

بررسی شرایط اضطراری آلودگی منابع آب (مطالعه موردی: استان اصفهان)

DOR : [20.1001.1.23453915.1403.13.3.6.1](https://doi.org/10.1001.1.23453915.1403.13.3.6.1)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۰۹

علی سعیدی^{۱*}، احمد خزایی پول^۲، حسین میسمی^۳۱- عضو هیئت علمی و دانشیار دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران (asaidi40@gmail.com)

۲- پژوهشگر، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران

چکیده

سامانه تأمین آب اصفهان به لحاظ محدوده جغرافیایی و جمعیت تحت پوشش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و همواره می‌تواند مورد تهدیدات مختلف دشمن پایه قرار گیرد، هدف اصلی در این پژوهش شناخت و ارزیابی ریسک دارایی‌های سامانه تأمین آب اصفهان در برابر تهدیدات دشمن با دیدگاه پدافند غیرعامل و ارائه برنامه، ضوابط فنی و تخصصی مصون‌سازی در زیرساخت حوزه آب مطالعه موردی استان اصفهان است. پژوهش حاضر از نوع کاربردی بوده و در زمره پژوهش‌های توصیفی-تحلیلی قرار دارد، اطلاعات موردنیاز با استفاده از روش‌های اسنادی، شامل اسناد کتابخانه‌ای و میدانی گردآوری شده است. برای این منظور تعداد ۳۰ نفر کارشناس به‌عنوان خبره انتخاب و از روش FEMA برای تحلیل ریسک استفاده شده و اطلاعات با استفاده از تکنیک AHP مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. یافته‌ها نشان می‌دهد، بیشترین میزان ریسک دارایی‌های اساسی سامانه تأمین آب اصفهان مربوط به تصفیه‌خانه باباشیخعلی در مواجهه با تهدیدات نظامی (حملات هوایی و موشکی) با ریسک درجه دو (عدد ۲۴۳ متوسط رو به بالا) است. بر اساس جدول مقیاس نهایی درجه ریسک، سد زاینده‌رود در برابر تهدید آلودگی زیستی عدد ریسک ۲۰۰ و سامانه گلاب در برابر تهدیدات زیستی عدد ریسک ۱۸۲ را به خود اختصاص داده‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که دارایی‌های سامانه تأمین آب اصفهان، در مقابل آلودگی‌های زیستی و شیمیایی و تهدید نظامی به‌طور جدی آسیب‌پذیر هستند و به‌منظور فراهم‌سازی زمینه افزایش مصونیت سامانه تأمین آب اصفهان و کاهش ریسک دارایی‌های اساسی آن به‌هنگام وقوع بحران‌های ناشی از جنگ راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری و ریسک نظیر تدوین برنامه مدیریت شرایط اضطراری بروز آلودگی، پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: زیرساخت، تهدید، آسیب‌پذیری، سامانه تأمین آب، اصفهان

*این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه جامع امام حسین (ع) است.

Emergency Situations of Water Pollution (Case Study: Isfahan Province)

Ali Saeidi^{*1}, Ahmad Khazaei Pool², Hoosein Meisami³1. Faculty Member and Assoc. Prof., of Imam Hossein University (AS), Tehran, Iran. (Corresponding Author. darabi@mut.ac.ir)

2. Researcher, Imam Hossein University (AS), Tehran, Iran.

3. MSc. Student of Passive Defense, Imam Hossein University (AS), Tehran, Iran.

Abstract

The water supply system of Isfahan is of special importance in terms of its geographical location and the centrality of the country and the province where most of the centers of gravity are located, and it can always be subjected to various threats from the base enemy, the main purpose of this research is to identify and Evaluating the vulnerability of the assets of the Isfahan water supply system against enemy threats from the point of view of passive defense and presenting the program, technical and specialized regulations for the protection of the water infrastructure in the water area is a case study of Isfahan province. The current research is of an applied type, and is among descriptive-analytical researches, the required information has been collected using documentary methods, including library and field documents. For this purpose, 30 experts were selected as experts and the

FEMA method was used for risk analysis and the information was analyzed using the AHP technique. The findings show that the highest level of risk of the basic assets of the Isfahan water supply system related to the Baba Sheikh Ali water treatment plant in the face of military threats (air and missile attacks) is the second-degree risk (243, average to high). According to the table of the final scale of the risk level, the Zayandeh Rood dam has a risk number of 200 against the threat of biological pollution and the Gulab system has a risk number of 182 against biological threats. The research results show that the assets of Isfahan's water supply system are seriously vulnerable to biological and chemical pollution and military threats, and in order to provide a basis for increasing the immunity of Isfahan's water supply system and reducing the vulnerability of basic assets. It has suggested ways to reduce vulnerability and risk when crises occur due to war, such as developing a pollution emergency management plan.

Keywords: Infrastructure, Threat, Vulnerability, Water Supply System, Isfahan.

۱- بیان مسئله

سامانه تأمین آب اصفهان از لحاظ موقعیت جغرافیایی، میزان جمعیت تحت پوشش، شاخص‌های اقتصادی، فرهنگی، سیاسی و اجتماعی از منظر و جایگاه بااهمیتی برخوردار است. این تحقیق بر آن است که ضمن بررسی دفاع غیرعامل با رویکرد مهندسی مدیریت بحران ناشی از جنگ، در زمینه آسیب‌پذیری زیرساخت‌های سامانه تأمین آب اصفهان در برابر تهدیدات احتمالی و بروز آلودگی آب، نسبت به ارزیابی ریسک دارایی‌های اساسی و برآورد میزان ریسک دارایی‌ها، بررسی‌های لازم را انجام دهد و ضوابط فنی مصون‌سازی در زیرساخت حوزه آب اصفهان ارائه شود.

تاکنون در اصفهان برنامه‌ریزی شرایط اضطراری آلودگی منابع آب، سطح‌بندی دارایی‌ها و تدوین انجام‌نشده است و متولیان مربوطه نیازمند سطح‌بندی دارایی‌ها و ارائه چنین برنامه‌ای برای مدیریت بهتر رخدادهای متصور در حوزه منابع آب می‌باشند. راهبرد برنامه، افزون بر بهره‌مندی از توانمندی کلیه کارکنان سازمان‌های متولی بالأخص شرکت آب منطقه‌ای اصفهان، شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان، مرکز بهداشت استان، اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان حفاظت محیط‌زیست استان و... زمینه تعامل با سایر ارگان‌های متصدی به‌منظور هم‌افزایی در صورت مواجهه با بحران‌های ناشی از جنگ را فراهم می‌کند.

تعیین اهمیت تأسیسات به‌منظور مشخص نمودن وظایف سازمان‌های متصدی برنامه شرایط اضطراری آلودگی منابع آب، با توجه به عوامل تأثیرگذار در محدوده منابع آب اصفهان، از موارد نتیجه گرفته‌شده از این پژوهش است. مسئله اصلی این پژوهش، ارائه برنامه و پاسخ دادن به نیاز فعلی متولیان آب استان اصفهان است که به دنبال شناسایی دارایی‌های اساسی و تعیین میزان آسیب‌پذیری آن‌ها و در نهایت میزان ریسک این دارایی‌ها در سامانه تأمین آب اصفهان بوده و در پی پیاده کردن اصول و ملاحظات پدافند غیرعامل در مجموعه خود هستند.

امروزه با توجه به تجهیزات جدید و فن‌آوری‌های مورد بهره‌برداری منابع آب و ارتباط مستقیم با سایر زیرساخت‌های مورد لزوم زندگی امروزی، هرگونه اختلال در آن‌ها دیگر کارکردها را فلج می‌نماید [۱]. سامانه تأمین آب اصفهان با توجه به سطح تحت پوشش خود، تراکم جمعیت، می‌تواند به‌عنوان یک هدف برای مورد آسیب قرار گرفتن در جنگ‌ها باشد. بر این اساس ضرورت به‌کارگیری راهبردهای عملیاتی دفاع غیرعامل برای ارزیابی آسیب‌پذیری و برآورد ریسک زیرساخت‌های منابع آب اصفهان، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. لذا این پژوهش بر آن است تا با استفاده از آمار و اطلاعات موجود در خصوص دارایی‌های سامانه تأمین آب اصفهان، به ارزیابی سطح خطرپذیری دارایی‌های و تجزیه و تحلیل آنها بپردازد.

بررسی این موضوع به دلایل زیر می‌تواند مهم باشد:

- کسب امنیت پایدار در توسعه و پایدارسازی زیرساخت‌های منابع آب
- کاهش آسیب‌پذیری‌ها و نمایان نمودن اقتدار ملی ناشی از آن به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های بازدارندگی
- به حداقل رسانیدن تأثیر بحران‌ها و تهدیدات دشمن بر زیرساخت‌های مختلف منابع آب
اهمیت بیان مطالب فوق، در ابتدا افزایش بازدارندگی برای کاهش آسیب‌پذیری و همچنین افزایش قدرت تحمل در برابر تهدیدات مرتبط در منابع آبی اصفهان را به دنبال دارد و نهایتاً مدیریت و برنامه‌ریزی برای کنترل بحران و عواقب ناشی از آن را فراهم می‌سازد.

پژوهش‌های مختلفی در مورد شناسایی آسیب‌پذیری و ریسک دارایی‌های منابع آب و برنامه‌های عملیات شرایط اضطراری با رویکرد بروز بحران ناشی از جنگ در منابع آب، صورت گرفته است؛ که از این موارد می‌توان به تحقیقات صورت گرفته در خصوص بررسی و مطالعه بحران‌ها و ارزیابی آسیب‌پذیری و تحلیل ریسک دارایی‌ها از دیدگاه پدافند غیرعامل و تأثیرات آن بر شاخص‌های مختلف نیاز آبی اشاره نمود (جدول ۱).

به دلیل اهمیت حوزه زاینده‌رود و تأمین آب گستره وسیعی از جمعیت، شهرها، روستاها، صنایع و زیرساخت‌های مشابه که در بیش از سه استان، بررسی تهدیدات، ارزیابی اثرگذاری تهدیدات و در نهایت ارائه پیشنهادها در راستای تهیه برنامه شرایط اضطراری آلودگی منابع آب با مطالعه موردی استان اصفهان با رویکرد پدافند غیرعامل، در نوع خود برای اولین بار است که نوآوری پژوهش حاضر نسبت به پژوهش‌های گذشته است. ضمناً به دلیل افزایش تهدیدهای

جدید، بررسی این تهدیدات با موضوع منابع آب، در این پژوهش تمایز مشخصی نسبت به پژوهش‌های قبلی مشابه دارد.

۲- روش تحقیق

۲-۱- روش‌ها و ابزارهای گردآوری داده‌ها

دو نکته در این بخش مورد توجه قرار گیرد:

الف- منابع کتابخانه‌های: با استفاده از منابع کتابخانه‌ای شامل کتاب، مجلات، مقالات، طرح‌ها و غیره به منظور شناسایی ادبیات پژوهش، تعیین متغیرها و شناخت سامانه تأمین آب اصفهان، همچنین از طریق منابع اسنادی مانند نقشه‌ها، آمارها و غیره به منظور تکمیل داده‌های پژوهش.
ب- بازدید میدانی: شامل استفاده از مشاهدات میدانی و بازدید حضوری، به منظور جمع‌آوری میدانی اطلاعات، ارزیابی و صحت‌سنجی داده‌ها.
ج- مصاحبه: شامل ابزار مصاحبه با کارشناسان و خبرگان و استفاده از پرسشنامه، به منظور جمع‌آوری داده‌ها، ارزیابی داده‌ها و تجزیه و تحلیل اطلاعات.

به منظور سنجش میزان ریسک دارایی‌های اساسی منابع آب اصفهان، میزان اهمیت هر یک از دارایی‌ها، میزان تهدیدهای هر یک از دارایی‌ها و همچنین میزان آسیب‌پذیری آن‌ها، از طریق نظرسنجی در قالب پرسش‌نامه، از متخصصان و نخبگان در این زمینه، ارزش‌گذاری شده است و اطلاعات با استفاده از مدل ارائه‌شده توسط آژانس مدیریت اضطراری فدرال ۲۰۰۵ (روش فاما) و تکنیک AHP مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

۲-۲- جامعه و نمونه آماری

در این پژوهش جامعه آماری شامل افرادی است که دارای ویژگی‌های زیر باشند:
- مدرک تحصیلی آنان کارشناسی و یا بالاتر باشد و با مفاهیم زیرساخت، دارایی و ارزیابی خطرپذیری

جدول ۱- پیشینه پژوهش

پژوهشگر	سال	نوع تحقیق پایان نامه /مقاله	عنوان	روش گردآوری و تحلیل داده‌ها	یافته‌ها
خوارزمی و همکاران [۲]	۱۳۹۶	پایان نامه کارشناسی ارشد	ارزیابی میزان تاب‌آوری شهر سبزوار در مقابل زلزله	توصیفی / تحلیلی	تاب‌آوری سبزوار در برابر زلزله و تأمین محلی آب مورد نیاز جمعیت متأثر و نبود برنامه‌ریزی مدیریت کمبودهای آبی حین رخدادهای متصور بررسی شده است.
حکمتی اصل افشین [۳]	۱۳۹۶	پایان نامه کارشناسی ارشد	سنجش خطرپذیری زیرساخت‌های شهری یاسوج از دیدگاه پدافند غیرعامل	توصیفی / تحلیلی تکنیک دلفی	بر اساس نتایج ۳۵/۹۸ درصد زیرساخت‌ها در طیف خطرپذیر قرار دارند ۲۷/۱ درصد زیرساخت‌ها در طیف نسبتاً خطرپذیر و ۲۵/۲۳ درصد زیرساخت‌ها در طیف ریسک متوسط قرار دارند.
وانگ و همکاران [۴]	۲۰۲۲	مقاله	تصمیم‌گیری در شرایط اضطراری آلودگی آب	توصیفی / تحلیلی	برای تصمیم‌گیری در شرایط اضطراری آلودگی آب، ویژگی‌هایی نادر بودن، غیرمتعارف بودن و مضر بودن را برای تعیین چارچوب روش تصمیم‌گیری برنامه شرایط اضطراری مشخص نموده‌اند.
باقری و همکاران [۵]	۱۳۹۹	مقاله	بررسی سناریوهای انتشار گاز کلر در تصفیه‌خانه جلالیه تهران	توصیفی / تحلیلی	سناریوهای مختلف ناشی از نشت کلر در تصفیه‌خانه آب بررسی شده است.
بنی‌زمان و همکاران [۶]	۱۳۹۵	مقاله	بررسی روش‌های تأمین آب در شرایط اضطراری در استان لرستان	توصیفی / تحلیلی	تحلیل تهدیدات تروریستی زیرساخت‌های حیاتی نظیر منابع آب بررسی و پیشنهادهای کاربردی ارائه شده است.
جیان زانگ و همکاران [۷]	۲۰۱۱	مقاله	عنوان تصفیه آب آشامیدنی اضطراری در طول حوادث آلودگی آب با مطالعه موردی کشور چین	توصیفی / تحلیلی	با تهیه چارچوب برنامه واکنش سریع و مؤثر در شرایط اضطراری، قابلیت تشخیص زودهنگام حوادث آلودگی آب را ایجاد کند و فناوری‌های کارآمد را برای حذف آلاینده‌ها از آب توسعه دهد.

ادامه جدول ۱- پیشینه پژوهش

پژوهشگر	سال	نوع تحقیق پایان نامه /مقاله	عنوان	روش گردآوری و تحلیل داده‌ها	یافته‌ها
انصاری و همکاران [۸]	۱۳۹۸	مقاله	بررسی روش‌های تأمین آب در شرایط اضطراری	مطالعات کتابخانه	در این پژوهش تهیه آب برای نیازهای ضروری نظیر سیل، زلزله و جنگ، از لحاظ کیفیت مطلوب، بررسی شده است.
سیف و همکاران [۹]	۱۴۰۲	مقاله	کنترل هدر رفت آب با مدیریت هوشمند فشار در شبکه توزیع آب شهری با استفاده از کنترل‌گرهای چندنقطه‌ای به‌منظور مدیریت بحران در تأمین آب شرب شهری	توصیفی / تحلیلی	بررسی تأثیر نشت آب و نحوه مدیریت نیازهای آبی در مواقع بحران در شرکت‌های آب و فاضلاب در سطح شهرها

ریسک) آشنا باشد.

- رشته تحصیلی آن‌ها مرتبط با حوزه منابع آب،
پدافند غیرعامل و دفاعی باشد و شناخت نسبی
در خصوص حوزه‌های امنیتی و نظامی
داشته باشند.

با توجه به محدودیت اعلام‌شده در جامعه
آماري و نیز موضوع پژوهش، از میان کسانی که
دارای ویژگی‌های فوق بودند؛ ۳۰ نفر انتخاب
شدند.

۳- تجزیه و تحلیل داده‌ها:

با بررسی اسناد و مطالعات پایه مربوط به سامانه
تأمین آب اصفهان و نیز با بهره‌گیری از مطالعات
می‌دانی و استفاده از ابزار پرسشنامه و فرم
برداشت می‌دانی، اطلاعات و داده‌های موردنیاز
برای بررسی وضعیت ریسک زیرساخت‌های منابع
آب اصفهان در چهار گام از نظر شاخص‌های
پدافند غیرعامل موردبررسی و تحلیل قرار گرفت.

گام یک: دارایی‌های اساسی منابع آب اصفهان
مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و ارزش هر یک
محاسبه شد.

گام دوم: تهدیدات متصور از سوی دشمن
برای دارایی‌های منابع آب اصفهان شناسایی و
مورد ارزیابی شد.

گام سوم: میزان آسیب‌پذیری هر یک از
دارایی‌ها در قبال تهدیدات احتمالی محاسبه و
ارزیابی می‌شود.

گام چهارم: میزان ریسک هر یک از دارایی‌ها
در قبال تهدیدات و آسیب‌پذیری‌های موجود
برآورد می‌شود.

۳-۱- وزن شاخص‌ها در ارزیابی دارایی‌ها:

شاخص‌های موردنظر برای سنجش ارزش دارایی
مورد وزن دهی قرار گرفت و وزن هر شاخص
استخراج شد. برای این منظور از روش مقایسه
زوجی بهره گرفته شده است. برای تعیین وزن

معیارها و زیرمعیارها از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شده است. بدین صورت که ابتدا برای به دست آوردن وزن معیارها، پرسشنامه وزنی AHP تدوین شده و در اختیار کارشناسان و خبرگان قرار داده شد. سپس نتایج پرسشنامه‌ها در نرم‌افزار Expert Choice وارد و وزن نهایی هر یک از معیارها و زیرمعیارها مشخص شد. پس از وارد نمودن میانگین حسابی نظرات جامعه نمونه در نرم‌افزار، نتایج خروجی، وزن هر شاخص را به تفکیک مشخص نمود (جدول ۲).

جدول ۲- وزن شاخص‌ها

ردیف	شاخص‌ها	وزن شاخص‌ها (%)	وزن
۱	ارزش عملکردی	۲۴٪	۰/۲۴۰
۲	تداوم عملکرد در زمان بحران	۲۱/۱۷٪	۰/۲۱۱۷
۳	سطح تحت پوشش بهره‌برداران	۲۰/۸۳٪	۰/۲۰۸۳
۴	وابستگی به خارج	۱۷/۵٪	۰/۱۷۵
۵	ارزش اقتصادی	۱۶/۵٪	۰/۱۶۵

۲-۳- نتایج حاصل از ارزیابی میزان اهمیت

هدف در بین دارایی‌های منابع آب اصفهان از بین ۱۲۴ دارایی سامانه تأمین آب اصفهان (حائز اهمیت) که مورد ارزیابی قرار گرفته، تعداد ۲۷ مورد دارایی که ارزش بالاتر از ۴ را کسب نموده‌اند برای ارزیابی مدنظر قرار گرفت. شایان ذکر است که علاوه بر این ۲۷ مورد دارایی یادشده، ۷ مورد دارایی دارای سطح‌بندی با نظر

نشست خبرگی به دارایی‌های دارای اهمیت اضافه شد و مجموعه ۳۴ دارایی مدنظر قرار گرفت (جدول ۳).

۳-۳- وزن دهی شاخص‌های ارزیابی تهدیدات

مشابه روند وزن دهی شاخص‌ها در ارزیابی دارایی‌ها، برای ارزیابی تهدیدات نیز صورت گرفت و شاخص‌های موردنظر برای ارزیابی تهدیدات مورد وزن دهی قرار گرفت و وزن هر شاخص استخراج شد. برای این منظور از روش مقایسه زوجی بهره گرفته شده است.

برای تعیین وزن معیارها و زیرمعیارها از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شده است. بدین صورت که ابتدا برای به دست آوردن وزن معیارها، پرسشنامه وزنی AHP تدوین شده و در اختیار کارشناسان و خبرگان قرار داده شد. سپس نتایج پرسشنامه‌ها در نرم‌افزار Expert Choice وارد و وزن نهایی هر یک از معیارها و زیرمعیارها مشخص شد. پس از وارد نمودن میانگین حسابی نظرات جامعه نمونه در نرم‌افزار، نتایج خروجی، وزن هر شاخص به تفکیک مشخص شده، است که نهایتاً در جدول زیر ارائه شده است (جدول ۴).

پس از تعیین وزن هریک از شاخص‌های تهدیدات، به برآورد میزان احتمال وقوع تهدیدات برای هریک از دارایی‌ها پرداخته شده است. پس از غربالگری اولیه و ثانویه تهدیدات بر اساس تعداد تکرار در منابع داخلی و خارجی و سوابق رخداد تهدیدات، پرسشنامه‌هایی در اختیار کارشناسان خبره قرار گرفت. این پرسشنامه‌ها پس از اولویت‌بندی شاخص‌های غربالگری تهدیدات با استفاده از روش AHP، اولویت‌بندی شد.

تعداد ۱۱ دارایی سطح‌بندی شده با توجه به نظر نشست خبرگی، از بین تعداد ۳۴ دارایی، بر اساس امتیازبندی و نشست خبرگی، انتخاب شد.

جدول ۳- دارایی‌های دارای امتیاز منتخب- ارزیابی میزان اهمیت هدف در سامانه تأمین آب استان اصفهان

میزان اهمیت	معیارهای تعیین اهمیت دارایی				عنوان مراکز ثقل	ردیف دارایی
	وابستگی متقابل	پیامدهای حذف	شناسایی و دسترسی	ارزش دارایی		
	۰,۳۱	۰,۲۹	۰,۱۸	۰,۲۲		
۶,۸۳	۶	۸	۷	۶,۳۱	سد زاینده‌رود	۱
۵,۳۷	۵	۶	۵	۵,۳۸	سد چم آسمان	۲
۴,۳۱	۴	۵	۴	۴,۰۹	سد گلپایگان	۳
۴,۳۱	۴	۵	۴	۴,۰۹	سد سرداب	۴
۴,۰۲	۴	۴	۴	۴,۰۹	بند و شبکه رودشتین	۵
۴,۰۲	۴	۴	۴	۴,۰۹	بند و شبکه آبشار	۶
۴,۰۲	۴	۴	۴	۴,۰۹	بند و شبکه نکوآباد	۷
۴,۳۱	۴	۵	۴	۴,۰۹	سد باغکل	۸
۴,۳۱	۴	۵	۴	۴,۰۹	سد قره آقاچ	۹
۴,۳۱	۴	۵	۴	۴,۰۹	سد حنا	۱۰
۴,۳۱	۴	۵	۴	۴,۰۹	سد کمانه	۱۱
۴,۳۱	۴	۵	۴	۴,۰۹	سد کرد علیا	۱۲
۴,۳۱	۴	۵	۴	۴,۰۹	سد آغچه	۱۳
۴,۳۱	۴	۵	۴	۴,۰۹	سد خمیران	۱۴
۶,۰۱	۵	۷	۶	۶,۱	سامانه گلاب	۱۵
۸,۸۴	۹	۱۰	۹	۶,۹۵	تصفیه‌خانه باباشیخعلی	۱۶
۴,۲۹	۴	۵	۴	۴,۰۱	تصفیه‌خانه اضطراری خوانسار	۱۷
۴,۶۱	۴	۵	۵	۴,۶	تصفیه‌خانه آب کاشان	۱۸
۴,۲۹	۴	۵	۴	۴,۰۱	تصفیه‌خانه آب گلپایگان	۱۹
۴,۲۲	۴	۴	۵	۴,۱۶	مخزن ۱ پیلاف	۲۰
۴,۲۲	۴	۴	۵	۴,۱۶	مخزن ۲ پیلاف	۲۱
۴,۲۲	۴	۴	۵	۴,۱۶	مخزن ۳ پیلاف	۲۲
۴,۲۲	۴	۴	۵	۴,۱۶	مخزن ۴ پیلاف	۲۳
۴,۲۲	۴	۴	۵	۴,۱۶	مخزن ۵ پیلاف	۲۴
۵,۴۹	۶	۶	۵	۴,۵۳	مرکز تله‌متری و اتاق کنترل چاه فلمن	۲۵
۴,۱۸	۳	۴	۶	۴,۵۳	اداره مرکزی	۲۶

میزان اهمیت	معیارهای تعیین اهمیت دارایی				عنوان مراکز ثقل	ردیف دارایی
	وابستگی	پیامدهای حذف	شناسایی و دسترسی	ارزش دارایی		
	متقابل					
	۰,۳۱	۰,۲۹	۰,۱۸	۰,۲۲		
۳,۵۳	۲	۵	۳	۴,۱۷	خطوط اصلی انتقال تصفیه خانه آب تا شیرخانه اشترجان	۲۷
۳,۸۴	۳	۳	۵	۵,۱۴	تصفیه خانه فاضلاب باغ بهادران	۲۸
۳,۸۸	۳	۳	۵	۵,۳۱	تصفیه خانه فاضلاب بهارستان	۲۹
۳,۸۴	۳	۳	۵	۵,۱۴	تصفیه خانه فاضلاب بوئین میاندشت	۳۰
۴,۱۰	۳	۳	۶	۵,۴۹	تصفیه خانه فاضلاب جنوب اصفهان	۳۱
۴,۰۶	۳	۳	۶	۵,۳۱	تصفیه خانه فاضلاب سپاهان اصفهان	۳۲
۴,۰۶	۳	۳	۶	۵,۳۱	تصفیه خانه فاضلاب شرق اصفهان	۳۳
۴,۹۹	۴	۵	۶	۵,۴۹	تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان	۳۴

در ادامه برای ارزیابی آسیب پذیری زیرساخت‌ها مورد توجه و ملاک قرار گیرد. تهدیداتی که امتیاز ۶ و بالاتر کسب نموده‌اند، جزو بسته تهدیدات پایه در نظر گرفته شده است (جدول ۵).

۳-۵- ارزیابی آسیب پذیری دارایی‌های حائز اهمیت تأسیسات منابع آب اصفهان

روند ارزیابی آسیب پذیری همانند برآورد تهدیدات صورت گرفته است. در زیر نتیجه جداول ارزیابی آسیب پذیری دارایی‌های حائز اهمیت به تفکیک تأسیسات تأمین منابع آب اصفهان ارائه شده است. نهایتاً در راستای ارزیابی آسیب پذیری دارایی‌ها، میزان آسیب پذیری زیر عدد چهار برابر کم، بین

جدول ۴- وزن شاخص‌های ارزیابی احتمال وقوع تهدیدات

ردیف	شاخص‌ها	وزن شاخص‌ها
۱	شدت خسارت	۳۳/۶۱
۲	سابقه تهدید	۱۹/۴۴
۳	توانایی دشمن	۲۶/۶۷
۴	تبعات منفی برای دشمن	۲۰/۲۸

۳-۴- ارزیابی تهدیدات دارایی‌های حائز اهمیت بالا و تعیین تهدیدات پایه

تهدیدات با احتمال وقوع بالا به عنوان تهدیدات پایه برای هر کدام از دارایی‌ها شناسایی شد تا

جدول ۵- احصاء تهدیدات پایه دارایی‌ها

ردیف دارایی	نام دارایی	نظامی	تروزیستی	زیستی	شیمیایی	پرتوی	خرابکاری	جنگ روانی	الکترومغناطیسی	سایبری	اقتصادی	پهپادی
۱	سد زاینده‌رود	*		*	*	*	*			*	*	
۲	سد چم آسمان	*		*	*	*	*			*	*	
۳	سد گلپایگان	*		*	*	*	*			*	*	
۴	سد سرداب	*		*	*	*	*			*	*	
۵	سامانه گلاب	*		*	*	*	*			*	*	
۶	تصفیه‌خانه باباشیخعلی	*		*	*	*	*			*	*	
۷	ساختمان اداره مرکزی			*		*				*		
۸	تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان	*		*		*				*	*	
۹	تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب اصفهان	*		*		*				*	*	
۱۰	مرکز تله‌متری و اتاق کنترل چاه فلمن	*		*		*				*	*	
۱۱	خط انتقال تصفیه‌خانه آب تا شیرخانه اشترجان			*		*				*	*	

چهار و شش برابر متوسط و بالای شش برابر زیاد در نظر گرفته شده است (جدول ۶).

۳-۶- تجزیه و تحلیل ریسک دارایی‌های حائز اهمیت

با هدف برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، نتایج حاصل از ارزیابی دارایی‌ها، تهدیدات و آسیب‌پذیری‌ها، بر اساس دستورالعمل سازمان پدافند غیرعامل استفاده شد. در این دستورالعمل ریسک به پتانسیل خرابی یا از بین رفتن دارایی‌ها اطلاق می‌شود و بر اساس رابطه ارزش دارایی و تهدید و آسیب‌پذیری محاسبه می‌شود.

نتایج ارزیابی ارزش دارایی‌ها، ارزیابی تهدیدات و ارزیابی آسیب‌پذیری‌ها کنار هم قرار داده شده و مقدار عددی ریسک برای هرکدام از دارایی‌ها در

برابر تهدیدات پایه زیرساخت‌ها با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (رابطه ۱).

$$(۱) \text{ عدد آسیب‌پذیری } V \times (\text{عدد تهدید } T \times \text{عدد دارایی } A) = \text{ریسک } R$$

با توجه به نتایج حاصل از مقدار عددی ریسک، اولویت‌بندی زیرساخت‌های دارای ریسک بالا مشخص شد (جدول ۷).

بر اساس اطلاعاتی که از ماتریس ریسک به دست آمد، تصفیه‌خانه باباشیخعلی در مواجهه با تهدید نظامی (حملات هوایی- موشکی) با عدد ۲۴۳ از خطرپذیری بالاتری نسبت به سایر تهدیدات برخوردار است و بعد از این تهدید تصفیه‌خانه باباشیخعلی در مواجهه با تهدید زیستی با عدد ۱۹۹ از خطرپذیری بالاتری برخوردار است. سد زاینده‌رود در مواجهه با تهدید زیستی با عدد

جدول ۶ - ارزیابی آسیب پذیری دارایی‌ها - دسته‌بندی آسیب‌پذیری دارایی‌های حائز اهمیت سامانه تأمین آب

نوع آسیب‌پذیری‌ها							دارایی‌های حائز اهمیت	ردیف
اقتصادی	شیمیایی	سایبری	پرتوی	زیستی	مردم محور	کالبدی		
کم	متوسط	کم	متوسط	متوسط	کم	متوسط	سد زاینده‌رود	۱
کم	متوسط	کم	متوسط	متوسط	کم	متوسط	سد چم آسمان	۲
کم	متوسط	کم	متوسط	متوسط	کم	متوسط	سد گلپایگان	۳
کم	متوسط	کم	متوسط	متوسط	کم	متوسط	سد سرداب	۴
کم	متوسط	کم	متوسط	متوسط	کم	متوسط	سامانه گلاب	۵
متوسط	متوسط	کم	متوسط	متوسط	کم	متوسط	تصفیه‌خانه باباشیخعلی	۶
کم	متوسط	متوسط	کم	متوسط	کم	متوسط	ساختمان اداره مرکزی	۷
کم	متوسط	کم	متوسط	متوسط	کم	متوسط	تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان	۸
کم	متوسط	کم	متوسط	متوسط	کم	متوسط	تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب اصفهان	۹
کم	کم	متوسط	کم	کم	کم	کم	مرکز تله‌متری و اتاق کنترل چاه‌های فلمن	۱۰
کم	متوسط	کم	متوسط	متوسط	کم	کم	خطوط اصلی انتقال تصفیه‌خانه آب تا شیرخانه اشترجان	۱۱

جدول ۷ - اولویت‌های اول، دوم و سوم دارایی‌های سامانه تأمین آب اصفهان

نام اولویت	ردیف
دارایی‌های با اولویت اول	
تصفیه‌خانه باباشیخعلی	۱
سد زاینده‌رود	۲
سامانه گلاب	۳
دارایی‌های با اولویت دوم	
سدهای (چم آسمان، گلپایگان و سرداب)	۴
تصفیه‌خانه فاضلاب شمال و جنوب اصفهان	۵
دارایی‌های با اولویت سوم	
ساختمان اداره مرکزی	۶
مرکز تله‌متری و اتاق کنترل چاه‌های فلمن	۷
خطوط اصلی انتقال تصفیه‌خانه آب تا شیرخانه اشترجان	۸

۱۸۲ از خطرپذیری بالاتری نسبت به سایر تهدیدات برخوردار است و بعد از این تهدید سامانه گلاب در مواجهه با تهدید پرتویی با عدد

۲۰۰ از خطرپذیری بالاتری نسبت به سایر تهدیدات برخوردار است. سامانه گلاب در مواجهه با تهدید زیستی با عدد

جدول ۸- بیشترین میزان آسیب‌پذیری دارایی‌های سامانه تأمین آب اصفهان - نتایج ارزیابی ریسک

نام دارایی	نظامی	تروزیستی	زیستی	شیمیایی	پرتویی	خرابکاری	جنگ روانی	الکترومغناطیس	سایبری	اقتصادی	پهپادی
سد زاینده‌رود	۱۷۹,۹۶	۸۰,۵۸	۲۰۰,۵	۱۴۳,۲	۱۹۷,۶۵	۱۱۴,۲	۴۴,۲	۶۹,۶۴	۸۴,۸	۱۰۹,۵	۹۹,۳
سامانه گلاب	۱۷۳,۹	۷۷,۹۰	۱۸۲,۷	۱۲۹,۴	۱۸۰,۱۲	۱۱۰,۴	۴۲,۷	۶۷,۳۲	۸۲,۰	۱۰۵,۹	۹۶,۰
تصفیه‌خانه باباشیخعلی	۲۴۳,۴	۱۱۱,۸	۱۹۹,۵	۱۶۳,۹	۱۹۲,۸	۱۸۲,۵	۶۵,۶	۱۰۷,۸۸	۱۱۰,۱	۱۹۱,۴	۱۲۴,۹

جدول ۹- ریسک دارایی‌های اساسی سامانه تأمین آب اصفهان در برابر تهدیدات

دارایی	تهدید	تهدید اول	تهدید دوم	تهدید سوم	تهدید چهارم	تهدید پنجم
تصفیه‌خانه باباشیخعلی	تهدیدات	نظامی	آلودگی زیستی	آلودگی پرتویی	اقتصادی	آلودگی شیمیایی
	عدد ریسک	۲۴۳,۴۴	۱۹۹,۵۹	۱۹۲,۸۵	۱۹۱,۴۰	۱۶۳,۹۱
	درجه ریسک	۲	۲	۲	۲	۲
سد زاینده‌رود	تهدیدات	آلودگی زیستی	آلودگی پرتویی	نظامی	آلودگی شیمیایی	خرابکاری
	عدد ریسک	۲۰۰,۵۳	۱۹۷,۶۵	۱۷۹,۹۶	۱۴۳,۲۴	۱۱۴,۲۲
	درجه ریسک	۲	۲	۲	۲	۲
سامانه گلاب	تهدیدات	آلودگی زیستی	آلودگی پرتویی	نظامی	آلودگی شیمیایی	خرابکاری
	عدد ریسک	۱۸۲,۷۴	۱۸۰,۱۲	۱۷۳,۹۷	۱۲۹,۴۰	۱۱۰,۴۲
	درجه ریسک	۲	۲	۲	۲	۲

عددی آسیب‌پذیری نسبت به آن تهدید را برخوردار است، نمایش می‌دهد (جدول ۸). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، از نظر اهمیت دارایی‌ها به ترتیب تصفیه‌خانه باباشیخعلی در رتبه اول، سد زاینده‌رود در رتبه دوم و سامانه گلاب در رتبه سوم قرار گرفتند و حائز بیشترین ارزش دارایی شدند (جدول ۹).

۱۸۰ و تهدید نظامی با عدد ۱۷۴ از خطرپذیری بالاتری نسبت به سایر تهدیدات برخوردار است. در جدول ۸ بیشترین میزان آسیب‌پذیری دارایی‌های سامانه تأمین آب اصفهان منتج از ارزیابی ریسک ارائه شده است. جدول مذکور، آسیب‌پذیری دارایی‌های اساسی سامانه تأمین آب اصفهان در قبال تهدیدی که دارایی مذکور از بیشترین میزان

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش با رویکرد خلل در کارکرد سامانه تأمین آب استان اصفهان در اثر بروز آلودگی، ابتدا دارایی‌های حائز اهمیت منابع آب استان اصفهان (۱۲۴ دارایی) مورد شناسایی قرار گرفت. این دارایی‌ها با نظر نشست خبرگی به ۳۴ مورد منتج شد. پس از غربالگری اولیه و ثانویه تهدیدات بر اساس تعداد تکرار و سوابق رخداد تهدیدات و نظر خبرگان تعداد ۱۱ دارایی اساسی، انتخاب شد. سپس این ۱۱ دارایی اساسی، مورد ارزیابی میزان آسیب‌پذیری و سنجش میزان خطرپذیری در برابر انواع تهدیدات انسانی و نظامی، منجر به بروز آلودگی، در راستای اهداف و سؤالات تحقیق قرار گرفت.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، از نظر اهمیت دارایی‌ها به ترتیب تصفیه‌خانه باباشیخعلی در رتبه اول، سد زاینده‌رود در رتبه دوم و سامانه گلاب در رتبه سوم قرار گرفتند و حائز بیشترین ارزش دارایی شدند. از لحاظ درجه ریسک نیز تصفیه‌خانه باباشیخعلی از لحاظ تهدیدات نظامی و زیستی دارای بالاترین عدد ریسک است. با توجه به توضیحات ارائه‌شده روشن است سد زاینده‌رود، سامانه گلاب و تصفیه‌خانه باباشیخعلی با استناد به دستورالعمل سطح‌بندی تأسیسات، حائز اهمیت بالا بوده‌اند که فرآیند ارزیابی ریسک در خصوص آن‌ها انجام‌شده است.

بدیهی است تصفیه‌خانه باباشیخعلی با نظر به نوع کارکرد این مجموعه که تأمین آب تصفیه‌شده است، از متوسط ریسک بالاتری نسبت به سد زاینده‌رود برخوردار است. ناگفته نماند سد زاینده‌رود گرچه در مقایسه با تصفیه‌خانه باباشیخعلی از خطرپذیری پایین‌تری برخوردار شده است اما غفلت از برنامه‌ریزی به‌منظور مصون‌سازی و کاهش آسیب‌پذیری آن می‌تواند به‌عنوان یکی از عناصر زیرساختی با درجه اهمیت بالا عواقب و تبعات جبران‌ناپذیری را به دنبال

داشته باشد.

نتایج پژوهش بیانگر این موضوع است که تأسیسات سامانه تأمین آب اصفهان در مقابل حملات نظامی، آلودگی زیستی و شیمیایی و اقدامات تروریستی آسیب‌پذیر هستند. لذا با توجه به نوع، ماهیت و کارکرد هر کدام از دارایی‌ها، میزان و سطح آسیب‌پذیری متفاوت است. یافته‌های این تحقیق می‌تواند در حوزه‌های دفاعی و امنیتی مؤثر واقع شود و همچنین متدلوژی مورد استفاده، قابل تعمیم و بهره‌گیری در موارد مشابه است.

۵- قدردانی

در اینجا لازم است از جناب آقای صفری مدیرکل محترم پدافند غیرعامل استان اصفهان، به دلیل حمایت‌ها و زحماتشان در انجام این پژوهش قدردانی شود.

۶- منابع

- ۱- کریمی، سعید (۱۳۹۹). تجزیه تحلیل و ارزیابی خطرپذیری دارایی‌های شهر همدان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته پدافند غیرعامل - گرایش آفا (CCD)
- ۲- زرقانی، سید هادی، خوارزمی، امید علی، شادمهری بدشی، فاطمه (۱۳۹۵). جایگاه پدافند غیرعامل در امنیت زیرساخت‌های شهری با تأکید بر زیرساخت آب. کنفرانس ملی پدافند غیرعامل و توسعه پایدار، تهران.
- ۳- حکمتی اصل، افشین (۱۳۹۶). سنجش ریسک زیرساخت‌های شهری یاسوج از دیدگاه پدافند غیرعامل شهری. پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین و GIS، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- 4- Wang, Q., Su, M.; Zeng, L., and Chen, H. (2022). A New Method to Assist Decision-Making of Water Environmental Emergency in Expressway Region. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 19, 10043.
- ۵- باقری، حسن، فاطمی، فرین، بختیاری، ندا (۱۳۹۹). بررسی سناریوهای انتشار ناگهانی گاز کلر در تصفیه‌خانه آب جلالیه تهران با نرم‌افزار ALOHA. فصلنامه مدیریت بحران و وضعیت‌های اضطراری، مقاله ۲، دوره ۱۲، شماره ۳، ۳۱-۵۹.
- ۶- بنی زمان لاری، فرهاد، نریمانی، محمدرضا، پدram، نیما (۱۳۹۵). بررسی روش‌های تأمین آب اضطراری برای شهرها در شرایط اضطراری مطالعه موردی: تأمین آب

اضطراری برای شهرهای استان لرستان. هشتمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران، تهران.

7- Wang, J., Zhang, X. J., Zhang, Y., and Zhang, B. N. (2011). Emergency Drinking Water Treatment during Source Water Pollution Accidents in China: Origin Analysis, Framework and Technologies. *Environmental Science & Technology*, 45, 1, 161–167.

۸- انصاری، مجتبی، زهره‌ای، مجید، علی پور، محمدرضا، نظام، مریم (۱۳۹۸). بررسی روش‌های تأمین آب در شرایط اضطراری. ششمین کنفرانس جامع مدیریت بحران و HSE، تهران.

۹- سیف، غلامرضا، مهرداد، ناصر، پرداختی، علیرضا. (۱۴۰۲). کنترل هدر رفت آب با مدیریت هوشمند فشار در شبکه توزیع آب شهری با استفاده از کنترل‌گرهای چندنقطه‌ای به منظور مدیریت بحران در تأمین آب شرب شهری، مدیریت بحران، دوره ۲، شماره پیاپی ۲۴، ۱۱۵-۱۰۲.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)