

Article Type: Case Study

نوع مقاله: مطالعه موردی

Providing a Risk Assessment and Management Model for Water and Sewage Infrastructures with the Passive Defense Approach (Case Study: The border Province)

S. E. Abtahi^{1*}, A. A. Amir Kardoost², D. Sedaghat Shaygan²

1- Ph.D. Student in Civil Engineering-Construction Engineering and Management, Researcher at Imam Hossein University, Tehran, Iran. 2-Assistant Professor of Civil Department, Faculty of Engineering and Technology, Islamic Azad University, Rudehen Branch, Tehran, Iran.

*(Corresponding Author Email: ehsan_ab3001@yahoo.com)

Received: 01-07-2023

Revised: 26-08-2023

Accepted: 13-09-2023

Available Online: 16-02-2024

ارائه مدل ارزیابی و مدیریت ریسک زیرساخت‌های حوزه آب و فاضلاب با رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: استان مرزی*)

سیداحسان ابطی^{۱*}، علی اصغرامیر کار دوست^۲، داوود صداقت شایگان^۲

۱- دانشجوی دکتری مهندسی عمران-مهندسی و مدیریت ساخت، پژوهشگر دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران. ۲- استادیار گروه عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، رودهن، ایران.

*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: ehsan_ab3001@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۶/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۱/۲۷

Abstract

The supply and distribution of sustainable drinking water is one of the most basic responsibilities of governments, and the protection and maintenance of water supply and distribution infrastructure is of particular importance. Currently, with the occurrence of natural threats such as drought and climate change in the country, the enemy can abuse these threats and carry out hostile actions such as creating disruptions or interrupting the provision of services as well as psychological operations to incite people against the government and sovereignty. Therefore, paying attention to drinking water infrastructure, industry, and agriculture is considered necessary and inevitable to increase resilience, continue essential activities, and facilitate crisis management. Our research method is practical and developmental in terms of purpose. The research approach is descriptive and analytical. The aim of this research is to provide an efficient model that helps identify the base threats and vulnerable points of the infrastructure of the border regions. In this article, in the form of a case study using the method of identifying and assessing the potential of natural and human hazards in a region (FEMA), firstly, the assets of the water and sewerage area of Marzi province have been identified and screened. Vulnerabilities are identified and assessed, and the risk of each asset is calculated. At the end, solutions are presented to reduce the risk to the water and sewage infrastructure of the border province.

Keywords: Fema Method, Threat Assessment, Vulnerability Assessment, Water and Wastewater Infrastructure.

چکیده

تأمین و توزیع آب شرب پایدار، یکی از اساسی‌ترین مسئولیت‌های حکومت‌ها به شمار می‌آید و حفاظت و حفظ زیرساخت‌های تأمین و توزیع آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در حال حاضر با بروز تهدیدات طبیعی از جمله خشکسالی و تغییر اقلیم در سطح کشور، دشمن می‌تواند با سوء استفاده از این تهدیدات و انجام اقداماتی خصمانه همچون ایجاد اختلال و یا وقفه در ارائه خدمات و همچنین عملیات روانی مردم را علیه دولت و حاکمیت تحریک نماید. بنابراین توجه به زیرساخت‌های آب شرب، صنعت و کشاورزی برای افزایش تاب‌آوری، تداوم فعالیت‌های ضروری و تسهیل مدیریت بحران امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌شود. روش تحقیق در این پژوهش، به لحاظ هدف، کاربردی و توسعه‌ای می‌باشد. رویکرد پژوهش نیز، توصیفی و تحلیلی می‌باشد. هدف این پژوهش ارائه مدلی کارآمد که به شناخت تهدیدات مبنا و نقاط آسیب‌پذیر زیرساخت‌های مناطق مرزی کمک نماید، است. در این مقاله به صورت مطالعه موردی با استفاده از روش شناسایی و ارزیابی پتانسیل خطرهای طبیعی و انسانی در یک منطقه (FEMA)، ابتدا دارایی‌های حوزه آب و فاضلاب استان مرزی شناسایی و غربالگری شده است. سپس بر اساس تهدیدات مبنا احصاء شده آسیب‌پذیری‌ها به شناسایی و ارزیابی و ریسک هر یک از دارایی‌ها، محاسبه می‌شود. در پایان راهکارهایی برای کاهش خطر در زیرساخت‌های آب و فاضلاب استان مرزی ارائه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: روش FEMA، ارزیابی تهدید، ارزیابی آسیب‌پذیری، دارایی‌های حوزه آب و فاضلاب.

* به دلیل محدودیت‌های پدافند غیرعامل، نام استان ذکر نشده است.

مرزهای جغرافیایی و امنیتی ایران افزوده است. گذشته از این تهدیدات، موقعیت جغرافیایی استان‌های مرزی و حضور تعداد کثیری از اتباع بیگانه، سبب تشدید عملیات تروریستی در این استان‌ها شده و در نهایت بی‌ثباتی و بروز چالش‌های امنیتی را به دنبال داشته است. ضمناً کشور ایران به دلیل داشتن مرزهای بسیار طولانی، رویارویی با نظام استکباری آمریکا، رژیم صهیونیستی و گروه‌های تروریستی تحت حمایت این رژیم و رژیم‌های مرتجع منطقه و بی‌ثباتی اقتصادی در مناطق مرزی با ضعف‌های بسیاری مواجه است (اعظمی و همکاران، ۱۳۹۱).

اسناد بالادستی کشور از جمله قانون برنامه پنجم توسعه به صراحت در ماده ۲۰۱ قانون مذکور، به لزوم نقش پدافند غیرعامل در طراحی و ساخت زیرساخت‌های کشور اشاره شده است. این بدین معنا است که به کارگیری اصول و ضوابط حاکم بر پدافند غیرعامل در مطالعات مربوط به طراحی و ساخت زیرساخت‌ها از درجه اهمیت بالایی برخوردار است (سازمان پدافند غیرعامل، ۱۳۹۶).

همچنین برای تبدیل ریسک‌های مضر به ریسک‌های مثبت، انجام تحقیقات مرحله به مرحله در مورد پروژه‌ها، به کارگیری دانش سازمانی و آموختن درس‌هایی برای کاهش چالش‌های پروژه پیشنهاد شده است (Shahabrahimi و همکاران، ۲۰۲۲). بررسی و ارزیابی نقش الزامات پدافند غیرعامل و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حوزه آب در مناطق مرزی، اقدامی ضروری است که تاخیر در آن باعث آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر هرگونه مخاطره می‌شود و در حال حاضر عمده‌ترین هدف پدافند غیرعامل، مصونیت‌سازی و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های مورد نیاز مردم است، تا به تدریج شرایطی را برای امنیت ایجاد نماید، از این رو می‌توان گفت که در جهت رسیدن به توسعه مطلوب و پایدار شهری باید مساله امنیت یا محافظت در برابر خطر به عنوان یک مورد ضروری در بطن زندگی مردم قرار داده شود.

آب به عنوان اصلی‌ترین نیاز بشر همواره مورد توجه بوده است. امروزه تأمین و توزیع آب شرب، یکی از اساسی‌ترین مسئولیت‌های حکومت‌ها به شمار می‌آید. اکثر کارشناسان جنگ بر این باور هستند که جنگ جهانی سوم بر سر آب خواهد بود. بنابراین، تأمین آب و حفاظت و حفظ زیرساخت‌های مربوط به آن حائز اهمیت است، زیرا تأسیسات آبرسانی جزء زیرساخت‌های اساسی هر کشور می‌باشد که همواره مورد توجه و تهدید دشمنان به اشکال مختلف بوده است (کاظمی بلگه شیری و گلستانه، ۱۳۹۳).

اهمیت آب شیرین و زیرساخت‌های آبی برای انسان و سلامتی اکوسیستم و عملکرد صحیح یک سیستم اقتصادی، صنعتی و تجاری موجب می‌شود که آب و سیستم‌های آبی اهدافی برای تروریسم باشند. زیرساخت‌های آبی را می‌توان مستقیماً مورد هدف قرار داده و یا اینکه آب را از طریق سموم و عوامل بیماری‌زا آلوده کرد. آسیب از طریق صدمه زدن به مردم، توزیع

برنامه‌ریزی برای مناطق مرزی یکی از عرصه‌های نوین در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری برای توسعه کشور است (کریمی و وفایی، ۱۳۹۲). مرز به عنوان خطی است، که محدوده سرزمین کشورها را از هم جدا می‌کند. مناطق مرزی تاریخی به قدمت شکل‌گیری دولت‌ها دارند. تا قبل از شکل‌گیری دولت‌های نوین در عرصه سیاسی مناطق به صورت سرحدی اداره می‌شد. مناطق سرحدی به صورت نیمه مستقل اداره می‌شدند و به نوعی تحت حاکمیت مشترک دو امپراتوری مجاور بودند که با افزایش یا کاهش قدرت هر کدام از دیگری اطاعت می‌کردند. کنترل و امنیت در مناطق سرحدی نسبت به مناطق مرکزی پایین‌تر بود، در نتیجه مناطق سرحدی عوامل چندان قوی و دقیقی در جدایی مکانی و فضایی نبود. دسترسی به فناوری‌های پیشرفته و تعیین مختصات دقیق باعث شد، قوانین بین‌المللی در زمینه مرزها شکل بگیرد. در نتیجه مرزها به عنوان عواملی قوی در ایجاد فضایی خاص با ویژگی‌های منحصر به فردی نقش‌آفرینی کردند (Buzan و Waever، ۲۰۰۲).

فضایی که در مناطق مرزی ایجاد شده است، چالش‌ها و فرصت‌هایی را برای ساکنان آن منطقه ایجاد کرده است. به عنوان مثال مردمان ساکن در مناطق مرزی، نخستین شهروندان واقع در یک قلمرو سیاسی هستند، که با هرگونه تحول ایجاد شده در واحدهای سیاسی، روبه‌رو می‌شوند. تحولات بیان شده می‌توانند طیف وسیعی از دگرگونی‌ها از جمله تصمیم‌گیری‌های سیاستمداران برای افزایش یا کاهش همکاری بین مرزهایشان، تا وقوع جنگ را شامل شوند. از طرف دیگر، مناطق مرزی به علت مجاورت با کشورهای همسایه و شرایط جغرافیایی و سیاسی متمایز آن‌ها، ویژگی‌های خاص خود را دارند و باید به درستی مورد توجه قرار گیرند. فقدان توجه به مناطق مرزی، تهدید بزرگی در برابر توسعه و امنیت کشورها محسوب می‌شود. بنابراین باید در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های کشور مورد توجه قرار گیرد. باید توجه داشت، بی‌توجهی به مناطق مرزی باعث عدم تعادل میان مناطق مرزی و مرکزی کشور می‌شود که بر توسعه این مناطق نیز تأثیر منفی خواهد گذاشت. مناطق مرزی در هر کشوری دارای ویژگی‌های خاصی بوده و به طور اساسی با مناطق داخلی کشور تفاوت‌هایی دارند (زرقانی و بخشی شادمهری، ۱۳۹۳).

کشور ایران به دلیل واقع شدن در منطقه خاورمیانه با مخاطرات، چالش‌ها و تحولاتی عمده در محیط امنیتی خود روبرو بوده و این یک واقعیت است که محیط راهبردی آن، از جمله امنیت ملی در معرض حوزه‌های متعدد ژئوپلیتیک بیرونی قرار دارد. مناطق بی‌ثبات همجوار ایران به خصوص در شرق کشور باعث دغدغه‌ها و نگرانی‌های اساسی شده و فقدان رشد دموکراسی و ناپایداری دولت‌های پیرامونی و گسترش اقتدار قومی آنها بر آسیب‌پذیری

آب غیرقابل استفاده و تخریب زیرساخت تصفیه و تأمین انجام می‌شود (آرمین و قربان‌نیا خیبری، ۱۳۹۸).

در این مقاله پرکاربردترین روش‌های ارزیابی ریسک شامل: دستورالعمل معیارهای طراحی فضا، ضوابط طراحی یکپارچه وزارت دفاع ایالات متحده آمریکا، راهبردهای مبانی ساختمان، روش مدیریت خطرپذیری رمکپ، روش ارزیابی آسیب‌پذیری امنیت، روش استفاده از ماتریس رمکپ بررسی شد. پس از آن از طریق مقایسه نتایج و شاخص‌های مربوط به آن توسط خبرگان پدافند غیرعامل و مدیریت بحران استان، سازمان‌های متولی و همچنین رویکرد دفاعی مطالعات، روش 'Department of FEMA (Homeland Security، ۲۰۱۱) که شاخص‌های آن تطابق بهتری با زیرساخت‌های حوزه آب دارد، برای محاسبه عدد ریسک استفاده شد. برای این منظور شناخت میدانی دارایی‌های حوزه آب و آسیب‌پذیری‌های آنها لازم است. براساس ارزش این دارایی‌ها، عدد آسیب‌پذیری و عدد تهدید مبنا، ریسک این دارایی‌ها محاسبه می‌شود. در نهایت باتوجه به اهمیت این ریسک‌ها، راهکارهایی برای کاهش آسیب‌پذیری آنها ارائه می‌شود.

زرقانی (۱۳۸۵) عوامل متعددی را در تأمین امنیت مناطق مرزی مؤثر می‌داند که بعضی از این عوامل تقریباً ثابت و در بیشتر کشورها مشابه است و بعضی عوامل خاص یک کشور یا حتی یک منطقه ویژه بوده و در گذر زمان ممکن است میزان تأثیرگذاری آن عوامل کاهش یا افزایش پیدا کند (زرقانی، ۱۳۸۵).

زرقانی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای اشاره می‌کنند حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی و دارایی‌های کلیدی این زیرساخت‌ها از مهمترین وظایف و مأموریت‌های هر دولتی محسوب می‌شود، چرا که تخریب یا وارد آمدن آسیب به این دارایی‌ها، به راحتی می‌تواند تداوم عملکرد زیرساخت‌های حیاتی کشور را با مشکل مواجه سازد و امنیت آن را به لحاظ سیاسی، اقتصادی و دفاعی به شکل جدی به خطر اندازد. همچنین آنها در مقاله خود بیان می‌کنند که تحلیل تهدیدات تروریستی مستلزم بررسی انواع تهدیدات تروریستی، منبع و منشا تهدیدات و شناخت مهمترین مناطق شهری و مرزی مورد تهدید است (زرقانی و همکاران، ۱۳۹۵).

کاظمی بلگه شیری و گلستانه (۱۳۹۳) تهدیدات مخازن ذخیره آب را شناسایی و باتوجه به شرایط مناطق مختلف نمره‌دهی نموده تا در برابر تهدیدات احتمالی محافظت شوند. همچنین در این مطالعه، کشور به دو منطقه مرکزی و مرزی و شهرها نیز به دو دسته کوچک و بزرگ تقسیم شدند. آنها پس از تهیه پرسشنامه‌ها بر اساس تهدیدات و تکمیل آن توسط کارشناسان و اساتید این حوزه و تجزیه و تحلیل نتایج آنها مشخص نمودند که تهدیدات لازم با این تهدیدات در هر منطقه با مناطق دیگر متفاوت می‌باشد. آنها نتیجه گرفتند که در مناطق و شهرهای مرزی به هیچ عنوان نباید زیرساخت‌های آبرسانی به صورت سطحی و قابل مشاهده باشند اما در مناطق

غیرمرزی می‌تواند این تأسیسات به صورت سطحی احداث شود و حساسیت‌ها کمتر است (کاظمی بلگه شیری و گلستانه، ۱۳۹۳).

آرمین و قربان‌نیا (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای سوابق حملات گذشته به سیستم‌های آبرسانی و آسیب‌پذیری‌ها و خطرات مهم پیش‌روی این سیستم‌ها را بررسی و در نهایت راهکارهایی پیشنهادی برای کاهش این خطرات ارائه نموده و نتیجه گرفتند که حفاظت از زیرساخت‌های حساس آبرسانی با استفاده از ترکیب موانع فیزیکی، پایش و کنترل مستمر و تصفیه بیولوژیکی و شیمیایی در سریعترین زمان و ایجاد سیستم‌های واکنش هوشمند و یکپارچه در تمامی سطوح حیاتی است (آرمین و قربان‌نیا خیبری، ۱۳۹۸).

مرادی و بیگلری (۱۴۰۱) در پژوهشی باتوجه به اهمیت زیرساخت‌های آب، به تحلیل خطرپذیری زیرساخت‌های آب آشامیدنی در مقابل تهدیدات پایه زیستی، سایبری، نظامی و امنیتی با رویکرد پدافند غیرعامل پرداخته و برای پاسخ به پرسش اصلی به شکل تلفیقی از روش‌های کتابخانه‌ای برای شناسایی و دسته‌بندی دارایی‌ها، تهدیدات و آسیب‌پذیری‌ها در حوزه تأمین و توزیع آب استفاده نمودند. روش تحقیق آنها از لحاظ هدف، کاربردی و توسعه‌ای بود (مرادی و بیگلری، ۱۴۰۱).

جلالی فراهانی و همکاران (۱۴۰۱) باتوجه به بروز تهدیدات طبیعی از جمله خشکسالی و تغییر اقلیم در سطح کشور، و رویکرد دشمن برای انجام اقدامات خصمانه از جمله ایجاد اختلال و وقفه در خدمت‌رسانی زیرساخت‌های حوزه آب و همچنین انجام عملیات روانی و تحریک مردم بر علیه حکومت، مطالعه‌ای را با هدف شناسایی مولفه‌ها و شاخص‌های تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور صورت دادند (جلالی فراهانی و همکاران، ۱۴۰۱). همانطور که در بخش‌های قبلی مقاله اشاره شد، روش‌های مختلفی برای ارزیابی و مدیریت ریسک زیرساخت‌های حوزه آب و فاضلاب از قبیل روش رمکپ، روش بومی سازمان پدافند غیرعامل کشور و ... وجود دارد، اما در این مقاله که بر مبنای یک پروژه ملی تأیید شده تدوین شده است، پس از بررسی روش‌های مختلف، روش FEMA به‌عنوان یک روش کاربردی محاسبه ریسک که تطابق بهتری با هدف مطالعات یعنی ارزیابی کمی مخاطرات و ارائه راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها دارد، انتخاب می‌شود.

مواد و روش‌ها

روش تحقیق معمولاً بر اساس ماهیت موضوع و اهداف هر تحقیق تنظیم می‌شود. طی مراحل مختلف سعی شده است با شناخت علمی و سیستماتیک، زیرساخت‌های مهم استان مرزی بررسی شود و در نهایت با شناخت و ارزیابی آسیب‌پذیری این زیرساخت‌ها، زمینه کاهش آسیب‌های احتمالی فراهم شود. روش تحقیق در پژوهش حاضر کمی است. فعالیت‌های پژوهشی

کمی براساس تجزیه و تحلیل یک یا چند پیشنهاد فرضی و ذهنی درباره روابط علت و معلولی میان دو یا چند متغیر بنا می‌شود و هدف، آزمودن این روابط می‌باشد. تحقیق به لحاظ هدف، تحقیق کاربردی-توسعه‌ای می‌باشد. تحقیق کاربردی-توسعه‌ای یا تحقیق توسعه محور کاربردی، نوعی تحقیق است که هدف آن برطرف کردن نیازهای عملی و عمومی جامعه، تحسین عملکرد و افزایش توانمندی‌ها، ایجاد تغییرات مثبت و کاربردی در عملگرایی واقعی است. در این نوع تحقیق، تمرکز اصلی بر روی مسائل عملی و یافتن راهکارهای عملی و قابل اجرا است. از نظر رویکرد پژوهش نیز، توصیفی-تحلیلی می‌باشد. تحقیق توصیفی شامل مجموعه‌ای از روش‌هایی است که هدف آن‌ها توصیف کردن شرایط یا پدیده‌های مورد بررسی است. روش تحقیق توصیفی-تحلیلی برعکس تحقیقات تاریخی زمان حال را بررسی می‌کند و شرایط و روابط موجود را توصیف و تفسیر می‌کند. در این مقاله پس از بررسی انواع روش‌های ارزیابی ریسک از لحاظ مطلوبیت و سازگاری با زیرساخت‌های حوزه آبرسانی، با استفاده از روش ارزیابی خطرپذیری FEMA، ابتدا دارایی‌های حوزه آب و فاضلاب استان مرزی غربالگری شده، سپس بر مبنای تهدیدات مبنای به شناسایی و ارزیابی آسیب‌پذیری‌ها پرداخته و ریسک هر یک از دارایی‌ها، محاسبه و در پایان راهکارهایی برای کاهش خطر در زیرساخت‌های حوزه آب و فاضلاب ارائه می‌شود. همچنین به منظور بررسی دقت نتایج حاصل از ارزیابی باید در گام اول شاخص‌های ارزیابی وزن‌دهی شوند. این امر به این دلیل است که تأثیر هر شاخص به اندازه‌ی وزن خود در ارزیابی لحاظ شود، زیرا شاخص‌های ارزیابی که در بخش‌های مختلف ارزیابی دارایی، تهدیدات و آسیب‌پذیری معرفی شده وزن یکسانی ندارند. در وزن‌دهی شاخص‌های مختلف در یک مطالعه، روش‌های گوناگونی مطرح است که از آن میان دو روش تحلیل سلسله مراتبی^۱ و روش ماتریس تعمیم^۲ از سایر روش‌ها پذیرفته‌تر و پرکاربردتر هستند. در این مطالعه باتوجه به هدف مطالعه، روش تحلیل سلسله مراتبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش تحلیل سلسله مراتبی بر مبنای سه اصل تجزیه، مقایسه جفتی، جمع‌بندی و اولویت‌بندی گزینه‌ها استوار است. در این روش معیارهایی که دارای اهمیت بیشتری هستند، در ردیف‌های بالاتر این ساختار شاخه‌ای قرار می‌گیرند. از آنجایی که مبنای تمامی محاسبات در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، برخلاف روش ماتریس تعمیم که بیشتر بر مبنای محاسبات ریاضی بنا نهاده شده، نظر کارشناسی است، نتایج دارای انعطاف‌پذیری بیشتری بوده و این ویژگی از نقاط قوت این روش محسوب می‌شود. همچنین استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی این امکان را فراهم می‌کند که شاخص‌های ارزیابی دارایی، تهدید و آسیب‌پذیری که از نظر کارشناسان و خبرگان حوزه آب و فاضلاب استان بر این زیرساخت‌ها اثرگذاری

بیشتری دارند، با همان اهمیت در مسئله بررسی می‌شوند. به‌منظور وزن‌دهی شاخص‌های بیان شده، پس از تنظیم پرسشنامه و توزیع آن میان جامعه خبرگان استان و اخذ نظرات آنها، با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی در نرم‌افزار (CHOICE EXPERT)، وزن هر شاخص به‌دست می‌آید و اولویت‌بندی بر اساس وزن هر کدام صورت می‌گیرد.

۱- دارایی‌شناسی

• شناسایی و غربالگری دارایی

هدف از بررسی، شناسایی و غربالگری دارایی‌های حوزه آب و فاضلاب، نقش و تأثیر آن‌ها در شرایط بحران و کاهش آسیب‌پذیری استان‌های مرزی می‌باشد، لذا به‌وسیله شاخص‌های زیر، غربالگری اولیه در میان این دارایی‌ها صورت گرفته و صرفاً مواردی که حداقل با یکی از شاخص‌های جدول (۱) مطابقت دارند، مطرح و بررسی می‌شود (کلهر و همکاران، ۱۴۰۰-الف).

جدول ۱- شاخص غربالگری دارایی

ردیف	شاخص‌های غربالگری
۱	محصول یا عملکرد آن در زمان‌های بحرانی مؤثر بوده و برای مدیریت بحران اثرگذار باشد و برای آن شرح وظایف مشخصی در زمان بحران تعریف شده یا قابل تعریف باشد.
۲	نمونه مشابه در استان وجود نداشته باشد و دارایی محصول یا خدمتی منحصر به فرد در سطح استان را ارائه می‌دهد.
۳	دارایی و زیرساخت‌های مربوط به آن، از ارزش سرمایه‌های مادی و معنوی بالایی برخوردار است

دارایی‌هایی که حداقل با یکی از شاخص‌های بالا سازگار هستند، در مرحله بعد با تعیین حوزه اثرگذاری (بخش، شهرستان، فراشهرستان، استان و فرا استان) سنجش و غربالگری ثانویه می‌شوند و باتوجه به سطح بررسی‌های کلان، دارایی‌هایی که حوزه تأثیر پایین‌تر از شهرستان دارند، در مراحل بعدی مطالعات غربال شده و بررسی و ارزیابی نمی‌شوند. در گام بعدی دارایی‌های غربال شده، از نظر میزان گستردگی جغرافیایی اثرگذاری آن‌ها در صورت اختلال، در سطوح اهمیتی چهارگانه (حیاتی/حساس/مهم/قابل حفاظت) دسته‌بندی می‌شوند. همچنین مطابق با الگوی مورد استفاده در مطالعات، پس از تعیین سطح اهمیت، لازم است تا ارزش دارایی‌های مربوط به هر یک از زیرساخت‌های حوزه آب و فاضلاب استخراج و کمی‌سازی شود. تجزیه تحلیل و ارزیابی سطح تأثیرگذاری و ارزش دارایی‌های سیستم آبرسانی، بر اساس اهمیت و حساسیت (بر اساس پیامدهای کوتاه‌مدت و بلندمدت ناشی از خسارت و تخریب آن دارایی‌ها) مطابق با حوزه عملکردی آن دارایی بر استان، صورت می‌پذیرد.

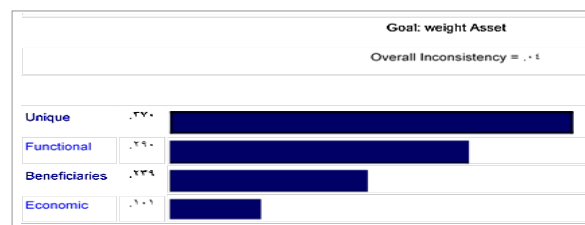
• ارزیابی دارایی

جدول ارزش دارایی بر پایه یک سری از شاخص‌ها تهیه و داراییها بر اساس آن ارزیابی می‌شوند. این شاخص‌ها شامل؛ ارزش اقتصادی یا سرمایه‌ای، ارزش عملکردی، منحصر به فرد بودن و امکان جایگزینی، سطح پوشش بهره‌برداران و ضرورت تداوم عملکرد در زمان بحران می‌شود (کلهر و همکاران، ۱۴۰۰-الف). حال به‌منظور بررسی دقت نتایج به‌دست آمده از ارزیابی دارایی باید در گام اول شاخص‌های ارزیابی دارایی وزن‌دهی شوند. این موضوع به این دلیل است که تاثیر هر شاخص باید به اندازه وزن خود در ارزیابی لحاظ شود، زیرا شاخص‌های ارزیابی معرفتی شده از وزن یکسانی برخوردار نیستند. در این مطالعه با توجه به هدف، روش تحلیل سلسله مراتبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به منظور وزن‌دهی شاخص‌های بیان شده، پس از تنظیم پرسشنامه و توزیع آن میان جامعه خبرگان پدافند غیرعامل و مدیریت بحران استان و اخذ نظرات آنها، با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی در نرم‌افزار CHOICE EXPERT، وزن هر یک از شاخص‌های ارزیابی دارایی به‌دست می‌آید و سپس اولویت‌بندی براساس وزن هر کدام مطابق جدول (۲) صورت می‌گیرد.

جدول ۲- وزن‌دهی شاخص‌های ارزیابی دارایی

اولویت	شاخص ارزیابی دارایی	وزن
۱	منحصر به فرد بودن و امکان جایگزینی	۰/۳۷
۲	ارزش عملکردی	۰/۲۹
۳	سطح پوشش بهره‌برداران	۰/۲۳۹
۴	ارزش اقتصادی	۰/۱۰۱

نرخ ناسازگاری اوزان شاخص‌های ارزیابی دارایی به دست آمده از نرم‌افزار CHOICE EXPERT، که بر مبنای روش گوگوس و بوچر در سال ۱۹۹۸ (Gogus و Boucher، ۱۹۹۸) می‌باشد، به‌صورت شکل (۱) معادل ۰/۰۴ محاسبه شده است که مقدار آن باتوجه‌به اینکه از ۰/۱ کوچکتر است، قابل قبول می‌باشد. (ابطحی و همکاران، ۱۴۰۲).



شکل ۱- نرخ ناسازگاری اوزان شاخص‌های ارزیابی دارایی

۲- شناسایی تهدیدات

• شناسایی و تعیین تهدیدات مبنا

تهدیدات از منظر پدافند غیرعامل، می‌تواند منشأ مخاطرات باشد. بر این مبنا، دو دسته مخاطرات طبیعی و مخاطرات انسان‌ساخت

قابل تعریف خواهد بود. مخاطرات و تهدیدات طبیعی، مخاطراتی هستند که منشأ ایجاد آن از طبیعت بوده که خود به انواع مخاطرات زمین‌شناختی، مخاطرات جوی، مخاطرات زیستی و مخاطرات بیولوژیکی، تقسیم‌بندی می‌شوند و مخاطرات و تهدیدات انسان‌ساخت که منشأ انسانی دارند. تهدیدات انسان‌ساخت به دو نوع غیرعمدی (تصادفی) و عمدی تقسیم می‌شود. طی استانداردهای متنوع صادر شده از سوی مؤسسه NFPA، تهدیدات دسته‌بندی‌های متنوعی دارند، برای مثال در NFPA 730 که شامل ارزیابی ریسک ناشی از تهدیدات امنیتی در محیط‌های مسکونی، آموزشی، تجاری و خرده‌فروشی و صنعتی است، تهدیدات مطابق جدول (۳) دسته‌بندی می‌شوند.

جدول ۳- تهدیدات انسان‌ساخت استاندارد NFPA 730 (NFPA 730، ۲۰۲۳)

ردیف	تهدیدات انسان‌ساخت عمدی
۱	تروریسم
۲	حملات سایبری
۳	انفجار ساختمان
۴	تهدیدات همپی
۵	تسلیحات شیمیایی و بیولوژیکی
۶	تسلیحات هسته‌ای و الکترومغناطیسی

در استاندارد دیگر صادر شده از این مؤسسه موسوم به NFPA 1600 در رابطه با مدیریت سانحه/شرایط اضطراری و تداوم فعالیت، تهدیدات هر عامل انسان‌ساخت، طبیعی یا ناشی از وجود فناوری مطابق جدول (۴) معرفی می‌شود.

جدول ۴- تهدیدات استاندارد NFPA 1600 (NFPA 1600، ۲۰۱۹)

ردیف	تهدیدات انسان‌ساخت عمدی
۱	تروریسم (متعارف، شیمیایی، هسته‌ای، زیستی و نرم‌افزاری)
۲	اغتشاشات شهری شامل آشوب‌های عمومی، تشنج‌های جمعی و شورش‌ها
۳	شایعات دروغ یا اطلاعات نادرست در جامعه
۴	حمله دشمن-جنگ
۵	ضربات الکترومغناطیسی
۶	خرابکاری
۷	اعتصاب
۸	ایجاد حریق عمدی
۹	جنایت

در این مقاله، باتوجه‌به رویکرد پدافند غیرعامل، تهدیدات انسان‌ساخت عمدی مورد توجه است و تهدیدات طبیعی از حوزه بررسی حذف می‌شود. اکنون به منظور تعیین بسته تهدیدات

محتمل طرح، از سه روش به شناسایی تهدیدات انسان ساخت عمدی متوجه استان‌های مرزی که در جدول (۵) نشان داده شده است، پرداخته خواهد شد:

- ۱- بررسی منابع کتابخانه‌ای داخلی و خارجی؛
- ۲- استخراج نظرات کارشناسان، متخصصان و خبرگان حوزه پدافند غیرعامل استان؛
- ۳- بررسی سوابق رخداد تهدیدات انسان ساخت عمدی در استان؛

جدول ۵- دسته‌بندی تهدیدات انسان ساخت بر پایه سند راهبردی سازمان پدافند غیرعامل

منشاء تهدید	حوزه تهدید	موضوع تهدید
انسان ساخت (عمدی)	مردم محور	اقتصادی
		سیاسی
		اجتماعی
		فرهنگی
محیط زیستی		
سخت	نظامی	زمینی
		هوایی
		دریایی
		موشکی
امنیتی	تروریستی	خرابکاری
		سایبری
	فناور پایه	زیستی
		پرتوی
		شیمیایی
		گرافیتی
الکترومغناطیسی		

• ارزیابی تهدیدات

ارزیابی تهدیدات باعث تشخیص نقاط آسیب‌پذیر برای ارائه راهکارهایی برای کاهش آسیب‌پذیری خواهد بود. پس از شناخت تهدیدات پایه باید احتمال اجرایی شدن هر کدام از آنها توسط دشمن علیه دارایی‌های استان‌های مرزی ارزیابی شود. تهدیداتی دارای احتمال وقوع بیشتری می‌باشند که بالاترین عمق خسارت اقتصادی، سیاسی، نظامی، نیروی انسانی، معیشتی و ... را با کمترین هزینه و زمان ایجاد نمایند و مردم را با چالش‌های اساسی در تامین نیازهای ضروری، معیشتی، اطلاعاتی، روحی و روانی و ... روبه‌رو نمایند، احتمال وقوع تهدیدات باتوجه‌به شاخص‌هایی مانند: شدت خسارت، توانمندی دشمن، سابقه تهدید و تبعات منفی تهدید بررسی و ارزیابی می‌شوند (کلهر و همکاران، ۱۴۰۰-الف). حال به منظور بررسی دقت نتایج حاصل از ارزیابی تهدیدات باید

در گام اول شاخص‌های ارزیابی تهدیدات وزن‌دهی شوند، زیرا شاخص‌های تهدیدات معرفی شده از وزن یکسانی برخوردار نیستند. به منظور وزن‌دهی شاخص‌های فوق‌الذکر، پس از تنظیم پرسشنامه و توزیع آن میان جامعه خبرگان پدافند غیرعامل و مدیریت بحران استان و اخذ نظرات آنها، با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی در نرم‌افزار CHOICE EXPERT، وزن هر شاخص به‌دست می‌آید و سپس اولویت‌بندی شاخص‌های تهدیدات بر اساس وزن هر کدام مطابق جدول (۶) صورت می‌گیرد.

جدول ۶- وزن‌دهی شاخص‌های ارزیابی تهدید

اولویت	شاخص ارزیابی تهدید	وزن
۱	تبعات منفی برای دشمن	۰/۳۷
۲	شدت خسارت	۰/۲۹
۳	توانایی دشمن	۰/۲۴
۴	سابقه تهدید	۰/۱

نرخ ناسازگاری اوزان شاخص‌های ارزیابی تهدیدات به دست آمده از نرم‌افزار CHOICE EXPERT، که بر مبنای روش گوگوس و بوچر در سال ۱۹۹۸ (Gogus و Boucher، ۱۹۹۸) می‌باشد، به‌صورت شکل (۲) معادل ۰/۰۴ محاسبه شده است که مقدار آن باتوجه‌به اینکه از ۰/۱ کوچکتر است، قابل قبول می‌باشد (ابطحی و همکاران، ۱۴۰۲).

Synthesis with respect to:	
Goal: Treat Weight	
Overall Inconsistency = .۰۴	
Consequence	.۳۷۰
Damage	.۲۹۰
Enemy Ability	.۲۴۹
History	.۱۰۱

شکل ۲- نرخ ناسازگاری اوزان و وزن‌های شاخص‌های ارزیابی تهدید

پس از شناسایی بسته تهدیدات مطابق جدول (۵)، بر مبنای شاخص‌های ارزیابی تهدید که بر اساس نظرات خبرگان حوزه آب و فاضلاب و حوزه پدافند غیرعامل استان مربوطه وزن‌دهی شده‌اند، تهدیدات مبنا شناسایی شده و عدد تهدید با توجه به نظر مقامات استانی برای سه تهدید مبنا که در جدول (۷) آمده‌اند، محاسبه می‌شود. در این مقاله برای کاهش حجم مطالب که بایستی به صورت چکیده آورده شود، محاسبات برای اولین تهدید مبنا که تهدید تروریستی می‌باشد، محاسبه شده است.

جدول ۷- رتبه تهدیدات مبنا بر پایه بسته تهدیدات غربال شده

رتبه	تهدید مبنا
۱	تهدید سخت تروریستی
۲	تهدید سخت زمینی
۳	تهدید مردم محور محیط زیستی

۳- شناسایی آسیب پذیری • شناخت آسیب پذیری دارایی‌ها

Synthesis with respect to:	
Goal: Vulnerability Weight	
Overall Inconsistency = .۰۱	
Discovery	.۳۵۲
Access	.۳۰۰
Protection	.۱۹۰
Confrontation	.۱۵۶

شکل ۳- نرخ ناسازگاری اوزان شاخص‌های ارزیابی آسیب پذیری

برای محاسبه عدد آسیب پذیری، پس از مطالعات میدانی و دریافت دیدگاه خبرگان حوزه پدافند غیرعامل و آب و فاضلاب استان، مطابق شاخص‌های وزن دهی شده در جدول (۸)، نقاط ضعف احصاء می‌شود. سپس برای هر یک از تهدیدات مبنای عدد آسیب پذیری محاسبه می‌شود. در اینجا برای رعایت اختصار، عدد آسیب پذیری فقط برای تهدید تروریستی محاسبه شده است.

۴- ارزیابی خطر پذیری

• روش محاسبه خطر پذیری

در این مطالعه برای تعیین عدد خطر پذیری دارایی‌ها، همانطور که قبلاً هم اشاره شد پس از بررسی روش‌های مختلف ارزیابی خطر، روشی را که دارای مطلوبیت و سازگاری بیشتری با رویکرد دفاعی مطالعات می‌باشد، انتخاب می‌شود. بنابراین از روش تحلیل خطر پذیری FEMA استفاده می‌شود. در این روش، خطر پذیری به پتانسیل خرابی یا از بین رفتن دارایی‌ها اطلاق می‌شود و بر اساس رابطه ارزش دارایی، تهدید و آسیب پذیری محاسبه می‌شود. نتایج ارزیابی ارزش دارایی‌ها، ارزیابی تهدید و آسیب پذیری کنار هم قرار داده شده و مقدار عددی خطر پذیری برای هر دارایی در مقابل تهدید پایه با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

$$(۱) \text{ آسیب‌پذیری} \times \text{تهدید} \times \text{دارایی} = \text{خطر}$$

$$R = A \times T \times V$$

پس از محاسبه عدد خطر پذیری براساس رابطه (۱)، دارایی‌ها به سه طیف دارایی با خطر زیاد، متوسط و کم مطابق جدول (۹) تقسیم می‌شوند.

جدول ۹- طیف ریسک دارایی

زیاد (خطر)	متوسط (هشدار)	کم (عادی)
۱۷۴ - ۱۰۰۰	۶۰ - ۱۷۴	۰ - ۶۰

نتایج و بحث

۱- محاسبه ارزش دارایی، عدد تهدید مبنای عدد آسیب پذیری و عدد خطر پذیری

برای محاسبه ارزش دارایی‌های استان‌های مرزی فقط دارایی‌هایی را که دارای ارزش سرمایه‌ای بالا هستند و حوزه اثرگذاری فراشهرستان

آسیب‌پذیری به میزان خسارات و صدمات ناشی از عوامل و پدیده‌های بالقوه و بالفعل خسارت‌زا نسبت به نیروی انسانی، تجهیزات و تأسیسات با شدت صفر تا صد درصد اطلاق می‌شود. به طور کلی آسیب‌پذیری‌ها به دو نوع ذاتی و اکتسابی تقسیم می‌شوند. آسیب‌پذیری ذاتی، به صورت ماهوی در دارایی‌ها وجود دارند و وابسته به محیط پیرامونی و سیاست‌های امنیتی و دفاعی نمی‌شوند اما آسیب‌پذیری اکتسابی، تابع استحکامات و سیاست‌های امنیتی و دفاعی هر دارایی و همچنین ویژگی‌هایی است که قابلیت اصلاح و دست بردن، داشته باشند (طرح راهبردی حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی، ۱۴۰۱).

• ارزیابی آسیب پذیری

در ارزیابی آسیب‌پذیری، تحلیل کاملی از خصوصیات دارایی‌های استان و اجزای مختلف آن و همچنین شاخص‌های محل جامایی صورت می‌گیرد، تا کمبودها و نقاط ضعف موجود مشخص شده و ارائه راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری آسان‌تر شود. ارزیابی آسیب‌پذیری، معین نمودن پتانسیل آسیب‌پذیری دارایی‌های استان در مقابل محدوده وسیعی از تهدیدها و خطرات با احتمال وقوع بالا است. به‌طور کلی بررسی و ارزیابی آسیب‌پذیری دارایی‌های استان‌های مرزی بر اساس چهار شاخص امکان کشف و شناسایی، امکان دسترسی، ضعف بازدارندگی و ضعف ابزارهای حفاظتی، تمهیدات ایمنی و اقدامات دفاعی انجام می‌شود (ابطحی و همکاران، ۱۴۰۲). شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری ارائه شده، همگی اهمیت یکسانی ندارند، لذا در این مطالعه با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و توضیحات ارائه شده در بخش ارزیابی دارایی و ارزیابی تهدیدات مطابق جدول (۸) وزنی اختصاص می‌یابد و شاخص‌ها اولویت بندی می‌شوند.

جدول ۸- جدول وزن دهی شاخص‌های آسیب‌پذیری

اولویت	شاخص	وزن
۱	امکان کشف و شناسایی	۰/۳۵۳
۲	امکان دسترسی	۰/۳
۳	ضعف حفاظتی و تمهیدات دفاعی	۰/۱۹
۴	ضعف رویارویی	۰/۱۵۶

نرخ ناسازگاری اوزان شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری به دست آمده از نرم‌افزار CHOICE EXPERT، که بر مبنای روش گوگوس و بوچر در سال ۱۹۹۸ (Gogus و Boucher، ۱۹۹۸) می‌باشد، به صورت شکل (۳) معادل ۰/۰۴ محاسبه شده است که مقدار آن باتوجه به اینکه از ۰/۱ کوچکتر است، قابل قبول می‌باشد (ابطحی و همکاران، ۱۴۰۲).

به بالا داشته و در شرایط بحران مؤثر هستند، مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و با توجه به شاخص‌های ارزیابی دارایی، ارزش‌شان محاسبه می‌شود. برای محاسبه عدد تهدید مبنا نیز باتوجه به تهدیدات محتمل استان‌های مرزی که بر اساس بازدیدهای میدانی و با استفاده از منابع کتابخانه‌ای داخلی و خارجی و سوابق رخداد تهدیدات و همچنین نظرات خبرگان پدافند غیرعامل استان به دست آمده است، تهدید تروریستی را به عنوان تهدید مبنا در نظر گرفته و بر اساس آن عدد تهدید محاسبه می‌شود. پس از تبیین شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری و وزن‌دهی هر یک از شاخص‌ها، می‌توان عدد آسیب‌پذیری هر یک از دارایی‌های استان

را بر اساس تهدید مبنا (تهدید تروریستی) به دست آورد. اکنون با توجه به محاسبه ارزش دارایی، عدد تهدید و عدد آسیب‌پذیری می‌توان خطرپذیری هر یک از دارایی‌ها را بر اساس روش FEMA به دست آورد. نتایج محاسبات در جدول (۱۰) آمده است. همانطور که در جدول (۱۰) مشاهده می‌شود، برخی از دارایی‌ها همچون خط انتقال (زز شماره ۲ و ۴) با عدد خطرپذیری بالای نزدیک به ۲۰۰ و همچنین خط انتقال (زز ۱ و ۳) با عدد خطرپذیری بیش از ۱۷۴، جزء زیرساخت‌های با خطرپذیری بالا محسوب شده و در نتیجه باید در ارائه راهکارها برای کاهش آسیب‌پذیری آنها اولویت‌هایی را در نظر گرفت.

جدول ۱۰- جدول ارزش دارایی‌ها، عدد تهدید دارایی‌ها، عدد آسیب‌پذیری و عدد خطرپذیری دارایی‌های حوزه آب و فاضلاب

ردیف	دارایی	ارزش دارایی سدها	عدد تهدید	عدد آسیب‌پذیری	عدد ریسک
۱	سد مخزنی (پ)	۵/۴	۴	۴/۲۵	۹۱/۸
۲	سد مخزنی (ش)	۳/۴	۴	۴/۲۵	۵۷/۸
۳	سد مخزنی (خ)	۵/۴	۴	۴/۲۵	۹۱/۸
۴	سد مخزنی (ز)	۴/۴	۴	۴/۲۵	۷۴/۸
۵	سد مخزنی (م ع)	۵/۴	۴	۴/۲۵	۹۱/۸
۶	سد مخزنی (م س)	۵/۴	۴	۴/۲۵	۹۱/۸
۷	سد مخزنی (ک)	۴/۴	۴	۴/۲۵	۷۴/۸
تصفیه‌خانه آب					
۸	تصفیه خانه (س)	۵/۶	۵	۴/۷	۱۳۱/۶
۹	تصفیه خانه (ز)	۵/۶	۵	۴/۷	۱۳۱/۶
۱۰	تصفیه خانه RO (ز)	۵/۶	۵	۴/۷	۱۳۱/۶
۱۱	تصفیه خانه RO (چ ک)	۵/۶	۵	۴/۷	۱۳۱/۶
ایستگاه پمپاژ					
۱۲	ایستگاه پمپاژ تصفیه خانه (س)	۵/۶	۵	۴/۷	۱۳۱/۶
۱۳	ایستگاه پمپاژ تصفیه خانه (ز)	۲/۸	۵	۴/۷	۶۵/۸
۱۴	ایستگاه پمپاژ تصفیه خانه RO (ز)	۲/۸	۵	۴/۸۶	۶۸/۰۴
۱۵	ایستگاه پمپاژ تصفیه خانه (زه)	۲/۸	۵	۴/۸۶	۶۸/۰۴
۱۶	ایستگاه پمپاژ تصفیه خانه (ه)	۲/۸	۵	۴/۷	۶۵/۸
۱۷	ایستگاه پمپاژ تصفیه خانه (ا)	۲	۵	۴/۷	۴۷
۱۸	ایستگاه پمپاژ تصفیه خانه (ف)	۲	۵	۴/۷	۴۷
۱۹	ایستگاه پمپاژ تصفیه خانه (ن)	۲	۵	۴/۷	۴۷
۲۰	ایستگاه پمپاژ تصفیه خانه (ج)	۲	۵	۴/۷	۴۷
۲۱	ایستگاه پمپاژ تصفیه خانه (ش ۱)	۲	۵	۴/۷	۴۷
۲۲	ایستگاه پمپاژ تصفیه خانه (ش ۲)	۲	۵	۴/۷	۴۷
۲۳	ایستگاه پمپاژ تصفیه خانه (ش ق)	۲/۶	۵	۴/۷	۶۱/۱
۲۴	ایستگاه پمپاژ تصفیه خانه (آ ز)	۲	۵	۴/۷	۴۷
۲۵	ایستگاه پمپاژ تصفیه خانه (آ ب)	۲	۵	۴/۷	۴۷

ردیف	دارایی	ارزش دارایی خط انتقال	عدد تهدید	عدد آسیب‌پذیری	عدد ریسک
۲۶	خط انتقال (ز ز) شماره ۱	۵/۴	۶	۵/۴۶	۱۷۶/۹
۲۷	خط انتقال (ز ز) شماره ۲	۵/۴	۶	۶/۱۶	۱۹۹/۵۸
۲۸	خط انتقال (ز ز) شماره ۳	۵/۴	۶	۵/۴۶	۱۷۶/۹
۲۹	خط انتقال (ز ز) شماره ۴	۵/۴	۶	۶/۱۶	۱۹۹/۵۸
تصفیه‌خانه فاضلاب					
۳۰	تصفیه‌خانه فاضلاب (ز ا ه)	۲/۶	۲	۲/۶۶	۱۳/۸۳
۳۱	تصفیه‌خانه فاضلاب (ز ا ب)	۵/۴	۳	۲/۹۸	۴۸/۲۷
ایستگاه پمپاژ تصفیه‌خانه فاضلاب					
۳۲	ایستگاه پمپاژ فاضلاب (ز ا ه)	۳	۵	۴/۵۴	۶۸/۱
۳۳	ایستگاه پمپاژ فاضلاب (م ر)	۵	۵	۴/۳۵	۱۰۸/۷۵
۳۴	ایستگاه پمپاژ فاضلاب (ا ح)	۵	۵	۴/۳۵	۱۰۸/۷۵
۳۵	ایستگاه پمپاژ فاضلاب (م پ)	۵	۴	۳/۶۸	۷۳/۶
۳۶	ایستگاه پمپاژ فاضلاب (س ش)	۵	۴	۳/۶۸	۷۳/۶
۳۷	ایستگاه پمپاژ فاضلاب (م آ)	۵	۴	۳/۶۸	۷۳/۶
۳۸	ایستگاه پمپاژ فاضلاب (ش ژ)	۵	۴	۳/۶۸	۷۳/۶
۳۹	ایستگاه پمپاژ فاضلاب (ق آ)	۵	۴	۳/۶۸	۷۳/۶
۴۰	ایستگاه پمپاژ فاضلاب (پ گ)	۵	۴	۳/۶۸	۷۳/۶
۴۱	ایستگاه پمپاژ فاضلاب (ب ک)	۵	۴	۳/۶۸	۷۳/۶

۲- ارائه جدول SWOT زیرساخت‌های حوزه آب و فاضلاب

در این بخش با توجه به ویژگی‌ها و نتایج به دست آمده از تهدیدشناسی استان، نقاط ضعف، قوت، تهدیدها و فرصت‌ها به صورت مجزا و تخصصی‌تر در خصوص زیرساخت‌های حوزه آب و فاضلاب در قالب جدول (۱۱) ارائه می‌شود.

۳- ارائه راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری

پس از شناخت نقاط قوت، نقاط ضعف، فرصت‌ها و تهدیدات زیرساخت‌های حوزه آب، می‌توان راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری را با بهره‌گیری از نقاط قوت و کاهش نقاط ضعف ارائه نمود (کلهر و همکاران، ۱۴۰۰-ب).

همانطور که در جدول (۱۳) مشاهده می‌شود، خطرپذیری برخی از زیرساخت‌های آب همچون سدها زیاد بوده و این نشان‌دهنده این موضوع است، که این دارایی‌ها برای دشمن جذابیت بیشتری دارند. یکی از راه‌های کاهش آسیب‌پذیری رفع نقاط ضعف است که بعضی مواقع با توجه به اصل هزینه-فایده توجیه اقتصادی ندارد، راه دیگر افزایش هزینه دشمن جهت آسیب‌رسانی به یک زیرساخت از طریق ایجاد تنوع و گستردگی در منابع تأمین آب مورد استفاده است، به طوری که اگر یکی از منابع، خطوط انتقال یا توزیع آب مختل شد، مسیرهای جایگزین دیگری برای

استفاده موجود باشد و خدمات‌رسانی آن سیستم مختل نشود، به‌عنوان مثال چنانچه امکان استفاده از منابع سطحی وجود نداشت، بتوان از منابع زیرزمینی استفاده نمود. بنابراین باتوجه به مواردی که پیش‌تر گفته شد، برای کاهش اثرات تهدید می‌توان راهکارهای زیر را ارائه نمود.

(۱) اجرای طرح پایدارسازی تأمین آب مورد نیاز شرب و بخش کشاورزی از منابع گوناگون و متنوع (قنات، چاه‌های عمیق، سدها، رودخانه‌های فصلی و ...).

(۲) طرح ساماندهی، تعمیر و نگهداری، کنترل و حفاظت فیزیکی زیرساخت‌ها و شبکه آب استان.

(۳) اجرای سامانه رصد و پایش بی‌آنلاین تصفیه‌خانه‌های آب استان.

(۴) طرح جایگزین سامانه گندزدایی تصفیه‌خانه‌های آب استان از گازی به سیستم نوین گندزدایی (الکترولیز نمک) با هدف حذف گاز خطرناک کلر.

(۵) طرح جداسازی آب آشامیدنی و آب بهداشتی (نظافت) در سطح شهرها و منازل مسکونی با هدف تصفیه مجدد و صرفه‌جویی در منابع.

(۶) اجرای طرح استفاده از سامانه‌های نوین آبیاری در بخش کشاورزی استان.

۷) اجرای طرح نوسازی سامانه‌ها و شبکه انتقال و توزیع آب و فاضلاب استان.

۸) اجرا و پیاده‌سازی نظام آموزش و فرهنگ‌سازی مصرف بهینه آب در سطح استان.

۹) به کارگیری دیپلماسی فعال در ارتباط با مسئولین کشور همسایه برای انعقاد توافقنامه دائمی جذب حق‌آبه کشور از منابع آبی مشترک جهت پایدارسازی تامین آب در استان.

جدول ۱۱- جدول SWOT دارایی‌های حوزه آب و فاضلاب

جدول SWOT حوزه آب	
نقاط قوت (Strengths)	نقاط ضعف (Weaknesses)
<p>۱- تجربه انجام پروژه‌های بزرگ و کوچک تأمین آب به ویژه در انتقال آب.</p> <p>۲- وجود نیروهای متخصص و نهادهای آموزشی تخصصی در بخش آب استان.</p> <p>۳- استقرار سیستم GIS در مدیریت منابع آب استان.</p> <p>۴- وجود قوانین مرتبط با بهینه‌سازی و صرفه‌جویی مصرف آب.</p> <p>۵- وجود شبکه آب شرب سالم در اکثر شهرهای استان.</p> <p>۶- وجود رویکرد استفاده بهینه در حوزه‌ی آب استان.</p> <p>۷- وجود سامانه آب شیرین‌کن پیشرفته برای تأمین آب شرب مصرفی.</p>	<p>۱- عدم وجود برنامه بلندمدت و هدفمند در امر فرهنگ‌سازی مصرف آب.</p> <p>۲- رهاسازی فاضلاب‌های صنعتی در آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی و کشاورزی.</p> <p>۳- عدم تناسب ساختار و تشکیلات موجود با نیازهای بخش آب.</p> <p>۴- پایین بودن ظرفیت رودخانه‌های مناسب برای مصارف کشاورزی و شرب.</p> <p>۵- وابستگی استان به تأمین آب از کشورهای همسایه (عدم وجود منابع پایدار تأمین آب در استان).</p> <p>۶- سهم ناچیز استان از آب شیرین به علت شرایط خاص جغرافیایی و آب و هوایی.</p> <p>۷- آلودگی منابع آب زیرزمینی و سطحی به دلیل استفاده نادرست کودها و سم‌ها در بخش کشاورزی و عدم تصفیه پساب‌ها و پسماندهای شهری.</p> <p>۸- بهره‌وری پایین در مصرف آب به ویژه در بخش آب کشاورزی.</p> <p>۹- فرسوده بودن شبکه انتقال آب در اکثر نقاط استان.</p> <p>۱۰- ضعف در شبکه آب شرب سالم در اکثر روستاهای استان.</p> <p>۱۱- عدم حراست فیزیکی مناسب تاسیسات آب استان.</p> <p>۱۲- عدم کنترل هوشمند تاسیسات تصفیه آب استان.</p> <p>۱۳- آسیب‌پذیر بودن اکثر زیرساخت‌های آب استان در برابر تهدیدات (به لحاظ امکان دسترسی، امکان شناسایی و تمهیدات دفاعی و امنیتی).</p> <p>۱۴- ضعف در تأمین و تخصیص اعتبارات مورد نیاز تهیه و تجهیز سامانه‌های نوین رصد و پایش کیفیت آب تصفیه شده.</p>
فرصت‌ها (Opportunities)	تهدیدات (Threats)
<p>۱- امکان استفاده از فناوری‌های نوین در صنعت آب.</p> <p>۲- امکان استفاده از فاینانس‌های خارجی و روش‌های نوین و متنوع جذب منابع مالی برای پروژه‌های تأمین آب.</p> <p>۳- وجود تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب شهری در شهرهای بزرگ استان.</p> <p>۴- وجود سدها و تاسیسات آبی با عملکرد مناسب و امکان تعمیر و بهره‌برداری مطلوب از آنها.</p> <p>۵- امکان استقرار سیستم‌های آب شیرین‌کن در استان با هدف تأمین آب شرب و کشاورزی در شرایط بحران و قحطی آب به منظور مصارف استانی و ملی.</p> <p>۶- امکان تأمین آب شرب و کشاورزی از طریق راه‌اندازی نیروگاه‌های هسته‌ای کوچک در کنار سواحل استان و دستیابی به آب تصفیه شده دریا به واسطه عملکرد نیروگاه.</p>	<p>۱- عدم امکان تأمین کافی و به موقع قطعات تاسیسات نوین تصفیه آب به واسطه تحریم اقتصادی.</p> <p>۲- ایجاد بحران تأمین آب شرب و کشاورزی در استان به واسطه تغییرات اقلیمی و کاهش بارش‌ها.</p> <p>۳- کاهش سفره‌های آب زیرزمینی و پدیده فرونشست به دلیل برداشت بیش از ظرفیت از آن.</p> <p>۴- بحران‌های ناشی از سیلاب‌ها و خشکسالی‌ها و فصلی بودن عمده رودخانه‌های استان.</p> <p>۵- عدم پایداری منابع آب شرب و وابستگی آب شرب به منابع خارج از استان.</p> <p>۶- محدود بودن منابع تأمین آب.</p> <p>۷- امکان وقوع تهدیدات بیولوژیکی در منابع آب استان.</p>

- 1-FEMA 426-Risk management series
- 2-Analytical Hierarchy process
- 3-Technique for Order of Preference
- 4-National Fire Protection Association 730
- 5-National Fire Protection Association 1600

منابع

- زرقانی، سید هادی، خوارزمی، امید علی، و بخشی شادمهری، فاطمه. (۱۳۹۵). جایگاه پدافند غیرعامل در امنیت زیرساخت‌های شهری با تاکید بر زیرساخت آب. کنفرانس ملی پدافند غیرعامل و توسعه پایدار. وزارت کشور، تهران، ایران. <https://sid.ir/paper/830857/fa>
- سازمان پدافند غیرعامل. (۱۳۹۶). پدافند غیرعامل در آئینه قانون، معاونت طرح و برنامه و امور مجلس سازمان پدافند غیرعامل کشور.
- کاظمی بلگه‌شیری، محمدجواد، و گلستانه، محمد. (۱۳۹۳). مطالعه پدافند غیرعامل در مخازن ذخیره آب و خط انتقال آن. پدافند غیرعامل، ۵(۴)، ۴۱-۵۰. https://pd.ihu.ac.ir/article_200648.html
- کریمی، مرتضی، و وفایی، علی‌اکبر. (۱۳۹۲). امنیت‌سازی با توسعه پایدار در مناطق مرزی (مطالعه موردی، شهر مریوان). پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۴(۱۵)، ۹۵-۱۱۲. <https://dori.net/dor/20.1001.1.22285229.1392.4.15.6.4>
- کلهر، رضا، میرزا ابراهیم طهرانی، مهناز، و ابطحی، سیداحسان. (۱۴۰۰الف). ارزیابی و مدیریت ریسک با رویکرد حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه جامع امام حسین (ع). چاپ اول. تهران.
- کلهر، رضا، میرزا ابراهیم طهرانی، مهناز، و ابطحی، سید احسان. (۱۴۰۰ب). مهندسی سلامت، ایمنی و محیط زیست در بحران‌های ناشی از تهاجم. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه جامع امام حسین (ع). چاپ اول. تهران.
- مرادی، عبدالله، و بیگلری، مرتضی. (۱۴۰۱). تحلیل خطرپذیری در تهدیدات امنیتی محتمل علیه زیرساخت‌های آب شهری آشامیدنی با رویکرد پدافند غیرعامل. مطالعات بین رشته‌ای دانش راهبردی، ۱۲(۴۹)، ۵۵-۸۱. <https://dori.net/dor/20.1001.1.24234621.1401.12.49.3.9>
- Buzan, B., & Waever, O. (2003). *Regions and Powers: The Structure of International Security*. Cambridge University Press. Cambridge, England.
- Department of Homeland Security. (2011). *Risk Management Series. Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings (Fema426)*. USA.
- Gogus, O., & Boucher, T. (1998). *Strong Transitivity, Rationality and Weak Monotonicity in Fuzzy Pairwise Comparisons*, Department of Industrial Engineering, Rutgers University P.O. Box 909, Piscataway, NJ 08855, USA, 94(1), 133-144. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(96\)00184-4](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(96)00184-4)
- آرمین، محسن، و قربان‌نیا خیبری، وجیهه. (۱۳۹۸). نقش پدافند غیرعامل در امنیت زیرساخت‌های تأمین، تصفیه و توزیع آب شهری. ششمین کنگره ملی عمران، معماری و توسعه شهری. تهران، ایران. <https://civilica.com/doc/1002867>
- ابطحی، سیداحسان، کلهر، رضا، و میرزا ابراهیم طهرانی، مهناز. (۱۴۰۲). ارتقاء سطح ایمنی و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حمل و نقل استان‌های مرزی با هدف افزایش تاب‌آوری. پدافند غیرعامل، ۱۴(۱)، ۳۷-۵۳. <https://dori.net/dor/20.1001.1.20086849.1402.14.1.4.4>
- اعظمی، هادی، خلیلی، محسن، و دهمرده، معصومه. (۱۳۹۱). بررسی و تحلیل چالش‌های امنیتی مرزهای استان سیستان و بلوچستان. همایش ملی شهرهای مرزی و امنیت؛ چالش‌ها و رهیافت‌ها. دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. <https://civilica.com/doc/179106>
- جلالی فراهانی، غلامرضا، نکویی، محمدعلی، و آب‌پور، احمد. (۱۴۰۱). تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور با رویکرد پدافند غیرعامل. مطالعات دفاعی استراتژیک، ۲۰(۹۰)، ۱۱۵-۱۳۶. <https://dori.net/dor/20.1001.1.20084897.1401.20.90.6.8>
- زرقانی، سید هادی. (۱۳۸۵). عوامل موثر در امنیت مرزی با تاکید بر مرز شرقی ایران. علوم جغرافیایی، ۱، ۱۹۱-۱۶۶. <https://noormags.ir/view/fa/articlepage/369489>
- زرقانی، سید هادی، و بخشی شادمهری، فاطمه. (۱۳۹۳). تحلیل فرصت‌ها و چالش‌های روستاهای مرزی در امنیت مرزهای استان خراسان رضوی با مدل SWOT. همایش ملی مرزنشینی، توسعه پایدار و فرصت‌های سرمایه‌گذاری. دانشگاه آزاد واحد پارس‌آباد مغان. اردبیل، ایران. <https://civilica.com/doc/317121>
- زرقانی، سید هادی، و بخشی شادمهری، فاطمه. (۱۳۹۹). واکاوی ارتباط بین متغیر اقتصاد مرزنشینان با امنیت پایدار در مناطق مرزی با تاکید بر مناطق مرزی ایران. همایش ملی ابعاد نظری و کاربردی توسعه و امنیت پایدار مناطق مرزی با رویکرد آمایشی. مشهد، ایران. <https://civilica.com/doc/1129488>

NFPA 730. (2023). Guide for Premises Security. National Fire Protection Association, USA.

NFPA 1600. (2019). Standard on Continuity Emergency and Crisis Management. National Fire Protection Association, USA.

Shahebrahimi, SS., Lork, A., & Sedaghat Shayegan, D. (2022). Knowledge Management to Investigate The Failure Factors in Managing of Gas and Oil Industry Transmission Lines Projected. Iran University of Science & Technology, 12(2), 215-233. <http://ijocce.iust.ac.ir/article-1-517-en.html>