

# Network-Spatial Analysis of Urban Assets from the Point of View of Passive Defense (Study Area: Sabzeva City)

R. Afsari\*, M. S. Shahsavari

## Abstract

considerations of passive defense in urban planning and design may help to reduce the damage of cities and the loss of life and property, and at the same time increase the resistance threshold of citizens in attack situations and facilitate the management of city crisis. This is an applied research by quantitative method. In this study, to achieve the goal of determining the degree of dependence of urban areas, four criteria of physical, cyber, geographical and logical interaction have been used and the score of each asset according to its degree of dependence on other assets has been calculated and defined as a score for the asset. The statistical population of the study includes all strategic centers of sabzevar. The purpose of this study is to investigate the impact of strategic centers in sabzevar on each other and show the spatial distribution of level of risk in this city. In the field of cyber interaction, the assets of telecommunication infrastructure company and combined cycle power plant were the most dependent on the relevant information flow. Also, in the field of logical interaction, the assets related to the political and health and treatment infrastructure of Sabzevar city had the highest logical interaction rate with an interaction rate of 6.

**Key Words:** *Network-Spatial Analysis, Asset, Passive Defense, Sabzevar City*

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

**Publisher:** Imam Hussein University

© Authors



\*Associate Professor, Supreme National Defense University, Department of Urbanity- Passive Defense, Tehran, Iran (r.afsari@sndu.ac.ir)- Writer-in-Charge

نشریه علمی پدافند غیرعامل

سال چهاردهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۲، (پیاپی ۵۳): صص ۱۱۴-۹۵

علمی- پژوهشی

## تحلیل شبکه‌ای - فضایی دارایی‌های شهری از دیدگاه پدافند غیر عامل (منطقه مورد مطالعه: شهر سبزوار)

رسول افسری<sup>۱\*</sup>، محمد سینا شهسواری<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۱

### چکیده

ملاحظات پدافند غیرعامل در برنامه‌ریزی و طراحی شهری ممکن است به کاهش خسارت شهرها و از بین رفتن جان و مال کمک کند و درعین حال آستانه مقاومت شهروندان در موقعیت‌های حمله و تسهیل در مدیریت بحران شهر را افزایش دهد. این پژوهش از نوع کاربردی و به روش کمی است. در این پژوهش برای دستیابی به هدف تعیین میزان وابستگی پهنه‌های شهری از چهار معیار اندرکنش فیزیکی، سایبری، جغرافیایی و منطقی استفاده شده و امتیاز هر دارایی با توجه به میزان وابستگی آن به سایر دارایی‌ها محاسبه شده و در قالب امتیازی برای دارایی تعریف شده است. جامعه آماری پژوهش شامل تمام دارایی‌های شهر سبزوار می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش بررسی میزان تأثیر دارایی‌های شهر سبزوار بر یکدیگر و نمایش فضایی میزان ریسک این شهر است. نتایج نشان داد در اندرکنش فیزیکی و جغرافیایی، دارایی‌های مربوط به زیرساخت بهداشت و درمان در دسته اول قرار می‌گیرند. در زمینه اندرکنش سایبری دارایی‌های شرکت ارتباطات زیرساخت و نیروگاه سیکل ترکیبی دارای بیشترین وابستگی به جریان اطلاعاتی مربوطه بودند. همچنین در زمینه اندرکنش منطقی دارایی‌های مربوط به زیرساخت سیاسی - انتظامی و بهداشت و درمان شهر سبزوار با میزان اندرکنش ۶ بیشترین میزان اندرکنش منطقی بودند.

**کلید واژه‌ها:** تحلیل شبکه‌ای - فضایی، دارایی، پدافند غیر عامل، شهر سبزوار



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

© نویسندگان

ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع)

<sup>۱</sup> استادیار شهرسازی، دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران - (r.afsari@sndu.ac.ir) - نویسنده مسئول

<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری دانشگاه تهران، تهران، ایران

## ۱- مقدمه

امروزه زیرساخت‌ها حائز نقش تعیین کننده‌ای در فرآیند امن یک جامعه می‌باشند و حفظ امنیت زیرساخت‌ها در برابر حملات و تهدیدها، جزء اولویت‌های امنیتی هر کشور است. بر همین اساس شناخت وضعیت کنونی و پهنه‌بندی درجه آسیب پذیری زیرساخت‌ها در مقیاس شهری می‌تواند به عنوان راهکاری کارآمد، به تدوین راهبردهای شهری منتج شود [۲۱]. زیرساخت‌های حیاتی بنیاد و چارچوب اساسی هر جامعه را تشکیل می‌دهند که فعالیت روزانه جوامع به ادامه عملکرد آنان بستگی دارد. این زیرساخت‌ها بصورت انفرادی و مجزایی وجود ندارند بلکه با سایر اجزا و زیرساخت‌های جامعه دارای روابط متقابلی هستند [۲۰]. توسعه سلاح‌های دور برد و افزایش قدرت تخریب آن‌ها از دوران جنگ دوم جهانی، آسیب‌پذیری شهرها در برابر تهاجم نظامی از محدودیت‌های زمان و مکان به طور کامل آزاد و بی دفاعی شهرها را تکمیل کرد. این موضوع باعث شد تا کشورها به روش‌های کاهش آسیب‌پذیری در حملات هوایی اهمیت مضاعفی دهند، که خود در حوزه پدافند غیرعامل و روش‌های مرتبط با آن جای می‌گیرد [۲۶]. با توجه به ارتباط متقابل و وابستگی عناصر و اجزای شهری به یکدیگر، آسیب‌پذیری شهری نیز در برگزیده تمامی عوامل موجود در یک شهر می‌شود. سامانه‌های شهری در معرض آسیب‌پذیری مخاطرات محیطی از جمله طبیعی و انسان ساخت هستند. وقوع آن‌ها کارکرد هر یک از سامانه‌های شهری را می‌تواند مختل یا متوقف کند. بروز اختلال در هر یک از سامانه‌ها ادامه کارکرد سایر سامانه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد [۳۰].

یکی از راه‌های اساسی برای ایجاد آمادگی در برابر بحران‌ها، آگاهی از آسیب‌پذیری شهر در صورت وقوع تهدید است. لذا با شناخت و میزان آسیب‌پذیری ساخت‌وساز شهری ناشی از تهدیدات می‌توان با اتخاذ راهکارهایی، آمادگی در برابر هر تهدید را تا حد بسیار زیادی افزایش داد [۳۲]. عدم توجه به موضوع کاهش آسیب‌پذیری می‌تواند سبب ضعف ساختاری در زیرساخت‌های اصلی شهر گردد و در شرایط بحرانی احتمال اینکه تداوم کارکرد خود را از دهند افزایش یابد. در واقع این موضوع باعث ایجاد خسارات شدید و تلفات جانی گسترده‌ای می‌گردد، چراکه عمده زیرساخت‌های شهری دارای پیچیدگی روابط (اندرکنش) نسبتاً بالایی هستند و قطع هر یک تاثیر کم یا زیادی بر زیرساخت دیگری دارد [۳۷]. شهر سبزوار به عنوان یکی از شهرهای مهم و پر جمعیت در استان خراسان رضوی، دارای اهمیت استراتژیک برای کشور می‌باشد. لذا عدم توجه به بررسی وضعیت کاربری‌های مختلف در شهر سبزوار می‌تواند شرایط

بحرانی را سخت‌تر نموده، تلفات و خسارات را افزایش داده و میزان آسیب‌پذیری دارایی‌ها را بیشتر نماید. به همین جهت در این تحقیق زیرساخت‌های کلیدی، لازم و ضروری شهر سبزوار که در زمان بحران و در شرایط عادی نقش مهمی در شهر را دارند مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در دستیابی به این هدف، انواع ارتباط بین دارایی‌ها در قالب چهار نوع اندرکنش تحلیل می‌شوند. با مشخص شدن محدوده‌های آسیب‌پذیر و ارائه برنامه‌های لازم علاوه بر ایجاد نمودن شهری تاب آور در برابر همه تهدیدات، می‌توان سطح تلفات جانی را کاهش داد و رضایت مندی عمومی را جلب نمود.

با توجه به مطالب بیان شده هدف از انجام این پژوهش تحلیل شبکه‌ای - فضایی آسیب‌پذیری شهر سبزوار با تأکید بر رویکرد پدافند غیرعامل می‌باشد. بدین منظور این پژوهش به دنبال پاسخگویی به سؤالات زیر است:

- آسیب‌پذیرترین دارایی‌های شهر سبزوار کدامند و میزان آسیب‌پذیری آن‌ها از دیدگاه شبکه‌ای به چه صورت است؟
- نحوه پراکنش میزان آسیب‌پذیری در شهر سبزوار به چه صورت است؟

کمتر از یک قرن پیش، زمانی که جنگ بین دو کشور در می‌گرفت ماه‌ها و شاید سال‌ها طول می‌کشید تا یکی از ارتش‌های درگیر بتواند شهری را مستقیماً مورد حمله قرار دهد؛ ولی امروزه در همان ساعات اولیه جنگ، شهرها آماج حملات قرار می‌گیرند و غیرنظامیان خود را درگیر یک جنگ تمام عیار می‌بینند [۴]. در این راستا، دیدگاه معیارهای کالبدی، تبیین و شناسایی مولفه‌های موثر در این زمینه می‌تواند نقش تعیین کننده‌ای داشته باشد. نتایج بررسی‌ها و تحقیقات صورت گرفته معتبر و موثق علمی به معرفی مولفه‌های ذیل که مورد اتفاق نظر اکثر کارشناسان علوم شهری در این زمینه می‌باشد منجر گردیده که این عوامل عبارتند از: بافت و ساختار شهر، فرم شهر، کاربری اراضی شهری، شبکه‌ها و سلسله مراتب دسترسی و ارتباطی شهر، میزان بارگذاری فضایی [۹]، فضاهای سبز و فضاهای باز شهری [۳]، مکانیابی مناسب کاربری‌ها، تعیین مقیاس بهینه استقرار کاربری [۲]، شریان‌ها و تاسیسات حیاتی شهر، بهره‌گیری از فضاها و سازه‌های چند منظوره [۱۴] و رعایت مناسب اصول در طرح‌های راهبردی شهری [۱۰]. از این رو رعایت ملاحظات فنی در ارزیابی و طراحی هر یک از زمینه‌های فوق می‌تواند ما را با بکارگیری راهبردهای پدافندی در دستیابی به چشم انداز دفاع غیر عامل در شهر ایمن که شهری مقاوم، امن و پایدار در برابر هر نوع تهدید

۲-۱- پدافند غیر عامل و مدیریت بحران

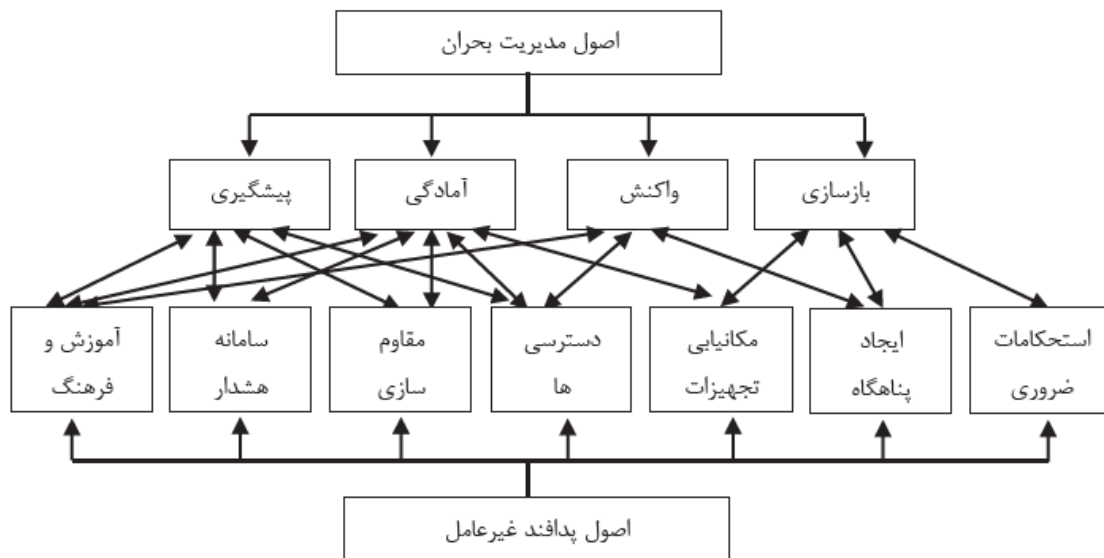
پدافند غیر عامل یکی از شاخه‌های مدیریت بحران است و بیشتر تاکید آن بر مدیریت پیش از بحران است [۳۱]. این نوع از پدافند، با توجه به اصول حاکم در مدیریت بحران مجموعه از تمهیدات، اقدامات و طرح‌هایی است که با استفاده از ابزار و شرایط، حتی المقدور بدون نیاز به نیروی انسانی و به صورت خود اتکا، از یک سو توان دفاعی مجموعه را در زمان بحران افزایش داده و از سوی دیگر پیامدهای بحران را کاهش و امکان بازسازی مناطق آسیب دیده را با کمترین هزینه فراهم می‌سازد [۱۲]. در واقع، اقدامات زیرساختی، مدیریتی و ساختاری پدافند غیر عامل در حوزه تسهیل کننده مدیریت بحران است. مدیریت بحران فرایندی شامل فعالیت‌های پیش‌بینی، پیشگیری و آماده سازی، تعیین ویژگی، پایش و بازسازی است [۱۶]. شکل (۱) ارتباط بین پدافند غیر عامل و مدیریت بحران را نمایش می‌دهد. در اهمیت پدافند غیر عامل از دیدگاه مدیریت بحران می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- به کارگیری اقدامات پدافند غیر عامل، موجب زنده ماندن و ادامه حیات نیروی انسانی به عنوان عنصر اصلی مدیریت بحران می‌شود.
- ۲- اقدامات پدافند غیر عامل، نظیر مکان یابی صحیح اولیه، مقاوم سازی، ایجاد استحکامات و... می‌تواند موجب صرفه جویی کلان اقتصادی در حفظ تأسیسات، تجهیزات و اسناد و مدارک شده و مراکز حیاتی، حساس و مهم را در زمان بحران حفظ نموده، خسارات و صدمات را تقلیل داده و ادامه فعالیت در شرایط بحران را ممکن می‌سازد [۷].

بوده و از قابلیت‌های بالایی در زمینه مدیریت بحران برخوردار می‌باشد؛ کمک شایان توجهی نماید.

۱-۱- پدافند غیر عامل

واژه پدافند از دو جزء پد و آفند تشکیل شده است. در ادبیات فارسی، واژه (پاد) یا (پد) پیشوندی است که به معنی متضاد بوده و هر گاه قبل از واژه‌ای قرار گیرد، معنای آن را معکوس می‌نماید. واژه آفند نیز به معنی جنگ با دشمن است [۳۶]. لذا می‌توان بیان نمود که پدافند غیر عامل، به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌گردد که مستلزم به کارگیری جنگ افزار و تسهیلات نبوده و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارت مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی، حساس و مهم نظامی و غیر نظامی و تلفات انسانی جلوگیری نموده و یا میزان خسارت و تلفات ناشی از حملات را به حداقل ممکن کاهش داد [۲۱]. به عبارت دیگر، در پدافند عامل فقط تسلیحات جنگی مانند سیستم‌های ضد هوایی و نیروهای مسلح مسئولیت دارند، در حالی که در پدافند غیر عامل، تمام نهادها، نیروها، سازمان‌ها، صنایع و حتی مردم عادی می‌توانند نقش موثری بر عهده بگیرند [۲۲]. در این نوع از پدافند، استتار، اختفاء، فریب، انتخاب عرصه‌های ایمن در جغرافیای کشور، تعیین مقیاس بهینه استقرار جمعیت و فعالیت در فضا، مدیریت بحران دفاعی در صحنه‌ها، پراکندگی در توزیع عملکردها، مکان یابی و استقرار عملکردها، مقاوم سازی و پایداری استحکامات و ایمن سازی سازه‌های حیاتی، ایجاد سازه‌های دو منظوره و گاه چند منظوره از اصول و معیارهای مهم محسوب می‌شود [۱۱].



شکل (۱): اصول مشترک بین پدافند غیر عامل و مدیریت بحران [۱۶]

### ۱-۳- پدافند غیر عامل و آسیب پذیری

کاهش آسیب پذیری شهرها جهت تقلیل میزان خسارت با بهره گیری از رویکردهای جدید مدیریت بحران از قبیل پدافند غیرعامل که می تواند در ایجاد محیطی ایمن در شهرها موثر واقع شود، از مهم ترین اهدافی است که امروزه برنامه ریزان و مدیران شهری درصدد اجرای آن در شهرها می باشند [۸]. آسیب پذیری، خسارات و صدمات ناشی از عوامل و پدیده های بالقوه یا بالفعل بحران را نسبت به نیروهای انسانی، تجهیزات و تاسیسات در بازه شدت صفر تا صد گفته می شود. آسیب دیدگی در شهرها از دو بعد انسانی و فیزیکی بررسی می شود. راهبردهای مدیران و برنامه ریزان شهری باید با توجه به این دو بعد تدوین گردد و در آن به راهکارهای پیشگیری کننده توجه گردد [۲۴]. ارزیابی آسیب پذیری یک تحلیل کامل از دارایی ها در برابر تهدیدات برای مشخص کردن نقاط ضعف، کمبودها و اقدامات یا اصلاح فعالیت های است که می توانند در جهت کاهش آسیب پذیری طراحی یا پیاده سازی شوند [۲۳]. درواقع ارزیابی آسیب پذیری زیرساخت ها، چارچوبی برای تحلیل و مدیریت خطرات مرتبط با حملات احتمالی علیه این زیرساخت ها و راه های اصلاحی که برای کاهش آسیب پذیری آن ها می تواند طراحی یا اجرا شود، معرفی می کند [۲۹]. برای انجام اقدامات مؤثر در کاهش آسیب پذیری، شناسایی و تحلیل فضایی زیرساخت ها یکی از ارکان اساسی پدافند غیرعامل به شمار می رود؛ بنابراین بررسی و ارزیابی نقش الزامات پدافند غیرعامل در آسیب پذیری شهری اقدامی ضروری و بی توجهی به آن باعث ناپایداری و آسیب پذیری شهر در برابر هرگونه مخاطره می شود [۱].

### ۲- روش تحقیق

این پژوهش از نوع کاربردی و به روش کمی است که در آن اطلاعات مورد استفاده در شهر مورد مطالعه در سامانه اطلاعات جغرافیایی پیاده سازی شده است. در این پژوهش برای دستیابی به دو هدف شناسایی حساسیت دارایی ها و پهنه های شهری از تحلیل اندرکنشی استفاده شده است. منظور از تحلیل اندرکنش در این پژوهش، ارزیابی اهمیت دارایی ها با توجه به یکدیگر است. همان گونه که پیش از این گفته شد زیرساخت ها برای انجام عملکرد خود به صورت مناسب به زیرساخت های دیگر نیاز دارند و در صورتی که یک زیرساخت مورد تهاجم قرار بگیرد بر روی عملکرد سایر زیرساخت ها نیز تاثیر می گذارد؛ لذا در این پژوهش برای ارزیابی نواحی آسیب پذیر به شیوه صحیح از تحلیل اندرکنشی استفاده شده است. در گام اول برای تعیین میزان حساسیت دارایی ها از چهار معیار اندرکنش فیزیکی، سایبری،

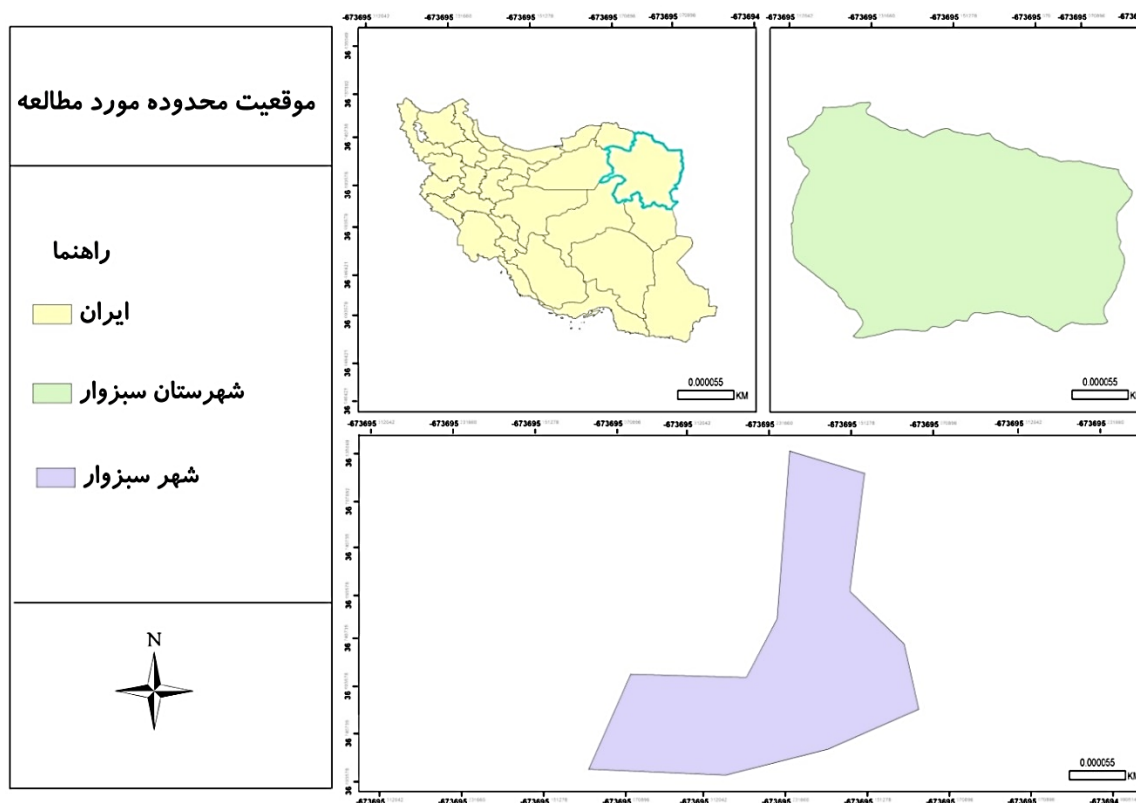
جغرافیایی و منطقی استفاده شده است. لازم به ذکر است که چهار معیار مذکور از سوی سازمان پدافند غیر عامل برای تهیه طرح های پدافند غیر عامل شهرهای کشور به صورت استاندارد اعلام شده است. همچنین پیش از این عبداللهی و همکاران (۱۳۹۳)، نوراللهی و همکاران (۱۳۹۲)، رینالدی و همکاران (۲۰۰۱)، هوکستاد و همکاران (۲۰۱۲) از این معیارها در پژوهش های خود استفاده کرده اند. لذا می توان این شاخص ها را استاندارد محسوب کرد. برای درک بهتر دارایی های مورد مطالعه در شش دسته زیرساختی (حمل و نقل، آب و برق، بهداشت و درمان، نفت و گاز، خدماتی و سیاسی - انتظامی) تقسیم بندی گشتند. در این تحلیل با توجه به میزان وابستگی دارایی ها به یکدیگر، امتیاز معینی برای هر کدام از آن ها تعریف شده است. بدین صورت که با وابستگی بیشتر، امتیاز بیشتری برای دارایی در نظر گرفته می شود؛ لذا نقاط کلیدی شهر که در صورت آسیب دیدن آن ها، بخش عمده ای از شهر کارکرد خود را از دست می دهد، مشخص می گردند. شیوه امتیازدهی در بخش های مربوطه به طور تفصیلی توضیح داده شده اند. مشارکت کنندگان در پژوهش حاضر شامل مدیران و کارشناسان حوزه پدافند غیرعامل شهری و شهرسازی می باشند که دارای سابقه درخشان و بلند مدت در حوزه پدافند غیرعامل شهری، برنامه ریزی شهری و شهرسازی می باشند. براین اساس تعداد مشارکت کنندگان ۲۰ نفر می باشند که مشخصات آن ها در جدول (۱) نشان داده شده اند.

جدول (۱): مشخصات مشارکت کنندگان پژوهش

تخصص مشارکت کننده	تعداد
دکتری برنامه ریزی شهری	۴
دکتری شهرسازی	۶
کارشناسی ارشد پدافند غیر عامل	۷
متخصصین اداره پدافند غیر عامل شهر سبزوار	۳

### ۲-۱- محدوده مورد مطالعه

سبزوار یکی از شهرهای میانی کشور و مرکز یکی از شهرستانهای نسبتاً وسیع و پرجمعیت در بخش غربی خراسان رضوی واقع شده است [۶]. این شهر در فاصله ۲۴۰ کیلومتری غرب شهر مشهد در طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی در ارتفاع متوسط ۹۶۰ متری از سطح دریا واقع شده است. شهر سبزوار طبق سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵، حدود ۲۴۳۷۰۰ نفر جمعیت داشته است [۳۳].



شکل (۲): محدوده مورد مطالعه

تهدیدات نظامی به ترتیب توسعه کاربری‌های چند عملکردی در محدوده با سامان دهی کاربری‌های فرهنگی و مذهبی، سامان دهی و مکان‌یابی فضاهای سبز و باز در محدوده برای تعریف مراکز پشتیبان در زمان بحران و توجه به ایجاد فضاهای امن در محدوده مورد نظر می‌باشند.

خان محمدی و همکاران (۱۳۹۹) در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی آسیب پذیری شهر از منظر پدافند غیر عامل (مطالعه موردی: منطقه بیست شهر تهران» به این نتیجه رسیدند که در سطح منطقه، چهار پهنه مخاطره آمیز عمده در شرایط بحران و مستعد آسیب وجود دارد که مهم ترین آنها هسته فرسوده مرکزی، محدوده پرتراکم دیلمان و بخش هایی از محله سیزده آبان با مجموع ۲۱ درصد از کل مساحت کاربری های سطح منطقه است که بیشترین میزان آسیب پذیری را شامل شده و علت این امر وضعیت نامناسب شاخص های کالبدی و بافت کم کیفیت و پرتراکم مراکز مذکور در محدوده می باشد.

یوسفی (۱۳۹۸) در تحقیقی با عنوان «ارزیابی آمادگی دفاعی شهری در برابر تهدیدات انسان‌ساخت (مورد مطالعه: شهر بجنورد)» انجام داد. در این تحقیق از هشت مؤلفه اصلی و چهارده ریز مؤلفه جهت ارزیابی آمادگی دفاعی به روش ANP شناسایی و به‌وسیله نرم‌افزار Arc Gis پهنه‌های مختلف شهر بجنورد مورد بررسی قرار گرفته و مشخص گردید که مهم‌ترین

## ۲-۲- پیشینه تحقیق

مطالعات بسیاری در زمینه پدافند غیرعامل صورت پذیرفته است که برخی از آن‌ها در ذیل بررسی می‌شوند.

افسری و همکاران (۱۴۰۰) در تحقیقی تحت عنوان «واکاوی مفهوم پدافند غیر عامل در آمایش شبکه حمل و نقل جاده‌ای با بهره‌گیری از تجربیات دفاعی (مطالعه موردی: استان خوزستان)» انجام دادند. بر اساس نتایج به دست آمده، عوامل درونی ۱/۷۷ و عوامل بیرونی ۲/۶۲ امتیاز کسب کرده‌اند که بر اساس ماتریس ارزیابی موقعیت و اقدام راهبردی، موقعیت سیستم حمل و نقل محافظه کارانه ارزیابی شد. همچنین بر اساس اولویت‌بندی راهبردها، راهبرد اول و دوم به ترتیب عبارت بودند از: همکاری و اجرای برنامه‌های مشترک با سازمان‌های سیاست‌گذار و اجرای طرح‌های پدافند غیر عامل، تخصیص بودجه به توسعه پروژه‌ها و طرح‌های پدافند غیر عامل در حمل و نقل جاده‌ای.

نوریان و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان «شناسایی و اولویت‌بندی راهبردهای کاهش آسیب‌پذیری نواحی شهری در برابر تهدیدات نظامی (نمونه موردی: ناحیه یک از منطقه ۱۱ تهران)» به این نتیجه رسیدند که معیارهای پراکنش جمعیت، ویژگی‌های کالبدی بافت و فرم و سازگاری کاربری‌ها به ترتیب بیشترین وزن را در میان معیارهای آسیب‌پذیری کسب کردند. همچنین مهم‌ترین راهبردهای کاهش آسیب پذیری در برابر

یافتند که وجود یا عدم وجود تهدید برای یک سیستم برای وجود آن یا برای عملکرد سیستم ضروری است. مهم‌تر از آن، پتانسیل تهدید و توسعه آن است که منجر به شکست تقارن سیستم می‌شود. توسعه تهدیدها با تغییر ارزش شاخص‌هایی مرتبط است که بر وضعیت تهدید در یک مقطع زمانی خاص تأثیر می‌گذارد. این توسعه در یک محیط دائماً در حال تغییر رخ می‌دهد، بنابراین به صورت پویا و علی به هم مرتبط است. هدف این سیستم حفظ نظم خود است، با این حال، نفوذ توسعه تهدیدات آن را به سمت انحراف سیستم متمایل می‌کند. این مقاله بر شناسایی مراحل توسعه تهدیدات و تأثیر آنها بر تقارن یک سیستم متمرکز است. این مقاله یک دیدگاه نظری از تأثیر توسعه تهدید بر شکست تقارن سیستم ارائه می‌نماید.

پوریار محمدی و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۲۱) در مقاله‌ای با عنوان «تدوین راهبردهای تاب‌آوری فیزیکی در پدافند غیرعامل با توجه به شناسایی مناطق در معرض خطر محیط‌های شهری (مطالعه موردی: شهر اهواز)» انجام دادند. نتایج ارزیابی ریسک نشان می‌دهد که بیشتر مناطق شهری اهواز در معرض خطر بالایی قرار دارند. بخش‌های مرکزی و شمالی اهواز بیشترین آسیب‌پذیری را در زمان بحران دارند. این مناطق شامل منطقه ۱ (مرکز شهر) و مناطق ۲، ۳ و ۷ در حاشیه شهر است. همچنین توزیع مناسب نقاط استراتژیک در شهر، جابجایی شرکت‌های صنعتی و نفتی از مناطق پیرامونی و تسهیل دسترسی به مراکز حیاتی و حیاتی برای حمایت از مناطق شهری از مؤثرترین برنامه‌های راهبردی برای کاهش خطر محسوب می‌شود.

سلیمی و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۹) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی ریسک از دیدگاه پدافند غیرعامل - مطالعه موردی در شهرک صنعتی شمس‌آباد، ایران» انجام دادند. با توجه به نتایج و اولویت‌های تعیین شده و ریسک‌های مشاهده شده از نقطه نظر پدافند غیرعامل، به منظور کنترل خطرات شناسایی شده، پیش‌بینی و تأمین تجهیزات و امکانات برای بهبود کنترل حوادث شیمیایی در شهرک‌های صنعتی، تدوین دستورالعمل‌های نگهداری، نصب و راه‌اندازی و... پیشنهاد شد. راه‌اندازی سیستم‌های مانیتورینگ، ردیابی، اعلام و کنترل، استقرار سیستم اطفای حریق خودکار، تهیه و استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب، رعایت اصول پدافند غیرعامل در محل صحیح استقرار شهرک‌های صنعتی از دیگر پیشنهادها و نتایج این تحقیق بود.

تهدیدات شهر شامل تهدیدات پایه هوایی، موشکی، پهبادی و تروریستی می‌شود. مؤلفه‌های کاربری خطرزای شهری، کاربری ویژه شهری، زیرساخت حمل‌ونقل شهری و تراکم دارای بیشترین وزن از تحلیل شبکه‌ای بررسی شده هست و نتایج حاصله نشان از حد متوسط آمادگی شهر بجنورد در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت است و قسمت مرکزی به دلیل فرسودگی بافت‌داری آسیب‌پذیری بیشتری می‌باشد.

زیگموند و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۲) مقاله‌ای با عنوان نقش مدیریت ریسک بلایا برای مدیریت مؤثر ریسک پس از فاجعه در کرواسی انجام دادند. آن‌ها ذکر کردند که مدیریت ریسک اغلب در زمان بحران قابل مشاهده است و به ندرت به عنوان بخشی از کارکردهای عمومی یا خصوصی روزمره مانند برنامه‌ریزی، رفاه اجتماعی، سرمایه‌گذاری و... دیده می‌شود. این مقاله بر اهمیت مدیریت ریسک بلایا در زهنگان وقوع فجایع تأکید می‌کند. این تجزیه و تحلیل بر اساس بررسی کامل اسناد ملی کرواسی و سایر کشورهای منتخب با مجلات ملی گزارش شده در مورد وضعیت مناطق آسیب دیده انجام شده است. مطابق با نظر نویسندگان، عناصر لازم برای مدیریت خطر بلایا به وضوح از طریق چهار اولویت چارچوب سندای بیان شده است و این بیانیه توسط حقایق حاصل از مطالعه موردی پشتیبانی می‌شود. بدون اراده سیاسی یا توانمندسازی پیرامون فاجعه، مدیریت ریسک تقریباً غیرممکن است.

کوردوا و فریدکین<sup>۲</sup> (۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان «مدیریت ریسک در زمینه زیرساخت‌های نظامی در یک محیط پیچیده و پویا» به این نتیجه رسیدند که نیاز به یک رویکرد موثر و کارآمد برای مدیریت ریسک برای صنایع دفاعی بسیار اهمیت است، زیرا این زیرساخت‌ها در مراحل اولیه توسعه در معرض خطر هستند. این مقاله از تحلیل ناهمگونی و همگنی بین عوامل خطر با آزمون کوکران و مقیاس‌بندی چند بعدی به منظور ارائه پیچیدگی عوامل خطر مرتبط با سیستم‌های دفاعی استفاده می‌کند و روشی را برای شناسایی، تجزیه و تحلیل و نظارت بر سیستم‌های دفاعی پیشنهاد می‌کند. یافته‌های حاصل از تجزیه و تحلیل نیاز به تمرکز بر سه خطر اصلی پروژه‌های دفاعی را نشان می‌دهد: منابع انسانی ناکافی، تغییرات در مشخصات اولیه، و کمبود منابع دیگر (غیر انسانی).

ماریس و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۲۱) در تحقیقی با عنوان «تأثیر توسعه تهدید بر شکست تقارن سیستم» به این موضوع دست

<sup>4</sup> Pouryarmohammadi et al

<sup>5</sup> Salimi et al

<sup>1</sup> Sigmund et al

<sup>2</sup> Kordova & Fridkin

<sup>3</sup> Maris et al

### ۳- نتایج و بحث

جدول (۲): معیارهای امتیازدهی اندرکنش فیزیکی

میزان اندرکنش فیزیکی (عددی)	میزان اندرکنش فیزیکی (توصیفی)
۱-۳	عملکرد دارایی A در حد بسیار پایین به عملکرد دارایی B وابسته است.
۳-۵	عملکرد دارایی A در حد متوسط (معمول) به عملکرد دارایی B وابسته است.
۵-۷	عملکرد دارایی A تا اندازه زیادی به عملکرد دارایی B وابسته است.
۷-۹	عملکرد دارایی A کاملاً به عملکرد دارایی B وابسته است.

#### ۳-۱- بررسی دارایی‌ها از نظر اندرکنش فیزیکی

در این نوع وابستگی خروجی یک سیستم به‌عنوان ورودی سیستم دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد و برعکس. اندرکنش فیزیکی دارایی‌ها توصیف جریان مواد میان زیرساخت‌های یک شهر را نشان می‌دهد و حاصل پیوند فیزیکی ناشی از ورود و خروج مواد و انرژی (آب، برق، گاز و نیروی انسانی) میان زیرساخت‌های مورد نظر می‌باشد [۲۵]. سنجش اندرکنش فیزیکی دارایی‌های مورد نظر در طرح حاضر از طریق تشکیل ماتریس اندرکنش فیزیکی دارایی‌ها می‌باشد. برای تکمیل ماتریس مورد نظر به هر کدام از دارایی‌ها بر اساس میزان درجه اهمیت آن‌ها در تهیه مواد موردنیاز سایر دارایی‌ها به منظور تداوم فعالیت، وزن خاص آن اختصاص یافت. نحوه محاسبه میزان اندرکنش فیزیکی به صورت جدول (۲) است.

جدول (۳) نشان دهنده میزان اندرکنش فیزیکی دارایی‌های

مورد بررسی است:

جدول (۳): میزان اندرکنش فیزیکی دارایی‌های شهر سبزوار

سیاسی - انتظامی							خدماتی				نفت و گاز		بهداشت و درمان					آب و برق			حمل و نقل		زیر ساخت				
مجموع	زندان	پلیس آگاهی	پلیس مواد مخدر	ادارات آگاهی	فرمانداری	مرکز آموزشی نیروی انتظامی	راهنمایی و رانندگی	شهرداری	مدیریت بحران آتش‌نشانی	شرکت ارتباطات زیرساخت	ایستگاه‌های آتش‌نشانی	سیلوهای گندم	مخازن نفت	جایگاه‌های سوخت	بیمه‌رستان‌ها و مراکز درمانی	فوریت پزشکی	پایگاه اورژانس هوایی	سازمان انتقال خون	سازمان هلال احمر	مرکز کنترل عملیات اضطراری	انبارهای امدادی	پست‌های برق	نیروگاه سیکل ترکیبی	تصفیه خانه فاضلاب	فرودگاه	ایستگاه راه آهن	دارایی
۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۰	۱	۰	۰	۴	۴	۰	۴	۴	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	ایستگاه راه آهن	
۳۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶	۰	۱	۰	۰	۵	۵	۱	۵	۵	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	فرودگاه	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	تصفیه خانه فاضلاب	
۴۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۹	۰	۱	۹	۳	نیروگاه سیکل ترکیبی	
۳۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۳	۱	۶	۳	پست‌های برق	
۶۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۰	۵	۰	۰	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	مجموع انبارهای امدادی	







نواحی تشکیل شده است. هر سه قطب اصلی تشکیل نواحی با اندرکنش بسیار کم در غرب شهر نیز جایگاه‌های سوخت هستند.

### ۳-۲- بررسی دارایی‌ها از نظر اندرکنش سایبری

در این نوع وابستگی حالت یک سیستم وابسته به اطلاعاتی است که از طریق یک زیرساخت اطلاعاتی تأمین می‌شود [۱۷]. نحوه محاسبه میزان اندرکنش سایبری به صورت جدول (۴) است:

جدول (۴): معیارهای امتیازدهی اندرکنش سایبری

میزان اندرکنش سایبری (عددی)	میزان اندرکنش سایبری (توصیفی)
۱-۳	وابستگی بسیار کم دارایی مورد نظر به یک یا چند زیرساخت اطلاعاتی خاص. در صورت مشکل در زیرساخت اطلاعاتی، عملکرد دارایی مورد نظر تنها برای چند ساعت مختل می‌شود.
۳-۵	وابستگی کم دارایی مورد نظر به یک یا چند زیرساخت اطلاعاتی خاص. در صورت مشکل در زیرساخت اطلاعاتی، عملکرد دارایی مورد نظر تنها برای چند روز مختل می‌شود.
۵-۷	وابستگی اساسی دارایی مورد نظر به یک یا چند زیرساخت اطلاعاتی خاص. در صورت مشکل در زیرساخت اطلاعاتی، عملکرد دارایی مورد نظر تنها برای چند هفته مختل می‌شود.
۷-۹	وابستگی بی‌وقفه دارایی مورد نظر به یک یا چند زیرساخت اطلاعاتی خاص. در صورت مشکل در زیرساخت اطلاعاتی، عملکرد دارایی مورد نظر به‌طور کلی و برای مدتی طولانی مختل می‌شود.

جدول (۵) نشان دهنده میزان اندرکنش سایبری دارایی‌های مورد بررسی است:

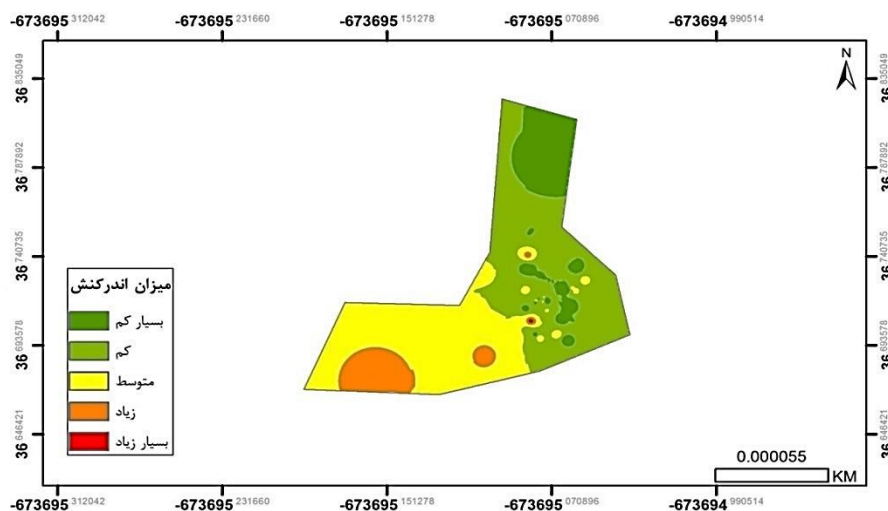
جدول (۵): میزان اندرکنش سایبری دارایی‌های شهر سبزوار

زیرساخت	دارایی	زیرساخت اطلاعاتی مربوطه
حمل و نقل	ایستگاه راه آهن	۷
	فرودگاه	۷
آب و برق	تصفیه خانه فاضلاب	۳
	نیروگاه سیکل	۹
	پست‌های برق	۷
بهداشت و درمان	مجتمع انبارهای امدادی هلال احمر	۱
	مرکز کنترل عملیات اضطراری و امور امدادگران هلال احمر	۴
	سازمان هلال احمر	۱
	سازمان انتقال خون	۱
	پایگاه اورژانس هوایی	۳
	مرکز مدیریت حوادث و فوریت‌های پزشکی	۲

۱	بیمارستان‌ها و مراکز درمانی	
۵	جایگاه‌های سوخت	نفت و گاز
۵	مخازن نفت	
۱	سیلوی گندم	خدماتی
۲	ایستگاه‌های آتش‌نشانی	
۹	شرکت ارتباطات زیرساخت	
۳	مرکز مدیریت بحران سازمان آتش‌نشانی	
۵	شهرداری	سیاسی - انتظامی
۱	راهنمایی و رانندگی	
۱	مرکز آموزشی نیروی انتظامی جوادالائمه	
۵	فرمانداری	
۱	ادارات آگاهی	
۱	پلیس مبارزه با مواد مخدر	
۱	پلیس آگاهی فرماندهی انتظامی	
۱	زندان	
۸۷	مجموع	

نظیر فرودگاه، پست‌های برق، ایستگاه راه آهن در دسته بعدی جای می‌گرفتند. شکل (۴) نمایش فضایی اندرکنش سایبری در پهنه شهر سبزوار است:

با توجه به جدول (۵) می‌توان گفت مجموع اندرکنش سایبری دارایی‌های شهر سبزوار برابر با ۸۷ است. در میان این دارایی‌های شرکت ارتباطات زیرساخت و نیروگاه سیکل ترکیبی دارای بیشترین وابستگی به جریان اطلاعاتی مربوطه بودند. دارایی‌هایی



شکل (۴): پهنه‌بندی فضایی اندرکنش سایبری

نظیر پمپ گاز CNG جنوب غرب شهر، پمپ بنزین مهریزی و شهدای مدافع حرم باعث ایجاد محدوده با اندرکنش متوسط در بخش غربی شهر شدند. محدوده با اندرکنش کم بیشترین بخش - های شهر را پوشش می‌دهد که از شمال تا جنوب شرق شهر را در بر گرفته است. اصلی‌ترین دارایی‌هایی که در این محدوده قرار گرفتند شامل ایستگاه‌های آتش‌نشانی سبزوار (شماره ۱ تا ۵) و مرکز مدیریت حوادث و فوریت‌های پزشکی شهر سبزوار است.

با توجه به شکل (۴) مذکور می‌توان گفت، بیشترین میزان اندرکنش سایبری مربوط به بخش کوچکی در مرکز شهر است که دارایی‌های شرکت ارتباطات زیرساخت و نیروگاه سیکل ترکیبی در کنار هم واقع شده‌اند. بعد از این قسمت، بخش‌های جنوب غربی، جنوب و قسمت کوچکی در شمال شهر دارای اندرکنش زیاد بودند. فرودگاه، پست برق بیهق و پست برق شهر سبزوار به عنوان قطب‌های اصلی این نواحی محسوب می‌شدند. دارایی‌هایی

کمترین میزان اندرکنش سایبری نیز مربوط به بخش شمالی و محدوده‌های پراکنده در بخش مرکزی شهر است. قطب اصلی بخش شمالی اداره راهنمایی و رانندگی و قطب اصلی بخش مرکزی بیمارستان امداد شهید دکتر بهشتی، مجتمع انبارهای امدادی هلال احمر، سازمان هلال احمر و اورژانس شهید چمران با اندرکنش ۱ است. به طور کلی بیشتر دارایی‌های مربوط به زیرساخت بهداشت و درمان در محدوده با اندرکنش بسیار کم قرار گرفته‌اند.

### ۳-۳- بررسی دارایی‌ها از نظر اندرکنش جغرافیایی

این نوع اندرکنش، زمانی اهمیت پیدا می‌کند که دو یا تعداد بیشتری از سامانه‌ها به دلیل مجاورت جغرافیایی تحت تأثیر یک رویداد قرار می‌گیرند. تحلیل اندرکنش جغرافیایی دارایی‌ها به طور عمده با استفاده از نقشه و نرم‌افزار سیستم اطلاعات

جدول (۶): میزان اندرکنش جغرافیایی مراکز استراتژیک به صورت کمی

میزان اندرکنش جغرافیایی (KM)	مراکز استراتژیک	دسته بندی میزان فاصله	میزان اندرکنش جغرافیایی (KM)	مراکز استراتژیک	دسته بندی میزان فاصله
۳/۶۷	ایستگاه شماره ۴ آتش‌نشانی	کم	۲/۹۱۶	بیمارستان مبینی	بسیار کم
۳/۶۹	پمپ بنزین شریعتی		۲/۹۱۸	درمانگاه شبانه روزی اطفال طیب	
۳/۷۰	پمپ گاز جنوب غرب شهر		۲/۹۲۱	پلی کلینیک تأمین اجتماعی سبزوار	
۳/۸۱	پست برق ۱۳۲ ولت		۲/۹۲۳	شهرداری منطقه ۲ سبزوار	
۳/۸۵	پمپ گاز CNG جنوب غرب شهر		۲/۹۳۰	فرمانداری ویژه سبزوار	
۳/۹۴	پمپ گاز صفار		۲/۹۳۷	شهرداری منطقه ۱ سبزوار	
۴/۰۵	پمپ بنزین مهریزی		۲/۹۳۹	شهرداری مرکزی سبزوار	
۴/۰۶	پمپ گاز بهمن	۲/۹۴	پلیس مبارزه با مواد مخدر		
۴/۰۷	پمپ گاز CNG جنوب شرق شهر	متوسط	۲/۹۶	بیمارستان حشمتیه	
۴/۱۱۴	مرکز مدیریت حوادث و فوریت‌های پزشکی سبزوار		۳/۰۴	پمپ بنزین آل احمد	
۴/۱۱۸	مرکز مدیریت بحران سازمان آتش‌نشانی سبزوار		۳/۰۸	سازمان انتقال خون	

$$S_i = \frac{\sum_j D_{ij}}{N} \quad (۱) \quad \text{رابطه ۱:}$$

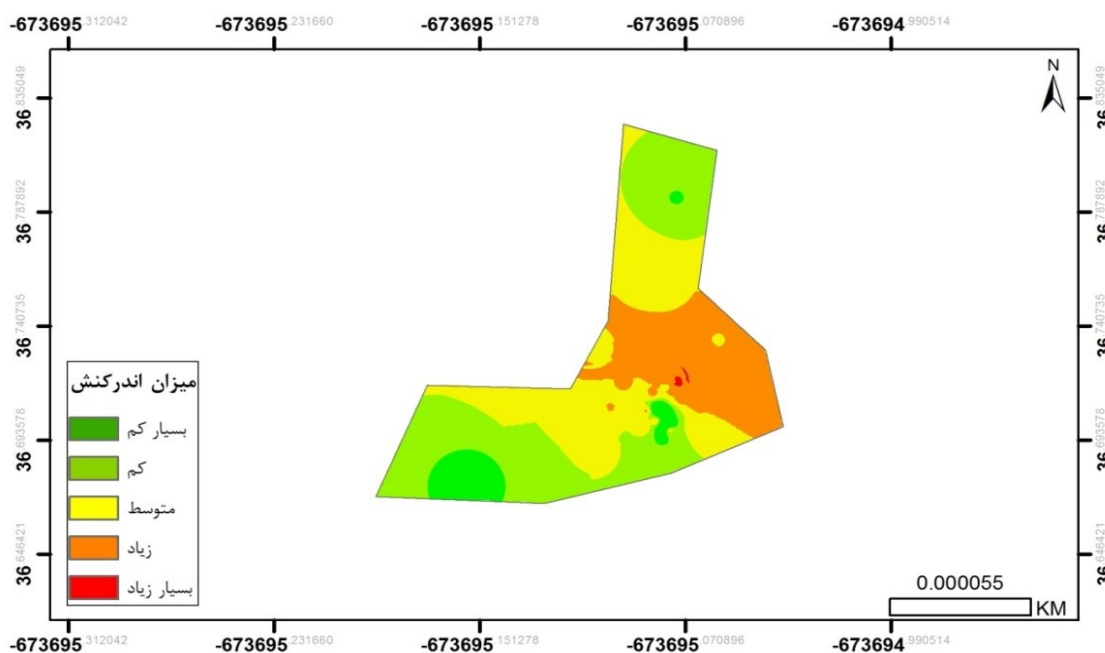
۴/۳۸۵	جمعیت هلال احمر سبزوار		۳/۱۳	کلینیک امام سجاد (ع)
۴/۳۸۹	پمپ بنزین شهدای مدافع حرم		۳/۱۷	پمپ بنزین برادران میان آبادی
۴/۴۶	بیمارستان شهید واسعی		۳/۲۰	ایستگاه شماره ۱ آتش‌نشانی
۴/۵۷۹۵	پایگاه اورژانس هوایی سبزوار		۳/۲۲	زندان
۴/۵۷۹۶	مرکز آموزشی نیروی انتظامی جوادالائمه سبزوار		۳/۲۴	اداره آگاهی سبزوار
۵/۳۰	پست‌های برق ۱۳۲ ولت بی‌هق		۳/۲۹	مخازن شرکت نفت
۶/۵۵	تصفیه خانه فاضلاب سبزوار		۳/۳۱	اورژانس شهید چمران
۶/۸۵	راهنمایی و رانندگی		۳/۳۷	سیلوی گندم سبزوار
۷/۷۸	پلیس آگاهی فرماندهی انتظامی شهرستان سبزوار	زیاد	۳/۳۸	مرکز کنترل عملیات اضطراری و امور امداد گران هلال احمر سبزوار
۸/۲۴	ایستگاه شماره ۳ آتش‌نشانی		۳/۴۲	ایستگاه شماره ۵ آتش‌نشانی
۸/۸۲	فرودگاه سبزوار		۳/۴۴	بیمارستان امداد شهید دکتر بهشتی
۱۹/۶۷	شرکت ارتباطات زیرساخت سبزوار		۳/۴۷	مرکز بهداشتی امام حسن مجتبی (ع)
۱۹/۹۹	مرکز درمانی جعفر آباد	بسیار زیاد	۳/۵۲	مجتمع انبارهای امدادی هلال احمر سبزوار
۲۶/۲۱	نیروگاه سیکل ترکیبی		۳/۵۳	ایستگاه شماره ۲ آتش‌نشانی
۳۳/۸۳	راه آهن سبزوار		۳/۵۹	پمپ بنزین شرق شهر

نجات و همچنین زندان و اداره آگاهی شهر سبزوار قرار دارند. کمترین میزان میانگین فاصله در این دسته متعلق به پمپ بنزین آل احمد و بیشترین میانگین فاصله مربوط به پمپ گاز CNG جنوب غرب شهر می‌باشد. در دسته سوم دارایی‌های با میانگین فاصله متوسط (۴-۵/۹۹ کیلومتر) از هم قرار دارند. در این بخش، ۱۰ دارایی قرار دارند. کمترین میانگین فاصله در این دسته به دارایی پمپ بنزین مهریزی و بیشترین میانگین فاصله به دارایی پست برق بی‌هق اختصاص دارد. دسته چهارم شامل دارایی‌های با میانگین فاصله زیاد (۶-۸/۹۹ کیلومتر) قرار دارند. در این دسته ۵ دارایی شامل تصفیه خانه فاضلاب شهر سبزوار، اداره راهنمایی و رانندگی، پلیس آگاهی فرماندهی انتظامی، ایستگاه آتش‌نشانی

در جدول (۶) دسته اول مربوط به دارایی‌های با اندرکنش کم (۰-۲/۹۹ کیلومتر) می‌شد. در این دسته ۹ دارایی قرار می‌گرفت که بیشترین تعداد دارایی آن به زیرساخت بهداشت و درمان اختصاص داشت. در این دسته بیمارستان شهید مبینی دارای کمترین میانگین فاصله و بیمارستان حشمتیه دارای بیشترین میزان میانگین فاصله بودند. بر اساس نتایج جدول بالا می‌توان گفت اکثر مراکز استراتژیک شهر بجنورد در میانگین فاصله کمی (۳-۳/۹۹ کیلومتر) از هم قرار دارند. در این دسته ۲۳ دارایی نظیر اکثر پمپ بنزین‌ها و مخازن نفت، ایستگاه‌های آتش‌نشانی ۱، ۲، ۴ و ۵، پست برق، سیلوی گندم، تعدادی از بیمارستان‌ها و مرکز درمانی به همراه انبار هلال احمر و مراکز فرماندهی امداد و

نیروگاه سیکل ترکیبی و راه آهن سبزوار) می‌باشد. در این دسته راه آهن سبزوار بیشترین میانگین فاصله را نسبت به تمام مراکز استراتژیک شهر بجنورد دارد. این دارایی در خارج از شهر و در شمال شرق شهر قرار دارد. شکل (۵) نمایش فضایی اندرکنش جغرافیایی در پهنه شهر سبزوار است.

شماره ۳ و فرودگاه سبزوار قرار دارند. به ترتیب ذکر شده این دارایی‌ها دارای کمترین و بیشترین میزان میانگین فاصله از سایر دارایی‌ها بودند. در نهایت دسته آخر شامل دارایی‌های با میانگین فاصله بیش از ۱۹ کیلومتر از یکدیگر است. این دسته شامل ۴ دارایی (شرکت ارتباطات زیرساخت، مرکز درمانی جعفر آباد،



شکل (۵): پهنه‌بندی فضایی اندرکنش جغرافیایی

با توجه به این که هدف از انجام اندرکنش جغرافیایی بررسی میزان فاصله دارایی‌ها از یکدیگر است؛ به طوری که هر چه میزان این فاصله بیشتر باشد بهتر است و بالعکس. بر این اساس و با توجه به جدول اندرکنش جغرافیایی، تنها ۶ دارایی در دسته با فاصله بسیار کم قرار می‌گرفتند. این دارایی‌ها عمدتاً در بخش مرکزی شهر قرار گرفتند و مرکز اصلی آن بیمارستان شهید مبینی شهر سبزوار است. محدوده بلافاصل آن در دسته با فاصله کم قرار می‌گیرد که شرق تا غرب شهر را پوشش می‌دهد. عمده دارایی‌های این محدوده شامل پمپ بنزین شریعتی، پمپ بنزین شرق شهر، مخازن شرکت نفت، زندان، اداره آگاهی، اورژانس شهید چمران و ایستگاه شماره ۳ آتش‌نشانی سبزوار است. قسمت شمالی و جنوبی، محدوده با فاصله کم، در دسته با فاصله متوسط قرار می‌گیرند. قطب اصلی محدوده شمالی آن، شامل بیمارستان شهید واسعی، پایگاه اورژانس هوایی و مرکز مدیریت بحران سازمان آتش‌نشانی سبزوار است. محدوده جنوبی آن نیز شامل پمپ بنزین مهریزی، پمپ گاز CNG جنوب غرب شهر، پست برق بیهق، مرکز آموزشی نیروی انتظامی و پمپ گاز CNG جنوب شرق شهر می‌شود. محدوده با فاصله زیاد در دو قسمت جنوبی و شمالی شهر به صورت منفصل از هم قرار گرفته‌اند. قطب قسمت شمالی، اداره راهنمایی و رانندگی و قطب قسمت جنوبی، پلیس آگاهی فرماندهی انتظامی است. محدوده با فاصله بسیار زیاد نیز در شمال، جنوب و جنوب غرب شهر قرار می‌گیرند که به ترتیب مرکز درمانی جعفر آباد، شرکت ارتباطات زیرساخت و فرودگاه سبزوار به عنوان قطب‌های اصلی آن‌ها هستند.

### ۳-۴- بررسی دارایی‌ها از نظر اندرکنش منطقی

این نوع اندرکنش، سایر انواع وابستگی متقابل (غیر از انواع فوق) را شامل می‌شود [۱۷]. می‌توان گفت این نوع از اندرکنش، به نوعی زیرساخت محور است؛ بدین معنی که برای مثال هنگامی که یک دارایی در زیرساخت نفت و گاز مورد تهاجم قرار می‌گیرد، نگرانی درباره ادامه کارکرد سایر دارایی‌های آن زیرساخت نیز به وجود می‌آید.

جدول (۷): میزان اندرکنش منطقی دارایی‌های شهر سبزوار

سیاسی، انتظامی		خدماتی		نفت و گاز		بهداشت و درمان		آب و برق		حمل و نقل		زیرساخت															
مجموع	زندان	پلیس آگاهی	پلیس مواد مخدر	ادارات آگاهی	فرمانداری	مرکز آموزشی نیروی انتظامی	راهبردی و رانندگی	شهرداری	مرکز بحران آتش‌نشانی	شرکت ارتباطات زیرساخت	ایستگاه‌های آتش‌نشانی	سیلوهای گندم	مخازن نفت	جایگاه‌های سوخت	بیمه‌سازان‌ها و مراکز درمانی	فوریت پزشکی	پایگاه اورژانس هوایی	سازمان انتقال خون	سازمان هلال احمر	مرکز کنترل عملیات اضطراری	انبارهای امدادی	پست‌های برق	نیروگاه سیکل ترکیبی	تصفیه خانه فاضلاب	فرودگاه	ایستگاه راه آهن	دارایی
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	ایستگاه ه راه آهن
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	فرودگاه ه
۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	تصفیه خانه فاضلاب ب
۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	نیروگاه سیکل
۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	پست‌های برق
۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	مجتمع انبارهای امدادی هلال احمر
۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	مرکز کنترل عملیات اضطراری و امور امدادگان هلال احمر
۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	سازمان هلال احمر
۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	سازمان انتقال خون
۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	پایگاه اورژانس هوایی







## ۴- نتیجه گیری

امروزه زندگی در شهرها با توجه به ساختار فضایی - کالبدی پیچیده آن، مناسبات و فعالیت‌های اجتماعی - اقتصادی، تعمیق و گسترش تقسیم کار اجتماعی - اقتصادی و نیازهای فزاینده فرهنگی، فراغتی و اجتماعی شهروندان بیش از هر دوره‌ای وابسته به خدماتی است که به وسیله زیرساخت‌های گوناگون شهر فراهم می‌شوند. در حقیقت این زیرساخت‌های شهری که شریان‌های حیاتی شهر به حساب می‌آیند، پایه و اساس هر مجتمع زیستی بوده و وقفه در عملکرد آن‌ها، مشکلات عدیدی را برای ساکنین به وجود می‌آورد. دفاع غیر عامل به عنوان یکی از موثرترین راهکارها، برای حفظ امنیت شهر و زیرساخت‌های آن محسوب می‌شود. یکی از موضوعات اصلی در زمینه پدافند غیر عامل، بررسی زیرساخت‌ها و دارایی‌های مختلف شهر از لحاظ مقایسه‌ای نسبت به یکدیگر است، چرا که این زیرساخت‌ها برای ادامه عملکرد خود، به یکدیگر وابسته هستند.

در ادامه پاسخ به سوالات پژوهش مرور می‌شوند. سوال اول در خصوص میزان اندرکنش دارایی‌های استراتژیک شهر سبزوار بود. در این راستا میزان اندرکنش مراکز بررسی شده در چهار دسته به صورت جداگانه بررسی شد. نتایج نشان داد در اندرکنش فیزیکی، دارایی‌های مربوط به زیرساخت بهداشت و درمان با اندرکنش فیزیکی بالای ۶۰ در دسته اول قرار می‌گیرند. همچنین سیلوی گندم و تصفیه خانه فاضلاب نیز با میزان اندرکنش فیزیکی ۰ از کمترین میزان وابستگی فیزیکی به سایر دارایی‌ها برخوردار بودند. در زمینه اندرکنش سایبری دارایی‌های شرکت ارتباطات زیرساخت و نیروگاه سیکل ترکیبی دارای بیشترین وابستگی و دارایی‌های ادارات آگاهی، پلیس مبارزه با مواد مخدر، پلیس آگاهی فرماندهی انتظامی، زندان، راهنمایی و رانندگی، مرکز آموزشی نیروی انتظامی حضرت جوادالائمه (ع)، سیلوی گندم، بیمارستان‌ها و مراکز درمانی، سازمان هلال احمر، سازمان انتقال خون و مجتمع انبارهای امدادی هلال احمر دارای کمترین وابستگی به جریان اطلاعاتی مربوطه بودند. در ارتباط با اندرکنش جغرافیایی، کمترین میانگین فاصله به دارایی‌های زیرساخت بهداشت و درمان اختصاص داشت. بیشترین میانگین فاصله نیز مربوط به شرکت ارتباطات زیرساخت، مرکز درمانی جعفر آباد، نیروگاه سیکل ترکیبی و راه آهن سبزوار با میانگین فاصله بیش از ۱۹ کیلومتر از یکدیگر بود. در زمینه اندرکنش سایبری دارایی‌های مربوط به زیرساخت سیاسی - انتظامی و بهداشت و درمان شهر سبزوار با میزان اندرکنش ۶ بیشترین میزان اندرکنش منطقی و دارایی‌های مربوط به زیرساخت حمل و نقل و نفت و گاز نیز با اندرکنش ۱ دارای کمترین میزان آن بود.

در خصوص سؤال دوم که در رابطه با نحوه پراکنش فضایی آسیب‌پذیری دارایی‌ها بود. نتایج نشان داد که در بخش اندرکنش فیزیکی، محدوده‌های دارای اندرکنش بسیار زیاد به صورت پراکنده از شمال تا جنوب شهر قرار گرفته‌اند. بیشترین میزان اندرکنش آن مربوط به پایگاه اورژانس هوایی در شمال شهر است. در زمینه اندرکنش سایبری، بیشترین میزان اندرکنش مربوط به بخش کوچکی در مرکز شهر است که دارایی‌های شرکت ارتباطات زیرساخت و نیروگاه سیکل ترکیبی در کنار هم واقع شده‌اند. بعد از این قسمت، بخش‌های جنوب غربی، جنوب و قسمت کوچکی در شمال شهر دارای اندرکنش زیاد بودند. در خصوص اندرکنش جغرافیایی، تنها ۶ دارایی در دسته با فاصله بسیار کم قرار می‌گرفتند. این دارایی‌ها عمدتاً در بخش مرکزی شهر قرار گرفتند و مرکز اصلی آن بیمارستان شهید مبینی شهر سبزوار است. در زمینه اندرکنش منطقی، قسمت شمالی شهر دارای بیشترین میزان اندرکنش منطقی بود. دارایی‌های بیمارستان شهید واسعی، اداره راهنمایی و رانندگی، پایگاه اورژانس هوایی از زیرساخت سیاسی - انتظامی و بهداشت و درمان با اندرکنش منطقی ۶ قطب این گره اصلی را تشکیل می‌دهند. همچنین قسمت‌هایی از مرکز شهر سبزوار نیز در این دسته قرار می‌گیرد که دلیل آن واقع شدن مراکز چون مجتمع انبارهای امدادی سازمان هلال احمر، بیمارستان امداد شهید بهشتی و مرکز کنترل عملیات اضطراری و امور امدادگران هلال احمر سبزوار در این محدوده است.

با توجه به یافته‌های به دست آمده از اندرکنش میان دارایی‌ها، می‌توان پیشنهادها کاربردی برای کاهش ریسک در شهر سبزوار را در چهار دسته فیزیکی، سایبری، جغرافیایی و منطقی ارائه داد. در دسته اندرکنش فیزیکی می‌توان پیشنهاد کرد با توجه به این که بیشترین میزان اندرکنش فیزیکی مربوط به دارایی‌های زیر ساخت بهداشت و درمان بود، می‌بایست به ایمنی دارایی‌های این زیرساخت توجه بیشتری شود، زیرا نتایج نشان داد در صورت وقوع بحران یکی از اصلی‌ترین دارایی‌هایی که نقش مهمی در ادامه عملکرد سایر دارایی‌ها دارد. به طور کلی پیشنهاد می‌شود تا تعداد دارایی‌های مربوط به زیر بهداشتی و درمانی افزایش یابد تا به وابستگی سایر دارایی‌ها به دارایی‌های این زیرساخت کمتر شود و به نوعی بین آن‌ها پخش گردد. همچنین شیوه پراکنش دارایی‌های بهداشت و درمان نیز مناسب نبود و پیشنهاد می‌شود، مراکز درمانی جدید در مناطق غربی و جنوبی شهر ایجاد گردند.

نتایج در دسته اندرکنش سایبری نشان داد از هر زیرساخت یک یا چند دارایی باید از لحاظ سایبری مورد تقویت قرار بگیرند. برای مثال از زیرساخت حمل و نقل باید به دارایی فرودگاه، در

- [3] B. Hosseini, "Passive defense criteria in architectural design of urban collective buildings", Abed Publication. Tehran, 2010. (In Persian)
- [4] F. Karami, A. Ghanbari, & D. Hassan Dust Farahani, "Locating vital and sensitive sites in Bojnourd County with a passive defense approach", *Geography and planning journal*, vol. 24, no. 73, pp. 257-275, 2020. (In Persian)
- [5] F. Nourian, S. Abdullah Pour, R. Ghazi, & M. Golshahi, "Identifying and prioritizing strategies to reduce the vulnerability of urban areas against military threats (Case study: district 1 of the region 11 of Tehran)", *Researches of human geography journal*, vol. 53, no.4, pp. 1209-1228, 2021. (In Persian)
- [6] F. Rahimi, Y. Zanganeh, & M. Zanganeh, "An analysis of the role of urban land policies on the growth of urban sprawl (Case study: Sabzevar)", *Geographical studies of arid areas journal*, vol. 8, no. 30, pp. 45-60, 2017. (In Persian)
- [7] H. Atash Panjeh, Z. Parbin, & F. Dast Dadeh, "Threats and passive defense measures in crisis management", the first national conference on passive defense and sustainable development, 2016. (In Persian)
- [8] H. Hosseini Amini, H. Musa Zadeh, S. Karimi, O. Tabrizi, & S. Ghiasi, "Analyzing urban vulnerability with a passive defense approach in regional cities (Case study: a city in Gorgan)", *Geography journal*, vol. 15, no. 52, pp. 279-290, 2017. (In Persian)
- [9] J. Hashemi Fesharaki, & A. Shakiba Manesh, "Urban design from the perspective of passive defense", Bustan Hamid Publication. Tehran, 2011. (In Persian)
- [10] J. Movahedi Nia, "Principles of passive defense", Malek Ashtar Publication. Tehran, 2007. (In Persian)
- [11] K. Hossein Zadeh Dalir, K. Maleki, A. Shafaati, & M.R. Heydari Far, "Passive defense and sustainable urban development with an emphasis on the threatening land use of Tabriz metropolis from the point of view of war", *Geography and environmental sustainability journal*, vol. 2, no. 5, pp. 1-24, 2012. (In Persian)
- [12] K. Yeganegi, & E. Bayat, "Urban crisis management and passive defense", the third national conference on urban development, 2011. (In Persian)
- [13] L. Maris, Z. Zvakova, K. Kampova, & T. Lovecek, "The influence of threat development on the failure of the system's symmetry", and *Systems journal*, vol. 9, no. 74, pp. 1-11, 2021.
- [14] M. Araghi Zadeh & M. Farzam Shad, "Passive defense criteria in architectural design of urban collective buildings", Elm Afarin and Homaye Rahmat Publication. Tehran, 2012. (In Persian)
- [15] M. Khan Mohammadi & H. Hosseini Amini, "Assessing the city vulnerability from the point of view of passive defense (Case study: 20th district of Tehran)", the 7th national conference of applied researches in civil engineering, architecture and urban management, 2020. (In Persian)
- [16] M. Modiri, S. Nosrati, & H. Karimi Shirazi, "Crisis management planning in the field of urban management with passive defense approach using SWOT and MCDM method (Case study: Rasht metropolis)", *Crisis management journal*, vol. 4, no.7, pp. 5-14, 2015. (In Persian)

زیرساخت آب و برق به دارایی‌های نیروگاه سیکل ترکیبی در وهله اول و پست‌های برق در وهله بعدی و در زیرساخت خدماتی دارایی شرکت ارتباطات زیرساخت توجه بیشتری گردد. با توجه به ماهیت تهدیدات سایبری توصیه می‌گردد به صورت دوره‌ای مانورهای تمرینی در این دارایی‌ها اجرا گردد تا در زمان بحران، شهر دچار آشفته‌گی نشود. همچنین نظارت بیشتری بر عملکرد کارکنان این مجموعه‌ها و افراد ورودی به این مراکز برای جلوگیری از ورود بدافزار به این دارایی‌ها داشت. همچنین پراکنش این دارایی‌ها به صورت بسیار نامتناسبی بود و پیشنهاد می‌شود تعدادی از آن‌ها به قسمت شمالی شهر سبزوار منتقل گردند.

همان‌گونه که نتایج اندرکنش جغرافیایی نشان داد بیش از نیمی از دارایی‌های شهر سبزوار دارای فاصله کم و بسیار کم از یکدیگر هستند. این دارایی‌ها عمدتاً مربوط به زیرساخت بهداشت و درمان (نظیر بیمارستان‌ها) یا با عملکرد حفظ امنیت شهر (مانند زندان و اداره آگاهی سبزوار) یا دارایی‌های با عملکرد امداد و نجات (مانند ایستگاه‌های آتش‌نشانی) بود. با توجه به این نزدیکی جغرافیایی این دارایی‌ها به یکدیگر (که عمدتاً نقش مهمی در مدیریت شهر در زمان بحران دارند)، در هنگام حمله هوایی، دشمن این امکان را دارد تا با کمترین هزینه بیشترین میزان خسارت را بر شهر وارد سازد. مناسب‌ترین پیشنهاد برای رفع این معضل پراکنده‌سازی این دارایی‌ها است. با توجه به تمرکز عمده این دارایی‌ها در مرکز شهر پیشنهاد می‌شود از قسمت‌های شمالی و جنوبی شهر نیز برای انتقال این دارایی‌ها استفاده نمود. همچنین با توجه به یافته‌های به دست آمده برای اندرکنش منطقی، پیشنهاد می‌شود تا دارایی‌ها به شیوه‌ای احداث شوند تا در زمان مورد هدف قرار گرفتن بر عملکرد سایر دارایی‌های موجود در آن زیرساخت کمترین تأثیر را داشته باشند و همچنین اصل پراکنش در مکان‌بایی آن‌ها رعایت شود. یکی از دیگر از راهکارهای پیشنهادی برای این نوع از اندرکنش کوچک‌سازی محدوده خدماتی آن‌ها است. برای مثال به جای احداث یک نیروگاه بزرگ، چندین نیروگاه کوچک ایجاد شود تا در زمان بحران با هدف قرار گرفتن یک نیروگاه، عملکرد سایر دارایی‌های آب و برق کمترین اثر را ببیند.

## ۵- مراجع

- [1] A. Aftab, A. Soleimani, & M. Fery, "Vulnerability assessment of Urmia urban infrastructure with passive defense approach", *Passive defense journal*, vol. 9, no. 4, pp. 17-31, 2018. (In Persian)
- [2] A. Molaee and Master Thesis, "Human-centered urban design with a subsurface urban development approach", Tehran, Elm and Sanaat University, 2002. (In Persian)

- [28] R. Afsari, J. Balist, H. Darabi, & M.R. Mirzaee, "Analyzing the concept of passive defense in road transport network design using defense experiences (Case study: Khuzestan province)", *Passive defense journal*, vol. 12, no. 4, pp. 39-52, 2021. (In Persian)
- [29] R. Babaeian Ateni, M. Vali Shariat Panahi, N. Fallah Tabar, & Z. Khodaei, "Zoning of the degree of vulnerability of Semnan city infrastructures with passive defense approach in geographic information system (GIS)", *Application of geographic information system and remote sensing in planning journal*, vol. 12, no. 1, pp. 73-88, 2021. (In Persian)
- [30] S. Amini Varaki, M. Modiri, F. Shamsaee, & A. Ghanbari Nasab, "Identifying factors and elements influencing the vulnerability of cities with the approach of passive defense against environmental hazards using Q method", *the first national conference of new land management approaches in Iran*, 2014. (In Persian)
- [31] S. Ghiasi, B. Amin Nayyeri, S. Bedaghlu, & H. Hosseini Amini, "Evaluation and prioritization of strategic urban centers and providing defense solutions from the point of view of passive defense (with a topical approach to Bushehr port)", *New attitudes in human geography journal*, vol. 10, no. 1, pp. 315-332, 2017. (In Persian)
- [32] S. Gholami and Master Thesis, "Evaluating the physical resilience of new cities with passive defense approach (Case study: Parand New City)", Tehran, Malik Ashtar University of Technology, 2020. (In Persian)
- [33] S. Hossein Abadi, & Y. Zanganeh, "The effect of awareness of urban rights on active citizenship (case study: Sabzevar city)", *Geography and development of urban space journal*, vol. 4, no.2, pp. 189-204, 2017. (In Persian)
- [34] S. Kordova, & S. Fridkin, "Risk management for defense SoS in a complex, dynamic environment", *Sustainability journal*, Vol. 13, No.1789, pp. 1-17, 2021.
- [35] S. Yusefi, Master Thesis, "Evaluation of urban defense readiness against man-made threats (case study: Bojnourd city)", Tehran, Malik Ashtar University of Technology, 2019. (In Persian)
- [36] V. Hossein Haghi, & A. Jedari, "Locating an urban shelter with a passive defense approach (case study: Region 4 of Tabriz)", *Urban Civil Studies journal*, vol. 2, no. 7, pp. 25-43, 2018. (In Persian)
- [37] Y. Gharib, Master Thesis, "Spatial analysis of vulnerable areas with emphasis on passive defense in urban infrastructures (case study: Shahrood city)", Tehran, Malik Ashtar University of Technology, 2021. (In Persian)
- [38] Z. Sigmund, M. Radujkovic, & J. Atalic, "The role of disaster risk governance for effective post-disaster risk management—Case of Croatia", *Buildings journal*, vol. 12, no. 420, pp. 2-17, 2022.
- [17] M. Naeimi & B. Omidvar, "How to calculate the effect of electricity in water network equipment (case study: District 6 of Tehran)", *Crisis management journal*, vol. 1, no. 2, pp. 17-33, 2012. (In Persian)
- [18] M. Pouryarmohammadi, H. Ahmadi, & A.A. Salaripour, "Developing physical resilience strategies in passive defense according to identification of endangered areas of urban environments (case study: Ahvaz city)", *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, vol. 13, no. 1, pp. 14-30, 2022.
- [19] M. Salimi, M. Salehi, H. Akbari, & H. Bagheri, "Risk assessment from a passive defense perspective- a case study at shams abad industrial estate, Iran", *International Journal of occupational hygiene journal*, vol. 11, no. 4, pp. 283-298, 2019.
- [20] M.A. Nekuee, Z. Hosseini Nezhad, M. Nouri, M. Nasibi, & N. Sadeghi, "Determining the vulnerability indicators of industrial complexes from the point of view of passive defense", *Crisis management journal*, vol. 5, no. 10, pp. 83-90, 2016. (In Persian)
- [21] M. H. Yazdani & A. Seyedin, "Investigating the vulnerability of the city from the point of view of passive defense (case study: Ardabil city)", *Sepehr journal*, vol. 25, no.100, pp. 17-34, 2016. (In Persian)
- [22] M.M. Safavi Homami, B. Hoseini, & A. Andalib, "Evaluation of passive defense considerations in the design of sustainable residential buildings against military threats", *Strategy journal*, vol. 27, no. 86, pp. 129-158, 2018. (In Persian)
- [23] M.R. Anvari, A. Akbari, & S. Aghajani, "Evaluation of the defense vulnerability of Zahedan using hierarchical method (AHP)", *Passive defense journal*, vol. 11, no. 4, pp. 73-86, 2020. (In Persian)
- [24] M.R. Pour Mohammadi, A.K. Taghi Pour, & H. Rostami, "Spatial analysis of vulnerable areas during a crisis with an emphasis on passive defense in the urban infrastructure of Tabriz", *Geography and planning journal*, vol. 25, no. 75, pp. 65-75, 2021. (In Persian)
- [25] M.S. Shahsavari, & A. Ghanbari Nasab, "Interaction analysis of strategic points of Bojnourd border city center from the perspective of passive defense", *Border science and technology journal*, vol. 11, no. 1, pp. 163-208, 2022. (In Persian)
- [26] N. Dary Pour, A. Moradi, & Z. Mansuri, "Assessing the vulnerability of urban uses in military threats by combining Promethee and GIS methods (Case study: Ahvaz city)", *The fourth scientific research congress of new horizons in the field of civil engineering, architecture, culture and urban management of Iran*, 2016. (In Persian)
- [27] O. Hokstad, L. Per, F. Utne, B. Ingrid, G. Vatn, & E. Jørn, "Risk and interdependencies in critical infrastructures; A guideline for analysis", Springer-Verlag Publication. London, 2012.