث صنعت است. این رقابت بین صنعت و مثلاً کشاورزی و این‌ها هم وجود دارد، چون بخشی از مباحث اقتصادی وابسته به صنعت است. آبی که برای صنعت می‌فروشیم شرب است. به‌هر حال قیمت تمام شده صنعت باید واقعا درست حساب شود. ما الان درست حساب نمی‌کنیم. بحث یارانه‌هایی که در بخش انرژی و بخش خدمات و خیلی از مواردی که در بخش صنعت تزریق می‌کنیم، محاسبه نمی‌کنیم. بحث آلاینده‌ها و آلودگی‌های صنعت و خسارت‌هایی از این‌دست، الان فرض کنید این همه خسارت در بحث آلاینده‌رود وجود دارد که در قیمت محاسبه نمی‌شود. جالب این‌جا است که این‌ها قدرت مانورشان آن‌قدر بالا است که چاه را از کشاورز می‌خرند. این بحثی که اشاره شد که کشاورزی روی قیمت‌ها به اصطلاح تأثیر دارد یکی همین است که چاه را می‌خرند و به مصارف صنعتی تبدیل می‌کنند، چون قدرت خریدشان هم بالا است و مبالغ بالایی هم ارائه می‌دهند. بنابراین قیمت واقعی در بخش صنعت از کشاورزی هم مهم‌تر است. بحث امنیت غذایی بحث مهمی در کل مصارف آب است. این هم موضوعی است که باید کاملاً مشخص شود. مطالعات لازم است تا مشخص شود که ما باید در هر بخشی چگونه عمل کنیم. سیاست‌های حمایتی دولت به اعتقاد من از نظر قانونی باید هدفمند باشد، مشخص باشد، علمی باشد. الان سیاست‌های حمایتی‌مان، سیاست غلطی است. به‌عنوان مثال خرید تضمینی از دید من ایراد دارد، گرچه نتیجه مثبت هم در بعضی موارد

می‌دهد ولی ایراد دارد. در خیلی از موارد فرض کنید وقتی که می‌گوییم قیمت ۵ مترمکعب آب مثلاً این مقدار است یا اصلاً بخشوده است، یعنی اصلاً خانواری که ۵ مترمکعب مصرف می‌کند، مبلغی نباید بدهد، این سیاست هم از دید کارشناسی سیاست غلطی است. ما باید همان صندوق‌های حمایتی که اشاره فرمودید یا همان بحث موسسات تأمین اجتماعی که به کمک طبقه محروم می‌آیند و کمکشان می‌کنند را بیشتر رواج بدهیم. باید از این‌که از ابتدا یارانه دهیم پرهیز کنیم، آب مجانی، حسینه مجانی، مدرسه مجانی، مسجد مجانی، مصارف فلان مجانی. باید راه‌های تعیین قیمت که مستلزم یک جراحی جدی در سطح اقتصاد ملی است را انجام دهیم. نگرانی‌های مجلسی‌ها این است که فشار به مردم وارد کند که به اعتقاد من این مسیر موقتی باید باشد و باید اصلاح شود، تعدیل شود. ما باید با توجه به حدود بین ۳ الی ۴ درصد درآمد افراد عمل کنیم و آن فردی که درآمدش مختل می‌شود را به کمکش برویم و قوانین و مقررات، باید سیاست‌های حمایتی را به‌نحوی تنظیم کند که قشر محروم، قشر فقیر توسط روش‌های دیگری تأمین بشوند. این سیاست‌های حمایتی مجلس، مثلاً فرض کنید همین بحث زیان‌ده بودن شرکت‌ها الان با فروش اموال حل می‌شود و خیلی از زیان‌ها توسط دولت پرداخت نمی‌شود. علی‌رغم این‌که این شرکت واقعا شرکت نیست و عملاً تابع دولت است. این سیاست‌ها به اعتقاد من نه دوام دارد و نه در آینده قدرت ادامه کار را خواهد داشت. من در خدمت شما هستم.

دکتر سجادی‌فر:

ممنون آقای دکتر سامانی عزیز، از فرمایشات جناب‌عالی استفاده کردیم. به چند نکته اشاره کنم. بحث زیان‌ده بودن شرکت‌ها را اشاره فرمودید، بحث بسیار درستی هست. وقتی که قیمت‌های آب پایین باشد بنابراین درآمدها نمی‌تواند هزینه‌ها را پوشش بدهد و به‌خاطر همین زیان به‌وجود می‌آید و این زیان انباشته می‌شود. اما من به‌عنوان یک کارشناس باید عرض کنم که نگاه مهم است. شرکت‌های آب و فاضلاب اگرچه که شرکت‌های خصوصی هستند اما با نگاه دولتی اداره می‌شوند. من از گرفتن فقید یاد بکنم. ضرب‌المثلی از ایشان هست که اگر مدیریت یک بیابان شن‌زار را هم به بخش دولتی واگذار کنید احتمالاً بعد از چند سال با کمبود شن مواجه می‌شوید. از نظر شخصی من همه بخش اصلاح قیمت‌ها نیست، ما اگر قیمت‌ها را هم ده برابر بکنیم ولی بنگاهداری به‌همین نحو باشد هیچ مشکلی از ما حل نخواهد شد. شما به بحث رگولاتوری اشاره کردید، بحث بسیار مهمی است. واقعا من همیشه در صحبت‌هایم اشاره کرده‌ام. الان در ژاپن به اصطلاح این

بخش تنظیم مقررات زمانی هست که انحصار طبیعی وجود دارد. اگر شرکت‌های آب و فاضلاب در انحصار طبیعی هستند ما باید با تنظیم مقررات آن‌ها را به سمت بهینه حرکت دهیم. خواهشی که من از جناب‌عالی دارم این است که به نهاد تنظیم مقررات آب کمک بکنیم. اما نکته‌ای که وجود دارد این است که واحد تنظیم مقررات باید بیرون از وزارت نیرو باشد. در ژاپن یک نهاد مستقل است. شوراهایی هستند که نماینده بخش خصوصی هستند. یعنی کلیه ذی‌نفعان بخش آب در این نهاد تنظیم مقررات باشند. شما به‌درستی اشاره کردید که نهادهای بین‌المللی می‌گویند که حداکثر ۳ درصد درآمد یک خانوار باید به خدمات آب و فاضلاب اختصاص داده شود و آن هم سقف حداکثری است. متأسفانه در ایران بسیار پایین است، یک چیزی است تقریباً ۲ برابر قیمت قلیونی که مردم می‌کشند. در سبد هزینه خانوار اگر اشتباه نکنم تقریباً آب و فاضلاب ۰/۶۲ هست. خیلی ممنونم از شما.

من می‌خواهم از آقای دکتر تهامی‌پور یک مقداری جهت بحث را هم عوض بکنیم. در سه ارائه قبلی بیشتر ما روی بحث آب شرب تمرکز داشتیم. از ایشان خواهش می‌کنم که به بحث ارزش اقتصادی آب در بخش صنعت بپردازند که خیلی هم مهم است. الان اگر شما توجه بفرمایید اعتراضاتی که در اصفهان هست، کشاورزان معتقدند که صنعت آب آن‌ها را دزدیده است. باید ببینیم که آیا واقعا در صنعت فولادسازی که من دیروز یک رقم برآوردی دیدم و به‌درستی آن شک دارم، واقعا رقم عجیبی بود که سالانه ایران چیزی حدود ۱۶ میلیارد مترمکعب مصرف بخش فولاد است. البته من این را استعلام کردم که ببینم درست است یا خیر ولی به‌هرحال اگر این مقدار هم نباشد، بسیار مقدار قابل‌توجهی هست. آقای دکتر تهامی‌پور، ما ارزش اقتصادی را چگونه در بخش صنعتی تعیین بکنیم و چگونه بتوانیم بخش صنعت را به این سمت ببریم که با استفاده از این نوع قیمت‌گذاری که به سمت اقتصاد چرخشی بروند، بازچرخانی کنند، استفاده مجدد کنند و بتوانند مصرف بهینه آب را هم داشته باشند. از شما خواهش می‌کنم که بیاناتتان را ارائه بفرمایید.



دکتر تهامی‌پور:

به‌نام خدا. من هم تشکر می‌کنم از کسانی که این نشست را برگزار کردند و همچنین تشکر از آقای دکتر سجادی‌فر که به‌هرحال

موضوع اقتصاد آب بسیار مهم است و با همت و پیگیری ایشان این نشست برگزار می‌شود. البته موضوع اقتصاد آب بسیار فراتر از بحث قیمت‌گذاری هست ولی چون همه موضوعات را نمی‌شود بررسی کرد، جا دارد که این نشست‌ها تکرار شوند و موضوعات مختلفی که در حیطه اقتصاد آب وجود دارد و برخی که شاید کم‌اهمیت‌تر از بحث قیمت‌گذاری نباشند، به آن‌ها هم پرداخته شود. مثلاً موضوع بهره‌وری در حال حاضر شاید موثرتر از بحث قیمت‌گذاری هم باشد. در همین راستا و فرمایشاتی که سایر دوستان هم داشتند که من استفاده کردم، نکاتی را خدمتتان عرض می‌کنم. با یک مقدمه کوتاه بحث را شروع کنم. ما وقتی اقتصاد را به‌طور کلی براساس تعریف نوین درنظر می‌گیریم می‌گوییم اقتصاد علم تخصیص بهینه منابع محدود بین نیازهای نامحدود است. یعنی در واقع هنر علم اقتصاد این است که این رابطه را برقرار کند که وقتی یک‌سری منبع کمیاب داریم از این‌ها به شکل بهینه‌ای استفاده شود که نیازهای جامعه را بتوانیم تأمین کنیم. دقیقاً از همین تعریف و از زمانی که آب در جوامع و کشورها به‌سمت کمیاب شدن رفت و کلمات بحران آب در دنیا مطرح شد بحث اقتصاد هم در مورد آب در دنیا پررنگ شد. تقریباً از سال ۱۹۹۰ به بعد هست که ما در مورد بحث آب به‌عنوان یک کالای خصوصی در ادبیات دنیا و همچنین در داخل کشور صحبت‌های بیشتری انجام می‌دهیم. اگر بپذیریم که آب می‌تواند ویژگی کالا داشته باشد باید دو تا خصوصیت داشته باشد، یکی این که کمیتش مشخص باشد و یکی هم قیمتش. در مورد کمیت بحث فنی هست خیلی نمی‌خواهم وارد بشوم. گرچه ما در مورد خیلی از مصارف آب در کشورمان حتی هنوز کمیت را هم نداریم. یعنی مثلاً در مورد آب کشاورزی به‌عنوان مثال، آبی که از رودخانه‌ها برمی‌داریم حتی کمیتش هم مشخص نیست چه برسد به این که بخواهیم به اصلاح قیمتش بپردازیم. اما ویژگی دوم قیمت‌گذاری است. وقتی در چارچوب اقتصاد درباره قیمت صحبت می‌کنیم، به این نکته توجه می‌کنیم که قیمت با توجه به چارچوب عرضه و تقاضا در اقتصاد تعیین می‌شود. آن چیزی که در گذشته در ارتباط با بحث قیمت‌گذاری در کشور ما دنبال شده عمدتاً سمت عرضه اقتصاد آب را دنبال کردند که همان بحث هزینه تمام‌شده و حالا با یک تفسیری از آن، قیمت تمام‌شده را به‌دست آوردند. یعنی در حال حاضر عمدتاً آن چیزی که حتی در قانون هدفمند کردن یارانه‌ها هم روی آن تأکید شده، قیمتی است که مبتنی بر سمت عرضه اقتصاد است. در صورتی که اگر چارچوب اقتصاد را برای قیمت‌گذاری یک کالا مانند آب بپذیریم باید به هر دو سمت آن توجه شود. یعنی هم باید قیمت سمت عرضه را درنظر بگیریم و هم قیمت سمت تقاضا را. در این شرایط است که می‌تواند یک تبادلاً اتفاق بیفتد و یک شیوه

قیمت‌گذاری مناسبی در راستای یک هدف از قبل تعیین شده مانند هدف حداکثر کردن سود در بنگاه‌های اقتصادی را مدنظر داشته باشد. قیمت طرف عرضه مشخص است. براساس هزینه تمام‌شده تعیین می‌شود. اما منظور از قیمت طرف تقاضا چیست؟ اگر بخواهیم در ارتباط با قیمت، طرف تقاضا را که حالا ارتباط پیدا می‌کند به بحث ارزش اقتصادی بحث کنیم، اولین نکته‌ای که باید به آن توجه کنیم این است که بین آب‌ها تفاوت قایل بشویم. حداقل ما که در ارتباط با بحث اقتصاد و اقتصاد آب صحبت می‌کنیم این‌را باید حتما در نوشته‌ها و در گفته‌ها قائل باشیم که آب در مصارف مختلف ماهیت متفاوتی دارد. وقتی بحث محیط‌زیست مطرح می‌شود یا وقتی آب به‌عنوان کالا در خانوارها مصرف می‌شود قطعاً با آبی که در فرآیند تولید در کشاورزی و صنعت استفاده می‌شود متفاوت است و استفاده‌ای هم که مصرف‌کننده از آن می‌کند متفاوت است. در نتیجه بحث قیمت طرف تقاضا یا ارزش اقتصادی آن‌هم می‌تواند به‌شکل متمایزی تعریف بشود. مثلاً وقتی خانوارها در بحث آب شرب که حالا یک قسمت آن فقط آب خانگی هست آب را مصرف می‌کنند، در چارچوب تابع مصرفشان از مصرف این کالا مطلوبیت کسب می‌کنند. پس وقتی ما ارزش اقتصادی یا قیمت طرف تقاضا را می‌خواهیم، این‌جا براساس تمایل به پرداخت مصرف‌کننده بحث کنیم و در این چارچوب می‌توانیم به‌آن بپردازیم. اما وقتی آب در مصارف کشاورزی و صنعت استفاده می‌شود به‌طور مستقیم به‌عنوان یک کالای اقتصادی مورد مصرف کشاورز یا صاحب بنگاه‌های صنعتی قرار نمی‌گیرد، بلکه آب در فرآیند تولید آن نقش‌آفرینی می‌کند. پس این‌جا باید نگاهمان به فرآیند تولید و تابع تولید آن بنگاه باشد که آب چقدر درآمد نهایی برای فعالیتش ایجاد می‌کند. براساس درآمد نهایی که در چارچوب مدل‌های اقتصادسنجی می‌شود تعیین کرد، ما می‌توانیم مشخص کنیم که قیمت طرف تقاضا یا ارزش اقتصادی آب در فرآیند تولید صنعت و کشاورزی چقدر است. با این مقدمه این ضرورت توسط کمیته اقتصاد دفتر استانداردهای وزارت نیرو و اعضای محترمی که آن‌جا هستند مورد درک قرار گرفت و ضرورت آن را تشخیص دادند و در سال گذشته و هم‌چنین ابتدای امسال ما یک راهنمایی تحت عنوان راهنمای برآورد ارزش اقتصادی آب در مصارف صنعتی تهیه کردیم که بخش‌های مختلفی دارد و چارچوب اجرایی برآورد ارزش اقتصادی را در صنعت کشور به‌طور کلی با مثال‌های کاربردی و ارائه تجربیات دنیا ارائه کرده که امید داریم با ابلاغ این دستورالعمل کشور نگاهش در قیمت‌گذاری به‌سمت قیمت‌گذاری صحیح اقتصادی و توجه به ارزش اقتصادی و قیمت طرف تقاضا هم معطوف بشود. اگر این اتفاق بیفتد می‌تواند حداقل در بخش صنعت جا را برای اصلاح نظام قیمت‌گذاری باز کند. حالا چرا من اعتقاد دارم که در صنعت موفقیت ما در اصلاح نظام قیمت‌گذاری و اثرگذاری‌اش بیشتر می‌تواند باشد، این است که ما در کشاورزی

الان قانون تثبیت آب بهای زراعی را دنبال می‌کنیم که براساس سهمی از ارزش محصول تولیدی اتفاق می‌افتد. در مورد شبکه‌ها و چاه‌ها هم که بحث حق‌النظاره وجود دارد که دیگر الان دریافت نمی‌شود. در مورد بحث شرب هم که قانون هدفمندی یارانه‌ها است که خدمتتان عرض کردم. اما در مورد صنعت مصوبات داخلی وزارت نیرو را داریم. یعنی مقاومت‌ها در این بخش کمتر است و می‌تواند فضا را برای اصلاح این مصوبه‌ها و چانه‌زنی با بخش صنعت باز کند که بتوانیم نظام قیمت‌گذاری را این‌جا به شکل بهتری جلو ببریم. بعضی‌ها گفتند که بخش صنعت که سهم زیادی ندارد. ببینید درست است که الان صنعت حدود ۴ درصد مصرف آب کشور را دارد ولی اگر یک نگاهی به روند دنیا داشته باشیم صنعت در دنیا تقریباً ۲۰ درصد مصرف آب دارد و حتی در برخی از کشورهایی که توسعه صنعتی پیدا کردند این به ۵۰-۶۰ درصد و بالاتر هم رسیده و قطعاً کشور ما هم به تبعیت از سرایت‌پذیری تکنولوژی که توسط دنیا دارد اتفاق می‌افتد این مسیر را خواهد رفت. چه خوب است که از الان این زیرساخت و زیربناها ایجاد بشود تا دچار بلایی که الان در کشاورزی داریم نشویم. در کشاورزی شغل مبتنی بر آب ارزان ایجاد کردیم و حالا چون نمی‌توانیم شغل دیگری ایجاد کنیم درگیر این هستیم که آب را به‌عنوان یک کالای تقریباً مجانی در اختیار بگذاریم که کشاورزان معیشتشان با مشکل مواجه نشود. حالا بحث امنیت غذایی هم موضوع دیگری است که مقاومت‌های زیادی ایجاد می‌کند که به‌سمت اصلاح قیمت آب در کشاورزی نرویم. اگر از ابتدا در صنعت این مبانی رعایت بشود من فکر می‌کنم قبل از این که صنعت مصرف‌کننده بزرگی در کشور بشود، می‌توانیم این اصلاح را این‌جا داشته باشیم. در بخش صنعت ما قبلاً ارزش اقتصادی را در مقالات دیگری هم بررسی کردیم. غیر از این راهنمایی که الان هست، چندین کار مطالعاتی در ارتباط با برآورد ارزش اقتصادی آب در صنعت انجام شده است. من به دو نکته از این مطالعات می‌خواهم اشاره کنم و بحث را جمع‌بندی کنم که زمان را هم مدیریت کرده باشم. نکته اول این که داشتم گوش می‌کردم که در مورد فولاد و اصفهان صحبت شد. ببینید در حال حاضر سهم آب در هزینه‌های تولید صنعت بسیار نازل و کوچک است. تقریباً زیر ۰/۵ درصد. یعنی اگر دقیق بخواهیم بگوییم بین صنایع متفاوت است و این سهم بین ۰/۱ تا حداکثر ۱/۳ درصد بین صنایع مختلف متفاوت است. اگر میانگین صنایع کشور را در نظر بگیریم، در حال حاضر زیر ۰/۵ درصد از هزینه‌های تولیدشان را برای آب پرداخت می‌کنند. در صورتی که همین مطالعاتی که اشاره می‌کنم ارزش اقتصادی آب را که برآورد کردیم از چهارصد، پانصد تومان تا نزدیک بیست هزار تومان به‌صورت میانگین در سطح بنگاه‌های صنعتی است. حالا ممکن است مثلاً یک بنگاه صنعتی خاص در یک محدوده‌ای به‌دلیل مزیت نسبی، سود خیلی بالایی داشته باشد و ارزش اقتصادی بالاتری در فرآیند تولید

ایجاد بشود. ولی به طور میانگین اصلاً قابل قیاس نیست آن چیزی که صنعت می‌تواند برای آب پرداخت کند و آن چیزی که در حال حاضر پرداخت می‌کند. با این وجود پیشنهادی که من دارم این است که برخی از صنایع مثل برخی از صنایع غذایی که ارزش افزوده خیلی بالایی ندارند، ارزش اقتصادی آب در آن‌ها با صنایعی مثل فولاد یا پتروشیمی متفاوت در نظر گرفته شود. عرض این بود که اگر سیاست تبعیض قیمت را در مورد صنعت پیش ببریم من فکر می‌کنم پذیرش از طرف بنگاه‌های صنعتی بهتر خواهد بود که صنایعی که توانایی زیادی ندارند از آن‌ها حمایت‌هایی هم اتفاق بیفتد. ولی صنایعی که واقعا آب را دارند مجانی استفاده می‌کنند و ارزش افزوده‌ی بسیار بالایی دارند سهم کشور و سهم جامعه را، چون که با یک نگاه کلان تخصیص آب براساس ارزش ذاتی می‌تواند اتفاق بیفتد، را پرداخت کنند. این موضوع هم مصرف آب را در صنعت بهینه خواهد کرد. به این دلیل که اگر آب گران باشد به سمت تکنولوژی‌های مصرف آب و هم‌چنین بحث بازچرخانی و به طور کلی اقتصاد چرخشی که الان توجه اقتصادی برایشان ندارد می‌روند و این کار را با افزایش قیمت آب اجرایی می‌کنند و از آب‌های خودشان استفاده می‌کنند. به این ترتیب سهم مصرف آب صنعت هم بهینه خواهد شد. از طرف دیگر این اصلاح قیمتی در بخش صنعت تأمین مالی ایجاد خواهد کرد که آن وقت می‌شود با این تأمین مالی روی بحث مدیریت آب در بخش‌های دیگر و حمایت‌هایی که می‌خواهیم جاهای دیگر انجام دهیم استفاده کرد. در اصفهان هم من فکر می‌کنم همین اتفاق می‌تواند بیفتد و من در مطلبی که اخیراً در روزنامه دنیای اقتصاد نوشتم همین موضوع را اشاره کردم. کشاورزان واقعا مسئله معیشت دارند و نمی‌توانیم انتظار داشته باشیم که در کوتاه‌مدت آبشان قطع بشود یا مصرف آب را کاهش بدهند. چون تغییر الگوی کشت به راحتی امکان‌پذیر نیست مگر این که شما به نحو دیگری این معیشت را برای کشاورز جبران کنید. در نتیجه من فکر می‌کنم اصلاح قیمت در صنعت و آزاد شدن یک بخشی از آن پول به عنوان تأمین مالی برای جبران خدمت برای کشاورزان در قالب ابزاری مثل پرداخت برای خدمات اکوسیستم امکان‌پذیر هست. اگر که مسئولین دنبال کنند، فکر می‌کنم در میان مدت حداقل می‌توانیم مشکل را آن‌جا هم رفع کنیم. من اگر سوالی باشد در خدمتتان هستم، متشکرم.

دکتر سجادی‌فر:

خیلی ممنون. همان‌طور که آقای دکتر تهامی‌پور اشاره کردند آب در بحث شرب یک کالای نهایی هست که ما استفاده می‌کنیم. در بخش کشاورزی عامل تولید است و در بحث صنعت هم یک کالای واسطه‌ای است. نکته بسیار دقیقی آقای دکتر تهامی‌پور اشاره کردند که یکی از سوال‌های حاضرین در جلسه را هم پوشش داد. ببینید

وقتی که قیمت‌ها در بخش صنعت پایین باشد، یعنی ما داریم یک‌جوری به بخش صنعت یارانه می‌دهیم که به اصطلاح با کشورهای دیگر رقابت کند، ولی از این سمت باعث می‌شود که در بخش آب از تکنولوژی‌های نوین استفاده نکنند و به سمت بازچرخانی، استفاده مجدد و کاهش مصرف نروند. اگر قیمت‌ها خوب علامت ندهد، اقتصاد چرخشی هم نمی‌شود پیاده کرد. اگر شما یک جستجو در اینترنت بفرمایید، می‌بینید که واقعا الان دنیا به این سمت رفته است. به عنوان مثال شرکت رنو فرانسه را عرض بکنم، در یک کار انقلابی به قول خودشان اقتصاد چرخشی را پیاده کردند و ۸۵ درصد مصرف آب را در خودروسازی رنو کاهش دادند. علت این که به این سمت می‌روند دو موضوع است. یک مورد این است که آن‌جا آب اقتصادی است و واقعا هزینه‌های زیادی به آن‌ها اضافه می‌کند. سهم آب در هزینه‌های آن‌ها ۰/۱ نیست. نکته دوم هم این است که مسئولیت اجتماعی هم الان خیلی واقعا پررنگ شده و به این موضوع می‌پردازند.

از آقای دکتر خیابانی عزیز خواهش می‌کنم که در خصوص این که واقعا اگر ما قیمت‌ها را اقتصادی بکنیم چرا سیاست‌گذار نباید نگران باشد، توضیح دهند. ما می‌دانیم که تورم یک پدیده پولی است و اگر قیمت آب را ما به اصطلاح زیاد بکنیم، شاید از طریق فشار قیمت بتواند یک تورمی ایجاد کند. خواهش می‌کنم فرمایشات خودشان را آقای دکتر خیابانی بفرمایند.



دکتر خیابانی:

خیلی متشکرم. خدمت حضار و اساتید محترم عرض سلام دارم. با توجه به ضیق وقت سعی می‌کنم که سریع سر اصل موضوع بروم. همان‌طور که آقای دکتر سجادی‌فر به مطلب اشاره کردند، در واقع آن کاری که ما انجام دادیم سعی کردیم که تبعات را در چارچوب یک الگویی به اسم CG، اثرات تغییر قیمت آب در اثربخشی و اثری که روی خانوارها و رفاه خانوارها دارد را مورد بررسی قرار دهیم. با توجه به این که موضوع هم اقتصاد آب است، سعی می‌کنم که کلاً آن جایگاه اقتصاد آب، با در نظر گرفتن نکاتی که دوستان به درستی اشاره کردند و نتیجه‌ای که نهایتاً از این الگو در می‌آید را در یک جمع‌بندی کلی خدمت شما ارائه دهم. بنابراین بحث عمومی خواهد بود و از آن ساختار تخصصی خارج می‌شود. ولی با توجه به این که در واقع حضار ممکن است که از رشته‌های متفاوت باشند و لزوماً اقتصاد نیستند، بنابراین من سعی می‌کنم که خیلی جایگاه اقتصاد

آب را پررنگ کنم و نهایتاً به نتایج کار خودم با تأکید بر نکاتی که اساتید محترم فرمودند، برسانم.

بحثی که خیلی مهم است و حداقل در این چند دهه‌ای که ما در ایران داشتیم این است که همگان، همه متخصصین در حوزه‌های مختلف نقش مهمی که برای آب قائلند را در واقع در توسعه پایدار قائلند. مولفه‌هایی مانند سلامت جامعه که اشاره شد، رشد اقتصادی، امنیت غذایی، توسعه پایدار منابع محیط‌زیست. مدیریتی که آب بتواند منجر به این بحث بشود، بحثی است که فکر می‌کنم همگان به آن اشراف دارند و در تمامی رشته‌ها به آن تأکید دارند. بنابراین بحثی از این منظر وجود ندارد. ولی واقعیت این است که در چندین دهه اخیر ما با عدم تعادل عرضه و تقاضای جدی در مصرف آب مواجهیم و این شکاف در طول این دهه‌ها به شدت دارد باز می‌شود. بنابراین اقداماتی که صورت گرفته مثلاً فرض بفرمایید مسائل فرهنگی مصرف آب مطرح شده، مسائل دیگری مطرح شده، کارهای خیلی ریشه‌ای در رابطه با متخصصین محیط‌زیست و متخصصین مدیریت منابع انجام شده، ولی واقعیت این بوده که به نظر می‌آید در کنترل تقاضا و عرضه آب در این چندین دهه، ما علی‌رغم سیاستگذاری‌های این حوزه موفق نبودیم. یا برنامه‌های توسعه‌ای که نوشته شده، به نظر می‌آید که موفقیت‌آمیز نبوده و ابعادش را در خشکسالی، در بحران آب‌های زیرزمینی مشاهده می‌کنید. بنابراین من فکر می‌کنم یکی از مسائل کلیدی که شاید ما به آن درست توجه نکردیم و همواره فراموش کردیم، همین بحث اقتصاد آب بوده است. بحثی که می‌تواند در تصحیح حداقل الگوی مصرف نقش کلیدی ایفا بکند و با منابعی که آزاد می‌کند در واقع بتواند سرمایه‌گذاری به بخش عرضه بدهد و بخش عرضه بتواند سرمایه‌گذاری‌های لازم، ورود تکنولوژی جدید، بهره‌وری بالا و کارایی بالا را ایجاد بکند. مصرف‌کننده عمده‌مان بخش کشاورزی، صنعت و خانوار که آب شرب نیاز دارد است. واقعیت این است که دولت با ترویج فرهنگ می‌خواهد مصرف را کنترل کند. تا زمانی که خانواده دنبال مطلوبیت خودش از مصرف آب باشد که غیر از آن مسائل زندگی و حیاتی است، منظورم مصرف دهک‌های بالای خانوار است که مصرف آب آن‌جا عمدتاً از ضروری خارج می‌شود و تبدیل به رفاهی می‌شود، توجهی در پس‌انداز آن وجود ندارد، به دلیل این که ارزان است. در این رابطه کشاورزی یا صنعت در واقع حداکثر کننده سود هستند. شما نمی‌توانید ابزار یا متغیر کلیدی پیدا کنید که بتوانید رفتارشان را با دستور یا کنترل عوض کنید. به دلیل هزینه‌های بالایی که دارد، اصلاً امکان‌پذیر نیست و در هیچ‌جای دنیا نتوانستند و شکست خوردند. بنابراین مصداق آن واقعیت‌های آشکار شده‌ای است که تا چندین دهه ما با آن مواجه بودیم و الان عرض کردم. همیشه در این رابطه نمونه‌های بارزی داریم. تا زمانی که کشاورز ارزش آب برایش صفر باشد، عملاً به راحتی می‌تواند تغییر

کاربری بدهد، کجا تغییر کاربری بدهد؟ جاهایی که ما با محدودیت جدی آب مواجه هستیم و مسائل محیط‌زیستی جدی ایجاد می‌شود. یک نمونه فرض بفرمایید دریاچه ارومیه است. اگر از بستر تاریخی به این بخش نگاه کنیم در واقع این منطقه همواره تاختستان‌های انگور داشتند و همان‌طور که متخصصین کشاورزی می‌دانند، مصرف آب این انگور بسیار پایین‌تر از درختان دیگر است. اما وقتی که ارزش ذاتی برای آن قائل نشویم، کشاورز به راحتی تغییر کاربری می‌دهد. بنابراین تمام تاختستان‌ها را تبدیل به میوه یا درخت سیب می‌کند که بالاترین مصرف آب را داشته باشد و در افق زمانی نه تنها شما آن توسعه پایدار را نخواهید داشت، بلکه با مسائل جدی محیط‌زیستی مواجه می‌شوید. نمونه‌اش بحران دریاچه ارومیه و غیره است. وقتی که در صنعت اخلاص قیمتی دارید، قطعاً تمام آب‌های زیرزمینی توسط صنعت خارج خواهد شد. نمونه‌اش استان همدان است. صنایعی که آن‌جا رفت باعث شد الان یکی از بحران‌های جدی را داشته باشیم. تمام چاه‌های آب زیرزمینی را به دلیل این که قیمت‌گذاری غلط بوده از دست دادند و منابع آب زیرزمینی از دست رفته است. تمام زمین‌های حاصل‌خیز دارند به دلیل کم‌آبی خشک می‌شوند. بنابراین علت این بحران این است که در افق زمانی شما در واقع به اقتصاد آب که یکی از مهم‌ترین ابزارهایی است که می‌تواند رفتار گروه‌هایی که به دنبال حداکثر مطلوبیت و سود هستند را در ذهنشان تغییر ایجاد بکنید، عملاً نادیده گرفتیم. ما ناگزیر باید به این موضوع برگردیم. بنابراین مشخصاً این اخلاص در قیمت‌های نسبی است. اگر در کنترل قیمت آب به این شکل در مقایسه با تورم حادی که ناشی از سیاست پولی و غیره بوده که تورم را مژمن کرده، نسبی نگاه کنید ارزش واقعی آب بسیار ناچیز و نزدیک به صفر است و همین مسئله باعث تخصیص غلط و بحران شده است. در اقتصاد اکثر متغیرهایی که ما با آن‌ها مواجهیم درون‌زا هستند. شما نمی‌توانید بگویید این کار بکنیم و بتوانیم این کار را بکنیم. آن رفتار درون‌زا دارد. ما باید ابزارش را پیدا بکنیم و با آن ابزار رفتار را تحت تأثیر قرار دهیم. بحث قیمتی است که بسیار کلیدی است، در تمامی بخش‌ها که اساتید در رابطه با آب شرب و قیمت‌گذاری آن مطرح کردند و هم سایر دوستان که در رابطه با تبعیض قیمت در بخش صنعت کشاورزی صحبت کردند. قطعاً مطالعات به دلیل این که کم‌اهمیت جلوه داده شده، تحقیقات بیشتری لازم دارد. منابع بیشتر برای این تحقیق مثل بقیه دنیا لازم است انجام بشود. با این نکاتی که دوستان گفتند ما اگر بیاییم موضوع را در چارچوب یک تعادل عمومی ببینیم با در نظر گرفتن دغدغه سیاست‌گذار و بحث نگرانی از رفاه خانوارها یا توانایی پرداخت و غیره و این که همیشه کارایی یا همان نقشی که تخصیص بهینه دارد ناشی از تغییر در قیمت نسبی است. همیشه ما این‌را فدای کارایی حاصل از این به منظور حمایت از خانوار یا اقشار آسیب‌پذیر می‌کنیم. آیا واقعاً در این مدت این دغدغه را توانستیم

بهتر بکنیم؟ آیا توانستیم با این کنترل و صفر کردن قیمت واقعا به نفع اقشار آسیب‌پذیر حرکت بکنیم؟ نتایج مطالعه‌ای که انجام شده حداقل در این مورد نشان می‌دهد که شما در ده‌های گذشته با کنترل قیمت به این شکل نه تنها مسائل توزیعی را به نفع خانوار آسیب‌پذیر یا دهک‌های پایین درآمدی حرکت ندادید، بلکه رانت اساسی را بردید به طرف دهک‌های بالای درآمد. بنابراین مشخصا نهادهای سیاست‌گذاری یکی از دغدغه‌های کلیدی هست، منتها ابزاری که برای آن انتخاب کردید ابزار درستی نیست. به این مفهوم که نه تنها نتوانسته منابع یا توزیع درآمدی را به نفع این اقشار پایین‌دستی هدایت بکند، بلکه رانت‌های گسترده‌ای را برای دهک‌های بالایی آورده و در واقع آن‌ها را بیشتر به‌طرف استفاده از این منابع به‌دلیل ارزانی سوق داده است. در بخش انرژی قیمت‌گذاری دستوری انجام می‌شود. نه تنها این مسئله در بخش آب جدی بوده بلکه در تمام بخش‌های انرژی، در گاز و برق و سایر حامل‌های انرژی هم همین بوده است. مشخصا نتایج الگو به‌وضوح نشان می‌دهد که افزایش سطح قیمت با توجه به آن نکاتی که عزیزان آقای دکتر مزیکی و آقای دکتر مروت اشاره کردند، براساس آن طبقه‌بندی یا توجهی که لازم است به برابری شود، مشخصا می‌تواند منابعی را آزاد بکند و دولت می‌تواند این منابع را اگر نگران برابری است، به این اقشاری که می‌توانند تحت‌تأثیر قرار بگیرند، تخصیص بدهد. بنابراین ما باید درجهت برابری که دغدغه ماست، دغدغه دولت است، بتوانیم اقشار بالا که بیشتر مصرف‌کننده هستند را به اقشار پایین سوق بدهیم. روش آن هم جالب است که برعکس کنترل قیمت، بالا بردن این قیمت‌ها یا حرکت دادن به‌طرفی است که بتواند توزیع را بهتر بکند. نتایج ما نشان می‌دهد که توزیع جینی بهتر می‌شود. در صنعت همین داستان واقعا به‌وضوح قابل مشاهده است. نکته‌ای که شما به‌عنوان یک بنگاه باید به آن توجه بکنید این است که مخصوصا در صنعت که مواد، عامل‌های تولیدی‌اند و نقش کلیدی دارند و آب به‌عنوان عامل تولیدی محسوب می‌شود. وقتی یک صنعت بداند که از لحاظ نیروی کار، سرمایه و سایر عوامل واسطه‌ای مثل آب که ترکیبی ایجاد می‌کند که منجر به تولید می‌شود با منبع ارزان قیمت مواجه است، قطعا گسترش پیدا می‌کند. این باعث می‌شود که اگر قرار است به‌دلیل محدودیت آب به‌طرف منابعی حرکت بکنیم یا تولید کالاهایی برویم که مصرف آبی کمتر داشته باشیم، به‌طرف صنعتی برویم که مصرف آب بسیار زیادی می‌تواند داشته باشد، این تخصیص منابع را شدیداً دچار اخلال می‌کند. چیزی که ما در صنعت به‌وضوح شاهد این امر هستیم.

دکتر سجادی‌فر:

خیلی ممنون از ارائه خوب شما. متأسفانه ما وقت زیادی نداریم. من دیدم که متخصصین زیادی در جلسه حضور دارند، آقای دکتر تابش،

آقای دکتر قاضی‌زاده، خیرمقدم به آن‌ها می‌گویم. این دو بزرگوار در مدیریت مصرف بسیار کارهای خوبی انجام دادند. آقای مهندس ضیایی، آقای مهندس ثابتی، آقای مهندس نیکنام، آقای مهندس مستقیم، همه بزرگواران از متخصصین حوزه مدیریت مصرف هستند که ما از ایشان تشکر می‌کنیم. انشالله در نشست‌های بعدی هم بتوانیم از حضور این عزیزان استفاده بکنیم ولی این جلسه چون اختصاصا بحث‌های اقتصادی بود ما سعی کردیم که از حضور اساتید به‌نام کشور استفاده کنیم. امیدواریم که مفید بوده باشد که قطعا همین‌طور است.

دکتر سامانی:

آقای دکتر عذر می‌خواهم، من در حد یک دقیقه می‌خواستم یک جمع‌بندی بکنم. من چند مورد را خیلی سریع می‌گویم. در خصوص بحث‌های قیمت‌گذاری روش ما باید مشخص باشد. حسابداری، روش اقتصادی، روش مدیریت دارایی، این‌ها هرکدام قانون‌گذاری می‌خواهد که مشخص شود کجاها به‌کار گرفته شود. بحث اصلاح قوانین تغییر کاربری آب از کشاورزی به صنعت و این جابه‌جایی‌ها نیاز به قانون دارد. اصلاح قیمت صنعت را هم در پی خواهد داشت. ایجاد نظام تنظیم مقررات برای تعیین قیمت، حذف بخشودگی‌ها و ایجاد روش غیرمستقیم یارانه‌ای، نه این‌که به‌شکل مستقیم در سطوح مختلف بخشودگی ایجاد کنیم. یکی هم بحث روشن‌سازی قیمت فاضلاب و چهارچوب قانونی علمی که در این زمینه باید مشخص بشود. این مجموعه جمع‌بندی بنده که گفتم شاید در جمع‌بندی نهایی شما هم بیاید.

دکتر سجادی‌فر:

متشکرم. فقط آقای رضایی مقدم توجه بفرمایید که از آقای دکتر خیابانی صحبت کردید. قیمت در یک بازار رقابتی تعیین می‌شود اما در بازار آب رقابت نیست. بحث انحصار کامل است و انحصاری هست که قیمت‌گذاری توسط دولت است. به‌خاطر همین ما از مدل‌های تعادل عمومی استفاده می‌کنیم. حالا بحث‌های بسیار زیادی هست که من چون فرصت نداریم این جلسه را به پایان می‌رسانم و از همه شما عزیزان و شرکت‌کنندگان گرامی در جلسه تشکر می‌کنم.

رتبه اول مسابقه پایان نامه برتر سال ۱۴۰۱ در مقطع دکتری، بخش تصفیه آب و فاضلاب (کیفیت و بازیافت)
(برگزار شده توسط انجمن آب و فاضلاب ایران)



گروه میکروبیولوژی

عنوان: پایش ملکولی روتاویروس و آدنوویروس انسانی در سیستم آب و فاضلاب اصفهان

نگارش: پیمان عطابخش

استاد راهنما: دکتر محمد کارگر

تاریخ: مهر ۱۳۹۸

چکیده

روش Multiplex nested reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR) و آدنوویروس‌ها از روش PCR استفاده شد.

یافته‌ها: از مجموع نمونه‌های مورد پژوهش در دو تصفیه‌خانه فاضلاب در روش الایزا، ۵۹ نمونه (۶۱/۴۵٪) روتاویروس‌های گروه A و ۴۶ نمونه (۴۷/۹۱٪) آدنوویروس شناسایی شد. میزان شناسایی روتاویروس در سیستم ورودی و خروجی فاضلاب به ترتیب ۵۷/۶۳٪ و ۴۲/۳۷٪ و میزان شناسایی آدنوویروس به ترتیب ۵۶/۵۳٪ و ۴۳/۴۷٪ بود. از مجموع نمونه‌ها در روش qRT-PCR، ۴۳ نمونه (۴۴/۷۹٪) روتاویروس گروه A و ۴۲ نمونه (۴۳/۷۵٪) آدنوویروس شناسایی شد. میزان شناسایی روتاویروس در سیستم ورودی و خروجی فاضلاب با روش مولکولی به ترتیب ۶۷/۴۴٪ و ۳۲/۵۶٪ و میزان آدنوویروس به ترتیب ۵۷/۱۴٪ و ۴۲/۸۶٪ بود. راندمان میزان حذف در سامانه تصفیه‌خانه فاضلاب شمال و جنوب به ترتیب ۲۱/۰۵٪ و ۳۳/۳۳٪ بود. بیشترین فراوانی روتاویروس در فصل پاییز (۳۵/۵۹٪) و کمترین در فصل بهار (۱۸/۶۴٪) بود. فراوانی ژنوتایپ‌های شناسایی شده نمونه‌های فاضلاب G10، ژنوتایپ‌های غیرقابل تایید، مخلوط چند ژنوتایپ و G1 به ترتیب ۲۵/۵۸٪، ۱۳/۹۵٪، ۱۱/۶۲٪ و ۱۱/۶۲٪ بودند. از مجموع ۶۰ نمونه آب در تصفیه‌خانه آب در روش الایزا، ۱۷ نمونه

زمینه و هدف: روتاویروس‌ها و آدنوویروس‌ها مهم‌ترین عامل اسهال حاد در کودکان سرتاسر جهان هستند. این ویروس‌ها با تخلیه فاضلاب به محیط وارد آب‌های محیطی شده و تهدید جدی سلامت عمومی هستند. هدف از این پژوهش، پایش روتاویروس و آدنوویروس انسانی در سیستم تصفیه آب و فاضلاب شهر اصفهان است.

روش بررسی: این پژوهش به صورت مقطعی-توصیفی بر روی ۹۶ نمونه فاضلاب جمع‌آوری شده از ورودی و خروجی دو سیستم تصفیه فاضلاب جنوب و شمال شهر اصفهان و ۶۰ نمونه آب جمع‌آوری شده از مراحل تصفیه در تصفیه‌خانه آب اصفهان شامل ورودی آب خام، پس از ته‌نشینی، پس از ازن زنی، پس از فیلتراسیون و آب خروجی در دوره‌های منظم انجام شد. تغلیظ نمونه‌های فاضلاب با روش‌های Pellet و Two-phase و تغلیظ نمونه‌های آب با فیلترکارت ریج 1MDS با استفاده از سانتریفیوژ و پلی‌اتیلن گلیکول انجام شد. شناسایی آنتی‌ژن روتاویروس گروه A و آدنوویروس با آزمون ایمنواسی آنزیمی (EIA) صورت گرفت. سپس شناسایی مولکولی با روش Qualitative Real-time reverse transcription PCR (qRT-PCR) و استفاده از رنگ سایرگرین انجام شد. به منظور تعیین ژنوتایپ روتاویروس‌ها از

(۲۸/۳۳٪) روتاویروس و ۱۹ نمونه (۳۱/۶۷٪) آدنووایروس شناسایی شد. میزان شناسایی روتاویروس و آدنووایروس در ورودی آب خام (تصفیه نشده) به ترتیب ۴۱/۱۷٪ و ۳۶/۸۴٪ و پس از تصفیه آب صفر بود. در روش مولکولی، ۱۳ نمونه (۲۱/۶۷٪) روتاویروس گروه A و ۱۲ نمونه (۲۰٪) آدنووایروس شناسایی شد. میزان شناسایی روتاویروس و آدنووایروس در ورودی آب خام تصفیه‌خانه به ترتیب ۵۳/۸۴٪ و ۴۱/۶۷٪ شناسایی شد. اما در آب خروجی هیچ‌کدام از ویروس‌های موردبررسی شناسایی نشد. فراوان‌ترین ژنوتایپ شناسایی شده در نمونه‌های آب مربوط به ژنوتایپ‌های G1، G3 و G8 به ترتیب با فراوانی ۱۵/۳۸٪، ۷/۶۹٪، ۷/۶۹٪ بود.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش ناکارآمدی سیستم تصفیه فاضلاب را در حذف کامل روتاویروس‌ها و آدنووایروس‌ها نشان داد. اما سیستم تصفیه چند مرحله‌ای آب در تصفیه‌خانه آب به‌عنوان یک سیستم قابل قبول و کارآمد در حذف این ویروس‌ها ارزیابی شد. شیوع بالای روتاویروس و آدنووایروس در سیستم‌های فاضلاب شهری اهمیت پایش محیطی در ارزیابی کفایت سیستم تصفیه فاضلاب به‌منظور ارزیابی چرخش روتاویروس در جامعه و تشخیص ژنوتایپ‌های جدید به‌منظور برنامه‌ریزی برای واکسیناسیون را نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: روتاویروس، آدنووایروس، ELISA، تصفیه‌خانه آب و فاضلاب، qRT-PCR، RT-PCR

رتبه دوم مسابقه پایان نامه برتر سال ۱۴۰۱ در مقطع دکتری، بخش تصفیه آب و فاضلاب (کیفیت و بازیافت)
(برگزار شده توسط انجمن آب و فاضلاب ایران)



دانشکده فنی مهندسی

گروه مهندسی عمران

عنوان: مشخصه سازی بیوراکتور غشایی ناپیوسته با عملیات متوالی حاوی نانو رس در تصفیه فاضلاب حاوی رنگزا

نگارش: مهسا طاهری

اساتید راهنما: دکتر نرگس فلاح، دکتر بهرام ناصرنژاد

تاریخ: فروردین ۱۴۰۰

چکیده

جاذب خنثی پر شد. ۱۰ درصد حذف بهتر رنگزا و تامین استاندارد ایران برای تخلیه به آب های سطحی در مورد پساب تصفیه شده از نظر میزان COD پساب از جمله مزایای GAC-MSBR نسبت به BioCube-MSBR است. در فاز سوم، MSBR-I، MSBR-20 و MSBR-5 با زمان ماند بی نهایت، ۲۰ و ۵ روز حاوی ۸ گرم در لیتر نانورس با MSBR-C بدون نانورس با SRT ۲۰ روز با شرایط مشابه فاز دوم مقایسه شدند. TMP در MSBR-20 نسبت به MSBR-C ۱۴ درصد کمتر بود، هرچند که این روند یکسان نبود. از جهت کیفیت پساب تصفیه شده MSBR-5 کمترین COD را داشت.

واژگان کلیدی: رنگزای آزوی اسید قرمز ۱۸، جاذب، نانورس، بیوراکتور غشایی ناپیوسته با عملیات متوالی، تصفیه فاضلاب.

این تحقیق در سه فاز انجام شده است. در فاز اول، غلظت اولیه رنگزا ۵۰۰ میلی گرم در لیتر، زمان ماند هیدرولیکی (HRT) برابر ۲۴ ساعت و زمان ماند لجن (SRT) برابر ۴۵ روز در نظر گرفته شد. مقدار نانورس در شش راکتور صفر، نیم، یک، سه، پنج و ده گرم در لیتر در نظر گرفته شد. مقدار حداکثر کلوزیت ۲۰ الف منجر به کاهش ۴۲ درصدی فشار عبوری (TMP) شد. با افزایش HRT به ۴۸ ساعت و نانورس روزانه به ۱/۵ گرم در لیتر، حذف رنگزا تا ۸۰ درصد افزایش یافت. در فاز دوم، غلظت رنگزا مشابه فاز اول ۵۰۰ میلی گرم در لیتر بود، اما HRT ۷۲ ساعت، SRT ۲۰ روز و زمان فاز بی هوای دو برابر هوای در نظر گرفته شد. ۸ گرم در لیتر کربن فعال گرانولی به عنوان یک جاذب متداول به یک راکتور (GAC-MSBR) اضافه شد. همچنین حدود ۳۵ درصد از حجم یک راکتور (BioCube-MSBR) با پرکننده اسفنجی به عنوان یک

رتبه سوم مسابقه پایان نامه برتر سال ۱۴۰۱ در مقطع دکتری، بخش تصفیه آب و فاضلاب (کیفیت و بازیافت)
(برگزار شده توسط انجمن آب و فاضلاب ایران)



گروه علوم محیط زیست

عنوان: حذف ۴- نونیل فنل از آب های آلوده توسط آبروژل برپایه نانوصفحات گرافن-کیتوسان

نگارش: الهه جوادی

اساتید راهنما: دکتر مجید بغدادی، دکتر لعبت تقوی

تاریخ: آبان ۱۳۹۹

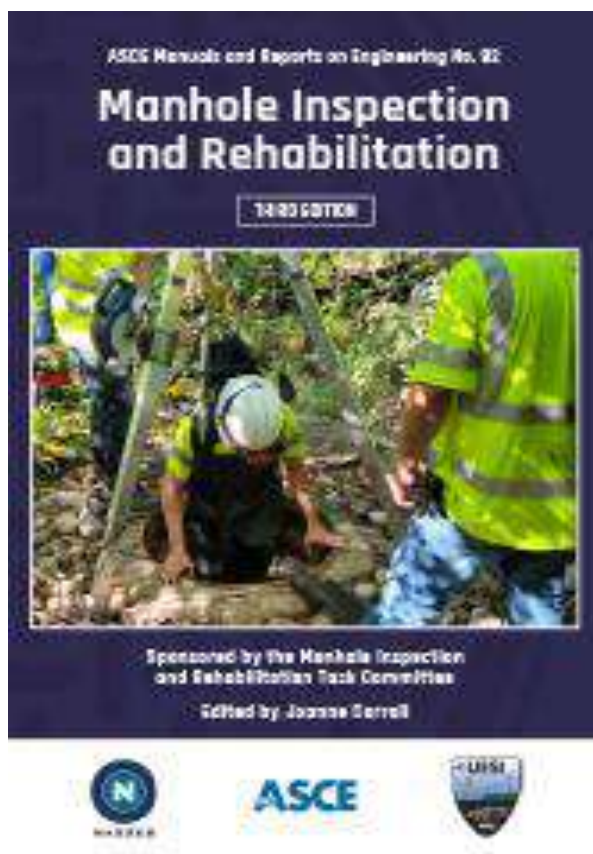
چکیده

است. در مطالعه ترمودینامیک جذب، فرایند جذب به دلیل منفی بودن ΔG به صورت خودبه خودی و انعطاف پذیر بود. میزان ΔH مثبت، نشان از گرماگیر بودن فرایند و ΔS مثبت نشان دهنده برگشت پذیری در فرایند جذب بود. تعداد دفعات استفاده مجدد از جاذب تا ۵ مرتبه به طور موفقیت آمیزی انجام شد. در آزمایش های مربوط به راندمان حذف ۴-نونیل فنل از محیط طبیعی میزان حذف از پساب شهری و آب سطحی به ترتیب ۸۶/۳ و ۹۹/۲ درصد بود. در روش جذب پیوسته، عوامل موثر در جذب مانند میزان ارتفاع جاذب در ستون، دبی ورودی به ستون و میزان غلظت محلول ۴-نونیل فنل ورودی، بررسی و منحنی های شکست ترسیم شد. با توجه به نتایج، مشخص شد که سیستم جذب ستونی با میزان جاذب بیشتر و در غلظت و دبی ورودی کمتر راندمان بالاتری دارد. در پایان از سه مدل ریاضی ستونی توماس، آدامز بوهارت و یون نلسون برای محاسبه پارامترهای مربوطه استفاده شد. نتایج نشان داد که آزمایش های ستونی با مدل های توماس و یون نلسون تطابق بیشتری داشتند.

واژگان کلیدی: ۴-نونیل فنل، اکسیدگرافن، کیتوسان، آبروژل، جذب، آب سطحی، پساب شهری

با توجه به قابلیت نانوجاذب هایی از نوع آبروژل در حذف انواع آلاینده های محیط زیستی، گرانول های تشکیل شده از اکسیدگرافن و کیتوسان به صورت آبروژل سنتز شدند. برای تعیین مشخصات آن ها از روش های میکروسکوپ الکترونی روبشی، میکروسکوپ الکترونی عبوری، دستگاه طیفسنجی تبدیل فوری و دستگاه بی.ای.تی استفاده شد. نتایج شناسایی ها از آزمون تخلخلسنجی نشان داد که متوسط قطر حفره ها ۲۲/۳۳۴ نانومتر، حجم تخلخل ۰/۰۲ سانتی مترمکعب بر گرم و میزان سطح ویژه جاذب سنتز شده ۴/۸۵۱۷ مترمربع بر گرم بود. سپس مطالعات جذب ناپیوسته و پیوسته برای تعیین رفتار جذب انجام شد. در روش جذب ناپیوسته اثر متغیرهایی مانند دوز جاذب، غلظت ۴-نونیل فنل، pH، مدت زمان تماس، کل جامدات محلول و دما با هدف بررسی جذب بهینه بررسی شد. نتایج نشان داد که کارایی ۱۰۰ درصد جذب در ۱۰ دقیقه اول در محیط با pH خنثی با غلظت ۱/۵ میلی گرم بر لیتر و با ۰/۸ گرم بر لیتر جاذب بوده است. نتایج به دست آمده با سینتیک ها و ایزوترم های مختلف مقایسه و مشخص شد که جذب ۴-نونیل فنل با جاذب سنتز شده از مدل های سینتیک شبه مرتبه دوم و نفوذ درون ذره ای و ایزوترم دوبین رادوشکوویچ تبعیت کرده و حداکثر ظرفیت جذب جاذب به ۷۰/۹۷ میلی گرم بر گرم رسیده است. راندمان جذب با وجود مواد جامد محلول تا میزان ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر افزایش یافته

عنوان: بازرسی و بازسازی آدرو (منهول) - ویرایش سوم
 نویسندگان: کمیته بازرسی و بازسازی آدروها؛ بازنگری شده توسط Joanne Carroll
 ناشر: انجمن مهندسان عمران آمریکا (ASCE)
 زمان انتشار: سال ۲۰۲۳



ویرایش سوم کتاب (MOP 92)، شیوه‌های جدیدی را در خصوص عملیات بازرسی و بازسازی آدروها (منهول‌ها) در اختیار خوانندگان قرار می‌دهد. موضوعات به‌روز شده این کتاب، شامل موارد زیر است:

- دارای فصل جدیدی در زمینه طراحی ضخامت دیواره برای بازسازی آدروهای با عمق زیاد،
- اهمیت استانداردسازی ارزیابی وضعیت آدروها،
- حاوی فصل مفصلی در مورد انواع روش‌ها و فناوری‌های مختلف بازسازی آدروها؛
- اهمیت بازرسی و بازسازی مناسب آدروها.

کتاب مذکور منبع با ارزشی است که می‌تواند در زمینه‌های شناسایی مناسب دارایی‌ها و مدیریت آن‌ها، ارزیابی و وضعیت سازه‌ای آدروها، تصمیم‌گیری در خصوص مواد و روش‌های بازسازی و همچنین ارائه اقدامات کلیدی کنترل کیفیت هنگام استفاده از روش‌ها و راهبردهای بازسازی آدروها، کمک به‌سزایی نماید.

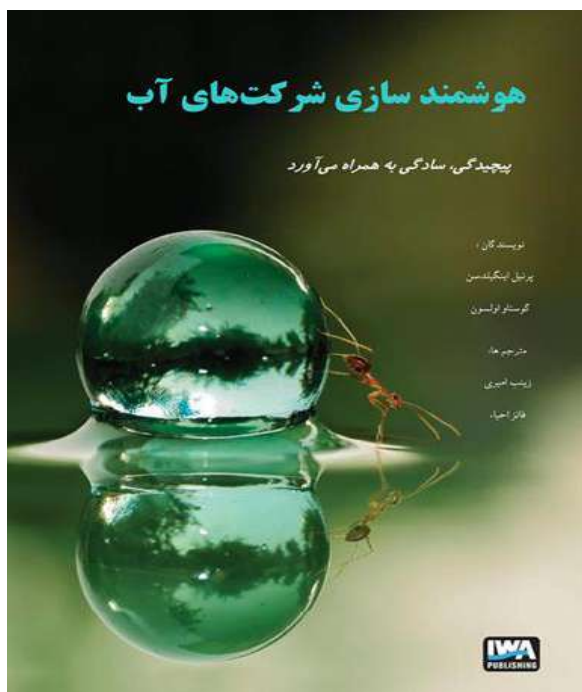
فهرست اصلی مطالب این کتاب به قرار زیر است:

- (۱) مقدمه؛
- (۲) ایمنی کارگران؛
- (۳) بازرسی؛
- (۴) نشتاب، آب نفوذی و شرایط سازه‌ای؛
- (۵) روش‌های بازسازی آدروها؛
- (۶) بررسی مقرون به‌صرفه بودن بازسازی آدروها؛
- (۷) طراحی ضخامت دیواره برای بازسازی آدروهای با عمق زیاد؛
- (۸) مدیریت کیفیت؛
- (۹) خلاصه

توضیحات بیشتری از این کتاب، در پیوند زیر موجود است:

<https://ascelibrary.org/doi/book/10.1061/9780784416099>

عنوان: هوشمندسازی شرکت‌های آب: پیچیدگی، سادگی را به همراه می‌آورد
نویسندگان: پرنیل اینگیلدسن و گوستاو اولسون
ناشر: انجمن بین‌المللی آب (IWA)
زمان انتشار: سال ۲۰۲۲



امروزه فشار فزاینده‌ای روی زیرساخت‌های آبی وجود دارد. اگرچه برداشت ناپایدار آب می‌تواند برای مدتی اتفاق افتاده و ادامه داشته باشد، اما نیاز است که آب باید به شیوه‌ای مدیریت شود که در درازمدت پایدار باشد. ما باید با شرکت‌های خدمات‌رسان آب، هوشمندتر رفتار کنیم. بدین منظور، ابزارها و فناوری‌های جدید، کارآمد و با هزینه مقرون به صرفه، در دسترس بوده و وجود دارند. کیفیت و پایداری حسگرها به سرعت در حال افزایش بوده و قابلیت اطمینان آن‌ها، مدیریت خودکار فرآیندهای حیاتی را قادر می‌سازد. کنترل برخط و در زمان واقعی، به معنای بهره‌برداری ایمن‌تر و مؤثر است.

ترکیبی از حسگرهای خوب و فناوری‌های جدید تصفیه آب، یک عامل کارآمد برای تصفیه غیرمتمرکز آب است. تصفیه‌خانه‌ها می‌توانند با حداقل حضور نیروی انسانی اداره شوند. در آینده، هزاران حسگر در شرکت‌های خدمات‌رسان آب، تمام پیچیدگی‌های جاری را به روشی مؤثر مدیریت خواهند کرد.

این کتاب، چارچوبی را براساس M-A-D (اندازه‌گیری - تجزیه و تحلیل - تصمیم‌گیری) در اختیار خوانندگان قرار می‌دهد. این امر با ارائه مرور کلی فناوری‌ها و روش‌های پشتیبان، ساماندهی و پیاده‌سازی هوشمند را در یک شرکت خدمات‌رسان آب قادر می‌سازد. کتاب مذکور، مقدمه‌ای از روش‌ها و ابزارها ارائه کرده و چشم‌اندازی از آنچه می‌توان به دست آورد را در اختیار قرار می‌دهد؛ یک جعبه ابزار برای تمام چالش‌های آب مقرر داشته و لذا مطالعه آن برای مدیران، مهندسان، مشاوران، طراحان و محققان شرکت‌های خدمات‌رسان آب ضروری است.

فهرست مطالب کتاب:

- (۱) مقدمه؛
- (۲) رویکرد؛
- (۳) اندازه‌گیری؛
- (۴) تجزیه و تحلیل؛
- (۵) تصمیم؛
- (۶) مطالعات موردی؛
- (۷) روندها؛
- (۸) دیدگاه‌های جدید؛
- (۹) قدم‌های بعدی

این کتاب به صورت رایگان، از لینک زیر قابل دریافت است:

<https://iwaponline.com/ebooks/book/864/Smart-Water-Utilities-Complexity-Made-Simple>

اخبار و فعالیت‌های عمده انجام شده انجمن آب و فاضلاب ایران در سه ماهه آخر سال ۱۴۰۱ به شرح زیر است:

- مشارکت فعال و برپایی غرفه در هجدهمین نمایشگاه بین المللی صنعت آب و فاضلاب (۱۴۰۱/۱۰/۰۹ الی ۱۴۰۱/۱۰/۱۲)
- برگزاری نشست تخصصی با عنوان "تصفیه فاضلاب و بازچرخانی پساب، چالش‌ها و راهکارهای مرتبط در شهرسازی، صنعت و کشاورزی" در حاشیه هجدهمین نمایشگاه بین المللی صنعت آب و فاضلاب (۱۴۰۱/۱۰/۱۰)
- برگزاری نشست تخصصی با عنوان "مدیریت بهینه مصرف آب، چالش‌ها و راهکارها" در حاشیه هجدهمین نمایشگاه بین المللی صنعت آب و فاضلاب (۱۴۰۱/۱۰/۱۱)
- برگزاری بیست و نهمین وبینار تخصصی انجمن آب و فاضلاب ایران توسط آقای دکتر مسعود طاهریون، هیئت علمی دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان با عنوان "بیوراکتورهای غشایی در تصفیه فاضلاب: وضعیت موجود، چالش‌ها و وضعیت موجود" (۱۴۰۱/۱۰/۲۱)
- برگزاری جلسه سیزدهم شورای اجرای کنگره (۱۴۰۱/۱۰/۲۲)
- برگزاری جلسه هفتمین هیئت مدیره انجمن (۱۴۰۱/۱۰/۲۸)
- انتشار خبرنامه شماره ۸۲ انجمن (دی‌ماه ۱۴۰۱)
- مشارکت در برگزاری اجلاس ۱۶۵ کمیته ملی استاندارد آب و آبفا (۱۴۰۱/۱۱/۱۶)
- مشارکت در برگزاری جلسه بررسی بودجه ۱۴۰۲ (۱۴۰۱/۱۱/۱۷)
- برگزاری جلسه چهاردهم شورای اجرایی کنگره (۱۴۰۱/۱۱/۱۸)
- امضای تفاهم‌نامه با دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تهران برای برگزاری همایش سال ۱۴۰۲ (۱۴۰۱/۱۱/۲۶)
- برگزاری مرحله اول سومین دوره المپیاد آب و فاضلاب (۱۴۰۱/۱۱/۲۷)
- برگزاری جلسه هفتمین هیئت مدیره انجمن (۱۴۰۱/۱۱/۲۶)
- انتشار خبرنامه شماره ۸۳ انجمن (بهمن‌ماه ۱۴۰۱)
- برگزاری چهارمین دوره مسابقه ایده برتر (۱۴۰۱/۱۱/۳۰)
- برگزاری مرحله دوم سومین دوره المپیاد آب و فاضلاب (۱۴۰۱/۱۲/۴)
- برگزاری سی‌امین وبینار تخصصی انجمن آب و فاضلاب ایران توسط آقای دکتر یاسر طهماسبی بیرگانی، هیئت علمی دانشگاه جندی شاپور اهواز با عنوان "اثرات تغییر اقلیم بر کیفیت رواناب‌های شهری: از مدل‌سازی تا رویکردهای مدیریتی مبتنی بر توسعه پایدار" (۱۴۰۱/۱۲/۳)
- مشارکت در برگزاری چهار نشست تخصصی اولین دوره جشنواره آب (۲۰، ۲۲ و ۲۳ اسفندماه ۱۴۰۱)
- برگزاری جلسه هفتمین هیئت مدیره انجمن (۱۴۰۱/۱۲/۲۴)
- انتشار خبرنامه شماره ۸۴ انجمن (اسفندماه ۱۴۰۱)
- انتشار شماره ۴، دوره ۷ نشریه علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران (زمستان ۱۴۰۱)



تیمار ۳۰:

- الحبیب الحبیب
- قلوبی ہائی جدید
- استغفار
- علم ہی کتاب
- علم ہی نہ جعفر
- نرسنگان اہلوت

معماران این شماره:

دکتر مسعود تابش
دکتر جمشید یزدی
محمد شاهسوودی
رضا ماشری
حمیدرضا حکیمیان

سخن اول:

سابقه شماره ۶۶
با توجه به موارد مطرح شده، به نظم شما کدام عامل تر و پوشش آب خاکستری تعبیه شده توسط شهرداری برای استفاده در برخی معارف خانگی اهمیت بیشتری دارد؟

الف- هزینه زیرساختهای لازم و تعمیر و نگهداری آن
ب- نگرش افراد و شعارهای اخلاقی مسئولان
ج- نگرش مدیران و تعهدات و عدم مشارکت سایرین

لطفاً نظرات خود را به آدرس ایمیل
 ۲۹۵۵۵۵۵۵@gmail.com بفرستید.
 ۱۳۰۱ ارسال فرمایید در قسمت
 موضوع: سوال مسئله و راه
 کتبه به قدر امکان
 دنیای به یکی از نوشتن
 مشکوک کننده
 می شود.

سخن اول: یکی از چالش‌های جدی کشور در حال حاضر، حفاظت از منابع آب و تامین آب مورد نیاز شهروندان گرامی و پایانهایی مختلفی برای مدیریت منابع - تخصصی آب در شهرهایی که با چالش‌های مواجه هستند، این امر می‌شود یکی از این سیاست‌ها استفاده از منابع آب بکارگرفته شده از استفاده از آب جایگزین مانند آب فاضلابی تصفیه شده در برخی از مصارف خاص خانگی، می‌تواند جایگزین مناسبی برای گاهی کافی مصرف آب شرب شهری باشد. منظور از آب فاضلابی، پساب خروجی ناشی از مصرف آب در ماشین‌آلات، سیستم‌های آبیاری، حمام، آشپزخانه و سایر مصارف، و به‌وسیله‌ها از فاضلات ناشی از تسهیلات بهداشتی می‌باشد. این پساب است که در حدود ۷۰٪ فاضلاتهای خانگی را از آب خاکستری تشکیل می‌دهد. استفاده از این پساب در آب تصفیه، می‌تواند بخشی از مشکلات تامین آب شهرها را در سطح محلی، موفقیت‌بخش بپایان برساند و زیاده‌کار مردم و رفتار آلوده‌کننده را به‌تدریج و پایدار، از بین ببرد. در مصرف خاص خانگی مانند شستن ظرف‌ها و لباسها و آبیاری فضای سبز خانگی است. در این راستا، کمیته‌ای متشکل از اعضای این کمیته فاضلابی پرداخته فاضلابی آب در خطر کمبود آب را، به‌سوی مدیریت پتئوری آب‌های بهداشتی و از جمله منابع آب، گرانگانی‌های بهداشتی، احساسی، حتمی و سلامت قابل درک و تسهیل‌دهنده و عزیمتهای جمعی است.



10

- از انجمن
ریاست هیئت مدیره
تقدیر و
مهر کتاب
مهر سرمد افشار
مهرهای آبرار

100

امام شری

سابقہ شعارد ۶۵
 یا پھر یہ موزوں طرح شاد کلام کہہ کر
 موزوں نمونہ گزاری آب تر کشور را ترست
 می تابد؟
 یا پھر نمونہ گزاری آب بابت سر اسکی آرزو

[illegible]

مسئله اول: تصرف‌گذاری برای قیمت آب یکی از ابزارهای مستقیم و مصرف و تقاضای آب بخصوص در شرایط خشکسالی و کمبود آب است در حال فروش آب و پساب تصفیه شده به مشترکین و صنایع، یکی از منابع مهم درآمد شرکت‌های آب و فاضلاب محسوب می‌شود. در همین راستا شرکت آفای کشور بر اساس زیربنای نام‌شده با وزیران، برنامه‌های آب در سال ۱۴۰۱ را برای مشترکین خشکی با فرمولی ساده برآورد نمود. به‌صورت بلکنی افزایش داد برخی بر این باورند که به‌طور کلی نظام قیمت‌گذاری آب در کشور از استفاده‌ای لازم نیست نمی‌کند. عنوان مقاله باید مانند برخی از کشورها قیمت‌گذاری آب‌های زیرزمینی با آبهایی محلی متفاوت باشد این قیمت آب زیرزمینی به‌توجه به نوع اثرزایی و تلاش برای به‌دور بردن آب زیرزمینی مصرف می‌باشد. قیمت‌گذاری درست آب می‌تواند به اتخاذ تصمیمات درست‌تری برای واکارایی پساب تصفیه شده به بخش خصوصی نیز بیند. عنوان مقاله زمانیکه اثرزایی اقتصادی آب زیرزمینی با توجه به بحثی عدم تغذیه از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ در تهران برای قیمت‌گذاری آب زیرزمینی با توجه به پساب به قیمت ۵ هزار تومان تنظیم می‌شود و جامعه ۱۵ هزار تومان مشترک می‌شود.



31

- شعراؤ
- اخبارِ اجماع
- فتاویٰ ہائے جدید
- استاذِ امام
- معرفی کتاب

مکاران این شماره:

کتر معبود تابش
کتر جعفر یزدی
حمد شاه سوندي
صا معاشري
میدر صا حکیمیان

سخن اول:

۶۷ **مسابقه شماره**
با توجه به افزایش مصارف آب در ماههای
سنگند و قشورین، کدام روش زیر را برای
مدیریت بهتر مصارف آب در این ایام
شهادت می کنید؟

الف- جیره بندی آب
ب- تغییر تعرفه های آب تر ایاه پر مصرف
ج- تامین از منابع جدید مانند پرورش
شیراز از سفره های آب زیر زمینی یا غیره

معلقاً نظرت خود را به آفریس ایمیل
comp.lrwaa@gmail.com تا ۳۱
فروردین ماه ۱۴۰۶ ارسال فرمایید.
موضوع: ایمیل: عنوان سلبقت را
وارد کنید. به قید قرعه خدماتی به یکی از
پستن سلبقت کننده اعطا می شود.

سخن اول:

در سال جاری شاهد نزولات جوی به نسبت خوبی در نقاط مختلف کشور بودیم به شکلی که توانست از افتضارهای کم‌آبی ادکی بکاهد، اما آبارهای خشک و نداشت ارتباط جوی خارج دهانیم؟ نیز خرابی گسترده‌ای برای آبارها در استان ۲۲ درصدی آب ورودی بهرامی تهران در سال آبی جاری ضرورت مدیریت صرف در خانه کشاورزی را جدی کرد. در تاریخ ۱۳۸۷/۱۲/۱۴، ششتره دهانیم، نشان می‌دهد که همچنان مسئله کمبود آب حوضی است و لازم مدیریت صرف آب باقی است در کنار مسئله کمبود منابع آبی، وجود منابع مختلف غیر اعیان و تعمیمات که افزایش جمعیت در تهرانی و حوض و افزایش سطح آب در پهنالای داشته و نیز دستیابی مختلفی بر خیز خزانگی، موجب شده تا مصرف بیشتر آب از افزایش پهنالای وجود این منابع لازم در هر جامعه‌ای است. اما کاهش فرهنگ‌های غلط می‌تواند به کاهش صرفه آبی این شرایط بسیار کمک کند. عدم توجه به مصرف آب در مراکز عمومی نظیر مراکز آموزشی که بهانه‌ای برای پرداخت نیست، می‌تواند یکی از فرهنگ‌های اشتباه باشد که در شرایط وجود صرف افزایش چشمگیری می‌پراختد می‌تواند از برای شنستن حیطات و باکن به جای بارو یکی از منابعی در اشتباه در خانه یکی است از لازم است همه شهروندان نسبت به فرهنگ صرف آب و کاهش فرهنگ اشتباه ابریزند به‌روزی تا نشر آبی پدید آید.

بهاره پیرزاده، نماینده انجمن در دانشگاه سیستان و بلوچستان دکتر بهاره پیرزاده از سال ۱۳۹۲ به عنوان عضو هیئت علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه سیستان و بلوچستان مشغول به فعالیت شد. ایشان دکتری خود در رشته مهندسی عمران-آب در سال ۱۳۹۲ از دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی دریافت کرد. وی تاکنون راهنمایی و مشاوره بیش از ۳۰ پایان نامه کارشناسی ارشد را انجام داده و موفق به انتشار بیش از ۴۵ مقاله در مجلات و کنفرانس های معتبر و نیز دو طرح پژوهشی با شرکت های آب منطقه ای و آب و فاضلاب استان سیستان و بلوچستان شده است. هم چنین از بین بیش از ۲۰۰ طرح ارسالی به کارگروه تخصصی حوزه آب، خشکسالی، فرسایش و محیط زیست معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری در سال ۱۳۹۹، رساله دانشجوی دکتری ایشان با عنوان "بهینه سازی پمپاژ فاضلاب بر شرایط جریان متغیر با استفاده از مدل های ترکیبی" در جمع ۲۳ طرح برگزیده بوده که تحت حمایت مالی آن کارگروه قرار گرفت.	
ذبیح اله یوسفی، نماینده انجمن در دانشگاه علوم پزشکی مازندران دکتر ذبیح اله یوسفی، استاد تمام گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی مازندران است و ۳۲ سال سابقه فعالیت آموزشی، پژوهشی و مشاوره ای و خدمات حرفه ای دارد. دکترای مهندسی بهداشت محیط را از دانشگاه علوم پزشکی تهران دریافت کرد و دوره تکمیلی PhD خود را در سال ۲۰۰۰ میلادی در دانشگاه Hawkesbury Campus Western Sydney University به مدت ۶ ماه طی نموده است. سابقه فعالیت اجرائی ایشان یک دوره ریاست دانشکده و دو دوره معاونت آموزشی دانشکده و چندین دوره مدیریت گروه مهندسی بهداشت محیط است. مدیرعاملی شرکت مهندسی مشاور، بنیانگذاری مرکز تحقیقات بهداشت محیط، مشارکت در پایه گذاری و راه اندازی آزمایشگاه های متعدد دانشکده بهداشت (شیمی و میکروبیولوژی محیط و آزمایشگاه هیدرولیک) از دیگر فعالیت های ایشان است. دکتر یوسفی عضو هیئت ممکنه و ارزشیابی وزارت بهداشت در رشته بهداشت محیط در چندین دوره بوده است. نامبرده دبیر ششمین همایش کشوری بهداشت محیط و عضو هیئت تحریریه در چندین مجله فارسی و انگلیسی بوده و تاکنون حدود ۱۲۰ مقاله در مجلات علمی بین المللی و کشوری و ۳۰ مقاله در همایش های بین المللی و ۷۰ مقاله در همایش های داخلی ارائه کرده است. دکتر یوسفی در طراحی تصفیه خانه های فاضلاب مسکونی و صنعتی و شهری و بیمارستانی و سپتاز عملا در قالب مهندسین مشاور و یا قرارداد دانشگاهی به عنوان طراح و ناظر فعالیت داشته است. چندین سال مسئولیت شعب انجمن علمی بهداشت محیط کشور و مازندران را در کارنامه تشکیلاتی خود دارد. در حوزه دانشگاه مدرس دروس طراحی تصفیه خانه فاضلاب، شبکه فاضلاب، تصفیه فاضلاب و تصفیه و مدیریت فاضلاب صنعتی، آزمایشگاه هیدرولیک، آزمایشگاه میکروبیولوژی آب و فاضلاب، بیوتکنولوژی بهداشت محیط، سیستم های تصفیه طبیعی فاضلاب و بهره برداری و نگهداری از تاسیسات شبکه و تصفیه آب و فاضلاب و لجن تصفیه خانه ها بوده و بیش از ۱۰ کتاب در زمینه های مرتبط منتشر کرده است.	

شرکت مهندسين مشاور آبساران

شرکت مهندسين مشاور آبساران با تجربه بيش از ۳۵ سال و تخصص مطالعات و نظارت بر پروژه‌ها در حوزه تاسيسات آب و فاضلاب، سدسازی، شبکه‌های آبیاری و زهکشی، حفاظت و مهندسی رودخانه، نقشه‌برداری، شهرسازی، محیط‌زیست، بندرسازی و سازه‌های دریایی، راه‌سازی و کشاورزی و منابع طبیعی با هدف ارائه خدمات با کیفیت در صنعت آب متعهد به رعایت الزامات کارفرمایان دولتی و خصوصی مطابق با آیین‌نامه‌ها، استانداردها و موازین حقوقی بوده است. این شرکت دانش، صنعت و مهارت‌های خلاقانه حل مسئله را برای کمک به برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت پروژه‌های آب و فاضلاب ارائه می‌دهد و هم‌چنین با تکیه بر توان تخصصی کارکنان خود متعهد به حفظ اثربخشی سیستم مدیریت کیفیت بر مبنای استانداردهای روز دنیا است. مهندسين مشاور آبساران با استفاده از آخرین دستاوردهای علمی موجود و با استفاده از متدولوژی‌های نوین مطالعاتی و پیشرفته‌ترین نرم‌افزارهای مهندسی توانایی فعالیت در کلیه عرصه‌های صنعت آب و دیگر امور عمرانی کشور ایران را دارا بوده و هم اکنون عهده‌دار مطالعه و طراحی چندین پروژه حساس کشور از جمله طرح‌های توسعه منابع آب مرزی با کشورهای همسایه ایران است.



شرکت فناور ایمن لوتوس

امروزه دسترسی و تامین آب سالم و بهداشتی به‌عنوان مایع حیات و یکی از مهم‌ترین ارکان ثبات در یک جامعه از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. در این میان با ارتقای معیارهای بهداشتی در تولید و عرضه آب آشامیدنی و کاهش منابع آبی در سال‌های اخیر، تولید آب به روش‌های جدید نظیر استفاده از فرآیند اسمز معکوس و فرآیندهای حرارتی جایگزین روش‌های مرسوم تولید آب شده که مستلزم افزایش سطح و توان علمی متخصصین این حوزه چه در راستای بهبود فرآیندهای نام برده شده در بالا و چه در حوزه ارتقای کمی و کیفی مواد شیمیایی مصرفی در واحدهای مذکور است. یکی از اصلی‌ترین مواد کاربردی در صنایع تصفیه آب، مواد ممانعت‌کننده از تشکیل رسوب (Antiscalant) بوده که با توجه به تنوع املاح موجود در آب‌های مناطق مختلف و پیچیدگی‌های عملیاتی فرآیندهای گوناگون تصفیه آب، به‌عنوان گلوگاهی در مسیر عملکرد پایدار واحدهای تصفیه آب و در نتیجه ثبات عرضه آب به مصرف‌کنندگان به‌شمار می‌آید. آنتی‌اسکالانت‌های امروزی با استفاده از بنیان‌های بازدارنده رسوب (عمدتاً بر پایه مواد فسفوناتی) و بنیان‌های پراکنده‌کننده رسوبات (عمدتاً از گروه مواد پلیمری) با تغییر در روند هسته‌زایی رسوبات احتمالی، از تشکیل رسوب جلوگیری به‌عمل آورده و عملکرد پایدار واحد غشایی/حرارتی را به‌همراه خواهد داشت. در این میان، افزایش قیمت مواد شیمیایی به‌دلیل افزایش قیمت ارز از یک سو و عدم دسترسی به محصولات باکیفیت وارداتی به‌دلیل تحریم‌های بین‌المللی از سوی دیگر، فشاری مضاعفی را به واحدهای تولیدکننده آب شرب در مسیر تولید پایدار وارد آورده است. محصولات آنتی‌اسکالانت با برند (ULTRACIDE) تولید شده در شرکت فناور ایمن لوتوس به‌عنوان تنها تولیدکننده ایرانی مواد آنتی‌اسکالانت عضو رسمی انجمن آب شیرین‌کن ایران و انجمن آب و فاضلاب ایران، از مواد اولیه ایرانی با کیفیت عالی فرموله شده که با بهره‌گیری از سرمایه انسانی توانمند و برخورداری از ظرفیت‌های بالای تولیدی خود، می‌تواند جایگزینی مناسب و مقرون به‌صرفه برای انواع محصولات خارجی نام‌آشنا در بازار ایران باشد. تیم تحقیق و توسعه شرکت فناور ایمن لوتوس که متشکل از فارغ‌التحصیلان برتر دانشگاه‌های تراز اول کشور است با اتکا به تجارب پیشین بزرگان صنعت تصفیه آب و فاضلاب کشور و ترکیب آن با علم روز دنیا، توانسته است نسبت به فرمولاسیون و تولید تخصصی محصولات آنتی‌اسکالانت اقدام و نظر مصرف‌کنندگان معتبر داخلی را جلب نماید. آنتی‌اسکالانت‌های فرموله شده در این شرکت براساس آزمون‌های معتبر بین‌المللی نظیر GB/T 16632 و NACE TM-0374 مورد ارزیابی عملکردی قرار گرفته و براساس مشخصات آب ورودی به هر واحد صنعتی و نیاز مشتریان تغییرات لازم در محصول اعمال می‌شود. آزمایشگاه مرکزی این مجموعه با برخورداری از توان بالای فنی و اخذ گواهینامه‌های بین‌المللی، اصلی‌ترین پارامترهای تاثیرگذار بر تشکیل انواع رسوبات را بررسی نموده و متناسب با میزان و اهمیت املاح موجود در آب و با ارتباط نزدیک با مسئولین واحد مورد ارزیابی، فرمولاسیون اختصاصی و محصول نهایی با راندمان بازدارندگی بالا را عرضه می‌نماید. به‌عنوان سخن پایانی، تولید آنتی‌اسکالانت آن هم بر بنیان دانش، تخصص شرکت فناور ایمن لوتوس بوده و این شرکت آماده همکاری با تمامی واحدهای صنعتی آب شیرین‌کن در سرتاسر کشور است.



ردیف	رویداد	موضوع (ارائه دهنده)	لینک آپارات
۱	وبینارهای تخصصی انجمن آب و فاضلاب ایران	ویروس کرونا در صنعت آب و فاضلاب (دکتر عبدالله رشیدی)	https://www.aparat.com/v/hevFM?playlist=28325845
		راه کارهای بهبود کیفیت پساب برکه‌های تثبیت فاضلاب (دکتر حسین ساسانی)	https://www.aparat.com/v/Antvj?playlist=28327448
		مروری بر ظرفیت‌های ارتقای پژوهش و نوآوری در حوزه آب کشور (دکتر مجتبی شفیعی)	https://www.aparat.com/v/Pob7C?playlist=29641530
		نشت‌یابی در شبکه‌های آبرسانی (دکتر محمدرضا جلیلی قاضی‌زاده)	https://www.aparat.com/v/Uf3N5?playlist=28368237
		مدیریت شورابه‌های ناشی از سامانه‌های نمک‌زدایی با تاکید بر فناوری‌های ZLD (دکتر عباس اکبرزاده)	https://www.aparat.com/v/4QcMo?playlist=30860968
		چالش‌های روش‌های جایگزین برای بهبود و مدیریت کیفیت آب (دکتر مسعود یونسین، مهندس سلیمه رضایی‌نیا و دکتر محمدرضا جلیلی قاضی‌زاده)	https://www.aparat.com/v/mTSiK?playlist=737673
		ارزیابی عملکرد مدل‌های متابولیسم آب شهری قابلیت‌ها و محدودیت‌ها (دکتر کوروش بهزادیان)	https://www.aparat.com/v/DtoQY?playlist=33226803
		سواد آبی در جوامع شهری (دکتر شروین جمشیدی)	https://www.aparat.com/v/FPtCY?playlist=34242002
		تأثیرات شرایط اقلیمی بر روی ظرفیت شبکه‌ها و شکست (دکتر احسان روشنی)	https://www.aparat.com/v/5c7Ph?playlist=35313047
		ارزیابی اثرات محیط‌زیستی پروژه‌های آب و فاضلاب با رویکرد چرخه حیات (LCA) (مهندس هانیه صفرپور)	https://www.aparat.com/v/W8P7J?playlist=35547113
		کاربردهای اقتصاد چرخشی در صنعت آب و فاضلاب (دکتر سیدحسین سجادی فر)	https://www.aparat.com/v/y1euk?playlist=36262652
		توسعه و بهره‌برداری از شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب با رویکرد تمرکززدایی (دکتر علی حقیقی)	https://www.aparat.com/v/36WoO?playlist=37676753
		نقشه‌راه برای ارتقای شبکه‌های آبرسانی موجود به هوشمند (دکتر محمدرضا جلیلی قاضی‌زاده)	https://www.aparat.com/v/f8dyx?playlist=37677090
		مبانی نظری تحلیل هیدرولیکی مبتنی بر فشار شبکه‌های توزیع آب (دکتر مسعود تابش)	https://www.aparat.com/v/RPkeb?playlist=38227690
		آشنایی با تکنیک PCR در تحقیقات محیط‌زیست و بهداشت محیط (دکتر رحیم عالی)	https://www.aparat.com/v/mbNDM?playlist=39035474
		بررسی ۲۵,۰۰۰ مقاله محیط‌زیست برای یافتن داغترین موضوعات تحقیقاتی (دکتر علیرضا بازارگان)	https://www.aparat.com/v/hwC9l?playlist=39248099
		توسعه مدل روندیابی مقیاس قاره‌ای میزوروت به منظور لحاظ دریاچه‌ها و مخازن (دکتر شروان قراری)	https://www.aparat.com/v/6Ewy5?playlist=39248537
		مروری بر وضعیت و تجارب تصفیه آب و فاضلاب در ژاپن (دکتر یحیی محزون)	https://www.aparat.com/v/epxDt
		سیستم‌های آبی پایدار و تاب‌آور (دکتر راضیه فرمانی)	https://www.aparat.com/v/EaeTg
		ارزیابی و بهینه‌سازی انرژی در سیستم‌های توزیع آب (دکتر سعید هاشمی)	https://www.aparat.com/v/3sxtT?playlist=737673
		بازچرخانی و مدیریت کیفی زهاب‌های کشاورزی (دکتر بهمن یارقلی)	https://www.aparat.com/v/Fcvyw?playlist=737673
		"بازچرخانی آب‌های خاکستری در ساختمان‌های بلندمرتبه و مجموعه‌های مسکونی جدید" در قالب مباحث الزامی جهت ساخت مسکن (دکتر عباس اکبرزاده و همکاران)	https://www.aparat.com/v/IFHhK?playlist=737673
		مقدمه‌ای بر یادگیری ماشین برای کاربردهای مهندسی آب شهری (دکتر سیدامیر هوشنگ آیتی)	https://www.aparat.com/v/D7BvT?playlist=737673
		طراحی پایدار زیرساخت‌های دفع آب سطحی و فاضلاب شهری به کمک بهینه‌سازی چند هدفه و سیستم‌های کمک	https://www.aparat.com/v/D7BvT

	تصمیم‌گیری (دکتر امین ابراهیم بخشی پور)	
https://www.aparat.com/v/rKPvH/	چالش‌های مدل‌سازی در بهره‌برداری بهینه و هوشمند از شبکه‌های توزیع آب (دکتر مهدی دینی)	
https://www.aparat.com/v/jTbgx/	مدلسازی سیلاب و زهکشی شهری- اهمیت و رویکردها و مقدمه‌ای بر مدل TU-FLOW و کاربردهای آن (دکتر حامد توکلی‌فر، دکتر دانکن کیتس)	
https://www.aparat.com/v/Nig5q/	کاربرد متدولوژی ارزش برای بهبود پروژه‌های بزرگ آب و آبفا (دکتر کامران امامی)	
https://www.aparat.com/v/AxQw3	آلودگی منابع آب و خاک به آرسنیک و روش‌های پالایش آن (دکتر بهمن یارقلی)	
https://www.aparat.com/v/kdcZC	مدل‌های داده‌محور و برخط پیش‌بینی سیلاب در سیستم‌های جمع‌آوری آب باران شهری (مهندس فرزاد پیاده)	
https://www.aparat.com/v/cQevG	پیل سوختی میکروبی به‌عنوان یک راه‌حل پایدار برای تصفیه فاضلاب: از تحقیق تا کاربرد (دکتر علیرضا ولی پور مرندي)	
https://www.aparat.com/v/zNPCU	بیوراکتورهای غشایی در تصفیه فاضلاب: وضعیت موجود، چالش‌ها و فرصت‌های پیش‌رو (دکتر مسعود طاهریون)	
https://www.aparat.com/v/6OhwE?playlist=31020035	سامانه‌های فاضلاب، اپیدمی‌ها و بیماری‌های نوظهور	
https://www.aparat.com/v/IXWfd?playlist=31174320	تاب‌آوری شبکه‌های آب و فاضلاب	
https://www.aparat.com/v/7JxVU?playlist=35531526	هوشمندسازی و نوآوری در سامانه‌های آب و فاضلاب	
https://www.aparat.com/v/lSgM7?playlist=31219788	بازنگری شاخص و استاندارد کیفیت منابع آب ایران	
https://www.aparat.com/v/tn4E9?playlist=32316111	چالش‌های تعیین الگوی مصرف آب	
https://www.aparat.com/v/DZzYX?playlist=879646	تاب‌آوری زیرساخت‌های آب و فاضلاب در شرایط بحران به ویژه سیلاب	
https://www.aparat.com/v/t1iaZ?playlist=33416246	استفاده از آب خاکستری در محیط‌های شهری	
https://www.aparat.com/v/o1gel?playlist=36877054	چالش‌ها، راهبردها و انتظارات از وزیر آبی نیرو در حوزه آب	
https://www.aparat.com/v/LxjEw?playlist=879646	نقش اقتصاد در مدیریت مصرف آب	
https://www.aparat.com/v/s3lwQ?playlist=879646	کاهش تلفات واقعی	
https://www.aparat.com/v/nBNj5?playlist=879646	تلفات ظاهری آب	
https://www.aparat.com/v/PO35T?playlist=879646	مدیریت مصرف آب	
https://www.aparat.com/v/BFhCa?playlist=879646	رویکردهای برنامه ایمنی آب	
https://www.aparat.com/v/xyr2O?playlist=879646	نمک‌زدایی آب‌های شور و بازیافت آب به‌عنوان منابع راهبردی در مقابله با تنش آبی کشور	
https://www.aparat.com/v/dVKvu?playlist=879646	مدیریت مصرف آب و سازگاری با کم آبی	
https://www.aparat.com/v/hEXdv?playlist=879646	مدیریت تعارضات آب و بازتعریف مسئله زاینده‌رود	
https://www.aparat.com/v/Ax3cG?playlist=879646	دستاوردها و چالش‌های استفاده از آب‌های نامتعارف	
https://www.aparat.com/v/xyr2O	نشست تخصصی نمک‌زدایی آب‌های شور و بازیافت آب به‌عنوان منابع راهبردی در مقابله با تنش آبی کشور	
https://www.aparat.com/v/BFhCa	نشست تخصصی رویکردهای برنامه ایمنی آب	
https://www.aparat.com/v/LxjEw	نشست تخصصی نقش اقتصاد در مدیریت مصرف آب	
https://www.aparat.com/v/Lzf1g	نشست تخصصی چالش‌های انتقال آب دریا به فلات مرکزی	
https://www.aparat.com/v/B5Lle	نشست تخصصی تاب‌آوری سامانه‌های آب و فاضلاب، با نگاه به تجربه همدان و شهرکرد	
https://www.aparat.com/v/41JAS	نشست تخصصی چالش‌های استفاده دوباره از پساب‌های شهری در صنعت و فضای سبز	
	نشست‌های تخصصی انجمن آب و فاضلاب ایران	۲

اولین کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران (۱۳۹۵)	۳	در حال بارگزاری
اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب (۱۳۹۶)	۴	https://www.aparat.com/playlist/1622857
دومین کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران و دومین همایش ملی عرضه و تقاضای آب شرب و بهداشتی (۱۳۹۷)	۵	https://www.aparat.com/playlist/1305526
دومین همایش ملی مدیریت مصرف آب با رویکرد کاهش هدررفت و بازیافت (۱۳۹۸)	۶	https://www.aparat.com/v/SHiuG?playlist=943170
سومین کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران (۱۳۹۹)	۷	https://www.aparat.com/v/V7BNT?playlist=878354
مراسم افتتاحیه	اولین همایش ملی مدیریت کیفیت آب و سومین همایش ملی مدیریت مصرف آب (۱۴۰۰)	https://www.aparat.com/v/FWHLm
کلینیک صنعت- محور شبکه‌های توزیع آب و کاهش هدررفت		https://www.aparat.com/v/5c82a
کلینیک صنعت- محور بازیافت آب		https://www.aparat.com/v/KnEdF
کلینیک صنعت- محور کیفیت آب		https://www.aparat.com/v/A5wkz
نشست تخصصی نمک‌زدایی آبهای شور و بازیافت آب بعنوان منابع راهبردی در مقابله با تنش آبی کشور		https://www.aparat.com/v/xyr2O
نشست تخصصی رویکردهای برنامه ایمنی آب		https://www.aparat.com/v/BFhCa
نشست تخصصی نقش اقتصاد در مدیریت مصرف آب		https://www.aparat.com/v/LxjEw
مراسم اختتامیه		https://www.aparat.com/v/OgGXj
مراسم افتتاحیه	چهارمین کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران (۱۴۰۱)	https://www.aparat.com/v/OB57I
کلینیک صنعت- محور کیفیت آب		https://www.aparat.com/v/16VTE
کلینیک صنعت- محور شبکه‌های توزیع و هدررفت آب		https://www.aparat.com/v/PupUv
کلینیک صنعت- محور بازیافت آب و تصفیه فاضلاب		https://www.aparat.com/v/hr8Qs
نشست تخصصی چالش‌های انتقال آب دریا به فلات مرکزی		https://www.aparat.com/v/Lzf1g
نشست تخصصی تاب‌آوری سامانه‌های آب و فاضلاب، با نگاه به تجربه همدان و شهرکرد		https://www.aparat.com/v/B5Lle
نشست تخصصی چالش‌های استفاده دوباره از پساب‌های شهری در صنعت و فضای سبز		https://www.aparat.com/v/41JAS
مراسم اختتامیه		https://www.aparat.com/v/nRdX3
پیام آقای مهندس محمودیان		https://www.aparat.com/v/kIHYq
کارگاه ایمنی آب		https://www.aparat.com/v/Uaun9

کنفرانس‌های داخلی

عنوان کنفرانس	برگزارکنندگان	محل برگزاری	تاریخ برگزاری	سایت کنفرانس
سیزدهمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران	دانشگاه علم و صنعت	تهران	۱۹ تا ۲۱ اردیبهشت ۱۴۰۲	https://13icce.ir/fa/
دومین همایش ملی مدیریت کیفیت آب و چهارمین همایش ملی مدیریت مصرف آب با رویکرد کاهش هدررفت و بازیافت	انجمن آب و فاضلاب ایران – دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تهران	تهران	۷ تا ۹ آذرماه ۱۴۰۲	https://iwwa-conf.ir

کنفرانس‌های خارجی

عنوان کنفرانس	محل برگزاری	تاریخ برگزاری	سایت کنفرانس
Caribbean Regional Conference – Water Loss 2023	Port of Spain, Trinidad And Tobago	21 – 23 March 2023	https://mpu.gov.tt/crwlc2023/
4th International Symposium on Outfall Systems	Buenos Aires, Argentina	27 – 29 March 2023	https://www.cofes.org.ar/isos2023/
WEF/IWA Residuals and Biosolids Conference 2023	Charlotte, USA	16 – 19 May 2023	https://www.wef.org/ResidualsBiosolids
2023 World Environmental & Water Resources Congress	Henderson, Nevada, USA	21 – 24 May 2023	https://www.ewricongress.org/
LET2023 – The 18th IWA Leading Edge Conference on Water and Wastewater Technologies	Daegu, South Korea	28 May – 2 June 2023	http://iwa-let.org/
21st International Symposium on Health-Related Water Microbiology	Darwin, Australia	4 – 9 June 2023	https://hrwm-watermicro.com/
WEF/IWA Innovations in Process Engineering: Sustainable Water Resource Recovery	Portland, Oregon, USA	6 – 9 June 2023	https://www.wef.org/processengineering
6th IWA International Conference on Eco-Technologies for Wastewater Treatment	Girona, Spain	26 – 29 June 2023	https://www.ecostp2023.org/index.php
The 10th International Water Association (IWA) Membrane Technology Conference & Exhibition for Water and Wastewater Treatment and Reuse	St. Louis, Missouri, USA	23 – 26 July 2023	https://mtc2023.wustl.edu/
10th IWA Microbial Ecology and Water Engineering Specialist Conference	Brisbane, Australia	10 – 14 September 2023	http://www.mewe23.com/
11th IWA Efficient Urban Water Management Conference 2023	Bordeaux, France	13 – 15 September 2023	https://efficient2023.org/
IWA Aspire Conference & Exhibition 2023	Kaohsiung, Chinese Taipei	22 – 26 October 2023	https://www.iwaaspire2023.org/
IWA Regional Conference on Water Reuse in Water Scarce Countries	Antalya, Turkey	29 October – 2 November 2023	https://iwa-network.org/events/iwa-regional-conference-on-water-reuse-in-water-scarce-countries/
5th IWA Resource Recovery Conference	Shenzhen, China	1 – 4 November 2023	http://www.iwarr2023.com/
8th International Water Association Specialist Conference on Natural Organic Matter (NOM8) and the IWA Particle Separation Conference	Boksburg, South Africa	3 – 8 December 2023	https://iwa-network.org/events/8th-international-water-association-specialist-conference-on-natural-organic-matter-nom8-and-the-iwa-particle-separation-conference/
Specialised Conference on Water and Wastewater Management With Special interest to Developing Countries	Perth, Australia	3 – 8 December 2023	https://www.wwdc2023.com/

	 گروه سینا شرکت مهندسی و ساخت بویلر و تجهیزات مپنا	 HANYCO
 شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان	آبساران مهندسين مشاور Absaran Consulting Engineers www.absaran-co.ir 	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور  شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان شرقی
 مهندس برق و الکترونیک RADAB	 شرکت فناوری ایمن لوتوس	AZAR SIMAB Private Joint Stock Co. 
 شرکت آب و فاضلاب شهرداری تهران	 ABSUN ZOLAL SUSTAINABLE & CREATIVE SOLUTIONS	مهندسين مشاور آبـران 
 شرکت آب و فاضلاب استان قزوین	شرکت آب و فاضلاب استان یزد Yazd Water and Wastewater Co. www.AbfaYazd.ir 	 شرکت مدیریت راهبردی ابنیه مهندسی (مرام)
 شرکت آب و فاضلاب شیراز	 مهندس مشاور پارس آب	
 شرکت آب و فاضلاب فارس	وزارت نیرو شرکت مدیریت منابع آب ایران شرکت سهامی آب منطقه ای فارس 	 شرکت آب و فاضلاب جنوب غربی استان تهران
 مهندسین مشاور پارس فرا استان تهران	شرکت آب و فاضلاب استان تهران Tehran Province Water & Wastewater 	فرا استان 
 شرکت آب و فاضلاب استان کردستان	مهندسین مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب 	 تصفیه پارس

	 Mobarakeh Steel Co.	
	 Water and Wastewater Company District 2 of Tehran	 GHODS NIROOM ENGINEERING CO.
	 www.abfamarkazi.ir	 ZOLAL IRAN Co.
	 BOLANDA Automatic faucets	 مهندسان مشاور آب، فاضلاب و محیط زیست
	 Hamoon Pipe Line Development Company Hapico	 APDA Abtin Pars Sیمان Pashir vadanana
		 POD Persia Optimized Designing شرکت بهینه طراحی پرشیا
		 Paya Pooshesh Ahoura
 Nika International Inspection Services	 پادیاب تجهیز	 Nika International Inspection Services
 آویژه پالایش water and water waste treatment	 آینه	 مهندسین مشاور آینه
 شرکت مهندسين مشاور ساز آب آنديش	 شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان شرقی	 شرکت سامی آب منطقه ای استان قم
 شرکت آب و فاضلاب قم	 شرکت آب و فاضلاب قم	 شرکت آب و فاضلاب قم

از علاقه‌مندان به حوزه‌های مرتبط با علوم و صنعت آب و فاضلاب دعوت می‌شود تا برای شروع فرآیند عضویت خود در انجمن آب و فاضلاب ایران، از طریق لینک <http://irwwa.ir>، به سایت انجمن مراجعه و با ایجاد حساب کاربری در سایت، اقدام به دریافت نام کاربری و رمز ورود اقدام کنند. سپس وارد حساب کاربری خود شده و پنجره عضویت را از نوار بالای صفحه انتخاب نموده و ضمن تکمیل فرم عضویت حقیقی، مدارک درخواستی را بارگزاری نمایند. مراحل پرداخت حق عضویت و اعطای شماره عضویت پس از ارسال ایمیل تأییدیه از سوی انجمن، شروع خواهد شد.

حق عضویت اعضای حقیقی

نوع	مبلغ (ریال)
حق عضویت با تاخیر سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۱ (به ازای هر سال)	۷۵۰۰۰۰
حق عضویت دو ساله (۱۴۰۲ - ۱۴۰۳)	۲۳۰۰۰۰۰
حق عضویت چهار ساله (۱۴۰۲ - ۱۴۰۵)	۳۷۵۰۰۰۰
حق عضویت دو ساله دانشجویی (۱۴۰۲ - ۱۴۰۳)	۱۵۰۰۰۰۰
عضویت دائمی	۱۳۰۰۰۰۰۰

هزینه چاپ آگهی در نشریات انجمن

نوع	مبلغ (ریال)
۱ صفحه در یک شماره	۱۲۵۰۰۰۰۰
۲ صفحه در یک شماره	۲۵۰۰۰۰۰۰
۱ صفحه در چهار شماره پیاپی*	۵۰۰۰۰۰۰۰
۲ صفحه در چهار شماره پیاپی*	۸۰۰۰۰۰۰۰

* شامل یک‌سال عضویت حقوقی انجمن

شماره حساب: ۱۳۵۷۲۰۶۲۳

شماره شبا: IR9301800000000000135720623

شماره کارت مجازی: ۵۸۵۹-۸۳۷۰-۰۹۹۰-۳۱۰۱

بانک تجارت شعبه دانشگاه (کد ۱۸۶) به نام انجمن آب و فاضلاب ایران
لطفا اسکن فیش واریزی را به ایمیل انجمن (info@irwwa.ir) ارسال فرمایید.

جدول مزایای اعضای حقوقی طرح جدید

الماسی (سالانه ۱۰ میلیون تومان)	طلایی (سالانه ۶ میلیون تومان)	نقره‌ای (سالانه ۴ میلیون تومان)	برنزی (سالانه ۳ میلیون تومان)	سطح عضویت (مبلغ پرداختی) مزایای عضویت
سالانه ۹ میلیون تومان	سالانه ۵ میلیون تومان	سالانه ۳ میلیون تومان	سالانه ۲ میلیون تومان	دریافت اعتبار یک‌ساله (نحوه استفاده از اعتبار دریافتی، در ذیل جدول شرح داده می‌شود)
*	*	*	*	درج لوگوی شرکت در نشریه علوم و مهندسی آب و فاضلاب و خبرنامه و سایت انجمن (با مشخص بودن سطح عضویت) در مدت زمان عضویت
*	*	*	*	دریافت اشتراک یک ساله نشریه علوم و مهندسی آب و فاضلاب به صورت رایگان (۴ شماره) در مدت زمان عضویت
*	*	*	*	درج رایگان آگهی نیم صفحه (با متن دلخواه) در یک شماره نشریه علوم و مهندسی آب و فاضلاب در مدت زمان عضویت

*	*		ارائه ۵۰٪ تخفیف در اجاره غرفه نمایشگاهی همزمان با کنفرانس‌های سالانه انجمن در مدت زمان عضویت (در صورت داشتن اعتبار، مبلغ اجاره غرفه از اعتبار کسر خواهد شد)
*	*		امکان انتقال نیمی از اعتبار باقیمانده به سال آینده (در صورت تمدید عضویت)
*			امکان برگزاری کارگاه و وبینار کاربردی (براساس پروژه‌ها و عملکرد محصولات و ...) مشترک با انجمن (پس از ارائه پروپوزال و انجام هماهنگی‌های لازم) در مدت زمان عضویت
*	*	*	دریافت گواهی عضویت دوزبانه
*	*	*	دریافت پرچم رومیزی انجمن آب و فاضلاب ایران

- اعضای محترم حقوقی / حامیان انجمن، می‌توانند از **اعتبار خود** در یک یا چند مورد از موارد زیر استفاده کنند:
- درج آگهی در نشریه علوم و مهندسی آب و فاضلاب (تمام صفحه، معادل ۲ میلیون تومان اعتبار و نیم صفحه معادل ۱ میلیون تومان اعتبار)؛
 - استفاده از کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی (متناسب با هزینه کارگاه و تعداد شرکت‌کنندگان معرفی‌شده از سوی شرکت از اعتبار کسر می‌شود)؛
 - شرکت در همایش‌های انجمن (متناسب با هزینه شرکت در همایش و تعداد شرکت‌کنندگان معرفی‌شده از سوی شرکت از اعتبار کسر می‌شود)؛
 - امکان اجاره غرفه نمایشگاهی که هم‌زمان با همایش‌های انجمن برگزار می‌شوند (متناسب با متراژ غرفه از اعتبار کسر می‌شود)؛
 - صدور گواهی شرکت در وبینار (صدور هر گواهی برای شرکت‌کنندگان معرفی‌شده از سوی شرکت معادل ۵۰ هزار تومان اعتبار است)؛
- * لازم به ذکر است که پس از اتمام اعتبار، اعضای محترم حقوقی کماکان می‌توانند مطابق با روال گذشته، از تخفیفات و مزایای عضویت به‌شرح زیر بهره‌مند شوند.

مزایای عضویت در انجمن آب و فاضلاب ایران

سطح عضویت				مزایای عضویت
الماسی	طلایی	نقره‌ای	برنزی	
٪۲۰	٪۱۵	٪۱۰	٪۵	تخفیف شرکت در کنفرانس‌های انجمن
٪۲۰	٪۱۵	٪۱۰	٪۵	تخفیف شرکت در نمایشگاه‌های انجمن
٪۲۰	٪۱۵	٪۱۰	٪۵	تخفیف شرکت در دوره‌های آموزشی انجمن
٪۲۰	٪۱۵	٪۱۰	٪۵	تخفیف شرکت در کارگاه‌ها و بازدیدهای انجمن
٪۲۰	٪۱۵	٪۱۰	٪۵	تخفیف چاپ مقالات در مجلات انجمن
٪۲۰	٪۲۰	٪۲۰	٪۲۰	تخفیف چاپ آگهی در مجلات انجمن

جدول مزایای حامیان (طرح جدید)

سطح حمایت (مبلغ پرداختی)	برنزی (سالانه ۵ میلیون تومان)	نقره‌ای (سالانه ۱۰ میلیون تومان)	طلایی (سالانه ۱۵ میلیون تومان)	الماسی (سالانه ۲۰ میلیون تومان)
مزایای حمایت				
دریافت اعتبار یک‌ساله (نحوه استفاده از اعتبار دریافتی، در صفحه قبل شرح داده شد)	سالانه ۲/۵ میلیون تومان	سالانه ۵ میلیون تومان	سالانه ۷/۵ میلیون تومان	سالانه ۱۰ میلیون تومان
درج لوگوی شرکت در نشریه علوم و مهندسی آب و فاضلاب و خبرنامه و سایت انجمن (با مشخص بودن سطح حمایت) به مدت یک سال	*	*	*	*
دریافت اشتراک یک ساله نشریه علوم و مهندسی آب و فاضلاب به صورت رایگان (۴ شماره) به مدت یک سال	*	*	*	*
درج رایگان آگهی نیم صفحه (با متن دلخواه) در یک شماره نشریه علوم و مهندسی آب و فاضلاب	*	*	*	*
ارائه ۵۰٪ تخفیف در اجاره غرفه نمایشگاهی هم‌زمان با کنفرانس‌های سالانه انجمن (در صورت داشتن اعتبار، مبلغ اجاره غرفه از اعتبار کسر خواهد شد)	*	*	*	*
امکان انتقال نیمی از اعتبار باقیمانده به سال آینده (در صورت تمدید حمایت)	*	*	*	*
امکان برگزاری کارگاه و وبینار کاربردی (براساس پروژه ها و عملکرد محصولات و ...) مشترک با انجمن (پس از ارائه پروپوزال و انجام هماهنگی‌های لازم)	*	*	*	*
امکان درخواست برگزاری کارگاه یا دوره تخصصی - آموزشی درخواستی	*	*	*	*
دریافت پرچم رومیزی انجمن آب و فاضلاب ایران	*	*	*	*
دریافت گواهی حمایت معادل مبلغ حمایت خالص	*	*	*	*

و در سایت اعلام کند.

❖ فایل‌های لازم

نویسنده مسئول مقاله به‌هنگام ثبت مقاله، فایل‌های زیر را برای دفتر مجله از طریق سامانه ارسال می‌نماید:

- فایل word مقاله بدون نام نویسندگان، که شامل کلیه اجزا و محتویات مقاله است و شکل‌ها و جدول‌ها در جای خود جانمایی شده‌اند.

- فایل pdf مقاله بدون نام نویسندگان که شامل کلیه اجزا و محتویات مقاله است و شکل‌ها و جدول‌ها در جای خود جانمایی شده‌اند.

- فایل مشخصات نویسندگان.

- فایل حق چاپ (Copy Right): نامه‌ای است که نویسندگان با مضمون تعهد ارسال مقاله فقط برای مجله علوم و مهندسی آب و فاضلاب تهیه می‌کنند و با امضای کلیه مولفین با ترتیبی که قرار است چاپ شود، ارسال می‌نمایند (نمونه این نامه در زمان ثبت مقاله در قسمت نامه به سردبیر قابل رویت است).

- فایل تعارض منافع (Conflict of Interests): نامه‌ای است که نویسندگان با مضمون تعهد به رعایت کلیه اصول اخلاق نشر ارسال می‌نمایند (نمونه این نامه در زمان ثبت مقاله در قسمت نامه به سردبیر قابل رویت است).

❖ نرم‌افزار حروف‌چینی: نرم‌افزار Microsoft Word 2013

❖ عنوان: کوتاه اما معرف محتوای مقاله است و از ۱۵ واژه تجاوز نمی‌کند.

❖ نام نویسنده(گان):

به‌همان ترتیبی که در مقاله چاپ می‌شود، در یک فایل جداگانه به‌طور کامل آورده می‌شود. عناوین دانشگاهی نویسنده(گان) به‌ترتیب نویسنده: مرتبه علمی، گروه، دانشکده، دانشگاه، شهر، کشور نشان داده می‌شود. عناوین غیر دانشگاهی نیز به‌ترتیب عنوان آخرین مدرک دانشگاهی، سمت، محل کار، شهر و کشور نشان داده شود. ثبت اسامی تمامی نویسندگان به‌همراه پست الکترونیکی و اطلاعات تماس ایشان در سامانه الزامی است. با توجه به سیستم الکترونیک مجله برای پیشبرد وضعیت مقالات، مقاله مستقیماً برای داور ارسال می‌شود، لذا تاکید می‌شود که فایل‌های ارسالی به مجله فاقد نام نویسنده(گان) باشد. در غیر این‌صورت تا اصلاح شدن فایل، ارسال مقاله برای داوران متوقف می‌شود.

❖ نام مؤسسه:

نام مؤسسه در بخش فارسی و انگلیسی منطبق بر نام مصوب و رایج مؤسسه است (نام رسمی مندرج در سربرگ رسمی مؤسسات،

نویسندگان محترم پس از آماده‌سازی مقاله مطابق راهنمای تدوین مقالات، از طریق ثبت‌نام در سامانه الکترونیک مجله علوم و مهندسی آب و فاضلاب به آدرس jwwse.ir می‌توانند وارد صفحه شخصی خود شده و با تکمیل بخش‌های مربوطه، مقاله خود را ارسال نمایند.

توجه به نکات زیر در ارسال مقاله ضروری است:

- ارسال مقاله منحصراً از طریق ثبت‌نام در سامانه الکترونیک مجله علوم و مهندسی آب و فاضلاب انجام می‌شود.

- نویسنده‌ای که برای بار چندم اقدام به ارسال مقاله می‌نماید، حتماً باید از طریق صفحه شخصی قبلی خود نسبت به ارسال مقاله اقدام نموده و به‌هیچ عنوان دوباره در سامانه ثبت نام نکند.

- وارد کردن اسامی و اطلاعات کامل تمامی نویسندگان در سامانه و در محل مربوط به مشخصات نویسندگان مقاله، الزامی است.

- نویسندگان در طی مراحل ارسال مقاله، در قسمت نامه به سردبیر، متعهد می‌شوند که مقاله صرفاً برای مجله علوم و مهندسی آب و فاضلاب تهیه شده و برای چاپ یا ارزیابی به مجله دیگری ارائه نشده است.

- نویسندگان در قسمت ارسال فایل‌ها با ارسال یک فایل word که به امضای همه نویسندگان رسیده است، حق چاپ مقاله را به مجله علوم و مهندسی آب و فاضلاب واگذار می‌نمایند. در غیر این‌صورت مقاله در روند داوری قرار نخواهد گرفت.

- فایل‌هایی که نویسنده در مرحله اولیه ارسال می‌کنند شامل فایل word مقاله بدون نام نویسندگان، فایل pdf بدون نام نویسندگان، فایل مشخصات کامل نویسندگان و فایل اصلی شکل‌ها در محیط نرم‌افزاری مربوطه است.

❖ دستورالعمل نگارش و تنظیم مقالات:

مجله علمی علوم و مهندسی آب و فاضلاب به زبان فارسی و با چکیده انگلیسی چاپ می‌شود. تعداد صفحات مقاله کامل و نیز مروری حداکثر ۱۲ صفحه و یادداشت فنی بین ۴ تا ۶ صفحه قابل چاپ است. لازم به ذکر است که مقاله ارسالی نباید هم‌زمان در مجله دیگری چاپ شده یا تحت داوری باشد.

با توجه به آیین‌نامه جدید نشریات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، از این پس امکان چاپ مقالات پژوهشی نیز وجود دارد و نوع هر مقاله در بالای آن درج خواهد شد.

❖ انواع مقالات:

این نشریه مقالات مروری، پژوهشی، یادداشت فنی (ترویجی) و یادداشت کوتاه را به چاپ می‌رساند. بنابراین نویسنده محترم باید در هنگام ارسال مقاله، نوع مقاله را از بین چهار گروه فوق انتخاب

❖ چکیده فارسی:

شامل مقدمه، مواد و روش‌ها (روش تحقیق)، نتایج و بحث و نتیجه‌گیری است. حداقل تعداد کلمات در چکیده ۱۵۰ و حداکثر ۲۵۰ کلمه باشد.

❖ چکیده انگلیسی: باید دقیقاً معادل چکیده فارسی باشد.

❖ واژه‌های کلیدی فارسی و انگلیسی:

باید یکسان و شامل حداقل چهار و حداکثر شش واژه مجزا باشد که موضوع تحقیق، بیشتر پیرامون آن‌ها است.

❖ متن مقاله:

متن کامل مقاله در دو فایل جداگانه شامل یک فایل ورد با قلم نازک B Nazanin با اندازه ۱۲ برای زبان فارسی و قلم Times New Roman با اندازه ۱۰ برای زبان انگلیسی و با فاصله بین خطوط ۱/۵ سانتیمتر به صورت تک ستونی و یک فایل با فرمت pdf ارائه می‌شود. فایل word مقاله، یک مقاله کامل و شامل تمامی اجزای ضروری است و با جانمایی درست شکل‌ها و جدول‌ها ارائه می‌شود. در فایل pdf، مقاله به صورت کامل و با جانمایی درست شکل‌ها و جدول‌ها ارائه می‌شود. همان‌طور که اشاره شد، در هر دو فایل word و pdf اسامی و مشخصات نویسندگان به طور کامل حذف می‌شوند.

متن مقاله شامل بخش‌های چکیده، مقدمه، مواد و روش‌ها (روش تحقیق)، نتایج و بحث، نتیجه‌گیری و مراجع و همچنین شکل‌ها و جدول‌ها است. در صورت لزوم، بخش‌های قدردانی در انتهای مقاله و قبل از بخش مراجع نوشته می‌شود. بخش‌های مختلف متن و همه صفحات و همین‌طور تمام سطرها به ترتیب شماره‌گذاری می‌شوند.

- معادل انگلیسی کلمات فارسی که نیاز به توضیح به زبان اصلی دارد، وقتی برای اولین بار در مقاله به کار می‌روند، به صورت پی‌نوشت در انتهای مقاله و قبل از فهرست مراجع درج می‌شوند. پی‌ها در هر صفحه با گذاردن شماره فارسی در گوشه بالای آخرین حرف از کلمه، در متن مشخص می‌شود.

❖ جدول‌ها و شکل‌ها:

جدول‌ها و شکل‌ها در محل مناسب بعد از معرفی آن‌ها در متن مقاله در فایل word مقاله با کیفیت مناسب چاپ، ارائه می‌شوند. همه جدول‌ها و شکل‌ها شماره‌گذاری شده و عنوان جدول در بالای آن و عنوان شکل در زیر آن نوشته می‌شود. در عنوان جدول‌ها و نمودارها باید سه ویژگی «چه، کجا و کی» برای محتوای آن مشخص شود. مثلاً نوشته شود: نوسان‌های دبی آب خام در تصفیه خانه بابا شیخ علی شهر اصفهان در سال ۱۳۹۵. در ضمن اگر شکل یا جدولی از مرجع دیگری اخذ شده است، به مرجع موردنظر در آخر عنوان جدول یا شکل اشاره می‌شود و

مشخصات مأخذ در بخش مراجع درج می‌شود. همچنین ارسال فایل اصلی شکل‌ها در محیط نرم‌افزاری به همراه کاربرگ داده‌های نمودار نیز ضروری است. در فایل pdf مقاله، تمامی شکل‌ها و جدول‌ها در محل خودشان در متن مقاله جانمایی می‌شوند.

- در صورتی که در مقاله از عکس استفاده شده باشد، ارسال فایل اصلی آن الزامی است.

- در مورد نمودارهایی که با نرم‌افزارهای تخصصی تهیه شده‌اند، ارسال کاربرگ داده‌های رسم نمودار نیز ضروری است.

❖ معادلات:

معادلات به صورت خوانا با حروف و علائم مناسب با استفاده از Microsoft Equation تهیه می‌شوند. واحدها برحسب واحد بین‌المللی (SI) و معادلات به ترتیب شماره‌گذاری می‌شوند. تمام پارامترهای هر معادله باید بلافاصله در زیر آن معرفی شوند.

❖ مراجع:

در داخل متن: نگارش مراجع در این مجله براساس شیوه مرجع‌نویسی هاروارد است. در متن مقاله به منظور اشاره به مرجع به صورت (نویسنده، سال) عمل می‌شود. ارجاع در داخل متن به بیش از یک مرجع در کنار هم، به این صورت است که مراجع با نقطه ویرگول (؛) از هم جدا می‌شوند. فقط مراجعی که در متن مقاله به آن‌ها اشاره شده است، در بخش مراجع آورده می‌شوند. در متن مقاله نام نویسندگان مراجع فارسی (به صورت فارسی) و مراجع انگلیسی (به صورت انگلیسی) نوشته می‌شود. در صورتی که نویسندگان تا دو نفر باشند، نام هر دو نویسنده و در صورتی که بیش از دو نفر باشند، از عبارت (و همکاران) یا (et al.) در متن مقاله استفاده می‌شود.

در فهرست مراجع: نگارش مراجع در این مجله براساس شیوه مرجع‌نویسی هاروارد است. در انتهای مقاله مرجع‌نویسی به صورت الفبایی است. تاکید می‌شود که در بخش فهرست مراجع، نام مجله، انتشارات، موسسه، کنفرانس و غیره به صورت کامل درج می‌شود و از به کار بردن نام اختصاری آن‌ها (Abbreviation) خودداری شود.

تذکر: لازم است در انتهای اطلاعات هر مرجع در لیست مراجع doi مقاله در صورت وجود درج شود.

در نگارش انواع مراجع از فرمت زیر استفاده شود:

• مقاله فارسی:

تابش، م.، بهبودیان، ص. و بیگی، س.، (۱۳۹۳)، "پیش‌بینی بلندمدت تقاضای آب شرب (مطالعه موردی: شهر نیشابور)"، *تحقیقات منابع آب/یران*، ۱۰(۳)، ۱۴-۲۵.

عنبری، م.، (۱۳۹۲)، "تحلیل ریسک سیستم‌های فاضلاب با استفاده از شبکه‌های بیزین"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران-آب، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه

Journal of Water and Wastewater Science and Engineering

Vol. 7, No. 4, Winter 2023

License from Ministry of Science, Research and Technology of
Iran: No. 3/18/290129 on 6 March 2017.

License from Ministry of Culture and Islamic Guidance: No.
86092 on 20 January 2020.

Concessionaire: Iran Water and Wastewater Association (IWWA)
Director-in-Charge: Tabesh, M. (Ph.D.)
Editor-in-Chief: Safavi, H.R. (Ph.D.)

Editorial Board:

Farmani, R. (Ph.D.): Associate Professor, University of Exeter (UK)
Giustolisi, O. (Ph.D.): Professor, University of Bari (Italy)
Jalili Ghazizadeh, M.R. (Ph.D.): Associate Professor, University of Shahid Beheshti
Nazif, S. (Ph.D.): Associate Professor, University of Tehran
Rashidi Mehrabadi, A. (Ph.D.): Associate Professor, University of Shahid Beheshti
Safavi, H.R. (Ph.D.): Professor, Isfahan University of Technology
Sajadifar, S.H. (Ph.D.): Tehran Water and Wastewater Engineering Company and Assistant Professor, Islamic Azad University
Sarrafzadeh, M.H. (Ph.D.): Associate Professor, University of Tehran and Chairholder of UNESCO Chair on Water Reuse
Savic, D. (Ph.D.): Professor, University of Exeter (UK)
Tabesh, M. (Ph.D.): Professor, University of Tehran
Takdastan, A. (Ph.D.): Professor, Ahwaz Jundishapur University of Medical Science
Talebbeydokhti, N. (Ph.D.): Professor, Shiraz University
Tanyimboh, T. (Ph.D.): Associate Professor, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa
Torabian, A. (Ph.D.): Professor, University of Tehran
Vosoghi, M. (Ph.D.): Professor, Sharif University of Technology



Industrial Water and Wastewater Policy Council:

Ghane, A.A. (M.Sc.): Advisor of Managing Director, Iran National Water and Wastewater Engineering Company
Ghannadi, M. (M.Sc.): Advisor of Deputy of Engineering and Development, Iran National Water and Wastewater Engineering Company
Honari, H. (M.Sc.): Retired Faculty Member, Tehran University of Medical Science
Tabatabaei, A. (M.Sc.): Director General of Operational Supervising Office, Iran Water and Wastewater Engineering Company

Editorial Staff:
Graphic Designer:
Page Setting:
English Editor:
Publisher:
No. of Prints:
Address:
Tel:
Fax:
Print ISSN:
Online ISSN:
E-Mail:
Print:

Akhtari, N.
Shahangian, S.A. (Ph.D.)
Akhtari, N.
Ostadrahimi, A.
Iran Water and Wastewater Association (IWWA)
500
No. 7, 4th Floor, 429 Taleghani Street, Tehran, Iran
+98 21 88956097
+98 21 88391390
2588-3941
2588-396X
info@jwwse.ir
Farshiveh

Journal of Water and Wastewater Science and Engineering

Volume 7, No. 4, Winter 2023

Preface (Productivity in the Country's Water Sector: Trends and Challenges) Dr Hossein Nayeb	2
<u>Papers</u>	
Water Crisis: A Social Dilemma Masoud Rezaei	4
A Review on the Performance of Modified Polymeric Ultrafiltration Membranes to Reduce Fouling Phenomena for Wastewater Treatment Mina Dolatshah, Maryam Ataie and Azar Asadi	17
Investigating the Role of Social Capital on Water Crisis Management Masoud Haraghi and Maryam Haraghi	30
A Framework to Determine the Maintenance Performance in the Water and Sewerage Companies; The Case Study: Alborz Water and Sewerage Company Reza Shahrjerdi	47
Smart Technologies and Green Innovation in the Wastewater Treatment Industry: The Mediating Role of Corporate Sustainability and Sustainability Strategies Mohsen Pourmahmoud, Mehrdad Hosseini Shakib and Abbas Khamseh	60
Investigating the Effect of Replacing Domestic Water Meters in Reducing the Apparent Losses, Case Study (Region 3 of Water and Wastewater Company of Isfahan Province) Nasim Bararni and Zahra Abdollah Ghazi	75
<u>General Section</u>	
Interview (Dr. Mojtaba Fazeli, The Selected Veteran in 2022)	85
Round-Table (Specialized Meeting on the Role of Economy in Water Consumption Management)	88
Best Thesis	101
Book Presentation	105
IWWA News	107