



Exploring Experts' Mental Models Regarding Emerging Hazards of Desalination Plants from a Passive Defense Perspective Using Q-Methodology

Mehdi Modiri¹*, Niloofer Faramarzi¹

¹Department of Passive Defense Design, Faculty of Passive Defense, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

Abstract

Introduction: Desalination plants in southern coastal Iran are critical infrastructures, strategically aligned with national development goals to combat water scarcity. Given their operational nature and strategic locations, these facilities face a diverse array of emerging hazards, ranging from hard threats, such as missile and aerial strikes, to soft threats, including geopolitical conflicts and sanctions. Since any disruption in these facilities could lead to irreparable socioeconomic and security crises, a systematic hazard analysis through a passive defense lens is essential. Such an approach is both a technical requirement and a governance priority to guarantee operational continuity and bolster national resilience during crises.

Materials and Methods: To transcend superficial analyses and achieve a profound understanding of expert perceptions, this study utilized Q-Methodology. The fundamental advantage of this framework over traditional quantitative approaches lies in its capacity to identify and categorize the Subjectivity of experts regarding multidimensional phenomena. The research was operationalized through several systematic phases. Initially, to establish a comprehensive Concourse, an extensive review of theoretical literature was conducted, complemented by in depth interviews with elite experts in passive defense and the water industry. This phase led to the identification of 141 initial hazard-related statements. In the second stage, these statements were refined with high scientific rigor, resulting in a final Q-set of 65 core hazards in passive defense. These statements were then presented to the participants for the Q-sorting process based on their prioritized strategic perspectives. Unlike conventional surveys, this methodology enabled the internal cognitive structures of experts to be represented as robust mathematical and factor-analytical models, providing deeper insight into the hierarchy of threats.

Results and Discussion: The empirical data analysis revealed that among the 141 initial statements, four distinct and dominant thematic perspectives were identified through exploratory factor analysis. This analytical output resulted in the extraction of 65 primary factors identified as the most critical hazards threatening desalination facilities. A key innovation of this research was evaluating these hazards within a specialized, seven dimensional framework. These hazards were analyzed based on seven vital layers: Historical Occurrence, Probability of Realization, Attractiveness to Attackers, Impact Severity, Mitigation Difficulty, Scope of Damage, and Recovery Duration. This granular layering demonstrated that hazards in coastal infrastructure possess a hybrid nature due to unique environmental and geopolitical characteristics. The findings indicate that modern threats have shifted from physical sabotage to sophisticated cyber-physical and supply chain vulnerabilities, requiring a paradigm shift in protective strategies for maritime critical infrastructure.

Conclusion: By identifying security blind spots within the design and operational processes of desalination infrastructure, this study proved that Q-methodology is a highly efficient tool for extracting complex conceptual frameworks in national risk management. The findings serve as a strategic Executive Roadmap for senior managers and policymakers in the defense and water sectors. It enables them to calibrate proactive measures based on real-world priorities and expert-driven mental models. The results underscore that enhancing Resilience and maintaining the continuity of these desalination arteries requires the integration of this seven-layered model into sovereign protective regulations and security protocols. Ultimately, this research provides a new paradigm for the intelligent management of coastal infrastructure, ensuring the long-term sustainable security of the country's water resources against modern asymmetric threats.

Keyword: Hazard Assessment, Desalination plants, Passive Defense, Q- Methodology, Factor Analysis



واکاوی الگوهای ذهنی خبرگان پیرامون مخاطرات نوظهور تاسیسات آب شیرین کن از منظر پدافند

غیر عامل با استفاده از روش کیو

مهدی مدیری^{۱*}، نیلوفر فرامرزی^۱ 

۱. گروه پدافند غیرعامل طراحی، دانشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

چکیده

مقدمه: تأسیسات آب شیرین کن در نوار ساحلی جنوب ایران، به دلیل جایگاه استراتژیک در تأمین منابع آب ملی و همسویی با برنامه‌های توسعه‌ای کشور در راستای مقابله با بحران کم‌آبی، زیرساخت‌هایی حیاتی و حساس محسوب می‌شوند. این مراکز به دلیل موقعیت جغرافیایی و ماهیت عملیاتی، در معرض طیف گسترده‌ای از مخاطرات نوظهور و پیچیده قرار دارند که می‌توان آن‌ها را در دسته‌های تهدیدات سخت (نظیر حملات موشکی و هوایی) و تهدیدات نرم (نظیر تضادهای ژئوپلیتیکی و تحریم‌ها) طبقه‌بندی کرد. با توجه به پیامدهای امنیتی، اجتماعی و اقتصادی غیرقابل جبرانی که اختلال در کارکرد این مراکز به همراه دارد، تحلیل جامع و نظام‌مند مخاطرات از منظر پدافند غیرعامل، نه تنها یک ضرورت فنی، بلکه یک تکلیف حاکمیتی برای تضمین تداوم خدمت‌رسانی و ارتقای تاب‌آوری ملی در شرایط بحرانی است.

مواد و روش: پژوهش حاضر با هدف گذار از تحلیل‌های سطحی و دستیابی به لایه‌های عمیق ادراکی متخصصان، از روش‌شناسی کیو بهره برده است. مزیت این روش نسبت به رویکردهای کمی سنتی، توانمندی آن در شناسایی و طبقه‌بندی الگوهای ذهنی و ذهنی‌گرایی خبرگان در موضوعات چندبعدی است. در این روش در مرحله نخست، جهت ایجاد فضای گفت‌وگو، مرور گسترده ادبیات نظری و پیشینه‌های پژوهشی در کنار مصاحبه‌های تخصصی انجام گرفت که منجر به شناسایی اولیه گزاره‌های مرتبط با مخاطرات شد. در گام دوم، فرآیند شناسایی و پالایش گزاره‌ها با دقت علمی صورت گرفت و عبارات کیو تدوین گردیدند. این گزاره‌ها در قالب کارت‌های مشخص در اختیار مشارکت‌کنندگان (خبرگان حوزه پدافند و آب) قرار گرفت تا فرآیند مرتب‌سازی را بر اساس دیدگاه‌های اولویت محور خود انجام دهند. این متدولوژی اجازه داد تا برخلاف روش‌های پیمایشی ساده، ساختار درونی تفکر خبرگان در مورد مخاطرات به صورت مدل‌های ریاضی و عاملی بازتابی شود.

نتایج و بحث: یافته‌های حاصل از تحلیل داده‌ها نشان داد که از میان ۱۴۱ گزاره اولیه استخراج شده از فضای گفت‌وگو، بر اساس تحلیل‌های عاملی و ذهنیت‌سنجی انجام شده، ۴ دیدگاه محوری و متمایز شناسایی گردید. خروجی این تحلیل منجر به استخراج ۶۵ عامل اصلی به عنوان مخاطرات کلیدی و سرنوشت‌ساز در تأسیسات آب شیرین کن از منظر پدافند غیرعامل شد. نوآوری این پژوهش، ارزیابی این مخاطرات در یک چارچوب هفت بعدی و لایه‌بندی شده بود. این مخاطرات بر اساس ۷ لایه حیاتی شامل: سابقه وقوع، احتمال تحقق، جذابیت برای مهاجم، شدت اثرگذاری، دشواری مقابله، دامنه و گستردگی آسیب و مدت زمان بازسازی و بازگشت ناپذیری مورد تحلیل قرار گرفتند. این لایه‌بندی دقیق نشان داد که مخاطرات در زیرساخت‌های ساحلی به دلیل ویژگی‌های محیطی و ژئوپلیتیک، دارای ماهیتی ترکیبی و پیچیده هستند.

نتیجه‌گیری: این پژوهش با شناسایی دقیق نقاط کور امنیتی در فرآیندهای طراحی، ساخت و بهره‌برداری از زیرساخت‌های آب شیرین کن، ثابت کرد که روش‌شناسی کیو ابزاری بسیار کارآمد و منعطف برای استخراج چارچوب‌های فکری پیچیده در مدیریت مخاطرات ملی است. یافته‌های این مطالعه به عنوان یک نقشه راه اجرایی قلمداد می‌شود که به مدیران ارشد و سیاست‌گذاران حوزه‌های دفاعی و عمرانی امکان می‌دهد تا تدابیر پیشگیرانه خود را بر اساس اولویت‌های واقعی و ذهنی خبرگان تنظیم نمایند. نتایج نهایی تأکید می‌کند که ارتقای تاب‌آوری و تداوم کارکرد این شریان‌های حیاتی از منظر پدافند غیرعامل، مستلزم به‌کارگیری نتایج این مدل هفت‌بعدی در تدوین نظامات صیانتی و آیین‌نامه‌های حفاظتی است. در نهایت، این تحقیق دریچه‌ای نو به سوی مدیریت هوشمندانه زیرساخت‌های ساحلی گشوده است که می‌تواند امنیت پایدار منابع آبی کشور را در برابر مخاطرات نوین تضمین نماید.

کلید واژه: ارزیابی مخاطرات، تأسیسات آب شیرین کن، پدافند غیر عامل، روش کیو، تحلیل عاملی

مقدمه

تأمین پایدار منابع آب شیرین، امروزه به یکی از مهم‌ترین چالش‌های راهبردی جهان و از ارکان اساسی توسعه پایدار، سلامت عمومی، امنیت غذایی، رشد اقتصادی و ثبات اجتماعی تبدیل شده است. رشد شتابان جمعیت، توسعه صنعتی، شهرنشینی، برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، آلودگی منابع آبی و پیامدهای تغییرات اقلیمی، طی دهه‌های اخیر فشار بی‌سابقه‌ای بر منابع آب تجدیدپذیر وارد کرده است؛ به گونه‌ای که کمبود آب دیگر صرفاً یک مسئله زیست‌محیطی محسوب نمی‌شود، بلکه به موضوعی مرتبط با امنیت ملی، تاب‌آوری زیرساخت‌ها و حتی ثبات سیاسی کشورها تبدیل شده است. از این رو، مفهوم امنیت آب در سال‌های اخیر جایگاه ویژه‌ای در ادبیات مدیریت منابع آب و برنامه‌ریزی راهبردی یافته و به عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی امنیت ملی و توسعه پایدار شناخته می‌شود. در میان مناطق مختلف جهان، خاورمیانه و شمال آفریقا به دلیل شرایط اقلیمی خشک، بارندگی محدود، نرخ بالای تبخیر، رشد سریع جمعیت و توسعه اقتصادی، با شدیدترین تنش آبی مواجه هستند. این منطقه با وجود استقرار حدود شش درصد جمعیت جهان، تنها بخش بسیار کوچکی از منابع آب شیرین تجدیدپذیر دنیا را در اختیار دارد و بسیاری از کشورهای آن بیش از هشتاد درصد منابع آب تجدیدپذیر خود را مصرف می‌کنند؛ وضعیتی که در طبقه‌بندی‌های جهانی به عنوان تنش آبی بسیار شدید شناخته می‌شود. پیش‌بینی‌ها نیز نشان می‌دهد که در صورت تداوم روند کنونی، بحران آب در این منطقه طی دهه‌های آینده تشدید شده و امنیت آبی به یکی از مهم‌ترین چالش‌های راهبردی کشورهای منطقه تبدیل خواهد شد (Khanzada et al, 2026; Tahir et al, 2026).

در پاسخ به این شرایط، فناوری نمک‌زدایی آب دریا به عنوان یکی از مهم‌ترین راهکارهای تأمین آب پایدار، رشد چشمگیری را تجربه کرده است. طی دو دهه گذشته ظرفیت جهانی تولید آب شیرین از طریق آب‌شیرین‌کن‌ها به طور مداوم افزایش یافته و هزاران واحد نمک‌زدایی در سراسر جهان به بهره‌برداری رسیده‌اند. پیش‌بینی‌ها نیز حاکی از آن است که ظرفیت جهانی این صنعت در سال‌های آینده با نرخ رشدی بسیار فراتر از رشد جمعیت جهان توسعه خواهد یافت. این روند نشان می‌دهد که آب‌شیرین‌کن‌ها دیگر صرفاً یک فناوری جایگزین محسوب نمی‌شوند، بلکه به یکی از ارکان اصلی تأمین آب در بسیاری از کشورهای خشک و نیمه‌خشک تبدیل شده‌اند (Figuerola et al, 2024; Tahir et al, 2026). در این میان، منطقه خلیج فارس به عنوان بزرگ‌ترین قطب تولید آب شیرین از آب دریا در جهان شناخته می‌شود؛ به گونه‌ای که بخش قابل توجهی از ظرفیت جهانی نمک‌زدایی در این منطقه متمرکز شده است. توسعه کلان‌شهرها، صنایع انرژی‌بر، مجتمع‌های پتروشیمی، بندر راهبردی و افزایش تقاضای آب، موجب شده است که کشورهای ساحلی خلیج فارس وابستگی فزاینده‌ای به تأسیسات آب‌شیرین‌کن پیدا کنند (Khanzada et al, 2026; Tahir et al, 2026). در ایران نیز با توجه به محدودیت منابع آب متعارف، توسعه صنایع در سواحل جنوبی، برنامه‌های انتقال آب و سیاست‌های کلان توسعه سواحل مکران، احداث مجتمع‌های بزرگ‌مقیاس آب‌شیرین‌کن به یکی از مهم‌ترین راهبردهای تأمین آب تبدیل شده است. از این رو، عملکرد ایمن، پایدار و مستمر این تأسیسات، نقشی تعیین‌کننده در حفظ امنیت آب، تداوم فعالیت صنایع، توسعه اقتصادی و ارتقای کیفیت زندگی ساکنان مناطق جنوبی کشور ایفا می‌کند (Mohammadi Jouzdani et al, 2019).

افزایش وابستگی کشورها به سامانه‌های نمک‌زدایی، نگاه به این تأسیسات نیز از یک واحد صرفاً صنعتی فراتر رفته و امروزه در زمره زیرساخت‌های حیاتی طبقه‌بندی می‌شوند. ویژگی‌هایی نظیر سرمایه‌گذاری بسیار بالا، تمرکز ظرفیت تولید، وابستگی میلیون‌ها نفر به خدمات آن‌ها و نقش مستقیم در استمرار فعالیت سایر زیرساخت‌های حیاتی، سبب شده است که هرگونه اختلال در عملکرد این تأسیسات، پیامدهایی فراتر از حوزه آب ایجاد کرده و بخش‌های اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و حتی امنیتی را تحت تأثیر قرار دهد. به همین دلیل، حفاظت از تأسیسات آب‌شیرین‌کن دیگر تنها یک مسئله فنی یا بهره‌برداری نیست، بلکه بخشی از سیاست‌های

کلان مدیریت ریسک، امنیت زیرساخت‌ها و تضمین امنیت آب محسوب می‌شود (Mohammadpour et al, 2025; Mohammadi Jouzdani et al, 2019). مطالعات اخیر نشان می‌دهد که این تأسیسات علاوه بر مخاطرات طبیعی، از منظر امنیت ملی و پایداری خدمات زیربنایی نیز اهمیت ویژه‌ای دارند. با این حال، علی‌رغم اهمیت حیاتی این مراکز، یک چالش بنیادین در ادبیات فنی و اجرایی وجود دارد: عدم شناسایی جامع مخاطرات در مرحله طراحی. از آنجا که بسیاری از آسیب‌پذیری‌های زیرساختی ریشه در تصمیمات اولیه طراحی دارند، عدم پیش‌بینی دقیق تهدیدات در این مرحله، منجر به افزایش هزینه‌های مقاوم‌سازی در آینده و کاهش تاب‌آوری سیستم در برابر رخدادهای پیش‌بینی‌نشده می‌گردد (Khanzada et al, 2026; Tahir et al, 2026).

از آنجا که بخش قابل توجهی از مخاطرات زیرساخت‌های حیاتی دارای ماهیتی چندبعدی، پیچیده و وابسته به قضاوت‌های تخصصی هستند، بهره‌گیری از رویکردهایی که بتوانند دانش ضمنی و تجربیات خبرگان را به‌صورت نظام‌مند استخراج و تحلیل کنند، ضرورتی انکارناپذیر است. در این راستا، روش کیو به‌عنوان یکی از روش‌های ترکیبی و معتبر در تحلیل ذهنیت‌ها، امکان شناسایی الگوهای فکری مشترک میان خبرگان و اولویت‌بندی نظام‌مند دیدگاه‌های آنان را فراهم می‌سازد. این ویژگی موجب می‌شود که علاوه بر شناسایی مخاطرات، نحوه ادراک و اهمیت نسبی هر یک از مخاطرات نیز بر اساس اجماع متخصصان مشخص شود؛ موضوعی که در تصمیم‌گیری‌های راهبردی و طراحی زیرساخت‌های حیاتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مسئله اصلی پیش‌روی این پژوهش، نبود یک چارچوب جامع و اولویت‌بندی شده از مخاطرات طراحی در مجتمع‌های آب‌شیرین‌کن است که بتواند دیدگاه‌های متناقض و تکثری خبرگان را در قالب یک مدل تصمیم‌ساز منعکس کند. بر این اساس، پرسش اصلی پژوهش حاضر چنین است: مهم‌ترین مخاطرات مؤثر بر طراحی مجتمع‌های آب‌شیرین‌کن بزرگ‌مقیاس در سواحل جنوبی ایران از منظر پدافند غیرعامل کدامند و ارزیابی این مخاطرات بر اساس ادراکات خبرگان به چه صورت است؟

در راستای صیانت از جان انسان‌ها و تضمین امنیت جمعی، مفهوم پدافند به دو رویکرد بنیادین «عامل» و «غیرعامل» تفکیک می‌گردد. پدافند عامل عمدتاً در زمان وقوع بحران و در مواجهه مستقیم با متخاصم، از طریق به‌کارگیری تجهیزات نظامی و تسلیحاتی عملیاتی می‌شود. در مقابل، پدافند غیرعامل بر مدیریت پیش‌گیرانه و اقدامات پیش‌بستری پیش از وقوع بحران متمرکز است تا میزان تلفات انسانی و خسارات مالی را به کمترین سطح ممکن برساند. در واقع، پدافند غیرعامل را می‌توان مجموعه‌ای از تدابیر احتیاطی دانست که هدف غایی آن، ایمن‌سازی زیرساخت‌های حیاتی و کاهش آسیب‌پذیری تجهیزات مورد نیاز جامعه است تا از این طریق، شرایط مساعدی برای تأمین امنیت و تداوم حیات ایجاد گردد (Afsar et al, 2025). در تحلیل جامع این رویکرد، بهره‌گیری بهینه از متغیرهای محیطی و استراتژیک در راستای تقویت بنیه دفاعی زیرساخت‌ها، یکی از محورهای کلیدی به شمار می‌رود. در این راستا، مخاطرات از منظر پدافند غیرعامل به عنوان مجموعه‌ای از عوامل و رخدادهایی تعریف می‌شوند که منجر به ایجاد آسیب در زیرساخت‌های حیاتی شده و با ایجاد اختلال در تداوم خدمات ضروری، در نهایت موجب کاهش توان دفاعی و تاب‌آوری استراتژیک در مواجهه با بحران‌ها می‌گردند. آسیب‌پذیری این زیرساخت‌ها، به‌ویژه در بخش منابع آب، ابعادی گسترده دارد و صدمات ناشی از این مخاطرات را می‌توان در قالب ترکیبی از تخریب‌های کالبدی و اختلال در عملکرد سیستم‌های حیاتی تبیین نمود. این خسارات طیفی از دارایی‌های استراتژیک، از جمله سازه‌های حفاظتی، شبکه‌های انتقال و توزیع و تأسیسات بنیادین نظیر مخازن آب و نیروگاه‌ها را هدف قرار می‌دهند. (Amini Varki et al, 2013). با توجه به جایگاه حساس این زیرساخت‌ها، اهمیت پدافند غیرعامل در جهان امروز به‌ویژه در بخش تأسیسات زیربنایی مانند سامانه‌های آبرسانی، برق، گاز و مخابرات به‌شدت افزایش یافته است. تجربیات حاصل از مناقشات اخیر، نظیر حمله به تأسیسات آب عراق و تهدید سد موصل توسط گروه‌های تروریستی، نشان می‌دهد که متخاصمان با هدف قرار دادن زیرساخت‌های حیاتی، در پی ایجاد نوعی فلج عملکردی در سطوح کلان هستند تا بدون درگیری مستقیم، بیشترین خسارت روانی، اجتماعی و اقتصادی را وارد نمایند. در این میان، تأسیسات آبی به‌عنوان شریان حیاتی زندگی انسان و یکی از مهم‌ترین

عوامل تأمین امنیت و سلامت عمومی، جایگاه ویژه‌ای در مباحث پدافند غیر عامل دارند. تأسیساتی چون سدها، چاه‌ها، ایستگاه‌های پمپاژ و تصفیه‌خانه‌ها در صورت بروز آسیب یا اختلال، نه تنها موجب گسست در سیستم آبرسانی می‌گردند، بلکه می‌توانند سلامت جامعه را با بحران‌های زیستی جدی مواجه سازند. از این رو، پیاده‌سازی اصول پدافند غیرعامل در این حوزه یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است. در همین راستا، سیاست‌گذاری‌ها و بخشنامه‌های مرتبط با پدافند غیرعامل در صنعت آب و فاضلاب کشور نیز تأکید دارند که تدوین طرح‌های جامع پدافندی برای تأسیسات آبی، نه تنها یک ضرورت فنی، بلکه یک الزام مدیریتی و حاکمیتی برای تضمین پایداری ملی محسوب می‌گردد (Nasirian et al, 2025).

واکاوی مفهوم تهدید در متون تخصصی پدافند غیر عامل، نشان‌دهنده تنوع در رویکردهای تعریفی است. در حالی که در برخی ادبیات، تهدید با مفاهیمی چون خطر و بحران یکسان پنداشته شده، اما در رویکردهای تحلیل‌محور، تهدید به عنوان پیش‌بینی وقوع اختلالی در عملکرد اجزای یک سامانه یا توقف عملیاتی آن تعریف می‌شود. از دیدگاه استراتژیک، تهدید عبارت است از اقدامات سازمان‌یافته عوامل معاند جهت محدودسازی توانمندی‌های ملی و ایجاد آسیب در زیرساخت‌های کلیدی، که در نهایت منجر به مخاطره در امنیت ملی می‌گردد. از منظر ساختاری، ماهیت تهدید را می‌توان خطر بالقوه دانست؛ بدین معنا که تهدید پیش از تحقق عینی، در سطح یک احتمال یا ایده قرار دارد. همین ویژگی انتزاعی، تعیین زمان و چگونگی وقوع آن را با چالش‌های تحلیل‌گری مواجه می‌سازد. به طور کلی، تهدید را می‌توان به صورت تلاشی هدفمند برای ایجاد خسارت و مختل کردن فعالیت‌های حیاتی زیرساخت‌ها تعریف کرد که تبیین دقیق آن، نیازمند بررسی ابعاد و اقسامی است که در بخش‌های آتی مورد بحث قرار خواهند گرفت (Feizi et al, 2020). در جهت شناسایی و تحلیل جامع مخاطرات، ابعاد ارزیابی ریسک در این پژوهش بر اساس متدولوژی‌های استاندارد مدیریت ریسک مانند ISO 31000 و رویکردهای پدافند غیرعامل تدوین گردید. برای هر یک از تهدیدات، شاخص‌های کلیدی مشتمل بر احتمال وقوع و شدت آسیب به عنوان دو رکن اصلی در نظر گرفته شدند. همچنین جهت ارتقای دقت تحلیل و پوشش ابعاد کیفی مخاطرات، معیارهایی نظیر جذابیت هدف (به منظور سنجش اولویت دشمن)، دشواری دفع (سنجش پیچیدگی مقابله)، مدت اثرگذاری (تحلیل پایداری بحران)، دامنه گستردگی (سنجش اثرات زنجیره‌ای) و سابقه تهدیدات (تحلیل تجربی) به عنوان متغیرهای تکمیلی در جامعه گفتمان پژوهش گنجانده شدند.

هدف از این پژوهش، شناسایی، ارزیابی و اولویت‌بندی این مخاطرات با بهره‌گیری از روش کیو است تا چارچوبی علمی برای حمایت از فرآیند تصمیم‌گیری در مراحل برنامه‌ریزی و طراحی ارائه گردد. نوآوری این تحقیق در سه محور کلیدی متمرکز است: نخست، انتقال تمرکز از تحلیل‌های صرفاً فنی و اقتصادی به رویکرد پدافند غیرعامل در مرحله طراحی تأسیسات آب‌شیرین کن‌ها؛ دوم، جایگزینی روش‌های متداول رتبه‌بندی با متدولوژی کیو جهت استخراج الگوهای ذهنی و تبیین تفاوت دیدگاه‌های متخصصان در حوزه زیرساخت‌های آب؛ و سوم، ارائه یک مدل پیش‌گیرانه که با تمرکز بر مرحله طراحی، امکان کاهش آسیب‌پذیری‌های زیرساختی را پیش از احداث فراهم می‌آورد. این رویکرد، تلاشی است برای گذار از مدل‌های تک‌بعدی به سوی یک مدل جامع که ادراکات خبرگان و واقعیت‌های عملیاتی را در طراحی زیرساخت‌های حیاتی منعکس نماید. در راستای پاسخ به پرسش فوق و دستیابی به اهداف ذکر شده، ساختار مقاله به شرح زیر تنظیم شده است: در بخش نخست، و پیشینه پژوهش و مبانی نظری در حوزه پدافند غیر عامل در زیرساخت‌های حیاتی، مخاطرات تأسیسات آب‌شیرین‌کن مرور می‌شود. سپس در بخش روش‌شناسی، مراحل اجرای روش کیو، شامل استخراج فضای گفتمان، انتخاب خبرگان، طراحی ابزار پژوهش و متد تحلیل داده‌ها تشریح می‌گردد. در ادامه، یافته‌های حاصل از تحلیل دیدگاه‌های خبرگان و مخاطرات ارائه و تفسیر شده و در نهایت، نتایج پژوهش ارائه می‌گردد.

در پژوهشی با عنوان بررسی و ارزیابی تهدیدات انسان‌ساخت علیه زیرساخت‌های حیاتی با تمرکز بر سدها (مطالعه موردی: سد میر دره) پرداخته شده است. این تحقیق با هدف ارائه چارچوبی برای تحلیل و مدیریت خطرات ناشی از حملات احتمالی، از روش ارزیابی

آسیب‌پذیری امنیتی جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها بهره برده است. گردآوری اطلاعات از طریق بررسی‌های کتابخانه‌ای و پرسشنامه‌های میدانی صورت گرفت. چنین نتیجه گرفته شده است که در میان دارایی‌های مورد مطالعه، نیروی انسانی بالاترین ارزش دارایی را کسب نموده و حملات تروریستی به عنوان کلیدی‌ترین مخاطره بالقوه در منطقه شناسایی شده است و حوزه‌ی زیست‌محیطی پایین‌دست سد درمقایسه با سایر دارایی‌ها از جذابیت کمتری برای مهاجمان برخوردار است. (Gholizadeh et al, 2017)

در پژوهشی با عنوان ارزیابی خطرپذیری سدهای بتنی برق‌آبی در برابر تهدیدات انسان‌ساخت (با مطالعه موردی سد لیرو) پرداخته شده است. این تحقیق با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی و بهره‌گیری از ابزارهای پرسشنامه و مصاحبه، به شناسایی تهدیدات و استخراج آسیب‌پذیری‌های زیرساختی اقدام نموده است. پژوهشگران با تلفیق دو مدل استاندارد FEMA و RAMCAP و تحلیل داده‌ها در محیط نرم‌افزارهای Expert Choice و SPSS، به اولویت‌بندی تهدیدات و ارزش‌گذاری دارایی‌ها پرداختند. چنین نتیجه گرفته شده است که حملات هوایی، موشکی و اقدامات شبه‌نظامی اصلی‌ترین تهدیدات علیه این زیرساخت محسوب می‌شوند. بر اساس مؤلفه‌های ارزیابی خطرپذیری، بدنه سد، سرریز و ساختمان نیروگاه به عنوان آسیب‌پذیرترین بخش‌ها در برابر تهدیدات شناسایی شدند. (Feizi et al, 2020)

در پژوهشی با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک در پروژه‌های بزرگ مقیاس شیرین‌سازی آب، چارچوبی جامع برای تحلیل مخاطرات این صنعت ارائه گردیده است. در این مطالعه، شاخص‌های ریسک در دو سطح طبقه‌بندی شدند که سطح نخست شامل چهار حوزه کلیدی ریسک‌های ورودی و خروجی آب، ریسک‌های فرآیندی، ریسک‌های مالی و ریسک‌های محیطی/شرایطی بود. نویسنده جهت کمی‌سازی این ریسک‌ها، از یک رویکرد ترکیبی شامل ارزیابی جامع فازی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی AHP با مشارکت ۲۰ متخصص برجسته در این حوزه بهره جست که سطح ریسک کلی در این نمونه‌ها در وضعیت بسیار پایین قرار دارد و بر این اساس، توصیه‌هایی جهت مدیریت و کنترل بهینه ریسک‌ها در مقیاس صنعتی ارائه شد. چنین نتیجه گرفته شده است که شناسایی سیستماتیک ریسک‌ها و به‌کارگیری ابزارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره، نقشی حیاتی در مدیریت بهینه پروژه‌های نمک‌زدایی ایفا می‌کند و ایجاد یک ساختار طبقه‌بندی‌شده برای مخاطرات، امکان پیش‌بینی دقیق‌تر اختلالات عملیاتی و ارتقای استانداردهای مدیریتی در صنعت آب را فراهم می‌آورد. (Zhang et al, 2020)

در پژوهشی با عنوان ارزیابی استراتژی‌های تعمیر و نگهداری با استفاده از شاخص تاب‌آوری در یک نیروگاه نمک‌زدایی آب دریا، رابطه میان قابلیت اطمینان و در دسترس بودن سیستم با شاخص تاب‌آوری مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا، با استفاده از نمودارهای بلوکی قابلیت اطمینان و شبیه‌سازی‌های مونت‌کارلو، شاخص کمی برای سنجش تاب‌آوری سیستم در مواجهه با رویدادهای مختل‌کننده طراحی شده است. چنین نتیجه گرفته شده است که اتخاذ استراتژی‌های بهینه تعمیر و نگهداری، نقشی کلیدی در ارتقای تاب‌آوری کلی نیروگاه ایفا می‌کند؛ به‌گونه‌ای که تصمیم‌گیری در این حوزه نباید صرفاً بر مبنای تحلیل‌های هزینه‌ای باشد، بلکه باید به‌عنوان ابزاری راهبردی برای بازیابی سریع عملکرد سیستم پس از وقوع بحران‌ها در نظر گرفته شود. (Durán et al., 2021)

در پژوهشی با عنوان دیدگاه‌های اجتماعی درباره چالش‌های پایداری در بخش نمک‌زدایی: یک مطالعه با روش کیو، از متدولوژی کیو برای شناسایی نظام‌مند الگوهای ذهنی بازیگران کلیدی این حوزه بهره‌گرفته شده است. یافته‌های این پژوهش منجر به شناسایی سه الگوی فکری غالب در میان ذینفعان گردید؛ به‌گونه‌ای که گروه نخست، نمک‌زدایی را عاملی حیاتی برای تضمین بلندمدت تأمین آب می‌دانند، در حالی که گروه دوم، اثرات اجتماعی و محیط‌زیستی این تأسیسات را به‌عنوان ریسک‌های پایداری بسیار بالا ارزیابی می‌کنند و گروه سوم بر ضرورت گنجاندن معیارهای پایداری در اسناد طراحی و مشخصات فنی تأکید دارند. چنین نتیجه گرفته شده است که تفاوت در ادراکات ذینفعان، مستقیماً بر نحوه طراحی و بهره‌برداری از تأسیسات اثر می‌گذارد و برای دستیابی به نتایج بهینه، فرآیندهای تصمیم‌گیری باید از رویکردهای تک‌بعدی فاصله گرفته و ادراکات تکثری را در قالب مدل‌های تصمیم‌ساز به کار گیرند. (Figuerola et al., 2024)

در پژوهشی دیگر با عنوان به ارزیابی امکان‌پذیری تهدیدات انسان‌ساخت عمدی بر زیرساخت‌های آب و فاضلاب شهری (مطالعه موردی: شهر همدان) پرداخته شده است. این پژوهش با تأکید بر جذابیت زیرساخت‌های آبی برای دشمنان و پیامدهای بحران زای اجتماعی ناشی از اختلال در آبرسانی، از روش ترکیبی SECA-GIS جهت رتبه‌بندی تهدیدات بهره گرفته است. چنین نتیجه گرفته شده است که شاخص‌های شدت تهدید، بزرگی تهدید و سابقه وقوع به ترتیب بیشترین وزن را در ارزیابی‌ها به خود اختصاص داده‌اند. همچنین حملات هوایی و موشکی و شورش و اغتشاشات در اولویت نخست تهدیدات قرار دارند. در انتها، تصفیه‌خانه‌های آب را در سطح بحرانی جذابیت برای دشمن شناسایی کرده و اقدامات پیشگیرانه و دفاعی در این تأسیسات را ضروری دانسته است. (Givvehchi et al, 2024)

در پژوهشی با عنوان شناسایی و اولویت‌بندی مخاطرات محیطی در سواحل جنوب ایران، به واکاوی سیستماتیک فشارها و تهدیدات زیست‌محیطی در اکوسیستم‌های ساحلی پرداختند. این تحقیق با بهره‌گیری از چارچوب تحلیلی DPSIR جهت شناسایی مخاطرات و مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره TOPSIS برای رتبه‌بندی آن‌ها انجام شد. یافته‌های این مطالعه نشان داد که از میان ۶۰ مخاطره شناسایی شده، ۵۰ عامل منشأ انسانی داشته که در این میان، «خشکسالی اقلیمی و هیدرولوژیک»، «تغییر در مسیر دلتاها» و «آلودگی‌های ناشی از پساب تأسیسات آب‌شیرین‌کن» دارای بیشترین وزن و اولویت هستند. چنین نتیجه گرفته شده است که توسعه فعالیت‌های انسانی و تداوم مخاطرات محیطی می‌تواند سبب افزایش آسیب‌پذیری سواحل جنوب کشور گردد؛ لذا تدوین برنامه‌های مدیریت راهبردی برای کنترل این چالش‌ها ضروری است. (Sobhani & Daneh Kar, 2024)

در پژوهشی با عنوان بررسی تأثیر توسعه سواحل مکران بر روابط ایران و هند، به واکاوی ابعاد استراتژیک و ژئوپلیتیکی توسعه این منطقه پرداختند. این تحقیق با اتخاذ روش توصیفی-تحلیلی و رویکرد کیفی، بر پایه نظریاتی همچون موازنه‌سازی نرم و نقش هاب‌های لجستیکی انجام شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که توسعه سواحل مکران و به‌ویژه بندر چابهار، این منطقه را به یک لنگرگاه استراتژیک در روابط دوجانبه تبدیل کرده است که نه تنها مسیری حیاتی برای دسترسی به بازارهای افغانستان و آسیای مرکزی است، بلکه ابزاری کارآمد برای مقابله با اثرات تحریم‌های بین‌المللی محسوب می‌شود. با این حال، نتایج تحقیق حاکی از آن است که چالش‌هایی نظیر تحریم‌های اقتصادی آمریکا، ناپایداری در جذب سرمایه‌گذاری خارجی و رقابت با بنادر رقیب مانند بندر گوادر، روند پیشرفت پروژه‌ها را با کندی مواجه کرده است. نویسندگان در نهایت بر لزوم اتخاذ یک راهبرد یکپارچه ملی و بهبود محیط نهادی برای به فعلیت رساندن ظرفیت‌های استراتژیک این منطقه تأکید ورزیده‌اند. (Kalantari et al, 2025)

در پژوهشی با عنوان بررسی امنیت تأسیسات آب شرب و زیرساخت‌های آن با رویکرد پدافند غیرعامل در یک شهر بصورت پایلوت، از طریق رویکردی توصیفی-تحلیلی و با بهره‌گیری از تحلیل آماری دیدگاه‌های متخصصان حوزه آب و فاضلاب، وضعیت امنیتی زیرساخت‌های آبی مورد بررسی قرار گرفته است. چنین نتیجه گرفته شده است که مؤلفه‌های کلیدی پدافند غیرعامل، به‌ویژه سیستم‌های کنترل از راه دور (پایش)، ایمنی محیطی و محدودیت‌های دسترسی فیزیکی، در سطح نامطلوبی قرار دارند و نیازمند بازنگری و اصلاحات ساختاری هستند. بر این اساس، راهکارهای عملیاتی نظیر به‌کارگیری فضای سبز جهت استتار، تقویت تجهیزات نظارتی، ایجاد ساختارهای مقاوم‌سازی‌شده و ارتقای سطح آموزش نیروی انسانی برای افزایش آمادگی در برابر تهدیدات خرابکارانه و تروریستی پیشنهاد شده است. در نهایت، استدلال می‌شود که آسیب‌پذیری زیرساخت‌های آب شرب تنها محدود به تهدیدات سخت بیرونی نیست، بلکه ضعف در لایه‌های پایش هوشمند و عدم کنترل دقیق دسترسی‌های فیزیکی، ریسک نفوذ را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد؛ لذا ارتقای سیستم‌های مانیتورینگ امن و ایزوله‌سازی دسترسی‌ها باید در اولویت برنامه‌های پدافندی قرار گیرند. (Nasirian et al, 2025)

در پژوهشی با عنوان تدوین مدل ترکیبی تاب‌آوری در شبکه آبرسانی شهری مطالعه موردی: شهر بابل، با تلفیق دو مدل ERASMUS و IRAM، چارچوبی جامع برای سنجش تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی آبرسانی ارائه شده است. در این مطالعه، ابتدا دارایی‌های کلیدی شبکه شامل مخازن و خطوط لوله دسته‌بندی شده و سپس با استفاده از نظرات خبرگان پدافند غیرعامل و متخصصان صنعت

آب، سناریوهای اختلال احتمالی تعریف گردید. ارزیابی وضعیت فعلی با استفاده از شاخص RDR نشان داد که به دلیل قدمت بالای دارایی‌ها، حجم قابل توجه آب بدون درآمد و حساسیت به اختلاف فشار، پهنه‌های گلوگاهی شبکه در برابر تهدیدات بسیار آسیب‌پذیر بوده و تاب‌آوری مطلوبی ندارند. چنین نتیجه گرفته شده است که ارتقای تاب‌آوری در شبکه‌های توزیع آب مستلزم شناسایی دقیق نقاط گلوگاهی و تحلیل سناریوهای بحران است؛ به گونه‌ای که مداخلات هدفمند در زیرساخت‌های فرسوده و ارتقای ظرفیت‌های زیرساختی، پیش‌نیاز تداوم خدمات در شرایط اضطراری به‌شمار می‌رود. (Mohammadpour et al, 2025)

در پژوهشی با عنوان راهبرد افزایش امنیت زیرساخت‌های حیاتی با هوش مصنوعی، اثرات تهدیدات سایبری در محیط‌های دیجیتال و چالش‌های مرتبط با سیستم‌های اتوماسیون و تصمیم‌گیری هوشمند در زیرساخت‌های حیاتی مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا، با تمرکز بر سامانه‌های هوش مصنوعی مبتنی بر قانون چند لایه و دسته‌بندی روش‌های تولید قانون به دو رویکرد مبتنی بر دانش و داده، این مدل‌ها به دلیل برخورداری از شفافیت، تفسیرپذیری و قابلیت اعتماد بالا در مقایسه با روش‌های یادگیری عمیق، به‌عنوان راهکاری بهینه ارزیابی شدند. چنین نتیجه گرفته شده است که تحلیل هوش مصنوعی مبتنی بر قوانین چندلایه، با تسهیل فرآیند تصمیم‌گیری قابل فهم برای انسان در کنار فرآیندهای خودکار، به تحلیلگران امنیتی در شناسایی تهدیدات، تحلیل حملات و اتخاذ تصمیمات آگاهانه در بخش‌های حیاتی نظیر انرژی، دفاع، حمل‌ونقل، بهداشت، منابع آب و کشاورزی کمک شایانی می‌کند. در نهایت، ارائه راهبردهای نوآورانه و مبتنی بر قوانین قابل نظارت انسانی، نقشی کلیدی در ارتقای تدابیر امنیتی و افزایش تاب‌آوری زیرساخت‌های حساس در مواجهه با تهدیدات سایبری آینده ایفا می‌کند. (Asghari & Modiri, 2025)

در پژوهشی با عنوان ارزیابی ملاحظات شاخص‌ها و اصول پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های آب شهری ایلام، آسیب‌پذیری سیستم‌های آبرسانی در مواجهه با حوادث طبیعی و تهدیدات انسانی مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا، با اتخاذ رویکردی توصیفی-تحلیلی و بهره‌گیری از تحلیل تصمیم‌فازی، عوامل مؤثر بر امنیت زیرساخت‌های آب شناسایی و طبقه‌بندی شدند. چنین نتیجه گرفته شده است که زیرساخت‌های آب در مناطق مرزی، به دلیل تمرکز جمعیت و سرمایه، اهدافی استراتژیک در حملات نظامی و تروریستی محسوب می‌شوند و در معیارهایی نظیر مکان‌یابی، پراکندگی و طرح‌های مقاوم‌سازی دچار ضعف جدی هستند؛ به گونه‌ای که عوامل مکان‌یابی و تمرکززدایی و کوچک‌سازی به‌عنوان حیاتی‌ترین مؤلفه‌های پدافندی شناسایی گردیدند. در نهایت، استدلال می‌شود که در مناطق حساس و مرزی، رعایت اصول مکان‌یابی صحیح و استراتژی تمرکززدایی، نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حیاتی دارد و فقدان این راهبردها می‌تواند منجر به شکست سریع سیستم‌های تأمین آب در شرایط بحرانی گردد. (Maleki & Moradi, 2026)

در پژوهشی با عنوان هابپروار و دفاع از شهرهای خلیج فارس، اثرات درگیری‌های نظامی مدرن بر زیرساخت‌های حیاتی در مناطق ساحلی مورد تحلیل قرار گرفته است. این مطالعه بر این نکته تأکید دارد که در جنگ‌های نسل جدید، زیرساخت‌های حیاتی از جمله تأسیسات نفت، گاز، مراکز داده و به‌ویژه واحدهای نمک‌زدایی آب، به عنوان اهداف استراتژیک اولویت می‌یابند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که شهران مدرن در این منطقه به دلیل اتکای گسترده به فناوری‌های دیجیتال و اتصال متقابل زیرساخت‌ها، علی‌رغم برخورداری از سامانه‌های دفاعی پیشرفته، دارای سطوح حمله متعددی هستند که آن‌ها را در برابر تهدیدات نوین آسیب‌پذیر می‌سازد. علاوه بر این، تمرکز جمعیت در مراکز شهری و وابستگی حیاتی این کانون‌ها به تولید آب و انرژی، هرگونه اختلال در این تأسیسات را به تهدیدی جدی برای تداوم حیات شهری و ثبات منطقه‌ای تبدیل می‌کند. چنین نتیجه گرفته شده است که مدرنیته و پیچیدگی در طراحی زیرساخت‌های شهری در کنار وابستگی به تکنولوژی‌های متمرکز، منجر به ایجاد آسیب‌پذیری‌های ساختاری شده است؛ از این رو، صیانت از این تأسیسات نیازمند رویکردهایی است که فراتر از دفاع سنتی، بر کاهش سطوح حمله و ارتقای تاب‌آوری سیستمیک تمرکز داشته باشد. (Valantin & Glais, 2026)

در پژوهشی جامع با عنوان نمک‌زدایی و خاورمیانه: تحقیقات، تجارب، پیامدها و چشم‌اندازها، جایگاه زیرساخت‌های نمک‌زدایی در منطقه خاورمیانه و تحلیل وضعیت عملیاتی آن در مقیاس جهانی مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که خاورمیانه با تکیه بر ظرفیت‌های عملیاتی عظیم، ۸/۴۱٪ از کل ظرفیت فعال نمک‌زدایی جهان (معادل ۹۶/۲۸ میلیون مترمکعب در روز) و ۹/۴۶٪ از ظرفیت‌های در حال توسعه را در اختیار دارد. این پژوهش با تحلیل شش دهه پیشرفت در صنعت نمک‌زدایی، بر وابستگی استراتژیک منطقه به این فناوری برای تأمین منابع حیاتی آب تأکید کرده و جزئیات مربوط به توزیع کاربران، هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی و سیاست‌های امنیت آبی در منطقه را مورد واکاوی قرار داده است. علاوه بر این، با بررسی فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نقش نهادهای پیشرو، چشم‌اندازی از تحولات تکنولوژیک این حوزه ارائه شده است. چنین نتیجه گرفته شده است که تمرکز بی‌سابقه ظرفیت تولید آب شیرین در خاورمیانه و وابستگی مطلق به این زیرساخت‌ها، این منطقه را به قطب جهانی صنعت شیرین سازی آب دریا تبدیل کرده است؛ همین امر، تدوین سیاست‌های جامع برای مدیریت ریسک و تضمین امنیت این زیرساخت‌های حیاتی در برابر هرگونه اختلال احتمالی را به یک ضرورت استراتژیک تبدیل می‌کند. (Khanzada et al, 2026)

در پژوهشی با عنوان آسیب‌پذیری نمک‌زدایی در خاورمیانه، اثرات تخریبی درگیری‌های نظامی بر اکوسیستم‌های دریایی و زیرساخت‌های حیاتی در حوزه‌های خلیج فارس و دریای عمان مورد تحلیل قرار گرفته است. حملات نظامی به زیرساخت‌های نفتی و پالایشگاهی، منجر به نشت گسترده هیدروکربن‌ها و ایجاد لایه‌های نفتی در سطح دریا می‌گردد. با توجه به ماهیت نیمه‌بسته و شکنندگی اکوسیستم‌های دریایی منطقه و زمان طولانی جایگزینی آب (حدود ۲ تا ۵ سال)، ظرفیت تخفیف و بازیابی محیطی در برابر آلودگی‌های تکراری و تجمعی بسیار محدود ارزیابی شده است. همچنین با ارجاع به سوابق تاریخی (مانند جنگ سال ۱۹۹۱)، تبیین شده است که آلودگی‌های ناشی از جنگ، برخلاف حوادث تصادفی، ماهیتی پراکنده و تجمعی دارند و با ایجاد اثرات بلندمدت بر زنجیره غذایی و کیفیت آب، منجر به تخریب زیست‌بوم‌های حیاتی و کاهش کیفیت منابع آبی مورد نیاز برای نمک‌زدایی می‌شوند. چنین نتیجه گرفته شده است که درگیری‌های نظامی در این منطقه منجر به ایجاد بحران‌های محیط‌زیستی مزمن می‌گردد که علاوه بر تخریب اکوسیستم، ریسک عملیاتی زیرساخت‌های نمک‌زدایی را به شدت افزایش داده و تداوم بهره‌برداری از تأسیسات آب شیرین‌کن را با چالش‌های جدی مواجه می‌کند که در نهایت، پایداری امنیت آبی منطقه را به مخاطره می‌اندازد. (Elimelech, 2026)

با بررسی پیشینه‌های پژوهش، می‌توان دریافت که اگرچه مطالعات متعددی در زمینه شبکه‌های آب رسانی و تأسیسات آب شیرین‌کن و ارزیابی‌های کلی پدافند غیرعامل صورت گرفته است، اما متأسفانه جایگاه استراتژیک و حساس تأسیسات نمک‌زدایی در مواجهه با مخاطرات چندگانه، در ادبیات پژوهشی موجود به اندازه کافی مورد توجه قرار نگرفته و خلأ شدیدی در شناسایی و اولویت‌بندی جامع تهدیدات این صنعت مشاهده می‌شود. علاوه بر این، در حالی که روش‌های کمی و مدل‌های ریاضی در ارزیابی ریسک به وفور به کار گرفته شده‌اند، اما بهره‌گیری از روش‌شناسی کیو برای استخراج الگوهای ذهنی و مخاطرات از منظر پدافند غیرعامل در این حوزه، تاکنون مورد غفلت قرار گرفته است. لذا، پژوهش حاضر با هدف پر کردن این شکاف تحقیقاتی، بر آن است تا با اتخاذ رویکردی نوآورانه، مخاطرات تأسیسات آب شیرین‌کن را شناسایی کرده و از طریق متدولوژی کیو، به ارزیابی این مخاطرات برای طراحی بهینه تأسیسات از منظر پدافند غیرعامل بپردازد. این رویکرد، تلاشی است برای گذار از مدل‌های تک‌بعدی به سوی یک مدل جامع که ادراکات خبرگان و واقعیت‌های عملیاتی را در طراحی زیرساخت‌های حیاتی منعکس نماید.

مواد و روش ها

روش پژوهش

در روش کیو، اطلاعات مختلف (عبارات، جملات، اخبار و موارد مشابه) با استفاده از مقیاسی مشابه مقیاس لیکرت ارزیابی می‌شوند و همبستگی میان پاسخ‌های افراد مختلف به این رتبه‌بندی‌ها مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در این روش، جملات یا عبارات مورد بررسی

بر روی کارتهایی که به آنها (کارت‌های کیو) گفته می‌شود، نوشته یا چاپ می‌شوند و سپس به افراد پاسخ‌دهنده ارائه می‌گردند. این کارتها باید بر اساس ترتیبی که پژوهشگر مشخص می‌کند، در قالب مقیاس‌های شبه لیکرت توزیع شوند، به‌طوری‌که فراوانی‌ها به‌صورت نرمال در آنها توزیع شوند. در حقیقت، روش کیو یک ابزار تحقیقاتی است که برای مطالعه‌ی نگرش‌ها و ذهنیت‌های افراد به‌کار می‌رود و در این زمینه، به پژوهشگران کمک می‌کند تا دریابند که افراد در مورد یک موضوع خاص چگونه فکر می‌کنند. در چارچوب اصول روش‌شناسی کیو، مراحل مختلف تحقیق به شکل زیر می‌باشد. (Amini Varki et al, 2021)

• فضای گفتمان

جامعه آماری این پژوهش شامل پایان‌نامه‌ها و مقالات علمی-پژوهشی است که در زمینه‌های «پدافند غیرعامل»، «مخاطرات» و «تأسیسات آب‌شیرین‌کن» منتشر شده‌اند. این مقالات در نشریات معتبر علمی-پژوهشی داخلی و خارجی به چاپ رسیده و از سوی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری کشور تأیید شده باشند. ابتدا، از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و جست‌وجو در پایگاه‌های اطلاعات علمی کشور، فهرستی جامع از پژوهش‌های انجام شده در این زمینه‌ها تهیه گردید. سپس، مقالات مرتبط با موضوع پدافند غیر عامل و تأسیسات آب‌شیرین‌کن و مخاطرات به‌طور جداگانه جمع‌آوری و فهرست‌بندی شدند (گردآوری فضای گفتمان). در مرحله بعد، شاخص‌های مورد بررسی استخراج گردید و سپس گزاره‌های کیو طبق این شاخص‌ها جهت بررسی مخاطرات در طراحی تأسیسات آب‌شیرین‌کن‌ها از منظر پدافند غیرعامل طبق جدول ۲ گردآوری گردید.

• انتخاب یک نمونه‌ی معرف از فضای گفتمان (ایجاد دسته‌ی کیو)

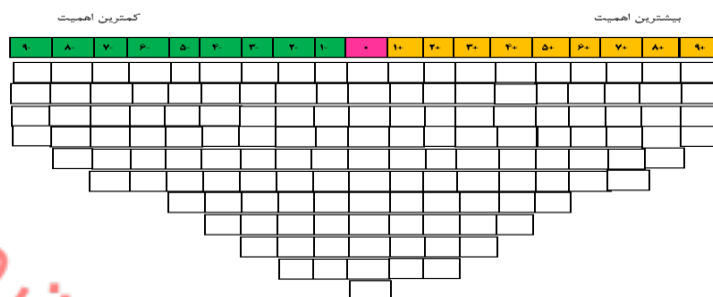
با هدف شناسایی و تحلیل الگوهای ذهنی خبرگان در راستای ارزیابی مخاطرات زیرساخت‌های آب‌شیرین‌کن از منظر پدافند غیرعامل، جامعه گفتمان پژوهش در قالب مجموعه‌ای از گزاره‌های ساختاریافته تدوین گردید. فرآیند استخراج این گزاره‌ها از طریق مرور نظام‌مند پیشینه پژوهش، تحلیل اسناد راهبردی پدافند غیرعامل، دستورالعمل‌های عملیاتی مدیریت ریسک و مطالعات موردی در حوزه زیرساخت‌های حیاتی صورت پذیرفت. جهت دستیابی به یک مدل جامع، مفاهیم استخراج‌شده بر پایه چارچوب‌های نظری ارزیابی ریسک، در محورهای بنیادین شامل: «احتمال وقوع»، «شدت آسیب»، «دامنه و گستردگی»، «سابقه تهدیدات»، «جذابیت هدف»، «دشواری دفع تهدیدات»، «مدت زمان اثر گذاری» طبقه‌بندی شدند. به منظور اطمینان از پوشش متوازن تمامی تهدیدات، برای هر یک از این ابعاد، گزاره‌های متناظری در حوزه‌های تهدیدات هوایی، دریایی، زمینی، سایبری، زیستی، شیمیایی، هسته‌ای، تروریستی، جنگ الکترونیک، خرابکاری و تحریم و... طراحی گردید تا تمامی ابعاد مخاطرات احتمالی به صورت جامع در مجموعه کیو بازنمایی شوند. در انتهای این مرحله، پس از ویرایش و آماده‌سازی داده‌ها، مقوله‌های اصلی برای نمونه کیو بر روی کارتهایی با طراحی مشابه درج گردیدند (کارت کیو) و سپس برای هر کارت به‌طور تصادفی یک شناسه یا کد اختصاص داده شد.

• انتخاب مشارکت‌کنندگان و معیارهای گزینش

در این تحقیق، با توجه به ابعاد مختلف مطالعات در زمینه پدافند غیرعامل و مخاطرات در زیرساخت‌های آبی و تأسیسات آب‌شیرین‌کن، مشارکت‌کنندگان از میان پژوهشگرانی که سابقه تحقیقاتی در این زمینه داشتند، و مدیران واحدهای آب‌شیرین‌کن انتخاب شدند تا در فرآیند مرتب‌سازی کارت‌های کیو بر روی نمودار کیو مشارکت کنند.

• نمودار کیو و شیوه‌ی مرتب‌سازی کارت‌ها توسط مشارکت‌کنندگان

در اغلب پژوهش‌هایی که از روش کیو بهره می‌برند، نمودار کیو به صورت یک توزیع نرمال بر روی یک صفحه ترسیم می‌شود. این نمودار، مشابه با مقیاس لیکرت، طیف وسیعی از دیدگاه‌ها را پوشش می‌دهد. در این فرآیند، مشارکت‌کنندگان کارتهای کیو را بر اساس ادراکات و دیدگاه‌های شخصی خود، در راستای معیارهایی چون اهمیت یا میزان موافقت/مخالفت، مرتب می‌کنند. در این پژوهش با توجه به ماهیت و تعداد عوامل یا عبارات کیو یک نمودار مندرج ۱۹ طیفی از ۹+ تا ۹- طراحی گردید. (جدول ۱)



تصویر ۱. نمودار کیو (ردیف‌ها محل قرارگیری کارتهای کیو هستند) (منبع: نگارندگان)

نتایج و بحث

روش‌شناسی کیو، چارچوبی علمی برای پژوهش درباره ذهنیت افراد و شیوه‌نگرش آن‌ها به موضوعات گوناگون است. این روش‌شناسی بر دیدگاه‌های ذهنی مشارکت‌کنندگان در پژوهش تمرکز دارد. در این روش، دیدگاه‌های افراد گردآوری شده، همبستگی‌های میان آن‌ها بررسی شده و با تحلیل عاملی، ذهنیت‌های مشترک در میان مشارکت‌کنندگان شناسایی و در نهایت این ذهنیت‌های مشترک تفسیر می‌شوند. به‌کارگیری این روش‌شناسی، منجر به آشکار شدن ذهنیت مشارکت‌کنندگان شده و پژوهشگر را قادر می‌سازد تا درکی کل‌نگرانه و کمی و هم‌زمان با جزئیات زیاد از دیدگاه‌های مشارکت‌کنندگان داشته باشد (Danaeefar et al, 2012).

جدول ۱. گزاره‌های ارزیابی مخاطرات مجموعه آب شیرین کن (منبع: نگارندگان)

شناسه	عبارات	شناسه	عبارات
۱	احتمال وقوع تهدیدات هوایی علیه این مجموعه بسیار زیاد است	۷۲	موقعیت اجتماعی و شهری این مجموعه، آن را به هدفی جذاب برای ایجاد اختلالات عمومی و آشوب تبدیل کرده است
۲	احتمال وقوع تهدیدات دریایی در محدوده فعالیت این مرکز سطح بالایی دارد	۷۳	ساختار اداری و کارگری این مرکز، پتانسیل و جذابیت بالایی برای بروز شورش و اعتصاب دارد
۳	احتمال وقوع تهدیدات زمینی و تهاجمات فیزیکی به این مجموعه بسیار زیاد است	۷۴	وجود مواد قابل اشتعال یا فرایندهای پرخطر، جذابیت بالایی برای وقوع انفجار و آتش‌سوزی تصادفی ایجاد کرده است
۴	احتمال هدف قرار گرفتن تأسیسات توسط تهدیدات موشکی بسیار زیاد است	۷۵	فرسودگی و عدم به‌روزرسانی به‌موقع تجهیزات، این مرکز را به هدفی بسیار آسیب‌پذیر در برابر حوادث فرسودگی تبدیل کرده است
۵	وقوع تهدیدات ناشی از بمب‌گذاری در نقاط حساس این مرکز محتمل است	۷۶	اطلاعات طبقه‌بندی شده و دسترسی‌های این مجموعه، جذابیت بالایی برای عملیات جاسوسی و نفوذ دارد
۶	احتمال وقوع حملات انتحاری علیه این زیرساخت در سطح بالایی ارزیابی می‌شود	۷۷	وجود یا مجاورت با منابع پرتویی، این زیرساخت را به هدفی جذاب برای تهدیدات و آلودگی‌های پرتویی تبدیل کرده است

شناسه	عبارات	شناسه	عبارات
۷	احتمال وقوع عملیات‌های خرابکارانه توسط عوامل نفوذی بسیار زیاد است	۷۸	موقعیت و ویژگی‌های فیزیکی این مرکز، جذابیت بالایی برای تهدیدات و آلودگی‌های صوتی هدفمند دارد
۸	احتمال وقوع حملات و تهدیدات سایبری علیه سامانه‌های این مرکز بسیار زیاد است	۷۹	مرزها و حریم‌های همجواری این مجموعه، جذابیت بالایی برای بروز تهدیدات همسایگی دارند
۹	احتمال وقوع تهدیدات الکترومغناطیسی جهت اختلال در تجهیزات بسیار زیاد است	۸۰	سطح اهمیت و ماهیت حیاتی این مرکز، جذابیت هدف بالایی برای تهدیدات هسته‌ای و اتمی ایجاد می‌کند
۱۰	احتمال وقوع تهدیدات زیستی، شیمیایی و بیوتروریسم در این مرکز زیاد است	۸۱	سطح وابستگی فناوریانه این مرکز، جذابیت زیادی برای اعمال تهدیدات ناشی از تحریم و وابستگی دارد
۱۱	احتمال وقوع اختلالات عمومی و آشوب‌های هدفمند در این منطقه بسیار زیاد است	۸۲	پیشگیری و دفع موثر تهدیدات هوایی علیه این مرکز بسیار دشوار و پیچیده است
۱۲	حتمال وقوع شورش‌ها و اعتصابات کارگری و امنیتی در این مرکز زیاد است	۸۳	مقابله و دفع تهدیدات امنیتی دریایی در حریم این مجموعه با دشواری‌های زیادی همراه است
۱۳	حتمال وقوع انفجارها و آتش‌سوزی‌های تصادفی در تأسیسات بسیار زیاد است	۸۴	دفع کامل تهاجمات فیزیکی و تهدیدات زمینی به این زیرساخت بسیار سخت و چالش‌برانگیز است
۱۴	احتمال وقوع حوادث ناشی از فرسودگی تأسیسات و تجهیزات بسیار زیاد است	۸۵	سیستم‌های پدافندی این مرکز برای دفع تهدیدات موشکی با دشواری جدی مواجه هستند
۱۵	احتمال وقوع عملیات‌های جاسوسی و نفوذ اطلاعاتی در این مرکز زیاد است	۸۶	شناسایی، پیشگیری و دفع تهدیدات ناشی از بمب‌گذاری در این مرکز بسیار سخت است
۱۶	احتمال وقوع تهدیدات و آلودگی‌های پرتویی در این مجموعه زیاد است	۸۷	پیشگیری و مهار حملات انتحاری به دلیل ماهیت غافلگیرکننده آن‌ها در این مجموعه بسیار دشوار است
۱۷	وقوع تهدیدات صوتی و آلودگی‌های صوتی هدفمند در این مرکز محتمل است	۸۸	شناسایی و دفع به‌موقع اقدامات خرابکارانه عوامل نفوذی در این مرکز بسیار پیچیده است
۱۸	احتمال وقوع تهدیدات ناشی از مناقشات و تنش‌های همسایگی بسیار زیاد است	۸۹	پایش و دفع کامل حملات سایبری پیشرفته علیه سامانه‌های این مرکز بسیار دشوار است
۱۹	احتمال وقوع تهدیدات هسته‌ای و اتمی علیه این زیرساخت در سطح بالایی است	۹۰	محافظت از تجهیزات و دفع کامل تهدیدات الکترومغناطیسی در این مرکز بسیار سخت است
۲۰	احتمال وقوع تهدیدات ناشی از وابستگی‌ها و تحریم‌های بین‌المللی بسیار زیاد است	۹۱	مقابله و پاکسازی سریع اثرات تهدیدات زیستی، شیمیایی و بیوتروریسم بسیار دشوار و زمان‌بر است
۲۱	قوع تهدیدات هوایی منجر به تخریب گسترده و آسیب‌های جبران‌ناپذیر می‌شود	۹۲	مهار و دفع بحران‌های ناشی از اختلالات عمومی و آشوب در این محدوده بسیار سخت است
۲۲	شدت آسیب‌های ناشی از تهدیدات دریایی بر عملکرد این مرکز بسیار بحرانی است	۹۳	مدیریت و دفع پیامدهای ناشی از شورش‌ها و اعتصابات در این مرکز فرآیندی بسیار پیچیده است
۲۳	وقوع تهدیدات زمینی خسارات فیزیکی و عملیاتی سنگینی به مجموعه وارد می‌کند	۹۴	مهار و کنترل سریع انفجارها و آتش‌سوزی‌های ناگهانی در این تأسیسات بسیار دشوار است
۲۴	شدت آسیب ناشی از حملات موشکی منجر به توقف کامل فعالیت زیرساخت می‌شود	۹۵	غلبه بر چالش‌های فرسودگی تجهیزات و دفع ریسک‌های ناشی از آن بسیار سخت و پرهزینه است
۲۵	وقوع بمب‌گذاری منجر به تلفات انسانی و خسارات ساختاری بسیار شدید می‌شود	۹۶	کشف و دفع شبکه‌های جاسوسی و نفوذ اطلاعاتی در این مرکز فوق‌العاده دشوار است
۲۶	شدت آسیب‌های ناشی از حملات انتحاری برای این مجموعه بسیار بحرانی است	۹۷	مهار فنی و دفع اثرات مخرب تهدیدات صوتی در این مجموعه با چالش‌های فراوانی همراه است
۲۷	عملیات‌های خرابکارانه منجر به اختلال جدی در زنجیره تولید و خدمات می‌شود	۹۸	مهار و دفع کامل آلودگی‌ها و تهدیدات پرتویی در این زیرساخت بسیار دشوار و نیازمند تجهیزات خاص است
۲۸	شدت آسیب حملات سایبری بر امنیت داده‌ها و کنترل سیستم بسیار سنگین است	۹۹	دفع و کنترل چالش‌ها و تهدیدات ناشی از مناقشات همسایگی در این مرکز بسیار سخت و پیچیده است

شناسه	عبارات	شناسه	عبارات
۲۹	تهدیدات الکترومغناطیسی آسیب‌های مهلکی به زیرساخت‌های الکترونیکی وارد می‌کند	۱۰۰	هار و دفع اثرات مخرب تهدیدات هسته‌ای و اتمی در این مجموعه عملاً بسیار دشوار و فراتر از توانمندی‌های موجود است
۳۰	شدت پیامدهای ناشی از تهدیدات زیستی، شیمیایی و بیوتروریسم بسیار بحرانی است	۱۰۱	مقابله با تهدیدات ناشی از تحریم‌ها و رفع وابستگی‌های فنی و قطعاتی بسیار سخت و زمان‌بر است
۳۱	اختلالات عمومی و آشوب‌ها آسیب‌های جدی به امنیت فیزیکی مجموعه وارد می‌کند	۱۰۲	دامنه و گستردگی پیامدهای وقوع تهدیدات هوایی بر این مرکز بسیار وسیع و فراتر از محدوده فیزیکی آن خواهد بود
۳۲	وقوع شورش و اعتصاب منجر به فلج شدن فرآیندهای مدیریتی و اجرایی می‌شود	۱۰۳	دامنه و گستردگی آسیب‌های ناشی از تهدیدات دریایی، کل زنجیره فعالیت‌های ساحلی و فراساحلی مرکز را در بر می‌گیرد
۳۳	شدت خسارات ناشی از انفجار و آتش‌سوزی تصادفی بسیار وسیع و سنگین است	۱۰۴	دامنه و گستردگی تخریب ناشی از تهاجمات فیزیکی و زمینی به بخش‌های عملیاتی این مرکز بسیار وسیع است
۳۴	رسودگی تأسیسات منجر به افت شدید کارایی و بروز حوادث ناگوار می‌شود	۱۰۵	دامنه و شعاع تأثیر تخریب ناشی از حملات موشکی بر روی کل تأسیسات این مرکز بسیار گسترده خواهد بود
۳۵	شدت آسیب ناشی از جاسوسی و نفوذ برای اعتبار و امنیت مرکز بسیار سنگین است	۱۰۶	دامنه آسیب فیزیکی و ساختاری ناشی از بمب‌گذاری در بخش‌های حیاتی این مرکز بسیار وسیع است
۳۶	وقوع تهدیدات هسته‌ای و اتمی منجر به تخریب کامل و غیرقابل بازگشت زیرساخت می‌شود	۱۰۷	دامنه و پیامدهای انسانی و روانی حملات انتحاری در این مجموعه بسیار گسترده و عمیق است
۳۷	شدت آسیب‌های ناشی از وابستگی‌ها و تحریم‌های بین‌المللی بر زنجیره تأمین این مرکز بسیار حیاتی و تعیین‌کننده است	۱۰۸	دامنه و گستردگی اختلالات ناشی از اقدامات خرابکارانه در این مرکز، تمامی بخش‌های زنجیره خدمات را متأثر می‌سازد
۳۸	شدت آسیب ناشی از انتشار پرتوها و مواد رادیواکتیو، سلامت کل مجموعه و محیط پیرامون را به خطر می‌اندازد	۱۰۹	دامنه و گستردگی اثرات ناشی از حملات سایبری بر کل شبکه‌ها و سامانه‌های اطلاعاتی مرکز بسیار وسیع است
۳۹	شدت آسیب ناشی از تهدیدات صوتی بر روی فرایندها و عملکرد نیروی انسانی بسیار ملموس و مخرب است	۱۱۰	دامنه و گستردگی آسیب تهدیدات الکترومغناطیسی بر سیستم‌های الکترونیکی و ابزار دقیق این مجموعه بسیار وسیع است
۴۰	شدت آسیب تهدیدات ناشی از مناقشات همسایگی می‌تواند پایداری عملیاتی مرکز را کاملاً متزلزل کند	۱۱۱	دامنه و گستردگی آلودگی‌های زیستی، شیمیایی و بیوتروریسم در این مرکز بسیار وسیع و طولانی‌مدت خواهد بود
۴۱	این زیرساخت در گذشته سابقه جدی مواجهه یا تهدید به حملات هوایی را داشته است.	۱۱۲	امنه و پیامدهای ناشی از اختلالات عمومی و آشوب‌های شهری، امنیت کل منطقه استقرار این مرکز را به خطر می‌اندازد
۴۲	سوابق نشان می‌دهد این مرکز با چالش‌ها و تهدیدات امنیتی دریایی مواجه شده است	۱۱۳	دامنه و گستردگی اثرات شورش و اعتصابات داخلی بر کارکرد و مدیریت این مرکز بسیار وسیع خواهد بود
۴۳	سابقه بروز تهدیدات زمینی و تهاجمات فیزیکی در حریم این مجموعه وجود دارد	۱۱۴	دامنه و گستردگی خسارت ناشی از انفجار و آتش‌سوزی‌های تصادفی در تأسیسات این مرکز بسیار وسیع و غیرقابل مهار است
۴۴	این مرکز در گذشته با تهدیدات موشکی یا هشدارهای مرتبط با آن روبرو بوده است	۱۱۵	دامنه و گستردگی آسیب‌های ناشی از جاسوسی و نفوذ اطلاعاتی، کل امنیت ساختاری و اعتباری مرکز را تحت تأثیر قرار می‌دهد
۴۵	سابقه اقدامات بمب‌گذاری یا کشف محموله‌های انفجاری در این محدوده وجود داشته است	۱۱۶	دامنه و گستردگی آلودگی‌ها و تشعشعات پرتویی در این مرکز، فراتر از حریم کارگاهی و در سطح منطقه خواهد بود
۴۶	شواهدی از وقوع یا تلاش برای حملات انتحاری در پیشینه امنیتی این مرکز ثبت شده است	۱۱۷	دامنه و گستردگی اثرات مخرب تهدیدات صوتی، کل محیط‌های اداری و عملیاتی این مرکز را در بر می‌گیرد
۴۷	این مجموعه سابقه مواجهه با اقدامات خرابکارانه فیزیکی در تأسیسات خود را دارد	۱۱۸	دامنه و پیامدهای امنیتی ناشی از تنش‌ها و تهدیدات همسایگی بر عملکرد این مرکز بسیار وسیع و طولانی‌مدت است
۴۸	سابقه وقوع حملات سایبری و نفوذ به شبکه‌های این مرکز در گذشته وجود داشته است	۱۱۹	دامنه و گستردگی تخریب و آلودگی ناشی از تهدیدات هسته‌ای و اتمی بر این مرکز در ابعاد ملی و منطقه‌ای خواهد بود
۴۹	این مرکز پیش از این اثرات مخرب ناشی از تهدیدات الکترومغناطیسی را تجربه کرده است	۱۲۰	دامنه و گستردگی پیامدهای ناشی از تحریم‌ها و وابستگی‌های بین‌المللی بر عملکرد این مرکز بسیار وسیع و فراتر از سطح محلی است

شناسه	عبارات	شناسه	عبارات
۵۰	سابقه مواجهه با تهدیدات زیستی، شیمیایی یا بیوتروریسم در تاریخچه این مرکز ثبت شده است	۱۲۱	مدت زمان اثرگذاری و بازگشت به شرایط عادی پس از وقوع تهدیدات هوایی در این مرکز بسیار طولانی مدت و فرساینده خواهد بود
۵۱	این منطقه سابقه درگیری با اختلالات عمومی، تجمعات و آشوب‌های شهری را دارد	۱۲۲	پیامدها و اثرات مخرب ناشی از تهدیدات دریایی بر فعالیت‌های این مرکز برای مدت‌زمانی طولانی باقی خواهد ماند
۵۲	سابقه وقوع شورش‌ها و اعتصابات اخلاص گر در این مرکز یا محیط اطراف آن وجود دارد	۱۲۳	مدت زمان اثرگذاری و تداوم آسیب‌های ناشی از تهاجمات زمینی به این مرکز بسیار طولانی مدت خواهد بود
۵۳	این مجموعه پیش از این حوادث ناشی از انفجار و آتش‌سوزی‌های تصادفی را تجربه کرده است	۱۲۴	ازسازی خسارات و مهار اثرات ناشی از حملات موشکی بر تأسیسات این مرکز زمان بسیار زیادی نیاز دارد
۵۴	سابقه بروز حوادث و بحران‌های ناشی از فرسودگی تأسیسات و تجهیزات در این مرکز زیاد است	۱۲۵	مدت زمان اثرگذاری و پیامدهای روانی و فیزیکی ناشی از بمب‌گذاری در این مرکز بسیار طولانی مدت و عمیق خواهد بود
۵۵	سابقه کشف اقدامات جاسوسی و نفوذ اطلاعاتی در این زیرساخت وجود دارد	۱۲۶	پیامدهای عملیاتی و اختلالات ناشی از وقوع حملات انتحاری در این مجموعه برای مدت‌زمانی طولانی ادامه خواهد داشت
۵۷	سابقه ثبت تهدیدات صوتی یا آلودگی‌های صوتی هدفمند در این مرکز وجود دارد	۱۲۷	اثرات مخرب اقدامات خرابکارانه بر روی تجهیزات و فرآیندهای این مرکز تا مدت‌ها برطرف نخواهد شد
۵۸	شواهدی از بروز حوادث یا نشت ناشی از تهدیدات پرتویی در سوابق این مرکز وجود دارد	۱۲۸	مدت زمان اختلال در سامانه‌ها و اثرگذاری حملات سایبری بر این مرکز بسیار طولانی مدت و فرساینده است
۵۹	سابقه وقوع تنش‌ها و تهدیدات ناشی از مناقشات همسایگی در این مرکز مسبوق به سابقه است	۱۲۹	تداوم اثرات ناشی از تهدیدات الکترومغناطیسی بر سیستم‌های ابزار دقیق این مرکز بسیار طولانی مدت خواهد بود
۶۰	سوابق نشان می‌دهد این مجموعه در معرض تهدیدات هسته‌ای و اتمی (مستقیم یا غیرمستقیم) قرار داشته است	۱۳۰	یامدها و اثرات ناشی از تهدیدات زیستی، شیمیایی و بیوتروریسم بر این مرکز بسیار طولانی مدت و ماندگار است
۶۱	این زیرساخت در گذشته آسیب‌های جدی از وابستگی‌های فناورانه و تحریم‌ها دیده است	۱۳۱	مدت زمان اثرگذاری و پیامدهای امنیتی ناشی از اختلالات و آشوب‌ها در این مرکز بسیار طولانی مدت خواهد بود
۶۲	این زیرساخت به دلیل موقعیت حساس خود، جذابیت بالایی برای هدف قرار گرفتن توسط تهدیدات هوایی دارد	۱۳۲	مدت زمان اثرگذاری و تداوم پیامدهای ناشی از آشوب‌های عمومی بر عملکرد این مرکز بسیار طولانی مدت است
۶۳	این مرکز به علت دسترسی‌ها و کارکرد خود، یک هدف جذاب برای تهدیدات دریایی محسوب می‌شود	۱۳۳	پیامدها و اثرات ناشی از شورش‌ها و اعتصابات در روند کارکرد این مرکز برای مدت‌زمانی طولانی تداوم خواهد داشت
۶۴	موقعیت جغرافیایی این مرکز، آن را به هدفی جذاب برای تهاجمات زمینی تبدیل کرده است	۱۳۴	بازسازی تأسیسات و جبران اثرات ناشی از انفجار و آتش‌سوزی‌های تصادفی در این مرکز زمان بسیار زیادی خواهد برد
۶۵	ارزش استراتژیک این مجموعه، جذابیت آن را برای حملات موشکی دشمن بسیار بالا برده است	۱۳۵	مدت زمان اثرگذاری و تداوم چالش‌های ناشی از فرسودگی تجهیزات بر این مرکز بسیار طولانی مدت و مداوم است
۶۶	ساختار فیزیکی این مرکز، جذابیت زیادی برای طراحی عملیات بمب‌گذاری ایجاد می‌کند	۱۳۶	پیامدها و اثرات امنیتی ناشی از اقدامات جاسوسی و نفوذ اطلاعاتی در این مرکز برای سال‌ها تداوم خواهد داشت
۶۷	این زیرساخت به دلیل اهمیت نمادین یا عملیاتی، جذابیت بالایی برای حملات انتحاری دارد	۱۳۷	تداوم اثرات مخرب و آلودگی‌های ناشی از تهدیدات پرتویی بر این مرکز بسیار طولانی مدت و ماندگار خواهد بود
۶۸	این زیرساخت به دلیل اهمیت عملکردی خود، جذابیت بالایی برای انجام اقدامات خرابکارانه دارد	۱۳۸	مدت زمان اثرگذاری و پیامدهای نامطلوب تهدیدات صوتی بر عملکرد کارکنان این مرکز طولانی مدت است
۶۹	سیستم‌های اطلاعاتی و شبکه‌های این مرکز، هدفی بسیار جذاب برای حملات سایبری به شمار می‌روند	۱۳۹	پیامدها و تنش‌های ناشی از تهدیدات همسایگی در این مرکز برای مدت‌زمانی طولانی تداوم خواهد داشت
۷۰	تجهیزات الکترونیکی حساس این مجموعه، جذابیت بالایی برای هدف قرار گرفتن توسط تهدیدات الکترومغناطیسی دارند	۱۴۰	مدت زمان اثرگذاری و رفع آلودگی‌های ناشی از تهدیدات هسته‌ای و اتمی در این مرکز فوق‌العاده طولانی مدت و تاریخی خواهد بود
۷۱	منابع و فرآیندهای شیمیایی/فیزیکی این مرکز، جذابیت زیادی برای حملات زیستی، شیمیایی و بیوتروریسمی دارد	۱۴۱	مدت زمان اثرگذاری و تداوم بحران‌های ناشی از وابستگی‌ها و تحریم‌ها بر این زیرساخت بسیار طولانی مدت و مداوم است

ویژگی های مشارکت کنندگان

با توجه به روش نمونه گیری هدفمند در این پژوهش، از خبرگان و صاحب نظران و اساتید دانشگاهی تعداد ۲۵ نفر برای پرسشنامه در نظر گرفته شد که از این تعداد با توجه به وقت گیر بودن تکمیل نمونه های کیو و همکاری نکردن تعدادی از محققین، ۱۶ نفر نمونه را تکمیل کردند از ۱۶ نفر پاسخگوی مورد بررسی ۸ نفر (۵۰ درصد) دارای مدرک دکتری و ۴ نفر (۲۵ درصد) دانشجوی مقطع دکتری و ۴ نفر (۲۵ درصد) از پاسخگویان از شرکت های سرمایه گذاری در زمینه آب شیرین کن ها می باشند که اطلاعاتی در زمینه میزان تحصیلات آنها در دسترس نمی باشد. در جدول (۲) تعداد مشارکت کنندگان نشان داده شده است.

جدول ۲. فراوانی تعداد پاسخ دهندگان بر اساس میزان تحصیلات (منبع: نگارندگان)

میزان تحصیلات	فراوانی	درصد	توضیحات
دکتری	۸	۵۰	شهرسازی، مدیریت توسعه، مدیریت راهبردی، آبیاری و آبخیزداری، مکانیک، محیط زیست، جغرافیا و برنامه ریزی
دانشجوی دکتری	۴	۲۵	شهرسازی، مدیریت توسعه، مدیریت راهبردی، آبیاری و آبخیزداری، مکانیک، محیط زیست، جغرافیا و برنامه ریزی
شرکت های سرمایه گذاری آب شیرین کن	۴	۲۵	شرکت های سرمایه گذاری آب شیرین کن ها در کشور
کل	۱۶	۱۰۰٪	

پس از تکمیل مرحله رتبه بندی و سازمان دهی داده ها، ماتریس داده های کیو تشکیل گردید تا مبنای تحلیل های آماری قرار گیرد. به منظور شناسایی الگوهای ذهنی و تحلیل ساختاری دیدگاه های مشارکت کنندگان، از تحلیل عاملی اکتشافی با تکیه بر ماتریس همبستگی بهره گرفته شد. در این رویکرد، میزان شباهت رتبه بندی گزاره ها توسط مشارکت کنندگان، مبنای شناسایی خوشه های دیدگاهی قرار گرفت. جهت استخراج عوامل، روش مؤلفه های اصلی به کار گرفته شد و به منظور دستیابی به ساختاری ساده تر، متمایز تر و تفسیرپذیرتر، از روش چرخش متعامد واریماکس استفاده گردید. در نهایت، تحلیل های آماری منجر به شناسایی ۴ عامل یا دیدگاه متمایز شد که در مجموع، ۸۵/۵۹۲ درصد از واریانس کل داده ها را پوشش دادند و بیانگر توان تبیینی بالای مدل در شناسایی الگوهای ذهنی خبرگان است. (جدول ۳)

جدول ۳. مقدار کل واریانس تبیین شده (منبع: نگارندگان)

component	Rotation Sums of Squared Loading		
	Total	% of variance	Cumulative %
۱	۴۸۲۱	۳۰.۱۳۰	۳۰.۱۳۰
۲	۳۰۴۱۰	۲۱.۳۱۲	۵۱.۴۴۳
۳	۳۰۲۱۲	۲۰.۰۷۴	۷۱.۵۱۶
۴	۲۰۲۵۲	۱۴.۰۷۶	۸۵.۵۹۲

همان طور که ماتریس عاملی چرخش یافته (جدول ۳) نشان می دهد، میزان پراکندگی عامل اول (۳۰.۱۳۰ درصد) که نشان می دهد عامل اول قادر است تقریباً ۳۰ درصد ذهنیت های مشارکت کنندگان موجود را پوشش دهد، عامل دوم (۲۱.۳۱۲ درصد)، عامل سوم (۲۰.۰۷۴)، عامل چهارم (۱۴.۰۷۶)، براین اساس می توان با در نظر گرفتن ۴ عامل (۴ دیدگاه) از میان مشارکت کنندگان به یک ساختار مناسب و ساده رسید. در ادامه برای تحلیل و تفسیر ۴ دیدگاه شناسایی شده، امتیازهای عاملی گزاره های ذیل هر عامل

محاسبه شد. سپس گزاره های دارای امتیاز عاملی بالاتر از عدد ۰/۵ مبنای تفسیر و مقایسه های دیدگاه ها قرار گرفت. این مقادیر در (جدول ۴) با رنگ های متفاوت مشخص شده اند.

جدول ۴. ماتریس عاملی چرخش یافته (منبع: نگارندگان)

مشارکت کنندگان	عامل ها			
	1	2	3	4
participant1	.218	.272	.900	.200
participant2	.253	.257	.900	.168
participant3	.220	.233	.897	.230
participant4	.900	.160	.163	.244
participant5	.861	.129	.176	.294
participant6	.641	.377	.116	.298
participant7	.709	.432	.279	-.089
participant8	.391	.665	.354	.293
participant9	.248	.846	.224	.226
participant10	.698	.443	.282	-.100
participant11	.386	.668	.356	.291
participant12	.214	.260	.238	.876
participant13	.900	.160	.163	.244
participant14	.248	.846	.224	.226
participant15	.620	.416	.249	.078
participant16	.210	.253	.246	.879

شرح گزاره های برتر در چهار دیدگاه شناسایی شده

بر اساس نتایج حاصل از تحلیل داده ها در نرم افزار SPSS مستند در جداول (۴ و ۵) و همچنین با در نظر گرفتن نظرات متخصصان شرکت کننده در این پژوهش، چهار دیدگاه متمایز در این حوزه شناسایی گردید. جدول ۴ تعداد مشارکت کنندگان را در هر یک از این دیدگاه ها مشخص می کند و نمایانگر توزیع افراد در گروه های شناسایی شده است. جدول ۵ نیز امتیازات مربوط به هر گزاره را در این ۴ دیدگاه نشان می دهد. با اتکا به شناسه منحصر به فرد هر مشارکت کننده، اطلاعات تکمیل شده پرسشنامه ها و تخصیص آن ها به گروه های شناسایی شده (جدول ۵)، چهار دیدگاه اصلی استخراج شده است. در ادامه، به تشریح هر یک از این دیدگاه ها و مولفه های کلیدی که در آن ها شناسایی شده اند، پرداخته خواهد شد.

جدول ۵. امتیاز های عاملی دیدگاه های به دست آمده (منبع: نگارندگان)

گزینه کبیو	ارایه عاملی ۱	ارایه عاملی ۲	ارایه عاملی ۳	ارایه عاملی ۴	گزینه کبیو	ارایه عاملی ۱	ارایه عاملی ۲	ارایه عاملی ۳	ارایه عاملی ۴
1	1.46101	-0.61729	-2.25467	2.72306	71	-1.54469	-0.13296	-0.54066	-0.96085
2	1.57074	0.20107	0.17451	1.36909	72	0.131	-0.17741	-1.25394	-0.15443
3	-0.03039	-0.75975	-0.77655	-1.14693	73	-0.98301	0.84366	-1.74559	0.4745
4	0.15727	0.54332	-0.06338	1.83501	74	0.67367	0.75669	0.50792	-0.63104
5	0.09632	-2.18039	1.40766	1.2657	75	-0.35413	0.24781	0.114	-0.829
6	-0.52431	0.21379	-1.40753	-1.4072	76	0.13168	-0.20223	-0.98176	0.60102
7	0.8621	-0.31286	0.92665	1.50151	77	-1.47521	0.20718	-0.7716	-1.03871
8	1.99651	-1.30667	-1.56834	-1.91576	78	-0.25161	0.56856	0.43622	0.82563
9	-1.33515	0.79069	-0.42821	2.02983	79	-0.66572	0.189	-2.2913	1.81075
10	-0.19152	1.27287	1.18817	1.69828	80	0.30542	1.18477	0.54474	-0.01228
11	-0.51997	-1.14983	-1.406	-0.64906	81	-2.09923	0.40276	1.38818	1.06219
12	-0.71445	-0.40647	-1.40461	-1.06859	82	-1.63651	1.30142	1.15007	-0.1656
13	-0.54254	-0.89652	-1.0868	-0.5795	83	-1.01782	-0.1764	0.27742	-0.85378
14	0.98191	-0.51575	0.19072	1.87302	84	-0.09847	-0.42812	1.57442	0.95912
15	-0.07817	-0.5461	-0.78066	0.1507	85	0.6029	-0.96488	0.60147	-0.24341
16	-0.31026	-1.16214	-0.09871	1.52163	86	-1.36004	-0.59261	-0.52894	0.53181
17	-1.78938	-1.57202	0.71413	0.24929	87	0.63892	0.17542	-0.35581	-0.54465

گزینه کیو	ارایه عملی ۱	ارایه عملی ۲	ارایه عملی ۳	ارایه عملی ۴	گزینه کیو	ارایه عملی ۱	ارایه عملی ۲	ارایه عملی ۳	ارایه عملی ۴
18	0.52633	-1.02947	0.24406	0.52489	88	0.23328	-0.52422	-1.308	-0.31716
19	-1.52511	2.2347	-2.39343	1.35845	89	0.11322	1.13024	-1.85421	0.23926
20	0.89416	1.27949	0.26742	0.59833	90	0.33217	-0.98368	1.22119	-0.62894
21	1.06372	0.21103	0.99204	1.8871	91	-0.83409	-0.99139	-0.16722	-0.91687
22	-0.00131	1.21768	1.54377	0.47877	92	0.01269	-0.9845	-0.29813	-1.11779
23	-1.05795	-0.70552	1.14324	1.84638	93	0.17276	0.41059	-0.7847	-0.20061
24	0.36825	0.7858	1.48755	0.33968	94	-0.57325	-0.80075	-0.51491	0.83861
25	-0.83321	1.06538	1.37213	-0.04483	95	0.86362	-1.70091	-0.57606	-0.16098
26	-0.93262	-1.11924	1.51079	-0.43358	96	-0.6752	0.49675	-0.059654	-0.92951
27	0.46252	0.71058	1.29211	-0.39051	97	1.52273	1.34202	0.70194	-0.41211
28	1.37981	-0.46936	-1.66335	0.30164	98	0.36422	-2.04508	1.34922	-0.52862
29	0.6052	1.29364	-0.72206	0.75493	99	0.8313	1.48256	0.76152	0.99081
30	0.4162	0.41244	0.93588	0.5157	100	0.08064	-0.83039	1.4013	-1.18771
31	-1.44363	-0.34228	0.35582	-1.08206	101	-0.22926	-0.41925	0.36869	0.61189
32	-0.26483	-0.04867	-0.64488	-0.7604	102	-0.73366	1.0376	0.18183	0.80958
33	0.07993	-0.90582	0.61929	-0.10715	103	-1.00984	0.42704	0.4656	0.92782
34	0.03433	-0.11674	0.92421	0.27039	104	-2.00733	1.06901	1.2506	1.50568
35	-1.28371	0.78511	-0.05745	-0.5221	105	-0.05339	-0.1072	0.48296	-0.41403
36	1.50459	1.20699	1.07275	0.95191	106	-0.676	-0.53385	-0.1686	-0.49642
37	1.04863	0.17086	0.28099	0.06603	107	0.58779	0.63094	-0.20839	0.61868
38	1.52925	1.50107	0.31114	0.02084	108	1.02954	-0.04624	-0.3211	-0.34713
39	-1.04728	-0.52602	0.11605	0.95814	109	-0.1532	0.63177	0.05731	0.8425
40	0.69196	-0.41572	0.61958	-0.00699	110	0.8711	0.35671	0.15248	-0.12656
41	-1.72718	-0.56613	0.43746	-1.4488	111	0.37639	0.15992	-0.98859	-0.60216
42	-0.7568	-1.87072	0.12004	0.72718	112	-1.40746	0.96776	-0.44026	-0.16121
43	0.13718	-1.31503	0.08394	-1.15219	113	0.71093	-0.33955	-0.96406	0.62445
44	-1.34741	-1.53424	1.89882	-0.79525	114	1.77497	-0.66638	-0.90604	-0.10553
45	0.79769	-2.87077	1.50447	1.15328	115	-0.53925	-0.42286	-0.67301	0.68148
46	0.97119	-2.60595	0.95863	0.81084	116	1.18907	-0.69094	1.82929	-0.0314
47	1.21202	1.23619	0.68823	-0.01244	117	-0.60913	0.42479	-0.4366	0.05417
48	0.00482	0.38529	-1.16616	-0.72741	118	-0.10354	0.06152	-0.30229	-0.25407
49	-0.46726	0.98974	-0.4714	-1.3821	119	1.54642	-0.41867	1.87211	0.02267
50	1.8403	0.55193	1.2876	-2.64205	120	1.16004	1.1401	0.40825	-0.36557
51	-0.40791	0.81931	-1.38342	-1.357	121	1.03043	1.57697	-0.13747	-1.30001
52	-0.27289	0.4233	-0.57788	-1.28938	122	1.28684	0.3748	-0.02149	-1.31051
53	-0.09812	-0.81385	-0.47207	-0.78748	123	-0.14214	-0.11938	0.88131	-2.42897
54	0.11108	1.506	-0.82955	0.53551	124	1.45368	0.26665	-0.61992	1.05754
55	-1.54819	0.61166	-0.05963	-0.24519	125	0.19742	0.43021	-0.24932	-0.4392
56	-1.26198	-1.14349	-0.7565	-1.36413	126	-0.24965	0.04257	0.45196	-0.25749
57	-0.70595	-0.89027	-0.58784	-0.97712	127	-0.19142	-0.72708	0.61521	-0.26404
58	-0.47772	0.51107	0.52674	-0.55333	128	2.17134	-1.3579	-0.10346	-0.23232
59	-1.24045	-1.08382	-1.29992	-0.91613	129	0.77871	1.45201	0.40132	-1.60564
60	1.29332	0.3792	0.68745	0.18396	130	-0.21119	-0.58738	0.45289	0.8434
61	1.26727	0.75337	-1.76033	1.51051	131	-0.58776	-0.83981	-1.5102	0.97307
62	1.42247	0.97989	-1.52415	1.07419	132	0.36176	-0.58029	-1.6236	-0.18634
63	-1.08897	0.59853	-0.95811	-1.24922	133	0.69478	-0.97003	-1.6563	-0.18956
64	0.85198	0.99643	-1.83529	0.8662	134	-0.00202	0.63434	0.49376	-1.0862
65	-0.49622	-1.62736	0.04696	2.12674	135	-1.30009	-0.1536	0.58953	0.42118
66	-1.12461	-1.68155	-0.96966	-0.75781	136	-1.22638	0.29728	0.66233	-0.92791
67	-0.58466	1.76936	1.25925	0.29454	137	1.34182	1.10446	1.39366	-1.05748
68	1.48261	-0.738	-1.45507	-1.74684	138	-0.03806	0.99656	-0.02169	-0.92639
69	0.00775	0.63878	0.53321	-0.11601	139	-1.42044	-1.32748	0.4959	0.47731
70	1.19796	1.40164	1.09905	-0.26377	140	2.59181	-0.4214	0.22252	-0.8048
					141	-1.68109	2.84002	0.34894	-0.04069

• دیدگاه اول : مخاطرات استراتژیک و فناورانه

در دیدگاه اول ۴۴ درصد از مشارکت کنندگان (۷ نفر) در این گروه هستند و اهمیت امتیاز عاملی ۲۸ گزاره از نمودار کیو بیشتر از عدد ۰,۶ محاسبه گردید. (جدول ۶)، این دیدگاه بر مخاطراتی با اثرگذاری پایدار و تخریب گسترده به‌ویژه در حوزه‌های هسته‌ای، سایبری و زیرساختی تمرکز دارد و این موارد را اولویت اصلی در تحلیل مخاطرات می‌داند.

جدول ۶. گزاره های نمودار کیو در دیدگاه اول (منبع: نگارندگان)

گزاره	امتیاز عاملی	گزاره	امتیاز عاملی
مدت زمان اثرگذاری و رفع آلودگی‌های ناشی از تهدیدات هسته‌ای و اتمی در این مرکز فوق‌العاده طولانی مدت و تاریخی خواهد بود	۲,۵۹۱۸۱	تداوم اثرات مخرب و آلودگی‌های ناشی از تهدیدات پرتویی بر این مرکز بسیار طولانی مدت و ماندگار خواهد بود	۱,۳۴۱۸۲
مدت زمان اختلال در سامانه‌ها و اثرگذاری حملات سایبری بر این مرکز بسیار طولانی مدت و فرساینده است	۲,۱۷۱۳۴	مقابله و دفع تهدیدات امنیتی دریایی در حریم این مجموعه با دشواری‌های زیادی همراه است	۱,۳۰۱۴۲
احتمال وقوع حملات و تهدیدات سایبری علیه سامانه‌های این مرکز بسیار زیاد است	۱,۹۹۶۵۱	این زیرساخت در گذشته آسیب‌های جدی از وابستگی‌های فناورانه و تحریم‌ها دیده است	۱,۲۹۳۳۲
سابقه مواجهه با تهدیدات زیستی، شیمیایی یا بیوتروریسم در تاریخچه این مرکز ثبت شده است	۱,۸۴۰۳	پیامدها و اثرات مخرب ناشی از تهدیدات دریایی بر فعالیت‌های این مرکز برای مدت زمانی طولانی باقی خواهد ماند	۱,۲۸۶۸۴
دامنه و گستردگی خسارت ناشی از انفجار و آتش‌سوزی‌های تصادفی در تأسیسات این مرکز بسیار وسیع و غیرقابل مهار است	۱,۷۷۴۹۷	این مجموعه سابقه مواجهه با اقدامات خرابکارانه فیزیکی در تأسیسات خود را دارد	۱,۲۱۲۰۲
احتمال وقوع تهدیدات دریایی در محدوده فعالیت این مرکز سطح بالایی دارد	۱,۵۷۰۷۴	مقابله و پاکسازی سریع اثرات تهدیدات زیستی، شیمیایی و بیوتروریسم بسیار دشوار و زمان‌بر است	۱,۱۹۷۹۶
دامنه و گستردگی تخریب و آلودگی ناشی از تهدیدات هسته‌ای و اتمی بر این مرکز در ابعاد ملی و منطقه‌ای خواهد بود	۱,۵۴۶۴۲	دامنه و گستردگی آلودگی‌ها و تشعشعات پرتویی در این مرکز، فراتر از حریم کارگاهی و در سطح منطقه خواهد بود	۱,۱۸۹۰۷
شدت آسیب ناشی از انتشار پرتوها و مواد رادیواکتیو، سلامت کل مجموعه و محیط پیرامون را به خطر می‌اندازد	۱,۵۲۹۲۵	شدت تهدیدات هوایی منجر به تخریب گسترده و آسیب‌های جبران‌ناپذیر می‌شود	۱,۰۶۳۷۲
مهار و دفع کامل آلودگی‌ها و تهدیدات پرتویی در این زیرساخت بسیار دشوار و نیازمند تجهیزات خاص است	۱,۵۲۲۷۳	شدت آسیب‌های ناشی از وابستگی‌ها و تحریم‌های بین‌المللی بر زنجیره تأمین این مرکز بسیار حیاتی و تعیین‌کننده است	۱,۰۴۸۶۳
شدت تهدیدات هسته‌ای و اتمی منجر به تخریب کامل و غیرقابل بازگشت زیرساخت می‌شود	۱,۵۰۴۵۹	مدت زمان اثرگذاری و بازگشت به شرایط عادی پس از وقوع تهدیدات هوایی در این مرکز بسیار طولانی مدت و فرساینده خواهد بود	۱,۰۳۰۴۳
پایش و دفع کامل حملات سایبری پیشرفته علیه سامانه‌های این مرکز بسیار دشوار است	۱,۴۸۲۶۱	دامنه و گستردگی اثرات ناشی از حملات سایبری بر کل شبکه‌ها و سامانه‌های اطلاعاتی مرکز بسیار وسیع است	۱,۰۲۹۵۴
احتمال وقوع تهدیدات هوایی علیه این مجموعه بسیار زیاد است	۱,۴۶۱۰۱	احتمال وقوع حوادث ناشی از فرسودگی تأسیسات و تجهیزات بسیار زیاد است	۰,۹۸۱۹۱
بازسازی خسارات و مهار اثرات ناشی از حملات موشکی بر تأسیسات این مرکز زمان بسیار زیادی نیاز دارد	۱,۴۵۳۶۸	شواهدی از وقوع یا تلاش برای حملات انتحاری در پیشینه امنیتی این مرکز ثبت شده است	۰,۹۷۱۱۹
این زیرساخت به دلیل موقعیت حساس خود، جذابیت بالایی برای هدف قرار گرفتن توسط تهدیدات هوایی دارد	۱,۴۲۲۴۷		

• دیدگاه دوم : مخاطرات سخت و امنیت فیزیکی زیر ساخت ها

در دیدگاه دوم ۲۵ درصد از مشارکت کنندگان (۴ نفر) در این گروه هستند و اهمیت امتیاز عاملی ۲۴ گزاره از نمودار کیو بیشتر از عدد ۰,۶ گردید. (جدول ۷)، بیانگر تمرکز بر احتمال وقوع تهدیدات فیزیکی با شدت بالا و آسیب پذیری تاسیسات در برابر خرابکاری های هدفمند است که بر حفاظت فیزیکی و پدافند غیر عامل تأکید ویژه ای دارد.

جدول ۷. گزاره های امتیاز عاملی دیدگاه دوم (منبع: نگارندگان)

گزاره	امتیاز عاملی	گزاره	امتیاز عاملی
احتمال وقوع تهدیدات هسته ای و اتمی علیه این زیرساخت در سطح بالایی است	۲,۲۳۴۷	شدت آسیب های ناشی از تهدیدات دریایی بر عملکرد این مرکز بسیار بحرانی است	۱,۲۱۷۶۸
این زیرساخت به دلیل اهمیت عملکردی خود، جذابیت بالایی برای انجام اقدامات خرابکارانه دارد	۱,۷۶۹۳۶	شدت تهدیدات هسته ای و اتمی منجر به تخریب کامل و غیر قابل بازگشت زیرساخت می شود	۱,۲۰۶۹۹
مدت زمان اثرگذاری و بازگشت به شرایط عادی پس از وقوع تهدیدات هوایی در این مرکز بسیار طولانی مدت و فرساینده خواهد بود	۱,۵۷۶۹۷	سطح اهمیت و ماهیت حیاتی این مرکز، جذابیت هدف بالایی برای تهدیدات هسته ای و اتمی ایجاد می کند	۱,۱۸۴۷۷
سابقه بروز حوادث و بحران های ناشی از فرسودگی تاسیسات و تجهیزات در این مرکز زیاد است	۱,۵۰۶	مقابله و دفع تهدیدات امنیتی دریایی در حریم این مجموعه با دشواری های زیادی همراه است	۱,۱۵۰۰۷
شدت آسیب ناشی از انتشار پرتوها و مواد رادیواکتیو، سلامت کل مجموعه و محیط پیرامون را به خطر می اندازد	۱,۵۰۱۰۷	دامنه و گستردگی اثرات وابستگی و تحریم بر کارکرد و مدیریت این مرکز بسیار وسیع خواهد بود	۱,۱۴۰۱
مهار و دفع اثرات مخرب تهدیدات هسته ای و اتمی در این مجموعه عملاً بسیار دشوار و فراتر از توانمندی های موجود است	۱,۴۸۲۵۶	تداوم اثرات مخرب و آلودگی های ناشی از تهدیدات پرتویی بر این مرکز بسیار طولانی مدت و ماندگار خواهد بود	۱,۱۰۴۴۶
داوم اثرات ناشی از تهدیدات الکترومغناطیسی بر سیستم های ابزار دقیق این مرکز بسیار طولانی مدت خواهد بود	۱,۴۵۲۰۱	دامنه و شعاع تأثیر تخریب ناشی از حملات موشکی بر روی کل تاسیسات این مرکز بسیار گسترده خواهد بود	۱,۰۶۹۰۱
مقابله و پاکسازی سریع اثرات تهدیدات زیستی، شیمیایی و بیوتروریسم بسیار دشوار و زمان بر است	۱,۴۰۱۶۴	شدت وقوع بمب گذاری منجر به تلفات انسانی و خسارات ساختاری بسیار شدید می شود	۱,۰۶۵۳۸
مهار و دفع کامل آلودگی ها و تهدیدات پرتویی در این زیرساخت بسیار دشوار و نیازمند تجهیزات خاص است	۱,۳۴۲۰۲	دامنه و گستردگی آسیب های ناشی از تهدیدات دریایی، کل زنجیره فعالیت های ساحلی و فراساحلی مرکز را در بر می گیرد	۱,۰۳۷۶
تهدیدات الکترومغناطیسی آسیب های مهلکی به زیرساخت های الکترونیکی وارد می کند	۱,۲۹۳۶۴	سیستم های پدافندی این مرکز برای دفع تهدیدات موشکی با دشواری جدی مواجه هستند	۰,۹۹۶۴۳
این مجموعه سابقه مواجهه با اقدامات خرابکارانه فیزیکی در تاسیسات خود را دارد	۱,۲۳۶۱۹	این مرکز پیش از این اثرات مخرب ناشی از تهدیدات الکترومغناطیسی را تجربه کرده است	۰,۹۸۹۷۴
این مرکز به علت دسترسی ها و کارکرد خود، یک هدف جذاب برای تهدیدات دریایی محسوب می شود		۰,۹۷۹۸۹	

• دیدگاه سوم : مخاطرات نظامی - دفاعی و تهدیدات ناهمتراز

در دیدگاه سوم ۱۹ درصد از مشارکت کنندگان (۲ نفر) در این گروه هستند و اهمیت امتیاز عاملی ۲ گزاره از نمودار کیو بیشتر از عدد ۰,۸ محاسبه گردید. (جدول ۸)، صاحبان این دیدگاه، امنیت را از دریچه توان دفاعی کشور در برابر موشک و حملات خرابکارانه تروریستی می بینند.

جدول ۸. گزاره های نمودار کیو در دیدگاه سوم (منبع: نگارندگان)

گزاره	امتیاز عاملی	گزاره	امتیاز عاملی
سیستم های پدافندی این مرکز برای دفع تهدیدات موشکی با دشواری جدی مواجه هستند	۱,۸۹۸۸۲	وقوع بمب گذاری منجر به تلفات انسانی و خسارات ساختاری بسیار شدید می شود	۱,۳۷۲۱۳
دامنه و گستردگی تخریب و آلودگی ناشی از تهدیدات هسته ای و اتمی بر این مرکز در ابعاد ملی و منطقه ای خواهد بود	۱,۸۷۲۱۱	دفع و کنترل چالش ها و تهدیدات ناشی از مناقشات همسایگی در این مرکز بسیار سخت و پیچیده است	۱,۳۴۹۳۲
دامنه و گستردگی آلودگی ها و تشعشعات پرتویی در این مرکز، فراتر از حریم کارگاهی و در سطح منطقه خواهد بود	۱,۸۲۹۲۹	عملیات های خرابکارانه منجر به اختلال جدی در زنجیره تولید و خدمات می شود	۱,۲۹۲۱۱
سیستم های پدافندی این مرکز برای دفع تهدیدات موشکی با دشواری جدی مواجه هستند	۱,۵۷۴۴۲	سابقه مواجهه با تهدیدات زیستی، شیمیایی یا بیوتروریسم در تاریخچه این مرکز ثبت شده است	۱,۲۸۷۶
شدت آسیب های ناشی از تهدیدات دریایی بر عملکرد این مرکز بسیار بحرانی است	۱,۵۴۳۷۷	این زیرساخت به دلیل اهمیت عملکردی خود، جذابیت بالایی برای انجام اقدامات خرابکارانه دارد	۱,۲۵۹۲۵
شدت آسیب های ناشی از حملات انتحاری برای این مجموعه بسیار بحرانی است	۱,۵۱۰۷۹	دامنه و شعاع تأثیر تخریب ناشی از حملات موشکی بر روی کل تأسیسات این مرکز بسیار گسترده خواهد بود	۱,۲۵۰۶
سابقه اقدامات بمب گذاری یا کشف محموله های انفجاری در این محدوده وجود داشته است	۱,۵۰۴۴۷	مقابله با تهدیدات ناشی از تحریم ها و رفع وابستگی های فنی و قطعاتی بسیار سخت و زمان بر است	۱,۲۲۱۱۹
شدت آسیب ناشی از حملات موشکی منجر به توقف کامل فعالیت زیرساخت می شود	۱,۴۸۷۵۵	شدت تهدیدات زمینی خسارات فیزیکی و عملیاتی سنگینی به مجموعه وارد می کند	۱,۱۴۳۲۴
وقوع تهدیدات ناشی از بمب گذاری در نقاط حساس این مرکز محتمل است	۱,۴۰۷۶۶	مقابله و پاکسازی سریع اثرات تهدیدات زیستی، شیمیایی و بیوتروریسم بسیار دشوار و زمان بر است	۱,۰۹۹۰۵
مقابله با تهدیدات ناشی از تحریم ها و رفع وابستگی های فنی و قطعاتی بسیار سخت و زمان بر است	۱,۴۰۱۳	شدت تهدیدات هسته ای و اتمی منجر به تخریب کامل و غیرقابل بازگشت زیرساخت می شود	۱,۰۷۲۷۵
تداوم اثرات مخرب و آلودگی های ناشی از تهدیدات پرتویی بر این مرکز بسیار طولانی مدت و ماندگار خواهد بود	۱,۳۹۳۶	شواهدی از وقوع یا تلاش برای حملات انتحاری در پیشینه امنیتی این مرکز ثبت شده است	۰,۹۵۸۶
مقابله و پاکسازی سریع اثرات تهدیدات زیستی، شیمیایی و بیوتروریسم بسیار دشوار و زمان بر است	۱,۳۸۸۱۸	شدت پیامدهای ناشی از تهدیدات زیستی، شیمیایی و بیوتروریسم بسیار بحرانی است	۰,۹۳۵۸۸
فرسودگی تأسیسات منجر به افت شدید کارایی و بروز حوادث ناگوار می شود	۰,۹۲۴۲۱		

• دیدگاه چهارم: مخاطرات عملیاتی و آسیب پذیری های امنیتی-اجتماعی

در دیدگاه چهارم ۱۲,۵ درصد از مشارکت کنندگان (۲ نفر) در این دیدگاه جای گرفته و اهمیت امتیاز عاملی ۲۶ گزاره از نمودار کیو

بیشتر از عدد ۰,۸۷ محاسبه شده است. (جدول ۹)، این دیدگاه بیانگر تمرکز بر احتمال وقوع تهدیدات عملیاتی-فیزیکی و میزان جذابیت اهداف برای دشمن، در کنار توجه به مخاطرات امنیتی جامعه محور نظیر آشوب و اختلال عمومی است.

جدول ۹. گزاره های امتیاز عاملی دیدگاه چهارم (منبع: نگارندگان)

گزاره	امتیاز عاملی	گزاره	امتیاز عاملی
احتمال وقوع تهدیدات هوایی علیه این مجموعه بسیار زیاد است	۲,۷۲۳,۰۶	احتمال وقوع تهدیدات هسته‌ای و اتمی علیه این زیرساخت در سطح بالایی است	۱,۳۶۹,۰۹
مهار و دفع اثرات مخرب تهدیدات هسته‌ای و اتمی در این مجموعه عملاً بسیار دشوار و فراتر از توانمندی‌های موجود است	۲,۱۲۶,۷۴	احتمال وقوع تهدیدات و آلودگی‌های پرتویی در این مجموعه زیاد است	۱,۳۵۸,۴۵
احتمال وقوع عملیات‌های خرابکارانه توسط عوامل نفوذی بسیار زیاد است	۲,۰۲۹,۸۳	احتمال هدف قرار گرفتن تأسیسات توسط تهدیدات موشکی بسیار زیاد است	۱,۲۶۵,۷
مدت زمان اثرگذاری و تداوم پیامدهای ناشی از آشوب‌های عمومی بر عملکرد این مرکز بسیار طولانی مدت است	۱,۸۸۷,۱	مهار و دفع اثرات مخرب تهدیدات هسته‌ای و اتمی در این مجموعه عملاً بسیار دشوار و فراتر از توانمندی‌های موجود است	۱,۱۵۳,۲۸
وقوع تهدیدات الکترومغناطیسی جهت اختلال در تجهیزات بسیار محتمل است	۱,۸۷۳,۰۲	پیشگیری و دفع موثر تهدیدات هوایی علیه این مرکز بسیار دشوار و پیچیده است	۱,۰۷۴,۱۹
بازسازی خسارات و مهار اثرات ناشی از حملات موشکی بر تأسیسات این مرکز زمان بسیار زیادی نیاز دارد	۱,۸۴۶,۳۸	این مرکز به علت دسترسی‌ها و کارکرد خود، یک هدف جذاب برای تهدیدات دریایی محسوب می‌شود	۱,۰۶۲,۱۹
احتمال وقوع تهدیدات دریایی در محدوده فعالیت این مرکز سطح بالایی دارد	۱,۸۳۵,۰۱	شدت تهدیدات زمینی خسارات فیزیکی و عملیاتی سنگینی به مجموعه وارد می‌کند	۱,۰۵۷,۵۴
شناسایی، پیشگیری و دفع تهدیدات ناشی از بمب‌گذاری در این مرکز بسیار سخت است	۱,۸۱۰,۷۵	سابقه اقدامات بمب‌گذاری یا کشف محموله‌های انفجاری در این محدوده وجود داشته است	۰,۹۹۰,۸۱
احتمال وقوع حوادث ناشی از فرسودگی تأسیسات و تجهیزات بسیار زیاد است	۱,۵۲۱,۶۳	شدت تهدیدات هوایی منجر به تخریب گسترده و آسیب‌های جبران‌ناپذیر می‌شود	۰,۹۷۳,۰۷
ارزش استراتژیک این مجموعه، جذابیت آن را برای حملات موشکی دشمن بسیار بالا برده است	۱,۵۱۰,۵۱	این زیرساخت به دلیل موقعیت حساس خود، جذابیت بالایی برای هدف قرار گرفتن توسط تهدیدات هوایی دارد	۰,۹۵۹,۱۲
شدت تهدیدات هسته‌ای و اتمی منجر به تخریب کامل و غیرقابل بازگشت زیرساخت می‌شود	۱,۵۰۵,۶۸	دامنه و گستردگی تخریب ناشی از تهاجمات فیزیکی و زمینی به بخش‌های عملیاتی این مرکز بسیار وسیع است	۰,۹۵۸,۱۴
وقوع تهدیدات ناشی از بمب‌گذاری در نقاط حساس این مرکز محتمل است	۱,۵۰۱,۵۱	دامنه و شعاع تأثیر تخریب ناشی از حملات موشکی بر روی کل تأسیسات این مرکز بسیار گسترده خواهد بود	۰,۹۵۱,۹۱

در ادامه با توجه به امتیازهای عاملی هر نمودار کیو در چهار عامل (دیدگاه) شناسایی شده، گزاره‌های دارای اهمیت در ارزیابی مخاطرات وارد بر مجموعه‌های آب‌شیرین‌کن با توجه به شاخص‌های بیان شده با استفاده از روش کیو استخراج گردید. (جدول ۱۰)

جدول ۱۰. گزاره های نهایی تهدیدات (منبع: نگارندگان)

گزاره	گزاره	گزاره
سابقه بروز حوادث و بحران های ناشی از فرسودگی تأسیسات و تجهیزات در این مرکز زیاد است	داوم اثرات ناشی از تهدیدات الکترومغناطیسی بر سیستم های ابزار دقیق این مرکز بسیار طولانی مدت خواهد بود	احتمال وقوع تهدیدات هوایی علیه این مجموعه بسیار زیاد است
سابقه مواجهه با تهدیدات زیستی، شیمیایی یا بیوتوریسم در تاریخچه این مرکز ثبت شده است	مدت زمان اثر گذاری تهدیدات اختلال عمومی و آشوب	احتمال وقوع تهدیدات دریایی در محدوده فعالیت این مرکز سطح بالایی دارد
سابقه اقدامات بمب گذاری یا کشف محموله های انفجاری در این محدوده وجود داشته است	مدت زمان اثر گذاری و بازگشت به شرایط عادی پس از وقوع تهدیدات هوایی در این مرکز بسیار طولانی مدت و فرساینده خواهد بود	احتمال وقوع حملات و تهدیدات سایبری علیه سامانه های این مرکز بسیار زیاد است
این زیرساخت در گذشته آسیب های جدی از وابستگی های فناورانه و تحریم ها دیده است	پیامدها و اثرات مخرب ناشی از تهدیدات دریایی بر فعالیت های این مرکز برای مدت زمانی طولانی باقی خواهد ماند	احتمال وقوع حوادث ناشی از فرسودگی تأسیسات و تجهیزات بسیار زیاد است
شواهدی از وقوع یا تلاش برای حملات انتحاری در پیشینه امنیتی این مرکز ثبت شده است	بازسازی خسارات و مهار اثرات ناشی از حملات موشکی بر تأسیسات این مرکز زمان بسیار زیادی نیاز دارد	احتمال وقوع تهدیدات هسته ای و اتمی علیه این زیرساخت در سطح بالایی است
این مجموعه سابقه مواجهه با اقدامات خرابکارانه فیزیکی در تأسیسات خود را دارد	مدت زمان اختلال در سامانه ها و اثر گذاری حملات سایبری بر این مرکز بسیار طولانی مدت و فرساینده است	احتمال وقوع تهدیدات ناشی از وابستگی ها و تحریم های بین المللی بسیار زیاد است
این مرکز پیش از این اثرات مخرب ناشی از تهدیدات الکترومغناطیسی را تجربه کرده است	پیامدها و اثرات امنیتی ناشی از اقدامات جاسوسی و نفوذ اطلاعاتی در این مرکز برای سال ها تداوم خواهد داشت	وقوع تهدیدات ناشی از بمب گذاری در نقاط حساس این مرکز محتمل است
این مرکز در گذشته با تهدیدات موشکی یا هشدارهای مرتبط با آن روبرو بوده است	مدت زمان اثر گذاری و رفع آلودگی های ناشی از تهدیدات هسته ای و اتمی در این مرکز فوق العاده طولانی مدت و تاریخی خواهد بود	احتمال هدف قرار گرفتن تأسیسات توسط تهدیدات موشکی بسیار زیاد است
این زیرساخت به دلیل اهمیت عملکردی خود، جذابیت بالایی برای انجام اقدامات خرابکارانه دارد	دامنه و گستردگی اثرات ناشی از حملات سایبری بر کل شبکه ها و سامانه های اطلاعاتی مرکز بسیار وسیع است	احتمال وقوع عملیات های خرابکارانه توسط عوامل نفوذی بسیار زیاد است
این زیرساخت به دلیل موقعیت حساس خود، جذابیت بالایی برای هدف قرار گرفتن توسط تهدیدات هوایی دارد	دامنه و گستردگی خسارت ناشی از انفجار و آتش سوزی های تصادفی در تأسیسات این مرکز بسیار وسیع و غیر قابل مهار است	وقوع تهدیدات الکترومغناطیسی جهت اختلال در تجهیزات بسیار محتمل است
این مرکز به علت دسترسی ها و کارکرد خود، یک هدف جذاب برای تهدیدات دریایی محسوب می شود	دامنه و گستردگی آلودگی ها و تشعشعات پرتویی در این مرکز، فراتر از حریم کارگاهی و در سطح منطقه خواهد بود	احتمال وقوع تهدیدات و آلودگی های پرتویی در این مجموعه زیاد است
پایش و دفع کامل حملات سایبری پیشرفته علیه سامانه های این مرکز بسیار دشوار است	دامنه و گستردگی تخریب و آلودگی ناشی از تهدیدات هسته ای و اتمی بر این مرکز در ابعاد ملی و منطقه ای خواهد بود	شدت تهدیدات هوایی منجر به تخریب گسترده و آسیب های جبران ناپذیر می شود
مقابله و پاکسازی سریع اثرات تهدیدات زیستی، شیمیایی و بیوتوریسم بسیار دشوار و زمان بر است	دامنه و شعاع تأثیر تخریب ناشی از حملات موشکی بر روی کل تأسیسات این مرکز بسیار گسترده خواهد بود	شدت تهدیدات هسته ای و اتمی منجر به تخریب کامل و غیر قابل بازگشت زیرساخت می شود
سیستم های پدافندی این مرکز برای دفع تهدیدات موشکی با دشواری جدی مواجه هستند	دامنه و گستردگی آسیب های ناشی از تهدیدات دریایی، کل زنجیره فعالیت های ساحلی و فراساحلی مرکز را در بر می گیرد	شدت آسیب های ناشی از وابستگی ها و تحریم های بین المللی بر زنجیره تأمین این مرکز بسیار حیاتی و تعیین کننده است
شناسایی، پیشگیری و دفع تهدیدات ناشی از بمب گذاری در این مرکز بسیار سخت است	دامنه و گستردگی اثرات وابستگی و تحریم بر کارکرد و مدیریت این مرکز بسیار وسیع خواهد بود	شدت آسیب ناشی از انتشار پرتوها و مواد رادیواکتیو، سلامت کل مجموعه و محیط پیرامون را به خطر می اندازد
مهار و دفع اثرات مخرب تهدیدات هسته ای و اتمی در این مجموعه عملاً بسیار دشوار و فراتر از توانمندی های موجود است	مقابله و دفع تهدیدات امنیتی دریایی در حریم این مجموعه با دشواری های زیادی همراه است	شدت آسیب های ناشی از تهدیدات دریایی بر عملکرد این مرکز بسیار بحرانی است
مقابله و پاکسازی سریع اثرات تهدیدات زیستی، شیمیایی و بیوتوریسم بسیار دشوار و زمان بر است	مهار و دفع کامل آلودگی ها و تهدیدات پرتویی در این زیرساخت بسیار دشوار و نیازمند تجهیزات خاص است	وقوع بمب گذاری منجر به تلفات انسانی و خسارات ساختاری بسیار شدید می شود

گزاره	گزاره	گزاره
مهار فنی و دفع اثرات مخرب تهدیدات صوتی در این مجموعه با چالش‌های فراوانی همراه است	مقابله با تهدیدات ناشی از تحریم‌ها و رفع وابستگی‌های فنی و قطعاتی بسیار سخت و زمان‌بر است	تهدیدات الکترومغناطیسی آسیب‌های مهلکی به زیرساخت‌های الکترونیکی وارد می‌کند
دفع و کنترل چالش‌ها و تهدیدات ناشی از مناقشات همسایگی در این مرکز بسیار سخت و پیچیده است	فرسودگی تأسیسات منجر به افت شدید کارایی و بروز حوادث ناگوار می‌شود	شدت تهدیدات زمینی خسارات فیزیکی و عملیاتی سنگینی به مجموعه وارد می‌کند
پیشگیری و دفع موثر تهدیدات هوایی علیه این مرکز بسیار دشوار و پیچیده است	پیشگیری و دفع موثر تهدیدات هوایی علیه این مرکز بسیار دشوار و پیچیده است	شدت آسیب ناشی از حملات موشکی منجر به توقف کامل فعالیت زیرساخت می‌شود
سیستم‌های پدافندی این مرکز برای دفع تهدیدات موشکی با دشواری جدی مواجه هستند	شدت پیامدهای ناشی از تهدیدات زیستی، شیمیایی و بیوتروریسم بسیار بحرانی است	شدت آسیب‌های ناشی از حملات انتحاری برای این مجموعه بسیار بحرانی است
	عملیات‌های خرابکارانه منجر به اختلال جدی در زنجیره تولید و خدمات می‌شود	

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تبیین و تحلیل دیدگاه‌های خبرگان در خصوص مخاطرات تأسیسات آب‌شیرین‌کن از منظر پدافند غیرعامل، توانست با بهره‌گیری از روش‌شناسی کیو، ساختار پیچیده و چندبعدی تهدیدات این زیرساخت‌های حیاتی را بازنمایی نماید. از این جهت از طریق مرور نظام‌مند متون علمی و اسناد راهبردی، جامعه‌گفتمانی متشکل از ۱۴۱ گزاره تدوین گردید که تمامی شاخص‌های تهدیدات را در ابعاد هشت‌گانه (از جمله احتمال وقوع، شدت آسیب، جذابیت هدف، دشواری دفع، مدت اثرگذاری، دامنه گستردگی و سابقه تهدیدات) پوشش دادند تا از هرگونه سوگیری در شناسایی مخاطرات پیشگیری شود. تحلیل‌های آماری و دسته‌بندی داده‌ها منجر به شناسایی چهار دیدگاه (عامل) متمایز گردید که هر یک، لایه‌ای خاص از ادراکات امنیتی خبرگان را نمایندگی می‌کنند. دیدگاه اول (مخاطرات استراتژیک و فناورانه)، بر تهدیدات نوین و اثرات بلندمدت سیستمی نظیر حملات سایبری و هسته‌ای متمرکز است؛ در حالی که دیدگاه دوم (مخاطرات سخت و امنیت فیزیکی)، اولویت‌ها را بر محور حفاظت فیزیکی و مقابله با خرابکاری‌های هدفمند تعریف می‌کند. از سوی دیگر، دیدگاه سوم (مخاطرات نظامی-دفاعی و تهدیدات ناهم‌تراز)، با رویکردی کلاسیک، پدافند غیرعامل در برابر حملات موشکی و تروریستی را در اولویت قرار می‌دهد و در نهایت، دیدگاه چهارم (مخاطرات عملیاتی و آسیب‌پذیری‌های امنیتی-اجتماعی)، بر احتمال وقوع تهدیدات عملیاتی و پایداری اجتماعی-امنیتی تأکید می‌ورزد. تلاقی این چهار دیدگاه بیانگر آن است که ادراک خبرگان از مخاطرات در یک طیف متنوع توزیع شده و هیچ‌یک از این رویکردها به تنهایی قادر به پوشش جامع ریسک‌های زیرساختی نیستند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که تاب‌آوری تأسیسات آب‌شیرین‌کن مستلزم اتخاذ یک رویکرد چندلایه است که در آن راهکارهای فناورانه، حفاظتی، پدافندی و پیش‌گیرانه به طور هم‌زمان و مکمل یکدیگر به کار گرفته شوند. دستاورد نهایی این تحقیق، گذار از مدل‌های تخمینی سنتی به سمت یک مدل توزیع ذهنی است که می‌تواند به عنوان یک سند مبنایی برای تدوین پروتکل‌های پاسخ به بحران و ارتقای تاب‌آوری تأسیسات آب‌شیرین‌کن در سواحل جنوبی ایران مورد استفاده قرار گیرد. انتظار می‌رود نتایج حاصل از این مدل، بستری عملیاتی برای تصمیم‌گیران فراهم آورد تا با رویکردی داده‌محور، منابع حفاظتی خود را بر روی اولویت‌های بحرانی شناسایی شده در این پژوهش متمرکز نمایند.

سپاسگزاری: از همکاری مشارکت‌کنندگان در این مقاله که سهم موثری در جمع‌آوری داده‌ها داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

حامی مالی: بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش: همه نویسندگان، در نگارش و تنظیم مقاله حاضر نقش و سهم برابر دارند.

تضاد منافع: نویسندگان اعلام می‌دارند هیچ تضاد منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

Reference

- Amini Varki, S., Modiri, M., Shamsaei Zafarghandi, F., & Ghanbari Nasab, A. (2014). Identifying the prevailing viewpoints on city vulnerability to environmental hazards and extracting its influential components using the Q-methodology. *Journal of Crisis Management*, 3(1), 5-14. https://www.ijcm.ir/article_11977.html [In Persian]
- Afsar, O., Kameli, M., & Saleh Sedghpour, B. (2024). Prioritizing passive defense requirements in the architectural design of educational centers. *Passive Defense*, 15(2), 31–42. [DOR: 20.1001.1.20086849.1404.16.2.3.9](https://doi.org/10.1001.1.20086849.1404.16.2.3.9) [In Persian]
- Asghari, H., & Modiri, M. (2025). Strategy for increasing the security of critical infrastructures with artificial intelligence. *Passive Defense*, 16(3), 1–2. <https://doi.org/10.20086849.1404.16.3.1.9> [In Persian]
- Danaee Fard, H., Hosseini, S., & Sheykha, R. (2013). Q-methodology: Theoretical foundations and framework for conducting research. Saffar Publications. <https://libsearch.khatam.ac.ir/> [In Persian]
- Durán, O., Aguilar, J., & Capaldo, A. (2021). Evaluating maintenance strategies using a resilience index in a seawater desalination plant. *Desalination*, 501, 114747. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2020.114747>
- Elimelech, M. (2026). The vulnerability of Middle East desalination. *Science*, 392(6798), 587. <https://doi.org/10.1126/science.aeh1136>
- Figuerola, C., Brannstrom, C., Seghezzi, L., Lee, K., & Jepson, W. (2024). Social perspectives on the sustainability challenges within the desalination sector: A Q-method study. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 20(1), 2400761. <https://doi.org/10.1080/15487733.2024.2400761>
- Feizi, E., Naghavi, M., & Fakhraei, H. (2020). Risk assessment of hydroelectric concrete dams using the integrated FEMA and RAMCAP method with a passive defense approach (Case study: Liro concrete dam). *Journal of Passive Defense*, 11(2), 12-89. http://pdq.ihu.ac.ir/article_205423.html [In Persian]
- Givchchi, S., Vejdani Nozari, A., & Malekmohammadi, B. (2024). Assessment of threat feasibility on urban water and wastewater assets in confrontation with man-made disasters (Case study: Hamadan city). *Passive Defense*, 15(3), 71–84. [DOR: 20.1001.1.20086849.1403.15.3.6.7](https://doi.org/10.1001.1.20086849.1403.15.3.6.7) [In Persian]
- Gholizadeh, S., Nekooei, M. A., & Fakhraei, H. (2017). Investigation and evaluation of threats to downstream assets of dams with a passive defense approach (Case study: Shirindareh Dam). *Journal of Passive Defense*, 8(1), 52-93. http://pdq.ihu.ac.ir/article_202534.html [In Persian]
- Khanzada, N. K., Al-Juboori, R. A., Ibrahim, Y., Khatri, M., Ahmed, F. E., An, A. K., & Hilal, N. (2026). Desalination and the Middle East: Research, practices, implications, and prospects. *npj Clean Water*, 9, 21. <https://doi.org/10.1038/s41545-026-00554-x>
- Kalantari, A., Mohammadi, H., Ghorbaninejad, R., & Nami, M. H. (2025). Investigating the impact of Makran coast development on Iran-India relations. *Sustainable Development of Geographical Environment Quarterly*, 8(16), 123-136. <https://doi.org/10.48308/sdge.2025.241362.1273> [In Persian]
- Maleki, S., & Moradi, H. (2026). Assessment of indicators' considerations and passive defense principles in Ilam's urban water infrastructures. *Passive Defense*, 17(1), 121–141. <https://doi.org/10.47176/PD.2026.1575> [In Persian]
- Mohammadi Jouzdani, S., Vagharfard, H., Daneshkar Arasteh, P., & Zerafat, M. M. (2019). Water-energy nexus at reverse osmosis seawater desalination technology. *Iran-Water Resources Research*, 15(3), 324–338. [DOR: 20.1001.1.17352347.1398.15.3.25.6](https://doi.org/10.1001.1.17352347.1398.15.3.25.6) [In Persian]

Mohammadpour, Z., Nekooee, M., & Zakeri Khatir, H. (2025). Developing a hybrid resilience model in urban water supply networks (Case study: Babol City). *Passive Defense*, 16(2), 99–111. <https://doi.org/20.1001.1.20086849.1404.16.2.8.4> [In Persian]

Nasirian, A., Akbarpour, A., Ameri, A. A., & Mardani, M. (2025). Assessing the security of drinking water facilities and their infrastructure using passive defense approach a pilot city. *Journal of Water and Sustainable Development*, 12(3), 121–138. <https://doi.org/10.22067/jwsd.v12i3.2505-1423>

Sobhani, P., & Daneh Kar, A. (2024). Identification and prioritization of environmental hazards in the southern coasts of Iran. *Sustainable Development of Geographical Environment Quarterly*, 7(13), 110-129. <https://doi.org/10.48308/sdge.2025.240546.1267> [In Persian]

Tahir, F., Al-Ghamdi, S. G., & Al-Ansari, T. (2026). Climate change risks and resilience strategies for desalination plants in the Gulf region. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 227, 116488. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.116488>

Valantin, J.-M., & Glais, N. (2026, May 6). Hyperwar and the defence of the Gulf cities. Arab Center for Research & Policy Studies. <https://www.dohainstitute.org/en/Lists/ACRPS-PDFDocumentLibrary/Hyperwar-and-the-Defence-of-the-Gulf-Cities.pdf>

Zhang, Y., Wang, R., Huang, P., Wang, X., & Wang, S. (2020). Risk evaluation of large-scale seawater desalination projects based on an integrated fuzzy comprehensive evaluation and analytic hierarchy process method. *Desalination*, 478, 114286. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2019.114286>

تایید شده نهایی
چاپ شده