Scientific Journal of Passive Defence
Vol. 14, No. 3, Autumn 2023, Serial No. 55
ISSN: 2980-8030 , E-ISSN: 2008-6849

Designing a Model of Domestic Sewage and Urban Industries in the Drinking Water Supply Chain of Rasht Metropolis

S. A. Asadi , M. Zaeimdar* , S. A. Jozi
* Assistant Professor, vironment, Faculty of MaDepartment of Enrine science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

(Received: 04/09/2022, Revised: 12/09/2022, Accepted: 10/05/2023, Published: 23/09/2023)
DOR: 20.1001.1.20086849.1402.14.3.5.9

ABSTRACT

The issue of overflowing domestic sewage with urban industries into water resources, along with population growth and reduction of soil self-remediation, is one of the threats that can lead to irreparable damage to metropolises. The purpose of the current research was to design an integrated management model for passive defense against the threats of drinking water supply chain. This research was based on the objective of a fundamental type and it has used the integrated method. Solutions related to the management of supply chain threats were presented by conducting interviews with experts in the field of water and sewageand then the most important factors were designed in the form of a conceptual model by analyzing the content of the interviews.Following, the effect of each factor on reducing the threats related to the domestic sewage with urban industries was investigated by designing a researcher-made questionnaire and checking its validity through content validity and Cronbach's alpha test.. For quantitative analysis, structural equation model method, SPSS 26, and PLS 3 softwares were used. The findings showed that modern work tools, prohibitive and mandatory laws, preventive controls and optimal exploitation had a significant positive impact on the threat of domestic sewage with urban industries, while the impact of low-risk measures was not confirmed. The findings of the present research can be used to make strategic decisions in managing and controlling threats related to domestic sewage and urban industries.

Keywords: Drinking Water, Passive Defense, Supply Chain, Urban Industries, Domestic Sewage

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

Publisher: Imam Hussein University © Authors

* Corresponding Author Email: jzaeimdar@yahoo.com

نشریه علمی پدافند غیرعامل

سال چهاردهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، (پیاپی ۵۵): صص ۶۴-۵۳

علمی- پژوهشی

دانشگاه جامع امام حسین (ع)

شاپای چاپی: ۶۹۴۹-۲۰۰۸ | شاپای الکترونیکی: ۸۰۳۰-۲۹۸۰

طراحی مدل مدیریت تهدیدات فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری در زنجیره تأمین آب شرب کلانشهر رشت

سید عباس اسدی[۱]، مژگان زعیم‌دار[۲*]، سید علی جوزی[۳]

DOR: 20.1001.1.20086849.1402.14.3.5.9

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۲۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۶/۲۱ تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۰۱

چکیده

مسئله سرریز فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری به منابع آبی در کنار موضوع افزایش جمعیت و کاهش خود پالایی خاک از جمله تهدیداتی است که می‌تواند خسارت‌های جبران‌ناپذیری را برای کلان‌شهرها به دنبال داشته باشد. هدف از پژوهش حاضر طراحی مدل مدیریت یکپارچه پدافند غیرعامل تهدیدات زنجیره تأمین آب شرب بوده است. این پژوهش بر اساس هدف از نوع بنیادین بوده و برای انجام آن از روش تلفیقی استفاده شده است. برای این منظور، ابتدا با مصاحبه از خبرگان و کارشناسان حوزه آب و فاضلاب، راهکارهای مرتبط با مدیریت یکپارچه پدافند غیرعامل تهدیدات زنجیره تأمین به روش تحلیل مضمون استخراج گردید و در ادامه مهم‌ترین مقوله‌های شناسایی شده در قالب مدل مفهومی طراحی شد. در ادامه، با طراحی پرسشنامه محقق ساخته و بررسی اعتبار آن از طریق روایی محتوا و آزمون آلفای کرونباخ تلاش شد تأثیر هر یک از عوامل بر کاهش تهدیدات مرتبط با فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری بررسی شود. برای تحلیل بخش کمی، از روش مدل معادلات ساختاری و نرم‌افزارهای SPSS 26 و PLS 3 استفاده شد. یافته‌های به دست آمده نشان داد که ابزارهای کاری مدرن، قوانین منع‌کننده و اجباری، کنترل‌های پیشگیرانه و بهره‌برداری بهینه تأثیر مثبت و معناداری بر تهدید فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری داشتند، درحالی‌که تأثیر اقدامات کم‌خطر مورد تأیید واقع نشد. از یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان برای گرفتن تصمیمات راهبردی در زمینه مدیریت و کنترل تهدیدات مرتبط با فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری استفاده نمود.

کلیدواژه‌ها: آب شرب، پدافند غیرعامل، زنجیره تأمین، صنایع درون شهری، فاضلاب خانگی

[۱] دانشجوی دکتری مدیریت محیط زیست- مدیریت محیط زیست، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۲] استادیار گروه محیط زیست، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران، ایران(jzaeimdar@yahoo.com)- نویسنده مسئول

[۳] استاد تمام گروه محیط‌زیست، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

* این مقاله یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز Creative Commons Attribution (CC BY) توزیع شده است.

ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع) © نویسندگان

۱- مقدمه

مسئله آب از جمله موضوعات مهمی است که نحوه کنترل آن به شیوه مدیریت دولت‌ها بستگی دارد [۱]. عوامل گوناگونی نظیر افزایش جمعیت، رشد سریع فعالیت‌های اقتصادی، توجه نکردن به مسائل محیط‌زیستی، سوء مدیریت و دغدغه‌های توسعه‌ای کشورها در پیدایش بحران آب در جهان تأثیر بسزایی داشته‌اند [۳،۲].

افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به منابع آب شرب در کنار توسعه فرهنگی و اقتصادی کشور، باعث اهمیت حفظ، انتقال و نگهداری از منابع آبی شده است [۴]. از طرفی، شبکه‌های توزیع آب چندین مؤلفه متقابل به‌هم‌پیوسته را خود جای داده‌اند که در آن عدم موفقیت هر یک از مؤلفه‌ها می‌تواند منجر به خرابی سیستم آب‌رسانی شود [۵]. پیچیدگی شبکه‌های توزیع آب در کنار وابستگی گسترده اجتماعی به این شبکه‌ها بر اهمیت مطالعه و مدیریت آسیب‌پذیری‌ها و تهدیدات احتمالی تأکید دارد [۶].

با توجه به کمبود شدید آب در بسیاری از نقاط جهان در سال‌های اخیر، روش‌های استفاده مجدد از پساب باید به روز شوند. افزایش جمعیت به آب تمیز برای نوشیدنی، بهداشت، آبیاری و کاربردهای مختلف دیگر نیاز دارد. کمبود آب و آلودگی آب ناشی از فعالیت های انسانی است. ۹۰ درصد فاضلاب در کشورهای در حال توسعه بدون تصفیه به سیستم‌های آبی رها می شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که سالانه حدود ۷۳۰ مگاتن زباله از فاضلاب و دیگر پساب‌ها به آب ریخته می‌شود. حفظ منابع آب، به‌کارگیری فناوری‌های تصفیه فاضلاب و کاهش درصد آب آشامیدنی باید به‌شدت توسط بشر هدایت شود [۷] (پریا و همکاران، ۲۰۲۱).

نیازهای آب یک منطقه جغرافیایی می‌تواند به‌وسیلهٔ آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی و آب دریا تأمین شود. این در حالی است که مدیریت آب حاصل از فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری غالباً نادیده گرفته می‌شود. تقاضای آب برای هر قلمرو با توجه به پیش‌بینی‌های جمعیت و الگوهای مصرف سرانه برآورد می‌شود. علاوه‌بر این، تقاضای آب به‌صورت فصلی، بالا رفتن در تابستان و پایین آمدن در زمستان، متفاوت است. فصل‌های بهار و پاییز حجم مصرف متوسط است. به‌طورکلی، خدمات آب ارائه شده برای هر منطقه از طریق تأمین‌کنندگان آب انجام می‌گیرد تا نیازهای آب شهر برای مصارف مسکونی، تجاری، شهری و صنعتی مرتفع گردد [۸].

بنابراین، شناخت تهدیدهای منابع تامین، تصفیه، ذخیره و انتقال آبی ضروری است و هدف از مقاله حاضر بررسی تهدیدات مربوط به فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری در مدیریت آب شرب کلان شهررشت است.

۲- ادبیات موضوع

ایران به دلیل قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان در زمره کشورهای با محدودیت منابع آبی به‌حساب می‌آید. متوسط بارندگی سالانه در دنیا ۷۵۰ میلی‌متر، در آسیا ۶۴۵ میلی‌متر و در ایران تنها حدود ۲۵۰ میلی‌متر است. برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی، افت سطح آب و پیدایش فرونشست‌ها یکی از چالش‌های بزرگ محیط‌زیست محسوب می‌گردد [۹].

فاضلاب خانگی از جمله عوامل آلوده‌کننده آب آشامیدنی به شمار می‌آید. فاضلاب‌های خانگی و صنایع درون شهری مشتمل بر آب‌های آلوده ناشی از توالت، دستشویی، حمام، ماشین لباسشویی، پساب آشپزخانه یا فاضلاب حاصل از شست و شوی قسمت‌های گوناگون خانه و مواد زائد مایع حاصل از فعالیت‌های صنعتی درون شهری هستند [۱۰]. برای مثال، مواد شوینده‌ای که در عصر ما بسیار توسعه‌یافته و در حجم وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرند، هر روز و هر ساعت از طریق چاه‌های فاضلاب وارد آب‌های زیرزمینی گردیده و مولکول‌های کربن‌دار حلقوی (هیدروکربورها) موجود در آن که به‌آسانی قابل تجزیه و تغییر نیستند، وارد آب‌های زیرزمینی شده و آلودگی‌های شیمیایی ایجاد می‌نمایند. متأسفانه با تمام تلاش‌های به‌عمل آمده در حال حاضر فقط ۲۵ درصد از پاک‌کننده‌ها در شرایط معمولی تجزیه می‌گردند (جزء انواع تجزیه شونده می‌باشند) و ۷۵ درصد مابقی قابل تجزیه شدن نبوده و مولکول‌های حلقوی کربن‌دار آن‌ها شکسته نمی‌شوند [۱۱].

شبکه جمع‌آوری فاضلاب خانگی یکی از مهم‌ترین شبکه‌های فیزیکی است که برای جمع‌آوری فاضلاب تولیدی مناطق مسکونی و پاک‌سازی آن در تصفیه‌خانه احداث می‌شود. عدم وجود شبکه منسجم برای جمع‌آوری فاضلاب خانگی و تصفیه‌خانه مناسب منجر به مسائل محیط‌زیستی فراوانی می‌شود که سلامت جامعه بشری را به خطر می‌اندازد [۱۲].

از جمله راهکارهای نوین در زمینه مدیریت فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری، بازیافت آب و استفاده مجدد از آن است. در جهان امروز، به فاضلاب تصفیه شده یا آب بازیافتی به‌عنوان منبع جدیدی برای آب می‌نگرند. نکته مهم اینکه با افزایش شهرنشینی و سطح رفاه جوامع، مصرف آب افزایش یافته و میزان فاضلاب جمع‌آوری شده نیز بیشتر می‌شود و می‌توان گفت استفاده مجدد از آب بازیافتی در تقابل با رشد جامعه نبوده، بلکه همخوان با آن است، زیرا باید برای این فاضلاب تولید شده فکری اندیشید. از طرفی آب یک منبع مهم برای فعالیت‌های صنعتی، تفریح و به

طور کلی زندگی است [۹].

غفوری و همکاران [۱۳] در مطالعه مدیریت پایدار منابع آب با استفاده مجدد از پساب شهری اظهار داشتند که اولویت‌بندی استفاده غیرمتمرکز از پساب برای مناطق شهری برای بخش قابل‌توجهی از مناطق مسکونی (ضمن کاهش مصارف آب در کنار صرفه‌جویی اقتصادی و افزایش درآمد منطقه‌ای) دارای اولویت گروه اول است. مطالعه جعفرپور [۱۴] نشان داد که طراحی شبکه فاضلاب شهری به‌صورت مجزا، باعث ورود آب باران به شبکه و نارضایتی شهروندان گردیده و طراحی و اجرای شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی، جهت افزایش کارایی و کاهش هزینه-های نگهداری شبکه فاضلاب ضروری است. کیهانیان و چوبانوگلوس (۲۰۱۸) [۱۵] به پتانسیل استفاده مجدد از آب برای مصارف خانگی پرداختند. آنها بیان کردند که کمبود تجربه بهره برداری از تأسیسات تصفیه پیشرفته آب و نبود مقررات استفاده مجدد از آب برای مصارف خانگی، نمونه هایی از چالش های متعددی هستند که باید برای به کارگیری استفاده مجدد از آب برای مصارف خانگی در ایران مرتفع شوند. برای تأمین بخشی از کمبود آب در ایران، تدوین یک برنامه پایدار مدیریت منابع آب که شامل استفاده مجدد از آب برای مصارف خانگی نیز باشد، ضروری به نظر می رسد. گیلانی و صاحبی (۱۴۰۰) [۱۶] زنجیره تأمین لجن فاضلاب با رابطه متقابل آب و انرژی تحت شرایط اختلال را مورد بررسی قرار دادند.نتایج به کارگیری مدل پیشنهادی آنها نشان داد که احداث نیروگاه در دو استان اصفهان و گلستان امکانپذیر است. از طرف دیگر رویکرد پیشنهادی نسبت به رویکردهای کلاسیلک برنامه ریزی غیرقطعی تاب آوری بیشتری نسبت به تغییرات مؤلفه های غیرقطعی دارد.

پورسلطان محمدی و همکاران [۱۷] در تحقیقی با عنوان پدافند غیرعامل جهت مقابله با آلودگی‌های عمدی محیط‌زیست و آفندهای بیولوژیکی تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب بیان کردند که استفاده از راهکارهای حفاظتی شیلدینگ و کدینگ جهت جلوگیری از اختلالات حسگرهای کنترل آلایندگی منابع آبی در تصفیه‌خانه اهمیت زیادی دارد. از سوی دیگر، صفاری و صافی [۱۸] در تحقیق خود به بررسی معیارهای جامع پدافند غیرعامل سامانه‌های آب و فاضلاب در توسعه پایدار پرداخته و نشان دادند که کلیه معیارهای مکان‌یابی سامانه‌های آب و فاضلاب در تطبیق با آمایش دفاعی سرزمین باید مورد توجه قرار گیرند. قندی و روزبهانی (۱۳۹۸) [۱۹] مدیریت تامین آب شرب شهر تهران در شرایط پیش از بحران را ارزیابی کردند. با رتبه بندی سناریوها مشخص شد اقداماتی مانند تقویت پدافند غیرعامل در سیستم های تأمین و توزیع مدیریت مصرف و ایجاد فرهنگ صرفه جویی و تشویق مردم برای ذخیره آب اضطراری و قرارداد با شرکت های تولید آب بسته بندی، به ترتیب بالاترین اولویت را در اقدامات پیش از بحران دارند.

جین و همکاران [۲۰] اظهار داشتند که استفاده از مواد نانو در مدیریت پساب که دارای نسبت سطح به حجم بالا، حساسیت و واکنش‌پذیری سریع، ظرفیت جذب زیاد و سهولت عملکرد هستند، نقش کلیدی در تصفیه فاضلاب دارد. نتایج مطالعه داوان و همکاران [۲۱] نشان داد که بهره‌مندی از ابزارهای کنترلی مبتنی بر جذب زیستی، نانوفیلتراسیون، فوتوکاتالیز، گندزدایی و فناوری سنجش می‌تواند در استفاده بهینه از آب‌های خارج شده از صنایع درون شهری موثر باشند.

از نظر چائوری و مالیک [۲۲]، آب توسط عوامل زیادی آلوده می‌شود که از بین آن‌ها می‌توان به پسماندهای صنعتی به‌عنوان مهم‌ترین عامل یاد کرد. هم چنین عوامل دیگری مانند علف‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها و آلودگی‌های جوی باعث آلودگی می‌شوند. گونزالس و همکاران [۲۳] به بررسی تولید فاضلاب، عملکرد تصفیه‌خانه و استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده در جنوب شرقی کواویلا پرداخته و اظهار داشتند که پساب تصفیه شده نیازمند تصفیه بیشتر قبل از استفاده در فرایندهای صنعتی است، اما می‌تواند برای اهداف آبیاری مورد استفاده قرار گیرد.

پندی و همکاران (۲۰۲۱) [۲۴] در پژوهش خود به سه موضوع کلیدی در استفاده از انرژی خورشیدی برای تصفیه فاضلاب تمرکز دارند: آلاینده های اصلی، تکنیک های تصفیه فاضلاب و مزایای زیست محیطی استفاده از انرژی خورشیدی برای حذف آلاینده ها. روش تصفیه فاضلاب مقرون به صرفه با استفاده از انرژی خورشیدی به طور قابل توجهی استفاده موثر از منبع آب را تضمین می کند. مطالعه یی و همکاران [۲۵] در زمینه مدیریت فاضلاب خانگی نشان داد که ایجاد منابع جایگزین آب و کاهش تخلیه پساب، استفاده مجدد از آب به‌عنوان بخش جدایی‌ناپذیر از طرح مدیریت آب و فاضلاب در چین بوده است. هیچ جامعه‌ای نمی پذیرد که حکومت توانایی تأمین آب سالم را نداشته باشد، چرا که آب عامل بهداشت فردی و محلی بوده و نبود آن، فجایع محیط زیستی و فردی وحشتناکی را به بار می‌آورد [۲۶].

با توجه به مطالعات صورت گرفته و گزارشات بدست آمده از شرکت آب و فاضلاب استان گیلان، پارامترهای تأثیرگذار محیط زیستی بر فاضلاب خانگی کلان شهر رشت را می‌توان در جدول (۱) خلاصه نمود.

جدول (۱): شناسایی پارامترهای تأثیرگذار محیط زیستی بر فاضلاب خانگی کلانشهر رشت (منبع اطلاعات : شرکت آب و فاضلاب استان گیلان)

المان (محل) مورد تهدید	شماره المان		تهدید مستقیم محیط زیست وارد به المان (محل) بدون درنظر گرفتن درجه اهمیت	فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری	تأثیر مستقیم محیط زیست پس از وقوع تهدید (بدون درنظر گرفتن درجه اهمیت)
۱	۱	سد شهر بیجار	خیر	ندارد	
	۲	سد منجیل	بلی	دارد	
	۳	چاه‌های فلمن امامزاده هاشم	خیر	ندارد	
۲	۱	کانال روباز انتقال آب خام	بلی	دارد	
	۲	خط انتقال آب خام (لوله و باکس کالورت)	خیر	ندارد	
۳	۱	تصفیه‌خانه آب اضطراری رشت	بلی	دارد	
	۲	تصفیه‌خانه بزرگ آب گیلان	بلی	دارد	
۴	۱	خط انتقال آب چاه‌های فلمن به مخزن ذخیره شاه عباسی	خیر	ندارد	
	۲	خط آبرسان از مخزن شاه عباسی به شبکه شهر	خیر	ندارد	
	۳	خط لوله انتقال آب شرب از تصفیه‌خانه به مخزن ۵۰۰۰۰ سراوان	خیر	ندارد	
	۴	خط آبرسان از مخزن ۵۰۰۰۰ متر مکعبی سراوان به ورودی شهر (میدان مصلی)	خیر	ندارد	
	۵	خط آبرسان ازمیدان مصلی به مخزن زمینی و مخزن هوایی میدان جانبازان (رشت)	خیر	ندارد	

مشاهدات به‌عمل آمده و مذاکره با کارشناسان و مدیران شرکت آب و فاضلاب استان گیلان، حکایت از احتمال آسیب‌های حاصل از نفوذ فاضلاب‌های خانگی و صنایع درون‌شهری به منابع تامین، تصفیه ، ذخیره و انتقال آب شرب کلان‌شهر رشت دارد. همانطور که در جدول فوق مشاهده می‌شود، میزان تاثیرگذاری تهدید فاضلاب خانگی بر روی منابع تامین، تصفیه‌خانه‌ها، خطوط انتقال و مخازن ذخیره آب کلانشهر رشت نشان داده شده است. بر این اساس، می‌توان گفت که ضمن شناسایی میزان و احتمال تاثیرگذاری هر یک از حوادث محیط زیست و شناسایی راه‌حل‌های ممکن برای جلوگیری و یا دست کم کاهش تهدیدات احتمالی آنها، به‌عنوان یکی از ضروری‌ترین مسائل مرتبط با بحث آب‌رسانی در کلان‌شهر رشت، که محقق به دنبال دستیابی به آن می باشد. نقشه عمومی المان‌های محیط زیستی تامین، تصفیه، انتقال و ذخیره آب کلان شهر رشت نیز در شکل (۱) نشان داده شده است.

شکل(۱): محل‌های (المان) مورد تهدید محیط‌زیستی تأمین، تصفیه، انتقال و ذخیره آب شرب کلان‌شهر رشت (منبع: اطلاعات شرکت آب و فاضلاب استان گیلان)

در واقع، از آنجایی که معضل تامین آب شرب برای شهروندان استان گیلان و به‌ویژه کلان شهر رشت (با وجود منابع آبی مناسب) همواره جزء دغدغه‌های مسئولان شرکت آب و فاضلاب استان گیلان بحساب می‌آید، ارائه طرحی جامع که در آن هر یک از عوامل تهدید کننده مورد مطالعه قرار گیرد و راه‌کارهایی جهت کاهش این تهدیدات ارائه گردد، می‌تواند تا حد زیادی، باعث کم شدن فشارها و دغدغه‌های موجود در تامین آب شرب گردیده و حتی از نتایج بدست آمده در سایر نقاط کشور نیز که دارای شرایط اقلیمی مشابهی با استان گیلان قرار دارند، استفاده شود.

شکل (۲): خروجی فاضلاب سنتی به رودخانه‌های شهر رشت(منبع: اطلاعات شرکت آب و فاضلاب استان گیلان)

با توجه به شناسایی عوامل محیط زیست طبیعی تهدید کننده آبرسانی تاکنون مطالعه ای با موضوع ارائه تهدید فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری در منابع تامین آب، تصفیه خانه ها، خطوط انتقال و مخازن ذخیره آب به ویژه در کلانشهر رشت، انجام نگرفته است که تحقیق حاضر از این جهت دارای نوآوری است.

۳- روش تحقیق

پژوهش حاضر بر اساس هدف از نوع بنیادین بوده است. برای انجام آن از روش تلفیقی شامل دو بخش کیفی و کمی استفاده گردیده است. در بخش کیفی، پس از بکارگیری ابزارهای کتابخانه‌ای و مشورت با اساتید راهنما و مشاور، سؤالات مصاحبه با خبرگان و کارشناسان حوزه آب و فاضلاب طراحی گردید و نظرسنجی از آن‌ها انجام گرفت. در ادامه، با تکیه بر روی تحلیل مضمون، مهم‌ترین مقوله‌های مرتبط با کاهش تهدیدات مربوط به فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری شناسایی و دسته‌بندی شدند.

در ادامه تأثیر عوامل شناسایی بر روی مدیریت تهدیدات فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری در قالب مدل مفهومی ارائه گردیده و سپس مدل مذکور با استفاده از پرسشنامه محقق ساخته، مورد سنجش قرار گرفت. در نهایت، با توجه به غیر نرمال بودن داده‌های به دست آمده، از روش مدل معادلات ساختاری و رویکرد حداقل مربعات جزئی برای تحلیل داده‌های بخش کمی استفاده شد.

جامعه آماری در بخش کیفی و مصاحبه، اساتید مدیریت محیط‌زیست و کارشناسان حوزه آب بودند. برای انتخاب نمونه در بخش کیفی از روش گلوله برفی استفاده شد و تلاش گردید تا با کمک هر یک از کارشناسان شرکت‌کننده به کارشناس بعدی دسترسی پیدا نمود. انجام مصاحبه‌ها نیز تا رسیدن به اشباع نظری ادامه پیدا کرد و پس از آن نظرسنجی متوقف شد و متون مصاحبه مورد بررسی قرار گرفتند.

جامعه آماری در بخش کمی نیز کارکنان شرکت آب و فاضلاب استان گیلان و کلان‌شهر رشت بودند که از نظرات آن‌ها برای بررسی مدل استفاده شد. برای محاسبه حجم نمونه از روش کوکران محدود استفاده شد و در نهایت، تعداد ۲۳۰ پاسخ صحیح توسط محقق به روش نمونه‌گیری غیر احتمالی در دسترس دریافت گردید. در نهایت، داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از روش مدل معادلات ساختاری و نرم‌افزارهای SPSS 26 و PLS 3 محاسبه شد.

در بحث اعتبارسنجی ابزار تحقیق نیز برای سوالات مصاحبه از نظرات اساتید دانشگاه و در خصوص اعتبارسنجی پرسشنامه، از روایی محتوا با تکیه بر نظرات اساتید و همچنین آزمون آلفای کرونباخ برای بحث پایایی استفاده گردید. بدین ترتیب، ابتدا ۳۰ پرسشنامه اولیه در بین افراد جامعه توزیع شد و از پاسخ‌های به دست آمده برای اندازه‌گیری حجم نمونه و ارزیابی پایایی پرسشنامه‌ها از نرم‌افزار SPSS 26 استفاده شد که نتیجه آن در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول (۲): نتایج آلفای کرونباخ و امتیازات سوالات متغیرهای تحقیق

نام متغیر (آلفا)	سوالات	حداقل	حداکثر	میانگین
فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری (α = ۰/۹۰۷)	آسیب رساندن به پوشش‌های گیاهی	۲	۵	۴/۳۰
	تأثیر مستقیم بر بهداشت جامعه و محیط زیست	۲	۵	۴/۲۹
	امکان نفوذ فاضلاب به لوله‌های آبرسانی	۱	۵	۴/۳۸
	هزینه‌های سنگین جمع آوری، تصفیه ودفع بهداشتی فاضلاب	۱	۵	۴/۳۸
ابزارهای کاری مدرن (α = ۰/۹۰۴)	اجرای سازه‌های سپتیک تانک در خروجی فاضلاب‌های خانگی	۱	۵	۳/۹۲
	استفاده از لوله‌های اکسپوز در مسیر خط انتقال جهت کاهش احتمال ورود فاضلاب‌های خانگی و خاک‌های آلوده به آن به لوله‌ها	۱	۵	۳/۹۳
	اجرای خطوط با لوله‌های استاندارد پلی‌اتیلن یا جی‌آرپی و یا فولادی یا چدنی و عدم استفاده از لوله‌های آزبست، سیمان و بتنی	۱	۵	۴/۳۱
	استفاده از صافی‌ها یا تورها جهت عدم ورود فضولات یا اشیاء آلوده در ورودی تصفیه‌خانه‌ها	۱	۵	۳/۹۹
	استفاده از سیستم‌های هشدار آلودگی در ورودی آب خام تصفیه‌خانه‌های از نظر آلودگی و سموم	۱	۵	۴/۳۱
	نصب آشغال‌گیرهای مناسب در ورودی‌ها	۱	۵	۴/۲۶
	عملیات گندزدایی مناسب با کلر (مایع و گاز) یا آب ژاول و یا ازن	۱	۵	۴/۲۸
قوانین منع‌کننده و اجباری (α = ۰/۸۹۸)	جلوگیری از ساخت شهرک‌های صنعتی در حریم منابع آب	۱	۵	۴/۲۶
	جلوگیری از احداث هرگونه صنایع بدون سیستم تصفیه فاضلاب	۱	۵	۴/۴۸
	عدم دادن مجوز ساخت رستوران و گردشگاه‌ها در حریم بهداشتی منابع سطحی و زیرزمینی توسط اداره میراث فرهنگی و گردشگری	۱	۵	۴/۱۳
	الزامی شدن تصفیه فاضلاب‌های	۱	۵	۴/۵۸

نام متغیر (آلفا)	سوالات	حداقل	حداکثر	میانگین
	صنعتی و نظارت سازمان حفاظت محیط‌زیست بر آن			
	ملزم نمودن کارخانجات و واحدهای صنعتی که دارای مواد اولیه شیمیایی خطرناک و یا مخازن و انبارهای سوخت و مواد منفجره خطرناک می‌باشند به رعایت نکات ایمنی و انجام تدابیر لازم در مقابل تهدیدات	۱	۵	۴/۶۰
کنترل‌های پیشگیرانه (α = ۰/۷۹۱)	پایش منابع بالادست سدها به جهت عدم وجود منابع آلوده‌کننده از قبیل فاضلاب خانگی	۱	۵	۴/۳۲
	سرپوشیده نمودن کانال‌های روباز انتقال آب خام	۲	۵	۴/۲۹
	پایش مداوم مسیر خط انتقال جهت بررسی و جلوگیری از ورود هر گونه آلودگی احتمالی به مسیر خط	۱	۵	۴/۲۹
	ایجاد مسیرهای انحراف فاضلاب	۱	۵	۳/۸۷
	بکارگیری استراتژی کنترل از مبدأ تولید فاضلاب	۱	۵	۴/۲۰
اقدامات کم‌خطر (α = ۰/۹۵۴)	شناسایی مسیرهای خالی از سکنه برای عبور خطوط انتقال	۱	۵	۳/۹۰
	اجرای خطوط انتقال آب خام می‌بایست به گونه‌ای صورت پذیرد که همیشه خطوط انتقال آب بالاتر از خطوط فاضلابرو قرار گیرد	۱	۵	۴/۲۷
	استفاده از مکان‌هایی دور از دسترس اهالی و سکونت‌های انسانی با شعاع حداقل ۱۵۰ متر از اطراف تصفیه‌خانه‌ها	۱	۵	۴/۱۱
بهره‌برداری بهینه (α = ۰/۸۵۹)	تصفیه فاضلاب‌های خانگی و صنعتی	۱	۵	۴/۲۴
	استفاده مجدد آن در آبیاری مزارع، باغ‌ها، فضای سبز و ...	۱	۵	۴/۲۴

مطابق با نتایج جدول (۲)، با توجه به بالا بودن اعداد آلفای کرونباخ تمامی متغیرها از ۰/۷، پایایی کلی پرسشنامه مورد تأیید قرار گرفت. همچنین حداقل، حداکثر و میانگین امتیازات ارائه شده برای هر یک از سوالات پرسشنامه ارائه گردید.

۴- یافته ها

۴-۱- یافته های آماری

یافته‌های حاصل از تحلیل مصاحبه‌های نیمه ساختار یافته ۱۴ کارشناس شرکت‌کننده در این پژوهش توضیحاتی را در خصوص چگونگی مدیریت تهدیدات فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری مشخص نمود که به‌طور مختصر در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول (۳): بررسی نظرات کارشناسان در زمینه مدیریت تهدیدات فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری

مراحل آب‌رسانی	راهکارهای پیشنهادی
منابع تأمین آب	– پایش بالادست سدها به جهت عدم وجود منابع آلوده‌کننده از قبیل فاضلاب خانگی – جلوگیری از ساخت شهرک‌های صنعتی در حریم منابع آب – جلوگیری از احداث هرگونه صنایع بدون سیستم تصفیه فاضلاب – ارتباط گسترده و نزدیک اداره کل صنایع، اداره کل محیط‌زیست، سازمان نظام مهندسی و شهرداری‌ها با شرکت آب و فاضلاب و آب منطقه‌ای، جهت ارائه اجازه ساخت‌وساز کارخانه‌ها و منزل مسکونی و اماکن تجاری (توجه ویژه به رعایت حریم بهداشتی خروجی پساب صنعتی و فاضلاب‌های انسانی) – عدم دادن مجوز ساخت رستوران و گردشگاه‌ها در حریم بهداشتی منابع سطحی و زیرزمینی توسط اداره گردشگری – الزامی شدن تصفیه فاضلاب‌های صنعتی و نظارت سازمان حفاظت محیط‌زیست بر آن – تصفیه فاضلاب روستاهای اطراف شهر رشت خصوصاً روستاهای واقع در جنوب شهر رشت شامل سراوان، قاضیان، امامزاده هاشم، دهبنه و گلسرگ اجرای سازه‌های سپتیک تانک در خروجی فاضلاب‌های خانگی
خطوط انتقال آب خام	– سرپوشیده نمودن کانال‌های روباز انتقال آب خام – استفاده از لوله‌های اکسپوز در مسیر خط انتقال جهت کاهش احتمال ورود فاضلاب‌های خانگی و خاک‌های آلوده به آن به لوله‌ها – شناسایی مسیرهای خالی از سکنه برای عبور خطوط انتقال – پایش مداوم مسیر خط انتقال جهت بررسی و جلوگیری از ورود هر گونه آلودگی احتمالی به مسیر خط – ملزم نمودن کارخانه‌ها و واحدهای صنعتی به رعایت نکات ایمنی و انجام تدابیر لازم در مقابل تهدیدات – اجرای خطوط انتقال آب خام می‌بایست به گونه‌ای صورت پذیرد که در محل تقاطع با خطوط فاضلاب‌رو، فاصله لازم عمودی و افقی از خطوط فاضلاب‌رو رعایت شده و همیشه خطوط انتقال آب بالاتر از خطوط فاضلاب‌رو قرار گیرد – اجرای خطوط با لوله‌های استاندارد پلی‌اتیلن یا جی‌آرپی و یا فولادی یا چدنی و عدم استفاده از لوله‌های آزبست، سیمان و بتنی – عدم استفاده از کانال‌های روباز جهت تأمین آب خام (در تصفیه‌خانه آب گیلان از کانال روباز استفاده شده است)

مراحل آب‌رسانی	راهکارهای پیشنهادی
	– استفاده از صافی‌ها یا تورها جهت عدم ورود فضولات یا اشیاء آلوده در ورودی تصفیه‌خانه‌ها – ایجاد مسیرهای انحراف فاضلاب
تصفیه‌خانه‌ها	– استفاده از مکان‌هایی دور از دسترس اهالی و سکونت‌های انسانی با شعاع حداقل ۱۵۰ متر از اطراف تصفیه‌خانه‌ها – استفاده از سیستم‌های هشدار آلودگی در ورودی آب خام تصفیه‌خانه‌های از نظر آلودگی و سموم – تصفیه فاضلاب‌های خانگی و صنعتی و استفاده مجدد آن در مزارع، باغ‌ها، فضای سبز و ... – جلوگیری از ورود و نشت فاضلاب‌ها به محل‌های ورودی تصفیه‌خانه‌ها – نصب آشغال‌گیرهای مناسب در ورودی‌ها – عملیات گندزدایی مناسب با کلر یا آب ژاول و یا ازن – بکارگیری استراتژی کنترل از مبدأ تولید فاضلاب یا پساب

از سوی دیگر، تحلیل دقیق محتوای مصاحبه‌ها در قالب پنج راهکار مدیریتی مبتنی بر پدافند غیر عامل یعنی ابزارهای کاری مدرن، قوانین منع‌کننده و اجباری، کنترل‌های پیشگیرانه، اقدامات کم خطر و بهره‌برداری بهینه استخراج گردید و پرسشنامه برای آن‌ها طراحی شد و در بین کارکنان شرکت آب و فاضلاب استان گیلان و کلان‌شهر رشت توزیع شد که آمار توصیفی آن‌ها در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول(۴): آمار توصیفی خصوصیات جمعیت‌شناختی کارکنان

گروه	دسته‌بندی	فراوانی	درصد
جنسیت	مرد	۱۹۳	۸۳/۹
	زن	۳۷	۱۶/۱
سن	۲۵ تا ۳۵ سال	۱۷	۷/۴
	۳۶ تا ۴۵ سال	۷۷	۳۳/۵
	۴۶ سال به بالا	۱۳۶	۵۹/۱
مدرک تحصیلی	کارشناسی	۵۵	۲۳/۹
	کارشناسی ارشد	۱۶۱	۷۰
	دکتری	۱۴	۶/۱
سابقه کار و فعالیت در حوزه آب و فاضلاب	زیر ۵ سال	۱۱	۴/۸
	۶ تا ۱۰ سال	۱۳	۵/۷
	۱۱ تا ۲۰ سال	۷۲	۳۱/۳
	۲۱ سال به بالا	۱۳۴	۵۸/۳
کل		۲۳۰	۱۰۰

۴-۲- پایایی مدل‌های اندازه گیری

در ادامه، برای بررسی تأثیر عوامل مدیریتی بر تهدید فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری از روش مدل معادلات ساختاری و رویکرد حداقل مربعات جزئی استفاده شد. در این راستا، ابتدا پیش‌شرط‌های مربوط به برازش نیکویی مدل و برازش مدل ساختاری مورد بررسی قرار گرفت. پس از تأیید برازش مدل، بررسی ارتباط بین متغیرها در قالب دو مدل مفهومی در حالت ضرایب معناداری و ضرایب استاندارد بررسی گردید که نتیجه آن در شکل (۳) و (۴) نشان داده شده است.

بارهای عاملی بر اساس محاسبه همبستگی شاخص های یک سازه با آن سازه محاسبه می گردد.

جدول (۵): ضرایب بار عاملی مدل تهدید فاضلاب خانگی و راهکارهای مرتبط با آن

	ابزارهای کاری مدرن	اقدامات کم‌خطر	بهره‌برداری بهینه	تهدید فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری	قوانین منع‌کننده و اجباری	کنترل‌های پیشگیرانه
D1	۰/۷۰۴					
D2	۰/۸۱۰					
D3	۰/۷۸۷					
D4	۰/۷۹۸					
D5	۰/۷۹۰					
D6	۰/۷۶۰					
D7	۰/۸۸۰					
D8					۰/۸۰۷	
D9					۰/۷۹۳	
D10					۰/۷۱۱	
D11					۰/۸۲۳	
D12					۰/۸۰۴	
D13						۰/۷۰۹
D14						۰.۷۰۲
D15						۰/۸۲۹
D16						۰/۷۷۹
D17						۰/۸۰۷
D18		۰/۸۶۸				
D19		۰/۸۲۴				
D20			۰/۸۸۸			
D22			۰/۸۵۲			
G12				۰/۷۹۹		
G13				۰/۸۳۹		
G14				۰/۷۴۵		
G15				۰/۸۴۴		

همانطور که در جدول فوق نشان داده شد، بار عامل متغیرهای مشاهده‌پذیر بالاتر از ۰/۷ بوده است و از همین رو، پایایی سوالات مدل مورد بررسی مورد تایید قرار گرفته است.

همچنین آلفای کرونباخ معیاری در جهت بررسی پایایی و ارزیابی پایداری درونی است که میزان همبستگی بین یک سازه و شاخص‌های مربوط به آن را مشخص می‌کند. نتایج مربوط به آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی در جدول (۶) نشان داده شده است.

جدول (۶): نتایج آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی و روایی همگرا متغیرهای مدل تهدید فاضلاب خانگی و راهکارهای مرتبط

متغیر	آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی	میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE)
ابزارهای کاری مدرن	۰/۸۶۹	۰/۸۹۹	۰/۵۶۱
اقدامات کم‌خطر	۰/۷۰۶	۰/۸۳۵	۰/۷۱۷
بهره‌برداری بهینه	۰/۷۸۱	۰/۸۶۲	۰/۷۵۷
تهدید فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری	۰/۸۲۲	۰/۸۸۲	۰/۶۵۳
قوانین منع‌کننده و اجباری	۰/۸۴۷	۰/۸۹۱	۰/۶۲۲
کنترل‌های پیشگیرانه	۰/۸۲۶	۰/۸۷۷	۰/۵۸۸

همانطور که در جدول فوق نشان داده شده است، می‌توان گفت که آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی حاصل از متغیرهای تحقیق بالاتر از ۰/۷ بوده و می‌توان گفت که پایایی سازه‌های مدل اندازه‌گیری مورد تایید قرار گرفته است.

برای بررسی ارتباط میان یک سازه با شاخص‌هایش در قیاس با رابطه آن سازه با سایر سازه‌ها از معیار روایی واگرا استفاده می‌شود. نتایج مربوط به روایی واگرا در مدل‌های اندازه‌گیری تحقیق در جدول (۷) نشان داده شده است.

جدول (۷): ماتریس سنجش روایی واگرا در مدل تهدید فاضلاب خانگی و راهکارهای مرتبط با آن

ردیف		۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	ابزارهای کاری مدرن	۰/۷۴۹					
۲	اقدامات کم‌خطر	۰/۶۳۸	۰/۸۴۷				
۳	بهره‌برداری بهینه	۰/۶۸۹	۰/۷۰۳	۰/۸۷۰			
۴	تهدید فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری	۰/۵۱۳	۰/۴۷۹	۰/۵۵۵	۰/۸۰۸		
۵	قوانین منع‌کننده و اجباری	۰/۶۵۴	۰/۵۵۶	۰/۶۶۶	۰/۴۶۹	۰/۷۸۹	
۶	کنترل‌های پیشگیرانه	۰/۷۳۰	۰/۶۹۷	۰/۷۲۲	۰/۵۰۰	۰/۶۸۹	۰/۷۶۷

همانگونه که در جدول فوق ملاحظه گردید، جذر میانگین واریانس خروجی (AVE) بیشتر از همبستگی بین متغیرهای اصلی پژوهش با یکدیگر بوده است. بنابراین مدل اندازه‌گیری مورد بررسی از روایی واگرا یا افتراقی مناسبی برخوردار بوده است. از اینرو، می‌توان اظهار داشت که متغیرهای مکنون در مدل، تعامل بیشتری با شاخص‌های خود داشته‌اند تا با سازه‌های دیگر و به عبارتی، روایی واگرای مدل‌های اصلی در حد مناسبی قرار داشته است.

۴-۳- معیار های ارزیابی برازش بخش ساختاری

پس از ارزیابی و تبیین براش مدل‌های تحقیق، نوبت به معیارهای ارزیابی برازش بخش ساختاری رسید که شامل دو معیار ضریب تعیین و GOF بوده است.

ضریب تعیین نشانگر تاثیری است که یک متغیر برون‌زا یا مستقل بر یک متغیر درون‌زا یا وابسته می‌گذارد. نتایج مقادیر ضریب تعیین متغیرهای وابسته برای مدل اندازه‌گیری در جدول (۸) نشان داده شده است.

جدول (۸): ضریب تعیین محقق شده مدل تحقیق

متغیرهای درون‌زا	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل‌شده
تهدید فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری	۰/۳۵۲	۰/۳۳۷

با توجه به مقادیر بدست آمده، می‌توان اظهار داشت که مقادیر ملاک ضریب تعیین برای متغیرهای وابسته مدل اندازه‌گیری در حد مطلوبی قرار داشته است.

معیار GOF به بخش کلی مدل‌یابی معادلات ساختاری مربوط است. این معیار نشان می‌دهد که محقق می‌تواند پس از بررسی برازش بخش اندازه‌گیری و بخش ساختاری، برازش بخش کلی را نیز مورد بررسی قرار دهد. معیار GOF توسط مولر (۲۰۰۴) مطرح شد و فرمول محاسبه آن به شرح زیر است:

$$GoF=\sqrt{\overline{Com}\times\overline{R^2_{inner}}}$$

در فرمول فوق، $\overline{Com}$ میانگین مقادیر اشتراکی (AVE) و $\overline{R^2}$ میانگین ضرایب تعیین متغیرهای مکنون یا وابسته است. نتایج حاصل از بررسی این معیار برای تمامی مدل‌های اندازه‌گیری در جدول (۹) نشان داده شده است.

جدول (۹): نتایج بررسی مدل کلی با استفاده از معیار GOF

مدل اندازه‌گیری	فرمول	نتیجه نهایی	دسته‌بندی
تهدید فاضلاب خانگی و راهکارهای مرتبط با آن	$GOF=\sqrt{0.598*0.352}$	۰/۴۵۹	قوی

از آنجایی که عدد بدست آمده برای مدل اندازه‌گیری بالاتر از مقدار ۰/۳۶ بوده است، می‌توان گفت که براش مدل اندازه‌گیری قوی بوده است.

بنابراین فرضیه‌های مورد بررسی در پژوهش حاضر به شرح زیر بوده است:

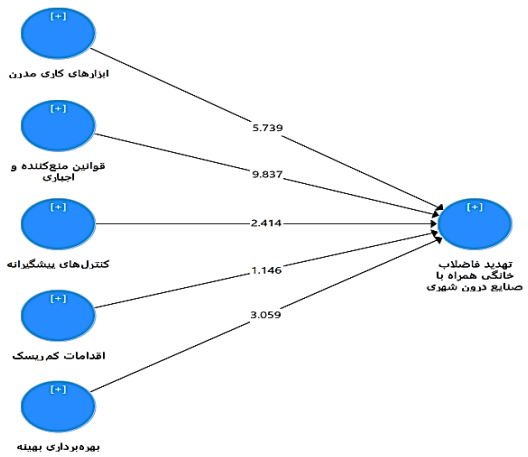
۱. ابزارهای کاری مدرن تأثیر معناداری بر تهدید فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری در فرآیند آب‌رسانی دارد.

۲. قوانین منع‌کننده و اجباری تأثیر معناداری بر تهدید فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری در فرآیند آب‌رسانی دارد.

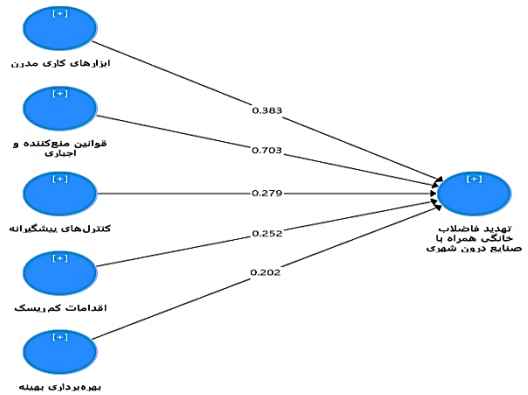
۳. کنترل‌های پیشگیرانه تأثیر معناداری بر تهدید فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری در فرآیند آب‌رسانی دارد.

۴. اقدامات کم‌خطر تأثیر معناداری بر تهدید فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری در فرآیند آب‌رسانی دارد.

۵. بهره برداری بهینه تأثیر معناداری بر تهدید فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری در فرآیند آب‌رسانی دارد.



شکل (۳): آزمون مدل تهدید فاضلاب خانگی و راهکارهای مرتبط با آن در حالت ضرایب معناداری



شکل (۴): آزمون مدل تهدید فاضلاب خانگی و راهکارهای مرتبط با آن در حالت ضرایب استاندارد

۴-۴- بررسی مدل های تحقیق

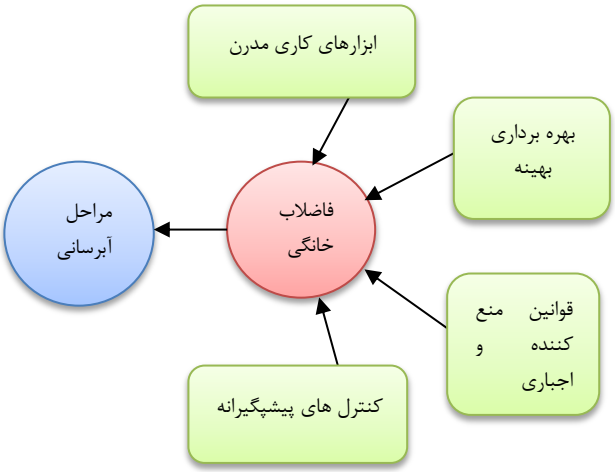
با توجه به اشکال فوق، ارتباط بین عوامل مدیریت تهدید مربوط به فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری و ضریب مسیر روابط مذکور مشخص شد. بر این اساس، چنانچه ضریب به دست آمده در روابط معناداری بالاتر از ۱/۹۶ باشد، آن رابطه مورد تأیید است و در ادامه، ضریب مسیر رابطه‌های معنادار نشان‌دهنده مستقیم یا معکوس بودن روابط بین متغیرها است. نتایج مربوط به آزمون فرضیه‌های پژوهش در جدول (۱۰) خلاصه شده‌اند.

جدول (۱۰): نتایج آزمون فرضیه‌های مدل تهدید فاضلاب خانگی با صنایع درون شهری و راهکارهای مرتبط با آن

فرضیه	آماره t	ضریب استاندارد	P (sig)	نتیجه آزمون
ابزارهای کاری مدرن ← تهدید فاضلاب خانگی	۵/۷۳۹	۰/۳۸۳	P<۰/۰۵	تأیید
قوانین منع‌کننده و اجباری ← تهدید فاضلاب خانگی	۹/۸۳۷	۰/۷۰۳	P<۰/۰۵	تأیید
کنترل‌های پیشگیرانه ← تهدید فاضلاب خانگی	۲/۴۱۴	۰/۲۷۹	P<۰/۰۵	تأیید
اقدامات کم‌خطر ← تهدید فاضلاب خانگی	۱/۱۴۶	۰/۲۵۲	P>۰/۰۵	عدم تأیید
بهره‌برداری بهینه ← تهدید فاضلاب خانگی	۳/۰۵۹	۰/۲۰۲	P<۰/۰۵	تأیید

نتایج بدست آمده از جدول (۱۰) نشان داد که از بین ۵ راهکارهای شناسایی شده برای مدیریت تهدید فاضلاب خانگی با صنایع درون شهری، به ترتیب قوانین منع‌کننده و اجباری، ابزارهای کاری مدرن، کنترل‌های پیشگیرانه و بهره‌برداری بهینه بیشترین تاثیرگذاری را بر تهدید فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری داشتند. همچنین، مشخص گردید که اقدامات کم‌خطر هیچ تاثیری بر این مسئله ندارند.

با توجه به نتایج بدست آمده، الگوی یکپارچه و منسجم کاهش و مقابله با تهدیدات فاضلاب خانگی با تکیه بر استراتژی پدافند غیرعامل در شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل (۵): الگوی یکپارچه و منسجم کاهش و مقابله با تهدیدات فاضلاب خانگی

۵- بحث و نتیجه‌گیری

فضای شهری نوین با مسائل و تهدیدهای متعددی در ابعاد اجتماعی، اقتصادی، کالبدی و محیط‌زیستی مواجه است و همین مسئله پایدارسازی شهرها در برابر مخاطرات توسعه زیرساختی شهری را به‌عنوان نگرشی نوین در شهرسازی مطرح نموده است [۲۷]. مطالعات صورت گرفته در حوزه برنامه‌ریزی شهری نشان داده است که با اتکا به راهکارهایی نظیر استفاده از فناوری با هدف توسعه پایدار و سازگاری هر چه بیشتر با محیط‌زیست، راهکارهای مدیریتی در جهت کاهش آلودگی‌های محیط‌زیستی، اصلاح برنامه‌های زمان‌بندی عملیات اجرایی بر اساس تهدیدات موجود و استفاده از مصالح باکیفیت در حوزه‌های زیرساخت شهری می‌توانند تأثیر بسزایی در کاهش مشکلات مردم کلان‌شهرها داشته باشند [۲۸].

عوامل مختلف آلاینده منابع آب شامل مواد شیمیایی، عوامل میکروبی و عوامل فیزیکی مانند تغییرات دمایی و تغییرات رنگ و کدورت هستند. سطح بالای غلظت از این مواد طبیعی در آب می‌تواند اثرات نامطلوبی بر فون و فلور منابع آب داشته باشد. بسیاری از مواد و ترکیبات شیمیایی راه یافته به منابع آب سمی بوده و می‌توانند منجر به تبعات بهداشتی در کوتاه‌مدت یا درازمدت شوند. همچنین عوامل پاتوژنیک میکروبی در آب می‌توانند منجر به بیماری‌های منتقل شونده از طریق آب شده و تهدیدکننده سلامت انسان و حیوانات باشند [۲۹]. آلودگی را می‌توان به عنوان یک تغییر نامطلوب در خواص فیزیکی، شیمیای و بیولوژیکی آب تعریف کرد که باعث به خطر انداختن سلامت، بقاء و فعالیت‌های انسان یا سایر موجودات زنده می‌شود [۱۱].

در پژوهش حاضر تلاش شد تا با بکارگیری روش تلفیقی، مدل مدیریتی برای کنترل زنجیره تأمین آب شرب کلان‌شهر رشت در برابر تهدیدات مرتبط با فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری ارائه شود. برای این منظور، ابتدا با بکارگیری ابزار مصاحبه تلاش شد تا نظر اساتید دانشگاهی و کارشناسان آب در خصوص راهکارهای مدیریت تهدیدات فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری شناسایی شود. در ادامه، با تحلیل محتوای مصاحبه‌ها، عوامل کلی مربوطه استخراج گردید و برای ارزیابی میزان اثرگذاری آن‌ها، از طریق ابزار پرسشنامه محقق ساخته، از کارکنان اداره آب و فاضلاب نظرسنجی گردید. یافته‌های به دست آمده در بخش کیفی نشان داده که راهکارهای این حوزه در پنج دسته‌بندی به نام‌های ابزارهای کاری مدرن، قوانین منع‌کننده و اجباری، کنترل‌های پیشگیرانه، اقدامات کم‌خطر و بهره‌برداری بهینه تقسیم می‌شوند.

یافته‌های حاصل از تحلیل مسیر رابطه بین راهکارهای شناسایی شده با تهدید تهدیدات فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری نتایج مختلفی را به دنبال داشت. بر اساس نتایج فرضیه اول، ابزارهای کاری مدرن رابطه مثبت و معناداری با تهدیدات فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری دارد و به احتمال ۹۹ درصد می‌توان گفت که بهره‌گیری از این راهکار می‌توان به مدیریت بهتر تهدیدات مذکور کمک نماید. نتایج حاصل از این فرضیه با یافته‌های غفوری و همکاران [۱۳]، فتائی [۳۰]، بازی و همکاران [۳۱]، محرابی و همکاران [۳۲]، باغانی [۳۳]، جین و همکاران [۲۱]، مریم و بویوگونگر [۳۴] و بایر و همکاران [۵] بوده است. در تشریح این فرضیه می‌توان گفت که بهره‌گیری از راهکارهایی نظیر اجرای سازه‌های سپتیک تانک در خروجی فاضلاب‌های خانگی، استفاده از لوله‌های اکسپوز در مسیر خط انتقال جهت کاهش احتمال ورود فاضلاب‌های خانگی و خاک‌های آلوده به آن به لوله‌ها، اجرای خطوط با لوله‌های استاندارد پلی‌اتیلن یا جی‌آرپی و یا فولادی یا چدنی (عدم استفاده از لوله‌های آزبست، سیمان و بتنی)، استفاده از صافی‌ها یا تورها جهت عدم ورود فضولات یا اشیاء آلوده در ورودی تصفیه‌خانه‌ها، استفاده از سیستم‌های هشدار آلودگی در ورودی آب خام تصفیه‌خانه‌های از نظر آلودگی و سموم، نصب آشغال‌گیرهای مناسب در ورودی‌ها، عملیات گندزدایی مناسب با کلر (مایع و گاز) یا آب ژاول و یا ازن می‌توانند تا حد زیادی بر کاهش آلودگی‌های مربوط به فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری تأثیرگذار باشند.

در خصوص نقش قوانین منع‌کننده و اجباری، نتایج نشان داد که این قوانین می‌توانند تأثیر مثبت و معناداری بر تهدیدات فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری داشته باشند. این نتایج همسو با پژوهش محسنی و گلکار [۳۵] و فصیحی [۱۰] بوده است. به طور کلی، انجام اقداماتی نظیر جلوگیری از ساخت شهرک‌های صنعتی در حریم منابع آب، جلوگیری از احداث هرگونه صنایع بدون سیستم تصفیه فاضلاب، عدم دادن مجوز ساخت رستوران و گردشگاه‌ها در حریم بهداشتی منابع سطحی و زیرزمینی توسط اداره میراث فرهنگی و گردشگری، الزامی شدن تصفیه فاضلاب‌های صنعتی و نظارت سازمان حفاظت محیط‌زیست بر آن و همچنین ملزم نمودن کارخانه‌ها و واحدهای صنعتی که دارای مواد اولیه شیمیایی خطرناک و یا مخازن و انبارهای سوخت و مواد منفجره خطرناک هستند به رعایت نکات ایمنی و انجام تدابیر لازم در مقابل تهدیدات، می‌تواند در حل مشکلات مرتبط با تهدیدات این‌گونه از آلودگی‌ها به فرایند آب‌رسانی تأثیرگذار باشد.

نتایج فرضیه سوم پژوهش نشان داد که کنترل‌های پیشگیرانه نیز می‌توانند نقش مثبت و معناداری بر کاهش تهدیدات فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری ایفا کنند. در این

زمینه، رمضانی و مسافری [۳۶] اظهار داشتند که پایش منابع بالادست سدها به جهت عدم وجود منابع آلوده‌کننده از قبیل فاضلاب خانگی و در کنار آن، پایش مداوم مسیر خط انتقال جهت بررسی و جلوگیری از ورود هر گونه آلودگی احتمالی به مسیر خط باید مد نظر قرار گیرند. به عقیده داوان و همکاران [۲۱] و سایسدو و همکاران [۳۷]، بکارگیری استراتژی کنترل از مبدأ تولید فاضلاب یکی از مهم‌ترین اقدامات در زمینه کاهش تهدیدات محیط‌زیستی فاضلاب‌های خانگی است. از دیگر راهکارهای کنترلی می‌توان به سرپوشیده نمودن کانال‌های روباز انتقال آب خام و همچنین ایجاد مسیرهای انحراف فاضلاب اشاره کرد.

نتایج مربوط به فرضیه شماره چهارم نشان داد که بکارگیری اقدامات کم‌خطر (نظیر شناسایی مسیرهای خالی از سکنه برای عبور خطوط انتقال و یا استفاده از مکان‌هایی دور از دسترس اهالی و سکونت‌های انسانی با شعاع حداقل ۱۵۰ متر از اطراف تصفیه‌خانه‌ها) با ضریب معناداری ۱/۱۴۶ عملاً تأثیر معناداری بر مدیریت تهدیدات فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری ندارد.

در نهایت، بررسی فرضیه پنجم مشخص نمود که بهره‌برداری بهینه از آب‌های مصرفی نظیر بکارگیری تصفیه فاضلاب‌های خانگی و صنعتی و یا استفاده مجدد آن در آبیاری مزارع، باغ‌ها، فضای سبز و غیره، می‌توانند تهدیدات موجود در این زمینه را به فرصتی دوباره برای حفظ منابع محیط‌زیستی بدل نمایند. نتایج این فرضیه نیز با مطالعات جعفرپور [۱۴]، ملاباشی و همکاران [۳۸]، حیدری [۳۹]، معینی و افشار [۱۲] و گنجی‌زاده و همکاران [۴۰] همراستا بوده است.

همانطور که از نتایج مشخص گردید، بجز اقدامات کم‌خطر که تاثیری بر تهدید فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری ندارد، ضریب مسیر سایر راهکارها نشان داد که به ترتیب مدیریت قوانین منع‌کننده و اجباری، ابزارهای کاری مدرن، کنترل‌های پیشگیرانه و بهره‌برداری بهینه بیشترین تاثیرگذاری را بر تهدید فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری دارند و به همین دلیل، بهتر است در اولویت‌بندی حل مشکلات مربوط به تهدید فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری به میزان اهمیت و تاثیرگذاری، به آن‌ها توجه شود.

مطابق با نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد که بدون تردید در صورت عدم رسیدگی به مشکل کمبود آب که ایران در حال حاضر با آن مواجه است، مسئله به صورت یک چالش بزرگ ملی تشدید خواهد شد. برای تسکین و کاهش مشکل فعلی کمبود آب، لازم است که یک برنامه جامع مدیریت پایدار منابع آب در کل کشور تدوین شود. استفاده مجدد از آب برای مصارف خانگی، در حل مشکل کمبود آب در ایران نقشی حیاتی ایفا می کند.

هم چنین به‌منظور کاهش تهدیدات مربوط به فاضلاب خانگی همراه با صنایع درون شهری باید به مسائل زیادی توجه نمود. برای مثال، مطابق آیین‌نامه‌های آب‌رسانی لوله‌های آب بایستی از استاندار بالاتری نسبت به لوله‌های فاضلاب در اجرا برخوردار باشند تا از نشتی آب در لوله‌ها کاسته شود. از طرفی، فاضلاب شهری باید به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب منتقل شوند و در مسیر انتقال نیز باید حفظ فاصله‌ها و حریم‌های اعلامی تأسیسات آب‌رسانی از تأسیسات فاضلاب رعایت شود. همچنین، تصفیه فاضلاب به صورت منطقه‌ای به‌منظور کاهش آلودگی ناشی از رهاسازی آن و همچنین تصفیه فاضلاب به صورت نقطه‌ای برای کلیه صنایع درون‌شهری به‌منظور کاهش آلودگی باید مورد توجه قرار گیرد. احداث پکیج‌های تصفیه فاضلاب توسط مجتمع‌های صنعتی و بیمارستان و تجاری قبل از ورود به شبکه نیز از دیگر تصمیماتی است که باید در قالب دستورات بهداشتی به مراکز مذکور ابلاغ و لازم‌الاجرا شود. از دیگر پیشنهادها در این زمینه می‌توان به انجام گندزدایی به صورت مجزا و دفع پساب خروجی، رعایت فاصله هم‌جواری لوله‌های آب و فاضلاب و الزام صنایع درون شهری به اجرای سامانه‌های سپتیک و تصفیه‌خانه اشاره کرد.

۶- مراجع

[1] K. Madani, A. AghaKouchak, and A. Mirchi, "Iran's socio-economic drought: Challenges of a water-bankrupt nation," Iranian Studies, vol. 49, pp. 997-1016, 2016.

[2] K. Madani, "Water management in Iran: what is causing the looming crisis?," Journal of Environmental Studies and Sciences, vol. 4, pp. 315-328, 2014.

[3] Nasrabadi, "Environmental evidence of Iran's water crisis and some solutions", Socio-Cultural Strategy Journal, vol. 4, pp. 65-89, 2014. (In Persian)

[4] R. Aghamjidi, and M. H. Golchinzadeh, "Water transmission lines and breakage (a case study of water transmission lines in Khuzestan province)," in National Conference on Optimal Use of Water Resources, Dezful, Islamic Azad University, Dezful Branch, 2011. (In Persian)

[5] K. Baier, K. C. Schmitz, R. Azzam, and R. Strohschön, "Management tools for sustainable ground water protection in mega urban areas–small scale land use and ground water vulnerability analyses in Guangzhou, China," International Journal of Environmental Research, vol. 2, pp. 249-262, 2014.

[6] J. Johansson, H. Hassel, and E. Zio, "Reliability and vulnerability analyses of critical infrastructures: Comparing two approaches in the context of power systems," Reliability Engineering & System Safety, vol. 120, pp. 27-38, 2013. DOI: 10.1016/j.ress.2013.02.027

[7] A.K. Priya, Rekha Pachaiappan, P. Senthil Kumar, A.A. Jalil, Dai-Viet N. Vo, Saravanan Rajendran, The war using microbes: A sustainable approach for wastewater management, Environmental Pollution, Vol. 275. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116598

[8] M. N. Koleva, A. J. Calderón, D. Zhang, C. A. Styan, and L. G. Papageorgiou, "Integration of environmental aspects in modelling and optimisation of water supply chains," Science of The Total Environment, vol. 636, pp. 314-338, 2018. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.358

Management, vol. 297, 2021. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113300.

[25] L. Yi, W. Jiao, X. Chen, and W. Chen, "An overview of reclaimed water reuse in China," Journal of Environmental Sciences, vol. 23, pp. 1585-1593, 2011. https://doi.org/10.1016/S1001-0742(10)60627-4.

[26] N. Rahman Nesab Amiri, and A. A. Pourezat, "The necessity of policy making for the participation of the private sector in solving the water crisis: The role of transnational companies in researching the right to water as one of the economic and social human rights", Quarterly Journal of Interdisciplinary Studies in Humanities, vol. 9, pp. 112-91, 2016. (In Persian)

[27] S. Zanganeh Tabar, and S. M. Hosseini, "Investigating the role of natural factors in mapping urban hazards (case study: Kermanshah city)," Tabavar Shahr Quarterly, 1400. (In Persian)

[28] R. Valizadeh, and M. Dadash Pourmoghadam, "Evaluation of the physical resilience of the road network in Tabriz city area 1 against urban hazards", Journal of Shabak, vol. 6, pp. 216-207, 2019. (In Persian)

[29] C. M. Hogan, "Water pollution. Encylopedia of earth topic," Washington, DC: Cleveland National Council on Science and Environment, 2010.

[30] E. Fatai, "Environmental and health risk assessment of the Sablan Dam catchment area using verastic model," Ardabil Health and Health Journal, vol. 11, pp. 555-573, 2019. (In Persian)

[31] J. Bazi, S. R. Hashemi, and A. Khasheai Seyuki, "Optimizing the location of drinking water supply stations with passive defense approach (case study: Birjand city)," Passive Defense Journal, vol. 9, pp. 115-121. 2017. (In Persian)

[32] Mehrabi, M. A. Eslami, and A. M. Zamani, "Ubiquitous GIS in urban water and wastewater of Yazd province," in 4th National Conference on the Application of GIS Spatial Information System in Water and Electricity Industry, Arak, 2016. (In Persian)

[33] M. Baghani, "Investigation of characteristics, advantages and disadvantages of the wetland system compared to conventional filtration systems (trickle filter)," in 7th National Conference and Specialized Exhibition of Environmental Engineering, Tehran, 2013. (In Persian)

[34] B. Maryam, and H. Büyükgüngör, "Wastewater reclamation and reuse trends in Turkey: Opportunities and challenges," Journal of Water Process Engineering, vol. 30, pp. 100-112, 2019. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2017.10.001

[35] S. H. Mohseni, and H. Golkar, "Environment, water pollution, challenges and solutions," in 5th National Conference on Environmental Engineering, Tehran, 2019. (In Persian)

[36] M. E. Ramezani, and M. Masafari, "Analysis of Tabriz urban water and wastewater situation with SWOT and QSPM method in order to provide management strategy," in 16th National Conference on Environmental Health of Iran, Tabriz, 2013.

[37] C. Caicedo, K. H. Rosenwinkel, M. Exner, W. Verstraete, R. Suchenwirth, P. Hartemann, and R. Nogueira, "Legionella occurrence in municipal and industrial wastewater treatment plants and risks of reclaimed wastewater reuse," Water Research, vol. 149, pp. 21-34, 2019. https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.10.080

[38] S. Molabashi, H. Amini, and N. Akbari, "Optimum plan for equipping residential areas with water consumption reducing devices (case study of Isfahan city)," Journal of Water and Sewerage Science and Engineering, vol. 4, pp. 49-42, 2018. (In Persian)

[39] Heydari, "Sustainable use of Tehran's urban water and wastewater resources," in 2nd Iran Water and Sewerage Science and Engineering Congress, Isfahan, 2017. (In Persian)

[40] R. Ganjizadeh, H. Moazed, M. Rafiei, and A. Ebrahimi, "Usage of urban sewage and its use in the agricultural sector: A case study of Ferdous city," in National Conference of Water and Wastewater Engineering Sciences, Kerman, 2013. (In Persian)

[9] M. Rasouli Fard, and M. Ehteshami, "Water crisis and solutions to deal with it," in 3rd International Symposium on Environmental Engineering and Water Resources, Khwaja Nasiruddin Tousi University of Technology, Tehran, 2014. (In Persian)

[10] H. A. Fasihi, "Investigation of the sources and consequences of urban and industrial wastewater flow in the villages of the private part of Tehran," Rural Research Quarterly, vol. 5, pp. 911-936, 2013. (In Persian)

[11] M. Hadi, "Fund to support researchers and environmental research institute of Tehran University of Medical Sciences and Health Services," in Fund to Support Researchers and Technologists of the Country, 2015. (In Persian)

[12] R. Moini, and M. Afshar, "Optimization of the comprehensive design of the treatment plant and the domestic wastewater collection network with the ant community optimization algorithm," Water and Wastewater, vol. 25, pp. 14-24, 2013. (In Persian)

[13] S. Ghafouri, H. Hasanpour, and M. V. Samani Hossein, "Sustainable management of water resources by reuse of urban wastewater in toll land approach," Journal of Water and Wastewater, vol. 32, pp. 122-135, 1400. (In Persian)

[14] M. Jafarpour, "Investigating the effects of the lack of surface water collection and disposal network in the urban area (case study of Ahvaz city," Rainwater Catchment Surface Systems, vol. 9, pp. 37-46, 1400. (In Persian)

[15] Kayhanian, M. and Tchobanoglous, G., 2018. "Potential application of reclaimed water for potable reuse: part III-the path forward and implementation challenges." Journal of Water and Wastewater, 29 (4),61-74. (In Persian)

[16] H. Gilani, 1 H. Sahebi, "The Water-Energy Nexus of the Sewage Sludge Supply Chain Under Disruption: A Scenario-Based Robust Model", Journal of Supply Chain Management, Vol. 23, No. 72, pp.55-70., 2021. (In Persian)

[17] H. Poursultan Mohammadi, M. Chehel Amirani, and F. Faghihi, "Non-agent defense in the face of cyber-attacks to deal with intentional environmental pollution and biological pests of water and wastewater treatment plants (case study: Quds city treatment plant)," Environmental Science and Technology Quarterly, 2016. (In Persian)

[18] H. Safari, and M. Safi, "Comprehensive criteria for passive defense of water and sewage systems in sustainable development," in 4th International Congress on Civil Engineering, Architecture and Urban Development, Tehran, Conference Permanent Secretariat, Shahid Beheshti University, 2015. (In Persian)

[19] Ghandi, M., Roozbahani, A., 2019, "Tehran's drinking water supply management in pre crisis situations using the fuzzy PROMETHEE II method." Journal of Water and Wastewater, 30(4), 1-15. Doi: 10.22093/wwj.2018.133679.2692. (In Persian)

[20] K. Jain, A. S. Patel, V. P. Pardhi, and S. J. S. Flora, "Nanotechnology in wastewater management: A new paradigm towards wastewater treatment," Molecules, vol. 6, pp. 17-97, 2021. https://doi.org/10.3390/molecules26061797.

[21] H. Duan, S. Gao, X. Li, N. H. Ab Hamid, G. Jiang, M. Zheng, ... and Z. Yuan, "Improving wastewater management using free nitrous acid (FNA)," Water Research, vol. 171, pp. 115-182, 2020. https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115382.

[22] F. N. Chaudhry, and M. F. Malik, "Factors affecting water pollution: a review," J Ecosyst Ecography, vol. 1, pp. 225, 2017. DOI: 10.4172/2157-7625.1000225.

[23] E. N. A. González, A. V. Ramos, G. T. Echeverri, S. Carlos, L. S. M. Hernández, M. A. Á. Garza, and L. D. Jiménez, "Analysis of the production and treatment of wastewater in the southeast of Coahuila, Mexico," Journal of Agriculture and Environmental Sciences, vol. 4, No.1, pp. 155-162, 2015. DOI: 10.15640/jaes.v4n1a20.

[24] A. K. Pandey, R. Reji Kumar, Kalidasan B, Imtiaz Ali Laghari, M. Samykano, Richa Kothari, Abdullah M. Abusorrah, Kamal Sharma, V. V. Tyagi, Utilization of solar energy for wastewater treatment: Challenges and progressive research trends, Journal of Environmental