



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

من و شما، جوان این مکتب، دانشجوی این مکتب، مسئول این مکتب، استاد این مکتب، بیدارند که دشمن از چهرای وارد خواهد شد؛ پیش بینی کند، اگر پیش بینی کردید آن وقت پیده می‌کند در جامع پیش می‌آید رازی شماید

فرمانده معظم کل فوا  
مورخ: ۱۳۸۶/۱۱/۱۲

## نشریه علمی پدافند غیرعامل

سال چهاردهم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲ (پیاپی ۵۶)

مجوز انتشار از معاونت مطبوعاتی وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی  
۱۳۴/۳۵۹۸  
۸۸/۷/۲۶

مجوز علمی - ترویجی از کمیسیون بررسی نشریات علمی  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
۱۳۹۰/۲۳۳۴۱۴  
۱۳۹۰/۱۱/۱۵

شماره استاندارد بین‌المللی پی‌آیند (شاپا ISSN)  
۲۰۰۸-۶۸۴۹

صاحب امتیاز: دانشگاه جامع امام حسین<sup>(ع)</sup>

مدیر مسئول: دکتر رضا اصفهانی

سر دبیر: دکتر مهدی مدیری

جانشین سر دبیر: دکتر علی سعیدی

مدیر اجرایی: آقای امیر کوچکی

کارشناس نشریه: آقای عزیزاله طبرزدی

تنظیم و صفحه‌آرایی: آقای عزیزاله طبرزدی

نشانی: تهران، بزرگراه شهید بابایی،

دانشگاه جامع امام حسین<sup>(ع)</sup>، موقعیت مرکزی،

دفتر نشریات دانشگاه

تلفن: ۰۲۱ ۷۴۱۸۸۲۳۶

تارنما: <http://pd.ihu.ac.ir>

رایانامه: [Padafandg@ihu.ac.ir](mailto:Padafandg@ihu.ac.ir)

قیمت: ۱۵۰۰۰۰۰ ریال

فصلنامه در پایگاه‌های زیر نمایه‌سازی شده است:

- پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC)  
([www.isc.gov.ir](http://www.isc.gov.ir))
- مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری  
([www.ricest.ir](http://www.ricest.ir))
- بانک اطلاعات نشریات علمی کشور  
([www.magiran.com](http://www.magiran.com))
- پایگاه مجلات تخصصی نور ([www.noormags.ir](http://www.noormags.ir))
- پایگاه گوگل اسکالر ([www.scholar.google.com](http://www.scholar.google.com))
- پایگاه سیولیکا ([www.civilica.com](http://www.civilica.com))

- مطالب مندرج در نشریه، لزوماً بیانگر دیدگاه‌های دانشگاه نیست.
- مسئولیت صحت مطالب هر مقاله به عهده نویسنده/ نویسندگان می‌باشد.
- نشریه در رد یا قبول و نیز ویرایش مقالات آزاد است.
- کلیه حقوق مادی و معنوی این نشریه برای این دانشکده محفوظ است.
- نقل و اقتباس از مندرجات نشریه با ذکر ماخذ بلامانع می‌باشد.

## اعضاء هیئت تحریریه (به ترتیب حروف الفبا)

دکتر سید بهشید حسینی	دکتر مجتبی سعادت‌تی
استاد دانشگاه هنر تهران	استاد دانشگاه جامع امام حسین <sup>(ع)</sup>
دکتر رضا حسنوی آت‌شگاه	دکتر علی سعیدی
استاد دانشگاه صنعتی مالک اشتر	دانشیار دانشگاه جامع امام حسین <sup>(ع)</sup>
دکتر غلامرضا جلالی فراهانی	دکتر مهدی مدیری
دانشیار دانشگاه دفاع ملی	استاد دانشگاه صنعتی مالک اشتر
دکتر صفا خزایی	دکتر سیدمهدی موسی کاظمی محمدی
دانشیار دانشگاه جامع امام حسین <sup>(ع)</sup>	دانشیار دانشگاه پیام نور دانشگاه تهران
دکتر محمودرضا دلاور	
استاد دانشگاه تهران	



## داوران این شماره

مهدی چمنی مقدم	علی سعیدی
پرویز رفعتی	محمدحسین تقوی پارسا
جواد خلیل‌زاده	بلال اروچی
حبیب‌اله اعلمی	سیدمهدی موسی کاظمی
منیره هوشمند	یاسر معرب
علی نخعی امرودی	مهدی مدیری
محسن شایسته	رضا اصفهانی
رضا رضانژاد	صادق بجانی
سیداحمد مهدی‌نیا	وحید امیرزاده فتوت
صفا خزایی	محمود عدالتی رنجبر

## فهرست مقالات

- ۱.....ارزیابی کاربری اراضی شهری با تاکید بر پدافند غیرعامل.....  
فاطمه صفاری عیسی لو ، حسین نظم فر
- ۱۳.....طراحی و ساخت سامانه تأمین روشنایی جدید با بکارگیری منابع نوری با پرتوهای موازی و صفحات بازتابنده-پراکنده کننده..۱۳  
ناصر سیاهوشی، رضا غفارپور
- ۲۱.....ارائه مدل جدید نهان کاوی هوشمند تصویر مبتنی بر شبکه عصبی MLP.....  
سعید طلعتی، رضا اصفهانی
- ۳۳.....ارزیابی و آمایش دفاعی شهر ارومیه با بهره گیری از GIS.....  
اصغر عابدینی، امیر شیخی
- ۴۹.....تعیین غلظت، تغییرات فصلی و مدت زمان ماندگاری ذرات پرتوزای طبیعی در هوای تهران.....  
شهاب قربانی، علی سعیدی، بلال اروچی
- ۵۷.....ارزیابی آسیب پذیری مساکن شهری از منظر پدافند غیرعامل.....  
امید مبارکی، مرضیه اسمعیل پور، واحد ابراهیمی
- ۷۵.....ارائه الگوی ارتباط بین عوامل مؤثر در ساخت و برپایی بیمارستان های صحرایی با رویکرد پدافند غیرعامل.....  
محمد عباسیان، شایان شاپوریان
- ۸۵.....ارزیابی مهم ترین شاخص های مؤثر در ارتقای ایمنی و بهداشت اماکن ورزشی تهران.....  
سید رضا کریمی، عبدالرحمن کشوری
- ۱۰۱.....رویکرد پدافند غیرعامل در مکان گزینی انبار اقلام ضروری به کمک تحلیل سلسله مراتبی.....  
حامد پورصمصام، الهام اکبری، کوروش مومنی
- ۱۱۱.....ارائه جدیدترین طبقه بندی مسائل امنیتی رایانش ابری : چالش ها، حمله ها، راه حل ها.....  
سجاد قوبدل، مهدی نقوی، داود اصغرزاده
- ۱۲۹.....روش های مقابله با دوربین های مادون قرمز.....  
الهام قاسمی، مجتبی بهزاد فلاح پور



نشریه علمی پدافند غیرعامل

سال چهاردهم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲، (پیاپی ۵۶): صص ۱-۱۱

علمی - پژوهشی

## ارزیابی کاربری اراضی شهری با تاکید بر پدافند غیرعامل

فاطمه صفاری عیسی لو<sup>۱</sup>، حسین نظم فر<sup>۲\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۳۰

### چکیده

در طول تاریخ سرزمین‌ها همواره در معرض مخاطرات طبیعی (زلزله، سیل و مانند آن‌ها) و مخاطرات انسانی (جنگ) قرار گرفته و باعث خسارات جانی و مالی بسیار زیادی شده است. لذا اهمیت پدافند غیرعامل، قبل و بعد از بحران در راستای کنترل و کاهش خسارات وارده غیرقابل انکار می‌باشد. از این رو هدف پژوهش حاضر ارزیابی کاربری اراضی شهری با تأکید بر پدافند غیرعامل می‌باشد که به صورت موردی در شهر اردبیل انجام شده است. روش پژوهش از نوع تحلیلی - توصیفی بوده و جهت تعیین راهبردها از مدل SWOT استفاده شده است. یافته‌های حاصله از پیاده‌سازی مدل مزبور نشان می‌دهد، بیشترین امتیاز وزنی به دست آمده، مربوط به نقاط تهدید با مقدار  $3/64$  و کمترین امتیاز وزنی به دست آمده، مربوط به نقاط قوت با مقدار  $2/87$  می‌باشد. نتایج پژوهش حاکی از آن است که برنامه‌ریزی کاربری اراضی در شهر اردبیل، از لحاظ پدافند غیرعامل به راهبردهای تدافعی نزدیک‌تر می‌باشد و شهر اردبیل فاقد برنامه‌ریزی جامع در زمینه پدافند غیرعامل می‌باشد. با توجه به اینکه بیشترین امتیاز وزنی به دست آمده مربوط به عامل بیرونی (تهدید) کاربری اراضی شهر اردبیل می‌باشد لذا تمهیدات لازم جهت رفع آنها ضروری می‌نماید.

**کلیدواژه‌ها:** پدافند غیرعامل، کاربری اراضی، برنامه‌ریزی شهری، آسیب‌پذیری، شهر اردبیل

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

<sup>۲</sup> استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران (nazmfar@uma.ac.ir) - نویسنده مسئول

## ۱- مقدمه

امروزه با توجه به روند رو به تزاید شهرنشینی و رشد تصاعدی خطرپذیری پذیری شهر و شهروندان در ارتباط با سوانح و مخاطرات، ضرورت اهتمام به مسئله‌ی ایمنی به‌عنوان یکی از مولفه‌های مهم و تعیین کننده‌ی یک شهر خوب بیش از پیش احساس می‌شود و این چالش نظریه پردازان را به سوی یافتن تعریفی از شهر سالم، ایمن و پایدار سوق داده است [۱] در واقع عصر حاضر را می‌توان عصر آسیب‌پذیری شهر نامید؛ زیرا همسو با پیچیدگی حیات شهری، شهرها در ابعاد مختلف با "مخاطرات طبیعی و بحران‌های فناورانه‌ای" از یک سو و "بحران‌های اجتماعی- امنیتی" از سوی دیگر رو به رو هستند [۲]. شهرها به علت بافت فشرده و جمعیت متراکم و شبکه‌های متنوع شهری، معمولاً در جنگ‌ها در برابر تهاجم زمینی و هوایی به عنوان یک مانع محسوب می‌گردند. از طرفی، خواسته و یا ناخواسته، جنگ‌ها به سمت شهرها سوق پیدا کرده‌اند و بعضاً باعث تلفات بالای غیرنظامیان و خسارت زیادی به شهرها می‌شوند [۳]. به همین دلیل در سال‌های اخیر، توجه بسیاری از برنامه‌ریزان، دولت‌ها و ملت‌ها را به موضوع آسیب‌پذیری و مدیریت آن جلب کرده است [۴]. برای کاهش آسیب‌پذیری نسبت به مخاطرات و دستیابی به توسعه پایدا، علاوه بر شناخت ماهیت طبیعی و مکانی- فضایی مخاطرات، باید تفاوت‌های اجتماعی- فضایی آسیب‌پذیری جوامع و دلایل آن را نیز شناخت. زیرا مخاطرات به خودی خود منجر به خسارات زیان بار منجر نمی‌شوند، بلکه فقط نشان دهنده امکان وقوع آسیب هستند [۵]. بنابراین، شناخت دقیق علل و آگاهی از میزان آسیب‌پذیری احتمالی عناصر تشکیل دهنده کالبد شهر می‌تواند نقش مؤثر و سازنده‌ای در برنامه‌های پیشگیری و کاهش خسارات ناشی از سوانح و حوادث طبیعی داشته باشد [۶]. در نگاه سیاست‌گذاران صاحب نظران، ایمنی شهری یکی از اساسی‌ترین پیش فرض‌های جامعه‌ی جهانی برای برنامه‌ریزی انسان محور است. بر این اساس، برنامه‌ریزان شهری راهبردهای بهینه‌ای را برای دستیابی به آن طراحی کرده‌اند. پدافند غیرعامل در برابر الگوهای غالب خطرپذیری شهری از مهمترین راهبردهای ایمن سازی فضاهای شهری است که برنامه‌ریزان شهری پیشنهاد کرده‌اند [۷]. بحث پدافند غیرعامل به‌خصوص به کارگیری ملاحظات پدافند غیرعامل در ساخت فضاهای شهری و

همچنین ساختمان‌های عمومی تاریخچه‌ای طولانی دارد [۸]. در این میان یکی از شاخه‌های کلیدی که نقش عمده‌ای در تکمیل اهداف پدافند غیرعامل دارد استفاده از برنامه‌ریزی شهری و ضوابط و اصول آن است [۹]. پدافند غیرعامل در واقع کاهش خسارت‌های مالی و صدمه‌های جانی وارد شده بر افراد غیرنظامی در جنگ یا در اثر حوادث طبیعی از قبیل سیل، زلزله، طوفان، آتش‌سوزی، و خشکسالی است [۱۰]. اگرچه برخی از صاحب نظران اینگونه فعالیت‌ها را دفاع غیر نظامی (دفاع شهری) تعریف کرده‌اند و پدافند غیرعامل را فقط به آسیب‌های ناشی از جنگ محدود دانسته‌اند [۱۱]. اما از آنجایی که عمده‌ترین کانون تمرکز کاربری‌ها و عملکردها، مناطق شهری است، بلافاصله با آغاز یک حادثه‌ی بزرگ، شهرها در شرایط اضطراری قرار گرفته و ممکن است فعالیت‌های شهر از حالت عادی و عمومی خود خارج شده و به وضعیت بحرانی نزدیک گردد [۱۲]. همچنین در جهان کنونی، آمادگی و امنیت در برابر حوادث غیرمترقبه امری ضروری و بسیار مهم تلقی می‌شود. این موضوع به قدری دارای اهمیت است که کشورهای توسعه یافته، بخش مهمی از برنامه‌ریزی‌های جامع و ملی خود را به آن اختصاص می‌دهند. بنابراین لزوم برنامه‌ریزی برای مواقع بحرانی امری است که مسئولان، طراحان و برنامه‌ریزان شهری باید به آن توجه کنند. ضرورت اتخاذ استراتژی مشخص در ایمن‌سازی مناطق و کاهش آسیب‌پذیری آن در مقابل بلایای طبیعی و انسانی، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. امری که در گذشته همانند سایر مناطق کشور کمتر به آن پرداخته شده و کمتر مورد توجه برنامه‌ریزان شهری بوده است. در این راستا پدافند غیرعامل شهری مهم‌ترین مقوله‌ای است که می‌تواند آسودگی خاطر شهروندان، امنیت جانی و مالی آن‌ها و ایمنی زیرساخت‌های شهری را فراهم آورد [۱۳]. لذا برنامه‌ریزی بهینه کاربری زمین‌های شهری و کاربرد اراضی شهری نقش مهمی در کاهش آسیب‌پذیری در برابر حوادث مختلف به ویژه تهدیدات نظامی دارد. رعایت هم‌جواری‌ها، اصل سازگاری و عدم وجود کاربری‌های خطرناک در مناطق مختلف شهری موجب کاهش اثرات تهدیدهای مذکور می‌شود [۱۴]. شهر اردبیل نیز با جمعیتی بالغ بر ۵۲۹۳۷۴ هزار نفر به عنوان مرکز استان اردبیل از این قاعده مستثنی نبوده به دلیل مهاجرپذیری و تراکم جمعیت از یک سو و دارا بودن مراکز حساس و حیاتی از دیگر سو

در کشورها می‌باشند [۱۰]. تأسیسات و تجهیزات شهری که بخشی از آن‌ها زیرساخت‌های حیاتی، حساس و مهم کشور هستند و بخش دیگر مراکز تولید، توزیع و ارائه خدمات شهری مانند کاربری اراضی، مخزن و منابع آب شهر، تأسیسات برق، مرکز مخابرات، تأسیسات گاز شهری اورژانس، آشنشانی، فرمانداری، شهرداری، مترو و مسیرهای حمل و نقل، بیمارستان‌ها و غیره از جمله فضاهای عمومی خدماتی و راهبردی در شهر و منطقه هستند که بایستی در برنامه ریزی‌های دفاعی لحاظ شوند. امروزه با توجه به تجهیزات جدید و فناوری‌های نوینی که با هزینه گزاف احداث و مورد بهره‌برداری شهری قرار می‌گیرند و ارتباط مستقیم با سایر کارکردهای شهرداری (هرگونه اختلال در آنها، دیگر کارکردهای شهری را فلج می‌نماید) از جمله مواردی هستند که مورد غفلت قرار گرفته‌اند [۸].

## ۲-۳- اصول و مبانی پدافند غیرعامل در شهرسازی

مهم‌ترین اصول و مبانی پدافند غیرعامل در شهرسازی عبارتند از: مقاوم‌سازی و ایمنی تأسیسات زیربنایی شهر؛ پراکنش مناسب سازی و مقاوم، ایمن‌سازی مراکز حیاتی و حساس و مهم شهر؛ توزیع متعادل استقرار جمعیت و فعالیت در گستر شهر؛ خودکفایی نسبی در محلات شهر برای شرایط بحران با تأمین و فراهم بودن حداقل نیازهای ضروری مردم (ایجاد محلات خوداتکا) و منطقه‌بندی شهر در قالب‌های سلول خودکفا؛ اجتناب از استقرار مراکز حساس و تشدیدکننده خطر (مانند آلوده‌کننده‌ها و حریق‌افزا) در داخل شهر برای شهر و شهروندان؛ موازی‌سازی سامانه‌های پشتیبانی وابسته شهر و کاهش وابستگی‌های ضروری شهر به خارج آن؛ برقراری مدیریت بحران ناشی از جنگ در تمامی عرصه‌ها و صحنه‌های شهری؛ توسعه پایدار و ایمن شهر، همگام با توسعه سایر بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و مانند آنها [۲۰].

## ۲-۴- پدافند غیرعامل و پراکنش کاربری اراضی

### شهری

آنچه که امروزه به‌عنوان یکی از روش‌های اساسی و اصول برنامه‌ریزی شهری می‌تواند برای کاستن از آثار بلایا مطرح باشد، به‌کارگیری و داشتن نگاه امنیتی به برنامه ریزی کاربری اراضی شهری و آمایش و جایگزینی مطلوب کاربری‌ها در طرح‌های جامع

ضرورت بررسی و تحقیق در خصوص کاربری اراضی شهر و تمهیدات پدافند غیرعامل در آن را توجیه می‌نماید.

## ۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

### ۲-۱- پدافند

پدافند که از دو جزء پد و افند تشکیل شده، به معنای حفظ جان مردم، تضمین امنیت افراد، صیانت از تمامیت ارضی و حاکمیت ملی در همه‌ی مواقع در برابر هرگونه شرایط، موقعیت و هرگونه تجاوز است [۱۵]. پدافند غیرعامل را مجموعه اقدامات غیرمسلحانه می‌باشد که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها، تأسیسات، تجهیزات و شریان‌های حیاتی شهر در برابر حملات نظامی یا مخاطرات و انسانی می‌شود [۱۶]. از کلمه‌ی پدافند تعاریف مختلفی ارائه شده است. در مفهوم کلی به مجموعه روش‌ها، برنامه‌ریزی‌ها، و فعالیت‌هایی گفته می‌شود که هر نظامی برای دفع و خنثی کردن یا کاهش اثر اقدامات آفندی دشمن انجام می‌دهد. پدافند به دو دسته شامل پدافند عامل و پدافند غیرعامل تقسیم می‌شود. در پدافند عامل، مقابله مستقیم با دشمن و رویارویی با حملات آفندی از طریق به کارگیری جنگ افزارها صورت می‌پذیرد. پدافند غیرعامل به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌شود که مستلزم به کارگیری جنگ افزار نیستند [۱۷]. و با اجرای آن‌ها می‌توان از وارد شدن خسارات مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی و تلفات جانی جلوگیری کرد یا میزان خسارات و تلفات را تا حد امکان کاهش داد [۱۸] و [۱۴].

## ۲-۲- نقش برنامه‌ریزی کاربری اراضی در پدافند

### غیرعامل شهری

برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری می‌تواند نقش اساسی در کاهش آسیب‌پذیری شهر در برابر حوادث طبیعی و انسان‌ساخت داشته باشد. چنانچه نقش پدافند غیرعامل در برنامه ریزی‌های انجام گرفته نمایان گردد به‌واسطه آن از تمرکز در نقاط ثقل شهری جلوگیری به عمل آمده که این مهم در کاهش آسیب‌پذیری هنگام حوادث اثرگذار خواهد بود [۱۹]. شهرها با توجه به اینکه اکثر جمعیت کشور را در خود جای می‌دهند و غالباً مراکز اقتصادی، سیاسی، فرهنگی، اجتماعی، و مراکز حاکمیتی

جمعیت شناختی) از برآزش مناسبی برخوردار است، بنابراین مدل پژوهش از برآزش کافی برخوردار می باشد [۲۳]

علوی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی به بررسی تحلیلی فضایی مراکز درمانی شهر بوکان با رویکرد پدافند غیرعامل با استفاده از آمار فضایی پراخته اند. نتایج پژوهش نشان داد متوسط سرانه کاربری درمانی برای هر شهروند بوکانی ۱/۱۶ مترمربع است که این مقدار کمتر از سرانه کشوری است. در این میان ناحیه ۴ شهر بوکان با سرانه ۰/۱۴ کمترین و بیشترین سرانه را دارا است. همچنین ناحیه ۶ با ۵/۲۲ بیشترین سرانه را داراست. همچنین یافته های حاصل از تحلیل فضایی نشان می دهد که الگوی حاکم بر پراکنش فضایی مراکز درمانی شهر بوکان از نوع خوشه ای است. خوشه ای بودن مراکز درمانی در صورت وقوع هرگونه بحران، مشکلاتی از قبیل دسترسی نامناسب، تمرکز جمعیت در مرکز شهر بوکان را تشدید خواهد کرد. [۲۴]. دیده بان و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی به سنجش و پهنه بندی راهبردی پدافند غیرعامل در بافت تاریخی شهری (مطالعه موردی شهر دزفول) با استفاده از نرم افزار ArcGIS و Choice Expert و استفاده از تلفیق تکنیک SWOT و AHP پرداخته اند. نتایج تحقیق نشان داد که محله های رودبند، قلعه، چولیان، کلاتریان، مجدیان و علی مالک نسبت به محله های دیگر در معرض آسیب پذیری بیشتری قرار دارند و همچنین راهبردهای تدافعی از سایر راهبردها از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. از طرف دیگر میانگین آسیب پذیری در بافت شهری دزفول برابر ۰/۰۵ درصد بوده است راهبردهایی که وزن آنها از بیشتر از میانگین است، شامل ده مورد می باشند که از مهمترین آنها می توان به مکانیابی کاربری های حساس با وزن ۰/۰۸۲ و بهسازی شبکه های زیرساختی با وزن ۰/۰۸۱ اشاره نمود و مابقی راهبردها دارای ارزش وزنی کمتری می باشند که دو راهبرد حفظ ویژگی های مطلوب شاخص ساختمانها با وزن ۰/۰۱۷ و بهره گیری از ویژگی های مطلوب منطقه برای کاهش بحران با وزن ۰/۰۱۸، کمترین وزن دهی را کسب نموده اند [۲۵].

همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی به ارزیابی آسیب پذیری بافت های فرسوده شهری از منظر پدافند غیرعامل با استفاده از روش تحلیلی سلسله مراتبی، نمونه موردی: شهرداری دزفول، نتایج پژوهش نشان داد، ۴۷/۸۳ قطعات واقع در محدوده بافت فرسوده دارای آسیب پذیری زیاد، ۳۳/۷۱ درصد آسیب پذیری

و عمران شهری می باشد. بارگذاری های شهری و آرایش کاربری های مراکز امداد و نجات، فضای سبز و باز، شبکه معابر، صنعتی و سازه ای، توجه به تراکم جمعیت و... در شهرها و نحوه ارتباط این گونه کاربری ها با یکدیگر، می تواند امکانات ویژه ای را برای نجات جان افراد ایجاد نموده و باعث بهبود عملکرد سیستم و کاهش آسیب پذیری آن گردد. معمولاً در گزینش جایگاه تاسیسات باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

۱. بررسی عوامل طبیعی در پدافند غیرعامل؛ ۲. بررسی ملاحظات پدافندی با توجه به موقعیت جغرافیایی ناحیه؛ ۳. هماهنگی ملاحظات پدافندی و طرح توسعه شهر؛ ۴. کمک رسانی به موقع هنگام وقوع رویدادهای ناگوار؛ ۵. توسعه آینده، ایمنی حریم و دسترسی آسان [۲۱].

در زمینه پدافند غیرعامل شهری مطالعات متعددی صورت گرفته است که در ادامه به برخی از آنها اشاره می گردد:

کخدایی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی به آمایش شهری با رویکرد پدافند غیر عامل در شهر زاهدان و مناطق پیرامونی آن پرداخته اند، نتایج پژوهش نشان داد، جانمایی کاربری های آسیب پذیر در وضعیت فعلی، در شرایط مناسبی قرار ندارد، به شکلی که در مناطق پیرامونی تنها ۰/۱۶ از محدوده سکونتگاه های روستایی (همت آباد، دابی آباد، مجتمع گاوداری) در اولویت دوم (اراضی با آسیب پذیری کم) قرار داشته و وضعیت مکانی کاربری آن ها در شرایط موجود نسبتاً مناسب ارزیابی شده است. همچنین تنها ۱۲ درصد از محدوده شهر زاهدان در اولویت اول قرار داشته و وضعیت مکانی کاربری آن ها در شرایط موجود مناسب ارزیابی شده است. اراضی با آسیب پذیری کم با ۲۶ درصد در اولویت (دوم)، و آسیب پذیری متوسط که بیشترین سهم را به خود اختصاص داده حدود ۳۳ درصد می باشد، و کاربری های آسیب پذیری که در بدترین شرایط مکانی (اولویت پنجم) قرار دارند، تنها ۷ درصد که در کل شرایط بسیار مطلوبی را نشان نمی دهد. [۲۲].

بابائیان و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی به ارائه الگوی پدافند غیرعامل در توسعه اماکن ورزشی شهر تبریز پرداختند. نتایج پژوهش در بخش کیفی نشان داد مقوله ها در قالب ۴۸ کد مفهومی و ۶ مقوله اصلی استخراج شد. در بخش کمی نیز مشخص گردید که هر ۶ مقوله اصلی پژوهش (به ترتیب مکانیابی، امکانات، جمعیت شناختی، انسانی، اقتصادی و



ضعف، قوت، فرصت‌ها و تهدیدهای کاربری اراضی شهری که با وضعیت شهر اردبیل همخوانی داشتند گردآوری شد. سپس به‌وسیله نظرات کارشناسان برخی از عوامل اضافه و برخی حذف گردیدند. لازم به ذکر است جامعه آماری تحقیق را کارشناسان و اساتید دانشگاهی (آشنا با موضوع پژوهش حاضر) تشکیل می‌دهند. به دلیل مشخص نبودن تعداد آنها از روش گلوله برفی برای شناسایی کارشناسان استفاده شد. در این خصوص ۱۰ نفر به‌عنوان افراد نمونه آماری برای پژوهش حاضر انتخاب شدند. در این راستا پس از جمع بندی نظرات افراد نمونه مهم‌ترین نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید کاربری اراضی شهری اردبیل جهت پیاده‌سازی در مدل SOWT شناسایی گردیدند. پس از شناسایی عوامل و وزن‌دهی و رتبه‌بندی آنها، راهبردهای لازم ارایه گردید. در ادامه به‌صورت اجمالی به تشریح این مدل پرداخته می‌شود.

### ۳-۱- تحلیل مدل راهبردی SWOT

SWOT سر واژه عبارات قوت‌ها (Strengths)، ضعف‌ها (Weaknesses)، فرصت‌ها (Opportunities) و تهدیدات (Threats) است. گام اول در مراحل برنامه‌ریزی راهبردی تعیین رسالت، اهداف و مأموریت‌های سازمان است و پس از آن می‌توان از طریق تحلیل SWOT که یکی از ابزارهای تدوین استراتژی است، می‌توان راهبردی طراحی کرد که متناسب با محیط باشد. با استفاده از این تحلیل این امکان حاصل می‌شود که اولاً "به تجزیه و تحلیل محیط‌های داخلی و خارجی پرداخته و ثانیاً" تصمیمات راهبردی اتخاذ نمود که قوت‌های منطقه را با فرصت‌های محیطی متوازن سازد. به‌طور کلی قواعد حاکم بر ماتریس SOWT بدین شرح می‌باشد.

- چگونه می‌توان با بهره‌گیری از نقاط قوت حداکثر بهره‌برداری را از فرصت‌ها انجام داد. (SO)

- چگونه با استفاده از نقاط قوت می‌توان اثر تهدیدات را حذف کرد یا کاهش داد. (ST)

- چگونه باید با بهره‌گیری از فرصت‌ها نقاط ضعف را تبدیل به نقطه قوت کرد یا از شدت نقاط ضعف کاست (WO)

متوسط و ۱۸/۴۶ درصد هم از آسیب‌پذیری کمی برخوردارند. محمدی ده‌چشمه و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی به بررسی سنجش اصول مجاورت کاربری‌های ویژه از منظر پدافند غیرعامل شهری مطالعه همجواری بیمارستان‌ها در شهر اهواز با استفاده از مدل منطق فازی (Logic Fuzzy) پرداخته‌اند. نتایج پژوهش نشان داد، میزان رعایت اصول همجواری پدافند غیرعامل در بیمارستان‌های شهر اهواز به‌طور متوسط ۲۹ درصد بوده است و در مقایسه بین مناطق، نیز بیمارستان‌های منطقه چهار با ۲۱ درصد کمترین و بیمارستان‌های منطقه شش با ۴۰ درصد بیشترین میزان رعایت اصول همجواری پدافند غیرعامل را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین، تحلیل نقشه از همجواری‌ها نشان از ناسازگاری و عدم رعایت اصول همجواری در محور مرکزی غربی- شرقی و شمالی- جنوبی در پهنه‌ی جغرافیایی اهواز دارد [۲۶]. جسارتی و آقائی (۱۳۹۵) در پژوهشی به تحلیل جغرافیایی آسیب‌پذیری شهر اردبیل براساس اصول پدافند غیرعامل با استفاده از روش ماتریسی پرداختند، نتایج پژوهش نشان داد اصول پدافند غیرعامل در شهر اردبیل رعایت نشده است [۲۷]. پژوهشگرانی از جمله ایکرت و همکاران [۱۸]. مارشال [۲۸]، راشد و ویکس [۲۹]، میلازو و ماچیو [۳۰] همگی از اهمیت پدافند غیرعامل و کاهش آسیب‌پذیری شهرها مطالبی مطرح نمودند. مرور پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد در رابطه با پدافند غیرعامل در حوزه شهری پژوهش‌های متعددی انجام شده است اما در رابطه با موضوع و روش پژوهش حاضر پژوهشی انجام نگرفته است. لذا به‌کارگیری مدل SWOT که بتواند شرایط موجود کاربری اراضی شهری اردبیل را از منظر پدافند غیرعامل، نشان دهد از اهمیت و ضرورت بالایی برخوردار است که این موضوع وجه تمایز پژوهش حاضر با سایر مطالعات انجام‌شده در این زمینه می‌باشد. بر این مبنا هدف پژوهش حاضر ارزیابی کاربری اراضی شهری اردبیل با تاکید بر پدافند غیرعامل می‌باشد.

### ۳- روش تحقیق

پژوهش حاضر بر اساس هدف کاربردی و از لحاظ ماهیت و روش، توصیفی- تحلیلی است. در این راستا ابتدا با توجه به اطلاعات به دست آمده از بررسی‌های کتابخانه‌ای، فهرست اولیه نقاط

عوامل اعم از عوامل داخلی و داخلی در ستون ۴ را به صورت مجزا با یکدیگر جمع نموده و امتیاز وزنی محاسبه می گردد. متوسط امتیاز وزنی کل، عدد ۳ است [۳۱]

#### ۴-۱- تجزیه و تحلیل عوامل داخلی و خارجی جهت ارزیابی کاربری اراضی شهری با تاکید بر پدافند غیرعامل

در جریان تجزیه و تحلیل داده ها براساس مدل SWOT ابتدا براساس نظرات کارشناسان مهم ترین عوامل داخلی (فرصت ها و قوت ها)، عوامل خارجی (ضعف ها و تهدیدها) شناسایی گردید و سپس در محیط Excel براساس وزن، درجه بندی امتیاز وزنی هریک محاسبه گردید. جدول (۲) تجزیه و تحلیل عوامل داخلی قوت ها (S) را در خصوص کاربری اراضی شهر اردبیل نشان می دهد.

جدول (۲): تجزیه و تحلیل عوامل داخلی قوت ها (S)

ردیف	قوت ها (S)	وزن	درجه بندی	امتیاز وزنی
۱	دارا بودن شاخص اقتصادی بالا در مراکز حیاتی شهر	۰/۳۳	۴	۱/۳۲
۲	فاصله کاربری های حساس از کاربری های صنعتی	۰/۱۹	۳	۰/۵۷
۳	مجاورت مراکز حساس به منابع آبی (بالیوچای)	۰/۲۱	۴	۰/۸۴
۴	جلوگیری از ادامه گسترش مراکز حیاتی و حساس در داخل شهر	۰/۲۷	۳	۰/۸۱
	مجموع		۱	۳/۵۴

منبع: ( یافته های پژوهش، ۱۴۰۱)

براساس جدول (۲) نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل نقاط قوت بیانگر این است عامل دارا بودن شاخص اقتصادی بالا در مراکز حیاتی شهر، با کسب امتیاز وزنی ۱/۳۲ در جایگاه نخست و عامل مجاورت مراکز حساس به منابع آبی بالیوچای، با امتیاز وزنی ۰/۸۴ در مرتبه دوم قرار دارد. کم ترین امتیاز وزنی نیز مربوط به فاصله کاربری های حساس از کاربری های صنعتی

- چگونه باید با کاهش دادن نقاط ضعف تأثیر تهدیدات را کاهش داد یا تأثیرشان را حذف نمود (WT)

به طور خلاصه می توان گفت هدف از تحلیل و بررسی فرصت ها و تهدیدات محیط خارجی ارزیابی این مسئله است که می توان فرصت ها را به دست آورد و از تهدیدات اجتناب کرد. به ویژه زمانی که با یک محیط خارجی غیرقابل کنترل در زمان کنونی روبرو است. ماتریس نهایی مدل سوات مطابق جدول (۱) طرح ریزی و راهبردی شده است.

جدول (۱): ماتریس مدل SWOT

SWOT	نقاط قوت S	نقاط ضعف W
فرصت O	استراتژی های SO	استراتژی های WO
تهدیدات T	استراتژی های ST	استراتژی های WT
فهرست فرصت ها	با نقاط قوت از فرصت ها استفاده کنید	با فرصت ها نقاط ضعف را از بین ببرید
فهرست تهدیدات	برای احتراز از تهدیدات از قوت ها استفاده کنید.	نقاط ضعف را کاهش دهید و از تهدیدات بپرهیزید.

#### ۴- یافته های پژوهش

جهت ارزیابی کاربری اراضی شهری با تاکید بر پدافند غیرعامل در شهر اردبیل از مدل SWOT استفاده شده است. در ادامه نحوه تجزیه و تحلیل داده ها براساس مدل مزبور تشریح می گردد: برای تجزیه و تحلیل نهایی عوامل داخلی (ضعف و تهدیدها) و عوامل خارجی (فرصت ها و تهدیدها) جدولی حاوی ۴ ستون که در برگیرنده عوامل، وزن و درجه بندی و امتیاز وزنی می باشد، تشکیل می شود. در ستون یک عوامل مربوطه وارد می شود. ستون دوم به وزن عوامل اختصاص دارد که از طریق پرسشنامه به دست آمده است. لازم به ذکر است وزن عوامل از صفر (بیشترین تأثیر) تا یک (کمترین تأثیر) متغیر است. گفتنی است مجموع اوزان ستون دوم برابر با ۱ می باشد. در ستون بعدی (سوم) که مربوط به درجه بندی می باشد براساس وضعیت موجود عوامل امتیازی از (خیلی کم) تا ۵ (بسیار زیاد) اختصاص می یابد. در ستون مربوط به امتیاز وزنی نیز، مقدار وزن در درجه هر عامل ضرب شده و بدین نحو امتیاز وزنی به دست می آید و میانگین این امتیاز عدد ۳ است. در نهایت امتیازات وزنی تمام

نزدیک به مرکز حساس جهت اسکان موقت نیز با کسب امتیاز وزنی ۰/۲۶ در پایین‌ترین سطح ضعف‌ها قرار دارد. پس از برآورد و تجزیه و تحلیل عوامل داخلی بر مبنای مقوله‌های قوت و ضعف، عوامل فرصت و تهدید مورد بررسی قرار می‌گیرد. جدول (۴) تجزیه و تحلیل عوامل خارجی فرصت‌ها (O) را در خصوص کاربری اراضی شهر اردبیل نشان می‌دهد.

جدول (۴): تجزیه و تحلیل عوامل خارجی فرصت‌ها (O)

ردیف	فرصت‌ها (O)	وزن	درجه بندی	امتیاز وزنی
۱	برنامه‌ریزی در زمینه کاربری اراضی با توجه به مسائل پدافند غیرعامل	۰/۲۱	۴	۰/۸۴
۲	فرهنگ سازی جهت مدیریت قبل از بحران	۰/۱۹	۴	۰/۷۶
۳	آموزش و برگزاری دوره‌های کمک‌های اولیه به ساکنین	۰/۱۴	۳	۰/۴۲
۴	افزایش تعداد ایستگاه آتشنشانی در سطح شهر	۰/۱۶	۳	۰/۴۸
۵	اعمال اصول پدافند غیرعامل در معماری شهری	۰/۱۷	۴	۰/۶۸
۶	برگزاری دوره‌های مشارکت مردمی در کارگاه‌های آموزش در زمینه پدافند غیرعامل	۰/۱۳	۳	۰/۳۹
مجموع		۱		۳/۵۷

منبع: (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

براساس جدول (۴) نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل عوامل خارجی (فرصت‌ها) نشان می‌دهد برنامه‌ریزی در زمینه کاربری

می‌باشد. جدول (۳) تجزیه و تحلیل عوامل داخلی ضعف‌ها (W) را در خصوص کاربری اراضی شهر اردبیل نشان می‌دهد.

جدول (۳): شناسایی و تجزیه و تحلیل عوامل داخلی ضعف‌ها (W)

ردیف	ضعف‌ها (W)	وزن	درجه بندی	امتیاز وزنی
۱	استقرار نامناسب کاربری‌های شهری که جزء تاسیسات حیاتی هستند.	۰/۲۱	۴	۰/۹۲
۲	نبود دانش فنی مرتبط در زمینه پدافند غیرعامل در شهرداری	۰/۱۳	۳	۰/۳۹
۳	بافت متراکم و استقرار مراکز حساس و امنیتی در مرکز	۰/۲۰	۴	۰/۸۰
۴	عدم توانایی شبکه حمل و نقل شهری به دلیل ترافیک در مراکز نزدیک به نقاط حساس شهر	۰/۱۶	۳	۰/۴۸
۵	عدم پشتیبانی از مراکز حیاتی شهر در هنگام وقوع بحران	۰/۱۵	۳	۰/۴۵
۶	عدم وجود مناطقی به عنوان پناهگاه و نزدیک به مرکز حساس جهت اسکان موقت	۰/۱۳	۲	۰/۲۶
مجموع		۱		۳/۳۰

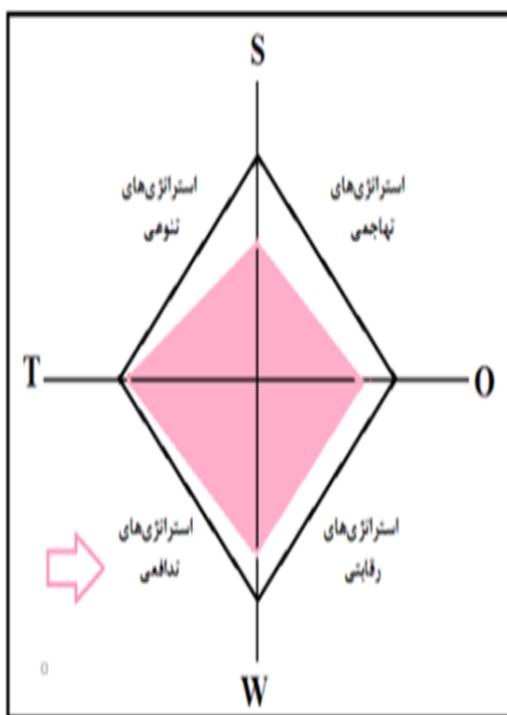
منبع: (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱)

براساس جدول (۳) نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل نقاط ضعف بیانگر این است عامل استقرار نامناسب کاربری‌های شهری که جزء تاسیسات حیاتی هستند با کسب امتیاز وزنی ۰/۹۲ در جایگاه نخست ضعف‌ها قرار دارد. این مورد از مهم‌ترین نقاط ضعف کاربری اراضی شهری اردبیل بوده که بایستی راهکارهایی برای کاهش خطر ناشی از آن در نظر گرفت. همچنین عامل بافت متراکم و استقرار مراکز حساس و امنیتی در مرکز با امتیاز وزنی ۰/۸۰ در جایگاه دوم قرار دارد که ایجاد تمهیدات لازم را ضروری می‌نماید عامل عدم وجود مناطقی به عنوان پناهگاه و

تهدیدها قرار دارد. این دو عامل در زمان وقوع بحران می تواند صدمات جبران ناپذیری را به بار آورد. عامل عدم آمادگی شهروندان در مقابله با بروز فاجعه با کسب امتیاز وزنی ۰/۴۸ در پایین ترین سطح فرصت ها قرار دارد.

#### ۴-۲- ارائه راهبردها

در چارچوب تدوین راهبردها، مرحله ارزیابی دربرگیرنده ابزارهایی است که متکی به اطلاعات به دست آمده از مرحله ارزیابی محیط خارجی و داخلی است که فرصت ها و تهدیدهای خارجی را با نقاط ضعف و قوت داخلی مقایسه می کند. به این منظور عوامل خارجی و داخلی در ماتریس SOWT با یکدیگر مقایسه شد تا راهبردهای مناسب تدوین گردد. برای تدوین راهبردهای برنامه ریزی شهری با توجه به اصول پدافند غیر عامل، ابتدا عوامل داخلی شامل نقاط قوت و ضعف و سپس عوامل خارجی شامل فرصت ها و تهدیدها تعیین و در نهایت راهبردهای تدافعی (WT)، تنوع (ST)، بازنگری (WO) و رقابتی و تهاجمی (SO) تدوین گردیدند [۳۱]. جدول (۶) ماتریس راهبردهای نهایی پژوهش را نشان می دهد.



شکل (۱): ارزیابی موقعیت و اقدام استراتژی

منبع: ( یافته های پژوهش، ۱۴۰۱)

اراضی با توجه به مسائل پدافند غیرعامل با کسب امتیاز وزنی ۰/۸۴ در مرتبه نخست فرصت ها قرار دارد. این عامل می تواند نقش مثبتی در توسعه آتی شهر اردبیل داشته باشد. عامل فرهنگ سازی جهت مدیریت قبل از بحران نیز با کسب امتیاز وزنی ۰/۷۶ در جایگاه دوم قرار دارد. این مورد نیز می تواند به تقلیل تلفات در مواقع بحران منجر شود. برگزاری دوره های مشارکت مردمی در کارگاه های آموزش در زمینه پدافند غیرعامل با کسب امتیاز وزنی ۰/۴۲ در پایین ترین سطح فرصت ها قرار دارد. جدول (۵) تجزیه و تحلیل عوامل خارجی تهدیدها (T) را در خصوص کاربری اراضی شهر اردبیل نشان می دهد.

جدول (۵): تجزیه و تحلیل عوامل خارجی تهدیدها (T)

ردیف	تهدیدها (T)	وزن	درجه بندی	امتیاز وزنی
۱	نبود سازه های امن و مقاوم سازی تاسیسات	۰/۲۲	۴	۰/۸۸
۲	استقرار مراکز نظامی در مرکز شهر	۰/۲۴	۴	۰/۹۶
۳	عدم مدیریت و کنترل شرایط در مواقع بحران	۰/۳۰	۳	۰/۹۰
۴	کور شدن مسیرهای ارتباطی در صورت آسیب دیدن مراکز حساس موجود در مرکز شهر	۰/۱۸	۴	۰/۷۲
۵	عدم آمادگی شهروندان در مقابله با بروز فاجعه	۰/۱۶	۳	۰/۴۸
	مجموع		۱	۳/۶۴

منبع: ( یافته های پژوهش، ۱۴۰۱)

براساس جدول (۵) نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل عوامل خارجی تهدیدها (T) نشان می دهد اصلی ترین و مهم ترین عامل تهدید شهر اردبیل به لحاظ کاربری اراضی شهر اردبیل مربوط به استقرار مراکز نظامی در مرکز شهر می باشد که با کسب امتیاز وزنی ۰/۹۶ در جایگاه نخست تهدیدها قرار گیرد. نبود سازه های امن و مقاوم سازی تاسیسات نیز با کسب امتیاز وزنی ۰/۸۸ در مرتبه دوم

## ۵- نتیجه‌گیری

امروزه یکی از اصول ضروری جهت ایمن‌سازی شهرها در مقابل هرگونه مخاطرات اعم از طبیعی و انسانی توجه به عملیاتی نمودن الزامات پدافند غیرعامل در کاربری اراضی شهری می‌باشد. چراکه شهرها به‌عنوان کانون عمده تمرکز کاربری‌ها و فعالیت‌ها به‌شمار می‌رود و در صورت بروز هرگونه مخاطره و حادثه در وضعیت بحرانی قرار می‌گیرد. از این رو هدف پژوهش حاضر ارزیابی کاربری اراضی شهری با تاکید بر پدافند غیرعامل بر پایه مدل SWOT می‌باشد که به‌منظور سنجش وضعیت موجود، پیش‌بینی شرایط آینده و تدوین راهبردها به‌صورت موردی در شهر اردبیل انجام گرفته است. شهر اردبیل دارای مراکز حساس و حیاتی بوده که روند رشد و تکامل آن در ابعاد مختلف، پدافند غیرعامل و محقق ساختن آن در برنامه‌ریزی‌های شهری، منوط به ارزیابی عوامل داخلی و خارجی می‌باشد. از این رو، با استفاده از روش سوات به تحلیل نقاط قوت و ضعف و همچنین فرصت‌ها و تهدیدهای کاربری اراضی شهر اردبیل پرداخته شد. در این راستا ۱۰ عامل داخلی تعیین گردید که مشتمل بر ۴ عامل نقاط قوت و ۶ عامل نقاط ضعف می‌باشد. تعداد عامل خارجی هم ۱۱ عامل تعیین شد که ۶ عامل فرصت و ۵ عامل تهدید را تشکیل می‌داد. مجموع امتیاز وزنی نهایی عامل داخلی (قوت و ضعف) به‌ترتیب ۳/۳۰ و ۳/۵۴ به‌دست آمد. مجموع امتیاز وزنی نهایی عامل خارجی (فرصت و تهدید) نیز به‌ترتیب ۳/۵۷ و ۳/۶۴ به‌دست آمد.

نتایج پژوهش حاکی از آن است که برنامه‌ریزی کاربری اراضی در شهر اردبیل، از لحاظ پدافند غیرعامل به راهبردهای تدافعی نزدیک تر می‌باشد و شهر اردبیل فاقد برنامه‌ریزی جامع در زمینه پدافند غیرعامل می‌باشد و این مهم از طریق برنامه‌ریزی هدفمند در جهت ایمن‌سازی شهر در برابر مخاطرات طبیعی و انسانی، تغییر کاربری‌های غیرضروری نظامی، اعمال قوانین پدافند غیرعامل برای معماران و مهندسان و به‌کارگیری تجهیزات در پیرامون مراکز حساس جهت مهار مخاطرات، تحقق می‌یابد که بهبود عملکرد سیستم و کاهش آسیب‌پذیری را به‌دنبال دارد. یافته‌های این پژوهش، از یک سو با نتایج پژوهش دیده‌بان و همکاران (۱۳۹۹) و از دیگر سو با نتایج پژوهش جسارتی و آقائی (۱۳۹۵) هم‌سو می‌باشد. در یک نتیجه کلی می‌توان گفت که

جدول (۶): ماتریس تدوین راهبردهای SOWT

راهبردهای رقابتی / تهاجمی (SO)	راهبردهای بازنگری (WO)
SO1- پراکندگی احداث تأسیسات عدم ساخت و ساز به صورت خطی SO2- استفاده از عوارض طبیعی جهت کاهش آسیب‌پذیری SO3- اعمال اصول عمده پدافند غیرعامل در مکانیابی تأسیسات حساس SO4- گسترش امکانات کمک‌رسانی از طریق افزایش مراکز امداد شهری، نظیر افزایش تعداد ایستگاه آتش‌نشانی	WO1- تعبیه مکانی جهت استقرار به عنوان پناهگاه یا جان‌پناه در فاصله مناسب از تأسیسات WO2- به‌کارگیری متخصصین فعال در زمینه پدافند غیرعامل و اعمال دانش فنی مرتبط ر معماری تأسیسات حیاتی و امنیتی WO3- افزایش مطالعات در زمینه ارزیابی کاربری اراضی موجود و بررسی سنخیت آن با اصول پدافند غیرعامل WO4- فرهنگ‌سازی توسط رسانه‌ها و مقابله با آثار روانی مخرب بعد از وقوع حادثه
راهبردهای تنوع (ST)	راهبردهای تدافعی (WT)
ST1 - مقاوم‌سازی و استحکام‌سازی سازه‌ها در تأسیسات حیاتی ST2 - جلوگیری از تمرکز بی‌رویه تأسیسات حیاتی در مرکز شهر ST3- استفاده از منابع و امکانات موجود جهت مقابله با وقوع بحران ST4 - گسترش امکانات شبکه حمل و نقل شهری در راستای پشتیبانی سریعتر حین وقوع حادثه	WT1 انجام مطالعات طرح جامع ایمن‌سازی شهر اردبیل در مقابل مخاطرات طبیعی و انسانی WT2 اعمال قوانین برای معماران و مهندسان جهت ضرورت استفاده از مصالح و سازه‌های مقاوم در ابنیه شهری WT3 به‌کارگیری پمپ‌های آب در نزدیکی مراکز مسکونی، تجاری، پرتراکم جمعیتی در مراکز شهر جهت مهار اثرات مخرب مخاطرات نظیر آتش‌سوزی WT4 تغییر کاربری‌های غیرضروری نظامی ضمن ملاحظات دفاعی-امنیتی

- Sepehr Geographical Information, no. 96, pp. 1394-112, 2015. (In Persian)  
<https://doi.org/10.22131/sepehr.2016.18946>
- [11]. H. Navaei, N. Rezaei, and R. A. Abbaspour, "Spatial evaluation and analysis of the efficiency of local communication networks after the earthquake from the point of view of passive defense", *Science and Technologies of Passive Defense*, no. 3, pp. 151-160, 2011. (In Persian)  
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.26762935.1390.2.3.1.1>
- [12]. S. Khazaei and S. Raushit Hosseini, "Location of urban multi-purpose shelters using geographic information systems (Case study: one district of Tehran municipality)" *Passive Defense Scientific Journal*, 7 number 4, pp. 1-12, 2015. (In Persian)
- [13]. Gh. A. Khmer, H. Saleh Gohari, and Z. Hosseini, "Feasibility of location selection (urban shelters using model (IO) and method (AHP) case study: 13 localities of Region 1 (Kerman city)" *Urban Planning Studies Quarterly*, no. 7, pp. 29-54, 2014. (In Persian)
- [14]. M. A. Akhbari and M. Ahmadi Moghadam, "Investigation of passive defense in urban management," *Geopolitics Quarterly*, no. 2, pp. 36-69, 2014. (In Persian)  
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.17354331.1393.10.34.2.0>
- [15]. D. Bertrand, "Passive Defense Aggressive Strategies: A Game Theoretic Analysis of Passive Defense, International Conference on Intelligent Systems," Louis, USA, 201
- [16]. S. Spilerman, "Structural characteristics of cities and severity of racial disorders," *American sociological review*, vol. 41, Seattle, 2005.
- [17]. R. Ghafarpour, A. Jam, and A. M. Ranjbar, "Choosing the optimal combination of distributed production sources in order to increase energy security in defense sites with the passive defense approach," *Journal of Passive Defense Sciences and Technologies*, no. 1, pp. 10-32, 2016. (In Persian)
- [18]. G. Ekret, T. Yang, and H. Freed, "Energy combine in Go`teborg, Honors Thesis in Environment Science," Department of Physical Resource Theory, Chalmers University of Technology, Go`teborg, Sweden, pp. 54-68, 2002.
- [19]. S. J. Mousavi Nesab and A. Kishori, "Urban management with passive defense approach (Case study: Varamin city)," *Shahrtab Avar scientific journal*, number 1, pp. 32-25, 2018. (In Persian)
- [20]. S. J. Fasharaki and G. Jalali Farahani, "The Role of Passive Defense and Crisis Management in Urban Development," *Third International Conference on Comprehensive Crisis Management in Unforeseen Events*, 2019. (In Persian)
- [21]. K. Ziyari, "Planning new cities" the glory of God, 7th edition, Tehran, Samt, 2015. (In Persian)
- [22]. M. Kodkhodaei, M. Hafezzadeh, and M. Karimian Bostani, "Urban planning with passive defense approach in Zahedan city and its surrounding areas," *Peripheral Space Development Magazine*, no. 2, pp. 67-90, 2021. (In Persian)  
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.26764164.1400.3.2.3.9>
- [23]. M. Babaian, M. R. Najafzadeh, H. Mohammadpour Surei, and J. Barqi Moghadam, "Presentation of the passive defense model in the development of sports facilities in Tabriz city, passive defense scientific journal, number no. 2, pp. 83-95, 2022. (In Persian)
- [24]. S. Alavi, H. Nazm Far, and A. M. Eshghi Chaharbarj, "Spatial analysis of the treatment centers of Bukan city with the approach of passive defense," *Human geography researches*, no. 4, pp. 1271-1291, 2020. (In Persian)  
<https://doi.org/10.22059/jhgr.2020.283482.1007958>
- [25]. M. DydeBaban, C. Momeni, M. Mohibian, H. Ahmadi, E. Maudet, "Evaluation and strategic zoning of passive defense in historical urban context (case study: Dezful city)," *Scientific Quarterly of Urban Structure and Function*, no. 25, pp. 31-55, 2019. (In Persian)  
<https://doi.org/10.22080/usfs.2020.16872.1841>
- [26]. A. Ghanbari Nasab, H. Qala Asl, H. Nouri, J. Agha Ghanizadeh, and F. Ranjbar, "Evaluating the vulnerability of worm-out urban structures from the point of view of passive defense using the hierarchical analysis method, case example: Shahr-Ardabil", *Crisis Management Scientific Research Journal*, pp. 84-98, 2019.

شهر اردبیل فاقد برنامه‌ریزی جامع در زمینه پدافند غیرعامل و کاهش آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در مواقع بحران می‌باشد لذا تمهیدات لازم جهت رفع آنها ضروری می‌نماید. در ادامه به مهم‌ترین پیشنهادات در این زمینه اشاره می‌شود: شناسایی مناطقی که بیشتر از سایر مناطق در معرض سوانح قرار دارند؛ مشخص نمودن معیارها، ضوابط و مقررات ایمنی برای انواع کاربری‌ها جهت پهنه‌بندی مراکز پدافندی شهر اردبیل؛ مکان‌یابی مناسب و گسترش مراکز امداد و نجات شهری (آتش نشانی، اورژانس، هلال احمر و...); تهیه پایگاه اطلاعاتی جهت شناسایی مکان‌های مستعد آسیب‌پذیری بیشتر؛ پراکندگی ساختمان‌های مهم اداری و دولتی؛ حفظ حریم و رعایت فاصله مناسب از برخی تاسیسات خطرناک شهری؛ نظارت مستمر متولیان بر ساخت و ساز شهری؛

## ۶- مراجع

- [1] M. Mohammadi De Cheshme and H. Alizadeh, "Evaluation of the components of urban security based on the structuralist approach of case study: Urmia city", *Scientific-Research Quarterly of Geographical Information (Sephehr)*, no. 104, pp. 158, 145, 2017. (In Persian)  
<https://doi.org/10.22131/sepehr.2018.30524>
- [2] M. Mohammadi Deh Cheshme, "Safety and passive urban defense", first edition, Shahid Chamran University Press, Ahvaz, 2013. (In Persian)
- [3] M. M. Azizi and M. Barnafar, "The optimal process of urban planning in air attacks from the point of view of passive defense", *Scientific-Research Quarterly of Urban Studies*, no. 1, pp. 22-22, 2019. (In Persian)
- [4] B. Wisner, P. Walker, & A. Beyond Kobe, "Feinstein International Famine Center," *Proactive Look at the World Conference on Disaster Reduction January Kobe, Japan, A report for the Swiss Department of Humanitarian Aid*, 2005.
- [5] M. Qadiri and A. R. Ruknuddin Eftekhari, "The relationship between the social construction of cities and the degree of vulnerability to earthquake risk, case study: neighborhoods of Tehran," *Geography and Environmental Planning*, no. 2, pp. 153-174, 2013. (In Persian)  
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20085362.1392.24.2.12.9>
- [6] A. Shahyundi and H. Sheikhi, "Evaluation of urban vulnerability based on the principles of passive defense (case study: Hamedan city)," *Physical Development Planning Journal*, no. 4, pp. 81-92, 2017. (In Persian)  
<https://doi.org/10.30473/psp.2019.5655>
- [7] B. Lane Marcus, "Reviewing the regional forest agreement experience: The wicked problem of common property forests," Presented at *Regional Forest Agreements and the Public Interest: A National Symposium*, Australian National University, Canberra, Australia, 2011.
- [8] H. Kamran and H. Hosseini Amini, "Use of passive defense in urban and regional planning," *Geographical Space Scientific-Research Quarterly*, no. 15, pp. 75-88, 2012. (In Persian)
- [9] M. Mohammadian, S. A. Hosseini, and M. Haji Aghaei, "An analysis of the role of passive defense in Tabriz metropolis with a crisis management approach", *Urban Research and Planning*, no. 35, pp. 1397-69, 2017. (In Persian)  
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.22285229.1397.9.35.6.9>
- [10] H. Hataminejad and A. Azimzadeh Irani, "Organizing urban neighborhoods based on the requirements of passive defense (case study: Neighborhoods of six districts of two cities of Tehran),"

- [30] M. Millazzo and G. Maschio, "Resilience of Cities to Terrorist and other Threats," NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, Risk Evaluation of Terrorist Attacks against Chemical Facilities and Transport Systems in Urban Areas, ISSN: 1874-6519, pp. 37-53, 2013.
- [31] H. Hosseini Amini, S. Badaglou, B. Amin Neiri, and Y. Continugar, "Evaluation of urban structure in line with passive defense planning with SOWT method (Case study: Bushehr city)," Scientific-Research Quarterly of Geography (Regional Planning), no. 2, pp. 555-539, 2017.  
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.22286462.1398.9.2.33.9>
- [27] A. Jesarti and J. Aghai, "Geographical analysis of the vulnerability of Ardabil city based on the principles of passive defense", Journal of Police Geography, no. 17, pp. 27-52, 2015. (In Persian)
- [28] O. Marsell, "The Tomato Gene Pti1 Encodes a Serine/Threonine Kinase that is phosphorylated by Pto and is Involved in the Hypersensitive Response," Cell, vol. 83, no. 6, pp. 925-935, 2005.
- [29] K. Rashed and J. Weeks, "Assessing vulnerability to earthquake hazards through spatial multicriteria analysis of urban areas," International Journal of Geographic Information Science, vol. 17, no. 6, pp. 547-576, 2011.





## طراحی و ساخت سامانه تأمین روشنایی جدید با بکارگیری منابع

### نوری با پرتوهای موازی و صفحات بازتابنده-پراکنده کننده

ناصر سیاهوشی<sup>۱\*</sup>، رضا غفارپور<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۲۰

#### چکیده

انسان همواره به دنبال راه حلی برای غلبه بر پدیده تاریکی و تولید روشنایی در محیط‌های تاریک یا کم‌نور بوده است که با اختراع انواع چراغ‌ها و لامپ‌ها بر این مشکل غلبه کرده است. در وسایل روشنایی فعلی، منبع روشنایی در سقف قرار دارد که دارای مزایایی از جمله توزیع شدت نسبتاً یکنواخت نور در کل محیط به مرکزیت محل استقرار منبع و البته معایبی همچون نیاز به سیم‌کشی در سقف است. در مکان‌هایی از جمله تونل‌ها، ساختمان‌های با سقف بلند، طاق‌های بسیار بلند و مواردی از این قبیل، علاوه بر هزینه زیاد سیم‌کشی در سقف، در صورت نیاز به تعمیر یا تعویض منبع روشنایی، در کنار دشواری فراوان و مخاطرات جدی، هزینه مضاعفی باید برای این منظور در نظر گرفت. علاوه بر این، عدم وجود سیم حامل جریان الکتریکی در سقف، از الزامات برخی مکان‌ها محسوب می‌شود. در راستای افزایش ایمنی افراد و تجهیزات و کاهش قابل توجه هزینه، و نیز عدم استفاده از سیم حامل جریان الکتریکی در سقف برخی تونل‌ها یا ساختمان‌ها به‌عنوان رعایت اصول پدافند غیرعامل، سامانه روشنایی جدیدی پیشنهاد شده است. این سامانه با بکارگیری منابع نوری LED به‌عنوان چشمه‌های روشنایی، استفاده از قطعات اپتیکی موازی‌ساز، در کنار بکارگیری مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده، علاوه بر حذف سیم انتقال جریان الکتریکی از سقف و سهولت در تعمیر یا تعویض منبع نوری، روشنایی مورد نیاز آن محل را نیز تأمین نماید. نتایج آزمایش‌های انجام شده با بکارگیری دو هندسه مختلف برای مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده نشان داد که بکارگیری روش پیشنهادی نه تنها موجب کاهش مقدار لوکس نور پراکنده شده در محیط نمی‌شود؛ بلکه درخشندگی را به مقدار اندکی افزایش هم می‌دهد.

**کلیدواژه‌ها:** منبع روشنایی، لامپ‌های سنتی، قطعه موازی‌ساز، مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده، لوکس متر

<sup>۱</sup> دکتری تخصصی دانشکده شهید فخری زاده (علوم پایه)، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران (n-siahvashi@ihu.ac.ir) - نویسنده مسئول

<sup>۲</sup> استادیار دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران

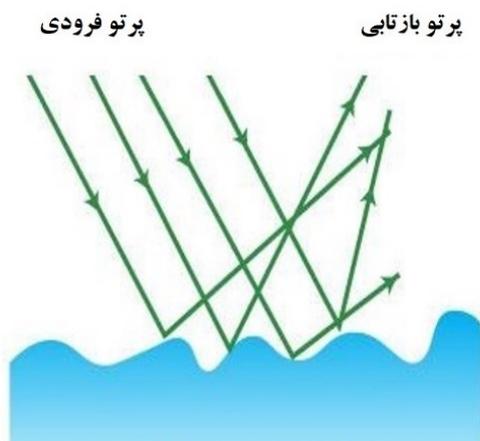
## ۱- مقدمه

انسان به عنوان یکی از مخلوقات الهی، از بدو تولد آدم ابوالبشر تاکنون همواره با پدیده‌ای به نام تاریکی روبرو بوده است. یقیناً شب ملموس‌ترین و طبیعی‌ترین مثال از بروز این پدیده است. شب را می‌توان بازه‌ای زمانی در نظر گرفت که در آن بازه، نور خورشید به ما نمی‌رسد. البته در کنار این تاریکی طبیعی که ناشی از گردش سیارات در مدارهای مشخص است، بشر همواره با دست‌کاری در طبیعت، تاریکی‌هایی را نیز خود ایجاد کرده است. در واقع عدم وجود نور به منزله تاریکی است، لذا ایجاد ساختمان‌های زیر زمینی، تونل‌ها، متروها و واحدهای ساختمانی که در طول روز نیازمند تأمین نور هستند، همه از جمله این موارد خواهند بود. در هر دو حالت، انسان همواره به دنبال راه‌حلی برای غلبه بر پدیده تاریکی و تولید روشنایی در محیط‌های تاریک یا کم‌نور بوده است. به‌منظور رفع این نیاز در دوره‌های مختلف روش‌های متعددی به‌کارگرفته شده است. شاید بتوان روشن کردن آتش را اولین مرحله در دستیابی به روشنایی توصیف کرد. در ادامه پیشرفت بشر و اختراع شمع در کنار چراغ‌های روغنی، گامی بزرگ در حوزه روشنایی محسوب می‌شود [۱،۲]. پس از کشف سوخت‌های فسیلی و استفاده از آن‌ها در کنار توانایی بشر در فرآیندهای شیشه‌گری و تولید انواع شیشه‌ها و چراغ‌ها سیر تکامل این حوزه سرعت بخشیده است [۳،۴]. یقیناً می‌توان تولید الکتریسیته را انقلابی در حوزه روشنایی در نظر گرفت. سابقه وسایل روشنایی الکتریکی به میانه قرن نوزدهم می‌رسد. در سال (۱۸۵۴) هاینریش گوبل نخستین لامپ الکتریکی را اختراع کرد که حدود چهارصد ساعت نور می‌داد اما آن را ثبت نکرد. پس از وی جیمز وودوارد، ویلیام سایر، متیو ایوانز (۱۸۷۵) و جوزف سوان (۱۸۷۸) مدل‌های دیگر چراغ الکتریکی را پیشنهاد دادند [۵]. کمی پیش از آنکه ادیسون وارد این عرصه شود، والیس، صنعتگر آمریکایی نوعی چراغ‌برق را روانه بازار کرده بود که نمونه‌ای از آن به دست ادیسون رسید (۱۸۷۸). دستگاه والیس از چارچوبی با یک حباب دو میله فلزی متحرک که به هر کدام تکه زغالی متصل بود تشکیل می‌شد. این چراغ الکتریکی بازده کمی داشت؛ مصرف برق آن زیاد و عمر زغال‌هایش کم بود. با این حال، ادیسون که به اهمیت اختراع والیس پی‌برده بود، تصمیم گرفت آن را اصلاح کند و به جای زغال ماده مناسب‌تری بیابد که با برق کمتر، مدت طولانی‌تری روشنایی ایجاد کند و باگذشت زمان از بین نرود. پس از یک سال تلاش و آزمایش صدها ماده گوناگون، ادیسون و همکارانش توانستند با خالی‌کردن هوای داخل حباب و استفاده از نخ معمولی زغال‌اندود (کربنیزه) لامپی بسازند که می‌توانست تا چهل

ساعت نور بدهد. این موفقیت اولیه موجب شد تا آن‌ها با پشتکار بیشتری بکار خود ادامه دهند و وقتی توانستند عمر متوسط چراغ تولیدی را به پانصد ساعت برسانند، از آن رونمایی کردند (۱۸۸۰). [۶-۸]. به تدریج تغییر فناوری از لامپ‌های رشته‌ای به لامپ‌های فلئورسنت، دریچه‌ای دیگر بر روی بشر ایجاد کرد. سه دانشمند آلمانی به نام‌های اف میر، اچ، اسپنروای جرمر توانستند در ولتاژ پائین با گرمایش قبلی الکترودها، جرقه لازم را ایجاد کنند و به‌طور هم‌زمان اشعه فرابنفش را نیز به‌وسیله پوشاندن لوله‌ها با یک پودر فلئورسنت به نور قابل رویت تبدیل کنند به این ترتیب، اولین لامپ فلئورسنت بر پایه این یافته‌ها به وجود آمده و توسط آندره کلود، به ثبت رسید [۹، ۱۰]. اولین لامپ‌های فلئورسنت در اروپا در سال ۱۹۳۶ میلادی به‌وسیله شرکت اسرام تولید و به بازار عرضه شد. درنهایت فناوری دیودهای نور گسیل<sup>۱</sup> (LED) را می‌توان به‌عنوان آخرین دستاورد بشر در حوزه تولید روشنایی بیان نمود [۱۱]. LEDها در واقع جزء خانواده دیودها هستند که زیرگروه نیمه‌هادی‌ها به‌شمار می‌آیند. خاصیتی که LEDها را از سایر نیمه‌هادی‌ها متمایز می‌کند این است که با گذر جریان الکتریکی از آن‌ها مقداری انرژی به صورت نور از آن‌ها گسیل می‌شود [۱۲]. لامپ‌های LED کارایی، طول عمر و بازده انرژی بالا (چند برابر لامپ‌های رشته‌ای و فلئورسنت) دارند. اهمیت این کشف جدید به حدی بود که جایزه نوبل فیزیک سال ۲۰۱۴ به ایسامو آکاساکی، هیروشی آمانو و شوجی ناکامورا به واسطه تلاش در حوزه ساخت LED اهدا شد [۱۳]. آنچه در همه لامپ‌های مذکور اعم از رشته‌ای، فلئورسنت و حتی LEDها به منظور تأمین روشنایی مشترک است، قرارگیری منبع نور در یک نقطه و انتشار پرتوهای آن از محل استقرار به همه نقاط اطراف است. با توجه به اینکه محل نصب لامپ‌ها معمولاً در سقف ساختمان است، می‌توان بیان نمود که نور از محل قرارگیری منبع تقریباً در زاویه فضایی به اندازه  $2\pi$  استرادیان منتشر می‌شود [۱۴]. استقرار لامپ در سقف دارای مزایایی از جمله توزیع شدت نسبتاً یکنواخت نور در کل محیط به مرکزیت محل نصب لامپ و معایبی همچون نیاز به سیم‌کشی در سقف است. در بسیاری از مکان‌ها مانند تونل‌ها، ساختمان‌های با سقف بلند، طاق‌های بسیار بلند و گاه تا ارتفاع ۵۰ متر و مواردی از این قبیل، علاوه بر هزینه زیاد سیم‌کشی در سقف، در صورت نیاز به تعمیر یا تعویض منبع روشنایی، علاوه بر دشواری فراوان و مخاطرات جدی، هزینه مضاعفی باید برای این منظور در نظر گرفت. در کنار موارد مذکور، در برخی مکان‌ها امکان سیم‌کشی در سقف وجود ندارد. به عبارتی عدم وجود سیم حامل جریان الکتریکی در سقف، از الزامات آن مکان‌ها محسوب می‌شود [۱۵]. ضرورت عدم استفاده

<sup>۱</sup> Light emitting diode

البته باید توجه داشت در صورتی که سطح، مات و غیر صیقلی باشد نور هیچ ارجحیتی در زاویه بازتاب نداشته و در این حالت نور اصطلاحاً پخشیده (پراکنده) خواهد شد. شکل (۲) طرحواره نور بازتابی پخش شده را نشان می‌دهد.



شکل (۲): طرحواره بازتاب نور از سطوح غیر صیقلی (بازتاب پخشیده) باتوجه به قوانین بازتاب و شکست نور، عدسی‌های اپتیکی با هندسه‌های مختلف تخت- منحنی و دو سمت منحنی به صورت محدب و مقعر، به عنوان ابزارهای که نور پس از عبور از آنها شکسته شده و همگرا یا واگرا می‌شود، شناخته می‌شوند. رابطه حاکم بر عدسی‌ها به صورت رابطه (۳) است [۱۸].

$$\frac{1}{P} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad (3)$$

در این رابطه P نشان‌دهنده فاصله محل جسم، q فاصله محل تصویر و f فاصله کانونی عدسی است. با استفاده از رابطه (۳) می‌توان بیان نمود که اگر جسمی در کانون عدسی قرار بگیرد تصویر آن در بینهایت تشکیل خواهد شد، یا به عبارتی می‌توان انتظار داشت در این حالت، پرتوهای خروجی از عدسی موازی باشند.

### ۳- چیدمان آزمایشگاهی و نتایج

با توجه به الزامات و محدودیت‌های اشاره شده در مقدمه و با استفاده از قوانین فیزیکی حاکم بر سامانه‌های اپتیکی، روشی پیشنهاد می‌شود که از یک منبع نور، یک قطعه اپتیکی موازی‌ساز با قابلیت هدایت نور با واگرایی کم و یک مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده، به منظور تأمین نور محیط استفاده گردد. در ادامه ابتدا به تشریح روش پیشنهادی پرداخته و سپس چیدمان آزمایشگاهی مورد استفاده برای منبع نوری ارائه می‌شود. پس از آن چیدمان‌های مختلف مورد آزمایش با این روش، بررسی و ارزیابی خواهد شد.

از سیم برق در سقف برخی تونل‌ها یا ساختمان‌ها به عنوان رعایت یکی از اصول پدافند غیرعامل، در کنار افزایش ایمنی افراد و تجهیزات و نیز کاهش قابل توجه هزینه، ایجاب می‌کند که در راستای تکامل این حوزه با به کارگیری هر چه بیشتر علم فوتونیک در رفع نیازهای بشر اقدام شود. در پژوهش حاضر، تلاش می‌شود با به کارگیری منابع نوری LED، و با استفاده از ادوات اپتیکی در کنار فیزیک حاکم بر آنها، ایده‌ی استفاده از سامانه روشنایی جدیدی پیشنهاد شود که در کنار مزایای منابع نوری متداول، تا حدودی معایب آنها را نیز برطرف کرده و علاوه بر حذف سیم انتقال جریان برق از سقف و امکان سهولت در تعمیر یا تعویض منبع نوری، روشنایی مورد نیاز آن محل را نیز تأمین نماید.

### ۲- اصول، مبانی و معادلات

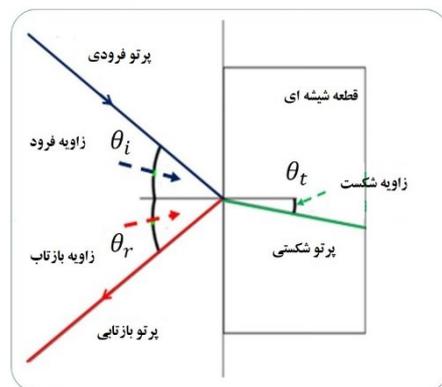
هنگامی که پرتوهای منتشر شده از منبع نوری به فصل مشترک دو محیط با ضرایب شکست  $n_1$  و  $n_2$  برخورد می‌کنند؛ بخشی از آنها بازتاب شده و بخشی دیگر عبور خواهند کرد. مطابق شکل (۱)، پرتوهایی که با زاویه  $\theta_i$  بر فصل مشترک دو محیط فرود آیند، طبق اصل بازتاب با همان زاویه، بازتابیده خواهند شد [۱۶]:

$$\theta_i = \theta_r \quad (1)$$

بخش دیگر نور با عبور از محیط اول و ورود به محیط دوم، طبق قانون اسنل با زاویه شکست  $\theta_t$ ، شکسته می‌شود [۱۷]:

$$n_i \sin(\theta_i) = n_t \sin(\theta_t) \quad (2)$$

که اگر  $n_2 > n_1$  باشد؛ زاویه شکست  $\theta_t$  به گونه‌ای است که پرتو شکسته شده به خط عمود بر سطح نزدیک‌تر می‌شود و اگر  $n_2 < n_1$  باشد؛ پرتو شکسته شده از خط عمود بر سطح دورتر می‌شود.



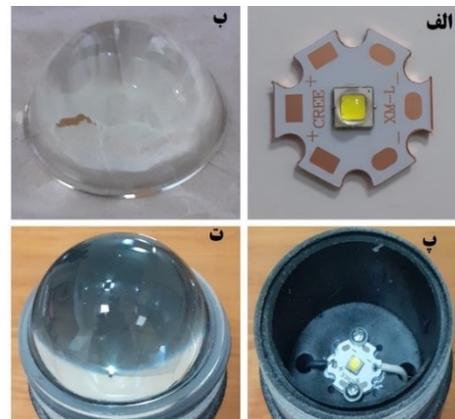
شکل (۱): بازتاب و شکست در مرز بین دو محیط نوری [۱۴]

### ۱-۳- تشریح روش

در این روش، منبع روشنایی که از یک LED نوری و یک اپتیک موازی-ساز تشکیل شده است، در یک نقطه و مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده در نقطه‌ای دیگر و در فاصله‌ای دور از محل منبع قرار می‌گیرند. پرتوهای نوری تولید شده توسط LED از طریق سامانه موازی کننده از منبع به سمت صفحه مذکور منتشر می‌شوند. در این روش محل استقرار مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده همان محل استقرار لامپ‌های سنتی در مکان مورد نظر است در حالی که منبع نور در هر محل دیگری که محدودیتی برای نصب نداشته باشد، قرار خواهد گرفت. به-کارگیری منبع نور در محلی غیر از محل مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده سبب می‌شود علاوه بر تامین نور محل، الزامات و محدودیت‌های اشاره شده رفع شود.

### ۲-۳- منبع نوری با پرتوهای موازی

به منظور بررسی روش پیشنهادی از یک LED تک با توان ۱۰ وات به عنوان منبع نور سفید استفاده شده است. عدسی محدب ضخیم تخت-کروی به عنوان یک قطعه اپتیکی نقش موازی سازی پرتو نوری تولید شده توسط LED را بر عهده دارد. به منظور عملکرد صحیح موازی ساز، LED مورد استفاده توسط یک وسیله اپتومکانیکی به گونه‌ای به عدسی متصل شده است که در محل کانون عدسی قرار گیرد. این وسیله اپتومکانیکی از جنس آلومینیوم انتخاب شده است تا هم‌زمان نقش خنک ساز منبع نور را نیز ایفا کند؛ زیرا منابع نوری تک LED در صورتی که خنک نشوند آسیب خواهند دید. لذا سوار کردن آن بر روی واسط آلومینیومی موجب می‌شود که گرمای تولیدی به سرعت به محیط انتقال داده شده و مانع از آسیب منبع نوری گردد. شکل (۳) بخش‌های مختلف منبع نوری با پرتوهای موازی را نشان می‌دهد.



شکل (۳): اجزای بکار رفته در منبع نوری با پرتوهای موازی. الف: تک LED ب: عدسی تخت-کروی ضخیم پ: اپتومکانیک واسط ت: منبع نوری کامل

شکل (۳-الف) منبع نوری تک LED با توان ۱۰ وات، که توسط آداپتور DC روشن می‌شود را نشان می‌دهد. عدسی تخت-کروی ضخیم (۳-ب) به عنوان قطعه اپتیکی موازی ساز پرتوهای نور گسیلی از LED مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل (۳-پ) واسط اپتومکانیکی بین عدسی و منبع نور را نشان می‌دهد که منبع نور داخل این قطعه تعبیه شده است. شکل (۳-ت) منبع نور مورد استفاده با پرتوهای موازی شده را نشان می‌دهد.

### ۳-۳- مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده

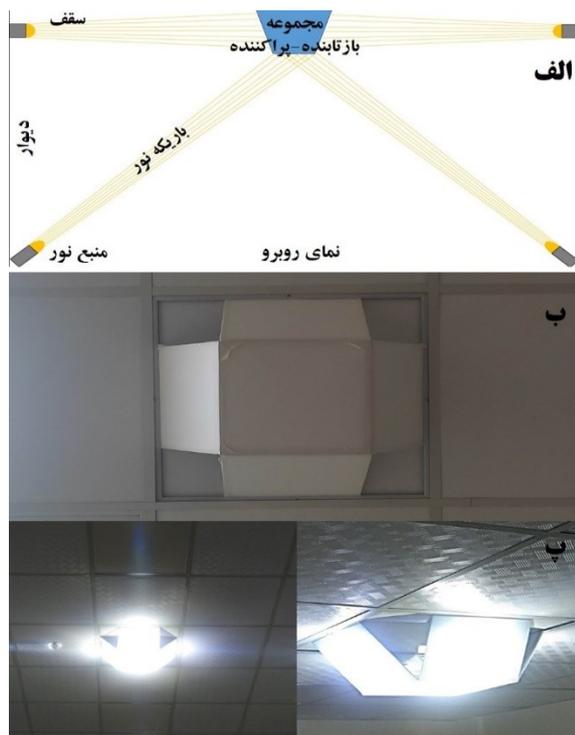
به منظور پخش نور تولید شده توسط منبع در محیط از یک مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده استفاده شده است. این مجموعه از یک قطعه بازتابنده، یک قطعه پخش کننده براق و یک قطعه پخش کننده کدر تشکیل شده است که بسته به نوع چیدمان مورد استفاده، این قطعات توسط یک نگهدارنده روی هم قرار می‌گیرند. شکل (۴) قطعات این مجموعه را نشان می‌دهد. مطابق شکل قطعه پخش کننده کدر (شکل ۴-الف) به منظور پراکنده نمودن نور ارسالی از منبع و بازتابی از صفحه بازتابنده را بر عهده دارد. قطعه پخش کننده براق (شکل ۴-ب) به منظور بالا بردن بازدهی مجموعه مورد استفاده قرار گرفته است. قطعه بازتابنده (شکل ۴-پ) نقش بازتابش نور انتشار یافته از منبع و عبوری از صفحات پخش کننده را بر عهده دارد. در این صورت هیچ پرتو نوری خارج از مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده نخواهد بود. این قطعات روی هم قرار گرفته و توسط یک نگهدارنده مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده را تشکیل می‌دهند (شکل ۴-ت).



شکل (۴): قطعات بکار رفته در مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده. الف: قطعه پخش کننده کدر ب: قطعه پخش کننده براق پ: قطعه بازتابنده ت: مجموعه کامل با نگهدارنده

باید توجه داشت که انتخاب پارامترهای عدسی و نیز ابعاد مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده مبتنی بر فاصله منبع روشنایی تا محل استقرار مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده بوده و این

آزمایش دوم با بکارگیری یک سامانه روشنایی مبتنی بر استفاده از ۶ منبع نوری با پرتوهای موازی (شکل ۳-۳) مورد استفاده قرار گرفت. شکل (۶-الف) طرحواره محل قرارگیری منابع نوری و مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده را از نمای روبرو نشان می دهد. شکل (۶-ب) مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده قرار گرفته در سقف اتاق را نشان می دهد. همان طور که از شکل مشخص است، هندسه به کاررفته مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده شامل چهار وجه مربعی در اطراف و یک وجه مربعی در قسمت پایین ساختار است. چهار منبع نوری بر روی دیوار نصب شده اند که نور حاصل از آن ها به چهار وجه کناری تابیده می شود. همچنین دو منبع نوری بر روی کف اتاق و در کنار دیوار نصب شده اند که نور آن ها به وجه پایینی ساختار تابانده می شود. انتشار پرتوهای موازی از منابع نوری و بازتاب پخشیده توسط مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده سبب شده است که مطابق شکل (۶-پ) به نظر برسد که یک منبع نوری در آن مکان قرار گرفته است.



شکل (۶): سامانه روشنایی پیاده سازی شده با استفاده از ۶ منبع نور.  
الف: طرحواره محل قرارگیری منابع نوری. ب: مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده. پ: نور پخش شده توسط این مجموعه در ادامه به منظور مقایسه عملکرد سامانه روشنایی پیشنهادی با سامانه های سنتی، از یک لامپ LED سقفی با توان ۴۰ وات که برابر با مجموع توان ۴ منبع نوری مورد استفاده در آزمایش اول و یک لامپ با توان ۶۰ وات، برابر با مجموع توان ۶ منبع نوری

پارامترها به هم وابسته هستند. علت این امر به اندازه لکه تولیدی توسط عدسی و واگرایی باریکه تولیدی برمی گردد. در این صورت بسته به فاصله، می توان ابعاد مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده را تغییر داد؛ از طرفی با داشتن ابعاد آن و فاصله، می توان از قطعه موازی سازی استفاده کرد که اندازه لکه مناسبی برای آن مجموعه داشته باشد.

### ۳-۴- سامانه های روشنایی پیاده سازی شده مبتنی بر روش پیشنهادی

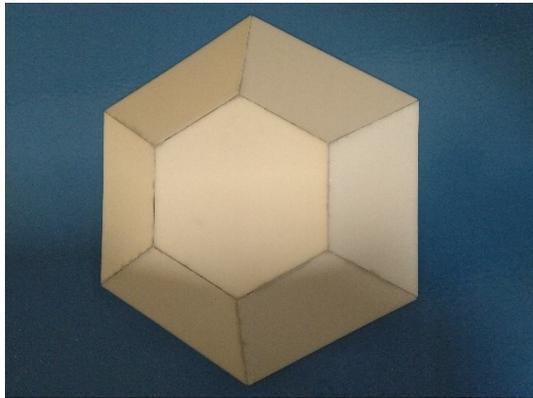
به منظور بررسی عملکرد روش پیشنهادی، در چند مکان مختلف با منابع نوری متعدد و نیز مجموعه های بازتابنده-پراکنده کننده با هندسه های مختلف چیدمان روشنایی برپا شده و میزان روشنایی ایجاد شده، اندازه گیری گردید. به منظور ارزیابی عملکرد سامانه پیشنهادی میزان روشنایی حاصله با سامانه های روشنایی سنتی مقایسه شده است.

آزمایش اول با بکارگیری یک سامانه روشنایی مبتنی بر استفاده از ۴ منبع نوری با پرتوهای موازی (شکل ۳-۴) و مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده با هندسه هرم چهاروجهی مورد استفاده قرار گرفت. شکل (۵-الف) طرحواره منابع نوری قرار گرفته بر روی دیوار را نشان می دهد. شکل (۵-ب) مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده نصب شده در سقف اتاق را نشان می دهد. انتشار پرتوهای موازی از منابع نوری و بازتاب پخشیده توسط مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده سبب می شود، مطابق شکل (۵-پ) به نظر برسد که یک منبع نوری در آن مکان قرار گرفته است.



شکل (۵): سامانه روشنایی پیاده سازی شده با استفاده از ۴ منبع نور.  
الف: شماتیک محل قرارگیری منابع نوری بر روی دیوار ب: مجموعه بازتابنده-پراکنده کننده با هندسه هرم پ: نور پخش شده توسط این مجموعه

یک سامانه بازتابنده-پراکنده‌کننده ساخته شده با هندسه هرم شش‌وجهی البته با برش قسمت نوک هرم را نشان می‌دهد. این سامانه قابلیت تطابق کامل با مکان‌هایی با قاعده شش‌ضلعی و دایروی را داراست. البته در سایر مکان‌ها نیز قابل استفاده است.



شکل (۸): مجموعه بازتابنده-پراکنده‌کننده با قاعده شش‌ضلعی

#### ۴- نتیجه‌گیری

به‌منظور غلبه بر محدودیت‌ها و رعایت الزامات خاص برخی مکان‌ها، همچنین سهولت دسترسی به سامانه تأمین روشنایی در سقف‌ها و طاق‌های مرتفع، سامانه روشنایی جدیدی مبتنی بر به‌کارگیری منبع نوری با پرتوهای موازی شده و مجموعه بازتابنده-پراکنده‌کننده ارائه گردید. در این روش نور حاصل از منبع LED پس از عبور از قطعه موازی‌ساز به مجموعه بازتابنده-پراکنده‌کننده برخورد کرده و در محیط پراکنده شده و موجب ایجاد روشنایی یکنواخت می‌گردد. این روش با دو هندسه مختلف برای مجموعه بازتابنده-پراکنده‌کننده مورد آزمایش قرار گرفت و نتایج حاصل از اندازه‌گیری لوکس نور پراکنده شده در محیط برای هر دو حالت، حاکی از برابری نسبی درخشندگی در مقایسه با لامپ‌های معمولی است.

#### ۵- مراجع

- [1] W. Franz and H. Rudolf, "Candles," Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Weinheim, Wiley-VCH, 2000.
- [2] T. Patricia, "Exploring Candle Magick: Candle Spells, Charms, Rituals, and Divinations," Career Press. p. 10, 2001.
- [3] [https://www.energystar.gov/products/lightingfans/lightbulbs/learn about led bulbs](https://www.energystar.gov/products/lightingfans/lightbulbs/learn%20about%20led%20bulbs)
- [4] <https://www.bulbs.com/learning/history.aspx>
- [5] A. Bernanose, M. Comte, and P. Vouaux, "A new method of light emission by certain organic compounds," Journal de Chimie Physique, vol. 50, 1953.
- [6] S. Anna, "Thomas Alva Edison: The World's Greatest Inventor," Woodbridge, CT: Blackbirch Press, 2000.
- [7] N. Baldwin, "Edison: Inventing the Century," Hyperion. pp. 3-5, 1995.

مورد استفاده در آزمایش دوم، در سقف همان مکان‌ها استفاده شد. به‌منظور بررسی مقدار نور پراکنده شده، ناشی از این دو روش در مکان مورد آزمایش، از یک دستگاه لوکس‌متر استفاده شد. برای هر آزمایش میزان لوکس نور تولیدی توسط سامانه روشنایی پیشنهادی و لامپ‌های LED سقفی اندازه‌گیری و مقایسه شد. شکل (۷) دستگاه لوکس‌متر مورد استفاده به‌منظور اندازه‌گیری میزان نور پراکنده شده در محیط را نشان می‌دهد.



شکل (۷): اندازه‌گیری لوکس نور پراکنده شده با استفاده از لوکس‌متر

جدول (۱) میزان روشنایی حاصل از به‌کارگیری لامپ LED معمولی و نیز روش پیشنهادی را نشان می‌دهد. نتایج حاصله، حاکی از آن است که با به‌کارگیری روش پیشنهادی، نه‌تنها میزان نور پراکنده شده در محیط کاهش نیافته، بلکه به مقدار جزئی (۴ لوکس در آزمایش اول و ۵ لوکس در آزمایش دوم) آن را نیز افزایش داده است. لازم به ذکر است که اندازه‌گیری لوکس نور در پنج نقطه مختلف در اتاق (۴ گوشه و مرکز اتاق) انجام شد تا بتوان از میزان یکنواختی پراکندگی نور نیز اطمینان حاصل نمود. در اندازه‌گیری‌های انجام شده، نتایج تقریباً برابری حاصل شد.

جدول (۱): لوکس نور اندازه‌گیری شده برای دو آزمایش قبلی و در

دو حالت روش پیشنهادی و لامپ LED معمولی

نتایج اندازه‌گیری	آزمایش اول	آزمایش دوم	واحد اندازه‌گیری
روش پیشنهادی	۱۵۶	۱۵۲	LUX
لامپ LED معمولی	۲۳۲	۲۲۷	LUX

همان‌طور که از شکل‌های (۵ و ۶-ب) و نیز نتایج نشان داده شده در جدول (۱) مشخص است، استفاده از هندسه‌های متفاوت تأثیری بر عملکرد سامانه روشنایی پیشنهادی نداشته و در هر دو حالت سامانه روشنایی نور مورد نیاز محیط را تأمین می‌نماید. لذا بسته به نوع محل مورد استفاده می‌توان سامانه بازتابنده-پراکنده‌کننده با هندسه قابل تطبیق با آن محیط را طراحی نموده و ساخت. به‌عنوان نمونه شکل (۸)

- [13] [www.nobelprize.org/prizes/physics/](http://www.nobelprize.org/prizes/physics/)
- [14] Authors, "Basics and rules of lighting design and lighting engineering," Affairs of the technical system of the vice president's strategic supervision, 1392 (In Persian).
- [15] H. Radmard and M. R. Kheir Andish, "Considerations of Designing the Ventilation of Defensive Underground Structures," *Passive Defense Quarterly*, vol. 5, no. 1, pp. 61-71, 1393 (In Persian).
- [16] E. Hecht, "Optics 4th edition," 2001.
- [17] F. L. Pedrotti, L. M. Pedrotti, and L. S. Pedrotti, "Introduction to optics," Cambridge University Press, 2017.
- [18] B. E. A Saleh and M. C. Teich, "Fundamentals of Photonics," John Wiley & Sons, 1991.
- [8] R. Friedel, "Edison's Electric Light: Biography of an Invention," Rutgers University Press. pp. 115-117, 1987.
- [9] M. A. Laughton, "Electrical Engineer's Reference Book Sixteenth Edition," Newnes, pp. 21-12, 2003.
- [10] G. John, "The Scientists, A History of Science Told Through the Lives of Its Greatest Inventors," Random House, pp. 424-432, 2004.
- [11] I. Moreno, M. Avendano and I. T. Rumen Tzonchev, "Designing light-emitting diode arrays for uniform near-field irradiance," *Appl. Optics*, vol. 45, pp. 2265-227, 2006. <https://doi.org/10.1364/AO.45.002265>.
- [12] I. Moreno and U. Contreras, "Color distribution from multicolor LED arrays," *Opt. Express*, vol. 15 pp. 3607, 2007. <https://doi.org/10.1364/OE.15.003607>.





نشریه علمی پدافند غیرعامل

سال چهارم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲، (پیاپی ۵۶): صص ۲۱-۳۳

علمی - پژوهشی

## ارائه مدل جدید نهان کاوی هوشمند تصویر مبتنی بر شبکه عصبی MLP

سعید طلعتی<sup>۱</sup>، رضا اصفهانی<sup>۲\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۶

### چکیده

پیشرفت روزافزون مخابرات، انتقال امن را به یکی از مهم‌ترین مسائل امروزه تبدیل کرده است. از آنجا که در تصویر ظرفیت پنهان شدن بالایی وجود دارد استفاده از پنهان‌نگاری تصویر نسبت به سایر روش‌های پنهان‌نگاری بسیار مرسوم‌تر است. در این مقاله از روش پنهان‌نگاری به روش تبدیل موجک استفاده شده که نتایج نشان می‌دهد این روش از مقاومت بالایی بهره می‌برد. و برای تحلیل تصاویر پنهان‌شده به روش تبدیل موجک الگوریتمی با استفاده از ویژگی‌های ماتریس (GLCM) و بردارهای هم‌رخدادی (DCL) ارائه شده است. پس از بررسی این مقادیر در تصاویر اصلی و کاور، ویژگی‌های متفاوت بین این تصاویر استخراج و برای آموزش شبکه عصبی چندلایه (MLP) استفاده می‌شوند. مرحله طبقه‌بندی با استفاده از لایه‌های این شبکه عصبی انجام شده و الگوریتم پیشنهادی برای پایگاه داده ۲۰۰ تصویر استاندارد (Casia-Iris) تست شده است. دقت آشکارسازی ۹۰٪ تصاویر پنهان‌شده در روش پیشنهادی برتری این روش نهان‌کاوی در برابر سایر روش‌ها را نشان می‌دهد.

**کلیدواژه‌ها:** پنهان‌نگاری، نهان‌کاوی، تبدیل موجک، ماتریس هم‌رخدادی، شبکه عصبی MLP

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، تهران، ایران

<sup>۲</sup> استادیار دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران (resfahani@ihu.ac.ir) - نویسنده مسئول

## ۱- مقدمه

پرداخته می‌شود و در انتها تحلیل با استفاده از روش پیشنهادی شبکه عصبی چندلایه MLP ارائه و با سایر روش‌های پیشنهادی مقایسه و مزیت آن بیان خواهد شد.

## ۲- مشخصه‌های یک سیستم پنهان‌نگاری

سه عامل مهم در پنهان‌نگاری که همیشه یک مصالحه<sup>۷</sup> بین آن‌ها وجود دارد، عبارت‌اند از ظرفیت، مقاومت و شفافیت. بهینه‌سازی پارامترهای متقابل رقابتی است و به‌وضوح نمی‌تواند در یک‌زمان انجام شود.

## ۲-۱- شفافیت

پنهان‌پذیری<sup>۸</sup> یا ادراک‌ناپذیری<sup>۹</sup> با توجه به سیستم ادراکی<sup>۱۰</sup> (شنیداری و دیداری) انسان مطرح می‌شود و عبارت است از میزان مصون ماندن از تغییری که در اثر درج اطلاعات در رسانه‌ی میزبان از نظر ادراکی رخ می‌دهد [۶].

## ۲-۲- مقاومت

مقاومت یا پایداری<sup>۱۱</sup> در برابر حملات عمدی و غیرعمدی مطرح بوده و بیان‌گر این است که الگوریتم استخراج تا چه حد توانایی بازیابی سیگنال اصلی را از روی سیگنال دریافتی (بعد از حمله) دارد [۶].

## ۲-۳- ظرفیت

ظرفیت<sup>۱۲</sup> عبارت است از حداکثر مقدار داده قابل ذخیره‌سازی در حامل بدون آشکارسازی. گاهی از این مفهوم با عنوان بازده<sup>۱۳</sup> نام‌برده می‌شود [۶].

## ۳- معیارهای متداول ارزیابی پنهان‌نگاری

به‌منظور ارزیابی منطقی عملکرد انواع روش‌های پنهان‌نگاری، نیاز به تعیین برخی معیار قابل‌پذیرش توسط اکثریت داریم. بنابراین قبل از بررسی روش‌های پنهان‌نگاری در فضاهای رنگ مختلف، معیارهای متداول مقایسه روش‌های پنهان‌نگاری موردبررسی قرار داده شده است. سه نیازمندی متداول امنیت، ظرفیت و نامحسوس بودن؛ معیارهایی برای میزان عملکرد روش‌های پنهان‌نگاری استفاده شود.

پنهان‌نگاری<sup>۱</sup> هنر و علم ارتباط پنهانی است که هدف آن پنهان کردن ارتباط به‌وسیله قرار دادن پیام در یک پوشانه (رسانه‌ای که این قابلیت را دارد تا اطلاعاتی را در آن پنهان کنیم مانند تصویر، صوت یا هر دیتای ممکن) است به‌گونه‌ای که کمترین تغییر قابل‌کشف را در آن ایجاد نماید و نتوان موجودیت پیام پنهان در رسانه را حتی به‌صورت احتمالی آشکار ساخت [۱]. در پنهان‌نگاری هدف مخفی کردن هرگونه نشانه‌ای از وجود پیام است [۲]. در واقع برتری پنهان‌نگاری در این است که می‌توان پیغامی را فرستاد بدون این‌که کسی بفهمد پیغامی فرستاده شده است [۳]. به علت آن‌که درک تصویری انسان از تغییرات در تصاویر محدود است، تصاویر یکی از مهم‌ترین رسانه‌های مورد استفاده در پنهان‌نگاری، به‌خصوص در اینترنت است الگوریتم‌های پنهان‌نگاری متعددی در حوزه‌های مکان و فرکانس برای ساختارهای مختلف تصاویر ارائه شده است. یکی از مهم‌ترین و متداول‌ترین روش‌های پنهان‌نگاری در تصاویر در حوزه مکان روش بیت کم‌ارزش و در حوزه فرکانس روش تبدیل موجک<sup>۲</sup> است [۴].

در کنار گسترش روش‌های مختلف پنهان‌نگاری اطلاعات در تصاویر، روش‌های متنوعی نیز برای مقابله با آن تحت عنوان پنهان‌کاوی ایجاد شده است که هدف آن استفاده از ویژگی‌های تصاویر و الگوریتم‌های پردازشی برای کشف اطلاعات پنهان شده است. توانایی کشف پیام در تصویر تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی قرار دارد که از جمله می‌توان به طول پیام پنهان شده، درصد پنهان‌سازی اطلاعات، نوع پوشانه (صوت، تصویر و متن)، فرمت پوشانه انتخابی، روش جاسازی متن موردنظر در پوشانه اشاره کرد [۵]. طی سال‌های گذشته، هم‌زمان با پیشرفت روش‌های هوشمند، شاهد به‌کارگیری این روش‌ها در زمینه‌های مختلف هستیم. در همین رابطه روش‌هایی مانند: هوشمند بیزین<sup>۳</sup>، منطق فازی<sup>۴</sup>، شبکه عصبی<sup>۵</sup> و الگوریتم ژنتیک<sup>۶</sup> در تحلیل پنهان‌نگاری کاربرد دارند.

در ادامه ابتدا مشخصه‌های یک سیستم پنهان‌نگاری بیان می‌شود و پس از آن معیارهای متداول ارزیابی پنهان‌نگاری بررسی می‌شود سپس پنهان‌نگاری با روش پیشنهادی تبدیل موجک تشریح شده و مزایای این روش شرح داد می‌شود. پس از آن پنهان‌کاوی توضیح داده شده و به استخراج ویژگی‌های تصویر

<sup>7</sup> Trade off

<sup>8</sup> Visibility, Transparency or Fidelity

<sup>9</sup> Imperceptibility

<sup>10</sup> Subjective

<sup>11</sup> Robustness

<sup>12</sup> Capacity

<sup>13</sup> Payload

<sup>1</sup> Steganography

<sup>2</sup> Wavelet transform

<sup>3</sup> Bayesian

<sup>4</sup> Fuzzy logic

<sup>5</sup> Neural Network(NN)

<sup>6</sup> Genetic algorithm

$$BER = \left( \frac{\sum_{i=1}^L (M(i) - M'(i))^2}{L} \right) * 100 \quad (3)$$

که  $M(i)$ ، بیت  $i$  پیام تعبیه‌شده در تصویر و  $M'(i)$ ، بیت  $i$  پیام استخراج‌شده است. همچنین  $L$  طول پیام یا تعداد کل بیت‌های تعبیه‌شده در تصویر است. بدیهی است هرچه مقدار BER کمتر باشد، روش بهتر و مطلوب‌تر است [۷].

#### ۴- پنهان‌نگاری با استفاده از تبدیل موجک گسسته (DWT)

تبدیل موجک در ابتدای دهه ۱۹۸۰ معرفی گردید، از آن زمان تاکنون انواع متفاوتی از تبدیلات موجک توسعه یافته‌اند. مشهورترین نسخه این تبدیلات، تبدیل موجک گسسته<sup>۱</sup> است که بهترین خواص فشرده‌سازی سیگنال را برای دسته بسیاری از سیگنال‌های دنیای واقعی همراه با جنبه‌های محاسباتی بسیار کارا دارد و به همین علت در زمینه‌های فشرده‌سازی تصویر، انتگرال‌گیری عددی و بازشناسی الگو بکار می‌رود.

با توجه به اینکه شبکه چشم انسان تصاویر را به چندین کانال فرکانسی تقسیم می‌کند که پهنای باند هر یک از این کانال‌ها تقریباً یک اکتاو است؛ سیگنال‌های هر یک از این کانال‌ها در مغز به‌طور جداگانه پردازش می‌شوند. در تبدیل موجک نیز تصویر به باندهای فرکانسی تقریباً مساوی با مقیاس لگاریتمی تقسیم می‌گردد و به همین خاطر تغییرات ایجادشده در حوزه تبدیل موجک، برای چشم انسان کمتر قابل تشخیص است.

#### ۴-۱- پنهان‌نگاری با استفاده از تبدیل موجک گسسته

الگوریتم پنهان‌نگاری با استفاده از تبدیل موجک گسسته در تصویر به‌صورت زیر است:

- از تصویر حامل تبدیل موجک گرفته می‌شود.
  - پیام سری به کد اسکی<sup>۲</sup> و یک‌رشته از بیت‌های صفر و یک تبدیل می‌گردد.
  - رشته بیتی در لابه‌لای ردیف‌های یکی از چهار جزء تبدیل موجک پنهان می‌گردد.
- مراحل این روش در شکل (۱) آورده شده است.

#### ۳-۱- معیار میانگین مربعات خطا (MSE)

MSE معیاری برای محاسبه میانگین مربعات خطا است. این خطا به‌وسیله تفریق مقدار پیکسل از تصویر اصلی با تصویر پس از پنهان‌نگاری است. رابطه (۱) برای محاسبه میانگین مربعات خطا در تصاویر رنگی است.

$$MSE = \frac{\sum_{(m,n)} (x(m,n) - y(m,n))^2}{N1 * N2} \quad (1)$$

که در این رابطه  $x(m,n)$  مقادیر پیکسل تصویر اصلی و  $y(m,n)$  مقادیر پیکسل تصویر با پنهان‌نگاری و  $N1$  و  $N2$  مشخص‌کننده ارتفاع و عرض تصویر هستند [۷].

#### ۳-۲- معیار سیگنال به نویز (SNR)

یکی از ویژگی‌های پنهان‌نگاری غیرقابل مشاهده بودن (نامحسوس بودن) است اما از آنجاکه این معیار دقیق نیست باید معیاری تعریف شود تا توسط آن بتوان کارایی الگوریتم‌ها را در زمینه‌ی حفظ امنیت بسنجیم، که این معیار سیگنال به نویز (SNR) است که نشان‌دهنده میزان نویز اضافه‌شده به تصویر در اثر تعبیه اطلاعات در تصویر است. واحد این معیار دسی‌بل (db) است.

هرچه مقدار SNR بیشتر باشد تصویر حاوی پیام پنهان از کیفیت ظاهری بهتری برخوردار است. غالباً مقدار SNR بیش از ۳۵ دسی‌بل از نظر درک نشدن تغییرات توسط انسان قابل قبول است. SNR به‌صورت ذیل محاسبه می‌شود [۷].

$$SNR = 10 \log \frac{\sum_{(m,n)} x^2(m,n)}{\sum_{(m,n)} (y(m,n) - x(m,n))^2} \quad (2)$$

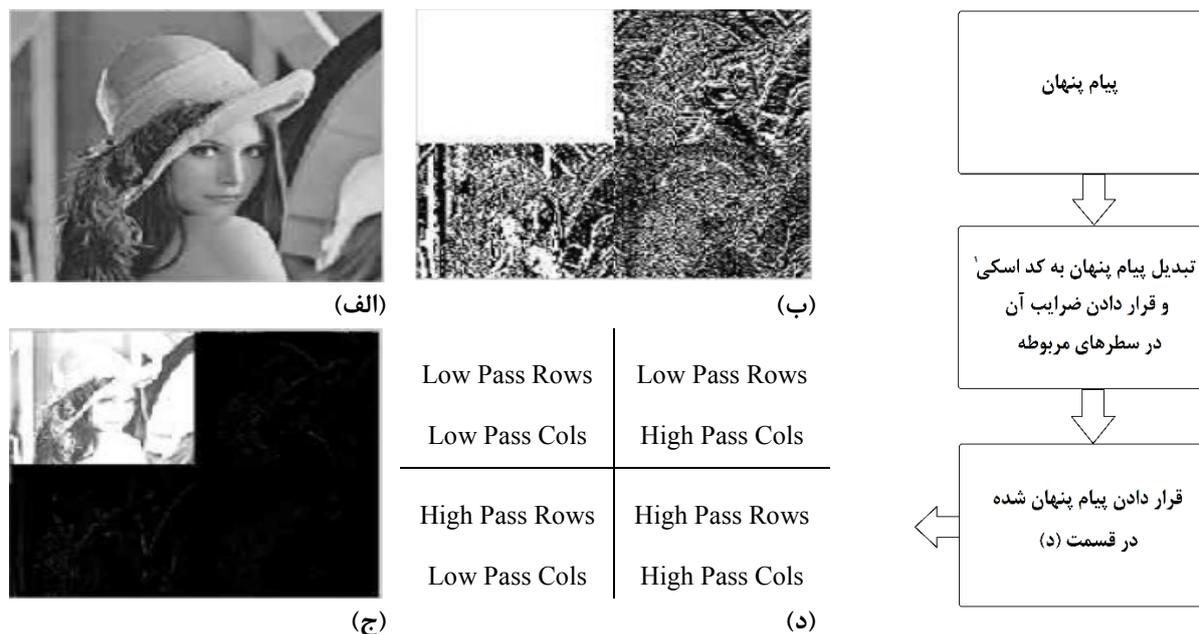
که در این رابطه  $x(m,n)$  مقادیر پیکسل تصویر اصلی و  $y(m,n)$  مقادیر پیکسل تصویر با پنهان‌نگاری است [۷].

#### ۳-۳- معیار نرخ خطای بیت (BER)

از این معیار به‌منظور محاسبه خطای حاصل از تعبیه و بازیابی اطلاعات از تصویر استفاده می‌شود و به‌صورت درصد بیت‌های اشتباه استخراج‌شده از تصویر، نسبت به کل بیت‌های تعبیه‌شده در تصویر پوشش بیان می‌شود که این معیار از رابطه (۲) محاسبه می‌شود [۷].

<sup>۱</sup> DWT= Descerete Wavelet Transform

<sup>۲</sup> ASCII

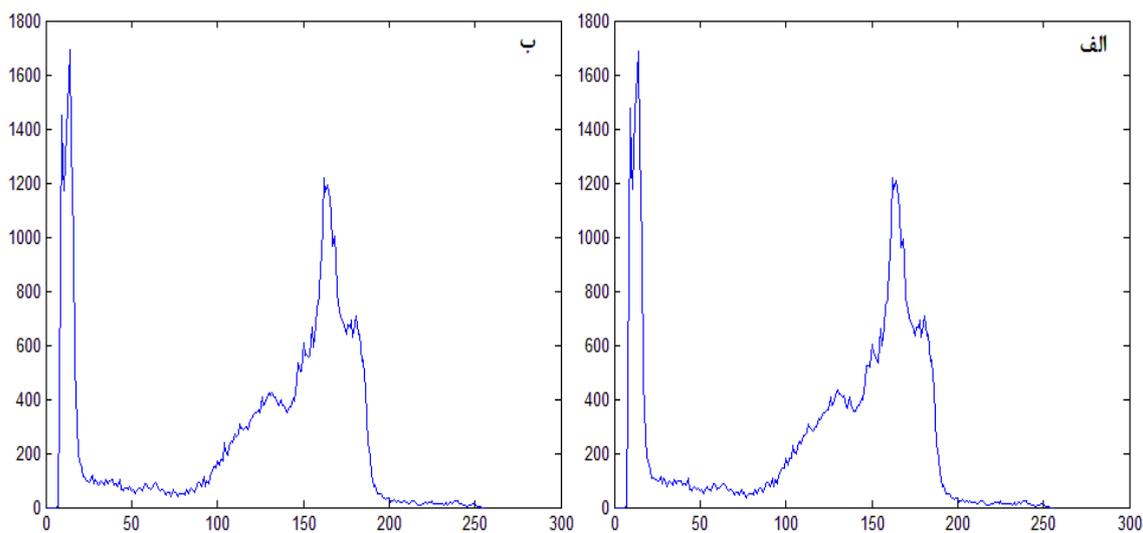


شکل(۱): مخفی کردن اطلاعات در تصویر به روش تبدیل موجک [۸]

#### ۴-۱- تحلیل نتایج پنهان‌نگاری با استفاده از تبدیل موجک گسسته

هیستوگرام تصویر پنهان‌نگاری شده اختلاف بسیار کمی با هیستوگرام تصویر اصلی دارد. لذا پنهان‌نگاری با این روش مقاومت بسیار بالایی در مقابل تحلیل هیستوگرام دارد.

شکل (۲) هیستوگرام‌های تصویر اصلی و تصویر با پنهان‌نگاری شده نشان می‌دهد. با دقت در مقایسه این هیستوگرام‌ها نتایج زیر حاصل می‌گردد:



شکل (۲): هیستوگرام (الف: تصویر اصلی) و (ب: تصویر پنهان‌نگاری) در روش تبدیل موجک [۹]

پایاده‌سازی بانک فیلتر شناخته‌شده را می‌توان برای استفاده جهت محاسبه DWT دوبعدی بکار برد، که ساختار هرمی را نتیجه می‌دهد.

تبدیل DWT یک تبدیل جدائی‌پذیر است، یک DWT دوبعدی را می‌توان با اعمال دو بار متوالی DWT یک‌بعدی، که ابتدا بر روی سطرها و سپس بر روی ستون‌های تصویر اعمال شود پیاده نمود.



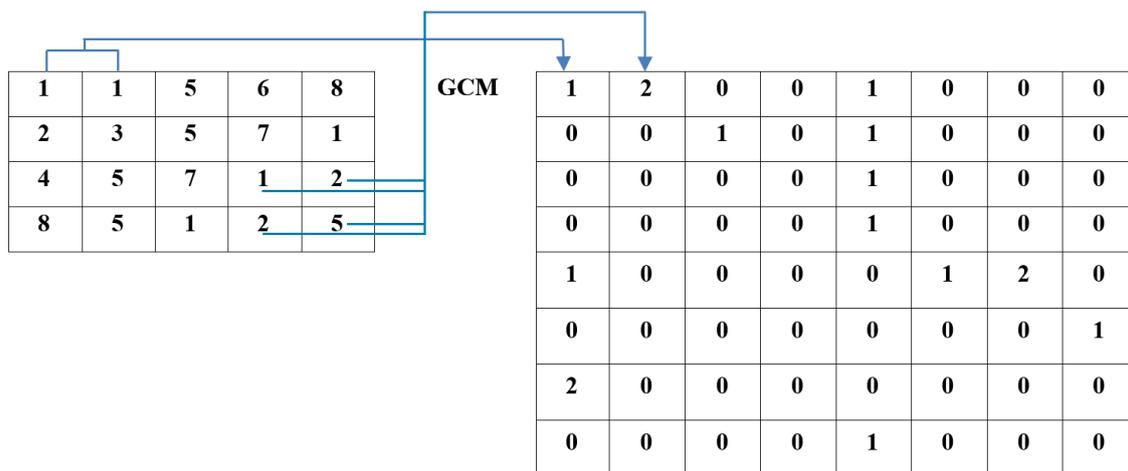
شکل (۳): شکل (الف) تصویر اصلی، شکل (ب) تصویر با پنهان‌نگاری

پنهان‌شده است. توانایی کشف پیام در تصویر تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی قرار دارد که از جمله می‌توان به طول پیام پنهان‌شده، درصد پنهان‌سازی اطلاعات، نوع پوشانه (صوت، تصویر و متن)، فرمت پوشانه انتخابی، روش جاسازی متن موردنظر در پوشانه اشاره کرد. معمولاً پنهان‌کاوی برای رسیدن به دو هدف صورت می‌گیرد یک، پیدا کردن و دوم نابودی پیام‌های جاسازی‌شده است. پیدا کردن پیام‌ها که بسیار مفیدتر از نابودی آن است می‌تواند به دودسته کلی تقسیم شود، عکس‌ها و متن‌ها. با وجود روش‌های بسیار زیاد، پیدا کردن یک پیام مخفی‌شده در حجم عظیمی از متن‌ها که جابجا می‌شوند کار بسیار دشوار و تقریباً غیرممکن است.

قسمت (الف) شکل (۳) تصویر اصلی و قسمت (ب) تصویر پنهان‌نگاری شده به روش تبدیل موجک را نشان می‌دهد. تبدیل موجک گسسته دارای مزایای زیادی است که این تبدیل را به روش برتر و روزآمد علم پنهان‌نگاری تبدیل نموده است.

## ۵- پنهان‌کاوی

در کنار گسترش روش‌های مختلف پنهان‌نگاری اطلاعات در تصاویر، روش‌های متنوعی نیز برای مقابله با آن تحت عنوان پنهان‌کاوی [۱۰] ایجاد شده است که هدف آن استفاده از ویژگی‌های تصاویر و الگوریتم‌های پردازشی برای کشف اطلاعات



شکل (۴): ماتریس هم‌رخدادی (GLCM) [۱۱].

باشد، استفاده‌شده است. همبستگی مقادیر میان پیکسل‌های مجاور در یک تصویر به حدی زیاد است که اگر لبه‌ها را در یک تصویر حذف کنیم، تفاوت مقدار یک پیکسل با پیکسل‌های مجاورش کم و یا صفر می‌شود. در نتیجه با توجه به همبستگی

با توجه به این که پنهان‌نگاری و جاسازی اطلاعات در تصویر باعث ایجاد تغییرات در مقادیر پیکسل‌های تصویر و به تبع آن در مقادیر ماتریس GLCM می‌گردد، در این مقاله از این تغییرات برای استخراج ویژگی‌هایی که در تصاویر پوشانه یا گنجانده متفاوت



شکل (۵): تصویر لنا

شدید میان پیکسل‌های مجاور در تصاویر، مقادیر قطر اصلی ماتریس GLCM مورد بررسی قرار داده خواهد شد. بدین منظور ابتدا از تصویر پوشانه (لنا) استفاده می‌شود، GLCM محاسبه و مجموع مقادیر روی قطر اصلی آن حساب خواهد شد. سپس به روش تبدیل موجک، اطلاعاتی را در تصویر لنا مخفی کرده و این تصویر را "imagesteg1" می‌نامیم. در نهایت مجدداً اطلاعاتی را در "imagesteg1" ذخیره کرده و تصویر "imagesteg2" محاسبه می‌شود. از "imagesteg2" نیز GLCM گرفته می‌شود و مجموع مقادیر روی قطر اصلی آن محاسبه می‌شود. در مرحله بعد تفاوت مجموع مقادیر قطر اصلی دو تصویر لنا و "imagesteg1" و همچنین دو تصویر "imagesteg1" و "imagesteg2" را محاسبه خواهد شد. برای تصویر استاندارد لنا که در شکل (۵) آمده است، این مقادیر محاسبه و در جدول (۱) ذکر شده است.

جدول (۱): نتیجه ویژگی‌های استخراج‌شده از ماتریس GLCM تصویر لنا

۳۷۵۲۹	مجموع مقادیر قطر اصلی برای تصویر لنا
۳۲۴۷۵	مجموع مقادیر قطر اصلی برای تصویر "imagesteg1"
۳۲۰۳۰	مجموع مقادیر قطر اصلی برای تصویر "imagesteg2"
۵۰۵۴	(ویژگی ۱) تفاوت مجموع مقادیر قطر اصلی در دو تصویر لنا و "imagesteg1"
۴۴۵	(ویژگی ۲) تفاوت مجموع مقادیر قطر اصلی در دو تصویر "imagesteg1" و "imagesteg2"

تصویر "۶۴×۶۴" استخراج‌شده. در پایان ویژگی‌های استخراج‌شده برای هر تصویر، میانگین ویژگی‌های به‌دست‌آمده از هر بخش است. نتایج این تغییر برای تصویر لنا در جدول (۲) نشان داده شده است.

چون طیف رنگ تصویر در نقاط مختلف تصویر متغیر است، بهتر است تصویر به بخش‌های کوچک‌تر تقسیم شود. از این رو هر تصویر به تصویرهایی با ابعاد "۶۴×۶۴" تقسیم‌شده (یک تصویر "۲۵۶×۲۵۶" به ۱۶ تصویر "۶۴×۶۴" تبدیل‌شده و ویژگی‌های هر

جدول (۲): نتیجه ویژگی‌های استخراج‌شده از ماتریس GLCM تصویر لنا بعد از میانگین‌گیری

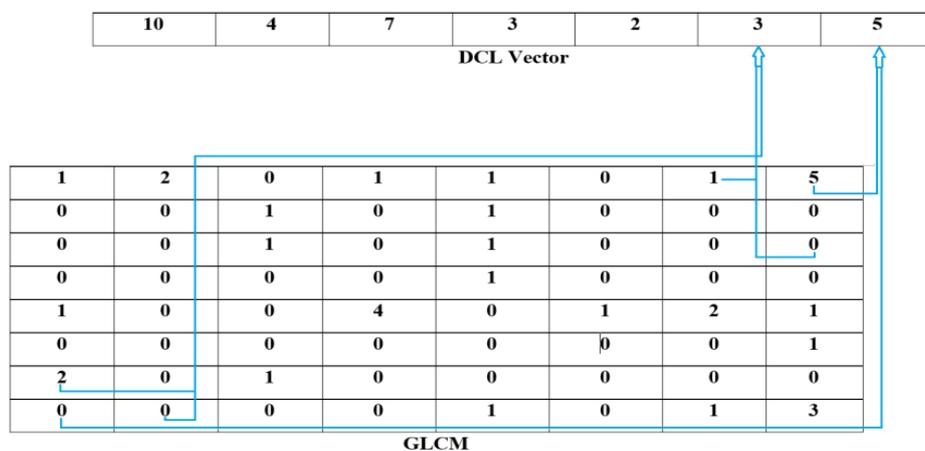
۷۸۱۳/۵۷۱	مجموع مقادیر قطر اصلی برای تصویر لنا
۵۱۸/۲۳۸۴	مجموع مقادیر قطر اصلی برای تصویر "imagesteg1"
۵۱۶/۴۳۸۴	مجموع مقادیر قطر اصلی برای تصویر "imagesteg2"
۵۳/۵۴۲۹	(ویژگی ۱) تفاوت مجموع مقادیر قطر اصلی در دو تصویر لنا و "imagesteg1"
۱/۸	(ویژگی ۲) تفاوت مجموع مقادیر قطر اصلی در دو تصویر "imagesteg1" و "imagesteg2"

الگوریتم ویژگی‌های ۱ و ۲ در قسمت (الف و ب شکل (۶)) بیان شده است.

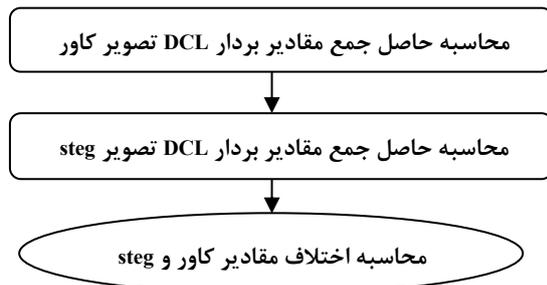


ویژگی مؤثر از ماتریس هم‌رخدادی را نشان می‌دهد. در واقع در این روش ماتریس‌های هم‌رخدادی جایگزین ماتریس تصویر شده است و قدر مطلق تفاضل سطر و ستون ماتریس‌های هم‌رخدادی، شماره ستون بردار DCL را می‌سازد. ارزش هریک از درایه‌های بردار هم‌رخدادی برابر مجموع درایه‌هایی از ماتریس‌های هم‌رخدادی است که قدر مطلق تفاضل سطر و ستون آن‌ها برابر موقعیت مکانی ستون آن درایه است. درایه اول بردار هم‌رخدادی مربوط به مجموع مقادیر درایه‌هایی از ماتریس‌های هم‌رخدادی است که تفاوت سطر و ستون آن‌ها برابر ۱ است. درایه دوم بردار DCL مربوط به مجموع درایه‌هایی از ماتریس‌های هم‌رخدادی است که قدر مطلق تفاضل سطر و ستون آن‌ها برابر ۲ است. به همین ترتیب ۷ سطح تغییر بین سطر و ستون درایه‌های ماتریس هم‌رخدادی دلیل ایجاد درایه هفتم بردار DCL بوده است.

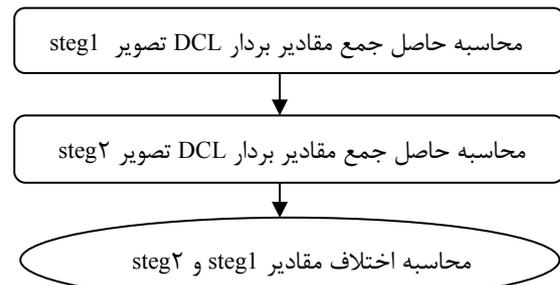
تصاویر متعددی از طیف رنگ متفاوت و حوزه ویژگی‌هایی که استخراج شده، ساخته شده که بسیار گسترده و متعدد می‌باشند. برخی از ویژگی‌های استخراج شده کوچک هستند در حالی که برخی دیگر بسیار زیاد هستند. محدوده گسترده و متعدد، جداسازی تصویر کاور از تصویر stego را دشوار می‌سازد. برای حل این مشکل دو ویژگی جدید از تصاویر به‌عنوان عامل‌های آشکارسازی با استفاده از بردارهای هم‌رخدادی (DCL) استخراج گردیده است. در مرحله قبل ویژگی‌ها از ماتریس GLCM استخراج شده بودند بردار DCL از ماتریس هم‌رخدادی حاصل می‌گردد، به‌عنوان مثال یک بردار  $(1 \times 7)$  تعداد رخداد ۷ ویژگی مؤثر میزان تفاوت بین سطوح خاکستری پیکسل‌های همسایه در تصویر را معلوم می‌کنند. شکل (۷) استخراج هفت



شکل (۷): تشکیل بردار DCL از ماتریس هم‌رخدادی استخراج ویژگی ۲ از ماتریس GLCM



شکل (۹): استخراج ویژگی ۴ از بردار DCL



شکل (۸): استخراج ویژگی ۳ از بردار DCL

معادله (۱) نحوه تشکیل بردار DCL آورده شده است.

$$DCL(k) = \sum_{i,j} GLCM(i,j), \text{ if } i - j = k \text{ and } k = 1, 2, \dots, 7 \quad (4)$$

در این روش، ارزش عددی هر پیکسل و پیکسل همسایه‌اش اساس کار نیست، در این روش میزان واحد تغییر بین هر پیکسل و پیکسل همسایه‌اش حائز اهمیت است. به همین ترتیب دو ویژگی دیگر (ویژگی ۳، ویژگی ۴) از تصاویر اصلی و با پنهان‌نگاری استخراج گردید (شکل‌های ۸ و ۹). در نتیجه بعد از محاسبه ویژگی‌های ۱ و ۲ در تصویر لنا، بردار DCL را محاسبه کرده و مجموع مقادیر بردار به دست می‌آید.

سپس به روش تبدیل موجک، اطلاعاتی در تصویر لنا مخفی شده و این تصویر "imagesteg1" نامیده می‌شود. در نهایت مجدداً اطلاعاتی در "imagesteg1" ذخیره می‌شود و تصویر "imagesteg2" ساخته می‌شود. در "imagesteg2" نیز بردار DCL به دست آمده و مجموع مقادیر این بردار محاسبه می‌شود. در مرحله بعد تفاوت مجموع مقادیر دو تصویر لنا و "imagesteg1" و همچنین دو تصویر "imagesteg1" و "imagesteg2" برای تصویر استاندارد شکل (۱۰) محاسبه می‌گردد.



شکل (۱۰): تصویر (Image, imagesteg1, imagesteg2) home

مقادیر DCL تصاویر لنا، "imagesteg1" و "imagesteg2" برای تصویر "home" محاسبه و در جدول (۳) ذکر شده است.

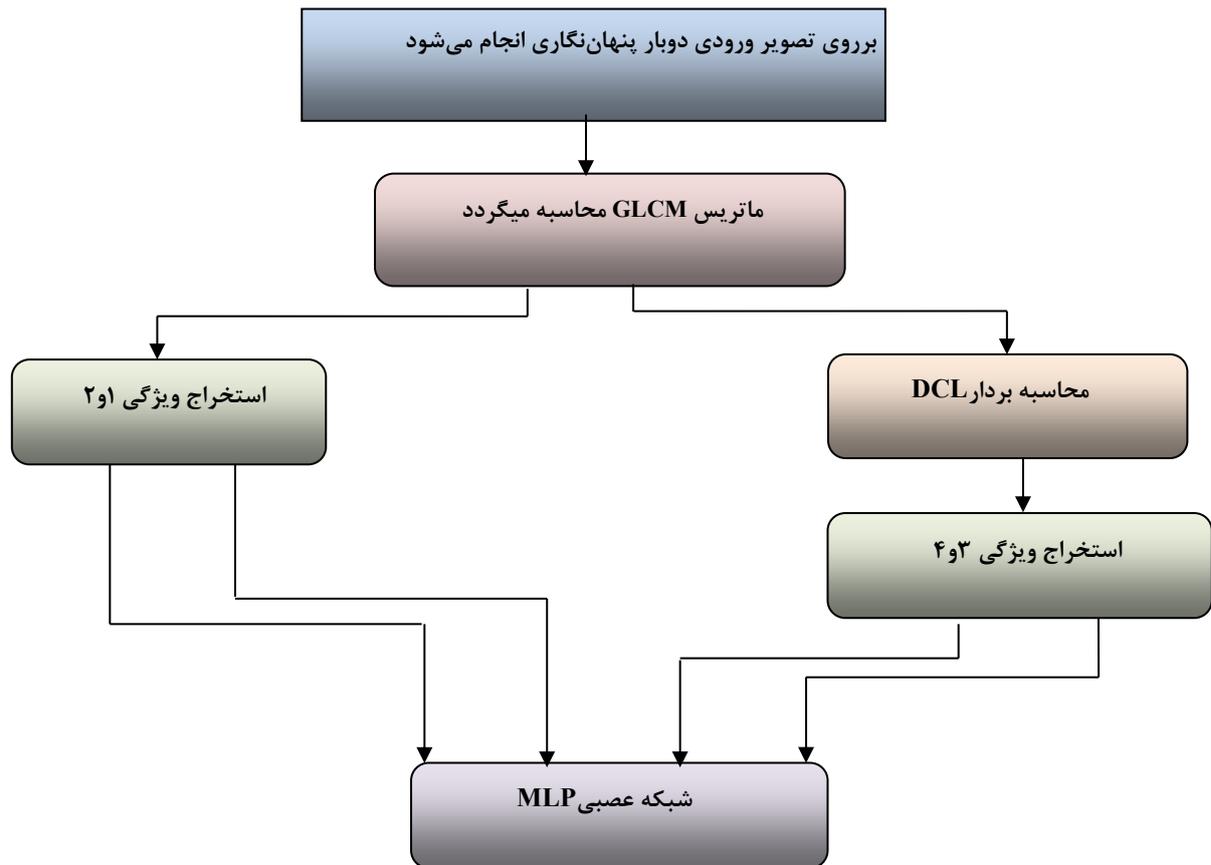
جدول (۳): نتیجه ویژگی‌های استخراج شده از بردار DCL

۳۵۶/۱۹	مجموع مقادیر قطر اصلی برای تصویر لنا
۵۲۷/۸۶	مجموع مقادیر قطر اصلی برای تصویر "imagesteg1"
۵۳۰/۱۵	مجموع مقادیر قطر اصلی برای تصویر "imagesteg2"
۱۷۱/۶۷	(ویژگی ۱) تفاوت مجموع مقادیر در دو تصویر لنا و "imagesteg1"
۲/۲۹	(ویژگی ۲) تفاوت مجموع مقادیر در دو تصویر "imagesteg1" و "imagesteg2"



تصویر imagesteg2 بزرگ باشد و اگر این عامل کوچک باشد، آنگاه اختلاف بین "تصویر imagesteg1 و تصویر imagesteg2" کوچک خواهد بود. عامل‌های آشکارسازی برای ۲۰۰ تصویر (۱۰۰ تصویر کاور و ۱۰۰ تصویر با پنهان‌نگاری) محاسبه گردید. درنهایت می‌توان الگوریتم تشخیص تصاویر پنهان‌نگاری شده به روش تبدیل موجک را به صورت شکل (۱۱) بیان نمود.

به این ترتیب عامل آشکارسازی از تصویر کاور ویژگی ۳ و عامل آشکارسازی از تصویر با پنهان‌نگاری ویژگی ۴ انتخاب گردید. بنابراین اگر ویژگی ۳ بزرگ باشد آنگاه انتظار داریم که اختلاف بین "تصویر کاور و تصویر imagesteg1" بزرگ باشد و اگر این عامل کوچک باشد، آنگاه اختلاف بین "تصویر کاور و تصویر imagesteg1" کوچک خواهد بود. همچنین اگر ویژگی ۴ بزرگ باشد آنگاه انتظار داریم که اختلاف بین "تصویر imagesteg1 و

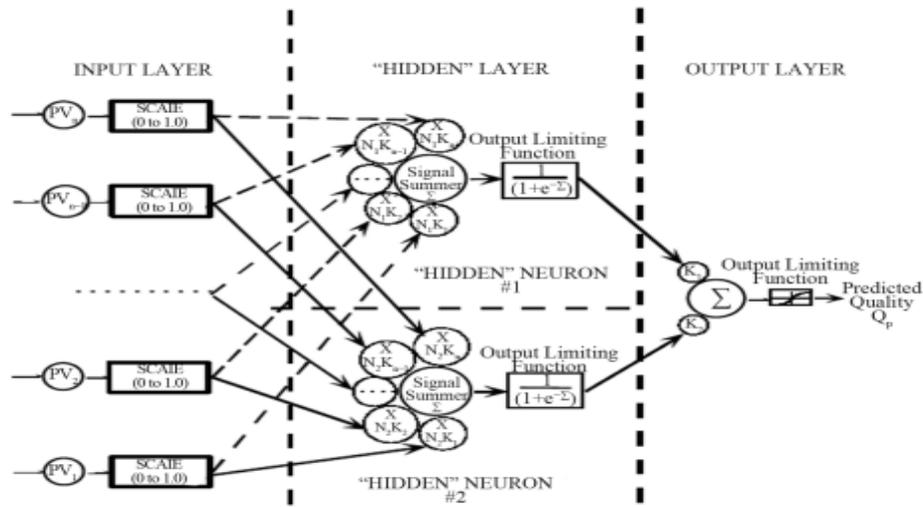


شکل (۱۱): الگوریتم تشخیص تصویر پنهان‌نگاری شده

واحدهای لایه ورودی صرفاً وظیفه توزیع مقادیر ورودی را به لایه بعد بر عهده دارند. و هیچ‌گونه تأثیری بر روی سیگنال‌های ورودی ندارند. به همین دلیل در شمارش تعداد لایه‌ها به حساب نیامده‌اند. شبکه شامل یک لایه خروجی است که پاسخ سیگنال‌های ورودی را ارائه می‌دهد. که تعداد نرون‌ها در لایه ورودی و لایه خروجی برابر با تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها است و لایه یا لایه‌های پنهان وظیفه ارتباط دادن لایه ورودی به لایه خروجی را بر عهده دارند [۱۳]. شبکه با داشتن این لایه‌های پنهان قادر می‌گردد که روابط غیرخطی را از داده‌های ارائه شده به شبکه استخراج کند. شکل (۱۲) شبکه عصبی چندلایه MLP را نشان می‌دهد.

## ۶- تحلیل با استفاده از شبکه عصبی چندلایه MLP

در شبکه عصبی نرون‌ها به صورت طبیعی به روش خاصی اتصال می‌یابند تا یک شبکه عصبی را تشکیل دهند نحوه اتصال نرون‌ها می‌تواند به گونه‌ای باشد که شبکه تک لایه یا چندلایه باشد. شبکه‌های چندلایه از یک لایه ورودی، یک لایه خروجی و یک یا چند لایه بین آن‌ها (لایه پنهان) که مستقیماً به داده‌های ورودی و نتایج خروجی متصل نیستند تشکیل یافته‌اند [۱۲].



شکل (۱۲): شبکه عصبی چندلایه MLP

است که مشخص می‌کند که آیا تصویر با پنهان‌نگاری است یا خیر؛ ویژگی‌ها برای ۱۰۰ تصویر اولیه به دست آورده شده و از ۷۵ تصویر به‌عنوان ورودی (آموزش) شبکه عصبی ۴ لایه استفاده گردید و از ۲۵ تصویر به‌عنوان تست استفاده شد. در جدول (۴) به مقایسه دقت آشکارسازی روش پیشنهادی و مقایسه آن با سایر روش‌ها پرداخته شده است.

در این مقاله از شبکه عصبی چندلایه (MLP) به‌عنوان تحلیل‌کننده استفاده شده است. شبکه عصبی چندلایه یک مولد شبکه عصبی مصنوعی با تغذیه مستقیم است که دسته‌های داده‌های ورودی را روی دسته خروجی مناسب ترسیم می‌کند. شبکه مورد آزمایش دارای ۴ لایه است که یک‌لایه ورودی، دو لایه پنهان و یک‌لایه خروجی دارد. تعداد نرون‌های لایه ورودی ۴ است که برابر با تعداد ویژگی‌ها است و تعداد درون‌های لایه خروجی ۱

جدول (۴): مقایسه دقت آشکارسازی روش پیشنهادی با سایر روش‌ها

روش	میزان تشخیص روش پیشنهادی
Steganalysis of DWT Based Steganography Technique for SD and HD Videos [14]	۵۶/۴٪
Unsupervised Steganalysis Based on Artificial Training Sets [16]	٪۷۸
Steganalysis based on steganography pattern discovery [17]	٪۷۹
New steganalysis method using glcm and neural network [18]	٪۸۰
Particle Swarm Optimization based feature selection with novel fitness function for image steganalysis [20]	۸۲/۶۳٪
Steganalysis: breaking highly undetectable steganography [21]	٪۸۵
Compact image steganalysis for LSB-matching steganography [22]	۸۷/۳٪
روش پیشنهادی	٪۹۰

## ۷- نتیجه‌گیری

هم‌زمان با پیشرفت پنهان‌سازی اطلاعات، علم تحلیل پنهان‌سازی نیز به سرعت در حال پیشرفت است و هرروز روش‌های جدیدتری به وجود می‌آیند. این روش‌ها اهداف گوناگونی همچون تشخیص وجود پیام و یا تشخیص و آشکارسازی پیام و در مراحل بالاتر تشخیص، آشکارسازی و حذف و جایگزینی پیام را دنبال می‌کنند. در این مقاله از روش پنهان‌سازی اطلاعات در سیگنال‌های تصویر، به روش تبدیل موجک الگوریتمی استفاده شده که نتایج نشان از مقاومت بالای این روش می‌داد.

برای تحلیل تصاویر پنهان‌نگاری شده به روش تبدیل موجک الگوریتمی با استفاده از ویژگی‌های ماتریس GLCM و بردارهای هم‌رخدادی DCL برخی از مقادیر در تصاویر کاور و اصلی ارائه شد و ویژگی‌هایی که بین این تصاویر متفاوت هستند استخراج گردید. ویژگی‌ها برای آموزش شبکه عصبی استفاده شد و مرحله طبقه‌بندی با استفاده از لایه‌های شبکه عصبی چندلایه (MLP) انجام شد.

الگوریتم پیشنهادی برای پایگاه داده ۲۰۰ تصویر استاندارد (Casia-Iris) تست شد و نتایج جدول (۴) نشان‌دهنده مزیت این روش نسبت به سایر روش‌های بررسی شده است؛ چراکه دقت روش پیشنهادی ۹۰٪/ آشکارسازی تصاویر با پنهان‌نگاری بوده که بالاتر از بیشترین مقدار دقت در مقالات (۸۷٪) است.

## ۸- مراجع

- [9] C. Rafael Gonzalez, "Digital Image Processing using Matlab", Pearson Prentice Hall, 2004.
- [10] Bo Yang and Beixing Deng, "Steganography in Gray Images Using Wavelet", Department of Electronic Engineering, Tsinghua University, Beijing, China, 2005.
- [11] S. Ghanbari, "New Steganalysis Method using GICM and Neural Network" International Journal of Computer Applications, March 2012.
- [12] S. Talati and M. R. Hassani Ahangar, "Analysis, Simulation and Optimization of LVQ Neural Network Algorithm and Comparison with SOM", Majlesi Journal of Telecommunication Devices, 9(1), pp. 17-22, 2020.
- [13] Talati, S., and M. R. Hassani Ahangar. "Radar data processing using a combination of principal component analysis methods and self-organizing and digitized neural networks of the learning vector." Electronic and Cyber Defense 9.2 (2021): 1-7.
- [14] M. Dalal and M. Juneja, "Steganalysis of DWT Based Steganography Technique for SD and HD Videos". Wireless Pers Commun 128, pp. 2441-2452, 2023.
- [16] D. Lerch-Hostalot and D. Megias, "Unsupervised Steganalysis Based on Artificial Training Sets." Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol. 50, pp. 45-59 2016. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2015.12.013>.
- [17] H. Sajedi, "Steganalysis based on steganography pattern discovery," Journal of Information Security and Applications, vol. 30, pp. 3-14, 2016.
- [18] S. Ghanbari, "New steganalysis method using glm and neural network," International Journal of Computer Applications; vol. 42(7), pp. 46-50, 2012.
- [20] Rostami V, Khiavi AS. "Particle Swarm Optimization based feature selection with novel fitness function for image steganalysis". In: Artificial intelligence and robotics, 2016. p. 109-14.
- [21] (HUGO), "Steganalysis: breaking highly unde-tectable steganography," Lecture notes in computer science (including subseries on lecture notes in artificial intelligence lecture notes in bioinformatics (LNCS)), vol. 6958, pp. 71-84, 2011.
- [22] O. Juarez-Sandoval, "Compact image steganalysis for LSB-matching steganography". In: Proceedings-2017 5th international work- shop on biometrics and forensics, (IWBF 2017), pp. 1-6, 2017.
- [23] S. Talati, A. Rahmati, and H. Heidari, "Investigating the Effect of Voltage Controlled Oscillator Delay on the Stability of Phase Lock Loops", MJTD, vol. 8, no. 2, pp. 57-61, 2019.
- [24] S. Talati and M. R. Hassani Ahangar, "Combining Principal Component Analysis Methods and Self-Organized and Vector Learning Neural Networks for Radar Data", Majlesi Journal of Telecommunication Devices, vol. 9(2), pp. 65-69, 2020.
- [25] M. R. Hassani Ahangar, S. Talati, A. Rahmati, and H. Heidari, "The Use of Electronic Warfare and Information Signaling in Network-based Warfare". Majlesi Journal of Telecommunication Devices, vol. 9(2), pp. 93-97, 2020.
- [26] M. Aslinezhad, O. Mahmoudi, and S. Talati, "Blind Detection of Channel Parameters Using Combination of the Gaussian Elimination and Interleaving," Majlesi Journal of Mechatronic Systems, vol. 9(4), pp. 59-67, 2020.
- [27] S. Talati and A. Amjadi, "Design and Simulation of a Novel Photonic Crystal Fiber with a Low Dispersion Coefficient in the Terahertz Band". Majlesi Journal of Mechatronic Systems, vol. 9(2), pp. 23-28, 2020.
- [28] S. Talati, S. M. Alavi, and H. Akbarzade, "Investigating the Ambiguity of Ghosts in Radar and Examining the Diagnosis and Ways to Deal with it," Majlesi Journal of Mechatronic Systems, vol. 10(2), 2021.
- [29] P. Etezadifar and S. Talati, "Analysis and Investigation of Disturbance in Radar Systems Using New Techniques of Electronic Attack," Majlesi Journal of Telecommunication Devices, 10(2), pp. 55-59, 2021.
- [30] S. Talati, B. Ebadi, and H. Akbarzade "Determining of the fault location in distribution systems in presence of distributed generation resources using the original post phasors," QUID 2017, pp. 1806-1812, Special Issue No.1- ISSN: 1692-343X, Medellin-Colombia. April 2017.
- [1] De Rosal Ignatius Moses Setiadi, "Digital image steganography survey and investigation (goal, assessment, method, development, and dataset)" Signal Processing, vol. 206, May 2023.
- [2] Pratap Chandra Mandal, Imon Mukherjee, Goutam Paul, B. N. Chatter "Digital image steganography: A literature survey" Information Sciences vol. 609, pp. 1451-1488, September 2022.
- [3] B. F. Alatiyyat and N. C. "Survey on Image Steganography Techniques" 2nd International Conference on Computing and Information Technology (ICCIIT), Tabuk, Saudi Arabia, 2022, pp. 57-64, doi: 10.1109/ICCIIT52419.2022.9711651.
- [4] Saeid Fazli, Maryam Zolfaghari-Nejad, "A New Steganalysis Method for Steganographic Images on DWT Domain" International Journal of Science and Engineering Investigations, March 2012, Vol. 1.
- [5] Trivikram Muralidharan, "The infinite race between steganography and steganalysis in images", Signal Processing, vol. 201, December 2022.
- [6] S. Talati and P. Etezadifar, "Providing an Optimal Way to Increase the Security of Data Transfer using Watermarking in Digital Audio Signals" Majlesi Journal of Telecommunication Devices, 9(1), pp. 35-46, 2020.
- [7] S. Talati, P. Etezadifar, M. R. Hassani Ahangar, and M. Molazade, "Investigation of Steganography Methods in Audio Standard Coders: LPC, CELP, MELP" Majlesi Journal of Telecommunication Devices, 12(1), pp. 7-15, 2023, doi: 10.30486/mjtd.2022.695928.
- [8] I. R. Farah, I. B. Ismail, and M. B. Ahmed, "A Watermarking System Using the Wavelet Technique for Satellite Images", Word Academy of Science, Engineering and Technology, vol. 17, Dec. 2006. ISSN 1307-6884.

- [38] S. Talati, et al., "Analysis and Evaluation of Increasing the Throughput of Processors by Eliminating the Lobe's Disorder," *Majlesi Journal of Telecommunication Devices* 10.3, pp. 119-123, 2021.
- [39] S. Talati, S. M. Ghazali, M. R. Hassani Ahangar, and S. M. Alavi, "Analysis and Evaluation of Increasing the Throughput of Processors by Eliminating the Lobe's Disorder," *Majlesi Journal of Telecommunication Devices*, vol. 10(3), pp. 119-123, 2021. doi: 10.52547/mjtd.10.3.119
- [40] S. Talati, A. Rahmati, and H. Heidari, "Investigating the Effect of Voltage Controlled Oscillator Delay on the Stability of Phase Lock Loops", *MJTD*, vol. 8, no. 2, pp. 57-61, May 2019.
- [41] S. Talati and P. EtezadiFar, "Electronic attack on radar systems using noise interference," *Majlesi Journal of Mechatronic Systems* 10.3, pp. 7-11, 2021.
- [42] S. M. Ghazali, J. Mazloun, and Y. Baleghid, "Modified binary salp swarm algorithm in EEG signal classification for epilepsy seizure detection," *Biomedical Signal Processing and Control*, vol. 78, September 2022, 103858.
- [43] S. Talati, S. M. Ghazali, V. R. SoltaniNia, "Design and construct full invisible band metamaterial-based coating with layer-by-layer structure in the microwave range from 8 to 10 GHz," *Journal of Physics D: Applied Physics*, vol. 56, no. 17, 2023. DOI 10.1088/1361-6463/acb8c7.
- [44] M. R. Hasani Ahangar and M. Mohammadi, "Evaluation of Efficient Factors on Quality of Service in Routing Protocols," *Passive Defense Quarterly*, no. 3, vol. 3, 2012.
- [31] S. Talati and S. M. Alavi "Radar Systems Deception using Cross-eye Technique," *Majlesi Journal of Mechatronic Systems*, vol. 9(3), pp. 19-21, 2020.
- [32] S. Talati, M. Akbari Thani, and M. R. Hassani Ahangar, "Detection of Radar Targets Using GMDH Deep Neural Network", *Radar Journal*, vol. 8 (1), pp. 65-74, 2020.
- [33] S. Talati, R. Abdollahi, V. Soltania, and M. Ayat, "A New Emitter Localization Technique Using Airborne Direction Finder Sensor," *Majlesi Journal of Mechatronic Systems*, vol. 10(4), pp. 5-16, 2021.
- [34] H. Akbarzade, S. M. Alavi, and S. Talati, "Investigating the Ambiguity of Ghosts in Radar and Examining the Diagnosis and Ways to Deal with it," *Majlesi Journal of Mechatronic Systems*, vol. 10.2, pp. 17-20, 2021.
- [35] S. M. Hashemi, S. Barati, S. Talati, and H. Noori, "A genetic algorithm approach to optimal placement of switching and protective equipment on a distribution network." *J. Eng. Appl. Sci.* vol. 11, pp. 1395-1400, 2016.
- [36] O. Sharifi-Tehrani and S. Talati, "PPU Adaptive LMS Algorithm, a Hardware-Efficient Approach; a Review on", *Majlesi Journal of Mechatronic Systems*, vol. 6, no. 1, Jun. 2017.
- [37] S. Hashemi, & M. Abyari, Sh. Barati, S. Tahmasebi, and S. Talati, "A proposed method to controller parameter soft tuning as accommodation FTC after unknown input observer FDI," *Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 11, pp. 2818-2829, 2016.

نشریه علمی پدافند غیرعامل

سال چهاردهم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲ (پیاپی ۵۶): صص ۴۸-۳۳

علمی - پژوهشی

## ارزیابی و آمایش دفاعی شهر ارومیه با بهره‌گیری از GIS

اصغر عابدینی<sup>۱\*</sup>، امیر شیخی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۶

### چکیده

آمایش دفاعی در کشوری مانند ایران می‌تواند در جهت برنامه‌ریزی و ایجاد موانعی برای بازدارندگی از حملات دشمن و به حداقل رساندن آسیب‌پذیری‌ها در شهرها و در راستای مسائل توسعه پایدار و امنیت شهرها، جوامع و زیرساخت‌های مهم شهری استفاده نمود. در این راستا پژوهش حاضر به پهنه‌بندی شهر ارومیه با رویکرد آمایش دفاعی پرداخته است. نوع تحقیق بر اساس اهداف کاربردی و ماهیت توصیفی تحلیلی است. به همین منظور ابتدا با مطالعه منابع مرتبط با رویکرد آمایش دفاعی و پدافند غیرعامل تعداد ۶ معیار و ۲۲ زیر معیار با توجه به در دسترس بودن اطلاعات برای شهر ارومیه انتخاب شده است. محاسبه وزن شاخص‌ها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه ANP در نرم افزار Super Decision انجام گرفت. سپس با وارد کردن شاخص‌ها به محیط GIS و پیاده‌سازی آن‌ها بر گستره شهر، نقشه‌های مربوط به هر شاخص تولید شد؛ از تلفیق نقشه‌های زیرمعیارهای مربوط به هر معیار، نقشه پهنه بندی بر اساس آن معیار خاص و در نهایت از تلفیق این نقشه‌های ۶ گانه، پهنه‌بندی نهایی آمایش دفاعی شهر ارومیه به دست آمد. نتایج حاصل از نقشه همپوشانی معیارها نشان می‌دهد حدود ۱۷ درصد از سطح شهر در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و ۲۶ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط و ۵۵ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم قرار گرفته است. در ادامه جهت رتبه‌بندی مناطق از مدل تصمیم‌گیری SAW استفاده شده است که حاکی از آسیب‌پذیری منطقه ۲ و ۴ بیشتر از مناطق ۱ و ۳ است.

**کلیدواژه‌ها:** آمایش دفاعی شهری، شهر ارومیه، آسیب‌پذیری، پدافند غیرعامل، فرایند تحلیل شبکه، سیستم اطلاعات جغرافیای GIS

<sup>۱</sup> دانشیار گروه شهرسازی، دانشکده معماری، شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، (as.abedini@urmie.ac.ir) - نویسنده مسئول

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت شهری، دانشکده شهرسازی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

## ۱- مقدمه

انسان از ابتدای خلقت و آغاز زندگی خود در این جهان با پدیده تهدید روبرو بوده است و لذا همواره تلاش نموده تا در برابر تهدیدات از خود محافظت نماید. علاوه بر آن وی ناچار گشته به موازات پیشرفت ماهیت و فناوری تهدیدات، شکل و ماهیت دفاع در برابر تهدیدات را نیز تغییر و ارتقا بخشد. پیشرفت فناوری در حوزه نظامی تهدیدات را به سایر حوزه‌های زندگی بشر تسری داده و به این ترتیب واژه تهدید امروزه به یک مفهوم چندوجهی تبدیل گشته است. یکی از مهم‌ترین وجوه تهدیدات جنگ‌های کنونی، ضربه به مراکز حساس و حیاتی کشورها در بخش‌های نظامی و صنعتی است و در مقابل نیز از جمله مهم‌ترین اقدامات تدافعی، جلوگیری از وارد آمدن آسیب به مراکز یادشده و یا محدود نمودن خسارات ناشی از آن است، زیرا انجام اقدامات دفاعی موجب کاهش قابل توجه هزینه‌های مربوط به جبران خسارات احتمالی در این مراکز می‌گردد. از جمله اقدامات و تدابیر دفاعی مطرح در برابر تهدیدات مذکور، دفاع یا پدافند غیرعامل و بدون اقدامات تهاجمی و به کارگیری تسلیحات است که اتخاذ آن در مورد مراکز حساس موجب افزایش ضریب امنیتی و کاستن از میزان خسارات وارده به این‌گونه مراکز می‌گردد [۱].

تمدن کنونی بیش از پیش شهری شده و رشد شهری پیامدهای ناگواری را بر پیکره‌ی شهرها وارد آورده است. ابعاد سکونتگاه‌های شهری روز به روز پیچیده تر و به تبع آن ناپایداری امنیتی در بوم شهرها نمایان تر شده است. بر این منوال جامعه‌ی شهری، به ویژه در اشکال امروزی و مدرن آن، به طور دائم و گسترده در معرض انواع مختلفی از مخاطرات قرار گرفته است. اکنون واضح است که روزهای کلاسیک جنگ متقارن میان ارتش‌ها به پایان رسیده است و جنگ به شهر و حتی قلمرو خصوصی خانه‌ها قدم نهاده است [۲]. یکی از جنبه‌های مهم و قابل توجه در برنامه ریزی توسعه، تأکید و توجه به آسیب پذیری کشور و از همه مهم تر آسیب پذیری شهرها در مقابل تهدیدات ناشی از جنگ و بلایای طبیعی است؛ زیرا شهرها، با توجه به حجم بالای سرمایه‌گذاری و مکان‌گزینی بسیاری از تأسیسات و ابزارهای اقتصادی و اجتماعی، توجه و امان نظر بیشتری را می‌طلبند؛ چرا که بروز این حوادث تلفات جانی و مالی زیادی به دنبال خواهد داشت [۳].

امروزه کشورهایی که طعم خرابی و خسارات ناشی از جنگ را چشیده‌اند جهت حفظ سرمایه‌های ملی و منابع حیاتی خود توجه خاص و ویژه‌ای به دفاع غیرعامل نموده و در راهبرد دفاعی خود جایگاه والایی برای آن قایل شده‌اند؛ از این رو توجه به تمهیدات مربوط به تأمین محافظت از غیرنظامیان در عصر حاضر بیش از

گذشته حائز اهمیت است. در این راستا رعایت ملاحظات دفاع غیرعامل در بطن برنامه‌ریزی‌های یک کشور تأثیر به‌سزایی در کاهش آسیب‌پذیری کشور داشته و می‌تواند ضمن کاهش خسارات مالی و جانی، به افزایش آستانه مقاومت شهروندان در شرایط حاد و بحرانی تهاجم و تسهیل در مدیریت بحران بینجامد [۴]. این مفهوم برای هر شهری حائز اهمیت بسیار است و بی‌توجهی به آن تاب‌آوری و بازگشت‌پذیری شهر را چه در برابر حوادث انسان‌ساز عمدی، از قبیل درگیری نظامی که حوزه اصلی مورد بحث دفاع غیرعامل است، چه در برابر حوادث انسانی غیرعمدی از قبیل آتش‌سوزی ناشی از عدم رعایت اصول ایمنی یا بلایای طبیعی از قبیل سیل، طوفان و زلزله که در حیطه مسئولیت مدیریت بحران و سوانح غیرمترقبه جای می‌گیرد، به نحو چشمگیری افزایش می‌دهد. همین مطلب نشانه رابطه متقابل دفاع غیرنظامی (مدیریت سوانح غیرمترقبه) با دفاع غیرعامل است. به‌منظور ساماندهی وضعیت تبلور فضایی دفاع غیرعامل در شهر، برنامه‌ریزی در کلیه سطوح و اجزای شهر از قبیل ساخت و فرم، اندازه و شکل کاربری‌ها، موقعیت قرارگیری، حمل‌ونقل و دسترسی، کاربری‌های حساس و ویژه، حرایم و تأثیرات آن‌ها، فضاهای امن و سایر ویژگی‌های اجتماعی، جمعیتی، کالبدی، جغرافیایی و اقتصادی باید مدنظر قرار گیرد تا مفهوم آمایش دفاع غیرعامل شهری در تمام ابعاد آن محقق گردد [۵].

## ۲- بیان مسئله

تعیین نقاط آسیب‌پذیر، پهنه‌بندی مناطق مخاطره‌آمیز در شهرها و تقویت سازمان‌های دخیل در مدیریت بحران و امنیت می‌تواند در پایداری شهرها در برابر ناامنی بسیار مؤثر باشد [۶]. با توجه به افزایش بیش از پیش حوادث مصنوعی و طبیعی و تهدیدها متفاوتی که شهرها همواره با آن‌ها مواجه بوده‌اند و کشور ایران نیز یکی از حادثه‌خیزترین کشورهای جهان محسوب شده و تا به حال شهرها ایران بیش از ۳۱ نوع بحران شناخته شده جهانی را تجربه کرده است. لزوم آمادگی و پیش‌گیری از وقوع بحران و سوانح انسانی و طبیعی، دفاع غیر عامل را از مدیریت بحران مهم تر واقع می‌کند. از آنجایی که جامعه امروزی بسیار پویاست و توسعه فناوری و ظهور تهدیدهای جدید به سرعت اتفاق می‌افتد، بسیار مهم است اقدامات مدیریت خطر به‌صورت کنشی و نه واکنشی صورت گیرد. [۷] در چارچوب تکامل جامعه بشری کنونی، که پیچیدگی سیستم‌های سرزمینی را افزایش می‌دهد، هر ریسک معینی ماهیت دوگانه دارد که جامعه متحمل می‌شود. ریسک جامعه‌ای که در معرض خطر قرار می‌گیرد را می‌توان به عنوان فرمولی از ضرر ارزیابی کرد که نتایج احتمالی را پیش‌بینی می‌کند. عناصر خطر عبارتند از افراد، ساختمان‌ها، زمین‌ها و

سلسله‌مراتبی و نرم‌افزار GIS به بررسی رابطه میان برنامه ریزی شهری به‌خصوص کاربری اراضی با پدافند غیرعامل و نقش آن در حفظ امنیت شهروندان و زیرساخت‌های شهری پرداخته و نتایج حاصل از مطالعه نشان می‌دهد مناطق مرکزی و جنوبی، غربی و شرقی شهر که غالباً کاربری‌های نظامی، آموزش عالی، مسکونی و تأسیسات و تجهیزات شهری در آنها واقع شده‌اند خطرپذیرتر هستند.

احمد آفتاب، علیرضا سلیمانی، محمد فری در مقاله ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری ارومیه با رویکرد پدافند غیرعامل [۱۰] به ارزیابی میزان آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهر ارومیه از منظر پدافند غیرعامل جهت بالا بردن امنیت ساکنین شهر، ایمنی کاربریها و زیرساخت‌ها و کاهش آسیب‌پذیری در سطح شهر پرداخته و از این جهت زیرساخت‌های شهری ارومیه از نظر اصول همجواری و پراکندگی مورد بررسی قرار گرفته؛ و کلیه زیرساخت‌های شهر ارومیه با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره AHP و ANP مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته نتایج حاصل نشان می‌دهد منطقه پنج ارومیه آسیب‌پذیرترین منطقه شهر می‌باشد.

محمدحسین یزدانی و افشار سیدی [۱۱] در مقاله ای به عنوان بررسی آسیب‌پذیری شهر اردبیل از منظر پدافند غیر عامل ۱۸ شاخص با مولفه‌های شریان‌های حیاتی، مراکز مدیریت بحران، مراکز نظامی و انتظامی، تجهیزات شهری و مراکز پشتیبانی با سه اولویت انهدام راهبردی، روانی و پشتیبانی با مدل تحلیل شبکه وزن دهی و در GIS نقشه‌سازی شده و نتایج حاصل از پژوهش آنها نشان می‌دهد عملکردهای اصلی شهر بیشترین تاثیر در آسیب‌پذیری شهر را دارند و همچنین بیش از ۴۰ درصد کاربری‌های شهر در وضعیت آسیب‌پذیری بالا قرار دارد.

امیر زیبامنش و سید جواد هاشمی فشارکی در کتاب طراحی شهری از منظر دفاع غیرعامل [۱۲] به بررسی دفاع غیرعامل و تعاریف مربوط به آن، مفاهیم مربوط به طراحی شهری و برنامه ریزی شهری در ارتباط با پدافند غیرعامل و دفاع شهری، مستندات قانونی دفاع غیر عامل، تجارب جهانی مرتبط، طرح‌های شهری و وظایف ارگان‌ها و نهادها مرتبط با دفاع غیرعامل را مورد توجه قرار می‌دهد و به تحلیل ملاحظات پدافند غیر عامل در بافت شهری، کاربری‌های شهری می‌پردازد.

احمد شاهسوندی، حجت شیخی، [۱۳] در پژوهشی با عنوان ارزیابی میزان آسیب‌پذیری شهری بر اساس اصول پدافند غیر عامل شهر همدان برای سنجش آسیب‌پذیری کاربری‌ها به ۹ گروه اصلی دسته‌بندی و از مدل ANP و نرم‌افزار GIS استفاده کرده‌اند. نتایج حاصل از پژوهش آنها نشان می‌دهد بسیاری از

کاربری‌ها، زیرساخت‌ها و خدمات بزرگی ریسک به آسیب‌پذیری عناصر ریسک و درجه قرار گرفتن در معرض آنها بستگی دارد [۸].

آمایش دفاعی در کشوری مانند ایران می‌تواند در جهت برنامه‌ریزی و ایجاد موانعی برای بازدارندگی از حملات دشمن و به حداقل رساندن آسیب‌پذیری‌ها در شهرها و در راستای مسائل توسعه پایدار و امنیت شهرها، جوامع و زیرساخت‌های مهم شهری مفید واقع شود.

بدین منظور محدوده مورد مطالعه در این پژوهش را شهر ارومیه مرکزیت استان آذربایجان غربی، انتخاب می‌کنیم. شهر ارومیه طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ با ۷۳۶۲۲۴ نفر جمعیت، دهمین شهر پرجمعیت ایران و دومین شهر پرجمعیت منطقه شمال غرب ایران به شمار می‌آید و به‌عنوان یکی از شهرهای بزرگ کشور دارای بافت فرسوده و قدیمی، توسعه ناموزون، بافت متراکم شهری، معابر کم‌عرض و پدیده حاشیه‌نشینی است و از طرف دیگر، به دلیل موقعیت جغرافیایی خاص (نزدیکی با کشورهای ترکیه و عراق) و مسائل امنیتی و نزدیکی به گسل‌ها و پتانسیل سیل خیزی همواره در معرض خطرهای انسانی و طبیعی بوده است و یکی از مهم‌ترین شهرهای ایران که از نظر ملاحظات پدافند غیرعامل شایسته مراقبت و توجه است، شهر ارومیه دارای ۵ منطقه شهرداری است و شاهد شکل‌گیری این مناطق در دوره‌های زمانی متفاوت هستیم منطقه ۴ شهر ارومیه در برگیرنده بافت تاریخی و مرکزی شهری، و همراه با منطقه ۲ در برگیرنده بافت فرسوده شهر هستند و منطقه ۲ و ۱ همچنین به‌عنوان پرجمعیت‌ترین مناطق شهر نسبت به سایر مناطق و منطقه ۵ با کاربری‌ها و صادرات مهم‌ترین وجه تمایز مناطق شهر را شامل می‌شوند. نداشتن برنامه‌های هدفمند و آینده‌نگر، عدم شرکت متخصصین شهری و مردم محلی در طرح‌ها و برنامه‌های شهری و نیز وجود مخاطرات بالقوه طبیعی و انسانی باعث شده که آسیب‌پذیری شهر ارومیه افزایش یافته و تاب‌آوری آن کاهش یابد. این پژوهش با در نظر گرفتن اصول و الزامات پدافند غیرعامل و بررسی شاخص‌های آن در کاربری اراضی، ساخت و بافت شهر به شیوه‌ای تحلیلی به پهنه‌بندی آمایش دفاع شهری، تشخیص حوزه‌های آسیب‌پذیر و ایمن موجود و رتبه‌بندی مناطق آسیب‌پذیرتر نسبت به هم در سطوح و عملکردها باتوجه به شاخص‌ها و معیارهای شهر ارومیه بررسی خواهد کرد.

### ۳- پیشینه تحقیق

محمدرضا پورمحمدی و همکاران در مقاله برنامه‌ریزی شهری متناسب با پدافند غیرعامل با تأکید بر ارزیابی و برنامه‌ریزی بهینه کاربری اراضی شهری (شهر سنندج) [۹] با استفاده از تحلیل

بوده و وضعیتی است که به واسطه برقراری امور ذیل حاصل می‌شود: (۱) محافظت از محیط فیزیکی شهری (۲) به حداقل رساندن میزان آسیب‌پذیری شهرها (۳) پیشگیری از وقوع مخاطرات علیه امنیت شهرها [۱۷].

دفاع غیرعامل، شامل تمامی طرح‌ریزی‌ها و اقداماتی است که موجب کاهش آسیب‌پذیری‌ها، افزایش پایداری ملی، تداوم فعالیت دستگاه - جای نظم در مقابل تهدیدات خارجی گردیده و مستلزم به کارگیری سلاح نیست (دفاع غیرمسلحانه). هدف از دفاع غیرعامل، استمرار فعالیت‌های زیربنایی، تامین نیازهای حیاتی، تداوم خدمت‌رسانی عمومی و تسهیل اداره کشور در شرایط تهدید و بحران، تجاوز خارجی و حفظ بنیه دفاعی علی‌رغم حملات خصمانه و مخرب دشمن از طریق اجرای طرح‌های پدافند غیرعامل و کاستن آسیب‌پذیری مستحدمات و تجهیزات حیاتی و حساس یک کشور است [۱۸].

به عقیده‌ی تیمرمن، آسیب‌پذیری عبارت است از درجه‌ای که سیستم در شرایط خطرناک پس از وقوع حادثه، فعالیت اصلی خود را انجام ندهد. تیمرمن همچنین آسیب‌پذیری را به برگشت‌پذیری مرتبط و عنوان می‌کند که برگشت‌پذیری، ظرفیت سیستم به‌منظور جذب و بازآوری خود پس از رخداد یک سانحه‌ی خطرناک است [۱۹]. ارزیابی آسیب‌پذیری یک تحلیل کامل از دارایی‌ها در برابر تهدیدات برای مشخص کردن نقاط ضعف، کمبودها و اقدامات یا اصلاح فعالیت‌هایی است که می‌توانند در جهت کاهش آسیب‌پذیری طراحی یا پیاده‌سازی شوند [۲۰]. در طراحی شهرها، برای ایجاد بستر مناسب استقرار ساختمان‌های دارای الزامات پدافند غیرعامل، حصول به اهداف زیر، در راستای حفظ جان مردم، تداوم بی وقفه فعالیت‌های ضروری و کاهش آسیب‌پذیری شهرها، توسط مهندسين شهرساز با همکاری طراح، الزامی است:

- ۱) تعیین کاربری زمین به‌میزان لازم، برای پناهگاه عمومی به صورت چند عملکردی
- ۲) استفاده از طبیعت (پدافند غیرعامل طبیعی)
- ۳) تعیین کاربری‌های چندمنظوره به‌میزان لازم (به ویژه فضای سبز)، برای بهره‌گیری در بحران (اسکان موقت، امداد، درمان) و...
- ۴) تأمین قابلیت مدیریت بحران شهرها
- ۵) پراکندگی و پخشایش مناسب جمعیت، تأسیسات و مراکز حیاتی و حساس
- ۶) احتراز کامل از استقرار کاربری‌های با پیامد انفجاری در مراکز جمعیتی (نظیر پمپ بنزین، منابع سوختی، انبارهای شیمیایی) و...
- ۷) در نظر گرفتن تمهیدات پدافند غیرعامل در اطراف کاربری‌های مورد هدف راهبردی دشمن
- ۸) تعیین کاربری برای جان پناه‌ها، به‌ویژه در تلفیق با فضای

عملکردها و فعالیت‌های تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری شهر در روند برنامه‌ریزی و آینده‌نگری شهر مناسب نمی‌باشد. و مهم‌ترین عوامل خطرزا در شهر همدان شامل تراکم جمعیت بالا برخی از محلات در اطراف رینگ اول شهر و تراکم ساخت و ساز، ریز دانگی واحد‌های مسکونی و عدم وجود فضاهای باز در برخی از محلات قدیمی و فرسودگی در هسته مرکزی می‌باشد.

قنبری و عابدی در پژوهش تحت عنوان مکان‌یابی بهینه پناهگاه‌های شهری، با رویکرد پدافند غیرعامل به روش FAHP و نرم‌افزار ARC GIS مطالعه موردی: منطقه ۱۸ تهران ده معیار پس از مطالعات کتابخانه‌ای، مشاهدات میدانی و مصاحبه با خبرگان از بین شاخص‌های به‌دست‌آمده تعیین، و با استفاده از روش FAHP وزن‌دهی شده است. در مرحله بعد با ساخت لایه‌های مربوط به این شاخص‌ها، مکان‌یابی پناهگاه بر اساس یک فرایند سامان‌مند در سامانه اطلاعات جغرافیایی پیاده‌سازی و مکان‌های مطلوب در سطح منطقه مشخص گردیده است [۱۴].

#### ۴- مبانی نظری

می‌توان ادعا نمود که قدمت پدافند غیرعامل به قدمت تمدن بشری بازمی‌گردد. لیکن این موضوع برای نسل‌های بشر به‌صورت تلاش آنها برای حراست و مراقبت در برابر دشمنان طبیعی و انسانی نمایان شده است و در طول تاریخ تمهیداتی را برای در امان ماندن از این حوادث مدنظر داشته است. برج و باروهای حفاظتی شهرها، قلعه‌ها و حصارها نمونه‌های بارزی در این خصوص هستند. در عصر جدید نیز با توجه به مقتضیات عالم جدید و ایجاد دولت‌ها، این موضوع از حیطه شهری به گستره ملی انتقال پیدا نمود. با بروز جنگ جهانی اول و دوم و کشیده شدن پای جنگ‌ها به شهرها این موضوع اهمیت بیشتری یافت و شکل علنی به خود گرفت. پس از آن جنگ سرد و چالش‌های جنگ مرتبط با سلاح‌های کشتار جمعی اهمیت این بحث را بیشتر نمود و در نهایت با وقوع حادثه ۱۱ سپتامبر و جنگ‌های دهه اخیر بین کشورها، این بحث وارد فاز جدیدی از مطالعات و برنامه‌های اجرایی شد. در نهایت اینکه پدافند غیر عامل در شهرها و کشورهای مختلف با توجه به وجود تهدیدات و حوادث در دوران‌ها و نقاط مختلف دنیا همواره مورد توجه پیشینیان بوده است [۱۵].

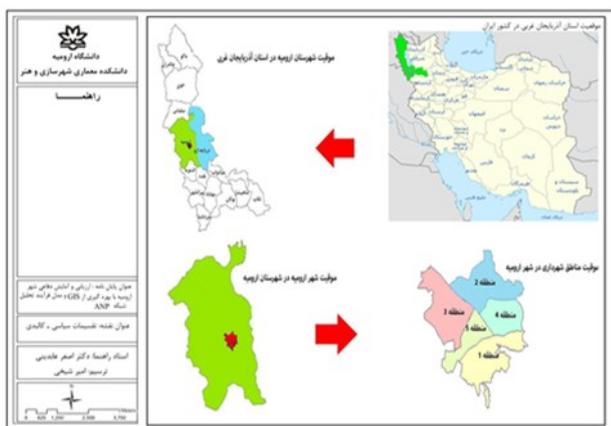
هر اقدام غیرمسلحانه‌ای که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها، تأسیسات، تجهیزات، اسناد و شریان‌های کشور در مقابل تهدیدات انسان‌ساز گردد، پدافند غیرعامل خوانده می‌شود. دفاع شهری در دوران جنگ جهانی دوم و در تلاش‌هایی که برای مقابله با حمله هوایی، تدارک پناهگاه و هشدار برای غیرنظامیان صورت می‌گرفت به‌وجود آمد [۱۶] دفاع شهری سیستم یکپارچه مدیریت، حفاظت، نجات و امداد رسانی



پدافندی با توجه به موقعیت جغرافیایی ناحیه؛ ۳- هماهنگی ملاحظات پدافندی و طرح توسعه شهر؛ ۴- کمک رسانی بموقع هنگام وقوع رویدادهای ناگوار. ۵- توسعه آینده، ایمنی حریم و دسترسی آسان، در گزینش جایگاه تأسیسات و کاربری‌های فوق نیز مؤثر هستند [۲۴].

## ۵- شناخت محدوده

شهر ارومیه به‌عنوان مرکز استان آذربایجان غربی بین ۴۵ درجه و ۴ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی در ارتفاع ۳۳۲ متر از سطح دریا قرار دارد. این شهر با مساحت حدود ۶۰ کیلومترمربع، با موقعیت جلگه‌ای و پایکوهی در فاصله تقریبی ۹۰۰ کیلومتری شمال غربی شهر تهران واقع شده است. بر اساس تقسیمات کشوری این شهر به مرکزیت استان و شهرستان تبدیل شد و در سال ۱۳۰۷ نیز شهرداری در آن تأسیس گردید. این شهر در شمال ارتفاعات حیدرلو و ارشلو، در سمت غربی جاده اشنویه (بالانج) و باغات روستای دیگاله در جنوب کمربندی ۸۵ متری و در سمت شرقی روستاهای بادکی، الواج استقرار یافته است. این شهر دارای مساحتی معادل ۵۵۸۷۹۶۹۶ مترمربع است [۲۵].



شکل (۱): موقعیت استان آذربایجان غربی و شهر ارومیه در کشور

## ۶- روش‌شناسی تحقیق

پژوهش مورد نظر از لحاظ زمانی در گروه پژوهش‌های پیمایشی قرار می‌گیرد، زیرا موضوع مربوط به زمان حال است و در پی آنیم که با گردآوری داده‌ها و اطلاعات درباره شرایط فعلی به شناخت بهتر و کامل‌تری از وضع موجود دست یابیم. همچنین پژوهش مورد نظر از بعد هدف بیرونی، در دسته تحقیقات کاربردی و از بعد هدف درونی، در دسته تحقیقات توصیفی-تحلیلی قرار می‌گیرد. در این پژوهش از رویکرد کیفی در تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات و از روش‌های آماری کمی جهت سهولت طبقه‌بندی،

سبز

(۹) توجه به احداث پناهگاه در فضای باز عمومی به‌صورت چند عملکردی در بافت‌های مترکم شهری [۲۱].

توزیع فضای عناصر، ترکیب عناصر و عملکردهای اصلی شهر که تشکیل‌دهنده ساختار شهر هستند، نقش مهمی در میزان آسیب‌پذیری شهر در برابر حوادث مختلف، خصوصاً حملات نظامی دشمن دارد. تقسیمات کالبدی شهر مانند: کوی، محله، ناحیه، برزن و منطقه، تک مرکزی یا چندمرکزی بودن و... نیز وجود دیگری از ساختار شهر محسوب می‌شوند که هر کدام به لحاظ مقابله در برابر حوادث دارای استعداد خاص خود است. مثلاً در ساختار تک مرکزی شهر و تمرکز امکانات اقتصادی و انسانی در یک قسمت از شهر به نسبت به شهرهای دارای چند مرکز، امکان آسیب‌پذیری، بیشتر می‌شود. ضمن اینکه سقوط شهر نیز زمان کمتری را می‌طلبد [۲۲].

انجام اقدامات دفاع غیرعامل در جنگ‌های نامتقارن امروزی در جهت مقابله با تهاجمات خصمانه و تقلیل خسارات ناشی از حملات هوایی و دریایی کشور مهاجم، موضوعی بنیادی است که وسعت و گستره آن تمامی زیرساخت‌ها و مراکز حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی، سیاسی، ارتباطی، مواصلاتی نظیر بنادر، فرودگاه‌ها و پل‌ها، زیرساخت‌های محصولات کلیدی، نظیر پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌ها، مجتمع‌های بزرگ صنعتی، مراکز هدایت و فرماندهی و جمعیت مردمی کشور را در بر می‌گیرد تا حدی که حفظ امنیت ملی و اقتصادی، شکست‌ناپذیری در جنگ، به نحو چشمگیری وابسته به برنامه‌ریزی و ساماندهی همه‌جانبه در موضوع حیاتی دفاع غیرعامل است [۲۳].

پدافند غیرعامل و پراکنش کاربری اراضی شهری یکی از رویکردهای اساسی در زمینه شهرسازی، ارتقای سطح زندگی شهری و ایمن‌سازی آن است [۱۷]. آنچه که امروزه به‌عنوان یکی از روش‌های اساسی و اصول برنامه‌ریزی شهری می‌تواند برای کاستن از آثار بلایا مطرح باشد، بکارگیری و داشتن نگاه امنیتی به برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری و آمایش و جایگزینی مطلوب کاربری‌ها در طرح‌های جامع و عمران شهری با توجه به معیارهای برنامه‌ریزی بهینه کاربری اراضی برای کاهش آثار ناشی از وقوع بلایا در سطح شهرها می‌باشد. بارگذاری‌های شهری و آرایش کاربری‌های مراکز امداد و نجات، فضاهای سبز و باز، شبکه معابر، صنعتی و سازه‌ای، توجه به تراکم جمعیت و... در شهرها و نحوه ارتباط این گونه کاربری‌ها با یکدیگر، می‌تواند امکانات ویژه‌ای را برای نجات جان افراد ایجاد نموده، و باعث بهبود عملکرد سیستم و کاهش آسیب‌پذیری آن گردد. معمولاً باید در گزینش جایگاه تأسیسات، موارد زیر در نظر گرفته شود: ۱- بررسی عوامل طبیعی در پدافند غیرعامل؛ ۲- بررسی ملاحظات

محاسبات و استنتاج بهره گرفته شده است.

از آنجاکه این تحقیق در پی کشف پهنه‌های گوناگون و وضعیت پایداری پدافندی آنها در سطح شهر ارومیه است. نوع آن اکتشافی است. پژوهش اکتشافی همان‌طور که از نام آن مشخص است به دنبال اکتشاف وضعیت پدیده‌ها و روابط بین آنها است. این روش به‌ویژه زمانی مفید است که درباره یک پدیده شناخت کافی وجود ندارد. روش اکتشافی را می‌توان با جستجوی ادبیات، صحبت با متخصصان حوزه مربوطه و انجام مصاحبه متمرکز با افراد یا گروه‌ها، خواندن متون و نوشته‌های مختلف، مشورت با اساتید و صاحب‌نظران و... دنبال کرد. پژوهش اکتشافی غیرتجربی و مبتنی بر مشاهده است. به عبارت دیگر محقق تنها متغیرها را بررسی می‌کند بدون آن که تغییری در آنها ایجاد نماید. هدف اصلی در تحقیق اکتشافی، شناخت وضعیتی است که درباره آن آگاهی‌های لازم وجود ندارد، به عبارت دیگر، در این نوع تحقیق، محقق به دنبال دستیابی به اطلاعاتی است که با کمک آنها می‌تواند زوایای تاریک موضوع تحقیق را روشن نماید. جامعه آماری این تحقیق جهت بررسی متغیرها مناطق پنج‌گانه شهر ارومیه است و همچنین جامعه آماری جهت وزن‌دهی به شاخص‌ها در فرایند تحلیل شبکه ANP از طریق پرسش‌نامه متشکل از تعداد ۵ نفر از متخصصان و صاحب‌نظران این موضوع است. روش گردآوری اطلاعات در این پژوهش بر حسب فرضیات و پرسش‌های تحقیق عمدتاً مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای، گزارش‌ها، آرشیوهای اطلاعاتی سازمان‌ها و اداراتی است. در انتخاب موضوع، ادبیات و سوابق مسئله و بسیاری از موارد دیگر از روش کتابخانه‌ای شامل کتاب‌ها، مقالات فارسی و لاتین، نقشه‌های مرتبط، سایت‌ها و اسناد دیگر استفاده شده است. در ادامه از پرسش‌نامه و مصاحبه با متخصصان بهره‌گیری شده است که در نهایت با تلفیق و ترکیب یافته‌های کتابخانه‌ای، اسنادی و اکتشافی پس از دسته‌بندی، از طریق روش کمی به تجزیه و تحلیل و ارائه راهبردهای تحقیق خواهیم پرداخت.

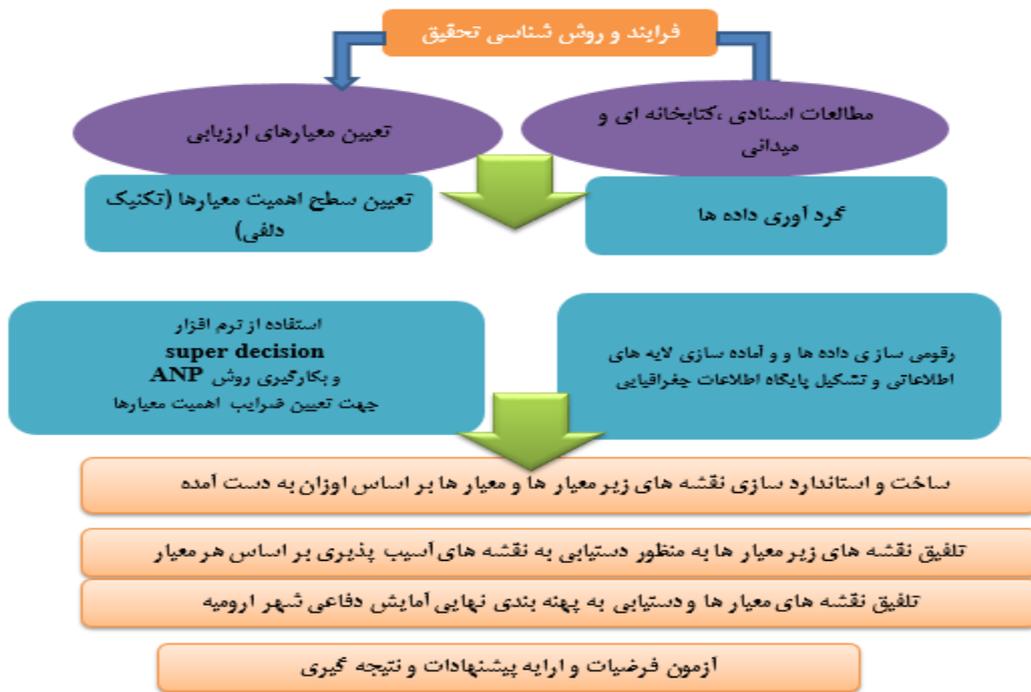
#### ۶-۱- روش تصمیم‌گیری تحلیل شبکه‌ای ANP

توماس ال ساعتی در سال ۱۹۷۱ فرایند تحلیل شبکه‌ای را در پاسخ به محدودیت‌های AHP معرفی کرد. فرایند تحلیل شبکه‌ای حالت عمومی AHP و شکل گسترده آن محسوب می‌شود ANP<sup>۱</sup> این امکان را به دست می‌دهد که به صورت نظام‌مند با انواع ارتباطات و وابستگی‌ها در سیستم تصمیم‌گیری برخورد داشته باشیم. یک مسئله تصمیم‌گیری که توسط فرایند تحلیل شبکه‌ای تحلیل می‌شود، به واسطه بهره‌گیری از یک شبکه یا ساختار کنترلی مورد بررسی قرار می‌گیرد. شبکه تصمیم‌گیری، شبکه‌ای است که از خوشه‌ها، عناصر و ارتباطات تشکیل شده است. خوشه، مجموعه‌ای از عناصر مرتبط در یک شبکه است. برای هر معیار کنترلی، خوشه‌ها و عناصر در نظر گرفته می‌شود. تمامی تعاملات و بازخوردها در درون خوشه، با نام وابستگی درونی و تعاملات و

بازخوردهای میان خوشه‌ها با عنوان وابستگی‌های بیرونی شناخته می‌شوند. وابستگی‌های درونی و بیرونی بهترین شیوه‌ای هستند که تصمیم‌گیرندگان می‌توانند مفاهیم تأثیرگذاری و تأثیرپذیری را میان خوشه‌ها و سپس: میان عناصر با لحاظ یک عنصر معین به دست آورده و نشان دهند [۲۶]. مقایسات زوجی به صورت نظام‌مند شامل تمام ترکیبات روابط عناصر یا خوشه‌ها انجام می‌شود. اهمیت نسبی عناصر همچون AHP بر اساس مقیاس ۳ کمیتی ساعتی سنجیده می‌شود. سپس اهمیت نسبی عناصر یا خوشه‌ها محاسبه می‌شود. برای محاسبه بردار ویژه  $w$ ، ساعتی چندین روش ارائه کرده است. در صورتی که محاسبات بدون استفاده از نرم‌افزار باشد، از روش تقریبی میانگین هندسی استفاده می‌شود؛ بنابراین در این مرحله بردارهای اولویت داخلی مورد محاسبه قرار می‌گیرند [۲۷].

#### ۶-۲- روش SAW

روش SAW یا روش ساده وزنی احتمالاً ساده‌ترین و رایج‌ترین روش تصمیم‌گیری چندمعیاره است. در روش SAW<sup>۲</sup>، امتیاز کلی یک راه‌حل کاندید با مجموع وزنی تمام مقادیر ویژگی تعیین می‌شود. روش وزن‌گیری ساده افزودنی اغلب به عنوان روش جمع وزنی شناخته می‌شود. مفهوم اساسی روش SAW این است که به دنبال مجموع وزنی رتبه‌بندی عملکرد در هر جایگزین بر روی همه ویژگی‌ها باشیم [۲۸]. هدانگ و یون (۱۹۸۱)، روش ساده وزنی را ارائه کردند. روش ساده وزنی به دلیل سهولتی که دارد محبوب‌ترین و رایج‌ترین روش در MADM است. روش SAW را می‌توان ساده‌ترین و مستقیم‌ترین روش مواجهه با مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره در نظر گرفت. در این روش از یک تابع افزایش خطی برای نمایش ترجیحات تصمیم‌گیرندگان استفاده می‌شود. با این حال این روش زمانی کاربرد دارد که فرض شود ترجیحات مستقل یا مجزا از هم هستند. در این روش جهت تصمیم‌گیری، تنها به ماتریس تصمیم‌گیری و بردار وزن شاخص‌های ارزیابی نیاز است. این روش مانند روش ویکور و تاپسیس عمل می‌کند اما به روشی بسیار ساده‌تر. در این روش که با نام روش ترکیب خطی وزن‌دار نیز شناخته می‌شود، پس از بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم، با استفاده از ضرایب وزنی معیارها، ماتریس تصمیم بی‌مقیاس وزن‌دار به دست آمده و با توجه به این ماتریس، امتیاز هر گزینه محاسبه می‌شود. جهت تعیین اوزان و مقایسه زوجی هر یک از معیارها و زیر معیارها مورد بررسی در ارزیابی و آمایش دفاعی شهر ارومیه از مدل anp و نرم‌افزار super decision استفاده شده است. فرایند تحلیل شبکه‌ای با استفاده از نرم‌افزار سوپر دیسیژن در قالب ۶ معیار و ۲۲ زیر معیار دسته‌بندی شده جهت تعیین روابط و اثرات شاخص‌ها بر یکدیگر عناصر دارای روابط به یکدیگر متصل شده است.



شکل (۲): فرایند و ساختار تحقیق

جدول (۱): طبقات اندازه گیری و ارزش دهی تأثیر آسیب رسانی و اوزان نهایی هر یک از معیار و زیر معیارها

منابع	بازه					ضریب نهایی زیر معیارها	زیر معیار	ضریب نهایی معیارها	معیار اصلی
نظر کارشناسان مربوطه	بیش از ۳۰	۲۰ تا ۳۰	۱۵ تا ۲۰	۱۰ تا ۱۵	کمتر از ۱۰	۰/۱۸۸	عمر بنا (سال)	۰/۲۰۳	ساختار کالبدی
	۵	۴	۳	۲	۱	امتیازات			
	خشت و چوب با دیوار باربر	آجر و چوب با دیوار باربر	آجر و آهن با دیوار باربر	اسکلت فلزی	بتون آرمه	۰/۲۵۴	اسکلت بنا		
	۵	۴	۳	۲	۱	امتیاز			
	بیش از ۸	۷ تا ۸	۵ تا ۶	۳ تا ۴	۲ تا ۰	۰/۱۷۴	تعداد طبقات		
	۵	۴	۳	۲	۱	امتیاز			
	مخرو به	تخریبی	مرمتی	قابل قبول	نو ساز	۰/۲۱۸	کیفیت ابنیه		
	۵	۴	۳	۲	۱	امتیاز			
	<۱۰۰>	<۲۰۰>	<۴۰۰>	<۵۰۰>	۱۰۰۰ >	۰/۱۶۶	دانه بندی (مساحت قطعات)		
	۵	۴	۳	۲	۱	امتیاز			

منابع	بازه					ضریب نهایی زیر معیارها	زیر معیار	ضریب نهایی معیارها	معیار اصلی
	بیش از ۴۰۰متر	۳۰۰ تا ۴۰۰متر	۲۰۰ تا ۳۰۰متر	۱۰۰ تا ۲۰۰متر	۱۰۰ تا متر				
ضوابط شرکت ملی گاز و حریم خطوط فشار قوی مصوب دولت	بیش از ۴۰۰متر	۳۰۰ تا ۴۰۰متر	۲۰۰ تا ۳۰۰متر	۱۰۰ تا ۲۰۰متر	۱۰۰ تا متر	۰/۱۹۲	خطوط اصلی انتقال گاز	۰/۲۷۶	شریان های حیاتی
	۱	۲	۳	۴	۵	امتیاز			
	بیش از ۴۰۰متر	۳۰۰ تا ۴۰۰متر	۲۰۰ تا ۳۰۰متر	۱۰۰ تا ۲۰۰متر	۱۰۰ تا متر	۰/۲۰۳	ایستگاه های تقلیل فشار گاز		
	۱	۲	۳	۴	۵	امتیاز			
	بیش از ۴۰۰متر	۳۰۰ تا ۴۰۰متر	۲۰۰ تا ۳۰۰متر	۱۰۰ تا ۲۰۰متر	۱۰۰ تا متر	۰/۲۲۸	شبکه توزیع برق فشار قوی		
	۱	۲	۳	۴	۵	امتیاز			
	بیش از ۴۰۰متر	۳۰۰ تا ۴۰۰متر	۲۰۰ تا ۳۰۰متر	۱۰۰ تا ۲۰۰متر	۱۰۰ تا متر	۰/۱۵۲	مخازن اصلی و ایستگاه پمپاژ آب		
	۱	۲	۳	۴	۵	امتیاز			
زبردست ۱۳۸۴	بیش از ۳۰۰	۳۰۰ تا ۲۱۰	۱۶۰ تا ۲۱۰	۱۰۰ تا ۱۶۰متر	۱۰۰ تا متر	۰/۲۲۵	مراکز توزیع سوخت	۰/۱۸۴	مراکز پشتیبانی و امداد رسانی
	۱	۲	۳	۴	۵	امتیاز			
مهندسين مشاور نقش جهان پارس	بیش از ۱۲۵۰متر	۷۵۰ تا ۱۲۵۰	۵۰۰ تا ۷۵۰	۲۵۰ تا ۵۰۰	۲۵۰ تا متر	۰/۳۰۱	مراکز بهداشتی درمانی	۰/۱۸۴	مراکز پشتیبانی و امداد رسانی
	۵	۴	۳	۲	۱	امتیاز			
	بیش از ۱۲۵۰متر	۷۵۰ تا ۱۲۵۰	۵۰۰ تا ۷۵۰	۲۵۰ تا ۵۰۰	۲۵۰ تا متر	۰/۲۴۷	آتش نشانی		
	۵	۴	۳	۲	۱	امتیاز			
	بیش از ۱۲۵۰متر	۷۵۰ تا ۱۲۵۰	۵۰۰ تا ۷۵۰	۲۵۰ تا ۵۰۰	۲۵۰ تا متر	۰/۲۰۸	فضاهاس سبز و باز شهری		
	۵	۴	۳	۲	۱	امتیاز			
	بیش از ۱۲۵۰متر	۷۵۰ تا ۱۲۵۰	۵۰۰ تا ۷۵۰	۲۵۰ تا ۵۰۰	۲۵۰ تا متر	۰/۲۴۴	مراکز حلال احمر		
	۵	۴	۳	۲	۱				

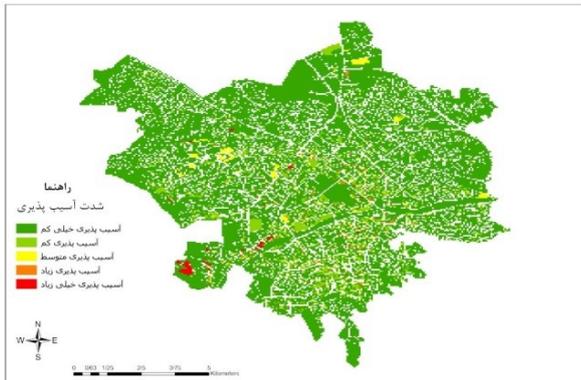
منابع	بازه					ضریب نهایی زیر معیارها	زیر معیار	ضریب نهایی معیارها	معیار اصلی
	بیش از ۱۲۵۰ متر	۷۵۰ تا ۱۲۵۰	تا ۵۰۰ ۷۵۰	تا ۲۵۰ ۵۰۰	تا ۲۵۰ ۲۵۰				
	بیش از ۱۲۵۰ متر	۷۵۰ تا ۱۲۵۰	تا ۵۰۰ ۷۵۰	تا ۲۵۰ ۵۰۰	تا ۲۵۰ ۲۵۰	۰/۲۶۹	پایانه های مسافر بری		
	۱	۲	۳	۴	۵	امتیاز			
نظر کارشناسان مربوطه	بیش از ۱۲۵۰ متر	۷۵۰ تا ۱۲۵۰	تا ۵۰۰ ۷۵۰	تا ۲۵۰ ۵۰۰	تا ۲۵۰ ۲۵۰	۰/۵۰۳	نزدیکی به معیار اصلی	۰/۱۳۹	شبکه های دسترسی
	۵	۴	۳	۲	۱	امتیاز			
	بیش از ۴۰۰ متر	تا ۳۰۰ ۴۰۰متر	تا ۲۰۰ ۳۰۰متر	تا ۱۰۰ ۲۰۰متر	تا ۱۰۰ متر	۰/۲۲۸	تقاطع های غیر همسطح (پل ها، روگذر و زیرگذر های اصلی)		
	۱	۲	۳	۴	۵	امتیاز			
نظرات کارشناسان مربوطه	بیش از ۳۶۵	۳۶۵ تا ۲۹۰	تا ۲۱۵ ۲۹۰	تا ۱۵۰ ۲۱۵	تا ۱۵۰ ۱۵۰	۰/۲۸۴	استانداری فرمانداری شهرداری ادارات و سازمان های مهم	۰/۰۹۹	مراکز سیاسی امنیتی مدیریتی
	۱	۲	۳	۴	۵	امتیاز			
	بیش از ۲۰۰۰	تا ۱۲۰۰ ۲۰۰۰	تا ۸۰۰ ۱۲۰۰	تا ۴۰۰ ۸۰۰	تا ۴۰۰ ۴۰۰	امتیاز	مراکز نظامی و انتظامی		
	۱	۲	۳	۴	۵	۰/۴۵۷			
	بیش از ۳۶۵	۳۶۵ تا ۲۹۰	تا ۲۱۵ ۲۹۰	تا ۱۵۰ ۲۱۵	تا ۱۵۰ ۱۵۰	۰/۲۵۹	مراکز مذهبی و آموزش عالی		
	۱	۲	۳	۴	۵	امتیاز			
	بیش از ۴۰۰	تا ۳۰۰ ۴۰۰	تا ۲۰۰ ۳۰۰	تا ۱۰۰ ۲۰۰	تا ۱۰۰ ۱۰۰		تراکم جمعیتی	۰/۰۹۹	ویژگی های جمعیتی
	۵	۴	۳	۲	۱	امتیاز			

۷- یافته‌ها و بحث

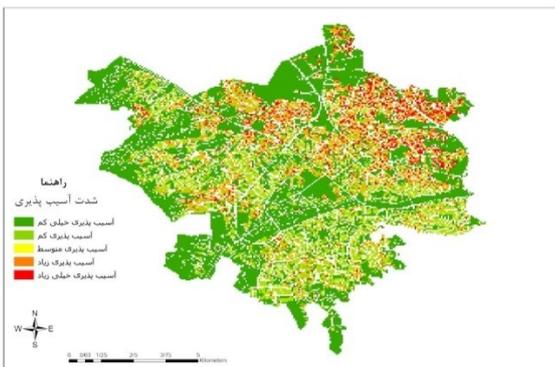
جهت پیاده‌سازی شاخص‌های بر روی گستره شهر ارومیه و ارزش‌دهی به هریک از شاخص‌ها از یک طیف ۵ ارزشی (عدد ۱ کمترین و ۵ بیشترین آسیب پذیری) استفاده شده است. نکته قابل توجه این است که کاربری‌های پشتیبان در شرایط بحران با توجه به نزدیکی به مراکز جمعیتی و کاربری‌های و زیرساخت‌های خطرناک با توجه به دوری از مراکز جمعیتی ارزش‌گذاری می‌شوند.

طبقه‌بندی شاخص‌ها و امتیازدهی هر طبقه بر اساس طیف ۵ سطحی لیکرت (امتیاز ۱ نشان‌دهنده کمترین آسیب‌پذیری و امتیاز ۵ نشان‌دهنده بیشترین آسیب‌پذیری)

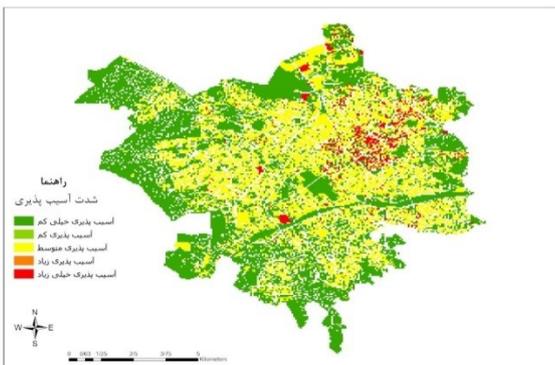
جهت تعیین اوزان و مقایسه زوجی هر یک از معیارها و زیر معیارها مورد بررسی در ارزیابی و آمایش دفاعی شهر ارومیه از مدل anp و نرم‌افزار super decision براساس پرسش‌نامه‌های پر شده توسط کارشناسان مرتبط با موضوع انجام شده است. فرایند تحلیل شبکه‌ای با استفاده از نرم‌افزار سوپر دسیژن در قالب ۶ معیار و ۲۲ زیر معیار دسته‌بندی شده جهت تعیین روابط و اثرات شاخص‌ها بر یکدیگر عناصر دارای روابط به یکدیگر به‌صورت زیر متصل شده است.



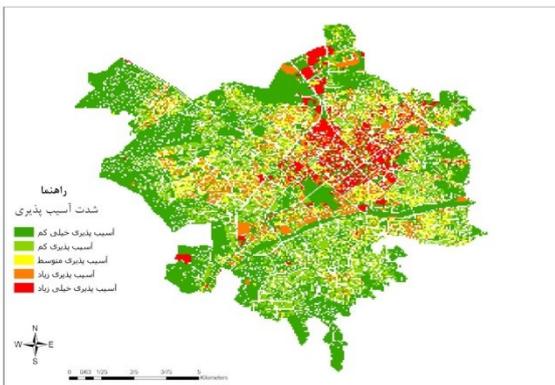
شکل (۵): نقشه استانداردسازی شده تعداد طبقات



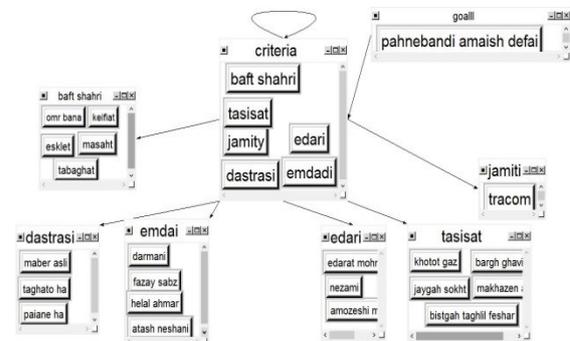
شکل (۶): نقشه استانداردسازی شده مساحت قطعات ملکی



شکل (۷): نقشه استانداردسازی شده کیفیت ابنیه



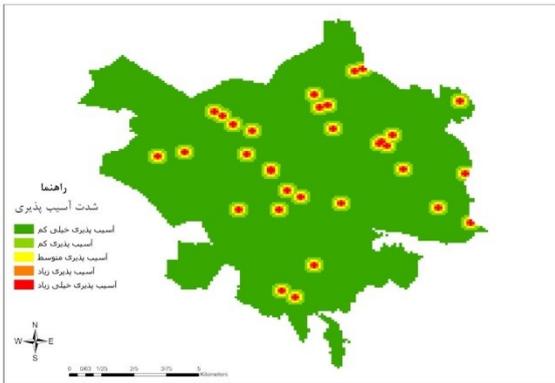
شکل (۸): نقشه استانداردسازی شده عمر بنا



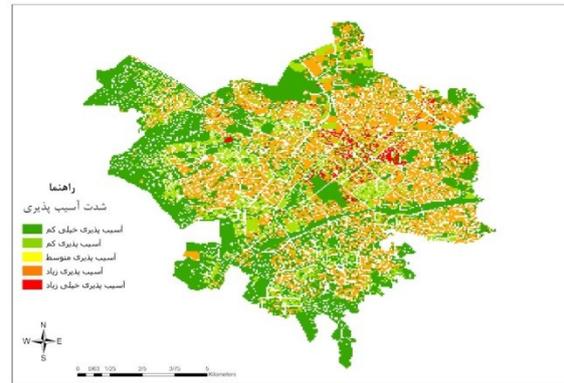
شکل (۳): تعریف ساختار شبکه‌ای مسئله در نرم‌افزار super decision

1. Choose	2. Node comparisons with respect to pahnebandi amaiash de-	3. Results
Choose Node	1. baft shahri >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2	baft shah- 0.21374
Cluster goal	2. baft shahri >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2	dastasi 0.13282
Choose Cluster	3. baft shahri >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2	edari 0.08105
	4. baft shahri >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2	emdadi 0.18719
	5. baft shahri >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2	jamity 0.08109
	6. dastasi >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2	tasisat 0.30436
	7. dastasi >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2	
	8. dastasi >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2	

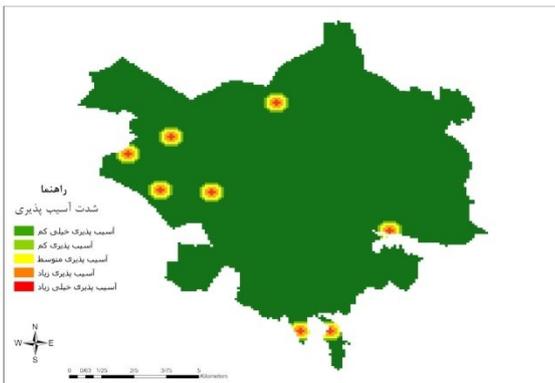
شکل (۴): نمونه پرسش‌نامه وارد شده در نرم‌افزار super decision



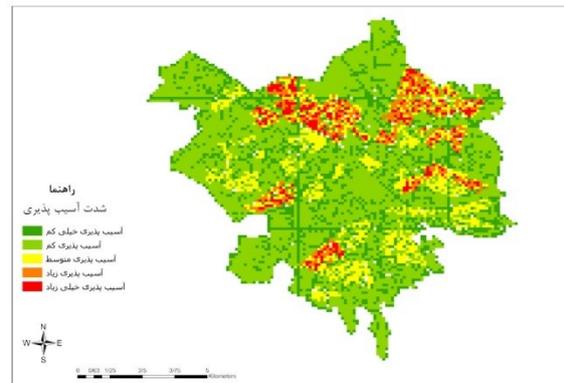
شکل (۱۳): استانداردسازی شده جایگاه های سوخت



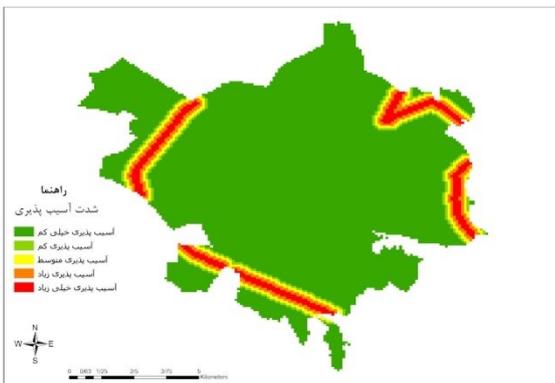
شکل (۹): نقشه استانداردسازی شده اسکلت بنا



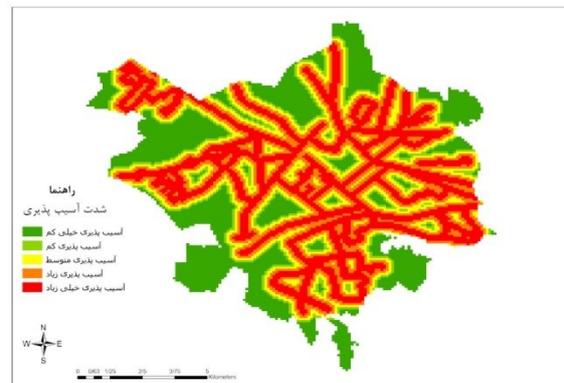
شکل (۱۴): استانداردسازی شده مخازن آب



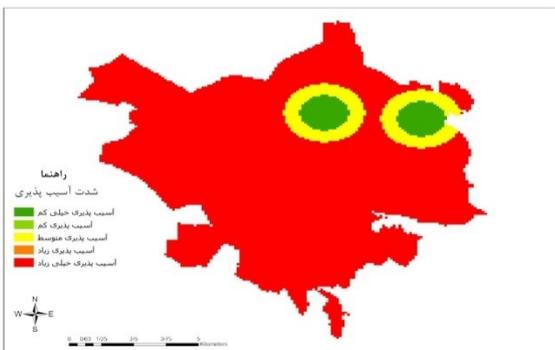
شکل (۱۰): استانداردسازی شده تراکم جمعیتی



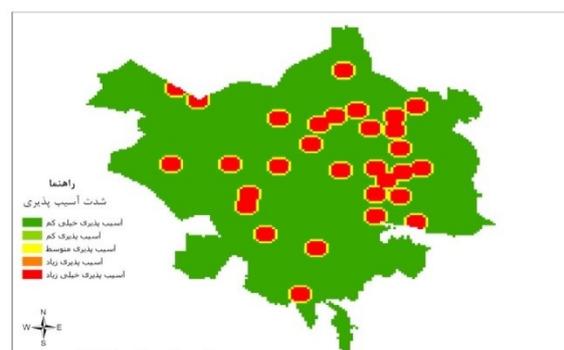
شکل (۱۵): استانداردسازی شده فاصله از شبکه برق قوی



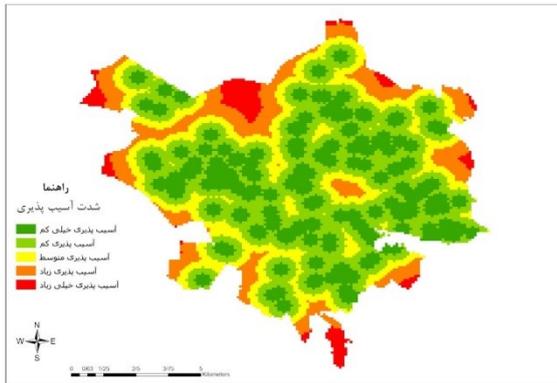
شکل (۱۱): استانداردسازی شده خطوط گاز



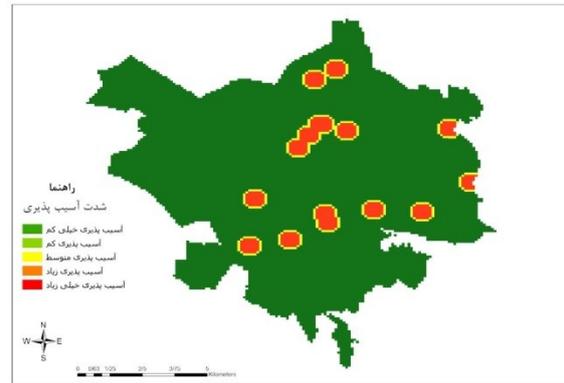
شکل (۱۶): استانداردسازی شده پایانه های مسافر بری



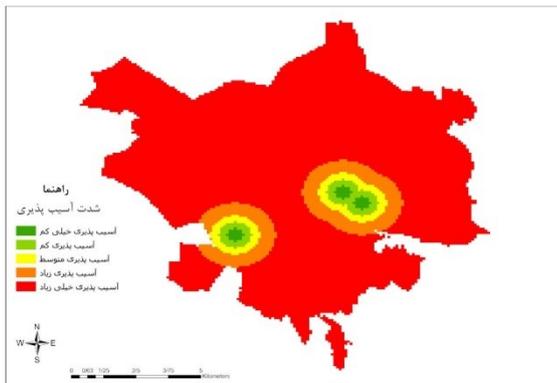
شکل (۱۲): استانداردسازی شده ایستگاه های تقلیل فشار گاز



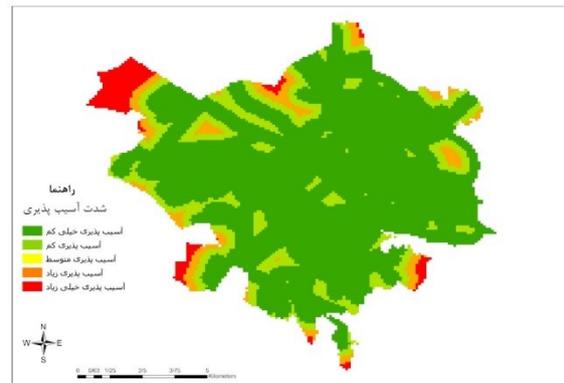
شکل (۲۱): استانداردسازی شده فضا های سبز



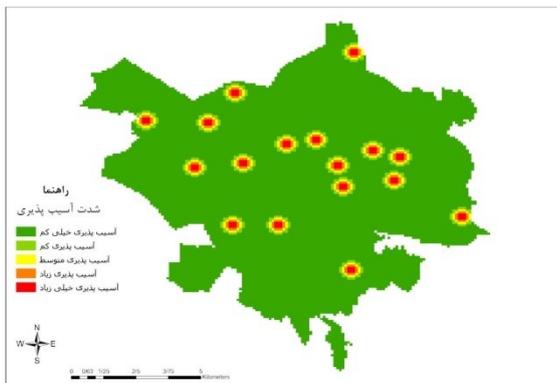
شکل (۱۷): استانداردسازی شده تقاطع های غیر همسطح



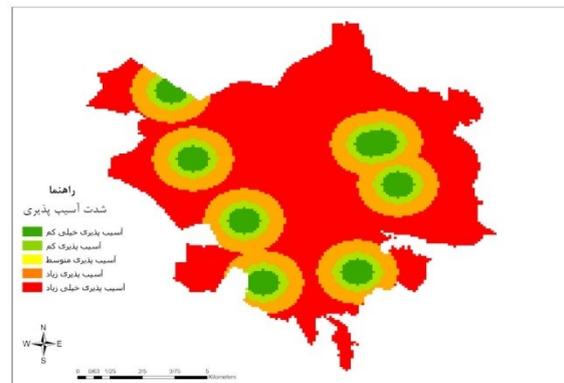
شکل (۲۲): استانداردسازی شده مراکز هلال احمر



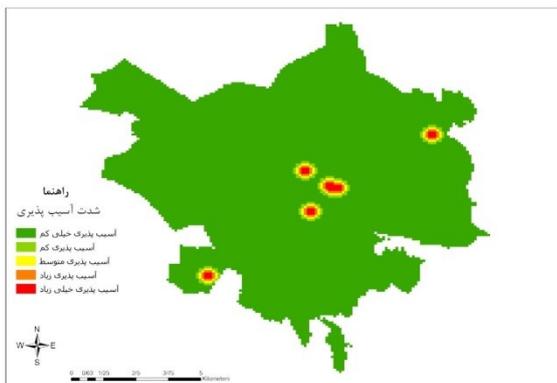
شکل (۱۸): استانداردسازی شده شبکه معابر



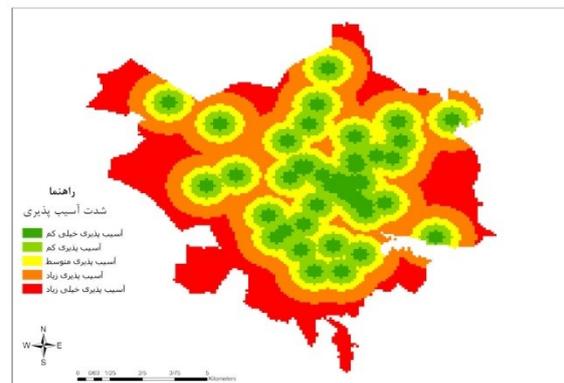
شکل (۲۳): استانداردسازی شده مراکز مذهبی



شکل (۱۹): استانداردسازی شده ایستگاه های آتش نشانی

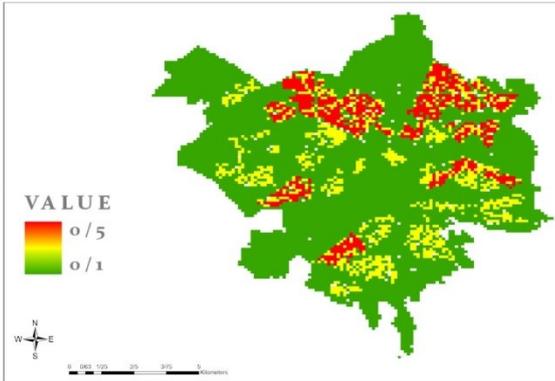


شکل (۲۴): استانداردسازی شده مراکز اداری مهم

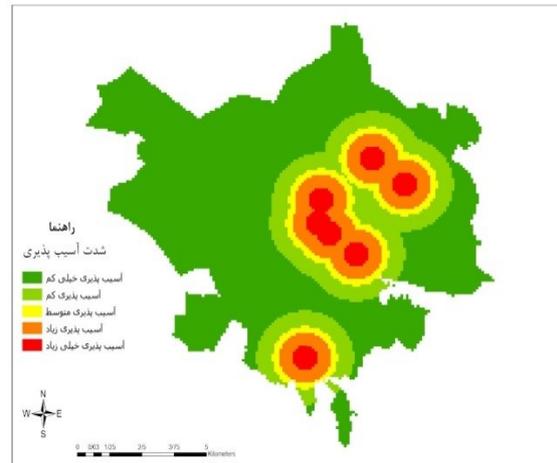


شکل (۲۰): استانداردسازی شده مراکز درمانی



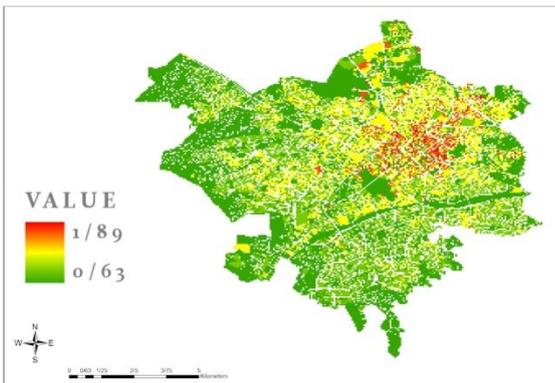


شکل (۲۸): همپوشانی معیار جمعیتی

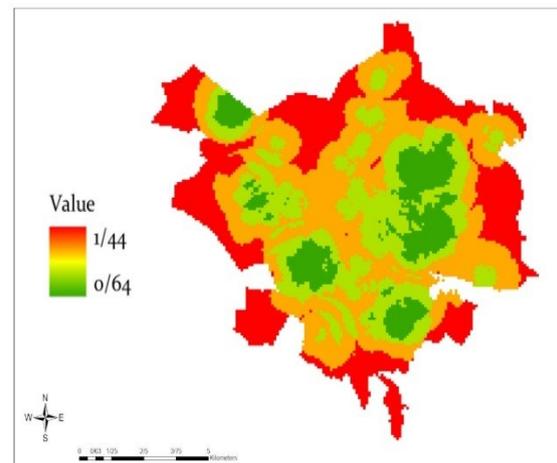


شکل (۲۵): استانداردسازی شده مراکز نظامی

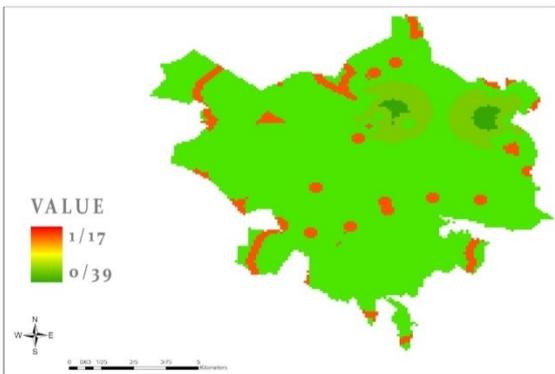
نقشه‌های استانداردسازی شده زیر معیارها در قالب ۶ معیار نهایی ساختار کالبدی، زیر ساخت‌ها و شریان‌های حیاتی، مراکز امدادی و پشتیبانی، دسترسی، مراکز نظامی اداری و ویژگی‌های جمعیتی همپوشانی شده در زیر ارائه شده است.



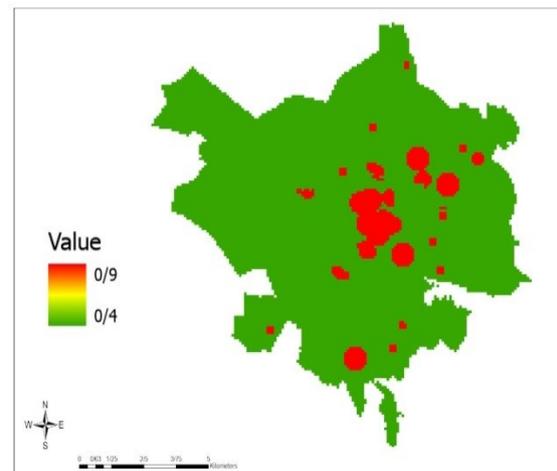
شکل (۲۹): همپوشانی معیارهای ساختار کالبدی



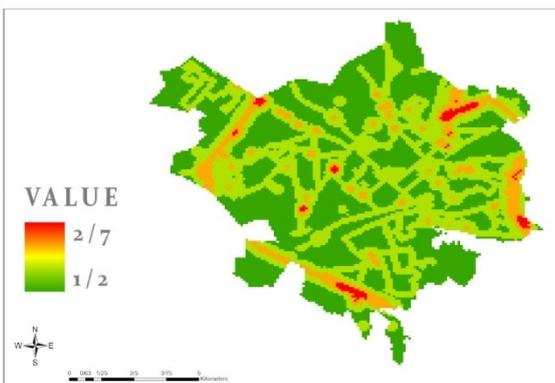
شکل (۲۶): همپوشانی معیارهای مراکز امداد و پشتیبانی



شکل (۳۰): همپوشانی معیارهای شبکه دسترسی



شکل (۲۷): همپوشانی معیارهای مراکز سیاسی امنیتی



شکل (۳۱): همپوشانی معیارهای شریان‌های حیاتی

جدول (۳): ماتریس تصمیم ورودی مدل Input Matrix SAW تصمیم‌گیری

Table1	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A1	۳	۵	۳	۵	۳	۳
A2	۷	۵	۷	۷	۵	۷
A3	۳	۵	۵	۳	۳	۳
A4	۹	۵	۵	۷	۵	۷
A5	۳	۵	۳	۵	۹	۳

جدول (۴): ماتریس نرمال شده مدل Normalized Matrix SAW تصمیم‌گیری

Table1	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A1	۰/۲۴	۰/۴۵	۰/۲۸	۰/۴۰	۰/۲۵	۰/۲۷
A2	۰/۵۶	۰/۴۵	۰/۶۵	۰/۵۶	۰/۴۱	۰/۶۳
A3	۰/۲۴	۰/۴۵	۰/۴۶	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۲۷
A4	۰/۷۲	۰/۴۵	۰/۴۶	۰/۵۶	۰/۴۱	۰/۶۳
A5	۰/۲۴	۰/۴۵	۰/۲۸	۰/۴۰	۰/۷۴	۰/۲۷

جدول (۵): محاسبه آنتروپی هر شاخص

E1	E2	E3	E4	E5	E6
۰/۹۹	۱/۱۲	۱/۰۶	۱/۰۷	۱/۰۲	۱/۰۲

جدول (۶): محاسبه فاصله هر شاخص از آنتروپی آن

D1	D2	D3	D4	D5	D6
۰/۰۱	-۰/۱۲	-۰/۰۶	-۰/۰۷	-۰/۰۲	-۰/۰۲

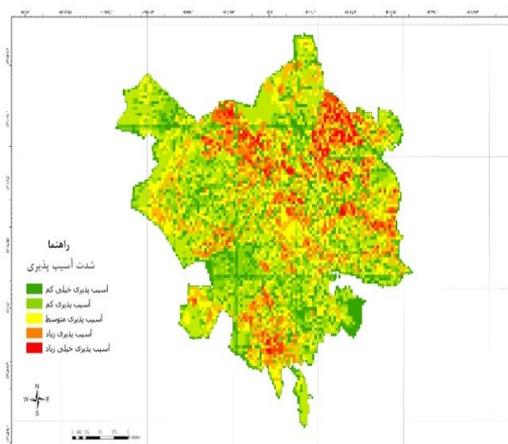
جدول (۷): وزن بدست آمده شاخص‌ها با روش آنتروپی

W1	W2	W3	W4	W5	W6
-۰/۰۴	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۲۶	۰/۰۸	۰/۰۸

جدول (۸): امتیاز نهایی مناطق حاصل از مدل saw

A*1	۰/۳۸	A*1
A*2	۰/۵۲	A*2
A*3	۰/۳۸	A*3
A*4	۰/۴۸	A*4
A*5	۰/۴۲	A*5

پس از به‌دست‌آوردن نقشه‌های استانداردسازی شده نوبت به برهم نهادن نقشه‌های کلاسه‌بندی شده و ایجاد یک پهنه‌بندی مطلوب جهت مشخص کردن میزان آسیب‌پذیری و آمایش دفاعی شهر ارومیه است. برای این منظور نقشه‌های کلاسه‌بندی شده در مرحله پیشین، هم‌پوشانی می‌شوند و نقشه نهایی تولید می‌شود. شکل زیر پهنه‌بندی آسیب‌پذیری نهایی شهر ارومیه از منظر پدافند غیرعامل را نشان می‌دهد؛ اعداد بیشتر نشان از آسیب‌پذیری بیشتر است.



شکل (۳۲): پهنه‌بندی نهایی آمایش دفاعی و آسیب‌پذیری شهر ارومیه از همپوشانی معیارها ۶ گانه

نتایج حاصل از نقشه همپوشانی معیارها نشان می‌دهد حدود ۱۷ درصد از سطح شهر در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و ۵۵ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم و ۲۶ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط قرار گرفته است جدول (۲) نتایج را به تفصیل نشان می‌دهد.

جدول (۲): میزان آسیب‌پذیر شهر ارومیه

طبقه بندی	مساحت	درصد
خیلی کم	۱۵۲۷۳۸۰۱/۳۲	۱۸/۸۲٪
کم	۲۹۴۴۷۴۳۰/۳۶	۳۶/۲۹٪
متوسط	۲۱۷۶۰۷۵۰/۸۶	۲۶/۸۲٪
زیاد	۱۱۲۹۲۳۷۳/۶۷	۱۳/۹۲٪
خیلی زیاد	۳۳۶۶۲۷۵/۳۷۲	۴/۱۵٪

### ۱-۷- پیاده سازی مدل SAW

جهت رتبه‌بندی مناطق ۵ گانه شهر ارومیه در قالب ۶ معیار اصلی تحقیق از نظر ارزیابی آمایش دفاعی و آسیب‌پذیری از مدل SAW استفاده شده است:

## نتایج رتبه‌بندی

A2 &gt; A4 &gt; A5 &gt; A1 &gt; A3

نتایج حاصل از رتبه‌بندی مناطق شهر ارومیه با استفاده از مدل SAW بیانگر آسیب‌پذیری مناطق ۲ و ۴ بیشتر از بقیه مناطق و مطلوبیت مناطق یک و سه از نظر آمایش دفاعی نسبت به بقیه مناطق است با توجه به اینکه در ماتریس مدل به مناطق که دارای آسیب‌پذیری بیشتری باشند عدد بیشتری اختصاص داده شده است؛ هر چه امتیاز نهایی بیشتر باشد آسیب‌پذیری بیشتر است. در پاسخ به فرضیه اول: طبق بررسی‌های انجام شده در بخش‌های قبل و ارزیابی هر یک از معیارها و زیرمعیارهای تحقیق از جمله وجود مراکز نظامی و زیرساخت‌های خطرآفرین و ناپایداری ساختار کالبدی بخش‌هایی از شهر همچون عدم توزیع بهینه مراکز امدادی و درمانی به طور مطلوب در سطح شهر و نتایج ناشی از همپوشانی نقشه آسیب‌پذیری شهر این فرضیه مورد تأیید قرار می‌گیرد. در راستای پاسخ به فرضیه دوم: جهت رتبه‌بندی مناطق ۵ گانه شهر ارومیه در قالب ۶ معیار اصلی تحقیق از نظر ارزیابی آمایش دفاعی و آسیب‌پذیری از مدل SAW استفاده شده است؛ نتایج حاصل از رتبه‌بندی مناطق شهر ارومیه با استفاده از مدل SAW بیانگر آسیب‌پذیری منطقه ۲ بیشتر از منطقه ۴ است؛ بنابراین فرضیه دوم رد می‌شود با توجه به این که منطقه ۲ با اختلاف کمتر آسیب‌پذیرتر است.

## ۸ - نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با رسالت کاهش آسیب‌پذیری، افزایش پایداری ملی، تسهیل مدیریت بحران، تداوم کارکرد فعالیت‌های ضروری، تولید بازدارندگی دفاعی و مصون‌سازی زیرساخت‌های در برابر تهدیدات و اقدامات نظامی با شناسایی معیارها مؤثر در این زمینه و عرصه‌های جغرافیایی ایمن و آسیب‌پذیر شهر ارومیه در برابر حوادث و تهدیدات احتمالی و با ضرورت عدم توجه به این موضوع در ساختار و بافت شهر و مکان‌یابی مراکز مهم و حیاتی و وجود خلأ مطالعاتی در حوزه دفاع شهری انجام گرفت. در این تحقیق با مطالعات مربوطه در زمینه پایداری پدافندی بافت‌های شهری در برابر حوادث و حملات احتمالی تعداد ۶ معیار اصلی ساختار کالبدی، شریان‌ها و زیرساخت‌های حیاتی، مراکز پشتیبانی و امداد رسانی، شبکه‌های دسترسی، مراکز سیاسی امنیتی مدیریتی، و ویژگی‌های جمعیتی به‌عنوان چارچوب ارزیابی و آمایش دفاعی عرصه‌های مختلف شهر در نظر گرفته شد. در این راستا جهت دستیابی به اهداف تحقیق از مدل فرایند تحلیل شبکه ANP جهت تعیین ضرایب معیارها و زیر معیارها با کمک

نظر کارشناسان حوزه شهری و نرم‌افزار سوپر دسیژن استفاده شده است؛ و با سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS نقشه‌ها مورد نظر استانداردسازی شده و با برهم نهادن نقشه‌های کلاسه‌بندی شده و ایجاد یک پهنه‌بندی مطلوب میزان آسیب‌پذیری و آمایش دفاعی شهر ارومیه مشخص شد. نتایج حاصل از نقشه همپوشانی معیارها نشان می‌دهد حدود ۱۷ درصد از سطح شهر در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و ۲۶ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط و ۵۵ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم قرار گرفته است. در ادامه نتایج حاصل از اجرای مدل SAW جهت رتبه‌بندی میزان آسیب‌پذیری در مناطق شهر ارومیه حاکی از آن است که میزان آسیب‌پذیری از کمترین به بیشترین شامل مناطق سه، یک، پنج، چهار و دو است که نشان‌دهنده آسیب‌پذیری مناطق دارای بافت فرسوده و مرکزی شهر بیشتر از مناطق دیگر است.

## ۸-۱- دستاورد های تحقیق

تعیین معیارها و زیرمعیارهای جهت ارزیابی آسیب‌پذیری آمایش دفاعی با استفاده از مطالعات نظری انجام شده  
تعیین پهنه‌های ایمن و آسیب‌پذیر شهر ارومیه و رتبه‌بندی مناطق شهر ارومیه  
استفاده از ارزیابی انجام شده در جهت در جهت تعیین اولویت‌های پدافند غیرعامل بافت و ساختار شهر ارومیه، مکان‌یابی تأسیسات و کاربری‌های مهم، عرصه‌های مهم بهسازی و نوسازی و پروژه‌های شهری  
تعیین راهبردها و راهکارهای کالبدی، جمعیتی و اقتصادی، جهت ارتقای وضعیت پدافند غیرعامل  
فراهم‌آوردن زمینه شناسایی پهنه‌های آسیب‌پذیر و سرمایه‌گذاری برای افزایش سطح تاب‌آوری دفاعی آن‌ها.

## ۸-۲- پیشنهادات

تهیه طرح جامع پدافند غیرعامل، برای شهر ارومیه و آیین‌نامه پدافند غیرعامل برای کاربری‌های حیاتی و حساس شهر؛ استفاده از پهنه‌های ایمن به‌منظور مکان‌یابی سایت‌های اسکان موقت در زمان بروز حمله احتمالی و الگوبرداری از سازمان فضایی پدافندی آن‌ها در توسعه‌های آتی؛ مکان‌یابی کاربری‌های مهم، حساس و حیاتی با توجه به پهنه‌بندی به‌دست آمده و تعیین آثار امنیتی ناشی از آن‌ها بر نواحی پیرامون؛ انتقال حتی‌المقدور اهداف جذاب برای دشمن به خارج از شهر و یا استفاده از استتار، اختفاء، تأسیسات بدلی و پوشش اطلاعاتی در رابطه با آن‌ها، به‌خصوص مراکز نظامی از جمله قرارگاه لشکر ۶۴ ارومیه؛ اولویت دهی به کاهش آسیب‌پذیری و ناپایداری پدافندی بالای بخش‌های میانی وحاشیه

- [10] A Aftab, A Houshmand, F Piri, "evaluating the vulnerability of Urmia city with passive defense approach", *Geography and Development of Urban Space*, 61-79.2017.
- [11] M Yazdani, A Seydin, "A review of the city's vulnerability from the point of view of passive defense of Ardabil city", *Scientific-Research Quarterly of Geographical Information*, Volume 25, Number 100. 2014
- [12] A Shakiba Menesh, J Hashemi Pasharaki, "urban design from the perspective of passive defense", *Bostan Hamid Publishing House*, Tehran. 2013
- [13] A Shahyundi, H Sheikhi, "evaluation of urban vulnerability based on non-active defense of Hamedan city", *physical development planning scientific journal*, third year, number 4.2017
- [14] M Ghanbari, and M Abedi, "Optimum location of urban shelters, with passive defense approach using FAHP method and ARC GIS software", *Passive Defense Quarterly*, 13(3), 25-36.2022
- [15] M Rehani, "investigation of non-active defense in Switzerland", *Monthly Research of Nations*, Volume: 1, Number: 2. 2014.
- [16] M Eslah, "Strategies for improving the level of passive defense in the city structure", master's thesis, urban planning, *Tarbiat Modares University, Faculty of Arts and Architecture*.2017.
- [17] D Alexander, "From Civil Defence to Civil Protection and Back Again", *Disaster Prevention and Management*, 11 (3), 209-213. 2002.
- [18] N Dighe, J Zhuang and V.M Bier, "Secrecy in defensive allocations as a strategy for achieving more cost-effective attacker deterrence", *International Journal of Performability Engineering*, Special Issue on System Survivability and Defense against External Impacts 5.2.2009.
- [19] P Sinha, *Disaster Vulnerabilities and Risks, Trends, Concepts, Classifications and Approaches*. Indian: SBS Publishers & Distributers. 2006.
- [20] FEMA "Referense Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks against Buildings" (FEMA 426), FEMA, Washington, D.C.2003.
- [21] Expert Committee on Topic 21 –" Passive Defense Topic 21 of National Building Regulations", Ministry of Roads and Urban Development, Tehran: Construction and Housing Research Center.2013.
- [22] A Abolhosni, "Non-Active Defense Publication No", 4 - Architecture and Urban Design in Iran, Tehran, Dept. of Non-Active Defense, Khatam Al-Anbiya Air Defense Base (pbuh).2004.
- [23] J Coaffee, "Terrorism, Risk and the Global City", *Towards Urban Resilience*. 1-361.2009
- [24] K Ziyari, *Planning new cities*; 7th edition, Tehran, Semit. 2015.
- [25] Consulting Engineers of Haqtam Project, "Comprehensive Studies of Urmia Transport and Traffic", First Edition, Urmia Municipality, Urmia City Transport and Traffic Organization. 2007.
- [26] K Ziari; M Akbarpour Saraskanroud; H Salami, and A Abedini, "comparative study of the reasons for not realizing the goals of new cities in Iran by applying the ANP method, *Geografia magazine*". fifth year No. 12 and 13, pp. 117-139. 2016.
- [27] E Zebardest, "Application of ANP network analysis process in urban and regional planning", *Fine Arts-Architecture and Urban Planning*. Number 41, pp. 79-90.2010.
- [28] F. Haswan, "Decision Support System For Election Of Members Unit Patients Pamong Praja," *Int. J. Artif. Intell. Res.*, vol.1, no. 1, p. 21, 2017, doi: 10.29099/ijair.v1i1.14.
- [29] Iran National Gas Company, *Iran's Gas in Industry magazine*.1997.
- [30] Pars Naqsh Jahan Consulting Engineers, "detailed design of Tehran", District 6 2006.

نشین شهر به دلایل فرسودگی، ریزدانی و نفوذناپذیری؛ ایجاد فضاهای سبز و پارک های در مقیاس محله ای با پراکنش مناسب با اهداف چندمنظوره (تفرج، ارتقاء کیفیت محیط زیست، افزایش سرانه سبز و امکان اسکان موقت و پایگاه های امداد و نجات)؛ تأکید بر اجرای مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان؛ نوسازی و بازسازی بافت های فرسوده و فشرده در قسمت های مرکزی شهر با عنایت به الزامات پدافند غیرعامل و تخصیص فضاهایی به اسکان موقت و پناهگاهی؛ کنترل خسارت از طریق: استفاده از سامانه های هشداردهنده (کشف و اعلام خطر) ساماندهی امکانات امداد و نجات، تعیین وظایف بخشها و افراد، آموزش و تمرین و تجربیات نوین در این حوزه؛ پیش بینی کاربری های دو یا چند منظوره در زمان طراحی و احداث زیرساخت ها رعایت اصل پراکندگی و تمرکززدایی در زمان طراحی و اجرای زیرساخت ها و مراکز حیاتی؛ مکانیابی صحیح و انجام مطالعات جامع در زمان طراحی و اجرای زیرساخت ها و مراکز حیاتی حفظ فاصله لازم در ایجاد پلهای هوایی و لحاظ داشتن مسیرهای ارتباطی مکمل که در صورت بروز بحران قادر به خدمات رسانی باشد. استقرار تجهیزات شهری خطرناک در فضاهای باز و دارای فاصله کافی با نواحی مسکونی مجاور به منظور اعمال حریم.

## ۹- مراجع

- [1] P Zaviyar, H Hosseini Amini, and M. R. Droodi, "Urbanization based on passive defense," Tehran: Publications of the Iranian Geographical Society, 2015.
- [2] M Kaldor, "New and old wars: organized violence in a global era". Cambridge: Cambridge university press, 1999.
- [3] S Amini Varki, M Mediri, F Shamsai Zafarkandi, and A Ghanbari Nesab, "Identifying the viewpoints governing the vulnerability of cities to environmental hazards and extracting the influential components in it using Q method", *Crisis Management*, 3 (special issue of Non-Agent Defense Week 93), 18-5. 20'8.
- [4] M Mughli, A Mottaqi, H Hosseini Amini, "Passive Defense, National Security and the City", Tehran: Chosen Publishing. 2014.
- [5] S Shahidi, "Zoning of urban defense of Tehran using ANP network analysis process model and Fuzzy Logic", master's thesis, Allameh Tabatabai University, Faculty of Social Sciences 2016.
- [6] F Recchia, "Immigration, politics and violence in urban France: between fiction and facts. *Journal of Environmental Crisis*, 12 (9), pp 20-42.2005.
- [7] J Johansson, and H Hassel, "An Approach Modeling Interdependent Infrastructures in the Con text of Vulnerability Analysis", *Reliability Engineering& System Safety*, 95 (12), 1335- 1344. 2010
- [8] D Bostenaru, I Armas, A Goretti, D Ioane, M Diaconescu, C Florina, G Garbacea, " Earthquake Hazard Impact and Urban Planning", 10.1007/978-94-007-7981-5.2014
- [9]. M Pourmohammadi, K Maleki, F Brandcom, A Shafaati, "Urban planning according to passive defense with emphasis on the evaluation and optimal planning of urban land use (case example of Sanandaj city)", *Sepehr Scientific-Research Quarterly of Geographical Information*, 21(83), 97-107.2011

## تعیین غلظت، تغییرات فصلی و مدت زمان ماندگاری ذرات

### پرتوزای طبیعی در هوای تهران

شهاب قربانی<sup>۱</sup>، علی سعیدی<sup>۲</sup>، بلال اروجی<sup>۳\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۰

#### چکیده

یکی از مهم‌ترین چالش‌های حوادث هسته‌ای میزان انتشار و تعلیق ذرات پرتوزا در اتمسفر است. اطلاع از رفتار این ذرات در جو مدیریت و تصمیمات بعدی از اتفاقات پیش‌بینی نشده را بهینه‌تر خواهد کرد. استفاده از ذرات پرتوزای طبیعی به‌عنوان ردیاب‌های محیطی برای مطالعه آلاینده‌های اتمسفری یکی از مطالعات کلیدی و مهم در انجام تحقیقات اتمسفری است. برای بررسی تعیین غلظت رادیونوکلئیدهای سرب ۲۱۰، بیسموت ۲۱۰ و پلونیوم ۲۱۰ و همچنین تخمین زمان اقامت برای کل ذرات معلق پرتوزا به‌صورت ماهانه از آبان ماه ۱۴۰۰ الی مهرماه ۱۴۰۱ در شهر تهران نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌ها توسط پمپ نمونه‌بردار حجم بالا با دبی متوسط ۱/۵ مترمکعب در دقیقه با بازه زمانی ۶ تا ۱۲ ساعت انجام و در سازمان انرژی اتمی آماده‌سازی و شمارش شدند. نتایج میانگین ماهیانه غلظت رادیونوکلئیدها نشان می‌دهد که بیشترین مقدار اندازه‌گیری شده برای سرب ۲۱۰ در مهرماه با  $1/25 \text{ mBq/m}^3$  بود. متوسط غلظت سالیانه برای این پارامتر در حدود  $0/89 \text{ mBq/m}^3$  بود که کمترین مقدار آن در فروردین‌ماه با مقدار  $0/42 \text{ mBq/m}^3$  ثبت شد. نتایج نشان از افزایش نسبی در غلظت این متغیر برای فروردین و اردیبهشت‌ماه و کاهش نسبی برای شهریور و دی‌ماه بود. میانگین غلظت اندازه‌گیری شده برای متغیر پلونیوم ۲۱۰ در کل دوره حدود  $0/58 \text{ mBq/m}^3$  بود. همچنین  $0/95 \text{ mBq/m}^3$  در آذرماه به‌عنوان بیشترین غلظت و  $0/32 \text{ mBq/m}^3$  در دی‌ماه به‌عنوان کمترین مقدار اندازه‌گیری شده برای این رادیونوکلئید است. همین روند برای بیسموت ۲۱۰ نیز با میانگین کلی  $0/42 \text{ mBq/m}^3$  برای دوره بررسی مشاهده شد. بیشترین و کمترین مقدار اندازه‌گیری شده برای این رادیونوکلئید در کل دوره بررسی به ترتیب  $0/85$  و  $0/18 \text{ mBq/m}^3$  بود. طبق نتایج به‌دست‌آمده بر مبنای سرب ۲۱۰/پلونیوم ۲۱۰ میانگین زمان اقامت ذرات معلق  $20/1$  روز تخمین زده شد. بر این اساس تیرماه با میانگین  $22/5$  روز و دی‌ماه  $17/8$  روز به‌عنوان بیشترین و کمترین زمان اقامت اندازه‌گیری شده در این کار پژوهشی تخمین زده شد. نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند در تدوین سناریوهای انتشار و استنشاق ذرات پرتوزای ناشی از حوادث هسته‌ای کمک نماید.

**کلیدواژه‌ها:** ذرات معلق پرتوزا، زمان اقامت اتمسفری، اکتیویته ذرات، غلظت، هوای تهران

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد پژوهشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران،

<sup>۲</sup> دانشیار پژوهشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران

<sup>۳</sup> پژوهشگر پژوهشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران (balaloroji@yahoo.com) - نویسنده مسئول

## ۱- مقدمه

تحقیقاتی از شرایط حساسی برخوردار بوده و داشتن اطلاعات مهم و اساسی در مواجهه با بحران‌های طبیعی و انسانی با موضوع انتشارات هسته‌ای امری ضروری و حیاتی محسوب می‌شود.

یکی از ویژگی تحقیقات انجام شده در این زمینه محدود بودن تعداد ایستگاه‌های نمونه‌برداری است. در پژوهشی جیا و جیا (۲۰۱۴)، به بررسی زمان اقامت ذرات اتمسفری در منطقه جنوب ایتالیا با توجه به نسبت سرب  $^{210}\text{Pb}$ /پلونیوم  $^{210}\text{Po}$  پرداخته‌اند. آن‌ها غلظت این دو ذره در نمونه‌های برداشت‌شده در تورنتو را برای ماه نوامبر ۲۰۰۸ و ماه مه ۲۰۰۹ اندازه‌گیری و غلظت سرب  $^{210}\text{Pb}$  بین  $122\text{ mBq/m}^3$  تا  $11/9$  و غلظت پلونیوم  $^{210}\text{Po}$  را بین  $300\text{ mBq/m}^3$  تا  $11/5$  اعلام کردند. آن‌ها همچنین نسبت غلظت سرب  $^{210}\text{Pb}$ /پلونیوم  $^{210}\text{Po}$  در این منطقه را بین  $0/273$  تا  $0/174$  اندازه‌گیری و مدت‌زمان اقامت ذرات معلق در اتمسفر منطقه مورد مطالعه را بین  $49/7$  تا  $8/89$  روز تخمین زدند.

رام و سارین (۲۰۱۲)، به بررسی غلظت سرب  $^{210}\text{Pb}$  و پلونیوم  $^{210}\text{Po}$  و نسبت سرب  $^{210}\text{Pb}$ /پلونیوم  $^{210}\text{Po}$  ذرات اتمسفری در هند پرداخته و غلظت‌ها را در حدود  $1/8\text{ mBq/m}^3$  و  $0/094\text{ mBq/m}^3$  اندازه‌گیری کردند. تنوع زمانی فعالیت و غلظت سرب  $^{210}\text{Pb}$  در ماه‌های نوامبر، دسامبر، اکتبر و فوریه بیشتر از سایر ماه‌های سال است. آن‌ها این تغییرات را مرتبط به تولید گازهای گلخانه‌ای در منطقه دانستند [۶]. لونگبو (۲۰۱۳)، در پی حادثه فوکوشیما به بررسی تغییرات غلظت ذرات پرتوزا در چین پرداخته و برای این کار از سزیم  $^{137}\text{Cs}$ ، سزیم  $^{134}\text{Cs}$  و ید  $^{131}\text{I}$  و گاز رادیواکتیو زنون ( $^{133}\text{Xe}$ ) استفاده کردند. آن‌ها میزان این ذرات در لایه‌های مختلف منطقه شیان چین را اندازه و به مقادیری که از حد استاندارد چین بیشتر بود، رسیده بودند [۷]. کریستودایس و همکاران (۲۰۱۴)، با یک مطالعه کلی در سطح جهانی و یک مطالعه موردی در نواحی شرق مدیترانه به بررسی ارزیابی پراکنش اتمسفر ذرات پرتوزا در نواحی که اتفاقات هسته‌ای رخ می‌دهد، پرداخته‌اند. آن‌ها از سزیم  $^{137}\text{Cs}$  و ید  $^{131}\text{I}$  به‌عنوان ذرات پرتوزا نحوه پراکنش و حمل‌ونقل آن‌ها را مورد بررسی و لایه‌هایی از اتمسفر که غلظت‌های این دو را بیش از سایر لایه‌ها نشان می‌دهد را مشخص کردند [۸]. فام و همکاران (۲۰۱۳)، نهشت خشک و مرطوب از بریلیوم  $^{7}\text{Be}$ ، سرب  $^{210}\text{Pb}$  و سزیم  $^{137}\text{Cs}$  در فرانسه را در طول یک دوره با در نظر گرفتن تغییرات فصلی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تغییرات زمانی غلظت بریلیوم  $^{7}\text{Be}$ ، سرب  $^{210}\text{Pb}$  و سزیم  $^{137}\text{Cs}$  در طول فصولی از سال متفاوت است. این تغییرات برای بریلیوم  $^{7}\text{Be}$  و سرب  $^{210}\text{Pb}$  در فصل پاییز بیشتر از فصل بهار و برای فصل زمستان کمتر از فصل بهار و برای فصل تابستان میزان غلظت پایین‌تر از تمام فصول بوده و برای سزیم  $^{137}\text{Cs}$  در فصل بهار بیشتر از فصل پاییز و در فصل

بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت سالانه در سراسر جهان حدود هفت میلیون نفر بر اثر بیماری‌های منتسب به آلودگی هوای، جان خود را از دست می‌دهند [۱]. همچنین بر اساس گزارش مؤسسه بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC) در سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۱۳، آلودگی هوا به‌ویژه ذرات معلق به‌عنوان ترکیبات سرطان‌زا برای انسان (گروه یک) طبقه‌بندی شده است [۲]. در بسیاری از شهرهای بزرگ کشور، از جمله تهران، کرج، اصفهان، مشهد، تبریز، اراک، اهواز و شیراز، در اغلب روزها غلظت برخی از آلاینده‌های هوا از استانداردهای ملی به‌مراتب بیشتر است و برآورد می‌شود که با احتساب پدیده ریزگردها، جمعیتی بالغ بر ۳۵ میلیون نفر، یعنی حدود کمی کمتر از نیمی از جمعیت کل کشور در معرض درجاتی از آلودگی هوا قرار داشته باشند. این مشکل نه تنها سلامت مردم را به مخاطره می‌اندازد، بلکه هزینه‌های بالایی را نیز بر حوزه سلامت تحمیل می‌کند؛ آن‌هم به دلیل افزایش نیاز به خدمات مراقبتی و بهداشتی و انجام فوریت‌های پزشکی که برای جمعیت تحت تأثیر انجام می‌شود [۳].

بر اساس آمار منتشرشده از سوی سازمان بهداشت جهانی سلامت بسیاری از افراد جامعه در معرض خطر جدی قرار گرفته و بسیاری از بیماری‌های غیر واگیردار به آلودگی هوا وابستگی مستقیم یا غیرمستقیم دارند [۴]. در نتیجه خطر مرگ زودرس، سلامت بسیاری را تهدید می‌کند. تنها در شهر تهران، بیش از یک‌سوم روزهای سال، شرایط هوا در حالت ناسالم گزارش می‌شود [۵]. از منظر مواجهه، متوسط غلظت سالانه تعدادی از آلاینده‌های مهم همچون  $\text{O}_3$ ،  $\text{CO}$ ،  $\text{SO}_2$  و  $\text{PM}_{2.5}$  در تهران، همواره در حد ناسالم است و چندین برابر حدود توصیه‌شده سازمان بهداشت جهانی گزارش می‌شود [۵].

استفاده از ذرات پرتوزای طبیعی به‌عنوان ردیاب‌های محیطی برای مطالعه آلاینده‌های اتمسفری یکی از مطالعات کلیدی و مهم در انجام تحقیقات اتمسفری است. شاید یکی از مهم‌ترین مباحث مربوط به اتفاقاتی همچون انتشار ذرات هسته‌ای، میزان ماندگاری و پخش‌شدگی ذرات در اتمسفر منطقه است. اینکه ذرات بعد از خروج از منبع تولید تا چه میزان در اتمسفر معلق خواهند بود، یکی از پژوهش‌های حساس و فناوری‌های پیچیده است. این فناوری امکان پیش‌بینی میزان ماندگاری ذرات را در اتمسفر منطقه خواهد داد. پیشتر بر اساس بررسی میزان دوز ذرات پرتوزا در اتمسفر منطقه مورد نظر، تصمیمات مقطعی گرفته می‌شود. اما با اطلاع از میزان ماندگاری ذرات اتمسفری در یک منطقه، شرایط انتشار آلاینده‌های پرتوزا را می‌توان پیش‌بینی و اقدامات بعدی را بهینه‌تر اجرا نمود. شهر تهران با توجه به دلایل متعدد از جمله جمعیت، ویژگی‌های جغرافیایی و همچنین داشتن راکتور

البته در خصوص محصول واپاشی ذرات رادیواکتیو در فعالیتهای هسته‌ای نیز مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته و با توجه به فعالیتهای هسته‌ای نظامی و غیرنظامی و همچنین اتفاقات پیش‌بینی‌نشده در انفجارات مراکز هسته‌ای نیاز به تحقیق و بررسی در این زمینه بیش از پیش احساس می‌شود [۱۴]. اورا و همکاران (۲۰۱۵)، به جمع‌آوری ذرات معلق در شرق ژاپن پرداخته و سزیم ۱۳۴ و سزیم ۱۳۷ را به‌صورت ساعتی با روش حجم بالا نمونه‌برداری کردند. نتایج حاصل از تحقیق آن‌ها نشان از بالا بودن غلظت این ذرات در اتمسفر دارد، که منشاء آن‌ها را با حادثه فوکوشیما در سال ۲۰۱۱ مرتبط می‌دانند [۱۵].

علی (۲۰۱۶)، به بررسی مواد پرتوزای مؤثر بر سلامت انسان در اتمسفر نقاط مختلف کشور مصر پرداخته و از محصولات رادون و تورون به‌عنوان دو ذره پرتوزای مهم که استنشاق آن‌ها بر ریه تأثیرات مخربی دارد، استفاده کرده است [۱۶].

در پژوهشی دیگر لوزانو و همکاران (۲۰۱۱)، غلظت بیسموت ۲۱۰ و سرب ۲۱۰ در اتمسفر را مورد ارزیابی قرار داده و زمان اقامت ذرات اتمسفری را براساس نسبت سرب ۲۱۰/پلونیوم ۲۱۰ محاسبه کردند. آن‌ها برای محاسبه زمان اقامت از محصولات رادون ۲۲۲ استفاده کردند. زمان اقامت به‌دست‌آمده برای نسبت سرب ۲۱۰/بیسموت ۲۱۰ به‌طور مداوم از زمان اقامت سرب ۲۱۰/پلونیوم ۲۱۰ کمتر بود. این موضوع به منابع غیر اصلی پلونیوم ۲۱۰ و همچنین فروپاشی بیسموت ۲۱۰ نسبت داده شد. از این رو آن‌ها متوجه شدند که برای به دست آوردن زمان دقیق اقامت می‌بایست غلظت بیسموت ۲۱۰ و پلونیوم ۲۱۰ به‌طور دقیق اندازه‌گیری و نسبت بین سرب ۲۱۰/بیسموت ۲۱۰ بیشتر از نسبت سرب ۲۱۰/پلونیوم ۲۱۰ مورد توجه قرار گیرد [۱۷].

گروندلا و پورستندروف (۲۰۰۴)، به بررسی تفاوت‌های توزیع اندازه فعالیت‌های ذرات پرتوزای معلق در هوا پرداخته‌اند. آن‌ها از توزیع رادیونوکلئیدهای پلونیوم ۲۱۸ و پلونیوم ۲۱۴/بیسموت ۲۱۴ با فعالیت‌های کوتاه‌مدت و سرب ۲۱۰ و پلونیوم ۲۱۰ حاصل از واپاشی رادون و سرب ۲۱۲، پلونیوم ۲۱۲ و بریلیوم ۷ حاصل از واپاشی تورون اتمسفر استفاده کردند. نتیجه بررسی آن‌ها نشان داد که علت اصلی توزیع این دودسته از ذرات پرتوزا ترکیب آن‌ها با ذرات معلق اتمسفر بوده است [۱۸]. کراوفورد و همکاران (۲۰۱۶)، با استفاده از رادون در اتمسفر شهر ریچموند استرالیا ثبات ذرات معلق را ارزیابی و این موضوع را به‌صورت محلی بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان از وجود یک پایداری در غلظت ذرات معلق در طول شب و یک‌روند فزاینده در میزان غلظت در طول روز حکایت داشت. آن‌ها وجود وارونگی دمایی در طول شب را عامل این شرایط دانستند [۱۹].

مالا و همکاران (۲۰۱۶)، توزیع اندازه ذرات اتمسفری

تابستان کمتر از فصل پاییز و در نهایت برای فصل زمستان در پایین‌ترین سطح بود. به‌طور کلی میزان نهشت بریلیوم ۷، سرب ۲۱۰ و سزیم ۱۳۷ در طول تابستان بیشتر بود و نسبت فعالیت سرب ۲۱۰/بریلیوم ۷ در طول زمستان و پاییز بالاتر از تابستان و بهار بود [۹].

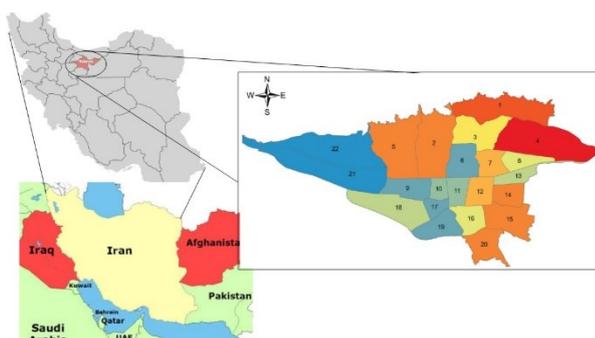
مالا و همکاران (۲۰۱۵)، توزیع اندازه ذرات معلق در هوا بعد از حوادث چرنوبیل و فوکوشیما را مورد بررسی قرار داده و در چند نقطه از کشور جمهوری چک نمونه‌برداری کردند. آن‌ها ذراتی همچون  $^{137}\text{Cs}$ ،  $^{134}\text{Cs}$ ،  $^{131}\text{I}$  و  $^7\text{Be}$  را در نمونه‌ها اندازه‌گیری کردند. نتایج کار آن‌ها از وجود غلظت ۳ برابری برخی از ذرات همچون  $^{95}\text{Nb}$ ،  $^{95}\text{Zr}$ ،  $^{144}\text{Ce}$ ،  $^{141}\text{Ce}$ ،  $^{140}\text{La}$  و  $^{140}\text{Ba}$  در نمونه‌ها نسبت به ذراتی همچون  $^{132}\text{Te}$ ،  $^{131}\text{I}$ ،  $^{106}\text{Ru}$ ،  $^{103}\text{Ru}$ ،  $^{137}\text{Cs}$  و  $^{134}\text{Cs}$  حکایت دارد. همچنین ذراتی همچون  $^{106}\text{Ru}$ ،  $^{103}\text{Ru}$ ،  $^{137}\text{Cs}$  و  $^{134}\text{Cs}$  در حادثه فوکوشیما بیشتر بوده است [۱۰].

ایندرا و همکاران (۲۰۱۶)، ترکیب و منشاء سرب رادیواکتیو در اتمسفر شهرهای صنعتی هند را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها در شهر صنعتی کانپور هند با جمع‌آوری ذرات معلق در هوا به ارزیابی آن‌ها پرداختند و با ردیابی و شناسایی منشاء و ترکیب سرب نمونه‌ها، توانستند مقدار سرب تولیدشده با منشاء فعالیت‌های انسانی و منابع طبیعی را تفکیک کنند. آن‌ها پیش‌تر منشاء سرب را سوختن بنزین توسط وسایل نقلیه عنوان کرده بودند. از این رو این تحقیق در خصوص تعیین غلظت سرب تولیدی توسط منابع مختلف انجام شد.

یوانیدو و پاتروب (۲۰۱۴)، توزیع اندازه قطر آئرودینامیکی و زمان اقامت ذرات معلق اتمسفر را واقع در مرکز تحقیقات قطبی در فنلاند مورد بررسی قرار دادند. نتایج کار آن‌ها مشخص کرد که محدوده اندازه قطر آئرودینامیکی بریلیوم ۷ بین ۰/۵۴ تا ۱/۰۵ میکرومتر (به‌طور متوسط ۰/۸۳ میکرومتر) بوده و مدت زمان اقامت برای این ذرات در اتمسفر در حدود ۸ روز تخمین زده شد. آن‌ها تراکم بالای رطوبت نسبی را در بالا بودن غلظت ذرات مرتبط می‌دانند. آن‌ها در گزارش خود بین اندازه قطر ذرات و غلظت بریلیوم ۷ همبستگی معناداری را گزارش کردند ولی بین نرخ حذف ذرات ارتباط چندانی را عنوان نکردند [۱۱].

راپوتا (۲۰۱۳)، در پی حادثه فوکوشیما با بررسی غلظت ذرات معلق در ارتفاع و سطوح مختلف و مسیر انتقال آن‌ها به طراحی مدلی جهت شبیه‌سازی انتقال و پراکنش این ذرات پرداخته‌اند [۱۲]. گونز و همکاران (۲۰۱۴)، به بررسی نهشت خشک و مرطوب و ذرات پرتوزا از اتمسفر پرداخته و از دو ذره سزیم ۱۳۴ و سزیم ۱۳۷ با اندازه‌گیری غلظت آن‌ها در اتمسفر و سطح زمین در ۸۰ کیلومتری سایت فوکوشیما به دو مقدار که تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها بود، دست یافتند [۱۳].

۷۳۰ کیلومترمربع از شمال به ارتفاعات البرز، از سمت شرق به کوه‌های محدوده بی‌بی‌شهربانو و از جنوب به حاشیه شمالی کویر مرکزی ایران ختم می‌شود [۲۵]. در شکل (۱)، موقعیت جغرافیایی شهر تهران مشاهده می‌شود. احاطه شدن تهران از سمت شمال و شمال شرق توسط ارتفاعات، مانع از عبور بادهایی که از سمت غرب و جنوب می‌وزند، شده و باعث انباشتگی آلاینده‌ها بر روی سطح منطقه می‌گردد؛ در نتیجه پتانسیل آلودگی هوا در مرکز شهر را افزایش می‌دهد.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

## ۲-۲- نمونه‌برداری

دسترسی آسان و سریع به آزمایشگاه‌های اندازه‌گیری، منبع برق و ایستگاه پایش پارامترهای محیطی از شاخصه‌های ایستگاه نمونه‌برداری است [۲۶]. ایستگاه نمونه‌برداری از کل ذرات معلق توسط نمونه‌بردار حجم بالا (High Volume) در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین صورت گرفت. با توجه شرایط موجود، مدت‌زمان نمونه‌برداری برای ۶ تا ۱۲ ساعت با جریان هوای متوسط ۱٫۵ مترمکعب بر دقیقه در نظر گرفته شد. شکل (۲)، موقعیت جغرافیایی ایستگاه نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. همچنین از فیلترهای با جنس الیاف شیشه‌ای (فایبرگلاس) در ابعاد ۲۰ در ۲۵ سانتیمتر با بازدهی ۹۹/۹۹ درصدی جهت نمونه‌برداری استفاده شد. فیلترها قبل و بعد از انجام نمونه‌برداری در آون خشک و با ترازوی دقیق وزن شدند. اختلاف وزن فیلترها قبل و بعد از نمونه‌برداری مقدار نمونه جمع‌آوری شده را نشان خواهد داد. با داشتن حجم هوای عبوری و مقدار نمونه خشک جمع‌آوری شده می‌توان غلظت ذرات معلق در منطقه را برحسب جرم به حجم محاسبه کرد [۲۶].



شکل (۲): موقعیت ایستگاه نمونه‌برداری واقع در منطقه امیرآباد

تولیدشده در معادن اورانیوم را در اتمسفر در منطقه‌ای در جمهوری چک بررسی نموده و از ۱۳ نقطه با روش آبخاری نمونه‌برداری شد. نتایج حاصل نشان از مشابه بودن توزیع اندازه در نقاط نمونه‌برداری داشت. بیشترین فراوانی در ذرات با قطر ۰٫۵ میکرومتر بوده و بیشتر توزیع اندازه قطر آئرودینامیکی ذرات به ترتیب بین ۵/۳ و ۱۰/۵ میکرومتر و انحراف از استاندارد نیز به ترتیب بین ۸/۲ و ۰٫۵ میکرومتر بود [۲۰].

سو و همکاران (۲۰۱۷)، غلظت پلونیوم ۲۱۰ در ذرات اتمسفری را اندازه‌گیری کردند. آنها غلظت این رادیونوکلئید را در غلظت کل ذرات معلق ۰/۱ تا ۰/۲ و با میانگین ۰/۰۸ میلی بکرل بر مترمکعب عنوان کردند. تغییر غلظت این رادیونوکلئید نسبت به پارامترهای محیطی و همچنین تعیین منشا از اهداف بررسی آنها بود [۲۱].

اویانگ و همکارانش (۲۰۱۷)، از برخی رادیونوکلئیدهای اتمسفری مانند سزیم و اورانیوم برای ردیابی آلودگی هوا استفاده کرده‌اند. به طوریکه این نوکلئیدها جهت سنجش دوز کشندگی در آلاینده‌های اتمسفری کاربرد دارد [۲۲]. در پژوهشی مشابه این پژوهشگران در سال ۲۰۱۸، با بررسی ذرات معلق حاصل از احتراق زغال سنگ به ردیابی پلونیوم ۲۱۰ پرداخته و در اتمسفر شهر پکن تغییرات فصلی این عنصر را در طول سال رصد کرده‌اند. این بررسی در نیروگاه‌های که اساس کار آنها با سوخت زغال سنگ است، صورت گرفت. آنها مقدار انتشار پلونیوم ۲۱۰ را ۱/۱۵ میلی بکرل بر مترمکعب عنوان کردند [۲۳].

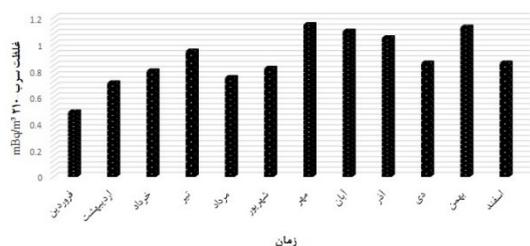
طی تحقیقی در شهر لودز؛ دلگوز (۲۰۱۵)، عنوان کردند که بالاترین مقدار سرب ۲۱۰ مربوط به نمونه‌های برداشتی در فصل زمستان است. آنها فراوانی سرب ۲۱۰ در فصل سرد سال را به استفاده از منابع و سیستم گرمایشی و همچنین نیروگاه‌های زغال سنگی مرتبط دانستند [۲۴].

## ۲- روش تحقیق

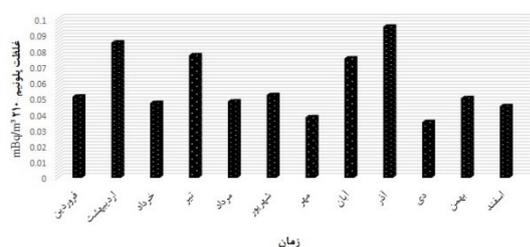
### ۲-۱- محدوده مورد مطالعه

استان تهران با وسعتی حدود ۱۳/۶۸۸ کیلومتر مربع در شمال ایران و در جنوب بخش مرکزی رشته کوه البرز قرار دارد. این استان از شمال به استان مازندران، از جنوب به استان قم، از جنوب‌غربی به استان مرکزی، از غرب به استان البرز و از شرق به استان سمنان محدود می‌شود. شهر تهران بزرگ‌ترین و پرجمعیت‌ترین شهر ایران، مرکز این استان است. استان تهران که صنعتی‌ترین استان ایران است، از لحاظ تولید ناخالص داخلی در رتبه ۱ کشوری قرار دارد. همچنین سهم تولید ناخالص بخش کشاورزی ۱، صنعت ۲۲ و خدمات ۷۷ درصد بوده‌است. استان تهران همچنین مرکز تلاقی راه‌های ارتباطی ایران (خطوط راه‌آهن، جاده ای و هوایی) است. شهر تهران با وسعتی حدود

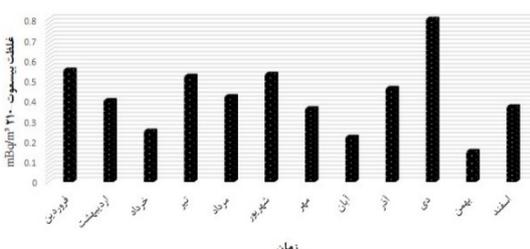




شکل (۳): میانگین غلظت ماهیانه سرب ۲۱۰ در دوره بررسی



شکل (۴): میانگین غلظت ماهیانه پلونیوم ۲۱۰ در دوره بررسی



شکل (۵): میانگین غلظت ماهیانه بیسموت ۲۱۰ در دوره بررسی

یک روش برای تخمین زمان اقامت ذرات معلق اتمسفری حاوی رادیونوکلیدهای محصول واپاشی رادن بر مبنای پرتوزایی یک جفت رادیوایزوبار همراه ژنتیکی مانند سرب ۲۱۰ و بیسموت ۲۱۰ یا سرب ۲۱۰ و پلونیوم ۲۱۰، مطابق با فروپاشی‌های متوالی در روند واپاشی بتا به شکل زیر می‌باشد [۲۷]:

(پایدار)سرب ۲۰۶ → پلونیوم ۲۱۰ → بیسموت ۲۱۰ → سرب ۲۱۰

که بر اساس آن زمان اقامت،  $\tau_R$ ، بوسیله معادله شماره (۱) تعریف می‌شود.

$$\tau_R = \frac{1}{\lambda_{Bi}} \cdot \frac{\lambda_{Bi} \cdot N_{Bi}}{\lambda_{Pb} \cdot N_{Pb} - \lambda_{Bi} \cdot N_{Bi}} \quad (1)$$

که در آن  $\lambda_{Bi} \cdot N_{Bi}$  پرتوزایی بیسموت ۲۱۰ و  $\lambda_{Pb} \cdot N_{Pb}$  پرتوزایی سرب ۲۱۰ در هوا و  $\lambda_{Bi} = 0.138 \text{ d}^{-1}$  ثابت واپاشی بیسموت ۲۱۰ است [۲۷].

با توجه به اینکه غلظت ذرات معلق پرتوزا در اتمسفر خیلی کم و در حد میکروگرم بر مترمکعب است، آنالیز و شمارش آن‌ها مستلزم این است که حجم وسیعی از هوا را از بستر غشائی یا همان فیلتر عبور داده و از نظر وزنی بخش قابل‌توجهی از ذرات معلق را بتوانیم جهت آنالیز جمع‌آوری نماییم. این کار به روش فعال و استفاده از پمپ‌ها قوی حجم بالا صورت خواهد گرفت [۲۷]. در این پژوهش جهت نمونه‌برداری از کل ذرات معلق اتمسفری<sup>۱</sup> از نمونه‌بردار حجم بالای هوا در مدت‌زمان‌های متفاوت ۶ الی ۱۲ ساعت استفاده شد. قبل از استفاده از فیلترها باید جهت گرفتن رطوبت، آن‌ها را به مدت ۲۴ ساعت در حرارت  $10.5^\circ \text{C}$  در آون قرار داده و جهت نصب روی دستگاه آماده می‌کنیم. پس از نمونه‌برداری مجدداً فیلتر در کوره  $10.5^\circ \text{C}$  برای ۲۴ ساعت رطوبت خود را از دست می‌دهد و به‌روش قبل توزین می‌شود [۲۸]. اختلاف وزن اولیه و ثانویه فیلتر، میزان ذرات معلق جمع‌آوری‌شده را نشان می‌دهد [۲۹].

### ۳- نتایج و بحث

با توجه به تعداد نمونه‌های برداشت شده برای هر فصل، بین دو تا سه نمونه در هر ماه مورد آنالیز و میانگین نتایج هر ماه ارائه شده است. میانگین غلظت ماهیانه سرب-۲۱۰ برای کل دوره بررسی، در شکل (۳) ارائه‌شده است. بر اساس این نتایج، بیشترین مقدار اندازه‌گیری شده برای سرب ۲۱۰ در مهرماه با  $1.1 \text{ mBq/m}^3$  بود. متوسط غلظت برای این پارامتر در حدود  $0.8 \text{ mBq/m}^3$  بود که کمترین مقدار آن در فروردین‌ماه دوره بررسی با  $0.5 \text{ mBq/m}^3$  ثبت شد. نتایج نشان از افزایش نسبی در غلظت این متغیر برای فروردین و اردیبهشت‌ماه و کاهش نسبی برای شهریور و دی‌ماه دارد. میانگین غلظت پلونیوم ۲۱۰ برای کل دوره در حدود  $0.058 \text{ mBq/m}^3$  بود. این در حالی است که مقدار  $0.095 \text{ mBq/m}^3$  در آذرماه و  $0.032 \text{ mBq/m}^3$  در دی‌ماه به ترتیب به‌عنوان بیشترین و کمترین غلظت اندازه‌گیری شده برای این رادیونوکلید بود. نتایج حاصل از اندازه‌گیری پلونیوم ۲۱۰ برای کل دوره بررسی در شکل (۴) ارائه‌شده است. همین روند برای بیسموت ۲۱۰ نیز با میانگین کلی  $0.42 \text{ mBq/m}^3$  برای دوره بررسی مشاهده شد. بیشترین و کمترین مقدار اندازه‌گیری شده برای این رادیونوکلید در کل دوره مورد بررسی به‌ترتیب  $0.75 \text{ mBq/m}^3$  و  $0.18 \text{ mBq/m}^3$  بود. نتایج میانگین غلظت ماهیانه برای نوکلید پرتوزای بیسموت ۲۱۰ در شکل (۵) نشان داده‌شده است.

<sup>۱</sup> Particulate Matter

۲۱۰ و پلونیوم ۲۱۰ را نشان می‌دهد.

جدول (۲): زمان اقامت ذرات پرتوزا بر اساس نسبت سرب ۲۱۰/پلونیوم ۲۱۰.

زمان ماندگاری (روز)	زمان
۲۱/۵	فروردین
۱۹/۴	اردیبهشت
۱۷/۸	خرداد
۲۲/۵	تیر
۲۰/۶	مرداد
۱۹/۷	شهریور
۲۱/۴	مهر
۱۹/۵	آبان
۱۸/۷	آذر
۱۷/۸	دی
۲۰/۴	بهمن
۲۲/۳	اسفند

در تحقیقی، باسکاران و شاو (۲۰۰۱) بر مبنای نسبت پرتوزایی سرب ۲۱۰ و بیسموت ۲۱۰، زمان اقامت ذرات منطقه قطب شمال را بین ۱۲ تا ۳۲ روز از ۲ نمونه اندازه‌گیری انجام شده تخمین زدند [۳۱]. همچنین لهما و سیتکوس (۱۹۵۹) زمان اقامت ذرات را بر مبنای نسبت پرتوزایی سرب ۲۱۰ و پلونیوم ۲۱۰ در اتمسفر فریبرگ آلمان ۲۰ روز تخمین زدند [۳۲]. در حالی که پیرسون و همکاران (۱۹۶۶) زمان اقامت ذرات را بر همین مبنای دوازده روز ۴۰ روز تخمین زدند [۳۳].

پاپاستفانو و بوندتی (۱۹۹۱) زمان ماندگاری ذرات در اتمسفر را بر مبنای سرب ۲۱۰ و بیسموت ۲۱۰ با تعداد ۲۱ نمونه اندازه‌گیری شده طی یک دوره یکساله در اکریج تنسی<sup>۱</sup> واقع در عرض‌های معتدله با بارندگی زیاد (آب و هوای مرطوب) ۴/۸ تا ۱۵/۳ روز (متوسط ۸/۲ روز) تخمین زدند [۳۴]. در پژوهش دیگری، پوت و همکاران (۱۹۷۲) محدوده زمان اقامت را ۱/۵۹ تا ۱۳ روز (متوسط ۵/۴ روز) بر مبنای نسبت پرتوزایی بر مبنای سرب ۲۱۰ و بیسموت ۲۱۰ و از ۱۱ تا ۷۷ روز (متوسط ۲۴ روز) بر مبنای نسبت پرتوزایی بر مبنای سرب ۲۱۰ و پلونیوم ۲۱۰ با انجام ۲۰ نمونه‌برداری در هوای سطحی در طول یک دوره ۴/۵ ساله در منطقه بولدر کلرادو تخمین زدند [۳۵].

فرانسیس و همکاران (۱۹۷۰) در طول یک دوره سه ماهه در

چنانچه پرتوزایی پلونیوم ۲۱۰، در هوا  $\lambda_{Po} N_{Po}$  مد نظر قرار گیرد و ثابت واپاشی پلونیوم ۲۱۰ برابر  $\lambda_{Po} = 5.0 \times 10^{-3} d^{-1}$  است، آنگاه نسبت پرتوزایی پلونیوم ۲۱۰ و سرب ۲۱۰ بوسیله معادله شماره ۲ زیر محاسبه می‌شود [۲۷]:

$$\frac{\lambda_{Po} \cdot N_{Po}}{\lambda_{Pb} \cdot N_{Pb}} = \frac{\tau_R^2}{\left(\tau_R + \frac{1}{\lambda_{Bi}}\right) \cdot \left(\tau_R + \frac{1}{\lambda_{Po}}\right)} \quad (2)$$

جدول (۱) میانگین ماهیانه زمان اقامت نوکلیدهای پرتوزا را بر مبنای سرب ۲۱۰ و بیسموت ۲۱۰ را نشان می‌دهد. براساس این نتایج میانگین زمان اقامت ذرات اتمسفری بر مبنای سرب ۲۱۰ و بیسموت ۲۱۰ در ایستگاه نمونه‌برداری ۱۰/۵ روز تخمین زده شد. این درحالی است که بیشترین و کمترین مدت زمان اقامت این ذرات به ترتیب ۲۱/۵ و ۷/۲ روز بود. باتوجه به میانگین ماهیانه زمان اقامت، دی‌ماه و اسفندماه به ترتیب به‌عنوان بیشترین و کمترین تخمین زده شد.

جدول (۱): زمان اقامت ذرات پرتوزا بر اساس نسبت سرب ۲۱۰/بیسموت ۲۱۰

زمان ماندگاری (روز)	زمان
۹/۵	فروردین
۷/۷۵	اردیبهشت
۷/۸	خرداد
۸/۱	تیر
۱۲/۵	مرداد
۱۱/۶	شهریور
۱۲/۴	مهر
۷/۲۳	آبان
۸/۱	آذر
۲۱/۵۶	دی
۱۱/۳	بهمن
۷/۸۵	اسفند

جهت تخمین زمان اقامت ذرات بر اساس نسبت پرتوزایی سرب ۲۱۰ و پلونیوم ۲۱۰، مور و همکاران (۱۹۷۲) این مقدار را بین ۰/۰۵۴ تا ۰/۰۹۲ در نظر گرفتند [۳۰]. نسبت پرتوزایی سرب ۲۱۰ و پلونیوم ۲۱۰ در این تحقیق بین ۰/۰۵۵ تا ۰/۰۷۹ محاسبه شد. طبق این نتایج میانگین زمان اقامت ذرات معلق ۲۰/۱ روز تخمین زده شد. بر این اساس تیرماه با میانگین ۲۲/۵ روز و دی‌ماه ۱۷/۸ روز به‌عنوان بیشترین و کمترین زمان اقامت اندازه‌گیری شده در این کار پژوهشی تخمین زده شد. جدول (۲)، نتایج حاصل از بررسی زمان اقامت ذرات بر مبنای نسبت سرب

<sup>1</sup> Oak Ridge, Tennessee

حاکم در منطقه و همچنین نتایج مربوط به میزان ماندگاری ذرات اتمسفری، در صورت بروز هرگونه حوادث هسته‌ای، تهدیدات نظامی و یا نشت ذرات رادیواکتیو در راکتور تحقیقاتی تهران، میزان در تماس بودن آلاینده‌های اتمسفری در سطح شهر تهران تا چه مدتی خواهد بود. با این استدلال می‌توان در موضوع مدیریت بحران احتمالی بهترین تصمیم را اتخاذ نمود. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش؛ انتشار آلاینده‌های پرتوی در ماه‌های همچون دی و مرداد میزان تأثیر انسانی بیشتری را می‌تواند در منطقه داشته باشد. این درحالی است که وجود این رویداد در ماه‌های تیر و آذر در دراز مدت تأثیر کمتری را خواهد داشت.

## ۵- مراجع

- [1] WHO 2014. Burden of disease from ambient and household air pollution.
- [2] D. Loomis, Y. Grosse, B. Lauby-Secretan, F. El Ghissassi, V. Bouvard, L. Benbrahim-Tallaa, N. Guha, R. Baan, H. Mattock, and K. Straif, "The carcinogenicity of outdoor air pollution," *The lancet oncology*, vol. 14(13), pp. 1262-1263, 2013.
- [3] K. M. Nadafi and M. Natiqpour, "Examining Jurjani's point of view on air pollution and water purification in the book of Kharazmshahi's storage," *Journal of Medical Ethics and History*, vol. 3, pp. 28-20, 2010. (In Persian)
- [4] WHO., "Ambient (outdoor) air quality and health," 2015. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>
- [5] Air Quality Control Company 2019. Annual Report of Tehran Air Quality in 2016: QM97/02/01(U) May 2017 (In Persian)
- [6] K. Ram and M. M. Sarin, "Atmospheric 210Pb, 210Po and 210Po/210Pb activity ratio in urban aerosols: temporal variability and impact of biomass burning emission," *International meteorological institute in Stockholm*, 17513, 2012.
- [7] Longbo et al., "Monitoring of atmospheric radionuclides from the Fukushima nuclear accident and assessing their impact on Xi'an, China," *Atmospheric Science*, vol. 58, no. 13, pp. 1585-1591, 2013.
- [8] T. Christoudias, Y. Proestos, and J. Lelieveld, "Atmospheric Dispersion of Radioactivity from Nuclear Power Plant Accidents: Global Assessment and Case Study for the Eastern Mediterranean and Middle East," *Energies*, vol. 7, pp. 8338-8354, 2014.
- [9] M. Pham, P. Povinec, H. Nies, and H. Betti, "Dry and wet deposition of 7Be, 210Pb and 137Cs in Monaco air during 1998-2010: Seasonal variations of deposition fluxes," *Journal of Environmental Radioactivity*, vol. 120, pp. 45-57, 2013.
- [10] H. Malá, P. Rulík, V. Bečková, J. Mihalík, and M. Slezáková, "Particle size distribution of radioactive aerosols after the Fukushima and the Chernobyl accidents [2013]," *Journal of Environmental Radioactivity*, vol. 126, pp. 92-98, 2015.
- [11] A. Ioannidou and J. Paatero, "Activity size distribution and residence time of 7Be aerosols in the Arctic atmosphere," *Atmospheric Environment*, vol. 88, pp. 99-106, 2014.
- [12] W. F. Raputa, "Numerical analysis of aerosol radionuclide fall-outs from accident outbursts into the atmosphere," *Bull. Comp. Center.*, pp. 1-8, Nov. 2013.
- [13] M. Gonze, P. Renaud, I. Korsakissok, H. Kato, T. G. Hinton, C. Murlon, and M. Simon-Cornu, "Sessment of Dry and Wet Atmospheric Deposits of Radioactive Aerosols: Application to Fukushima Radiocaesium Fallout," *Environ. Sci. Technol.*, vol. 48(19), pp. 11268-11276, 2014.
- [14] M. Kurdi and M. Saadati, "Nuclear defense and its effect on reducing contamination of radioactive substances in farm animals and livestock products," *Passive defense magazine*, vol. 12(1), pp. 21-34, 2022. (In Persian)

مادیسون ۱ میانگین زمان اقامت ذرات اتمسفری را ۹/۶ روز بر مبنای نسبت‌های پرتوزایی سرب ۲۱۰ و پلونیوم ۲۱۰ برای ذرات بزرگتر از ۰/۲۲ میکرومتر تخمین زدند [۳۶]. مارلی و همکاران (۲۰۰۰) زمان اقامت را برای هفت نمونه جمع شده در ایالت ایلینویز در طول یک دوره دو ساله، ۳ نمونه جمع شده در ایالت آریزونا، یک نمونه جمع شده در ایالت نیومکزیکو و ۵ نمونه جمع شده در مکزیک تخمین زدند. آنها زمان اقامت ذرات را بر مبنای نسبت سرب ۲۱۰ و بیسموت ۲۱۰، ۶۷ - ۶ روز و بر مبنای نسبت سرب ۲۱۰ و پلونیوم ۲۱۰ - ۶۶ - ۳۳ روز تخمین زدند [۳۷]. نتایج این تحقیقات با نتایج حاصل از این تحقیق هم‌راستا بوده و اختلاف معناداری در گستره نتایج به چشم نمی‌خورد، هرچند با توجه به ماهیت کار و وابستگی به متغیرهای محیطی، وجود تفاوت در نتایج امری اجتناب ناپذیر است. در تحقیق حاضر، مقادیر میانگین زمان اقامت برای کل ذرات معلق (PM) بر مبنای نسبت پرتوزایی سرب ۲۱۰ و بیسموت ۲۱۰ برابر ۲۱/۵۶ - ۷/۲۳ روز و بر مبنای نسبت پرتوزایی سرب ۲۱۰ و پلونیوم ۲۱۰ برابر ۱۷/۸ - ۲۲/۵ روز تخمین زده شد.

## ۴- نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین مقدار اندازه‌گیری شده برای سرب ۲۱۰ در مهرماه با  $1/15 \text{ mBq/m}^3$  بود. میانگین کل دوره برای این رادیونوکلئید در حدود  $0/88 \text{ mBq/m}^3$  اندازه‌گیری شد که کمترین مقدار آن در فروردین‌ماه در حدود  $0/49 \text{ mBq/m}^3$  بود. میانگین غلظت اندازه‌گیری شده برای پلونیوم ۲۱۰ در کل دوره بررسی در حدود  $0/058 \text{ mBq/m}^3$  بود؛ که بیشترین غلظت آن با مقدار  $0/095 \text{ mBq/m}^3$  در آذرماه و کمترین غلظت اندازه‌گیری شده برای این رادیونوکلئید با مقدار  $0/035 \text{ mBq/m}^3$  در دی‌ماه به ثبت رسید. همین روند برای بیسموت ۲۱۰ نیز با میانگین کلی  $0/41 \text{ mBq/m}^3$  در دوره بررسی مشاهده شد. بیشترین و کمترین مقدار محاسبه‌شده برای این رادیونوکلئید در کل دوره بررسی به ترتیب  $0/8$  و  $0/15 \text{ mBq/m}^3$  بود.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از محاسبه‌ی میانگین زمان اقامت ذرات اتمسفری بر مبنای سرب ۲۱۰/بیسموت ۲۱۰؛ مدت زمان ۱۰/۴۶ روز برای ماندگاری این ذرات در جو تخمین زده شد. این درحالی است که بیشترین و کمترین مدت زمان اقامت این ذرات به ترتیب ۲۱/۵۶ و ۷/۲۳ روز بود. همچنین میانگین مدت زمان اقامت ذرات اتمسفری بر مبنای سرب ۲۱۰/پلونیوم ۲۱۰، ۲۰/۱۴ روز تخمین زده شد. با توجه به شرایط اقلیمی

<sup>1</sup> Madison, Wisconsin

Organization of Iran, 2004. (In Persian)

- [26] B. Oroji, "Risk assessment radioactive aerosols with determination residence times in the atmosphere's Tehran," Iran, Ph.D. Thesis. Malayer University, p. 246, 2019.
- [27] C. Papastefanou, "Radioactive Aerosols," ELSEVIER. 187 p. 2008.
- [28] C. Papastefanou, "Beryllium-7 Aerosols in Ambient Air," Papastefanou, Aerosol and Air Quality Research, vol. 9(2), pp. 187-197, 2009.
- [29] C. Papastefanou, "Residence time of tropospheric aerosols in association with radioactive nuclides," Applied Radiation and Isotopes, vol. 64(1), pp. 93-100, 2006.
- [30] H. E. Moore, S. E. Poet, and E. A. Martell, "Tropospheric aerosol residence times indicated by radon and radondaughter concentrations," In: Adams, J.A.S., Lowder, W.M., Gessel, T.F. (Eds.), Natural Radiation Environment II. Technical Information Center/U.S. Department of Energy, Washington, DC, CONF-720805-P2, pp. 775-786, 1972.
- [31] M. Baskaran and G. E. Shaw, "Residence time of arctic haze aerosols using the concentrations and activity ratios of  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  and  $^7\text{Be}$ ," Journal of Aerosol Science, vol. 32(4), pp. 443-452, 2001.
- [32] L. Lehmann and A. Sittkus, "Bestimmung von Aerosolverweilzeiten aus den RaD und RaF Gehalt der atmosphärischen Luft und des Niederschlages," Naturwissenschaft, vol. 46, pp. 9-10, 1959.
- [33] D. H. Peirson, R. S. Cambray, and G. S. Spicer, "Lead-210 and polonium-210 in the atmosphere," Tellus 18, pp. 427-433, 1966.
- [34] C. Papastefanou and E. A. Bondietti, "Mean residence times of atmospheric aerosols in the boundary layer as determined from  $^{210}\text{Bi}/^{210}\text{Pb}$  activity ratios," J. Aerosol Sci., vol. 22, pp. 927-931, 1991.
- [35] S. E. Poet, H. E. Moore, and E. A. Martell, "Lead-210, bismuth-210 and polonium-210 in the atmosphere: Accurate ratio measurement and application to aerosol residence time determination," J. Geophys. Res., vol. 77(33), pp. 6515-6527, 1972.
- [36] C. W. Francis, G. Chesters, and L. A. Haskin, "Determination of  $^{210}\text{Pb}$  mean residence time in the atmosphere," Environ. Sci. Technol., vol. 4 (7), pp. 586-589, 1970.
- [37] N. A. Marley, O. S. Gaffney, P. J. Drayton, M. M. Cunningham, K. A. Orlandini, and R. Paode, "Measurement of  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$  and  $^{210}\text{Bi}$  in size-fractionated atmospheric aerosols: An estimate of fine-aerosol residence times," Aerosol Sci. Technol., vol. 32, pp. 569-583, 2000.
- [15] Y. Oura, M. Ebihara, H. Tsuruta, T. Nakajima, T. Ohara, M. Ishimoto, H. Sawahata, Y. Katsumura, and W. Nittae, "A Database of Hourly Atmospheric Concentrations of Radiocesium ( $^{134}\text{Cs}$  and  $^{137}\text{Cs}$ ) in Suspended Particulate Matter Collected in March 2011 at 99 Air Pollution Monitoring Stations in Eastern Japan," Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences, vol. 15(2), pp. 1-12, 2015.
- [16] A. E. Ali, "Studies on the effect of atmospheric radioactive materials on human being in different places of Egypt," International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences ISSN (E), 2321-8851; ISSN (P): 2347-4580, vol. 4(3), pp. 63-66, 2016.
- [17] R. L. Lozano, E. G. San Miguel, and J. P. Bolivar, "Assessment of the influence of in situ  $^{210}\text{Bi}$  in the calculation of in situ  $^{210}\text{Po}$  in air aerosols: Implications on residence time calculations using  $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$  activity ratios," Journal of Geophysical Research, vol. 116, 2011.
- [18] M. Grundela and J. Porstendorfer, "Differences between the activity size distributions of the different natural radionuclide aerosols in outdoor air Atmospheric Environment," vol. 38, pp. 3723-3728, 2004.
- [19] J. Crawford, S. Chambers, D. Cohen, A. Williams, A. Griffiths, and E. Stelcer, "Assessing the impact of atmospheric stability on locally and remotely sourced aerosols at Richmond, Australia," using Radon-222, Atmospheric Environment, vol. 127, pp. 107-117, 2016.
- [20] H. Mala, L. Tomasek, P. Rulik, V. Beckova, and J. Hulka, "Size distribution of aerosol particles produced during mining and processing uranium ore, Journal of Environmental Radioactivity, vol. 157, pp. 97-101, 2016.
- [21] L. L. Su, G. Q. Liu, M. X. Ding, J. P. Feng, H. Zhang, "A study of  $^{210}\text{Po}$  in atmospheric aerosol of Shenzhen and its committed effective dose," China, Environ. Sci., vol. 37, pp. 2025-2028, 2017. (Article in Chinese with English abstract)
- [22] J. Ouyang, G. Yang, L. Ma, M. Luo, and D. Xu, "Development and Application of Fingerprints of Radioactive Cesium-Plutonium-Uranium Isotopes as Tracers in Air Pollution," Progress in Chemistry, vol. 29(12), pp. 1446-1461, 2017.
- [23] J. Ouyang, L. J. Song, L. L. Ma, M. Luo, Y. Shao, X. X. Dai, G. S. Yang, Y. G. Yang, M. Y. Luo, and D. D. Xu, "Temporal variations, sources and tracer significance of Polonium-210 in the metropolitan atmosphere of Beijing," China, Atmospheric Environment, vol. 193, pp. 214-223, 2018.
- [24] M. Długosz-Lisiecka, "Excess of  $^{210}\text{polonium}$  activity in the surface urban atmosphere," Part (1) fluctuation of the  $^{210}\text{Po}$  excess in the air. Environmental Science: Processes & Impacts, vol. 17(2), pp. 458-464, 2015.
- [25] P. Amini and A. Emami, "Report of one hundred thousand sheets of Tehran Plain," Geological and Mineral Exploration

نشریه علمی پدافند غیرعامل

سال چهارم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲، (پیاپی ۵۶): صص ۷۴-۵۷

علمی - پژوهشی

## ارزیابی آسیب‌پذیری مساکن شهری از منظر پدافند غیرعامل

امید مبارکی<sup>۱</sup>، مرضیه اسمعیل پور<sup>۲</sup>، واحد ابراهیمی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۶

### چکیده

از گذشته‌های دور تاکنون مخاطرات محیطی (طبیعی و انسانی) اجزای جدایی‌ناپذیر زندگی انسان‌ها بوده‌اند. شناخت عمیق حوزه‌ها و قلمروها و در نظر گرفتن تمهیدات لازم ما را در رویارویی با مخاطرات یاری می‌کند. اما مهم‌ترین عاملی که در هنگام بروز حوادث طبیعی و انسانی، منجر به وقوع بحران می‌شود، آسیب‌پذیری کالبدی ابنیه است. آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های شهری، فضاهای بی‌دفاع، محلات ناامن، شهرهایی با معماری غلط، همه و همه از عوامل تهدیدکننده امنیت شهری و اجتماعی هستند. در مقیاس شهری پدافند غیرعامل راهبردی برای کاهش آسیب‌پذیری و افزایش تاب‌آوری در برابر مخاطرات شامل طبیعی و انسان‌ساخت است. بنابراین هدف این تحقیق ارزیابی آسیب‌پذیری مساکن شهر مهاباد از منظر پدافند غیر عامل است. نوع تحقیق کاربردی و روش آن توصیفی-تحلیلی است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای GIS و Expert choice استفاده شده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد بعد از مقایسه زوجی شاخص‌های تحقیق با مدل AHP، شاخص کیفیت ابنیه با وزن ۰/۱۳۷ بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است. و شاخص‌های عمر ابنیه و سکونت غیرمعمول و کاربری‌های خطرناک به ترتیب ۰/۱۱۲ و ۰/۱۱۱، ۰/۱۰۱ در جایگاه‌های دوم و سوم و چهارم قرار گرفته است و در آخر هم معیار شیب زمین و عرض معابر با ۰/۰۲۲ قرار دارند. هندسه نامنظم بافت شهری مهاباد، رشد طبیعی شهر، وجود اسکان‌های غیر رسمی و بافت قدیم و فرسوده در بخش مرکزی شهر، وجود قطعات مسکونی با مساحت کمتر در بافت جنوبی و مرکزی شهر، زمینه‌های آسیب‌پذیری بافت شهری را میسر ساخته‌اند و در صورت وقوع بحران‌های طبیعی و انسانی این بافت‌ها بشدت آسیب خواهند دید و خسارات مالی و جانی زیادی را به بار خواهد آورد.

**کلیدواژه‌ها:** آسیب‌پذیری، مساکن شهری، پدافند غیرعامل، شهر مهاباد

<sup>۱</sup> دانشجویار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران - (omidmobaraki@gmail.com) نویسنده مسئول

<sup>۲</sup> استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

<sup>۳</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

## ۱- مقدمه

شهرنشینی در سراسر زندگی بشر به‌ویژه در قرن اخیر به‌سرعت افزایش یافته است. مسکن یکی از معضلات مهم اقتصادی و اجتماعی جوامع شهری است [۱]. بخش مسکن یکی از مهم‌ترین بخش‌های توسعه در جامعه است که با ابعاد وسیع اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، زیست‌محیطی و کالبدی خود، تأثیرات گسترده‌ای در آشکارساختن ویژگی‌ها و تصویر جامعه شهری دارد [۲]. اهمیت مسکن از آنجا ناشی می‌شود که ده الی سی درصد از سرمایه ناخالص در کشورهای در حال توسعه را شامل می‌شود که با ترکیب سرمایه‌گذاری مستقیم در بخش مسکن و خدمات مرتبط با آن مجموعاً به سهم ۲۰ الی ۵۰ درصدی از ثروت تولیدی در کشور می‌رسد [۳]. مکان‌یابی عناصر و پدیده‌های شهر و تعیین مکان‌های مناسب برای کاربری‌ها به‌ویژه مسکونی، از جمله موضوعاتی است که برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان شهری همواره در شهر با آن مواجه هستند و این مسأله در ارتباط با مسکن خانوارها اهمیت خاصی دارد [۴]. از آغاز شهرنشینی، برنامه‌ریزی، طراحی و ساخت شهرها همواره مبتنی بر دفاع بوده است [۵]. با این تفاوت که مسئله اصلی در اینجا تراکم جمعیت و ثروت است، می‌توان یک شهر نظامی برای حمله احتمالی ایجاد کرد؛ اما هر شهر، صرف‌نظر از جمعیت و اهمیت، باید در زمان جنگ از خود دفاع کند و بنابراین باید تجهیزات لازم را برای آن آماده ساخت [۶]. از گذشته‌های دور، مخاطرات طبیعی و انسانی جزء لاینفک زندگی بشر بوده است؛ بنابراین داشتن شناخت عمیق از شهرها و در نظر گرفتن مقررات لازم باعث آسودگی بیشتر ما در مواجهه با خطرات احتمالی می‌شود [۷]. برای این منظور، مردم همواره از روش‌های پدافند غیرعامل برای افزایش قدرت دفاعی نظامی خود در برابر تهدیدات خارجی و داخلی استفاده کرده‌اند [۸]. آن چه امروز موضوع پدافند غیرعامل را در این سطح از اهمیت قرار داده تهدیدها و مناقشات روزافزون بین کشورهای جهان است [۹]. در واقع از اهداف اصلی پدافند غیرعامل به‌عنوان مجموعه‌ای از اصول و راهکارها در جهت افزایش ایمنی جانی و مالی در زمان وقوع بحران‌های انسان‌ساز ایمن و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری از جمله مسکن شهری است [۱۰]. این اقدامات اگر با برنامه‌ریزی و هماهنگی انجام شود، به‌طور خودکار بسیاری از زیرساخت‌هایی که ایجاد می‌شود در ذات خود، ایمنی لازم را به‌دست خواهند آورد [۱۱].

سرزمین گسترده ایران باستان که ایران کنونی بخشی از آن می‌باشد به‌دلیل موقعیت جغرافیایی که میان دو جلگه آباد بین‌النهرین و پنجاب سند قرار گرفته بود مانند پلی بود که طوایف مهاجم به شرق یا غرب مجبور می‌شدند از آن عبور کنند، به‌طوری‌که در ادوار گذشته مورد حمله اقوام بیابان‌گرد و ایلات مختلف قرار گرفته است؛ زندگی در چنین وضعیت جغرافیایی و

محیط ناامن، ایرانیان را وادار نمود تا همواره به‌منظور در امان ماندن از تجاوز متجاوزین خانه‌های مسکونی خود را به شکل دژ کوچکی بسازند؛ بنابراین به هر جای این سرزمین بنگریم قلعه، برج، خندق و دروازه و نظایر آن‌ها از ناامنی محیط زندگی و توجه و تدبیر آگاهانه ایرانیان به ملاحظات دفاعی حکایت دارد [۱۲]. همچنین کشور ایران با توجه به موقعیت راهبردی خود در تبادلات خاورمیانه و دارا بودن ذخایر عظیم و ارزشمند طبیعی چون نفت و گاز در طول تاریخ همواره در کانون توجه دولت‌های استعماری مختلف بوده است. مطمئناً تهاجمات از شوروی و انگلیس گرفته تا جنگ هشت ساله تحمیلی که آسیب و تلفات جانی و مالی و عقب‌گرد تأسیساتی و تجهیزاتی که به کشور وارد شد [۱۳]. در کنار تهاجمات، حوادث طبیعی نظیر سیل و زلزله و طوفان نیز دیگر عنصری هستند که همواره به‌عنوان تهدیدی بر زیرساخت‌های کشور بوده‌اند. تاکنون از ۴۰ حادثه طبیعی ثبت شده در دنیا ۳۱ مورد آن در ایران دیده شده است [۱۴]. از این رو تأمین امنیت جان و محیط زندگی به یک دغدغه همیشگی برای مسئولین در تصمیم‌گیری‌های کلان ملی تبدیل شده است. متأسفانه در کشور ما کاربری‌ها و تأسیسات حیاتی و حساس بدون رعایت و یا دخالت ملاحظات و ترتیبات دفاعی و امنیتی ساخته شده و یا توسعه یافته‌اند و به‌صورت یک هدف کاملاً غریبان و در عین حال قابل توجه و مورد علاقه در دسترس و یا تیررس دشمن و کشورهای مهاجم قرار گرفته‌اند. که این؛ زمینه‌ساز شکل‌گیری کانون‌های شهری عموماً ناایمن در برابر مخاطرات و حوادث غیر مترقبه شده است. به طوری که بی‌توجهی به اصول استقرار و همجواری کاربری‌ها، به‌ویژه کاربری‌هایی با عملکرد حیاتی از مهم‌ترین نودهای آسیب‌پذیری در این‌گونه سکونت‌گاه‌ها است [۱۵]. امروزه سامانه دفاع غیرعامل شهرهای ایران به‌دلایل مختلف نظیر ظهور سلاح‌های دوربرد و گسترش دامنه جنگ تا عمق سرزمین و عدم پایبندی کشورهای خودکامه به معیارهای انسانی و دینی در بسیاری از موارد در ساعات اولیه جنگ، حوزه شهری مورد حمله قرار می‌گیرد و این تهاجم باعث ایجاد خسارت‌های مالی و انسانی سنگینی به شهر می‌شود یکی از شهرهایی که در مرز ایران با کشور عراق قرار گرفته است و به لحاظ آسیب‌پذیری اهمیت زیادی دارد؛ شهر مهاباد است و با توجه به این که این شهر سابقه تهاجمات دشمن را در خود دیده است و به‌دلیل موقعیت جغرافیایی و سیاسی همواره در معرض آسیب‌پذیری از طرف بلاای طبیعی و انسانی بوده است. این شهر در گذشته‌های نه چندان دور آستان حوادث فراوانی به‌لحاظ درگیری‌های نظامی و عملیات آفندی بوده است. از جمله آن که این شهر طی دفاع مقدس بارها مورد حمله دشمن قرار گرفت. چنانچه طی دو مرحله بمباران توسط رژیم بعثی عراق در ۵ اسفند سال ۱۳۶۲ و ۲۳ بهمن سال ۱۳۶۵ به‌شدت آسیب دیده که حاصل آن ده‌ها تن شهید و جانباز بوده است. از طرفی ساختار و سازمان فضایی

است. از نظر ماهیت بحران‌ها به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند: (۱) بحران‌های ناشی از حوادث و سوانح طبیعی مثل: زمین‌لرزه، سیل، آتشفشان و گردباد که اغلب اجتناب‌ناپذیر هستند و چنانچه مدیران و کارگزاران با آنها برخورد مناسبی نداشته باشند منجر به بروز بحران‌های بسیار وخیم خواهند شد. (۲) بحران‌های اجتماعی و فرهنگی مثل: مهاجرت بی‌رویه، آشوبهای اجتماعی، خشونت در محیط کار، اعتیاد و فسادهای اجتماعی (۳) بحرانهای اقتصادی مثل: نوسانات شدید مالی، کاهش ارزش سهام و پول در بورس، اختلاس و ورشکستگی (۴) بحران‌های امنیتی مثل: خرابکاری، بمب‌گذاری، قاچاق مواد مخدر، جاسوسی و تروریسم (۵)

بحران‌های زیست‌محیطی مثل: آلودگی هوا، انفجارهای هسته‌ای، از بین رفتن منابع طبیعی با ارزش (۶) بحرانهای اداری مثل: ضعف مدیریت در پیش‌بینی و پیشگیری (معضلات ۷) بحران‌های هویتی مثل: بحران هویت شهری [۱۹]. مدیریت بحران عبارت است از فرآیند برنامه‌ریزی‌ها و اقدامات دولتی دستگاه‌های اجرایی و عمومی که با مشاهده و تجزیه و تحلیل بحران‌ها به‌صورت یکپارچه، جامع و هماهنگ و با استفاده از ابزارهای موجود در جهت پیشگیری، آماده‌سازی، مقابله و بازسازی تمهیداتی را برای مقابله با بحران‌های احتمالی آتی پیش‌بینی نماید. با توجه به گفتار فوق برای مدیریت بحران مراحل زیر را تدوین نمود: (۱) پیشگیری و کاهش اثرات: کاهش احتمال وقوع یا اثرات ناشی از (بلا یا ۲) مقابله: برنامه‌ریزی، پژوهش، آموزش و مانور (۳) بازسازی: بازگرداندن جامعه به حالت عادی و نه لزوماً حالت پیش از بحران

### ۲-۳- پدافند غیرعامل

به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌گردد که مستلزم به‌کارگیری جنگ‌افزار و تسلیحات نبوده و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارات مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی، حساس و مهم نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری نموده و یا میزان خسارات و تلفات ناشی از حملات و بمباران‌های هوایی موشکی دشمن را به حداقل ممکن کاهش داد [۲۰]. مجموعه اقدام‌های غیرمسلحانه‌ای که موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری، ارتقا پایداری ملی و تسهیل مدیریت بحران در مقابل تهدیدها و اقدامات نظامی دشمن می‌شود [۲۱]. پدافند غیرعامل به کلیه اقدامات و تدابیری گفته می‌شود که بدون به‌کارگیری سلاح، موجب کاهش آسیب‌پذیری‌ها و افزایش پایداری‌ها در برابر تهدیدات خارجی شود [۲۲]. پدافند غیرعامل در مفهوم خاص در ایران مانند سایر کشورهای جهان به‌عنوان دفاع غیرنظامی شناخته می‌شود و دربردارنده عوامل تهدید شامل طبیعی، انسانی است [۲۳]. پدافند غیرعامل در یک جامعه شهری عبارت است از کاهش

موجود شهر مهاباد به لحاظ الگوی استقرار و همجواری کاربری‌های حیاتی با همدیگر و همچنین مجاورت آنها با بافت‌های مسکونی، خطرات و تهدیدات قابل توجهی را متوجه این شهر می‌سازد. در مهاباد بیشترین تراکم جمعیتی به کاربری‌های مسکونی اختصاص داده شده است. این کاربری‌ها بیشترین محدوده آسیب‌پذیری برای شهروندان دارند؛ با توجه به این مباحث ارزیابی مسکن در این شهر با رویکرد پدافند غیر عامل ضروری به نظر می‌رسد. یکی از دلایلی که شهر مهاباد در تحقیق پیش‌رو مدنظر قرار گرفته است؛ اکثریت جمعیت شهری در بافت‌های مسکونی و در معرض خطر و معابر کم‌عرض زندگی می‌کنند و اتخاذ تصمیماتی در این مسیر می‌تواند مانع از تهدید جانی و مالی شود و احیای این بافت‌ها و اندیشیدن تمهیداتی برای کاهش آسیب‌های احتمالی ضروری به نظر می‌رسد. پدافند غیرعامل و اعمال الزامات برآمده در ارزیابی آسیب‌های مسکن شهری می‌تواند تا حد زیادی خسارات احتمالی را کاهش دهد و منجر به حفظ سرمایه‌ها و ارزش‌های اجتماعی - اقتصادی مردم شود. بدین ترتیب تحقیق حاضر با طرح سؤال (۱) وضعیت آسیب‌پذیری مسکن شهری مهاباد از منظر پدافند غیر عامل چگونه است و (۲) کدام نواحی به لحاظ آسیب‌پذیری مسکن شهری وضعیت مطلوبی ندارد؟

## ۲- مبانی نظری تحقیق

### ۲-۱- آسیب‌پذیری

عبارت است از میزان خسارات و صدمات با شدتی بین صفر تا صد درصد ناشی از عوامل و رویدادهایی که موجب آسیب احتمالی یا بالفعل به منابع انسانی، تجهیزات و تأسیسات می‌شود [۱۶]. میزان حساسیت یک جامعه نسبت به حوادث و سوانح از یک سو و میزان خسارات و خسارات از سوی دیگر آسیب‌پذیری نامیده می‌شود. آسیب‌پذیری یک تابع ریاضی است و میزان خسارت مورد انتظار برای هر عنصری است که در یک شدت معین در معرض خطرات فاجعه‌بار قرار می‌گیرد. تجزیه و تحلیل آسیب‌پذیری فرآیند تخمین آسیب‌پذیری برخی از عناصر طبیعی است که در معرض خطرات بالقوه به دلیل وقوع خطرات فاجعه‌بار هستند [۱۷]. طبق تعریف سازمان ملل، آسیب‌پذیری عبارت است از درجه‌ای که عنصر یا گروه خاصی از عناصر در معرض خطر در اثر وقوع یک پدیده طبیعی با بزرگی معین از بین می‌رود و در مقیاس صفر بیان می‌شود [۱۸].

### ۲-۲- مدیریت بحران شهری و مراحل آن

بحران، خارج شدن سیستم اجتماعی - محیطی از حالت طبیعی است که برای برطرف سازی آن مدیریت و برنامه‌ریزی ویژه‌ای لازم

تبریز با رویکرد مدیریت بحران، نوع تحقیق کاربردی و روش آن توصیفی تحلیلی بوده است. برای بررسی و تحلیل سؤالات استنباطی چندگانه از آزمون تحلیل عاملی استفاده شده است. از نظر کارشناسان نتایج تحلیل عاملی عوامل سازمانی، عوامل جغرافیایی و اقلیمی و همچنین عوامل اجتماعی، اقتصادی و سیاسی مربوط به برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل در کلان‌شهر تبریز بیانگر این است که مجموع همگی گویه‌ها بار عاملی بالاتر از ۵۰ درصد را نشان می‌دهند و این بدین معنی است که ارتباط و همبستگی بین عوامل مورد بررسی (کالبدی، اجتماعی، اقتصادی، سیاسی)، فضای عاملی را به‌طور کامل پوشش داده است. از نظر کارشناسان، نتایج برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل در کلان‌شهر تبریز نشان داد که تحلیل عاملی عوامل سازمانی با بار عاملی ۸۷/۹۰٪، تحلیل عاملی عوامل جغرافیایی و اقلیمی با بار عاملی ۶۴/۷۵٪، تحلیل عاملی عوامل اجتماعی، اقتصادی و سیاسی با بار عاملی ۷۹/۹۹٪ و همچنین تحلیل عاملی عوامل جغرافیایی و اقلیمی با بار عاملی ۶۴/۷۵٪ فضای مفهومی متغیر را پوشش می‌دهند؛ لذا نتیجه‌گیری می‌شود که متغیرهای مورد بررسی در ارتباط با برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل دارای اعتبار بوده، ارتباط آن‌ها را مورد تأیید قرار می‌دهند [۲۹]. آفتاب و همکاران در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی آسیب‌پذیری شهر ارومیه با رویکرد پدافند غیرعامل به ارزیابی آسیب‌پذیری شهر ارومیه پرداخته‌اند. این تحقیق از لحاظ هدف، کاربردی - توسعه‌ای و از لحاظ ماهیت، توصیفی تحلیلی است. روش گردآوری داده‌ها به دو صورت اسنادی (داده‌های ثانویه) و پیمایشی (داده‌های اولیه) و ابزار مورد استفاده در روش پیمایشی پرسش‌نامه و مصاحبه بوده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از مدل ANP در رویکردی تلفیقی با سیستم اطلاعات جغرافیایی و منطق فازی، استفاده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده بیشتر نواحی شمالی (سکونتگاه‌های غیررسمی منطقه دو) و مرکزی (محلات قدیمی منطقه چهار) شهر ارومیه به علت تراکم بالای جمعیتی و مسکونی، قرارگیری اکثر مراکز اداری سیاسی، حساس و تجاری در این مناطق، آسیب‌پذیرترین مناطق ارومیه هستند؛ بنابراین رعایت نکردن اصول هم‌جواری در کاربری‌های حساس و حیاتی و عدم رعایت استاندارد ساخت‌وساز در منطقه چهار و دو بیشتر از سایر مناطق شهری است. در این میان، معیارهای کاربری‌های حساس و حیاتی، مراکز نظامی و اداری بیشترین تأثیر را در تعیین آسیب‌پذیری شهر ارومیه دارند. جابه‌جایی و انتقال تأسیسات خطرناک از مناطق مسکونی و یا هم‌جوار با مراکز حساس و مهم، توجه به اصول پدافند غیرعامل در تهیه طرح‌های شهری، توجه به آیین‌نامه استانداردهای ساخت‌وساز از مهم‌ترین

آسیب‌پذیری و افزایش امنیت و ایجاد قابلیت انعطاف‌پذیری در وضعیت‌های مختلف و عکس‌العمل‌های به‌موقع به‌منظور حفظ جان انسان، مردم و ساکنان و اماکن موجود و به مفهوم حفاظت مؤثر از جان ساکنان یک شهر در مقابل بمباران [۲۴]. از نظر مفهومی پدافند غیرعامل را به معنای دفاع در برابر تهاجم‌های نظامی دانسته‌اند. در مقابل عبارت دفاع غیرعامل (غیرنظامی) قرارداد و در ادبیات فنی معاصر آن را به معنای آمادگی و دفاع در برابر هرگونه سانحه اعم از طبیعی یا انسان‌ساز می‌دانند [۲۵].

#### ۲-۴- پیشینه تحقیق

کامران و همکاران در تحقیقی با عنوان کاربرد پدافند غیرعامل در برنامه‌ریزی مسکن شهری به دنبال بررسی نقش پدافند غیرعامل در برنامه‌ریزی مسکن شهری بوده‌اند که نتایج کلی آن در راستای ایجاد شهر ایمن، شهر قدرت و شهر بازدارنده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که تعیین طرح هندسی بنا، موقعیت بازشوها، نحوه دسترسی و پیش‌بینی فضای امن به عنوان فضای چند عملکردی برای هر ساختمان در زمان صلح و جنگ از جمله مؤلفه‌های بهینه معماری ساختمان و معماری بومی از منظر پدافند غیرعامل است [۲۶]. عزیزی و برنادر در مقاله‌ای با عنوان فرآیند مطلوب برنامه‌ریزی شهری در حمله‌های هوایی از دیدگاه پدافند غیرعامل (نمونه موردی: تهران) با بررسی روش‌های مختلف برنامه‌ریزی، نسبت به تدوین برنامه‌ریزی مناسب، برای کاهش آسیب‌پذیری محدوده مورد مطالعه در حملات هوایی، اقدام نموده‌اند. طبق یافته‌های پژوهش، فرآیند مناسب برنامه‌ریزی به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری بافت‌های شهری را می‌توان، شامل چهار مرحله اصلی تدوین اهداف، شناخت وضع موجود، تحلیل آسیب‌پذیری، تدوین راهبردها دانست که نتیجه آن منجر به تدوین فرآیند برنامه‌ریزی مناسب برای کاهش آسیب‌پذیری شد [۲۷]. جمشیدی و قائد رحمتی در پژوهشی با عنوان ارزیابی مؤلفه‌های مسکن شهری برای برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل (مورد مطالعه: بوکان) با هدف ارزیابی مؤلفه‌های مسکن شهری در راستای پدافند غیرعامل با استفاده از تکنیک دیمتل فازی را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این تحقیق با استفاده از نظرات تعدادی از کارشناسان و خبرگان برنامه‌ریزی شهری در شهر بوکان رابطه میان متغیرهای مؤلفه‌های مسکن در ملاحظات پدافند غیرعامل شامل: (معماری، سازه و تاسیسات) مورد بررسی قرار گرفته است. و نهایتاً به این نتیجه رسیده‌اند که سازه (c1) دارای بیشترین تأثیرگذاری و تاسیسات (c3) دارای کمترین تأثیر می‌باشد. به عبارت دیگر می‌توان گفت سازه یک نفوذکننده قوی و تاسیسات یک نفوذپذیر قوی است [۲۸]. محمدیان و همکاران در تحقیقی با عنوان تحلیلی بر نقش پدافند غیرعامل در کلانشهر

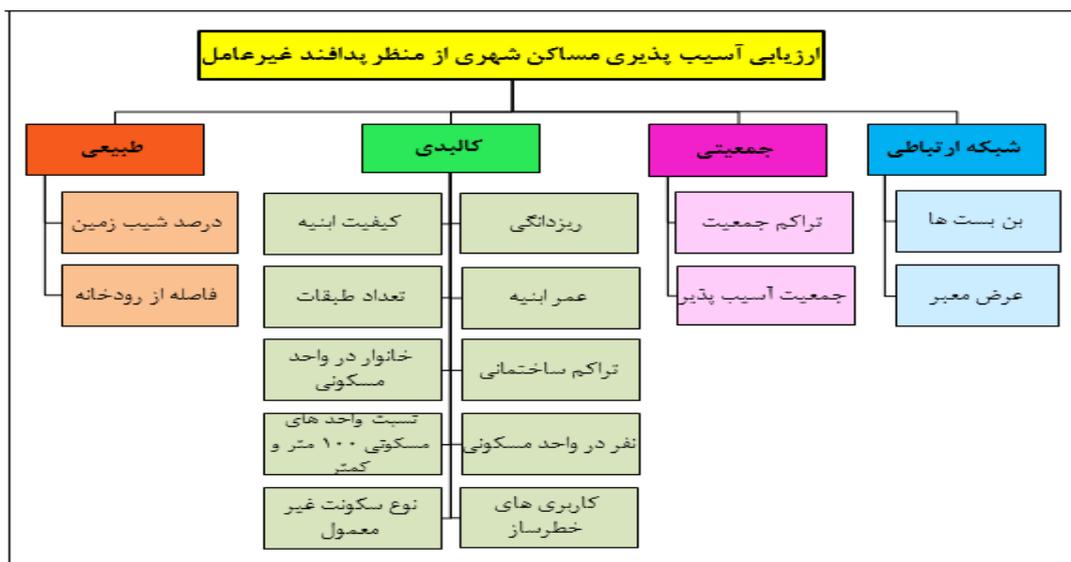


تحلیل سلسله‌مراتبی در هریک از شاخص‌ها ضرب و هم‌پوشانی شده است. در بافت جدید ۲۳/ از محدوده در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۲۹/ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۳۹/ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۸/ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ۱/ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده و در بافت قدیم ۱۱/ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۳۹/ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۴۳/ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۶/ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ۱/ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است. نتایج به‌دست‌آمده از سنجش آسیب‌پذیری بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه، که به ترتیب شامل مناطق یک و چهار است، نشان می‌دهد که میزان آسیب‌پذیری در بافت قدیم نسبت به بافت جدید بیشتر است [۳۳]. Schmidtlein در پژوهشی ارتباط فضایی بین آسیب‌پذیری اجتماعی و پدافند غیرعامل (تخمین خسارات زلزله) را بررسی کرد. و نتیجه حاصله از این پژوهش بدین صورت بوده: هر قدر تخمین خسارت زلزله دقیق و درست باشد و پدافند غیرعامل به طور صحیح برنامه‌ریزی و اجرا شده باشد، به همان میزان آسیب‌پذیری اجتماعی کاهش می‌یابد [۳۴]. Wekerle and Whitzman در فعالیت پژوهشی خود با عنوان "شهرهای ایمن: راهبردهایی برای برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت شهری"، مسأله ایمنی و امنیت شهری را در کلان شهر لندن تبیین نموده است. نتیجه تحقیقات آنها نشان می‌دهد طراحی و مدیریت بهینه فضاهای شهری در تأمین امنیت آنها مؤثر است [۳۵]. Alexander در پژوهش خود تحت عنوان (مدیریت بحران شهرها در برابر حادثه) بحث آمادگی اضطراری به لحاظ برتری اساسی بین پدافند غیرعامل و حفاظت مدنی را بررسی کرد و تعدادی از جنبه‌های مدیریت طوفان کاترینا را در نئوورلثان در ماه‌های آگوست و سپتامبر ۲۰۰۵ مرور کرد [۳۶].

### ۳- روش تحقیق

نوع تحقیق کاربردی و روش آن توصیفی-تحلیلی است. جمع‌آوری داده‌ها از طریق بررسی متون، منابع، کتب، مقالات و بررسی نقشه‌ها و مصاحبه و مشاهده بوده است، در این تحقیق از نرم افزار و ابزار مختلف برای بروزرسانی و پردازش داده‌ها و اطلاعات مکانی، ساخت، ویرایش، طبقه بندی تصاویر و خروجی گرفتن داده‌ها استفاده شده، نرم افزار مورد استفاده در این تحقیق به تناسب کاربرد عبارت است از: نرم افزار (Arc GIS) در فازهای مربوط به ورود، ذخیره و مدیریت، پردازش و تحلیل داده‌ها بوده و برای مدل AHP از نرم افزار Expert choice استفاده شده است.

راهکارهای پیشنهادی در این زمینه می‌باشد [۳۰]. حسینی امینی و همکاران در تحقیقی با عنوان ارزیابی ساختار شهری در راستای برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل با روش SWOT (مطالعه موردی: شهر بوشهر)، با استفاده از روش توصیفی - تحلیلی به این نتیجه رسیده‌اند که؛ شهر بوشهر به دلیل دارا بودن مرزهای آبی مشترک با کشورهای همسایه، یکی از شهرهای راهبردی کشور است، و پس از بررسی و تحلیل وضع موجود با استفاده از مدل SWOT، راهبردهای عملیاتی برای ایجاد و تداوم ایمنی و امنیت برای این شهر ارائه شد. در شرایط کنونی شهر بوشهر فاقد یک برنامه جامع دفاعی جهت تأمین امنیت شهر و شهروندان در شرایط بحرانی و بروز حملات احتمالی از سوی دشمن می‌باشد و می‌بایست برنامه‌ریزان، مدیران شهری و طراحان شهری نسبت به برنامه‌ریزی پدافند غیر عامل چاره‌اندیشی داشته باشند چراکه این شهر بنا به موقعیت استراتژیکی‌اش دارای مراکز حساس، حیاتی و مهم متعددی است که هریک دارای وزن و اهمیت راهبردی و نیز عمق نفوذ و تأثیرگذاری متفاوتی به منظور تحقق برنامه ریزی پدافند غیرعامل می‌باشند [۳۱]. بابائیان آتنی و همکاران در پژوهشی با عنوان میزان آسیب‌پذیری زیرساخت شهر سمنان با رویکرد پدافند غیرعامل در GIS، مقاله حاضر با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی، پس از جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات موردنیاز، با استفاده از روش‌های ارزیابی چند معیاره به تحلیل زیرساخت‌ها پرداخته و پس از شناخت برهم‌کنش‌ها با توجه به موقعیت فضایی هریک از زیرساخت‌ها، وضعیت آسیب‌پذیری شهر سمنان را محاسبه نمود. نتایج حاصله نشان می‌دهد که در مجموع ۳۷/۸۳ درصد از زیرساخت‌های شهر سمنان در پهنه‌های با آسیب‌پذیری بسیار زیاد، ۲۱/۳۴ درصد در پهنه‌های با آسیب‌پذیری زیاد، ۱۳/۵۸ درصد در پهنه‌های با آسیب‌پذیری متوسط، ۱۴/۶۶ درصد در پهنه‌های با آسیب‌پذیری کم و ۱۲/۵۶ درصد در پهنه‌های با آسیب‌پذیری بسیار کم استقرار یافته‌اند. این مسئله به‌دوراز اصول و ملاحظات پدافند غیرعامل بوده و تشدیدکننده میزان آسیب‌پذیری است [۳۲]. خان‌بابائی‌ساعتلو و همکاران در تحقیقی با عنوان مطالعه تطبیقی آسیب‌پذیری بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه در برابر حملات هوایی از منظر پدافند غیرعامل، با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی به این نتیجه رسیده‌اند که؛ پس از مطالعه منابع مرتبط، تعداد ۱۰ شاخص از بین عوامل مختلف تأثیرگذار برای رسیدن به خروجی تحقیق انتخاب شده است. به منظور انجام تحلیل‌های مکانی، ابتدا لایه‌های اطلاعاتی شاخص‌ها در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی رقومی‌سازی و آماده گردیده و در نهایت ضریب اهمیت محاسبه‌شده از روش فرایند

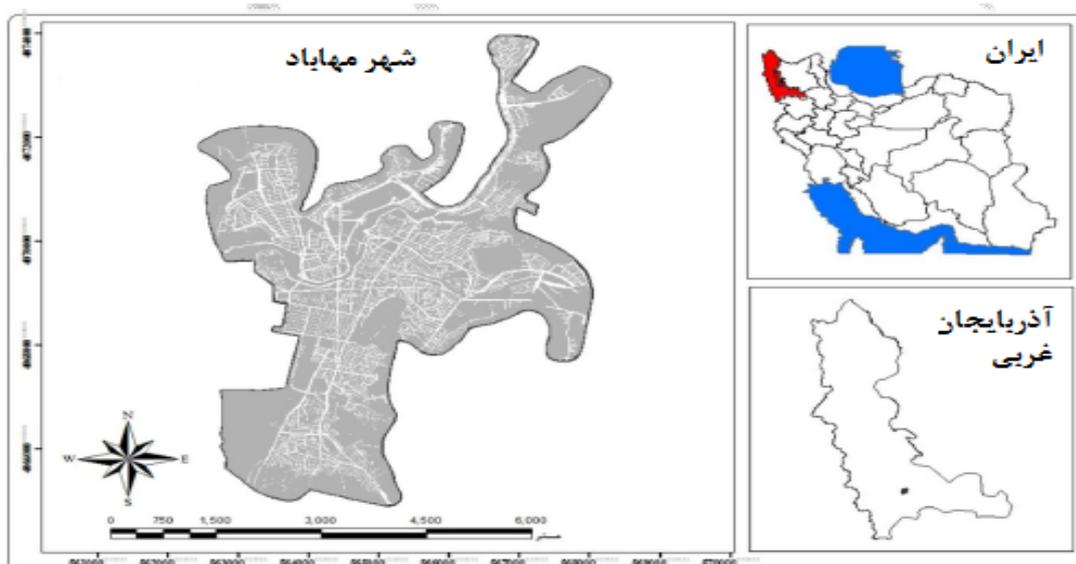


شکل (۱): نمودار مفهومی تحقیق

#### ۴- محدوده مورد مطالعه

راههای سه استان آذربایجان غربی، شرقی و کردستان محسوب می‌گردد. به لحاظ جغرافیایی، کوهستانی بودن منطقه مهاباد باعث گردیده است که تپه ماهورهای مرتفع و پرفراز نشیب از جوانب مختلف شهر را در میان گیرند. محدودیت توپوگرافی شهر مهاباد سبب گردیده که شهر با تنگناهای بسیار در مناطق نسبتاً کم ارتفاع و تپه ماهوری فضای حیاتی خود را پیدا نموده و از جوانب مختلف توسعه یابد. عدم تقارن هندسی و شکل غیرموزون محدوده مصوب شهر نیز ناشی از همین امر می‌باشد [۳۶].

شهر کردنشین مهاباد که مرکزیت شهرستانی به همین نام از استان آذربایجان غربی را بر عهده دارد، در قسمت جنوب استان و در مختصات جغرافیایی ۴۵ و ۴۳ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۶ دقیقه عرض شمالی واقع شده و به عنوان مهم‌ترین مرکز جمعیتی، اداری- سیاسی و خدماتی شهرستان بر ساحل رودخانه مهاباد در جلگه‌ای کوچک و کم عرض استقرار یافته است. این شهر بواسطه واقع شدن در قسمت جنوب غربی دریاچه ارومیه و میان راههای ارتباطی شهرهای ارومیه به میاندوآب و بوکان و سقز و سردشت از موقعیتی خاص برخوردار بوده و محل تلاقی



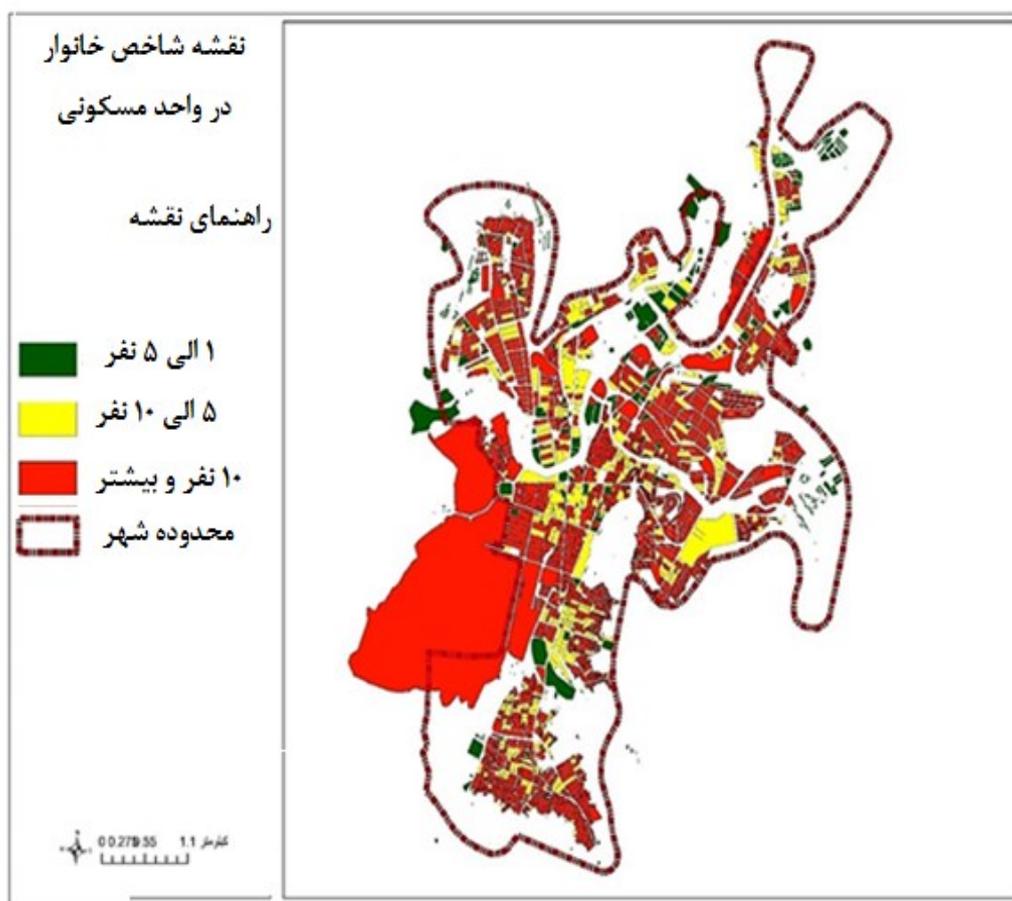
شکل (۲): نقشه محدوده مورد مطالعه [۳۷].

## ۵- نتایج و بحث

### ۵-۱- شاخص خانوار در هر واحد مسکونی

شاخص تراکم خانوار در واحد مسکونی نشان‌دهنده کیفیت و یا کمبود تعداد واحدهای مسکونی موجود در رابطه با تعداد خانوارهای موجود است. شاخص تراکم (یک واحد مسکونی به ازای یک خانوار) به منزله وجود شرایط ایده‌آل و عدم کمبود مسکن است. هرچه این شاخص از عدد ۱ بیشتر شود، نشان‌دهنده شدت کمبود مسکن است.

در حال حاضر، شاخص تراکم خانوار در واحد مسکونی برای کل کشور حدود ۱/۱ است. به عبارتی ۱۰ درصد کمبود واحد مسکونی در کشور وجود دارد. طبق اطلاعات موجود در سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ شهر مهاباد، ۵۵/۳۱ درصد از ۱۳۸۶ بلوک موجود در این شهر دارای خانوار یک به بالا در هر واحد مسکونی و ۱۷/۰۴ درصد از ۴۲۷ بلوک دارای یک خانوار در هر واحد مسکونی می‌باشند. طبق اطلاعات به‌دست‌آمده می‌توان نتیجه گرفت شهر مهاباد تا حدودی نسبت به شاخص ایده‌آل یک خانوار در هر واحد فاصله دارد.

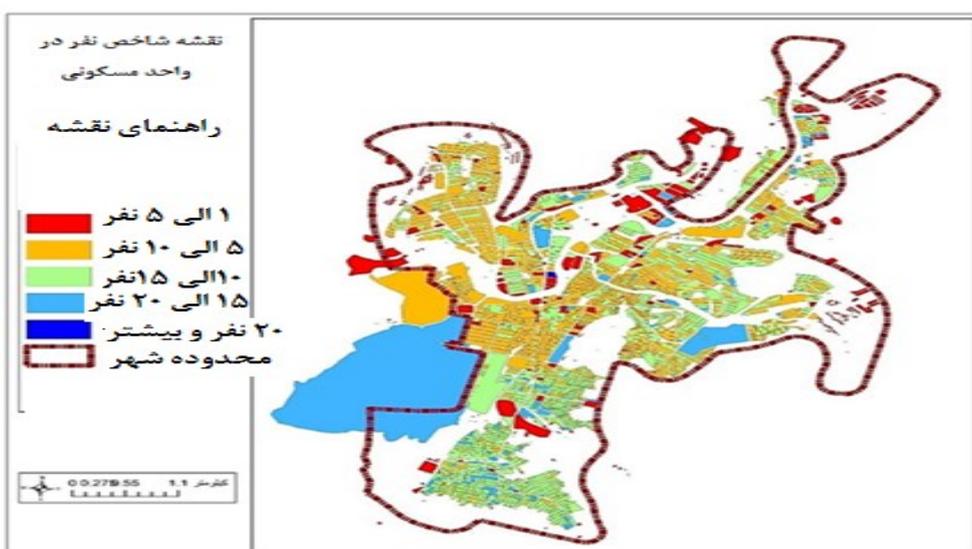


شکل (۳): نقشه شاخص خانوار در هر واحد مسکونی شهر مهاباد

### ۵-۲- شاخص نفر در هر واحد مسکونی

این شاخص متوسط تعداد افراد در یک واحد مسکونی را نشان می‌دهد. این نوع شاخص وضعیت رفاه خانوارها را از نظر فضاهای مسکونی نشان می‌دهد. به‌هر حال یک خانوار با هر تعداد نفرات، کلاً از یک واحد مسکونی استفاده می‌نمایند. این شاخص از تقسیم تعداد جمعیت خانوارهای معمولی ساکن به تعداد کل

واحدهای مسکونی به‌دست می‌آید. این شاخص بیانگر میزان تراکم نفر در واحد مسکونی است. طبق اطلاعات به‌دست‌آمده از سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ شهر مهاباد ۳۳/۸۸ درصد از ۸۴۹ بلوک و ۳۳/۳۶ درصد از ۸۳۶ بلوک به ترتیب در هر واحد مسکونی ۱-۴ نفر و ۵-۴ نفر و ۵/۱۱ درصد از ۱۲۸ بلوک در هر واحد مسکونی ۱۶-۶ نفر را در خود جای داده است.

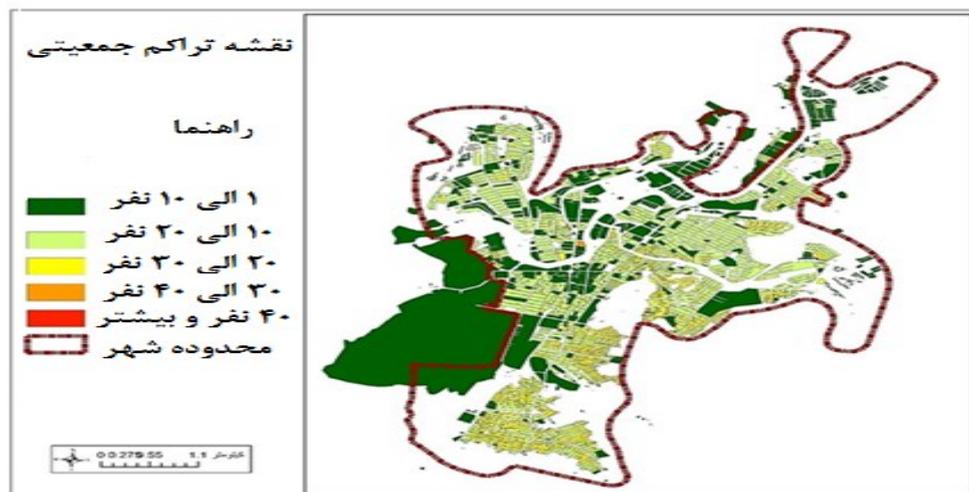


شکل (۴): نقشه شاخص نفر در واحد مسکونی

۳۵۱-۱۳۴ درصد، ۲۴/۸۲ درصد از ۶۲۲ بلوک دارای تراکم جمعیتی ۳۵۲-۹۳۶ درصد، ۱/۶۸ درصد از ۱۷ بلوک دارای تراکم جمعیتی ۱۹۷۷-۹۳۷ درصد و در نهایت ۰/۰۴ درصد از یک بلوک دارای تراکم بالای ۹۷۸ درصد می‌باشد.

### ۳-۵- تراکم جمعیتی

طبق نقشه تراکم جمعیتی می‌توان به این نتیجه رسید که ۳۵/۶۳ درصد از ۸۹۳ بلوک دارای تراکم ۰-۱۳۳ درصد، ۳۸/۸۳ درصد از ۹۷۳ بلوک دارای تراکم جمعیتی

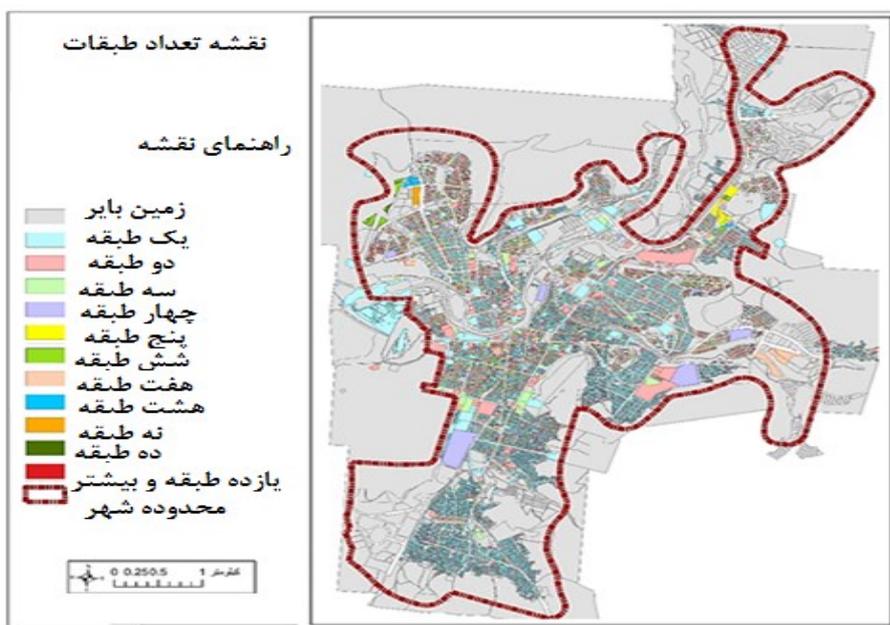


شکل (۵): نقشه تراکم جمعیتی در شهر مهاباد

### ۴-۵- تعداد طبقات

هشت طبقه معادل ۰/۰۵ درصد، ۷ ساختمان نه طبقه معادل ۰/۰۲ درصد، ۳ ساختمان ده طبقه معادل ۰/۰۱ درصد و در نهایت یک ساختمان دوازده طبقه در شهر مهاباد وجود دارد طبق آمارها می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین درصد تعداد طبقات موجود در شهر مهاباد برابر با ۶۲ درصد یک طبقه، ۳۰ درصد دو طبقه و ۷ درصد سه طبقه می‌باشند.

طبق نقشه و آمارها می‌توان به این نتیجه رسید که ۲۰۰۷۳ ساختمان یک طبقه معادل ۶۲ درصد، ۹۳۵۴ ساختمان دوطبقه معادل ۳۰ درصد، ۲۰۵۸ ساختمان سه‌طبقه معادل ۷ درصد، ۲۰۶ ساختمان چهار طبقه معادل ۱/۶۵ درصد، ۸۷ ساختمان پنج طبقه معادل ۲/۲۷ درصد، ۵۹ ساختمان شش طبقه معادل ۱/۱۸ درصد، ۳۳ ساختمان هفت‌طبقه معادل ۱/۱۰ درصد، ۱۷ ساختمان

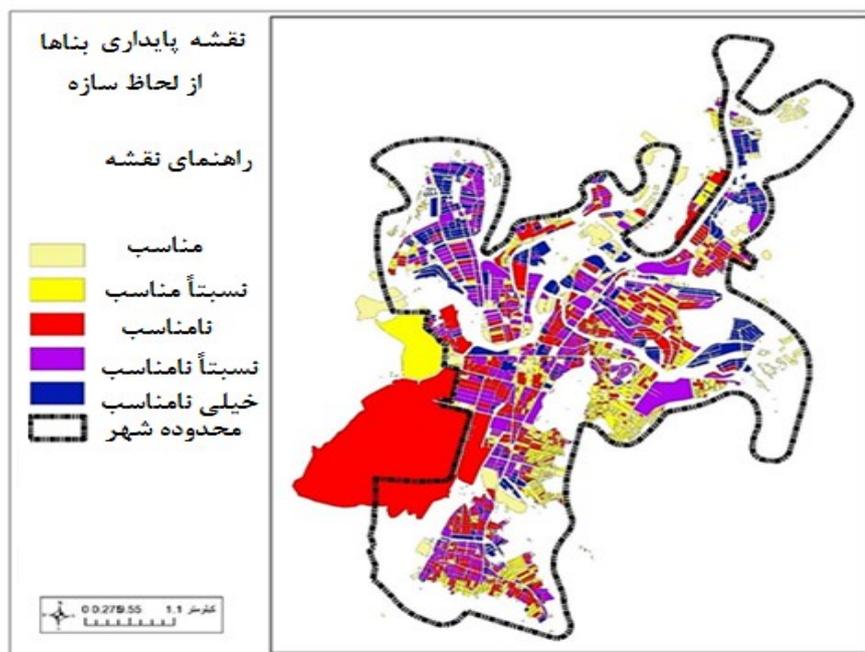


شکل (۶): نقشه تعداد طبقات ساختمانی در شهر مهاباد

۵-۵- پایداری بناها از لحاظ سازه

در رنج ۳۵/۷-۵۸/۳ درصد، ۱۹/۰۷ درصد از ۴۷۸ بلوک موجود در شهر مهاباد در رنج ۸۰/۶-۵۸/۴ درصد، ۱۴/۳۳ درصد از ۳۵۹ بلوک در رنج ۱۰۰-۸۰/۷ درصد و در نهایت ۱۴/۰۹ درصد از ۳۵۳ بلوک موجود در رنج پایداری ۱۲/۶-۳۵/۷ درصد قرار گرفته‌اند.

طبق اطلاعات استخراج شده از سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ شهر مهاباد، ۳۲ درصد از ۸۰۳ بلوک موجود در شهر مهاباد از لحاظ شاخص درصد پایداری بناها از جنبه مقاوم بودن سازه آن‌ها در رنج ۱۲/۵-۰ درصد، ۲۰/۴۷ درصد از ۵۱۳ بلوک



شکل (۷): نقشه پایداری بناها از لحاظ سازه

جدول (۱): شاخص درصد پایداری بناها از لحاظ سازه در شهر مهاباد

درصد	تعداد	درصد پایداری بناها از لحاظ سازه	کیفیت پایداری بناها از لحاظ سازه
۳۲/۰۴	۸۰۳	۰ - ۱۲/۵	مناسب
۱۴/۰۹	۳۵۳	۱۲/۶ - ۳۵/۷	نسبتاً مناسب
۲۰/۴۷	۵۱۳	۳۵/۸ - ۵۸/۳	نامناسب
۱۹/۰۷	۴۷۸	۵۸/۴ - ۸۰/۶	نسبتاً نامناسب
۱۴/۳۳	۳۵۹	۸۰/۷ - ۱۰۰	خیلی نامناسب
۱۰۰	۲۵۰۶	-	مجموع

۵-۶- پایداری بناها از لحاظ جنس مصالح

طبق اطلاعات استخراج شده از سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ شهر مهاباد، ۴۰/۳۰ درصد از ۱۰۱۰ بلوک موجود در شهر مهاباد از جنبه شاخص درصد پایداری بناها از لحاظ جنس مصالح آن‌ها در رنج ۰-۹/۳ درصد، ۲۰/۱۱ درصد از ۵۰۴ بلوک در رنج ۹/۴-۲۶/۵ درصد، ۱۸/۱۶ درصد از ۴۵۵ بلوک موجود در شهر مهاباد در رنج ۲۶/۵-۴۳/۹ درصد، ۱۵/۶۸ درصد از ۳۹۳ بلوک در رنج ۴۴-۶۳ درصد و در نهایت ۵/۷۵ درصد از ۱۴۴ بلوک موجود در رنج ۶۳-۱۰۰ درصد قرار گرفته‌اند.

جدول (۲): شاخص درصد پایداری بناها از لحاظ جنس مصالح در شهر مهاباد

درصد	تعداد	درصد پایداری بناها از لحاظ مصالح	کیفیت پایداری بناها از لحاظ مصالح
۴۰/۳۰	۱۰۱۰	۰ - ۹/۳	بسیار خوب
۲۰/۱۱	۵۰۴	۹/۴ - ۲۶/۵	خوب
۱۸/۱۶	۴۵۵	۲۶/۵ - ۴۳/۹	متوسط
۱۵/۶۸	۳۹۳	۴۴ - ۶۳	ضعیف
۵/۷۵	۱۴۴	۶۳ - ۱۰۰	خیلی ضعیف
۱۰۰	۲۵۰۶	-	مجموع



شکل (۸): نقشه شاخص درصد پایداری بناها از لحاظ جنس مصالح در مهاباد

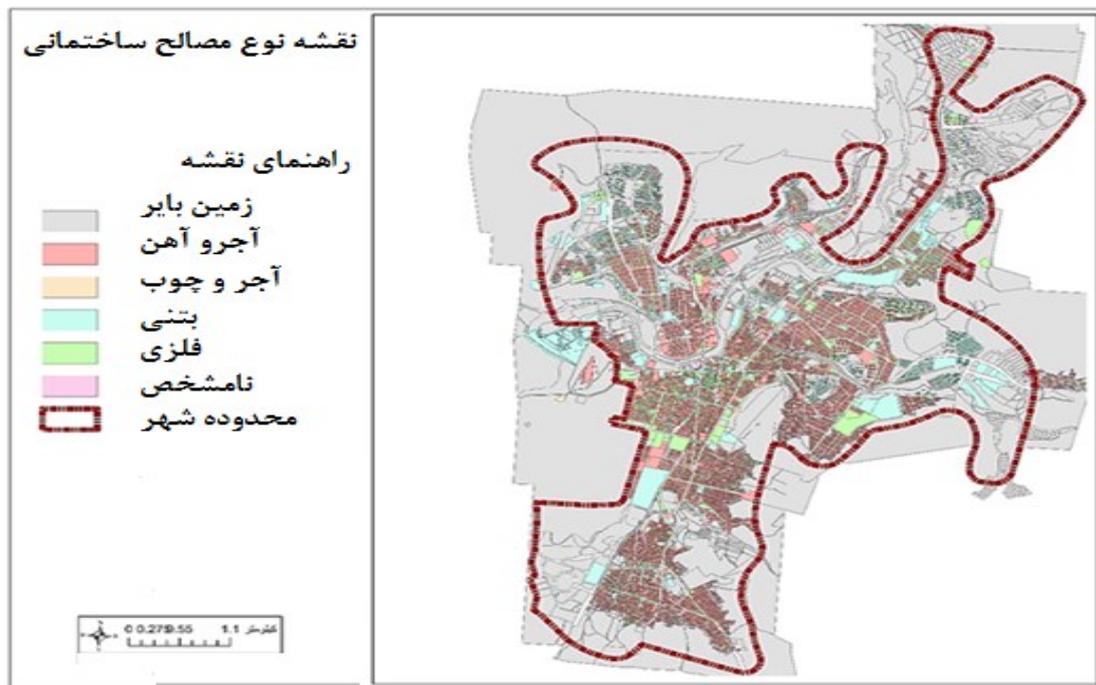
### ۵-۷- نوع مصالح

درصد، ۴۳۸۳ ساختمان فلزی معادل ۱۴ درصد و ۱۴۰ ساختمان دارای مصالح نامشخص معادل ۴۴/ درصد در شهر مهاباد وجود دارد طبق آمارها می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین درصد نوع مصالح متعلق به ساختمان‌های با مصالح آجر و آهن معادل ۶۹ درصد و ۵۰۴۶ ساختمان بتنی معادل ۱۶ درصد و ۱۴ درصد فلزی بوده است.

طبق نقشه و جدول نوع مصالح و برداشت‌های انجام شده می‌توان به این نتیجه رسید که ۴۲۵ ساختمان دارای مصالح آجر و چوب معادل ۱/۴۰ درصد، ۲۲۱۵۲ ساختمان دارای مصالح آجر و آهن معادل ۶۹ درصد، ۵۰۴۶ ساختمان دارای مصالح بتنی معادل ۱۶

جدول (۳): نوع مصالح

نوع مصالح	تعداد	درصد
آجر و چوب	۴۵۲	۱/۴۰
آجر و تیرآهن	۲۲۱۵۲	۶۸/۸۵
بتنی	۵۰۴۶	۱۵/۶۸
فلزی	۴۳۸۳	۱۳/۶۲
نامشخص	۱۴۰	/۴۴
مجموع	۳۲۱۷۳	۱۰۰



شکل (۹): نقشه نوع مصالح ساختمانی در شهر مهاباد

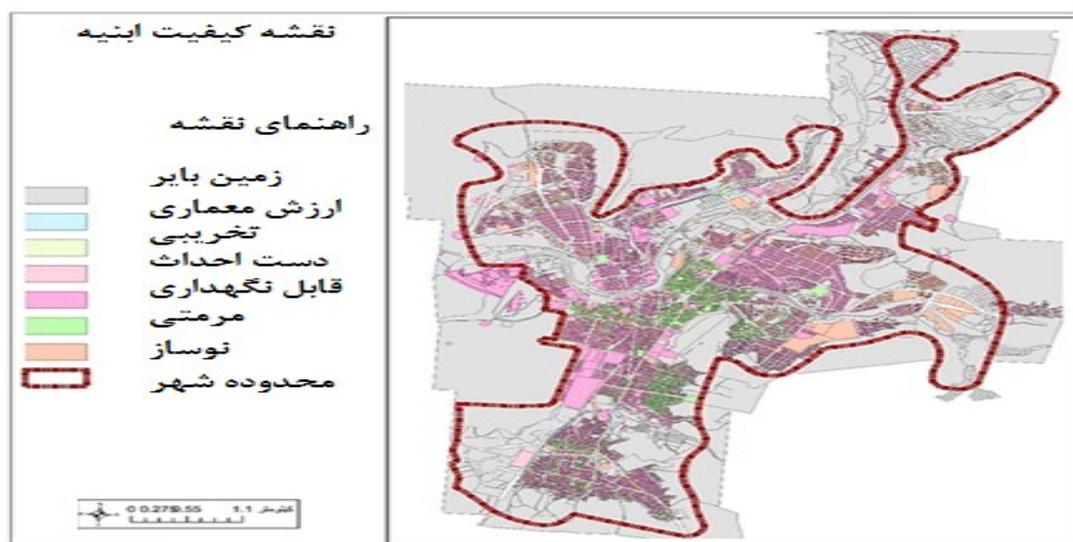
### ۵-۸- کیفیت ابنیه

۱,۱۳ درصد تخریبی و ۱۶ ساختمان معادل ۰/۵ درصد دارای ارزش معماری در شهر مهاباد وجود دارد طبق آمارها می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین درصد نوع کیفیت ابنیه متعلق به ساختمان‌های قابل نگهداری با ۵۹ درصد، ساختمان‌های نوساز با ۲۰ درصد و ساختمان‌های مرمتی با ۱۸ درصد می‌باشد.

طبق نقشه و جدول کیفیت ابنیه و برداشت‌های انجام شده می‌توان به این نتیجه رسید که ۱۸۹۵۲ ساختمان معادل ۵۹ درصد دارای کیفیت قابل نگهداری، ۶۳۶۲ ساختمان معادل ۲۰ درصد نوساز، ۵۷۴۸ ساختمان معادل ۱۸ درصد مرمتی، ۸۹۳ ساختمان معادل ۳ درصد در دست احداث، ۳۶۵ ساختمان معادل

جدول (۴): کیفیت ابنیه در شهر مهاباد

درصد	تعداد	کیفیت ابنیه
۱/۰۵	۱۶	دارای ارزش معماری
۱/۱۳	۳۶۵	تخریبی
۲/۷۶	۸۹۳	در دست احداث
۵۸/۶۱	۱۸۹۵۲	قابل نگهداری
۱۷/۷۸	۵۷۴۸	مرمتی
۱۹/۶۷	۶۳۶۲	نوساز
۱۰۰	۳۲۳۳۶	مجموع



شکل (۱۰): نقشه کیفیت ابنیه

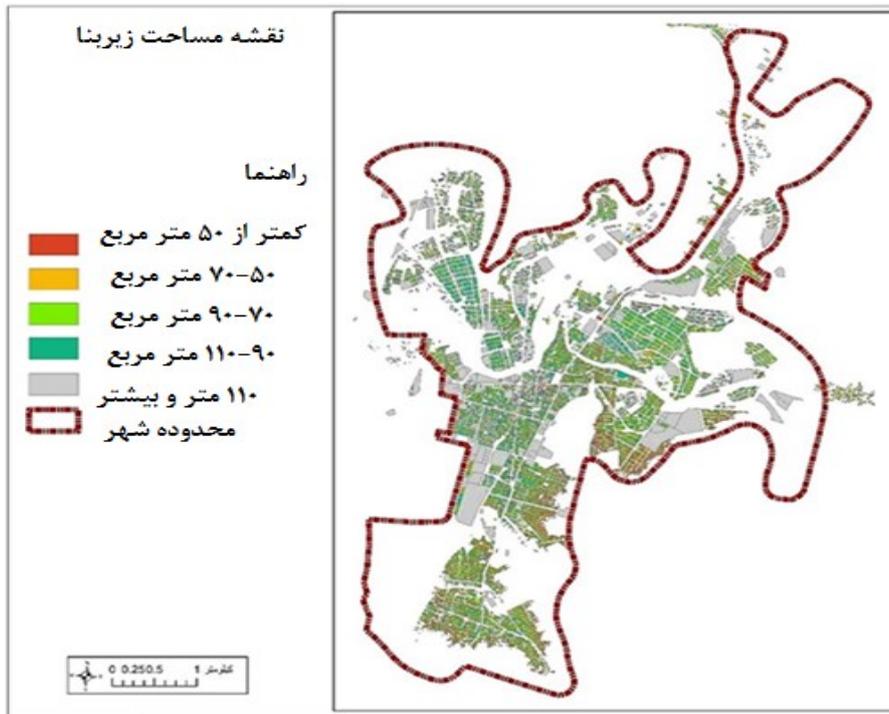
#### ۵-۱۰- مساحت زیربنا

در شهر مهاباد ۹۷۰۲ ساختمان معادل ۳۰/۸۳ درصد دارای مساحت زیربنای ۲۰۰ مترمربع به بالا، ۷۰۲۷ ساختمان معادل ۲۲/۳۳ درصد دارای مساحت زیربنای ۰-۷۵ مترمربع، ۶۳۱۴ ساختمان معادل ۲۰/۰۷ درصد دارای مساحت زیربنای ۱۵۰-۱۰۱ مترمربع، ۴۶۱۹ ساختمان معادل ۱۴/۶۸ درصد دارای مساحت زیربنای ۱۰۰-۷۶ مترمربع و درنهایت ۳۸۰۵ ساختمان معادل ۱۲/۰۹ درصد دارای مساحت زیربنای ۲۰۰-۱۵۰ مترمربع در شهر مهاباد وجود دارد طبق آمارها می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین درصد نوع مساحت زیربنای ساختمان‌ها متعلق به ساختمان‌های ۲۰۰ مترمربع به بالا با ۳۰/۳۸ درصد و ساختمان‌های با مساحت زیربنای ۰-۷۵ مترمربع با ۲۲/۳۳ درصد و ساختمان‌های با مساحت زیربنای ۱۰۱-۱۵۰ مترمربع با ۲۰/۰۷ درصد می‌باشد.

#### ۵-۹- نوع نمای ساختمان

در شهر مهاباد ۱۳۳۵۱ ساختمان معادل ۴۱ درصد دارای نمای سیمانی، ۱۱۸۴۹ ساختمان معادل ۳۶ درصد فاقد نما، ۴۱۲۸ ساختمان معادل ۱۲/۷۷ درصد دارای نمای سنگی، ۱۲۰۶ ساختمان معادل ۴ درصد آجرنما، ۹۹۱ ساختمان معادل ۳/۰۶ درصد دارای نمای نامشخص، ۶۱۱ ساختمان معادل ۱/۸۹ درصد دارای نمای شیشه‌ای، ۱۱۰ ساختمان معادل ۳/۴ درصد دارای نمای سرامیکی، ۵۴ ساختمان معادل ۱/۷ درصد دارای نمای کامپوزیت، ۱۹ ساختمان معادل ۰/۰۶ درصد دارای نمای کاهگلی، ۱۳ ساختمان معادل ۰/۰۴ درصد سایر نماها و درنهایت دو ساختمان معادل ۰/۰۱ درصد دارای نمای آلومینیومی در شهر مهاباد وجود دارد. طبق آمارها می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین درصد نوع نمای ساختمان‌ها متعلق به نمای سیمان با ۴۱ درصد و ساختمان‌های فاقد نما با ۳۶ درصد می‌باشد.





شکل (۱۱): نقشه مساحت زیربنای ساختمان‌ها

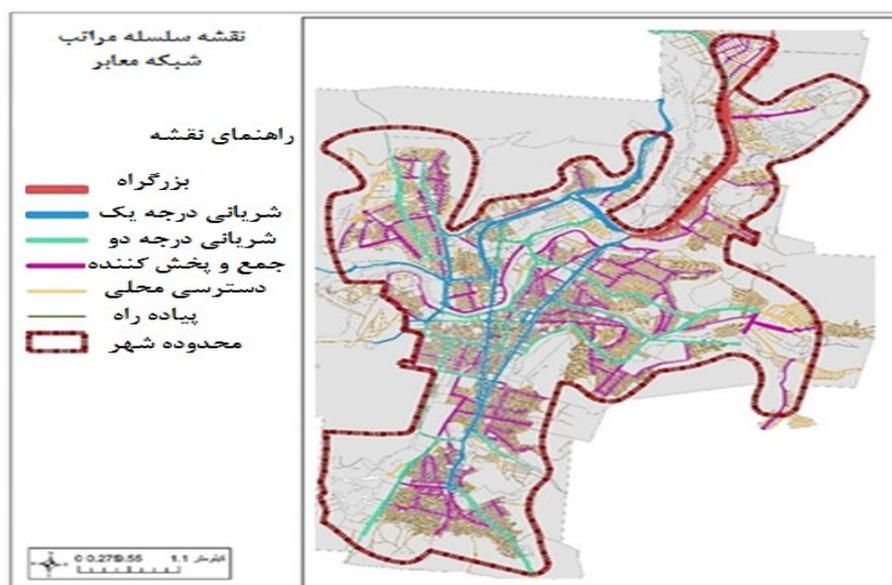
۷۱۰۲ متر معادل ۱/۵۸ درصد از شبکه معابر موجود در شهر مهاباد جزء معابر دسترسی محلی، ۵۱۴۴ متر معادل ۱/۱۴ درصد از شبکه معابر موجود در شهر مهاباد آزادراه محسوب می‌شود. طبق آمارها می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین درصد معابر موجود در شهر مهاباد متعلق به معابر جمع و پخش کننده با ۷۳ درصد، شریانی درجه دو با ۱۳/۳۹ درصد و شریانی درجه یک با ۶/۵۸ درصد می‌باشد.

**۵-۱۱- وضعیت سلسله مراتب معابر**

طبق نقشه و سلسله مراتب معابر و برداشت‌های انجام شده می‌توان به این نتیجه رسید که ۳۲۹۳۱۸ متر معادل ۷۳/۲۵ درصد از شبکه معابر موجود در شهر مهاباد جزء معابر جمع و پخش کننده، ۶۰۲۲۱ متر معادل ۱۳/۳۹ درصد از شبکه معابر موجود در شهر مهاباد جزء معابر شریانی درجه دو، ۱۸۲۲۵ متر معادل ۴/۰۵ درصد از شبکه معابر موجود در شهر مهاباد بزرگراه،

جدول (۵): سلسله مراتب معابر

درصد	طول معابر	سلسله مراتب
۱/۱۴	۵۱۴۴/۸۶	آزادراه
۴/۰۵	۱۸۲۲۵/۸۹	بزرگراه
۶/۵۸	۲۹۵۸۳/۷۳	شریانی درجه ۱
۱۳/۳۹	۶۰۲۲۰/۹۶	شریانی درجه ۲
۷۳/۲۵	۳۲۹۳۱۸/۷۳	جمع و پخش کننده
۱/۵۸	۷۱۰۲/۴۰	دسترسی محلی
۱۰۰	۴۴۹۶۰۲/۵۷	مجموع

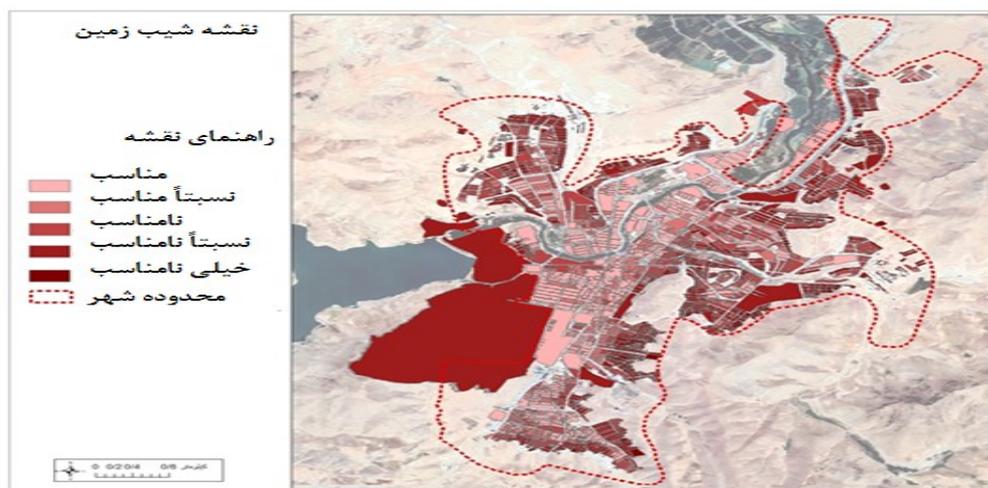


شکل (۱۲): نقشه سلسله مراتب معابر

شیب زمین می‌تواند به‌عنوان یک عامل محدودکننده و مناسب در توسعه کالبدی شهر تلقی شود. بررسی‌های توپوگرافی برای بسیاری از مسائل شهری مانند توسعه فیزیکی شهرها و تعیین سمت توسعه آن‌ها لوله‌کشی‌های آب، گاز، تخلیه آب‌های سطحی و فاضلاب و یا برای حفظ و ایجاد فضای سبز اهمیت شایانی دارد از منظر پدافند غیرعامل با افزایش درصد شیب زمین میزان خطر و خطرپذیری بیشتر می‌شود و هرچه از میزان درصد شیب زمین کاسته شود به‌لحاظ خطر دارای آسیب‌پذیری کمتری خواهد بود.

#### ۱۲-۵- درصد شیب زمین

از دیگر عوامل مورد بررسی در مناطق مسکونی آسیب‌پذیر شهر مهاباد از منظر پدافند غیرعامل، شاخص درصد شیب زمین است. شیب سطح زمین می‌بایستی قبل و بعد از توسعه، آن زمان که فرسایش سطح مواد ممکن است در معرض تخریب باشند موردتوجه قرار گیرد. اساساً یکی از شرایط مؤثر بر شکل‌گیری شهر، وضعیت توپوگرافی و مورفولوژی زمین است. توپوگرافی و



شکل (۱۳): نقشه شیب زمین

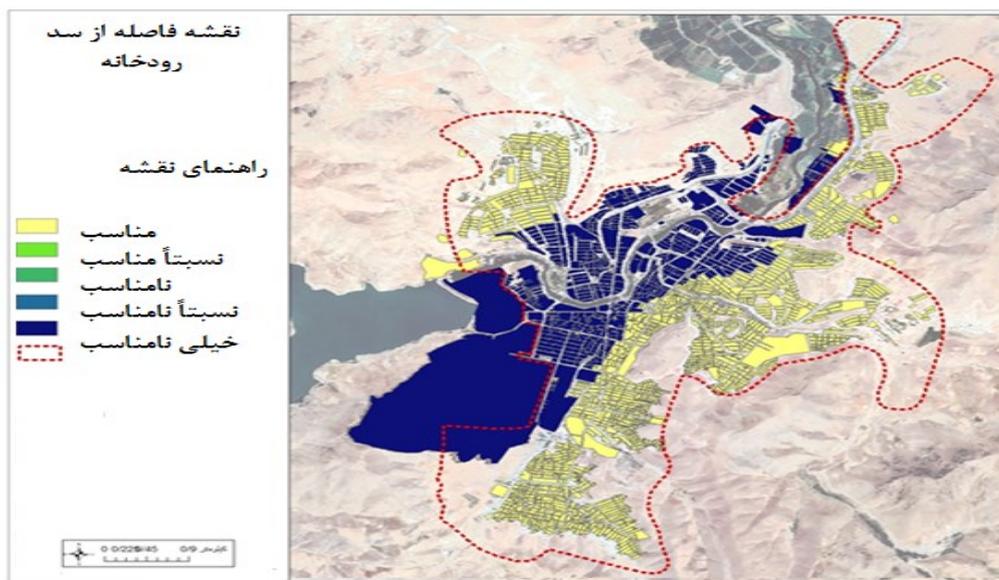
است. در بخش‌هایی از بافت شرقی شهر، بعد از تسطیح و مناسب‌سازی زمین، مجتمع مسکونی، تجهیزاتی و... ساخته شده است و شیب ۹ درصد را دارا است.

شیب مناسب جهت سکونت در بافت شمالی شهر، بیش از ۱۵ درصد می‌باشد؛ درحالی‌که در بخش‌های جنوبی شهر، شیب بین ۵ الی ۷ درصد می‌باشد و برای ساخت‌وساز تا حدودی مناسب

هرچه میزان فاصله واحد مسکونی تا سد و رودخانه کمتر باشد احتمال بروز خطرات احتمالی افزوده می‌شود. بافت مرکزی و شرقی شهر نسبت به دیگر بخش‌های شهر، فاصله کمتری با سد مهاباد دارد؛ در صورتی که بافت جنوبی و سنتی شهر فاصله زیادی با سد دارد و نسبت به خطرات احتمالی دور است و آسیب کمتری می‌بیند.

### ۵-۱۳- خطر بروز شکست سد و فاصله از رودخانه

یکی از مهم‌ترین معیارها در بررسی مناطق مسکونی آسیب‌پذیر شهر مهاباد از منظر پدافند غیرعامل، شاخص خطر شکستن سد و فاصله از رودخانه است. از منظر پدافند غیرعامل با افزایش فاصله از سد و رودخانه میزان ریسک و خطرپذیری کمتر می‌شود و

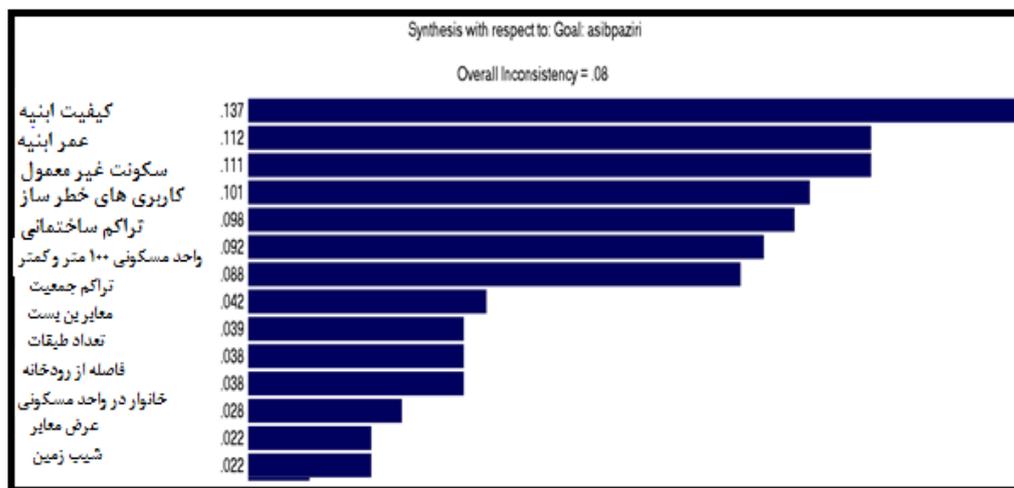


شکل ۱۴: نقشه فاصله از سد و رودخانه

حوزه استخراج گردید. نتایج حاصل از این ارزیابی در ضرایب و درجه اهمیت‌های مدل سلسله‌مراتبی AHP به کار بسته شد و در پایان با تلفیق مدل تحلیل سلسله‌مراتبی و تاپسیس گزینه‌های نهایی شناسایی گردید. جهت اندازه‌گیری اوزان نهایی معیارها در تحلیل نرم‌افزار GIS، جدول مقایسات زوجی در نرم‌افزار Expert ChoIe 11 وارد شد و نتیجه نهایی وزن معیارها مشخص گردید.

### ۵-۱۴- ارزیابی معیارها با مدل AHP

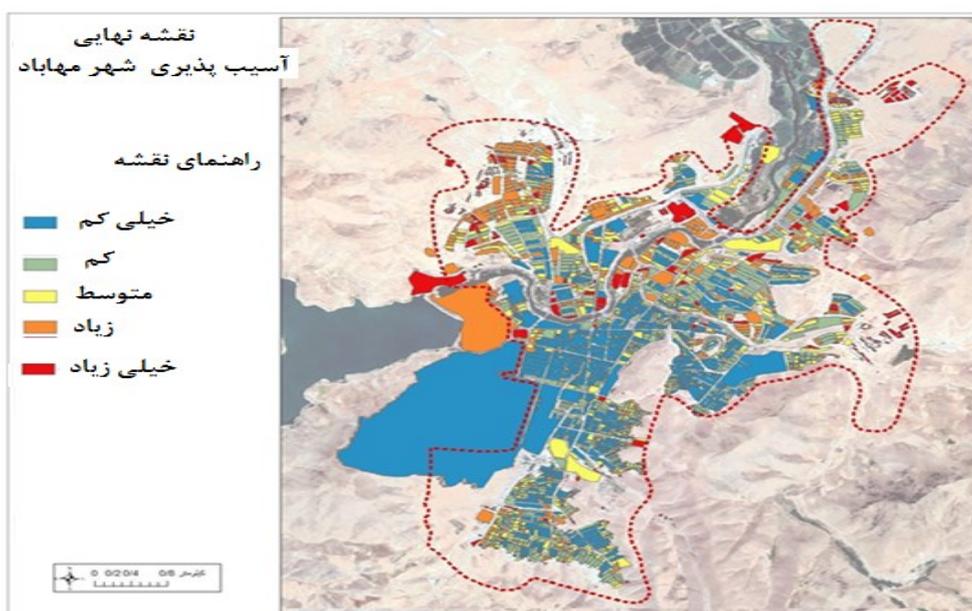
در این راستا ابتدا با استفاده از روش دلفی به ارزیابی و پایش معیارها و زیر معیارهای پژوهش پرداخته شد و عوامل تأثیرگذار در بررسی میزان آسیب‌پذیری مسکن شهری مهاباد از منظر پدافند غیرعامل مطابق نظرات کارشناسان و صاحب‌نظران این



شکل (۱۵): نمودار وزن معیارها - امتیاز نهایی معیارها در جدول مقایسات زوجی

جدول (۶): پهنه‌های با سطح آسیب پذیری متفاوت در شهر مهاباد

ردیف	پهنه‌های شناسایی شده از منظر پدافند غیرعامل	مساحت (مترمربع)
۱	پهنه‌های با آسیب پذیری خیلی کم	۶۳۴۹۱۲۶
۲	پهنه‌های با خطر آسیب‌پذیری کم	۱۸۱۷۷۴۰
۳	پهنه‌های با آسیب پذیری متوسط	۱۴۹۴۲۱۲
۴	پهنه‌های با آسیب پذیری زیاد	۱۹۶۷۱۶۶
۵	پهنه‌های با خطر آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۸۶۴۷۵۰



شکل (۱۶): نقشه نهایی درجه آسیب‌پذیری پهنه‌های شناسایی شده از منظر پدافند غیرعامل

## ۶- نتیجه‌گیری

کل محیط شهری امروزه دارند، مقاوم سازی‌های ناپایدار و ابنیه، وضع قوانین و ضوابط مربوط به ساختمان‌سازی مقاوم و نظارت دقیق بر نحوه اجرایی آنها سبب کاهش خسارات و تلفات ناشی از حوادث غیر مترقبه می‌شود. در این پژوهش مسکن شهری مهاباد به لحاظ پدافند غیر عامل مورد ارزیابی قرار گرفت شاخص‌های مورد مطالعه عبارت بودند از: تعداد خانوار در واحد مسکونی، تعداد نفر در واحد مسکونی، کیفیت ابنیه، مصالح مورد استفاده در ابنیه، مساحت قطعات، تراک ساختمانی، کاربری‌های خطرناک، سلسله مراتب معابر، شیب زمین و فاصله از رودخانه و سد بود. بعد از مقایسه زوجی شاخص‌های تحقیق با مدل AHP، شاخص کیفیت ابنیه با وزن ۰/۱۳۷ بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است. و شاخص‌های عمر ابنیه و سکونت غیرمعمول و کاربری‌های خطرناک به ترتیب ۰/۱۱۲، ۰/۱۱۱، و ۰/۱۰۱ در

تاریخ جهان نشان می‌دهد که شهرها در هر زمان و مکانی به نوعی تحت تأثیر جنگ‌ها و بحران‌های محیطی، دستخوش تغییرات از پیش تعیین نشده و اتفاقی بوده‌اند لذا به ناچار جهانیان با مرور حوادث پیش آمده از گذشته شهرها و کشورها به این فکر افتادند تا راهکارهایی جهت کاهش آسیب‌ها از تعارضات و تهاجمات دشمن و همچنین خطرات ناشی از محیط طبیعی ارائه دهند که موجبات تقلیل صدمات ناشی از عوامل فوق را در هر شرایط و هر زمان و مکانی برای هر کشور و شهری فراهم آورد. امروزه در جهت تأمین امنیت و آسایش در شهرها و بالاخص ساکنین آنها نظریات و اقدامات گوناگونی در سطح ملی و بین المللی از سوی اندیشمندان و دانشمندان جهان مطرح و صورت گرفته شده است مانند: کاهش خطر برای عناصر در خطر ساختمان‌ها و سازه‌ها و غیره که مهم‌ترین سهم را در خطر برای

طبیعی و مصنوعی محیطی در طراحی و مکان‌یابی لحاظ شود (۳) از خصوصیات اقلیمی منطقه در طراحی ساختمان‌ها، مراکز و نیز تأسیسات مهم استفاده شود. (۴) ایجاد اماکن و پاسگاه‌های مشخص مرمت و بازسازی بناها و تجهیزات جهت تسریع در روند کنترل، نظارت و بهسازی ساختمان‌ها و تأسیسات. (۵) طراحی و ساخت ایستگاه‌های آتش‌نشانی و اورژانس محلی خصوصاً در بخش مرکزی با توجه به بافت کالبدی و جمعیتی مناطق و همچنین در بافت فرسوده شهر مهاباد. (۶) رعایت تناسب عرض معابر درون محله‌ای با ارتفاع ساختمان‌ها و به اتمام رساندن طرح نیمه‌کاره تعریض معابر در محلات بخش مرکزی و قدیمی شهر مهاباد. (۷) ساختمان‌ها و فضاهای بزرگ به‌صورت انعطاف‌پذیر و چندمنظوره طراحی می‌شوند تا در مواقع لزوم بتوان تغییر لازم را ایجاد کرد، (۸) تمرکززدایی جمعیتی از بافت مرکزی شهر به‌عنوان تدبیری مهم برای کاهش آسیب‌پذیری، (۹) طراحی انعطاف‌پذیر و چندمنظوره برای ساختمان‌ها و فضاهای بزرگ در مناطق و پهنه‌ها با خطر بالا و نسبتاً زیاد تا در موقع لزوم بتوان تغییر کاربری لازم را ایجاد کرد، (۱۰) کاهش تراکم جمعیتی بسیار بالا در محلات بخش مرکزی و حاشیه شهر، (۱۱) توانمندسازی ساکنان بافت فرسوده (آموزش، ایجاد اشتغال حمایت و ارائه تسهیلات)، (۱۲) اجتناب از اقدام جزیره‌ای سازمان‌های ذی‌ربط و مرتبط با پدافند غیرعامل و برنامه‌ریزی مسکن، (۱۳) همکاری و هم‌افزایی خوب سازمان‌ها و نهادها در راستای تحقق اهداف پدافند غیرعامل در بخش مسکن.

جایگاه‌های دوم و سوم و چهارم قرار گرفته است و در آخر هم معیار شیب زمین و عرض معابر با ۰/۲۲/ قرار دارند. هندسه نامنظم بافت شهری مهاباد، رشد طبیعی شهر، وجود اسکان‌های غیر رسمی و بافت قدیم و فرسوده در بخش مرکزی شهر، وجود قطعات مسکونی با مساحت کمتر در بافت جنوبی و مرکزی شهر، زمینه‌های آسیب‌پذیری بافت شهری را میسر ساخته‌اند همچنین توزیع نامتعادل خدمات و کاربری‌ها در محدوده‌ی شهری، نقش مهمی را در آسیب‌پذیری شهری و حوادث گوناگون دارد. از سوی دیگر، وجود بافت نامنظم شهری، خیابان‌های بدون رعایت توازن شهری، گزینه‌های بیشتری را برای احتمال خطرات و آسیب‌ها فراهم می‌کند و امکان گریز و پناه با مشکل مواجه می‌شود و ساکنان بافت، امکان گریز و پناه‌گیری را نخواهد داشت و حتی پاک‌سازی و اسکان موقت با مشکل مواجه خواهد شد. همچنین وجود قطعات ریزدانه، فضای باز و بسته به‌صورت نامنظم، زمینه‌های بروز بحران‌ها و تلفات انسانی را بیش از پیش نمایان می‌سازد و عملیات امداد رسانی در بافت فرسوده با مشکل مواجه می‌شود. و در صورت وقوع بحران‌های طبیعی و انسانی این بافت‌ها بشدت آسیب خواهند دید و خسارات مالی و جانی زیادی را به بار خواهد آورد.

#### ۱-۶- پیشنهادات

(۱) طرح جامع پدافند غیرعامل شهری به‌صورت زمان‌بندی‌شده و دوره‌ای برای شهر تدوین شود (۲) حداکثر استفاده از عوارض

#### ۷- مراجع

- [8] J. Hashemifesharaki and A. Shakibamanesh, "Urban design from the perspective of passive defense," Tehran, 2010, (In Persian)
- [9] M. Mousavi, K. Zoghi Barani, J. Jahangirzadeh, S. Omidvarfar, and N. Bayramzadeh, "Debate on the urban economy," Hospital Site Selection Using the Fuzzy Method and Passive Defense Approach (Case Study: Urmia City). Passive Defense Quarterly, 14(1), pp. 129-138, 2023. (In Persian) <https://doi20.1001.1.20086849.1402.14.1.10.0>
- [10] T. Legates Richard and M. Frederic, "Modernism and early Urban Planning, the City Reader," New York, 2 "edition, 2002.
- [11] M. Rahnama and M. kazemi biniaz, "The Comparative Comparison of AHP, Raster calculators and weighed Overly Analytical Models, for Recognition and Preference of Cities Central Tissues Development (The Case Study: Mashhad Eiydghah Quarter's)," Human Geography Research, 43(4), pp. 101-116, 2011. (In Persian)
- [12] O. Mobaraki, A. Valigholizadeh, and A. Nowrouazi, "city vulnerability assessment with passive defence approach (Case Study: Rasht city)." Jorar, 11 (2), pp. 129-137, 2019. (In Persian) <https://doi10.52547/jorar.11.1.11>
- [13] M. Mirabadi and S. Besharatifar, "Assessing and analyzing the vulnerability of urban fabrics from the perspective of passive defense with emphasis on distribution pattern of vital land uses (Case Study: Mahabad City)," Journal of Studies of Human Settlements Planning, 18(1), pp. 139-154, 2023. (In Persian) <https://doi20.1001.1.25385968.1402.18.1.10.7>
- [1] S. Abedinidorkoush, "Debate on the urban economy," Tehran, Publications of the Academic Publishing Center, 2014. (In Persian)
- [2] M. M. Azizi, "An analysis of the status and transformation of urban housing indicators in Iran," Journal of Honar-Ha-Ye-Ziba, vol. 23, pp. 25-34, 2014. (In Persian)
- [3] M. Minou, "Housing economy," A collection of housing educational articles, National Land and Housing Organization, Tehran, 2003. (In Persian)
- [4] A. Ghiathvand, "The effect of social capital on the quality of life of urban residents," Journal of consulting engineer, vol. 45, pp. 15-27, 2015. (In Persian)
- [5] K. Ziyari, M. Gharakhlu, and M. H. Jhonbabanejad, "Comparative comparison of quantitative and qualitative indicators of housing in Babol city with urban areas of the country with an emphasis on healthy city," Journal of geographical research, 25(2), pp. 83-116. (In Persian)
- [6] E. Zargar and S. Mesgari, "Passive defense in architecture (solutions to reduce vulnerability to crisis)," A collection of articles on the website of the inactive defence organization, 2008. (In Persian)
- [7] A. Zangiabadi and Z. Esmaeilian, "Analyzing the Vulnerability Indices of Urban Dwellings to the Natural Disasters Danger (Case Study: Isfahan's Dwelling)," Journal of Geography and Environmental Hazards, 1(4), pp. 113-129, 2013. (In Persian) <https://doi.10.22067/GEO.V1I4.19513>

- [28] S. Quaid Rahmati and Z. Jamshidi, "valuation of urban housing components for non-operating defense planning (case study: Bukan city)," *Planning and preparation of space*, 19 (2), pp. 121-142, 2015. (In Persian)
- [29] M. Mohammadiyan, A. Hosseini, and M. Kamrani, "Analysis of the role of passive defense in Tabriz with crisis management approach," *Journal of regional and urban planning*, 9(35), pp. 69-82, 2019. (In Persian)  
<http://doi.org/10.1001.1.22285229.1397.9.35.6.9>
- [30] A. Aftab, A. Houshmand, and F. Piri, "Assessing the Vulnerability of Urumia City Using Passive Defense Approach," *Geography and development of urban space*, 5(2), pp. 61-79, 2018. (In Persian) <https://doi.org/10.22067/gusd.v5i2.67302>.
- [31] H. Huseini Amini, S. Amiriyan, S. Bodaghlo, B. Nayeri, Y. Peyvastegar, "Evaluation of Urban Structure in the Planning of Civil Defense Using SWOT (Case Study: Bushehr City)," *Geography (Regional Planning)*, 9(34), 539-555, 2019, (In Persian). <http://doi.org/10.1001.1.22286462.1398.9.2.33.9>.
- [32] R. Babaeiyan Ateni, M. Shariatpanahi, N. Fallahtabar, and Z. Khodaei, "Zoning the degree of vulnerability of Semnan city infrastructure with passive defense approach In Geographic Information System (GIS)," *Application of Geography information system and remote sensing in planning*, vol. 12(1), pp. 73-88, 2021. (In Persian)  
<http://doi.org/10.1001.1.26763508.1400.12.1.5.6>
- [33] R. Khanbabaee Saatloo, R. Darskhan, G. ahmadi, and M. S. Moosavi, "A comparative study of air raid vulnerability in new and old fabrics of Urmia city from the passive defence perspective," *Soffeh*, 31(3), pp. 97-112, 2021. (In Persian)  
<https://doi.org/10.52547/sofeh.31.3.97>
- [34] M. Schmidtlein, "Modeled earthquake losses and social vulnerability in Charleston," *South Carolina Applied Geography*, 31, pp. 269- 281, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2010.06.001>
- [35] G. Wekerle and C. Whitzman, "Safe Cities: guidelines for planning," *design and management*, 56, pp. 98- 114, 2006.
- [36] D. Alexander, "Disaster management, from theory to implementation," *Journal of Seismology and Earthquake Engineering*, 9 (1-2), pp. 49-59, 2007.
- [37] J. Amini and R. Tozeh, "An analysis on the optimal directions on physical- spatial development of Mahabad city," *Journal of Zagros*, 11(41), 2018. (In Persian)
- [14] R. Zaboli and K. Latifi Qormeshi, "Vulnerability of hospital organization and management in unexpected events," *Journal of Hospital*, 6(32), pp. 10-15, 2005. (In Persian)
- [15] M. Mohamadi Dehcheshmeh, S. Heydarinia, and A. Shojaiian, "Measurement of critical land use in terms of passive defense in the metropolis of Ahvaz," *Human Geography Research*, 49(4), pp. 733-753, 2017. (In Persian)  
[doi 10.22059/JHGR.2016.56073](https://doi.org/10.22059/JHGR.2016.56073).
- [16] J. Hashemifesharaki and A. Shakibamanesh, "Urban design from the perspective of passive defense," Tehran, 2011. (In Persian)
- [17] S. Giovinazzi, S. Lagomarsino, and S. Pampanin, "Vulnerability Methods and Damage Scenario for Seismic Ris; Analysis as Support to Retrofit Strategies: a European Perspective," *NZSEE Conference*, 2005.
- [18] S. Fakhri, "Geomorphology of Southeastern Zagros (north of Strait of Hormuz) and its effect on passive defense of vital, sensitive and important centers (with emphasis on location)." MA thesis, university of Tehran. 2013. (In Persian)
- [19] R. White and E. Boulton, "A computational vulnerability model for the strategic protection of the critical infrastructure," *International journal of critical infrastructure protection*, 7(3), pp. 167-177. <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2014.06.002>
- [20] O. Mobaraki, M. Esmailpor, and S. Amini, "Physical vulnerability assessment of Azarshahr city against earthquake," *Journal of safe city*, 3(2), pp. 1-15, 2019. (In Persian)
- [21] R. Fallahtabar, "Earthquake crisis management in worn-out urban texture," MA thesis, university of Tehran, 2016, (In Persian)
- [22] M. Jahantighpak, M. Eskandari, and A. Khodadadi, "Passive defense considerations in vital urban arteries (transportation, water, electricity)," Tehran, 2017. (In Persian)
- [23] M. Mohammadi Dehcheshmeh, "Safty and urban passive defense," publication of Shahid Chamran university, first edition, 2014, (In Persian)
- [24] M. Ahangaran, "Crisis management in passive defense," 5(35), second edition, 2010. (In Persian)
- [25] A. Khaje Naeini, "Regional and defensive considerations in land preparation (regional balance and passive defense)," MA thesis, university of Tehran, 2012. (In Persian)
- [26] H. Kamran, H. Hosseiniamini, "The application of passive defense in urban and regional planning case study of Shahriar," *Geographical space*. 12 (38): pp. 215-23, 2014, (In Persian)
- [27] M. Azizi, M. Bornafar, "The optimal process of urban planning in air attack from the point of view of non-operating defense," *Journal of urban studies*, 2(1), pp. 9-21, 2019. (In Persian)

نشریه علمی پدافند غیرعامل

سال چهارم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲، (پیاپی ۵۶): صص ۸۳-۷۵

علمی - پژوهشی

## ارائه الگوی ارتباط بین عوامل مؤثر در ساخت و برپایی

### بیمارستان‌های صحرایی با رویکرد پدافند غیرعامل

محمد عباسیان<sup>۱\*</sup>، شایان شاپوریان<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۷

#### چکیده

از بارزترین جنبه‌های موفق مدیریت و برنامه‌ریزی در دوران جنگ تحمیلی، مدیریت امداد به مجروحان در قالب برپایی بیمارستان‌های صحرایی نظامی با رویکردهای پدافند غیرعامل بود. به طوری که اقدام یادشده از ایجاد یک چادر و یا یک چارچوب مسقف برای امداد رسانی در اوایل جنگ، به ساخت بیمارستان‌های صحرایی با لحاظ الزامات پدافند غیرعامل (بیمارستان‌های صحرایی ضد انفجار با استفاده از سازه‌های بتنی استتار شده در عمق زمین) توسعه یافت. در نتیجه این اقدام متوسط مدت زمان اعزام مجروحین جنگی دوران دفاع مقدس در برخی از جبهه‌های نبرد حق علیه باطل به مراکز درمانی در اواخر دوران جنگ تحمیلی و با رعایت الزامات پدافند غیرعامل به کمتر از یک ساعت کاهش یافت. عوامل مختلفی در ساخت و برپایی بیمارستان صحرایی مؤثر است که می‌تواند ضمن رعایت الزامات پدافند غیرعامل، منجر به بهبود عملکرد بیمارستان و کاهش ریسک‌های ساخت و برپایی آن شود. شناسایی این عوامل در قالب الگویی علمی در دوران بروز بحران‌های غیرنظامی (نظیر بحران ناشی از اپیدمی کووید-۱۹) در ساخت و برپایی بیمارستان صحرایی غیرنظامی با رویکرد پدافند غیرعامل نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. پژوهش حاضر با هدف شناسایی ارتباط بین این عوامل به منظور تسهیل مدیریت و ارائه خدمات به مجروحان در دوران جنگ و بحران‌های احتمالی با رویکرد پدافند غیرعامل انجام گرفت. در همین راستا در پژوهش حاضر، یک فرضیه اصلی و نه فرضیه فرعی طراحی و آزمون گردید. این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، توصیفی-همبستگی است که در آن از معادلات ساختاری اکتشافی استفاده شد. جامعه آماری شامل خبرگان علمی-نظامی هستند که ۱۷ نفر از آنان به روش نمونه‌گیری هدف‌مند و روش دلفی و تا رسیدن به مرحله اشباع نظری انتخاب شدند. ابزار گردآوری داده‌ها، روش مصاحبه ساختاریافته و پرسش‌نامه محقق‌ساخته مشتمل بر شش بُعد، ۱۱ عامل و ۶۶ سنجه است. برای آزمون فرضیه‌ها از تحلیل عاملی تأییدی و نرم‌افزار PLS استفاده شد. نتایج معیارهای الگوی اندازه‌گیری (معیارهای قابلیت اطمینان سنجه، پایایی الگوی اندازه‌گیری و واگرایی-همگرایی سازه‌های الگو) و نیز معیارهای الگوی ساختاری (معیارهای ضریب تعیین و تناسب پیش‌بینی الگو) حاکی از برازش مطلوب الگوی پیشنهادی دارد. همچنین بر اساس نتایج t-Value، فرضیه اصلی و همه فرضیه‌های فرعی تأیید شدند. نتایج حاکی از تأثیر مستقیم بُعد «کیفیت مدیریت و فرماندهی بیمارستان صحرایی» بر ابعاد «تأمین منابع مالی برای فراهم‌آوری تجهیزات تخصصی شناسایی و درمانی»، «فراهم‌آوری زیرساخت‌های عمومی و تخصصی» و نیز «فراهم‌آوری منابع انسانی» است. البته بُعد «کیفیت مدیریت و فرماندهی بیمارستان صحرایی» بر ابعاد «کیفیت امور درمانی» و «کیفیت آماد و پشتیبانی» بیشترین تأثیر را دارد. همچنین نتایج نشان داد علاوه بر اینکه بُعد «کیفیت مدیریت و فرماندهی بیمارستان صحرایی» به طور مستقیم، مثبت و معناداری بر ابعاد «فراهم‌آوری زیرساخت‌های عمومی و تخصصی» و نیز «فراهم‌آوری منابع انسانی بیمارستان» تأثیر می‌گذارد؛ بُعد «تأمین منابع مالی برای فراهم‌آوری تجهیزات تخصصی شناسایی و درمانی»، نیز نقش میانجی‌گری کامل در این دو رابطه ایفا می‌کند.

**کلیدواژه‌ها:** بیمارستان صحرایی، پدافند غیرعامل، مدیریت و فرماندهی، درمان، زیرساخت، منابع انسانی، مالی-اداری و آماد و پشتیبانی

<sup>۱</sup> استادیار مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی و پرواز دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران (abbasian\_m@iamu.ac.ir) - نویسنده مسئول

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد مهندسی عمران - مهندسی مدیریت ساخت، دانشگاه معماری و هنر پارس، تهران، ایران.

## ۱- مقدمه

درمان مجروحین جنگی در زمان مناسب و جلوگیری از کاهش توان رزمی نیروهای خودی، از جمله چالش‌های مهم در دوران جنگ است. احداث بیمارستان‌های صحرایی در نزدیکی محل بروز بحران و میدان جنگ با در نظر گرفتن الزامات پدافند غیرعامل، می‌تواند پاسخی مناسب برای حل این قبیل چالش‌ها باشد. در همین راستا نیروهای مسلح ج.ا.ایران در دوران دفاع مقدس تجارب ذی‌قیمتی را در خصوص احداث و تجهیز بیمارستان‌های صحرایی به دست آوردند [۱]. در طول دوران دفاع مقدس به منظور انتقال به موقع مجروحین به مراکز درمانی و کاهش تلفات رزمی رزمندگان اسلام، اقدام به احداث بیمارستان‌های صحرایی متعددی شد. نتایج مطالعات حاکی از این است که در طول هشت سال دفاع مقدس، این اقدام با اعمال نوآوری، ابتکار و خلاقیت‌های علمی و فناورانه رزمندگان اسلام، روندی توسعه‌ای داشته و از برپایی یک چادر و یا ساخت یک چارچوب مسقف ساده برای امداد رسانی در اوایل جنگ، به ساخت و بهره‌برداری بیمارستان‌های صحرایی ضد انفجار با سازه‌های بتنی استوار شده در عمق زمین و با رعایت کامل الزامات پدافند غیرعامل تبدیل شد. به طوری که با انجام این نوآوری‌ها، ابتکارات و خلاقیت‌های علمی و فناورانه، رکورد شاخص «متوسط زمان اعزام مجروحین به مراکز درمانی» که در جنگ جهانی اول ۱۴ روز، در جنگ جهانی دوم، سه روز و در جنگ ویتنام ۱۲ ساعت بود؛ پس از ساخت بیمارستان‌های مجهز و ایمن در نزدیک‌ترین فاصله از خط مقدم به ۳ ساعت کاهش یافت؛ البته این رکوردزنی همچنان ادامه یافت به طوری که با ساخت بیمارستان صحرایی امام سجاد<sup>(ع)</sup> در جبهه فاو (عملیات والفجر هشت) به یک ساعت و در اواخر جنگ با ساخت مراکز متعدد به کمتر از نیم ساعت تقلیل پیدا کرد [۲] در پژوهش اخیر عباسیان و شاپوریان [۳] ابعاد مؤثر در ساخت و بهره‌برداری از بیمارستان‌های صحرایی شناسایی و مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اما در پژوهش یادشده نحوه ارتباط این ابعاد شناسایی نشده و نامشخص است؛ از این رو هدف پژوهش حاضر ارائه الگوی برای نمایش نحوه ارتباط و اثرگذاری متقابل این ابعاد بر یکدیگر و میزان تأثیر هر یک از آنها بر سایر ابعاد است. شناسایی ارتباط بین این ابعاد می‌تواند مدیریت این بیمارستان‌ها را ضمن رعایت الزامات پدافند غیرعامل تسهیل کرده و بهره‌وری آنها را در ارائه خدمات درمانی به مجروحان در دوران جنگ و سایر بحران‌های احتمالی (از جمله حوادث طبیعی مانند زلزله، سیل و همچنین شیوع بیماری‌ها همانند شیوع کووید-۱۹) افزایش دهد [۴، ۵].

## ۲- روش تحقیق

## ۱-۲- مبانی نظری تحقیق

بررسی‌ها حاکی از آن است که کلیه جنگ‌ها (چه تهاجمی و چه تدافعی)، به پشتیبانی و تدارکات نیاز دارند به طوری که در برخی مواقع، تا ۸۰ درصد از منابع صرف شده در جنگ‌ها به پشتیبانی اختصاص می‌یابد. اگر رزمندگان کارآموزده بوده و از سلاح‌های مدرن استفاده شود ولی پشتیبانی ضعیف و ناکارآمد باشد نتیجه‌ای جز شکست در جنگ رقم نمی‌خورد. از طرفی دیگر پشتیبانی قوی می‌تواند بسیاری از کمبودها به خصوص در زمینه سلاح‌ها و امکانات جنگی را کم‌اثر کند [۶]. حوزه‌ها و دامنه فعالیت‌های پشتیبانی در دوران جنگ و بحران بسیار گسترده است. اما یکی از مهم‌ترین و محسوس‌ترین فعالیت‌های پشتیبانی در دوران جنگ فعالیت‌های امدادی برای نجات جان مصدومان و مجروحین جنگ است. اهمیت این امر زمانی مشخص می‌شود که بدانیم دشمن همواره تلاش دارد بر تعداد آمار مجروحین در مقایسه با کشته‌شدگان بیفزاید؛ چرا که مجروحیت، توان و انرژی گسترده‌ای را که باید به نبرد علیه دشمن اختصاص یابد را به خود معطوف می‌دارد [۶]. در دوران جنگ و بحران، انتقال مصدومان و مجروحین به بیمارستان‌ها امری زمان‌بر است که می‌تواند در برخی مواقع حتی تا چند روز زمان را به خود اختصاص دهد که البته این امر خود می‌تواند عاملی برای افزایش تلفات باشد؛ از همین روی در دوران جنگ تحمیلی رژیم بعث نیز ضروری بود علاوه بر تیم‌های امدادی حاضر در خطوط درگیری، مراکزی نیز در نزدیکی این خطوط ایجاد شود تا ضمن رعایت اصول پدافند غیرعامل بتوانند خدمات درمانی اولیه و ضروری را به افراد مصدوم و مجروح ارائه دهند. تا هم از تلفات و صدمات بیشتر جلوگیری شده و هم نیروهای عملیاتی در مواقع غیرضروری از منطقه تخلیه نشوند. به همین دلیل مراکز مختلفی از جمله پست‌های امدادی، اورژانس‌های صحرایی و بیمارستان‌های صحرایی برپا شدند که هر کدام در سطح مأموریتی خود به ایفای نقش پرداختند. در بین این مراکز، بیمارستان‌های صحرایی از مرکزیت بیشتری برخوردار بودند به نحوی که عملاً بین پنج الی ۱۰ اورژانس صحرایی و بیش از ۲۰ پست امدادی تحت پوشش هر بیمارستان صحرایی قرار داشت و به آن خدمت‌رسانی می‌نمود [۷].

بیمارستان‌های صحرایی واحدهای درمانی تخصصی، نظامی [۸] و سیار در مناطق رزمی با هدف جلوگیری از تمرکز موقت بیماران در نواحی مواصلاتی هستند [۹] که به دلیل تهدیدات دشمن، فاصله خط مقدم تا عقبه، عقبه نامن و صعب‌العبور در مناطق جنگی بنا می‌شوند [۱۰]. به عبارت دیگر، هنگامی که در



از این رو کیفیت ارائه خدمات و بهره‌وری بالا در این مراکز بسیار حائز اهمیت است. از جمله عواملی که بر کیفیت ارائه خدمات بیمارستان‌های صحرایی مؤثر است می‌توان به مدیریت و فرماندهی بیمارستان‌ها، منابع انسانی، آماد و پشتیبانی، خدمات درمانی، زیرساخت‌ها و عوامل مالی اشاره کرد [۱۶][۱۷]. مطالعات مختلفی این عوامل را به صورت جداگانه مورد تجزیه و تحلیل و بررسی قرار داده‌اند. [۱۸] در پژوهشی برپایی یک بیمارستان صحرایی را در قالب یک مانور آمادگی به‌منظور مواجهه با بلایای طبیعی مورد مطالعه قرار داده و عوامل زیرساختی، آماد و پشتیبانی و نیروی انسانی را مورد بررسی قرار دادند. اصغریان جدی و قبادی، [۶] در پژوهشی سازه‌های زیرساختی بیمارستان‌های صحرایی و پیشرفت ایران در ساخت این سازه‌ها را مورد بررسی قرار دادند. آتش‌پنجه و همکاران [۱۹] در پژوهشی به بررسی زیرساخت‌ها، نیروی انسانی و پشتیبانی در بیمارستان‌های صحرایی در دوران جنگ عراق علیه ایران پرداختند. حسینی [۲۰] در پژوهشی به ارزیابی ساختار بیمارستان‌های صحرایی و تجارب کسب‌شده در دوران دفاع مقدس پرداخت. او در این مطالعه ضمن ارائه اجمالی ویژگی‌های زیرساختی مراکز درمانی صحرایی در زمان جنگ به بررسی آنها پرداخته و همچنین پیشنهادهایی برای طراحی مراکز درمانی صحرایی در آینده ارائه داد. بوگمان<sup>۳</sup> و همکاران [۲۱] در پژوهشی به بررسی عوامل مؤثر بر بهبود کارایی بیمارستان‌های صحرایی در دوران همه‌گیری کووید-۱۹ پرداختند [۲۱]. محققین تجهیزات، منابع انسانی و زیرساخت‌های بیمارستان را بررسی و اذعان داشتند در طراحی بیمارستان باید ساختار سازمانی، نحوه مدیریت، مسیرهای ارتباطی و پشتیبانی بیمارستان قبل از احداث مورد مطالعه قرار گیرند. آزرمی<sup>۴</sup> و همکاران [۲۲] در پژوهشی به بررسی ویژگی‌های ساخت و تأسیس بیمارستان‌های نظامی و صحرایی پرداختند. آنها در این مقاله به عواملی مانند نیروی انسانی، منابع و تجهیزات و زیرساخت‌ها تأکید کردند [۲۲].

از سوی دیگر نتایج مطالعات نشان می‌دهد که بیمارستان از نظر روحی-روانی و فیزیکی می‌بایست تسکین‌دهنده باشد. همچنین در شرایط بحرانی لازمه آن بررسی کمی و کیفی فضا، بررسی حسن مکان و سایر مباحث معماری در کنار اصول پدافند غیرعاملی می‌باشد [۱۹]. ویژگی‌های یک مرکز درمانی با رویکرد پدافند غیرعامل عبارتند از: داشتن بنایی امن، زیبا و پاکیزه با قابلیت خدمت‌رسانی در شرایط بحران و صلح، پاسخگویی به نیاز شدید درمانی به جمعیت بسیار نیازمند به هنگام بحران، انعطاف‌پذیر در برابر تغییرات آبی، مصرف بهینه انرژی و مرکز تولید انرژی ثانویه برای شرایط بحرانی، قابلیت دسترسی انبوه

منطقه‌ای جنگی یا درگیر بحران، چندین بیمار با درمان‌های متفاوت وجود داشته باشند و فاصله از بیمارستان‌های اصلی و شهری زیاد باشد، پیشنهاد برپایی بیمارستان صحرایی مطرح می‌شود [۱۱] این بیمارستان‌ها دائمی نیستند، اما در صورت نیاز می‌توان آنها را مجدداً تجهیز نموده و در موارد غیرجنگی نیز به‌کار برد. مانند بیمارستان صحرایی لیبزایر (LFH) در کشور قطر که در دوران همه‌گیری کووید-۱۹، مجدداً برای درمان بیماران تجهیز و مورد استفاده قرار گرفت [۱۵].

برپایی این بیمارستان‌ها در شرایط بحران‌های غیرجنگی نیز بسیار پراهمیت است؛ در این صورت این سازه‌ها معمولاً در شهرها و مکان‌های عمومی (نظیر مدارس و ورزشگاه‌ها) احداث می‌شوند [۱۲]. مانند بیمارستان ۵۰۰۰ تختخوابی مادرید در سال ۲۰۲۰ که برای درمان بیماران مبتلا به کووید-۱۹ احداث شد [۴].

بیمارستان‌های صحرایی دارای بخش‌هایی نظیر اتاق عمل، مراقبت‌های ویژه، داروخانه، آزمایشگاه، بانک خون، استرلیزاسیون، سوختگی و مصدومان<sup>۱</sup> NBC<sup>۲</sup> بوده [۲] و کار آنها منوط به وجود شرایطی مانند وجود سیستم دفع فاضلاب، شبکه آب آشامیدنی، روشنایی و برق اضطراری، داشتن آمادگی شبانه‌روزی، حفاظت و ایمنی لازم، قابلیت جابجایی، وجود تجهیزات جراحی، رادیولوژی، کمک‌های اولیه و دستگاه‌های بیهوشی، استرالیزاسیون و الکتروشوک متحرک است [۱۳]. همچنین به‌طور معمول در هر بیمارستان صحرایی حضور نیروهای متخصص همانند دو نفر متخصص بیهوشی، هفت نفر کارشناس ارشد بیهوشی، شش نفر جراح بیهوشی، سه نفر متخصص ارتوپدی، یک نفر جراح پلاستیک، یک نفر جراح قلب و قفسه صدری، سه نفر پزشک و متخصص طب اورژانس و دو نفر پزشک عمومی نیز مورد نیاز است [۲]. البته این تعداد ثابت نبوده و در شرایط خاص تغییر می‌کند؛ برای نمونه بیمارستان صحرایی وسترن کپ پروینس<sup>۳</sup> که برای مقابله با بیماری Covid-۱۹ در آفریقای جنوبی احداث شد بیش از ۵۰۰ نفر در آن مشغول به خدمت بودند [۱۴]. از جمله دیگر بیمارستان‌های صحرایی که در شرایط بحران و برای مقابله با بیماری کووید-۱۹ احداث شد، می‌توان به بیمارستان صحرایی شهید فاطمی در جنوب بندرعباس در ایران اشاره کرد که توسط نیروی دریایی ارتش ج.ا.ایران ساخته و تجهیز شد [۱۵].

## ۲-۲- پیشینه تحقیق

مراکز درمانی و بیمارستان‌ها اعم از شهری و صحرایی به‌طور مستقیم با سلامت افراد ارتباط داشته و در مراکز درمانی صحرایی علاوه نجات جان افراد کمک به مقابله با بحران نیز اهمیت دارد؛

<sup>۳</sup> Baughman

<sup>۴</sup> Azarmi

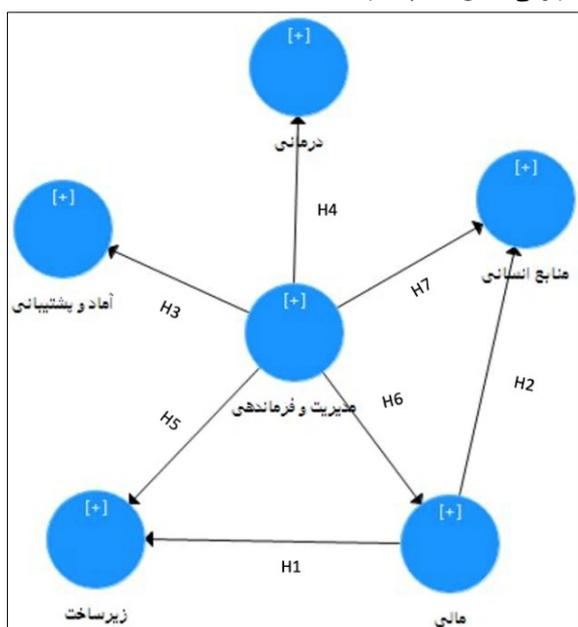
<sup>۱</sup> Nuclear, Biological and Chemical

<sup>۲</sup> Western Cape Province

**جدول (۱):** عوامل مؤثر احصاء شده در برپایی بیمارستان‌های صحرایی با رویکرد پدافند غیرعامل

سنجه	بُعد
شهری و غیره)، دسترسی به زیرساخت‌های ارتباطی (اینترنت، تلفن ثابت و موبایل)، دسترسی به سیستم دفع زباله (بیمارستانی و عادی)، دسترسی به نور کافی، قابلیت نصب سازه و ملحقات به‌طور سریع و در زمان کوتاه، امکان انبار کردن بیمارستان در زمان‌های غیر بحرانی.	
پزشک و جراح (از نظر تعداد)، پرستار و پیراپزشک، نیروی انسانی متخصص در محل (آموزش دیده)، نیروی انسانی تأمین‌کننده تجهیزات و غیره به بیمارستان، پشتیبانی دفاعی و حراستی (نیروی انسانی نگهبان)، نیروی انسانی اجرایی در محل (تعداد)، نیروی انسانی اداری (تعداد).	منابع انسانی
بخش گزارش‌گیری (مالی و اداری)، هزینه احداث بیمارستان، هزینه جمع‌آوری بیمارستان، هزینه نگهداری از بیمارستان در زمان عملیات امداد و نجات، هزینه حمل بیمارستان صحرایی، بخش پذیرش و ترخیص.	مالی و اداری
ماشین نقلیه موتوری، امنیت مسیر انتقال بیمار، کیفیت مسیر انتقال بیمار با وسایل نقلیه موتوری (همواری)، سهولت حمل قطعات بیمارستان، تابلوها و اعلان‌ها (تشخیص بیمارستان و معابر داخلی و واصل)، تغییر محل احداث در اثر شرایط آبی احتمالی، تجهیزات دفاعی و لجستیکی دفاعی (اسلحه، مهمات سبک و نیمه‌سنگین)، تجهیزات پشتیبانی (جایگزین).	آماد و پشتیبانی
بخش فرماندهی، استفاده از سیستم مدیریت اتوماسیونی و سریع، تأمین مالی، تأمین نیروی انسانی، تأمین تجهیزات و امکانات، گزارش‌گیری و مدیریت بیمارستان.	مدیریت و فرماندهی

در تحقیق حاضر ارتباط بین ابعاد شناسایی شده بر اساس مطالعات و پژوهش‌های قبلی و نظر خبرگان به صورت الگوی مفهومی شکل (۱) پیشنهاد شد.



شکل (۱): الگوی مفهومی تحقیق

جمعیت در شرایط بحرانی، قابلیت دسترسی برای افراد کم‌توان و ناتوان جسمی، داشتن فضاهای چندعملکردی برای شرایط بحران، قابلیت پاسخگویی به نیازهای بیماران، دسترسی سریع و آسان، دارا بودن دسترسی‌های مخفی و ثانویه برای شرایط بحران، محیطی بدیع، مهیج، پذیرای بیماران و کارکنان، داشتن ورودی متناسب در شرایط بحران (برای فیلترینگ و جلوگیری از موج انفجار و ورود گازهای سمی) و داشتن سیستم فشار مثبت به‌منظور جلوگیری از ورود گازهای سمی [۲۳، ۱۹].

بررسی پیشینه تحقیق حاکی از آن است که محققین قبلی نحوه ارتباط بین معیارهای مؤثر بر برپایی و تأسیس بیمارستان‌های صحرایی را ضمن در نظر گرفتن الزامات پدافند غیرعامل مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار نداده‌اند؛ از این‌رو در پژوهش حاضر نخست ابعاد مورد نظر شناسایی و سپس الگوی مفهومی از نحوه ارتباط ابعاد با توجه به ادبیات تحقیق پیشنهاد و در ادامه الگوی پیشنهادی با استفاده از رویکرد معادلات ساختاری اعتبارسنجی و مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت.

## ۲-۳- روش تحقیق

پژوهش حاضر کاربردی بوده و از نظر ماهیت و روش به دلیل آنکه به توصیف وضعیت متغیرها و روابط میان آنها می‌پردازد توصیفی و از نوع همبستگی است؛ چراکه با استفاده از تحلیل همبستگی و رویکرد معادلات ساختاری روابط همزمانی میان متغیرها را آزمون و تبیین می‌نماید. در تحقیق حاضر بر اساس نتایج حاصل از مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان در حوزه تحقیق، عوامل مؤثر در برپایی و ساخت بیمارستان‌های صحرایی در شش بُعد و ۶۶ سنجه مطابق جدول (۱) به دست آمد:

**جدول (۱):** عوامل مؤثر احصاء شده در برپایی بیمارستان‌های صحرایی با رویکرد پدافند غیرعامل

سنجه	بُعد
اتاق عمل، ریکاوری، آماده‌سازی و استریلیزاسیون، بخش بیماران خاص (شیمیایی، مسری و واگیردار و غیره)، آزمایشگاه، اورژانس، رادیولوژی، داروخانه و انبار دارویی، بانک خون، تجهیزات اتاق عمل (نگهداری از بیمار)، تجهیزات بخش‌های دیگر.	درمانی
سردخانه، استراحت پزشکان، سالن بستری، سرویس بهداشتی بیماران، سرویس بهداشتی پزشک، آشپزخانه، امکان اسکان همراهان به‌طور موقت در نزدیکی بیمارستان، گرمایش و سرمایش، موتورخانه، پمپ و مخزن آب، استتار، اختفا و فریب (پدافند غیرعامل)، استحکام و پایداری ساختاری (سازه و ملحقات)، فضای مورد استفاده از نظر بزرگی، توسعه‌پذیری ابعادی، توسعه‌پذیری تجهیزات و امکانات، دوری از سیلاب، آتشفشان، گسل و مانند آن، نزدیکی به شهر، دوری از مراکز حساس و خطرناک، شیب زمین، بادگیری محل، کیفیت بستر محل احداث بیمارستان، در معرض دید دشمن نبودن، دوری از خط مقدم و یا محل بروز خطر (در حد ایجاد ایمنی کافی)، دسترسی به زیرساخت‌های بهداشتی (آب و فاضلاب)، دسترسی به زیرساخت‌های انرژی (بنزین، گازوئیل، گاز	زیرساخت

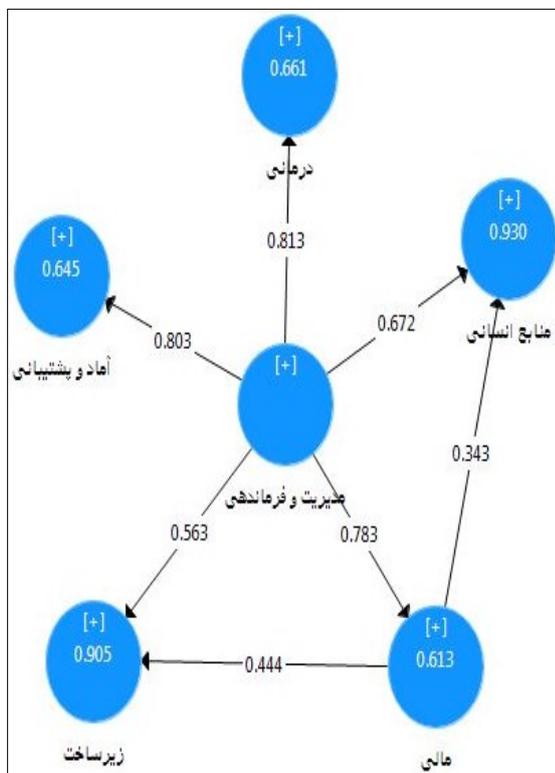
برای بررسی پایایی پرسش‌نامه (پایایی ابعاد الگو) از آزمون آلفای کرونباخ استفاده شد. نتایج حاصل (مطابق جدول ۲) نشان‌دهنده میزان هماهنگی بالای درونی سنج‌ها می‌باشد.

جدول (۲): نتایج پایایی پرسش‌نامه بر اساس آزمون آلفای کرونباخ

عنوان بُعد	مقدار پایایی
آماد و پشتیبانی	۰.۸۷
درمانی	۰.۸۵
زیرساخت	۰.۹۶
مالی و اداری	۰.۸۶
مدیریت و فرماندهی	۰.۹۰
منابع انسانی	۰.۸۷

### ۳- نتایج و بحث

به‌منظور آزمون الگوی پیشنهادی از تحلیل عاملی تأییدی و رویکرد معادلات ساختاری با استفاده از روش حداقل مربعات جزئی با بهره‌مندی از نرم‌افزار PLS، استفاده شد. شکل (۲) و (۳) الگوی پیشنهادی را در حالت ضرایب استاندارد و ضرایب معناداری نشان می‌دهند.



شکل (۲): الگوی تحلیل عاملی در وضعیت ضرایب استاندارد

بر اساس الگوی فوق، مهم‌ترین بُعد در برپایی و ارتقای کارایی یک بیمارستان صحرایی بُعد «مدیریت و فرماندهی» می‌باشد. به بیانی دیگر این واحد مدیریت است که وظیفه برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری و سازماندهی کلیه منابع را به‌منظور ساخت و تأسیس و ادامه فعالیت بیمارستان را برعهده دارد. همچنین اجرای برنامه‌های بهبود بهره‌وری و کارایی از سطح مدیریت شروع می‌شود و از این‌رو مدیریت، بر سایر ابعاد اثرگذار می‌باشد [۱۷]. همچنین از آنجایی‌که کلیه برنامه‌ریزی‌های مالی اعم از کسب اعتبارات، بودجه‌ریزی، مدیریت هزینه‌ها و حقوق و دستمزد برعهده واحد مالی است، بُعد «مدیریت و فرماندهی» این واحد می‌تواند به‌طور مستقیم بر بُعد منابع انسانی و تهیه زیرساخت‌های مناسب مؤثر باشد. همچنین فعالیت‌هایی را که تأمین‌کننده حقوق و دستمزد و سایر پرداختی‌های نیروهای انسانی و همچنین مدیریت و برنامه‌ریزی هزینه‌های مربوط به تأمین زیرساخت‌ها است در این واحد انجام می‌گیرد [۲۴].

بر اساس الگوی پیشنهادی، تعداد نه فرضیه مطرح می‌شود که عبارتند از:

- ۱) بُعد مدیریت و فرماندهی بیمارستان صحرایی با بُعد عوامل درمانی ارتباط معنادار و مثبتی دارد.
  - ۲) بُعد مدیریت و فرماندهی بیمارستان صحرایی با بُعد عوامل آماد و پشتیبانی ارتباط معنادار و مثبتی دارد.
  - ۳) بُعد مدیریت و فرماندهی بیمارستان صحرایی با بُعد منابع انسانی ارتباط معنادار و مثبتی دارد.
  - ۴) بُعد مدیریت و فرماندهی بیمارستان صحرایی با بُعد منابع مالی ارتباط مثبت و معنادار دارد.
  - ۵) بُعد مدیریت و فرماندهی بیمارستان صحرایی با بُعد زیرساخت‌ها ارتباط معنادار و مثبتی دارد.
  - ۶) بُعد مدیریت و فرماندهی بیمارستان صحرایی به‌واسطه منابع مالی بر بُعد منابع انسانی اثر معنادار و مثبتی دارد.
  - ۷) بُعد مدیریت و فرماندهی بیمارستان صحرایی به‌واسطه منابع مالی بر بُعد زیرساخت‌های بیمارستان اثر معنادار و مثبتی دارد.
  - ۸) بُعد منابع مالی بر بُعد منابع انسانی اثر معنادار و مثبتی دارد.
  - ۹) بُعد منابع مالی بر بُعد زیرساخت‌ها اثر معنادار و مثبتی دارد.
- به منظور بررسی فرضیات پژوهش از رویکرد معادلات ساختاری استفاده شد. داده‌های موردنیاز برای بررسی فرضیات با استفاده از ابزار پرسش‌نامه جمع‌آوری شد. روایی پرسش‌نامه، نخست با استفاده از نظر خبرگان تأیید شد. در ادامه با استفاده از شاخص CVI روایی محتوایی پرسش‌نامه بررسی شد.

جدول (۳): نتایج معیار میزان واریانس استخراج شده (AVE)

معیار میزان واریانس استخراج شده (AVE)	بُعد
۰/۵۷	زیرساخت
۰/۶	مالی و اداری
۰/۶۸	مدیریت و فرماندهی
۰/۵۹	منابع انسانی

### ۳-۲- بررسی برازش بر اساس الگوهای ساختاری

ساده‌ترین معیار برای ارزیابی ارتباط بین سازه‌ها در الگو در بخش ساختاری بررسی اعداد معناداری (ضرایب  $t$ ) می‌باشد. در صورتی که این مقادیر از عدد  $1/96$  بیشتر باشند صحت رابطه بین سازه تأیید می‌شود. همچنین از این مقادیر به منظور بررسی فرضیه‌های پژوهش نیز استفاده می‌شود. در این مرحله نخست فرض صفر و فرض یک برای رد یا عدم رد هر یک از فرضیات تحقیق به صورت زیر تعریف می‌شود.

$H_0$ : ارتباط معناداری میان دو متغیر وجود ندارد.

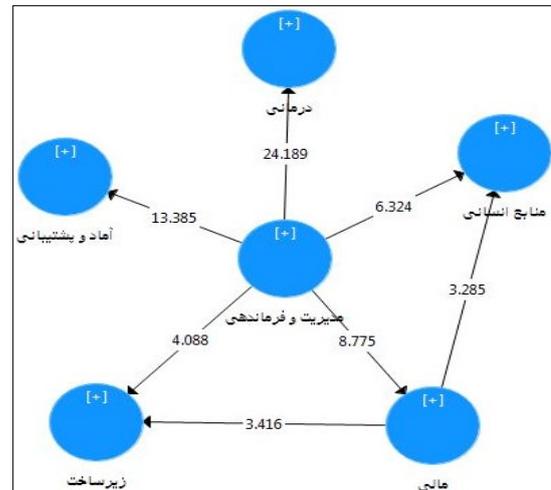
$H_1$ : ارتباط معناداری میان دو متغیر وجود دارد.

چنانچه عدد معناداری آزمون (ضرایب  $t$ ) در آزمون الگوی تحقیق بیشتر از  $1/96$  یا کوچک‌تر از  $-1/96$  باشد فرض صفر رد و فرض یک (یعنی وجود ارتباط معنادار) تأیید می‌شود (عدم رد فرضیه) و چنانچه عدد معناداری آزمون (ضریب  $t$ ) در آزمون الگوی تحقیق در بازه  $1/96$  و  $-1/96$  باشد فرض یک رد و فرض صفر یعنی عدم وجود ارتباط معنادار تأیید می‌شود (رد فرضیه). همانطور که در شکل (۲) مشاهده می‌شود ضرایب معناداری در حالت نرمال و بیشتر از  $1/96$  می‌باشد.

روش دیگر برای ارزیابی ارتباط بین سازه‌ها بررسی ضریب تعیین (شاخص  $R^2$ ) می‌باشد. این شاخص تأثیر یک متغیر برون‌زا بر یک متغیر درون‌زا را نشان می‌دهد. مقدار ضریب تعیین در بازه  $[0, 1]$  قرار دارد و هر چه به یک نزدیک‌تر باشد به معنای برازش بهتر الگو است. به عبارت دیگر در بررسی همبستگی بین متغیر آشکار و متغیر پنهان (همبستگی بین سنج و عامل مربوطه) هر چه خطا کمتر باشد ضریب تعیین مقدار بزرگ‌تری می‌گیرد و ضریب تعیین بالاتر به معنای خطای کمتر و همبستگی بیشتر است. بر اساس نتایج حاصله مقدار ضریب تعیین برای ابعاد مورد نظر در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول (۴): نتایج معیار ضریب تعیین ( $R^2$ )

معیار ضریب تعیین ( $R^2$ )	بُعد
۰/۶۴	آمد و پشتیبانی



شکل (۳): الگوی پیشنهادی در حالت ضرایب معناداری (t-value)

در ادامه، نتایج بررسی برازش الگوی معادلات ساختاری در سه بخش مرتبط با الگوهای اندازه‌گیری، الگوهای ساختاری و الگوی کلی ارائه می‌شود.

### ۳-۱- بررسی برازش بر اساس الگوهای اندازه‌گیری

به‌منظور بررسی پایایی ابعاد الگوی پیشنهادی پژوهش حاضر، در مرحله نخست آلفای کرونباخ محاسبه و نتایج آن در جدول (۲) ارائه شد. در ادامه و در مرحله دوم، به منظور بررسی پایایی سنج‌های الگوی پیشنهادی تحقیق، بارهای عاملی سنج‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج حاصل، مقدار بار عاملی کلیه سنج‌ها بیشتر از مقدار  $0/4$  می‌باشد که این امر نشان‌دهنده پایایی خوب الگوی پیشنهادی است. در صورتیکه مقدار بار عاملی کمتر از  $0/4$  باشد سنج موردنظر باید حذف و الگو مجدداً اجرا شود.

در ادامه به‌منظور بررسی الگوی اندازه‌گیری از حیث روایی، شاخص میانگین واریانس استخراج شده (AVE) مورد ارزیابی قرار گرفت. هنگامی که آزمون جدید با آزمون موجود، که برای اندازه‌گیری همان سازه ساخته شده است، دارای همبستگی زیادی باشد، آزمون جدید نیز برای اندازه‌گیری آن سازه رواست. نتایج محاسبه AVE در جدول (۳) ارائه شد. از آنجایی که تمامی مقادیر حاصل شده بیشتر از مقدار  $0/5$  می‌باشند از این رو روایی همگرا نیز تأیید می‌شود.

جدول (۳): نتایج معیار میزان واریانس استخراج شده (AVE)

معیار میزان واریانس استخراج شده (AVE)	بُعد
۰/۵۷	آمد و پشتیبانی
۰/۵	درمانی

## ۴-۳- بررسی فرضیات تحقیق

به‌منظور آزمون فرضیه‌های تحقیق از الگوی معادلات ساختاری در حالت ضرایب معناداری  $t$  (شکل ۳) استفاده شد. بنا بر آنچه در قبل شرح داده شد چنانچه عدد معناداری آزمون (ضرایب  $t$ ) در آزمون الگوی تحقیق بیشتر از  $1/96$  یا کوچک‌تر از  $1/96$ - باشد فرض صفر رد و فرض یک (یعنی وجود ارتباط معنادار) تأیید می‌شود (عدم رد فرضیه) و چنانچه عدد معناداری آزمون (ضرایب  $t$ ) در آزمون الگوی تحقیق در بازه  $1/96$  و  $1/96$ - باشد فرض یک رد و فرض صفر یعنی عدم وجود ارتباط معنادار تأیید می‌شود (رد فرضیه).

## ۴-۳-۱- بررسی فرضیات مستقیم

بر اساس موارد یادشده، نتایج آزمون فرضیات مستقیم بر اساس جدول (۶) است:

جدول (۶): نتایج آزمون فرضیات مستقیم

شماره فرضیه	فرضیه	ضریب استاندارد	t-Value	نتیجه
۱	مالی < - زیرساخت	۰/۴۴۴	۳/۴۱۶	تأیید
۲	مالی < - منابع انسانی	۰/۳۴۳	۳/۲۸۵	تأیید
۳	مدیریت و فرماندهی < - آمد و پشتیبانی	۰/۸۰۳	۳/۳۸۵ ۱۳	تأیید
۴	مدیریت و فرماندهی < - درمانی	۰/۸۱۳	۱/۱۸۹ ۲۴	تأیید
۵	مدیریت و فرماندهی < - زیرساخت	۰/۵۶۳	۴/۰۸۸	تأیید
۶	مدیریت و فرماندهی < - مالی	۰/۷۸۳	۸/۷۷۵	تأیید
۷	مدیریت و فرماندهی < - منابع انسانی	۰/۶۷۲	۶/۳۲۴	تأیید

## ۴-۳-۲- بررسی فرضیات غیرمستقیم

بر اساس موارد یادشده، نتایج آزمون فرضیات غیرمستقیم بر اساس جدول (۷) است:

جدول (۷): نتایج آزمون فرضیات غیرمستقیم

شماره فرضیه	فرضیه	ضریب استاندارد	t-Value	نتیجه
۱	مدیریت و فرماندهی < - مالی < - زیرساخت	۰/۳۴۸	۳/۴۵۷	تأیید
۲	مدیریت و فرماندهی < - مالی < - منابع انسانی	۰/۲۶۹	۵/۸۸۲	تأیید

جدول (۴): نتایج معیار ضریب تعیین ( $R^2$ )

بُعد	معیار ضریب تعیین ( $R^2$ )
درمانی	۰/۶۶
زیرساخت	۰/۹۰
مالی و اداری	۰/۶۱
منابع انسانی	۰/۹۳

معیار دیگر برای برازش الگوی ساختاری، شاخص استیون-گیسر است. این شاخص تناسب پیش‌بینی الگو را نشان می‌دهد. در واقع نشان می‌دهد اگر در یک الگو روابط بین سازه‌ها به درستی تعریف شده باشد سازه‌ها قادر به تأثیرگذاری کافی بر سنجه‌های یکدیگر هستند. این امر موجب می‌شود فرضیات به درستی ارزیابی گردند. مقادیر  $0/02$ ،  $0/15$  و  $0/35$  به ترتیب کوچک، متوسط و بزرگ برآورد می‌شوند. نتایج حاصل در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول (۵): نتایج معیار استون-گیسر ( $Q^2$ )

بُعد	معیار استون-گیسر ( $Q^2$ )
آمد و پشتیبانی	۰/۳
درمانی	۰/۲۰
زیرساخت	۰/۴۸
مالی و اداری	۰/۳۳
منابع انسانی	۰/۵۱

بر اساس آنچه تاکنون بیان شد برازش الگوی پیشنهادی بر اساس الگوی ساختاری مورد تأیید می‌باشد.

## ۳-۳- بررسی برازش بر اساس الگوی کلی

برای بررسی برازش بر اساس الگوی کلی، از شاخص نیکویی برازش ( $GOF^1$ ) استفاده می‌شود. با استفاده از این شاخص می‌توان برازش بخش اندازه‌گیری و ساختاری الگوی کلی را کنترل کرد. این شاخص بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$GOF = \sqrt{\text{average (AVE)} \times \text{average (R}^2)}$$

مقادیر بیشتر از  $0/36$  بر اساس نظر وتزلس<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۹) قابل پذیرش می‌باشد. مقدار  $GOF$  برای پژوهش حاضر برابر مقدار  $0/5977$  به دست آمد؛ از این‌رو مقدار این شاخص مناسب بوده که نشان از برازش خوب الگو دارد.

<sup>1</sup> Goodness of Fit

<sup>2</sup> Wetzles

#### ۴- نتیجه‌گیری

نتایج مطالعات و بررسی‌ها نشان می‌دهد بیمارستان‌ها از نظر روحی-روانی و فیزیکی می‌بایست تسکین‌دهنده باشند همچنین در شرایط بحرانی لازمه آنها علاوه بر بررسی کمی و کیفی فضا، بررسی حس مکان و سایر مباحث معمارانه طرح، رعایت مباحث پدافند غیرعامل نیز می‌باشد [۱۹]. روند پشتیبانی درمانی در دوران جنگ تحمیلی از تغییر کاربری بناها و بیمارستان‌های شهری و کانکس‌های صحرایی شروع و با کسب تجربیات ارزشمند، تا طراحی و ساخت بیمارستان‌های صحرایی ضد انفجار و پیشرفته و با لحاظ کلیه الزامات پدافند غیرعامل پیش رفت. نتایج بررسی‌ها و مطالعات نشان می‌دهد ابعاد شش‌گانه مدیریت و فرماندهی بیمارستان، مدیریت مالی، مدیریت منابع انسانی، زیرساخت‌ها، مدیریت عوامل درمانی و آماد پشتیبانی تأثیر چشمگیری در افزایش بهره‌وری بیمارستان‌ها داشته و شناسایی ارتباط بین این ابعاد شش‌گانه می‌تواند عملکرد و مدیریت بیمارستان و همچنین ارائه خدمات به مجروحین را ضمن رعایت الزامات پدافند غیرعامل تسهیل کند. در پژوهش حاضر، ارتباط بین این ابعاد بر اساس نتایج تجربیات و پژوهش‌های قبلی شناسایی شده و میزان تأثیر هر یک از این ارتباطات با استفاده از رویکرد معادلات ساختاری کشف شد. بر اساس نتایج حاصل:

- بُعد مدیریت و فرماندهی به‌طور مستقیم و با شدت اثر ۰/۸۱۳ بیشترین تأثیر را بر بُعد مدیریت عوامل درمانی می‌گذارد. تعیین اهداف و ابلاغ نقش هر یک از اعضای کادر درمان در دستیابی به اهداف و برنامه‌ریزی کلان در این حوزه بسیار اهمیت دارد.
- بُعد مدیریت و فرماندهی با شدت اثر ۰/۸۰۳ بر بُعد آماد و پشتیبانی تأثیر می‌گذارد. با توجه به موقعیت بیمارستان‌های صحرایی و رعایت الزامات پدافند غیرعامل، بُعد مدیریت آماد و پشتیبانی به منظور تدارکات و یا جابه‌جایی فوری بیمارستان و انتقال مجروحین به پشت جبهه بُعد از اقدامات اولیه بسیار اهمیت دارد. از این‌رو الگوی مناسب و اقدامات کاربردی باید توسط مدیریت و فرماندهی طراحی و انجام گیرد.
- شدت اثر بُعد مدیریت و فرماندهی بر بُعد مدیریت مالی ۰/۷۸۳ بود. بُعد تخصیص منابع مالی یکی از پرچالش‌ترین مسئولیت‌های مدیریتی است و از این‌رو ضرورت آگاهی یافتن از شیوه‌های نوین مدیریت پزشکی را افزایش می‌دهد.
- بُعد مدیریت و فرماندهی به‌طور مستقیم و با شدت اثر ۰/۶۷۲ و نیز به‌طور غیرمستقیم و با شدت اثر ۰/۲۶۹ بر بُعد منابع انسانی تأثیر می‌گذارد. سازماندهی کارکنان و مدیریت منابع انسانی یکی از اصلی‌ترین شاخصه‌های مدیریت هر سازمانی است. در مراکز درمانی و بیمارستان‌ها نیز اهمیت این موضوع

غیر قابل انکار است. با توجه به سختی و سنگینی بار روانی فعالیت‌های کادر درمان، عدم توجه مناسب از سوی مدیر یا پزشک مرکز، موجب از بین رفتن انگیزه و روحیه کادر درمان خواهد شد که بی‌شک همین مسئله زمینه‌ساز بروز مشکلات بسیاری خواهد بود، چرا که عدم وجود آرامش روانی در محیط بیمارستان بر فرآیند درمان بیماران تأثیر خواهد گذاشت.

• بُعد مدیریت و فرماندهی به‌طور مستقیم با شدت اثر ۰/۵۶۳ و به‌طور غیرمستقیم با شدت اثر ۰/۳۴۸ بر بُعد زیرساخت‌ها تأثیر می‌گذارد. تصمیم‌گیری در مورد زیرساخت‌های مناسب با در نظر گرفتن الزامات پدافند غیرعامل در احداث و برپایی مراکز درمانی [۱۹] به منظور برپایی بیمارستان و ارائه خدمات به مجروحین و کادر درمان با توجه به شرایط بحران در تأسیس بیمارستان صحرایی امری بسیار مهم است.

• منابع مالی به‌طور مستقیم بر ابعاد منابع انسانی و زیرساخت‌ها مؤثر است. تحقیقات نشان می‌دهد منابع انسانی و عوامل زیرساختی از جمله عوامل بسیار مهم در هر سازمانی است و مدیریت مالی نیز موظف به تأمین مالی حقوق و دستمزد و رفاه منابع انسانی و همچنین تأمین مالی عوامل زیرساختی است؛ از این‌رو تأثیر آن بر این دو بُعد حائز اهمیت است.

با توجه به اهمیت بُعد مدیریت و فرماندهی و تأثیر بالای آن بر مدیریت درمان بیمارستان، پیشنهاد می‌گردد شخصی به عنوان مدیر و فرمانده انتخاب شود که با امور پزشکی و نیز اصول پدافند غیرعامل آشنایی کافی داشته باشد. همچنین پیشنهاد می‌گردد بیمارستان‌های صحرایی به منظور وجود زیرساخت‌های مناسب و برنامه‌ریزی آماد و پشتیبانی در مکان مناسب ساخته شود، و رعایت الزامات پدافند غیرعامل از شرایط بسیار سخت‌گیرانه برپایی آنها لحاظ گردد. بدین صورت تمرکز مدیر بیمارستان با آرامش بیشتری بر امور درمانی و منابع انسانی بیشتر می‌شود. به منظور انجام تحقیقات آینده، پیشنهاد می‌شود مکان‌های مناسب برای تأسیس بیمارستان صحرایی با استفاده از روش‌های نوین رعایت الزامات پدافندی مکان‌یابی مشخص گردد. همچنین می‌توان ابعاد شش‌گانه ارائه‌شده در این تحقیق را با استفاده از الگوسازی ساختاری تفسیری رتبه‌بندی کرده و یا ارتباط درونی آنها با یکدیگر را با روش‌هایی (نظیر روش دیماتل) شناسایی کرد.

#### ۵- مراجع

- [1]. Sh. Shapoorian, M. Abbasian. "The evolution and progress of science and technology in the field of field hospitals in the holy defense", the first national conference on the place of science and technology in defense, Tehran, Iran. 1401. (In Persian).
- [2]. A. Tahmasebipour. "The evolution of the field hospital during the Holy Defense period", studies of the Holy Defense; 12(3): 5.30. 2012. (In Persian). (20.1001.1.1683870.1395.26.3.7.4).
- [3]. M. Abbasian, and Sh. Shapoorian. "Identifying and prioritizing effective dimensions, factors, and metrics in the construction of field hospitals, taking into account the aspects of

- Research, 111(10): 960-967. 2021. (10.7196/samj.2021.v111i10.15779)
- [15]. A. Mousavi Jazayerizadeh. "Shahid Fatemi field hospital provides services to patients with covid-19 in Bandar Abbas". *military medicine* 22(10): 991-992. 2019. (In Persian). (10.30491/JMM.22.10.991)
- [16]. P. Kolivand, H. Kazemi. "Improving productivity in hospitals", Tehran: Mirmah. 2012. (In Persian)
- [17]. M. Hariri, H. Sajjadi. "Examining challenges and solutions to improve productivity in hospitals and medical centers", National productivity conference, Tehran, Iran. 1386. (In Persian)
- [18]. M. Irajian, Gh. Farid Alaei. "Establishing a field hospital; A report of a disaster preparedness exercise". *Emergency Medicine of Iran*. 3(3): 115-118. 2015. (In Persian)
- [19]. H. Atash Panjeh, F. Dastdadeh, Z. Parbin. "Investigation of field hospitals from the point of view of passive defense". National conference on passive defense and sustainable development. Tehran Iran. 2015. (In Persian)
- [20]. B. Hosseini. "Evaluation of the structure of field hospitals based on the analysis of experiences during the war". *safe city* 1(3), 1-18. 2017. (In Persian)
- [21]. A. Baughman, R. Hirshberg, L. Lucas, E. Suarez, D. Stockman, et al. "Pandemic care through collaboration: Lessons from a COVID-19 field hospital", *Journal of the American Medical Directors Association*, 21(11): 1563-1567. 2020. (10.1016/j.jamda.2020.09.003)
- [22]. S. Azarmi, A. Pishgooie, S. Shariffar, H. Khankeh, Z. Hejripour. "Disaster risk management challenges in military hospitals: a qualitative study". *Journal of Education and Health Promotion*, 11: 167-175. 2022. (10.4103/jehp.jehp\_690\_21)
- [23]. S. Sawadkoti Far, H. Atash Panjeh. "Principles of hospital architecture design with emphasis on passive defense". First Edition. 2015. (In Persian)
- [24]. M. Rezaei, S. Dai Karimzadeh, M. Fadai, A. Etebarian, H. Bahrami. "Investigating the relationship between providing financial, physical, legal, and human resources in the health insurance program implementation for villagers and nomads of the country's health insurance organization". *Iran health insurance*. 2(1): 21-29. 2018. (In Persian)
- passive defense (case study: field hospitals during the sacred defense period)", *passive defense*. 13(4), in progress. 1401. (In Persian). (20.1001.1.20086849.1402.14.2.7.9)
- [4]. J. Valdenebro, F. Gimena, J. Lopez. "The Transformation of a trade fair and exhibition center into a field hospital for covid-19 Patients via multi-utility Tunnels, Tunneling, and underground space technology", 113(4): 1-8. 2021. (10.1016/j.tust.2021.103951)
- [5]. N. Zainal-Deen et al. "Prevalence of depression and anxiety among male patients with covid-19 in the essayer field hospital", *Qatar medical journal*, (3): 141-155. 2021. (10.5339/qmj.2021.68)
- [6]. A. Asgharian Jedi, M. Qobadi. "Explosion-proof field hospitals in Iran", *Safa*, 26(74): 127-150. 2015. (In Persian). (20.1001.1.1683870.1395.26.3.7.4)
- [7]. A. Ghanjal, A. Amerion, N. Behrooznejad, M. Motaghi. "Field hospitals during the war between Iraq and Iran", *Military Medicine*, 6(2): 143-152. 1383. (In Persian)
- [8]. M. Firouzkouhi. "Experiences of the civilian Iranian operating room nurses: A historical survey of the Iran-Iraq", *Journal of Nursing and midwifery sciences*, pp: 41-51. 2016. (10.18869/acadpub.jnms.3.1.41)
- [9]. M. Nowrozi. "Culture of Defense and Security", Tehran: Sina Publications. 1385. (In Persian)
- [10]. F. Mohammadzadeh. "Health in battle, Tehran", IRGC Joint Headquarters Deputy Education and Manpower. 1386. (In Persian)
- [11]. N. Ahmad-Khan; S. Ahmed, S. Vambol, V. Vambol. "Field hospital wastewater treatment scenario", *Ecological questions*, 30(3): 57-69. 2019. (10.12775/eQ.2019.022)
- [12]. M. Chaudhary, E. Howell, J. Ficke, L. Wortman, G. Benton, G. Deol. "Caring for patients at a COVID-19 field hospital", *Society of Hospital Medicine*, 6(5): 1-3. 2021. (10.12788/jhm.3551)
- [13]. Sh. Hosseinpour. "Identifying the opportunities of using light commercial vehicles in the development of mobile medical clinics", master's thesis. University of Tehran. 2014. (In Persian). (10.22059/JED.2016.59862)
- [14]. V. Westhuizen, N. Hussey, J. Zietsman, M. Saldulker, N. Manning, K. Dave, J.A. Bulajic. "BLow mortality of people living with diabetes mellitus diagnosed with covid-19 and managed at a field hospital in western cape province", *SAMJ*





نشریه علمی پدافند غیرعامل

سال چهاردهم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲، (پیاپی ۵۶): صص ۹۹-۸۵

علمی - ترویجی

## ارزیابی مهم ترین شاخص های مؤثر در ارتقای ایمنی و بهداشت

### اماکن ورزشی تهران

سید رضا کریمی<sup>۱</sup>، عبدالرحمن کشوری<sup>۲\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۵

#### چکیده

تعیین شاخص های مؤثر در ایمنی و بهداشت اماکن ورزشی در ارتقای سلامت نیروی انسانی بسیار اثرگذار و مهم است. هدف اصلی از این پژوهش شناسایی و ارزیابی شاخص های مؤثر بر ایمنی و بهداشت اماکن ورزشی تهران است. روش تحقیق به لحاظ هدف، کاربردی و از نظر اجرا توصیفی - پیمایشی است. سالن های سرپوشیده چندمنظوره (اعم از تمرینی، مسابقه ای، شهری و اقشاری) و همچنین همه استخرهای سرپوشیده در بخش تحلیل زمین ها و اماکن ورزشی به تعداد ۲۱۲ مورد ارزیابی شد. جامعه آماری در این تحقیق مراجعه کنندگان، عوامل اجرایی و مدیران زمین ها و اماکن ورزشی (به تعداد ۱۳۰ نفر) بوده و نیز حجم نمونه با جدول مورگان ۹۷ نفر به دست آمد. پرسشنامه محقق ساخته با ۸۶ شاخص در ۵ مؤلفه طراحی و بین کارشناسان توزیع گردید. یافته ها نشان می دهد به ترتیب شاخص A4 (ایمنی حفاظ و شیشه های نشکن پنجره های مشرف به پارکینگ و انباری) با میانگین ۴/۰۵ در مؤلفه ایمنی ورودی ها، زمین ها و اماکن ورزشی، شاخص B42 (ایمنی راهروی بین صندلی ها) با میانگین ۳/۷۱ در مؤلفه ایمنی جایگاه تماشاچیان و سرویس های بهداشتی، شاخص C60 (ایمنی میله های محافظ در ابنیه و اماکن) با میانگین ۳/۸۳ در مؤلفه ایمنی تأسیسات و تجهیزات، در مؤلفه بهداشت ورودی ها، زمین ها و اماکن ورزشی، شاخص D69 (بهداشت بوفه و انبارها) با میانگین ۳/۷۹ در مؤلفه بهداشت ورودی ها، زمین ها و اماکن ورزشی و شاخص E81 (بهداشت سرویس های آبخوری) با میانگین ۳/۲۶ در مؤلفه بهداشت جایگاه تماشاچیان و سرویس های بهداشتی بیشترین اهمیت را در ایمنی و بهداشت اماکن ورزشی دارند. شناسایی و اولویت بندی شاخص های مؤثر در برنامه ریزی برای بهبود ایمنی و بهداشت اماکن ورزشی کمک شایانی می کند.

**کلیدواژه ها:** ایمنی، بهداشت، شاخص، اماکن ورزشی، رتبه بندی

<sup>۱</sup> پژوهشگر دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران

<sup>۲</sup> استادیار دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران - (megahdasht@yahoo.com) نویسنده مسئول

## ۱- مقدمه

از آنجایی که ایران دارای وسعت جغرافیایی بسیار زیاد و در نتیجه اقلیم‌های آب و هوایی متفاوت است، نیاز به طراحی سالن‌های ورزشی چندمنظوره با توجه به شرایط اقلیمی آب و هوایی مختلف جهت افزایش استحکام، ایمنی، پایداری و صرفه‌جویی در مصرف انرژی است. همچنین ایران یکی از سانحه‌خیزترین و آسیب‌پذیرترین کشورهای جهان به شمار می‌آید. بنابراین این مسئله در طرح‌ها و برنامه‌های شهری مورد توجه قرار گرفته است. طرح‌های جامع شهری شامل ضوابط مشخص در مورد مکان‌یابی کاربری‌ها و مقاوم‌سازی بناها است که می‌تواند برای هر شهری استفاده شود و برای اماکن ورزشی نیز بایستی لحاظ شود [۱]. برای مثال مطالعات مختلفی در این زمینه صورت گرفته که در ذیل اشاره می‌شود:

بررسی‌ها نشان می‌دهد که با توجه به اهمیت ایمنی و بهداشت اماکن ورزشی و نقش آن در ارتقای بهره‌وری نیروی انسانی متأسفانه مطالعه جامعی در این خصوص انجام نگرفته است. بنابراین هدف اصلی از این پژوهش ارزیابی شاخص‌های مؤثر بر ایمنی و بهداشت اماکن ورزشی تهران است.

## ۲- پیشینه تحقیقات

پیشینه‌های پژوهش انجام‌شده در داخل و خارج از کشور با موضوعات مربوط به ایمنی و بهداشت در اماکن ورزشی در جدول (۱) خلاصه و گردآوری شده است. در تحقیقات پیش رو متغیرهای ایمنی و بهداشت به صورت پراکنده و محدود بررسی شده است. تمایز تحقیق حاضر با مطالعات صورت گرفته در توجه به مؤلفه‌های اصلی ایمنی و بهداشت در ابعاد تأسیسات و تجهیزات، ورودی‌ها، جایگاه تماشاچیان و سرویس‌های بهداشتی متمرکز شده است. همچنین در نظر گرفتن سالن‌ها و اماکن ورزشی چندمنظوره در مناطق مختلف تهران از جمله نوآوری‌های این پژوهش در نظر گرفته شده است.

با توجه به گسترش روزافزون فناوری در جوامع بشری و همچنین استفاده از وسایل و تجهیزات، بشر امروز را مستعد انواع بیماری‌ها و ناهنجاری‌ها قرار داده است. ورزش به‌عنوان ابزاری پیشگیرانه نقش به‌سزایی در بهبود شرایط زندگی از نظر جسمانی و روانی فراهم می‌نماید. اماکن ورزشی بستر اجرای فعالیت‌ها و برنامه‌های ورزشی هستند و طراحی و مدیریت صحیح و اصولی آن‌ها، به‌طور مستقیم بر کمیت و کیفیت برنامه‌ها و رویدادهای ورزشی تأثیر می‌گذارد و از آنجاکه اماکن و فضاهای ورزشی جزء سرمایه‌های ملی هر کشور محسوب می‌شوند افزایش عمر مفید و بالا بردن کارایی آن‌ها بازده سرمایه را بیشتر می‌نماید [۱]. در رویدادهای بزرگ ورزشی، تعداد زیادی بازدیدکننده، ورزشکار، تماشاگر و رسانه و گردشگر برای تماشا حضور می‌یابند، به همین دلیل مسابقات ورزشی آثار مثبت قابل‌توجهی بر اقتصاد دارند و باعث توسعه جامعه میزبان می‌گردند [۲].

با توجه به برگزاری رویدادهای ورزشی در اماکن، برگزاری ایمن این رویدادها می‌تواند به‌عنوان نمونه‌ای از سطح ایمنی مناسب در جامعه شناخته شود [۳]. ایمنی اماکن ورزشی در ارتقای فعالیت‌های ورزشی بسیار مؤثر است. یکی از حوزه‌های مهم در ایمنی، بازبینی و کنترل تجهیزات و استفاده از تمهیدات پیشگیری برای جلوگیری از بروز حادثه است [۴]. ابعاد مدیریت ایمنی، ابعاد جوان‌سازی و زیباسازی اماکن ورزشی (نگرش مسئولان و استفاده صحیح از امکانات، جوان‌سازی اماکن ورزشی، روش‌های تبلیغاتی، مشارکت دانش‌آموزان در فعالیت‌های گروهی و... مشارکت دادن دانش‌آموزان در محیط‌های ورزشی و ایجاد خلاقیت و هیجان در برنامه‌های ورزشی) تأثیر مثبت معناداری بر ایمنی و بهداشت دانش‌آموزان دارد [۵].

جدول (۱): پیشینه تحقیقات در داخل و خارج از کشور

نویسنده	عنوان مقاله	روش	نتایج و یافته‌ها
آنا تولونا [۶]	بهبود الزامات قانونی برای اماکن ورزشی	توصیفی - تحلیلی	انواع الزامات و استانداردهای قانونی جهت ارتقا ایمنی در اماکن ورزشی توصیه شده است.
نارزیو و لاتیبوو [۷]	روش‌های تضمین ایمنی و سلامت شغلی در ورزش	توصیفی - تحلیلی	این مقاله راه‌های اطمینان از ایمنی ورزشکاران و مشکلات انطباق یک موسسه آموزشی با استانداردهای ایمنی یک سالن ورزشی، زمین ورزشی باز و همچنین تجهیزات ورزشی و تجهیزات اضافی را در نظر می‌گیرد. علاوه بر مطالعه علل صدمات در بین افراد شاغل در صنعت ورزش، موادی در زمینه‌های اصلی حفاظت از آن‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نویسنده	عنوان مقاله	روش	نتایج و یافته ها
ماماشلی و همکاران [۸]	ارائه مدل مدیریت یکپارچه بهداشت، ایمنی و محیط زیست در اماکن ورزشی ایران	توصیفی کاربردی	مفهوم مدل یکپارچه (HSE) در اماکن ورزشی می تواند در سه بعد (یعنی استقرار فناوری های مرتبط، استقرار سیستم مدیریت و بهبود فرهنگ مدیریت HSE جایگاه مناسب و کاربردی در بین مدیران ورزشی داشته باشد. از این رو، برنامه ریزی و استراتژی دقیق و علمی برای توسعه مدل یکپارچه (HSE) در اماکن ورزشی کشور را می توان به عنوان بزرگ ترین نقطه قوت مدیران در این زمینه معرفی کرد.
کبودانی و همکاران [۹]	مقایسه وضعیت ایمنی و استاندارد اماکن ورزشی تیراندازی باکمان در تهران با استانداردهای بین المللی	توصیفی کاربردی	اماکن ورزشی تیراندازی باکمان در تهران وضعیت ایمنی بسیار پایین و وضعی دارند و با استانداردهای بین المللی فاصله زیادی که کاهش این فاصله و ارتقاء وضعیت ایمنی این سالن ها نیازمند مدیریت و سرمایه گذاری هست.
آنت و همکاران [۱۰]	بهینه سازی مکانی اماکن ورزشی در راستای تحلیل فضایی - مکانی و آمایش سرزمین (نمونه موردی: شهر کرج)	توصیفی تحلیلی	بررسی توزیع فضایی - مکانی اماکن ورزشی شهر کرج نشان می دهد که با توجه به نقش ویژه کاربری ورزشی در ایجاد نشاط و کاستن از فشارهای شهرنشینی باید علاوه بر تلاش برای افزایش سرانه ورزشی به توزیع متناسب آن ها در مکان های مناسب توجه شود.
آزادیان و همکاران [۱۱]	ارائه الگویی برای مدیریت بهداشت محیط مساجد (نمازخانه)	توصیفی	با همکاری مسئولان بهداشتی و مشارکت نمازگزاران وضعیت بهداشتی اماکن مذهبی ارتقا یافته و از نظر محیط زیستی نیز جزء نمازخانه های سبز خواهد شد. دستورالعمل ها و آموزش هایی برای استفاده ایمن از مواد شیمیایی، اطفاء حریق، کاهش تولید پسماند، تهویه مناسب، تمیزکاری پیشگیرانه، مصرف بهینه انرژی ارائه شود.
پور میرزا و همکاران [۱۲]	بررسی عوامل مؤثر بر بهبود فرهنگ بهداشت، ایمنی و محیط زیست در اماکن	پژوهشی	ایجاد نظارت بر رفتار و عملکرد کارکنان و مدیران اماکن ورزشی مهم ترین عامل مؤثر بر بهبود فرهنگ HSE در اماکن ورزشی هست.
آقاجانی و همکاران [۱۳]	ارزیابی اثربخشی آموزش ایمنی پیمانکاران در کاهش حوادث ناشی از کار	پژوهشی	باوجود کاهش نسبت بروز حوادث و فوت ناشی از کار پس از ارائه آموزش های ایمنی در گروه مواجهه ارتقای سطح کیفی و میزان مطلوبیت آموزش ایمنی برای اخذ گواهینامه صلاحیت ایمنی پیمانکاران می تواند اثربخشی این آموزش ها را بسیار افزایش داده و به کاهش چشمگیر بروز حوادث در بخش ساخت و ساز کمک نماید.
حاجی زاده - اصل و همکاران [۱۴]	بررسی موانع پذیرش فناوری نانو جهت ارتقای سلامت، بهداشت و ایمنی (مطالعه موردی: فرماندهی انتظامی استان همدان)	کتابخانه ای	محصولات بسیار زیادی در حوزه نانو تولید شده است که ناچا می تواند از آن ها در جهت ارتقای سطح ایمنی و بهداشت فردی و عمومی استفاده نماید. این فناوری در مرز دانش هست. ناچا باید خود را به این علم جدید مجهز نماید و هرگونه تأخیر در ورود به این حوزه باعث کندی حرکت در مسیر توسعه خواهد شد.
گودرزی و همکاران [۱۵]	ارزیابی فرهنگ ایمنی و ارتباط آن با ویژگی های شخصیتی مدیران اماکن ورزشی	پژوهشی	ویژگی های شخصیتی زنان و خطرپذیری کمتر آنان نسبت به مردان باعث می شود که با پذیرش حداقل ریسک و فرهنگ ایمنی بالاتر وظایف محوطه را به انجام رسانند. همچنین برخلاف برون گراها افراد درون گرا، متفکر، محتاط و پایبند به قواعد و مقررات هستند. به کارگیری قوانین سبب رشد فرهنگ ایمنی مثبت و کاهش اعمال نایمن می گردد. بنابراین می توان با بررسی ابعاد شخصیتی ضامن شناسایی و جایجایی افرادی که توجه کمتری به فرهنگ ایمنی دارند به مشاغل کم خطرتر، ایمنی در اماکن را ارتقاء داد.

نویسنده	عنوان مقاله	روش	نتایج و یافته‌ها
حسین پور و همکاران [۱۶]	ارائه الگوی استقرار ایمنی در محیط‌های ورزشی (با کاربرد نظریه داده بنیاد)	کیفی	مدیریت حرفه‌ای و متعهدانه به‌عنوان مقوله محوری، فرهنگ ایمنی، شایستگی و صلاحیت تخصصی، الزامات قانونی و اخلاقی (وظیفه‌شناسی، اخلاق‌مداری و قانون‌پذیری)، دستورالعمل‌های ایمنی، رعایت اصول بهداشتی، رویکرد مثبت زیست‌محیطی، وضعیت فیزیکی، روانی و تجهیزات فردی، مهندسی عوامل انسانی، فضا، اماکن و تجهیزات استاندارد، اقدامات پزشکی و خدمات اضطراری، فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌عنوان دیگر مقولات ایمنی در محیط‌های ورزشی تعیین شدند. بر اساس این الگو توجه و ارتقاء نقش مقوله‌های مختلف در ایمنی محیط‌های ورزشی برای پیشگیری از حوادث توجه می‌تواند ایمنی در ورزش را ارتقاء دهد و از بروز حوادث در ورزش پیشگیری کند
بابائیان و همکاران [۱۷]	ارائه الگوی پدافند غیرعامل در توسعه اماکن ورزشی شهر تبریز	پژوهشی	در بخش کیفی پژوهش مشخص گردید که مقوله‌ها در قالب ۴۸ کد مفهومی و ۶ مقوله اصلی استخراج شد. در بخش کمی نیز مشخص گردید که هر ۶ مقوله اصلی پژوهش (به ترتیب مکان‌یابی، امکانات، جمعیت شناختی، انسانی، اقتصادی و جمعیت شناختی) از برآزش مناسبی برخوردار است.

### ۳- روش تحقیق

#### ۳-۱- مشخصات اماکن ورزشی مورد مطالعه

در این تحقیق سالن‌های سرپوشیده چندمنظوره (اعم از تمرینی، مسابقه‌ای، شهری و اقساری) و همچنین همه استخرهای سرپوشیده در بخش تحلیل زمین‌ها و اماکن ورزشی تهران به‌عنوان زیرساخت‌ها مورد بررسی قرار گرفته شد. که تعداد آن بر اساس آمار سازمان ورزش در سال ۱۳۹۹،

۱۶۵ سالن چندمنظوره و ۲۲ استخر سرپوشیده و همچنین تعداد ۲۵ مجموعه ورزشی هست. مشخصات عمومی زمین‌ها و اماکن ورزشی بر اساس تعداد سالن‌های چندمنظوره، مجموع ورزشی، استخر و جمع کل آن در جدول (۲) مشخص شده است. مشخصات عمومی زمین‌ها و اماکن ورزشی بر اساس نوع سرویس‌دهی زمین‌ها و اماکن ورزشی در جدول (۳) مشخص شد. مشخصات عمومی زمین‌ها و اماکن ورزشی بر اساس محل قرار گرفتن زمین‌ها و اماکن ورزشی در جدول (۴) مشخص شد.

جدول (۲): مشخصات عمومی زمین‌ها و اماکن ورزشی بر اساس تعداد

سالن چندمنظوره	مجموعه ورزشی	استخر	جمع کل
۱۶۵	۲۵	۲۲	۲۱۲

جدول (۳): مشخصات عمومی زمین‌ها و اماکن ورزشی بر اساس نوع سرویس‌دهی

سرویس‌دهی	سالن چندمنظوره	مجموعه ورزشی	استخر	جمع کل
اختصاصی	۷	۲	--	۹
عمومی	۱۲۹	۵	۱	۱۳۵
درآمدی	۲۹	۱۸	۲۱	۶۸

جدول (۴): مشخصات عمومی زمین‌ها و اماکن ورزشی تهران بزرگ بر اساس موقعیت جغرافیایی

توزیع	سالن چندمنظوره	مجموعه ورزشی	استخر	جمع کل
شمال تهران	۱۷	۲	۲	۲۱
جنوب تهران	۳۸	۵	۴	۴۷
شرق تهران	۴۵	۶	۵	۵۶
غرب تهران	۳۹	۹	۷	۵۵
مرکز تهران	۲۶	۳	۴	۳۳

## ۲-۳- روش پژوهش

ابزار گردآوری داده‌ها با استفاده از پرسشنامه محقق ساخته بوده که پس از شناسایی مؤلفه‌ها طراحی شده و در اختیار نمونه‌های آماری قرار گرفته است. تعداد کل سؤالات پرسشنامه ۸۶ عدد بوده (پیوست ۱) که در ۵ مؤلفه ذیل به تفکیک ارائه شده است:

- شاخص‌های ایمنی ورودی‌ها زمین‌ها با ۳۹ سؤال در طیف لیکرت ۵ گزینه‌ای
- شاخص‌های ایمنی جایگاه تماشاچیان و سرویس‌های بهداشتی با ۱۲ سؤال در طیف لیکرت ۵ گزینه‌ای
- شاخص‌های ایمنی تأسیسات و تجهیزات با ۱۱ سؤال در طیف لیکرت ۵ گزینه‌ای
- شاخص‌های بهداشت ورودی زمین‌ها و با ۱۴ سؤال در طیف لیکرت ۵ گزینه‌ای
- شاخص‌های بهداشت جایگاه تماشاچیان و سرویس‌های بهداشتی با ۱۰ سؤال در طیف لیکرت ۵ گزینه‌ای

برای تأیید روایی صوری و محتوایی پرسشنامه در اختیار ۱۰ نفر از صاحب‌نظران و اساتید ایمنی، تربیت‌بدنی، علوم ورزشی و مدیران زمین‌ها و اماکن ورزشی قرار گرفت تا نظرات تخصصی خود را در مورد چگونگی نگارش محتوای پرسشنامه و هماهنگی سؤالات با اهداف تحقیق اعلام کنند در طراحی اولیه سؤال این تحقیق تعداد سؤال ۹۷ تا بود که پس از آنکه روایی به روش عنوان‌شده، روایی ۸۶ سؤال قابل قبول شده است تعداد ۱۱ سؤال به دلیل آن‌که زیر ۰/۷ محاسبه شد از تعداد کل سؤالات حذف شدند. تعداد ۴ سؤال هم در بازه ۰/۷ تا ۰/۷۹ بود که با نظرات و پیشنهادهای اساتید محترم مورد بازبینی قرار گرفت و پرسشنامه نهایی تنظیم و تأیید شد. برای محاسبه ضریب آلفای کرون باخ از آزمون پایایی SPSS استفاده گردید (جدول ۵).

با توجه به موضوع و اهداف روش تحقیق از نوع توصیفی-پیمایشی است و از لحاظ نوع تحقیق کاربردی است. جامعه آماری شامل گروهی از افراد است که یک یا چند صفت مشترک داشته و این صفات مورد توجه می‌باشند جامعه ممکن است همه افراد، یک نوع خاص و یا عده محدودتری از همان گروه را در برگرد جامعه آماری در تحقیق و پژوهش لزوماً به معنای جامعه‌ای که ما در آن زندگی می‌کنیم نیست بلکه بسته به نوع پژوهش جامعه آماری متفاوت است به طوری که می‌تواند اشیاء و موضوعات مناطق جغرافیایی و انسان‌ها و... را در برگرد در حقیقت جامعه آماری عبارت است از همه اعضای واقعی یا فرضی که علاقه‌مندیم یافته‌های پژوهش را به آن‌ها تعمیم دهیم (سیار نژاد، ۱۳۹۶). همچنین جامعه آماری در این تحقیق کارشناسان، عوامل اجرایی و مدیران زمین‌ها و اماکن ورزشی مربوطه (به تعداد ۱۳۰ نفر) هست که پرسشنامه محقق ساخته در بین آن‌ها توزیع شد. با توجه به جدول مورگان و انتخاب جامعه آماری تحقیق تعداد ۹۷ نفر به عنوان حجم نمونه انتخاب شد.

نمونه‌گیری طبقه‌ای (نمونه‌گیری تصادفی با طبقه‌بندی) هنگامی مناسب است که بتوانیم جامعه آماری را نسبت به صفت مربوطه طوری تقسیم کنیم که واحدها در داخل طبقات از نظر صفت مربوطه شبیه به هم باشند. در این نوع نمونه‌گیری واحدهای جامعه مورد مطالعه در طبقه‌هایی که از نظر صفت متغیر همگن‌تر هستند گروه‌بندی می‌شوند تا تغییرات آن‌ها در درون گروه‌ها کمتر شود. پس از آن از هر یک از طبقه‌ها تعدادی نمونه به صورت تصادفی انتخاب می‌شود. بنابراین روش نمونه‌گیری در بین اعضای نمونه این تحقیق به صورت تصادفی طبقه‌ای هست.

جدول (۵): ضریب پایایی پرسشنامه

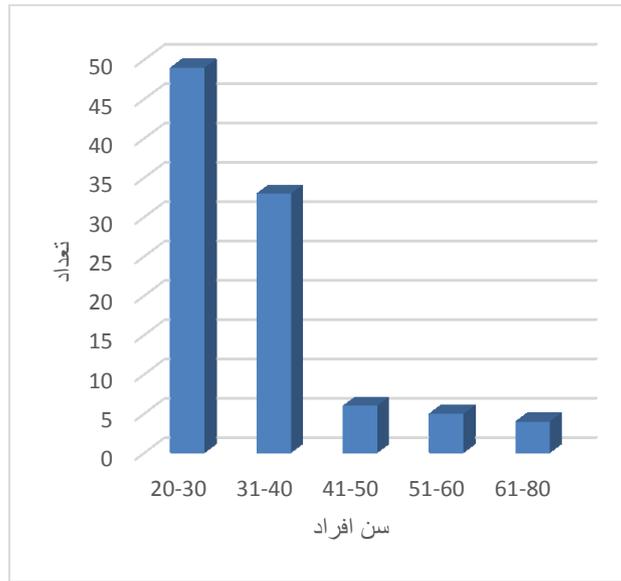
پایایی	
تعداد شاخص‌ها	آلفای کرون باخ
۸۶	۰/۸۴۲

## ۴- نتایج و بحث

## ۴-۱- آمار توصیفی (توزیع فراوانی بر حسب سن)

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته شده و نتایج موجود ۵۱ درصد از اعضای نمونه در فاصله‌ی سنی ۲۰ تا ۳۰ سال قرار داشته، ۳۴ درصد در فاصله‌ی سنی ۳۱ تا ۴۰ سال قرار داشته، ۶ درصد در فاصله‌ی سنی ۴۱ تا ۵۰ سال قرار داشته، ۵ درصد در فاصله‌ی سنی ۵۱ تا ۶۰ سال قرار داشته و ۴ درصد در فاصله‌ی سنی ۶۱ تا ۸۰ سال قرار داشته‌اند. نتایج در قالب نمودار میله‌ای (نمودار ۱) قابل‌نمایش هست.

از ۹۷ پرسشنامه تکمیل شده توسط جمعیت آماری این تحقیق؛ همگی پاسخ‌دهندگان به سؤال مربوط به «سن» را پاسخ داده‌اند نحوه‌ی توزیع بر اساس سن است و حاکی از آن است که بیشتر آنان در رده سنی ۲۰ تا ۳۰ سال قرار دارند.



نمودار (۱): توزیع سن پاسخگویان

پاسخ داده‌اند. نحوه‌ی توزیع بر اساس سطح تحصیلات است که بیشتر آنان در سطح کارشناسی (۶۴ درصد) قرار دارند. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته‌شده و نتایج موجود ۴ درصد از اعضای نمونه دارای مدرک تحصیلی دیپلم، ۱۶ درصد دارای مدرک تحصیلی کاردانی، ۶۴ درصد دارای مدرک تحصیلی کارشناسی، ۵ درصد دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد و ۱۱ درصد مدرک تحصیلی دکتری را داشته‌اند (جدول ۶).

جدول (۶): توزیع فراوانی برحسب میزان تحصیلات

تحصیلات	فراوانی	درصد
دیپلم	۴	۴/۱
کاردانی	۱۵	۱۵/۵
کارشناسی	۶۲	۶۳/۹
ارشد	۵	۲/۵
دکتری	۱۱	۱۱/۳
کل	۹۷	۱۰۰

از ۹۷ پرسشنامه تکمیل‌شده توسط جمعیت آماری این تحقیق؛ همه پاسخ‌دهندگان به سؤال مربوط به «مقطع تحصیلی» را

#### ۴-۲- نرمال‌سازی

به دلیل آنکه مقدار sig یا معنی‌داری در همه مؤلفه‌ها (پنج شاخص اصلی) کمتر از ۰/۰۵ هست بنابراین داده‌های به‌دست‌آمده از پرسشنامه از نوع غیر نرمال یا نا پارامتریک هست (جدول ۷).

جدول (۷): تعیین نرمال بودن داده‌ها (آزمون کولموگروف اسمیرنوف)

		ایمنی ورودی	ایمنی جایگاه	ایمنی تأسیسات	بهداشت ورودی	بهداشت جایگاه
تعداد پاسخ‌دهندگان		۹۷	۹۷	۹۷	۹۷	۹۷
پارامترهای نرمال	میانگین	۱۳۴/۰۹۲۸	۳۸/۸۱۴۴	۳۳/۵۵۶۷	۴۵/۰۴۱۲	۳۰/۳۸۱۴
	انحراف معیار	۱۴/۲۰۲۴۷	۴/۷۶۱۶۷	۴/۵۵۷۴۳	۷/۳۶۲۵۱	۵/۹۴۸۴۶
آزمون آماری		۰/۱۴۴	۰/۱۳۵	۰/۱۸۰	۰/۱۸۵	۰/۱۲۵
مقدار معنی‌داری		۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

### ۳-۴- مقایسه شاخص‌ها در مؤلفه ایمنی ورودی‌ها،

#### زمین‌ها و اماکن ورزشی

از مجموع ۳۹ شاخص مرتبط با این مؤلفه با توجه به میانگین به‌دست‌آمده به این نتیجه می‌رسیم که بیشترین اهمیت را شاخص A۴ (ایمنی حفاظ و شیشه‌های نشکن پنجره‌های مشرف به پارکینگ و انباری) با میانگین ۴/۰۵ و کمترین اهمیت را شاخص A۸ (حریم ایمنی پارکینگ و انبارها از زمین‌ها و اماکن ورزشی) با میانگین ۲/۸۵ در مؤلفه وضعیت ایمنی ورودی‌ها، زمین‌ها و اماکن ورزشی دارد. مؤلفه وضعیت ایمنی ورودی‌ها، زمین‌ها و اماکن ورزشی پنج معیار دارد. از مجموع ۱۰ شاخص موجود شاخص A۴ (ایمنی حفاظ و شیشه‌های نشکن پنجره‌های مشرف به پارکینگ و انباری) پراهمیت‌ترین شاخص بوده و بیشترین میانگین را با ۴/۰۵ در معیار ایمنی ورودی‌ها، محوطه و

پارکینگ دارد. از مجموع ۱۲ شاخص موجود شاخص A۱۶ (حریم ایمنی زمین‌های بازی تا درب ورود و خروج) پراهمیت‌ترین شاخص بوده و بیشترین میانگین را با ۳/۷۱ در معیار ایمنی ورودی زمین‌های ورزشی را دارد. از مجموع ۵ شاخص موجود شاخص A۲۳ (ایمنی حفاظ و شیشه‌های نشکن پنجره‌های مشرف به سالن‌های ورزشی) پراهمیت‌ترین شاخص بوده و بیشترین میانگین را با ۳/۹۴ در معیار ایمنی ورودی سالن‌های ورزشی را دارد. از مجموع ۶ شاخص موجود شاخص A۲۹ (ایمنی کمد لباس و محل نگهداری وسایل ورزشی) پراهمیت‌ترین شاخص بوده و بیشترین میانگین را با ۳/۷۲ در معیار ایمنی تجهیزات ورزشی را دارد. از مجموع ۶ شاخص موجود شاخص A۳۵ (ایمنی فضای رختکن) پراهمیت‌ترین شاخص بوده و بیشترین میانگین را با ۳/۳۵ در معیار ایمنی اماکن آبی را دارد (جدول ۸).

جدول (۸): توزیع آماره‌ای شاخص‌ها در مؤلفه ایمنی ورودی‌ها، زمین‌ها و اماکن ورزشی

انحراف معیار	میانگین	کدها
۰/۸۴۶۲۱	۴/۰۵۱۵	A4
۱/۱۵۸۷۹	۳/۹۶۹۱	A5
۱/۰۸۳۷۰	۳/۹۴۸۵	A23
۰/۹۶۴۳۶	۳/۸۰۴۱	A6
۱/۲۸۰۸۱	۳/۷۲۱۶	A29
۱/۱۸۹۸۸	۳/۷۱۱۳	A32
۱/۳۴۵۹۷	۳/۷۱۱۳	A24
۱/۱۴۵۲۷	۳/۷۱۱۳	A16
۱/۲۹۲۳۲	۳/۷۰۱۰	A33
۱/۱۳۹۴۴	۳/۶۲۸۹	A14
۱/۵۰۰۴۳	۳/۵۳۶۱	A35
۱/۳۳۹۰۱	۳/۵۳۶۱	A12
۱/۴۷۲۸۴	۳/۵۰۵۲	A22
۱/۲۴۲۶۸	۳/۴۹۴۸	A37
۱/۲۰۸۱۵	۳/۴۶۳۹	A1
۱/۲۰۸۱۵	۳/۴۶۳۹	A3
۱/۳۱۳۶۷	۳/۴۲۲۷	A25
۱/۱۸۰۰۰	۳/۴۲۲۷	A21
۱/۴۱۲۳۹	۳/۴۱۲۴	A15
۱/۱۶۸۶۶	۳/۳۹۱۸	A13
۱/۵۴۴۸۶	۳/۳۹۱۸	A9
۱/۳۱۰۵۶	۳/۳۸۱۴	A7
۱/۴۲۳۹۰	۳/۳۷۱۱	A34
۱/۵۸۹۸۱	۳/۳۷۱۱	A31
۱/۳۰۰۵۳	۳/۳۶۰۸	A17
۱/۱۱۸۴۲	۳/۳۵۰۵	A30

جدول (۸): توزیع آماره‌ای شاخص‌ها در مؤلفه ایمنی ورودی‌ها، زمین‌ها و اماکن ورزشی

کدها	میانگین	انحراف معیار
A2	۳/۳۵۰۵	۱/۱۱۸۴۲
A26	۳/۳۱۹۶	۱/۴۶۸۷۵
A11	۳/۳۱۹۶	۱/۳۰۳۴۱
A39	۳/۳۰۹۳	۱/۲۳۶۲۶
A18	۳/۲۷۸۴	۱/۴۹۸۲۱
A28	۳/۲۶۸۰	۱/۴۴۷۰۹
A27	۳/۲۳۷۱	۱/۴۴۱۷۴
A20	۳/۱۵۴۶	۱/۴۷۴۳۷
A38	۳/۰۷۲۲	۱/۴۵۲۳۵
A19	۳/۰۴۱۲	۱/۳۵۳۳۷
A10	۳/۰۳۰۹	۱/۲۲۰۰۹
A36	۳/۰۲۰۶	۱/۱۱۷۸۴
A8	۲/۸۵۵۷	۱/۲۴۹۹۱

## ۴-۴- مقایسه شاخص‌ها در مؤلفه ایمنی جایگاه

## تماشاچیان و سرویس‌های بهداشتی

از مجموع ۱۲ شاخص مرتبط با این مؤلفه با توجه به میانگین به‌دست‌آمده به این نتیجه می‌رسیم که بیشترین اهمیت را شاخص B42 (ایمنی راهروی بین صندلی‌ها) با میانگین ۳/۷۱ و کمترین اهمیت را شاخص B46 (ایمنی صندلی مخصوص محل استقرار معلولان) با میانگین ۲/۵۹ در مؤلفه ایمنی جایگاه تماشاچیان و سرویس‌های بهداشتی زمین‌ها و اماکن ورزشی دارد.

مؤلفه ایمنی جایگاه تماشاچیان و سرویس‌های بهداشتی زمین‌ها و اماکن ورزشی دو معیار دارد. از مجموع ۸ شاخص موجود شاخص B42 (ایمنی راهروی بین صندلی‌ها) پراهمیت‌ترین شاخص بوده و بیشترین میانگین را با ۳/۷۱ در معیار ایمنی جایگاه تماشاچیان دارد/ از مجموع ۴ شاخص موجود شاخص B49 (ایمنی درب سرویس‌های بهداشتی) پراهمیت‌ترین شاخص بوده و بیشترین میانگین را با ۳/۴۳ در معیار ایمنی سرویس‌های بهداشتی را دارد(جدول ۹).

جدول (۹): توزیع آماره‌ای شاخص‌ها در مؤلفه ایمنی جایگاه تماشاچیان و سرویس‌های بهداشتی

کدها	میانگین	انحراف معیار
B42	۳/۷۱۱۳	۰/۹۸۹۰۹
B44	۳/۵۷۷۳	۱/۳۵۲۷۴
B45	۳/۵۳۶۱	۱/۵۰۰۴۳
B51	۳/۵۱۵۵	۱/۲۵۰۹۴
B40	۳/۴۶۳۹	۱/۲۳۳۷۴
B49	۳/۴۳۳۰	۱/۴۲۰۸۸
B43	۳/۴۰۲۱	۱/۳۳۵۸۸
B41	۳/۳۹۱۸	۱/۲۴۶۳۰
B48	۲/۸۹۶۹	۱/۵۹۰۸۹
B50	۲/۶۸۰۴	۱/۳۵۸۲۰
B47	۲/۶۰۸۲	۱/۵۲۴۵۰
B46	۲/۵۹۷۹	۱/۳۷۴۳۲



## ۴-۵- مقایسه شاخص‌ها در مؤلفه ایمنی تأسیسات و

## تجهیزات

تجهیزات زمین‌ها و اماکن ورزشی دارد. مؤلفه ایمنی تأسیسات و تجهیزات زمین‌ها و اماکن ورزشی دو معیار دارد. از مجموع ۶ شاخص موجود شاخص C57 (ایمنی لوله‌های تأسیسات روکار) پراهمیت‌ترین شاخص بوده و بیشترین میانگین را با ۳/۱۶ در معیار تأسیسات و تجهیزات فنی دارد. از مجموع ۵ شاخص موجود شاخص C60 (ایمنی میله‌های محافظ در ابنیه و اماکن) پراهمیت‌ترین شاخص بوده و بیشترین میانگین را با ۳/۸۳ در معیار ایمنی ابنیه و اماکن را دارد (جدول ۱۰).

از مجموع ۱۱ شاخص مرتبط با این مؤلفه با توجه به میانگین به‌دست‌آمده به این نتیجه می‌رسیم که بیشترین اهمیت را شاخص C60 ( ایمنی میله‌های محافظ در ابنیه و اماکن) با میانگین ۳/۸۳ و کمترین اهمیت را شاخص C52 (ایمنی پنجره‌ها و شیشه‌ها) با میانگین ۲/۷۵ در مؤلفه ایمنی تأسیسات و

جدول (۱۰): توزیع آماره‌ای شاخص‌ها در مؤلفه ایمنی تأسیسات و تجهیزات

انحراف معیار	میانگین	کدها
۱/۳۱۲۴۴	۳/۸۳۵۱	C60
۱/۴۷۶۷۷	۳/۱۶۴۹	C57
۱/۴۷۴۳۷	۳/۱۵۴۶	C61
۱/۴۲۶۱۶	۳/۱۳۴۰	C62
۱/۱۲۳۸۸	۳/۱۳۴۰	C56
۱/۱۶۸۱۱	۳/۱۰۰۳	C58
۱/۲۵۵۵۷	۲/۹۱۷۵	C54
۱/۵۹۰۸۹	۲/۸۹۶۹	C53
۱/۲۹۰۵۰	۲/۷۹۳۸	C59
۱/۵۳۹۵۷	۲/۷۶۲۹	C55
۱/۲۹۹۲۹	۲/۷۵۲۶	C52

## ۴-۶- مقایسه شاخص‌ها در مؤلفه بهداشت ورودی‌ها،

## زمین‌ها و اماکن ورزشی

D65 (بهداشت سرویس‌های بهداشتی محوطه و پارکینگ) پراهمیت‌ترین شاخص بوده و بیشترین میانگین را با ۳/۵۱ در معیار بهداشت ورودی، محوطه و پارکینگ دارد. از مجموع ۸ شاخص موجود شاخص D69 (بهداشت بوفه و انبارها) پراهمیت‌ترین شاخص بوده و بیشترین میانگین را با ۳/۷۹ در معیار بهداشت زمین‌ها، سالن‌ها و تجهیزات ورزشی را دارد. از مجموع ۳ شاخص موجود شاخص D75 (بهداشت حوضچه کلر ورودی استخر) پراهمیت‌ترین شاخص بوده و بیشترین میانگین را با ۳/۲۶ در معیار بهداشت اماکن آبی دارد (جدول ۱۱).

از مجموع ۱۴ شاخص مرتبط با این مؤلفه با توجه به میانگین به‌دست‌آمده به این نتیجه می‌رسیم که بیشترین اهمیت را شاخص D69 (بهداشت بوفه و انبارها) با میانگین ۳/۷۹ و کمترین اهمیت را شاخص D73 (بهداشت و سم‌پاشی و ضدعفونی کردن لوازم و تجهیزات) با میانگین ۲/۶۷ در مؤلفه بهداشت ورودی‌ها، زمین‌ها و اماکن ورزشی دارد. مؤلفه بهداشت ورودی‌ها، زمین‌ها و اماکن ورزشی سه معیار دارد. از مجموع ۳ شاخص موجود سؤال

جدول (۱۱): توزیع آماره‌های شاخص‌ها در مؤلفه بهداشت ورودی‌ها، زمین‌ها و اماکن ورزشی

انحراف معیار	میانگین	کدها
۱/۲۴۷۸۵	۳/۷۲۱۶	D69
۱/۳۵۰۵۹	۳/۶۰۸۲	D66
۱/۲۵۰۹۴	۳/۵۱۵۵	D65
۱/۲۰۸۶۸	۳/۴۹۴۸	D68
۱/۲۰۸۶۸	۳/۴۹۴۸	D64
۱/۳۹۶۰۲	۳/۳۱۹۶	D70
۱/۴۴۷۰۹	۳/۲۶۸۰	D75
۱/۲۸۳۱۵	۳/۲۴۷۴	D63
۱/۴۲۴۰۵	۳/۱۵۴۶	D67
۱/۴۶۹۶۲	۲/۹۱۷۵	D74
۱/۵۱۴۳۹	۲/۹۰۷۲	D72
۱/۳۰۲۹۲	۲/۸۹۶۹	D71
۱/۴۲۱۶۴	۲/۸۲۴۷	D76
۱/۴۴۸۵۷	۲/۶۷۰۱	D73

## ۷-۴- مقایسه شاخص‌ها در مؤلفه بهداشت جایگاه

## تماشاچیان و سرویس‌های بهداشتی

از مجموع ۱۰ شاخص مرتبط با این مؤلفه با توجه به میانگین به‌دست‌آمده به این نتیجه می‌رسیم که بیشترین اهمیت را شاخص E81 (بهداشت سرویس‌های آب‌خوری) با میانگین ۳/۲۶ و کمترین اهمیت را شاخص E80 (بهداشت فردی فروشنده بوفه) با میانگین ۲/۵۰ در مؤلفه بهداشت جایگاه تماشاچیان و سرویس‌های بهداشتی زمین‌ها و اماکن ورزشی دارد. مؤلفه

بهداشت جایگاه تماشاچیان و سرویس‌های بهداشتی زمین‌ها و اماکن ورزشی دو معیار دارد. از مجموع ۶ شاخص موجود شاخص E81 (بهداشت سرویس‌های آب‌خوری) با میانگین ۳/۲۶ پراهمیت‌ترین شاخص بوده و بیشترین میانگین را با ۳/۵۱ در معیار بهداشت جایگاه تماشاچیان را دارد. از مجموع ۸ شاخص موجود شاخص E83 (بهداشت دستشویی‌ها) پراهمیت‌ترین شاخص بوده و بیشترین میانگین را با ۳/۱۷ در معیار بهداشت سرویس‌های بهداشتی را دارد (جدول ۱۲).

جدول (۱۲): توزیع آماره‌های شاخص‌ها در مؤلفه بهداشت تماشاچیان و سرویس‌های بهداشتی

انحراف معیار	میانگین	کدها
۱/۴۸۹۶۶	۳/۲۶۸۰	E81
۱/۴۰۸۸۹	۳/۲۵۷۷	E78
۱/۲۹۹۱۲	۳/۱۷۵۳	E83
۱/۴۶۴۹۴	۳/۱۷۵۳	E85
۱/۴۲۱۴۸	۳/۱۴۴۳	E77
۱/۴۳۸۰۱	۳/۱۲۳۷	E86
۱/۱۷۲۴۲	۳/۰۲۰۶	E84

## ۵- نتیجه گیری

از مجموع کل متغیرهای پرسشنامه (۸۶ شاخص) با توجه به میانگین به دست آمده به این نتیجه می‌رسیم که شاخص A۴ (ایمنی حفاظ و شیشه‌های نشکن پنجره‌های مشرف به پارکینگ و انباری) پراهمیت‌ترین شاخص بوده با میانگین ۴/۰۵ و رتبه دوم را شاخص A5 (ایمنی سیم‌کشی برق) در معیار ایمنی ورودی‌ها، محوطه و پارکینگ دارد. با توجه به مهم‌ترین شاخص‌های احصا شده در اماکن ورزشی تهران بزرگ، می‌توان میزان خسارت و آسیب‌های احتمالی را به نصف تقلیل داد.

از نتایج این پژوهش این چنین استنباط می‌شود که میانگین ایمنی و بهداشت زمین‌ها و اماکن ورزشی تهران بزرگ در سطح متوسط قرار دارد. وجود حتی میانگین پایین ایمنی و بهداشت می‌تواند موجبات آسیب و خطر را فراهم کند. سهل‌انگاری در مباحث ایمنی و بهداشت زمین‌ها و اماکن ورزشی می‌تواند به صورت یک خطر بالقوه نیروی انسانی کارآمد و محیط ورزشی مناسب را تحت تأثیر قرار دهد که بایستی مسئولین امر درصدد رفع آن‌ها باشند. در صورتی که می‌توان با کمی توجه و بها دادن به زمین‌ها و اماکن ورزشی توسط مسئولین همه آن‌ها را به حد بهینه رساند. یکی از دلایل پایین بودن سطح ایمنی و بهداشت در زمین‌ها و اماکن ورزشی را می‌توان چنین عنوان کرد که معمولاً خطرات تهدیدکننده در جامعه از اهمیت کمتری برخوردار بوده است بنابراین افزایش سطح ایمنی و بهداشت در زمین‌ها و اماکن ورزشی تهران بزرگ در کنار سایر موارد مستلزم ایجاد نگرش مثبت در زمینه‌ی سلامتی و ارتقای فرهنگ ایمنی و بهداشت باید به عنوان یک اولویت برای مدیران زمین و اماکن ورزشی و در سطوح بالاتر، برنامه‌ریزان و متولیان تربیت بدنی باشد.

## ۶- مراجع

- [4] Mousavi Rad and Foladvand, "Effect of review and evaluation of equipment for competition conditions and preventive measures on increasing safety in sports venues of Khuzestan province," First National Conference of Sports Management with Organizational Health Approach, 2021. (In Persian)
- [5] Nemati et al, "The role of factors related to the rejuvenation and beautification of sports facilities and the tendency of boarding school students to physical activity in Nair city," the first national conference of sports management with an organizational health approach, 1401. (In Persian) <https://isnac.ir/XEBB-HAHHB>
- [6] S. T. Anatolevna, "Improvement the legal requirements for sports facilities," 2021 <http://hdl.handle.net/11701/30149>
- [7] S. Narziev and S. Latibov, "Methods of Ensuring Occupational Safety and Health In Sports," The American Journal of Engineering and Technology, vol. 3, pp. 89-94, 2021. <https://theamericanjournals.com/index.php/tajet/article/view/519>
- [8] J. Mamashli, M. Doosti, S. Tabesh, F. Farzan, and F. Abdavi, "Provision of an Integrated Health, Safety, and Environment Management Model in Sports Facilities in Iran," Archives of Hygiene Sciences, vol. 8, pp. 286-298, 2019. (In Persian)
- [9] Kabodani et al "Comparison of the safety status and standards of archery sports venues in Tehran with international standards," 2020. (In Persian) <https://www.sid.ir/paper/411951/fa>
- [10] Ant and TT Dej, "Spatial optimization of sports facilities in line with spatial-spatial analysis and land preparation (case example: Karaj city)," Sports Management Journal, vol. 13, pp. 429-447, 2021. <https://doi.org/10.22059/jsm.2017/238149.1898>.
- [11] Azadians and et al. Providing a Model for Managing the Environmental Health of Mosques," Iranian Journal of Culture and Health Promotion, vol. 5, pp. 66-71, 2021. <http://ijhp.ir/article-391-1-fa.html>
- [12] Pourmirza and Eidi, "Investigation of factors affecting the improvement of health, safety and environment culture in sports venues," Scientific Quarterly of Environmental Education and Sustainable Development, vol. 9, pp. 96-83, 2021. (In Persian) <https://www.sid.ir/paper/950629/fa>
- [13] Z. Aghajani Aliabadi, A. Soltanzadeh, and S. Ghiyasi, "Effectiveness of Contractor Safety Training in the Reduction of Work-related Accidents," Journal of Occupational Hygiene Engineering, vol. 7, pp. 27-34, 2021. <https://johe.umsha.ac.ir/article-1-632-en.html>
- [14] Hajzadeh "Explanation of the security-policy thoughts of the Supreme Leader, the General Command of forces, examining the obstacles to the adoption of nanotechnology to promote health, hygiene and safety (case study: Hamedan Province Police Command)," Hamedan Police Science Quarterly, vol. 7, pp. 27-46, 2019. (In Persian) <https://civilica.com/doc/1192341/>
- [15] E. Hosseinpour, S. M. Kashef, S. Goodarzi, Y. Mongashti Joni, and Y. Faghiniha Torshizi, "Safety culture assessment and its relationship with the personality traits of sports facility managers," Iran Occupational Health Journal, vol. 16, pp. 79-90, 2020 <http://ioh.iiums.ac.ir/article-1-2448-en.html>
- [16] Bagheri and et al, "Presenting a model of establishing safety in sports environments (using foundational data theory)," Research in Educational Sports, vol. 7, pp. 107-128, 2019. (In Persian) <https://doi.org/10.22089/res.2017.3793.1263>
- [17] Babaian, Mojtabi and M. R. Najafzadeh, and H. Mohammadpour Yamani, and J. Barqi Moghadam, "Presentation of passive defense model in the development of sports facilities in Tabriz city," Journal of Passive Defense, vol. 13, no. 2, 2021. (In Persian) <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20086849.1401.13.2.6.1>
- [1] Radfar et al, "Designing sports facilities and facilities according to climatic conditions, weather and non-operating defense," 2019. (In Persian) <https://civilica.com/doc/1503147>
- [2] Mousavi Rad and Sotoudeh Geshti, "The relationship between structural capital and the quality of holding sports events and the mediation of new technologies in sports venues," the first national conference of sports management with an organizational health approach, 2021 (In Persian) <https://civilica.com/doc/1544438/>
- [3] Raisi and Khoshekar, "Identification of the safety status of indoor sports equipment according to existing standards," First International Conference on Educational Sciences, Psychology, Sports Sciences and Physical Education, 2020. (In Persian) <https://civilica.com/doc/1456632/>

**پیوست**

**باسمه تعالی**

"پرسشنامه"

بخش اول: ویژگی های جمعیتی

سن: ۲۰ تا ۳۰ سال  ۳۱ تا ۴۰ سال  ۴۱ تا ۵۰ سال  ۵۱ تا ۶۰ سال  بیشتر از ۶۱ سال

میزان تحصیلات: دیپلم  کاردانی  لیسانس  فوق لیسانس  دکتری

سمت کاری افراد: مدیر  عوامل اجرایی  استفاده کنندگان (ورزشکار، مربیان، تماشاچیان)

میزان تأثیر					شاخص	ردیف	معیار	مؤلفه
بسیار قوی	قوی	متوسط	ضعیف	بسیار ضعیف				
					آیا ایمنی ورودی مسیر اصلی به مجموعه ورزشی مناسب است؟ (از نظر عرض خیابان و روشنایی)	۱	ایمنی ورودی محوطه پارکینگ	
					آیا ایمنی چراغ های محوطه ورودی اصلی، انبارها، پارکینگ از نظر داشتن روشنایی و حفاظ مناسب و نشکن مناسب است؟	۲		
					آیا ایمنی درب های ورودی انبارها و پارکینگ از نظر ارتفاع و عرض مناسب است؟	۳		
					آیا ایمنی پنجره های مشرف به پارکینگ و انبارها از نظر دارا بودن محافظ مناسب و شیشه های نشکن در برابر برخورد توپ یا سایر اشیاء مناسب است؟	۴		
					آیا ایمنی سیم کشی برق از نظر محل مناسب برای کلید و پریزها و داشتن درپوش مناسب و عدم سیم کشی اضافی در انبارها و پارکینگ ها مناسب است؟	۵		
					آیا حریم ایمنی انبارها و پارکینگ از نظر فاصله مناسب با عوامل خطر آفرین اطراف مناسب است؟	۶		
					آیا ایمنی سطوح زباله از نظر نداشتن لبه ی تیز و برنده و ضد زنگ بودن در فضای باز محوطه اصلی و پارکینگ مناسب است؟	۷		
					آیا حریم ایمنی پارکینگ و انبارها از نظر موقعیت قرارگیری مناسب به دوراز زمین ورزش، داشتن فضای کافی مناسب است؟	۸		
					آیا حریم ایمنی حصار پیرامونی و حفاظت فیزیکی مجموعه ورزشی مناسب است؟ (داشتن دیوار مناسب، مانع تقویتی روی دیوار، نگهبان توجیه و باتجربه)	۹		
					آیا وضعیت کنترل الکترونیکی مجموعه ورزشی مناسب است؟ (بهره برداری از دوربین مدار بسته، تعداد کافی دوربین مدار بسته، اتاق مانیتورینگ)	۱۰		
					آیا ایمنی سطح زمین های ورزشی از نظر نداشتن چاله آب در هنگام بارندگی مناسب است؟	۱۱	ایمنی ورودی ها زمین ها و سالن های ورزشی	
					آیا اگر در زمین، چاله عبور آب وجود دارد ایمنی سرپوش بدون زائده و حفاظ هم سطح مناسب است؟	۱۲		
					آیا ایمنی زمین های ورزشی از نظر نداشتن برآمدگی و هرگونه وسیله خطرناک مناسب است؟	۱۳		
					آیا حریم ایمنی زمین ورزشی از نظر فاصله مناسب با محل عبور سایرین مناسب است؟	۱۴	ایمنی ورودی زمین های ورزشی	
					آیا ایمنی زمین های ورزشی به لحاظ هموار بودن در سطح مناسبی قرار دارند؟	۱۵		
					آیا فاصله حریم ایمنی زمین بازی تا درب ورودی و خروجی استاندارد است؟ (۲۵۰ سانتی متر)	۱۶		

میزان تأثیر					شاخص	ردیف	معیار	مؤلفه
					آیا حریم ایمنی موانع اطراف زمین (عدم وجود لبه‌های تیز و برنده، ضربه‌گیر، واضح و مشخص بودن) تا درب ورودی و خروجی مناسب است؟ (۳۰۰ سانتی‌متر)	۱۷		
					آیا درب‌های ورودی و خروجی برای باز شدن به بیرون در موقع خطر ایمن هستند؟	۱۸		
					آیا حریم ایمنی زمین‌های ورزشی از نظر فاصله مناسب با سکوها و صندلی‌های کنار زمین مناسب است؟	۱۹		
					آیا ایمنی زمین‌های ورزشی از نظر خط‌کشی مناسب، رنگ روشن و متمایز با زمین مناسب است؟	۲۰		
					آیا حریم ایمنی زمین ورزشی از نظر فاصله مناسب با انبار و پارکینگ وسایل نقلیه مناسب است؟	۲۱		
					آیا ایمنی دیوار زمین ورزش یا توده جداکننده آن از نظر داشتن ارتفاع، استحکام کافی و صاف بودن مناسب است؟	۲۲		
					آیا ایمنی پنجره مشرف به سالن ورزش از نظر دارا بودن محافظ مناسب و شیشه‌های نشکن در برابر ضربات توپ مناسب است؟	۲۳		
					آیا ایمنی سطح سالن ورزشی از نظر صاف و یکنواخت بودن، نداشتن درز، شکاف و سنگریزه مناسب است؟	۲۴		
					آیا ورودی و خروجی‌های زمین‌ها و سالن‌ها ایمن هستند؟ (عرض و روشنایی کافی)	۲۵		
					آیا ورودی و پله‌ها از نظر لغزنده نبودن، رمپ و عرض مناسب برای حرکت ویلچر معلولین ایمن است؟	۲۶		
					آیا درب‌های تردد (بدون ترک‌خوردگی و شکاف، نداشتن لبه‌های تیز و برنده، رنگ مناسب) ایمن هستند؟	۲۷	ایمنی ورودی سالن‌های ورزشی	
					آیا ایمنی تجهیزات ورزشی از نظر استاندارد بودن با توجه به رشته ورزشی مناسب است؟	۲۸		
					آیا ایمنی اتاق ورزش از نظر دارا بودن کمد لباس و محل نگهداری وسایل ورزشی مناسب است؟	29		
					آیا ایمنی میله‌های مورد استفاده از نظر استحکام، جنس، رنگ شدگی و پوشش محافظ مناسب است؟	۳۰		
					آیا ایمنی دروازه هندبال و فوتسال از نظر دارا بودن زانده نصب و تور مناسب است؟	۳۱		
					آیا ایمنی میله و تور والیبال از نظر دارا بودن زانده نصب و تور مناسب است؟	۳۲		
					آیا ایمنی ظاهری و ضخامت تاتامی‌های پهن شده برای انجام ورزش‌های رزمی مناسب است؟	۳۳		
					آیا شیشه درب ورودی برای استخرهای سرپوشیده ایمن است؟ (نصب علائم هشداردهنده و مشخص کننده شیشه‌ای بودن درب و ضخامت استاندارد و نداشتن شکستگی شیشه‌ها)	۳۴		
					آیا فضای رختکن استخر ایمن است؟ (لیز نبودن کف رختکن و داشتن گریدهای کفشور)	۳۵		
					آیا شرت‌کنی موجود در رختکن استخر ایمن است؟ (عدم وجود لبه‌های تیز و برنده، نداشتن دید، لیز نبودن کف آن، داشتن صندلی ویژه سالمندان و معلولان)	۳۶		
					آیا درب‌های ورودی سوناها خشک و بخار برای باز شدن به بیرون ایمن است؟	۳۷	ایمنی اماکن آبی	
					آیا تعداد ناجیان با توجه به ظرفیت پذیرش استفاده کنندگان و فضای استخر برای تامین ایمنی استفاده کنندگان کافیست؟	۳۸		
					آیا لوازم کمکی ایمن در استخر مناسب است؟ (گوی نجات، عصای نجات، حلقه نجات و ...)	۳۹		

میزان تأثیر				شاخص	ردیف	معیار	مؤلفه
				آیا عرض پله‌ها مناسب و ایمن است؟	۴۰	ایمنی جایگاه تماشاچیان	ایمنی جایگاه تماشاچیان و سرویس‌های بهداشتی
				آیا ارتفاع پله‌ها مناسب و ایمن است؟	۴۱		
				آیا پهنای راهروی بین صندلی‌ها مناسب ایمن است؟	۴۲		
				آیا فاصله هر ردیف صندلی با سایر ردیف‌ها مناسب و ایمن است؟	۴۳		
				آیا ارتفاع پایه صندلی‌ها از محل نصب آن مناسب و ایمن است؟	۴۴		
				آیا محافظ بین جایگاه تماشاچیان و زمین‌بازی مناسب و ایمن است؟	۴۵		
				آیا صندلی مخصوص معلولان برای استقرار آن‌ها مناسب و ایمن است؟	۴۶		
				آیا حریم ایمنی محل سوار و پیاده شدن تماشاچیان از نظر داشتن فاصله مناسب با سالن مناسب است؟	۴۷	ایمنی تاسیسات و تجهیزات فنی	ایمنی تاسیسات و تجهیزات فنی
				آیا تاسیسات در سرویس‌های بهداشتی ایمن است؟ (سیم‌کشی برق، لوله‌کشی آب، محل مناسب برای کلید و پریزها و داشتن درپوش مناسب و عدم سیم‌کشی اضافی)	۴۸		
				آیا درب سرویس‌ها بهداشتی (از جنس فلزات ضدزنگ، قابل شست و شو، مقاوم در برابر خوردگی مواد شیمیایی، بدون ترک خوردگی و دید به داخل نداشته باشد) ایمن است؟	۴۹		
				آیا سرویس‌های بهداشتی برای استفاده جانبازان و معلولان ایمن است؟	۵۰		
				آیا سرویس‌ها بهداشتی و روشویی‌ها برای استفاده گروه‌های سنی مختلف ایمن است؟	۵۱		
				آیا پنجره‌ها و شیشه‌ها ایمن است؟ (تعبیه در محل مناسب، دارای توری و محافظ مناسب، بدون ترک خوردگی و شکاف، تعداد کافی)	۵۲		
				آیا سیستم تهویه و تهویه هوای داخل سالن ایمن است؟ (هوای سالم، تازه، کافی و عاری از بو)	۵۳		
				آیا لامپ‌ها و چراغ و نورافکن‌ها ایمن هستند؟ (دارای محافظ و توری‌های مناسب)	۵۴	ایمنی تاسیسات و تجهیزات فنی	ایمنی تاسیسات و تجهیزات فنی
				آیا سیستم برق اضطراری ایمن است؟ (عملکرد خوب و به موقع، تجهیزات مناسب)	۵۵		
				آیا ایمنی لوله‌های روکار از قبیل (گاز، آب) و کنتورها از نظر قرارگیری در ارتفاع مناسب و دور از دسترس بودن مناسب است؟	۵۶		
				آیا وضعیت لوله‌های روکار مانند (گاز، آب) از نظر دارا بودن محافظ مناسب و ضریب ایمنی مناسب است؟	۵۷		
				آیا سقف‌ها و دیوارها ایمن هستند؟ (صاف، مسطح، بدون ترک خوردگی)	۵۸		
				آیا اتاق فوریت‌های پزشکی ایمن است؟ (تجهیزات، وسایل کافی و مناسب، امکان دسترسی به اتاق)	۵۹		
				آیا ایمنی میله‌های مورد استفاده از نظر استحکام، جنس، رنگ شدگی و پوشش محافظ مناسب است؟	۶۰		
				آیا تجهیزات ورزشی از نظر استاندارد بودن با توجه به رشته ورزشی ایمن است؟	۶۱	ایمنی ابنیه و اماکن	ایمنی ابنیه و اماکن
				آیا سیم‌کشی برق از نظر محل مناسب برای کلید و پریزها و داشتن درپوش مناسب و عدم سیم‌کشی اضافی در محوطه ایمن است؟	۶۲		
				آیا بهداشت مسیر اصلی ورودی و کف پارکینگ از نظر نداشتن آب‌های سطحی کثیف و گل و لای مناسب است؟	۶۳		
				آیا بهداشت انبارها، محوطه و پاکینگ از نظر رعایت بهداشت، وجود شیرهای آب و فاضلاب مناسب است؟	۶۴	بهداشت ورودی زمین‌ها و سالن‌ها ورزشی	بهداشت ورودی زمین‌ها و سالن‌ها ورزشی

میزان تأثیر					شاخص	ردیف	معیار	مؤلفه
					آیا بهداشت سرویس های بهداشتی در پارکینگ و محوطه مناسب است؟ (داشتن سیفون و شیرهای آب سرد و گرم مناسب)	۶۵	بهداشت زمین های ورزشی، سالن ها تجهیزات	
					آیا بهداشت ورودی سالن ها و زمین ها (داشتن کف، دیوار و سقف قابل شستشو) مناسب است؟	۶۶		
					آیا بهداشت سطوح های زباله در ورودی سالن ها و زمین های بازی از نظر تمیزی، وجود درب و کیسه زباله مناسب است؟	۶۷		
					آیا سم پاشی و ضد عفونی کردن درب های ورودی و خروجی خصوصا در فصل سرما برای رعایت بهداشت مناسب است؟	۶۸		
					آیا بهداشت انبارها و بوفه مجموعه ورزشی (رعایت بهداشت، نداشتن شکستگی درب، پنجره و سوراخ برای عبور حیوانات موذی مناسب است؟	۶۹		
					آیا بهداشت انبار و بوفه مجموعه ورزشی از نظر داشتن کف، دیوار و سقف قابل شستشو مناسب است؟ (دیوارها و کف سرامیکی)	۷۰		
					آیا بهداشت رختکن مربیان و ورزشکاران با توجه به حضور همزمان آنان در رختکن و محل نگهداری لباس ها مناسب است؟	۷۱		
					آیا بهداشت محیط فضای ورزشی برای جلوگیری از انتقال سر و صدا مناسب است؟	۷۲		
					آیا سم پاشی و ضد عفونی کردن لوازم برای بهداشت تجهیزات ورزشی خصوصا در فصل سرما مناسب است؟	۷۳		
					آیا وضعیت بهداشتی رختکن، سوناها، جکوزی، دوش های استخر مناسب است؟	۷۴		
					آیا وضعیت بهداشت حوضچه کلر ورودی به استخر مناسب است؟	۷۵		
					آیا وضعیت بهداشتی آب استخر مناسب است؟ (مقدار کلر آب، شفافیت آب، مقدار pH آب)	۷۶		
					آیا بهداشت کف جایگاه تماشاچیان از نظر تمیزی و قابل شستشو بودن مناسب است؟	۷۷	بهداشت جایگاه تماشاچیان	
					آیا بهداشت سطوح های زباله در جایگاه تماشاچیان از نظر قابل شستشو بودن و داشتن کیسه های زباله مناسب است؟	۷۸		
					آیا بهداشت محوطه تماشاچیان (نداشتن جوندگان و حیوانات موذی) مناسب است؟	۷۹		
					آیا فروشنده بوفه کارت بهداشت معتبر و پوشش مناسب و بهداشتی در هنگام تهیه مواد خوراکی دارد؟	۸۰		
					آیا وضعیت سرویس های آبخوری از نظر رعایت بهداشت، تعداد شیرهای آب و فاضلاب مناسب است؟	۸۱		
					آیا مواد غذایی و آشامیدنی قابل عرضه در بوفه مجموعه ورزشی سالم و بهداشتی هستند؟	۸۲		
					آیا وضعیت بهداشتی دستشویی ها از نظر داشتن سنگ لعابدار، مایع دستشویی، شیر آب سرد و گرم و آینه مناسب مناسب است؟	۸۳	بهداشت سرویس های بهداشتی سالن ها ورزشی	
					آیا وضعیت سرویس های بهداشتی از نظر دارا بودن تهویه مناسب و بهداشتی و پنجره های توردار مناسب است؟	۸۴		
					آیا وضعیت بهداشتی کف سرویس های بهداشتی و دستشویی ها از نظر قابل شستشو بودن، کف غیر لغزنده، شیب مناسب برای دفع فاضلاب و نداشتن درز و شکاف مناسب است؟	۸۵		
					آیا بهداشت سرویس های بهداشتی (نداشتن جوندگان و حیوانات موذی) مناسب است؟	۸۶		





نشریه علمی پدافند غیرعامل

سال چهارم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲، (پیاپی ۵۶): صص ۱۱۰-۱۰۱

علمی - ترویجی

## رویکرد پدافند غیرعامل در مکان‌گزینی انبار اقلام ضروری به

### کمک تحلیل سلسله‌مراتبی

حامد پورصمصام<sup>۱</sup>، الهام اکبری<sup>۲\*</sup>، کوروش مومنی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۴

#### چکیده

در جنگ‌های جدید که با استفاده از تجهیزات پیشرفته هوشمند صورت می‌پذیرد و اهداف به صورت نقطه‌ای مورد هدف قرار می‌گیرند، نقاط و اهداف کلیدی که در شبکه فعالیت‌های کشور نقش کلیدی ایفا می‌کنند، در زمره اولین اهداف هستند. از آنجا که بخش قابل توجهی از این نقاط درون شهرها واقع هستند، شهرها و علی‌الخصوص شهرهای استان‌های مرزی نیز مورد تهاجم واقع می‌شوند. شهرستان دزفول با توجه به موقعیت راهبردی خود همواره به عنوان یک هدف تهاجم توسط دشمن شناخته می‌شود و این مسئله زنگ خطری بر ناپایداری شدن ساختار شهر است همچنین با توجه به مشخصه‌های بارز تهاجم و پشتیبانی در دوران هشت سال جنگ تحمیلی ضرورت تبیین، تهیه اصول و الزامات پدافند غیرعامل جهت آسیب‌پذیری پدافندی این شهر، از منظر پدافند غیرعامل را گریزناپذیر کرده است. پدافند غیرعامل در کنار توجه به فرم، بافت و ساخت شهر، کاربری اراضی شهری، شبکه‌های ارتباطی و زیرساخت‌های شهری، به مکانیابی کاربری‌های حیاتی شهر تاکید نموده‌اند. انبار اقلام ضروری یکی از کاربری‌های حیاتی شهر است که پس از وقوع بحران نقش مهمی در عادی سازی شرایط دارد. بنابراین انتخاب مکانی مناسب برای احداث، نگهداری مواد غذایی و کارکرد بهینه آن در هنگام وقوع بحران ضروری است. با به کارگیری اصول و ضوابط مناسب مکان‌گزینی می‌توان تا حد زیادی از تبعات حمله دشمن بر این کاربری کاهش داد. برای دستیابی به اهداف تحقیق شاخص‌های منتخب تأثیرگذار بر مکانیابی انبار اقلام ضروری بر مبنای رویکرد پدافند غیرعامل برای جمعیت پویا استخراج شد؛. براین اساس پنج معیار (۱) فضای، کالبدی، (۲) اقتصادی، (۳) جمعیتی، (۴) امنیتی و دفاعی و (۵) طبیعی، جغرافیایی و زیست‌محیطی با عنوان معیارهای مؤثر بر مکانیابی انبارهای اقلام ضروری تعیین گردیدند مجموعاً ۲۲ شاخص تأثیرگذار بر مکانیابی شناسایی و با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی ahp، وزن نسبی آنها محاسبه گردیده است و برای تهیه نقشه، از محیط GIS استفاده شد. پس از انجام محاسبات ریاضی، بیشترین میزان ضریب اهمیت به زیرمعیار دسترسی به شبکه ارتباطی (۰/۱۵۵) و کمترین میزان مربوط به شرایط اقلیمی (۰/۰۱۵) تعلق گرفت. بر مبنای اعمال ضرایب اهمیت معیارها و با استفاده از هم‌پوشانی نقشه‌های اطلاعات مکانی بدست آمده، محدوده‌هایی جهت استقرار انبارهای اقلام ضروری بر اساس بازه کاملاً مناسب تا کاملاً نامناسب، در شهرستان دزفول پهنه‌بندی گردید که از این میان محدوده‌های کاملاً مناسب و مناسب به ترتیب با مساحت ۷ و ۳۲ درصد منطقه را تحت پوشش قرار داده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که این مکان‌ها عمدتاً در نیمه شرقی و جنوب شرقی شهرستان شامل کوی‌های فرهنگ شهر، بهاران، پیام آوران، نگار، طالقانی، مدرس، مقاومت و کوی سوم شعبان و نیز بخش‌هایی از خیابان‌های فردوسی و امام خمینی شمالی قرار دارند.

**کلیدواژه‌ها:** پدافند غیرعامل، انبار اقلام ضروری، شهرستان دزفول

<sup>۱</sup> کارشناس آبیاری، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان دزفول، خوزستان، ایران

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد عمران، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران (elliakbari@yahoo.com) - نویسنده مسئول

<sup>۳</sup> دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول، دزفول، ایران

## ۱- مقدمه

عصر حاضر عصر آسیب‌پذیری شهری است؛ زیرا همسو با پیچیده شدن حیات شهری، شهرها در ابعاد مختلف با مخاطرات طبیعی و بحران فناوری از یکسو و بحران‌های اجتماعی-امنیتی از دیگر سو مواجه‌اند [۱].

توسعه سلاح نظامی از دوران جنگ جهانی دوم و آسیب‌پذیری شهرها در برابر تهاجم نظامی، از محدودیت‌های زمان و مکان کاست و بی‌دفاعی شهرها را تکمیل کرد و این موضوع باعث شد تا کشورها به کاهش آسیب‌پذیری اهمیت مضاعفی دهند؛ که خود در حوزه پدافند غیرعامل جای می‌گیرد. در جنگ‌های جدید مردم، هدف غیرمستقیم و با واسطه، و حکومت، هدف اصلی محسوب می‌شوند. به عنوان مثال در جنگ ۳۳ روزه لبنان ورژیم صهیونیستی، ارتش اشغالگر ۳۲۲ مدرسه، ۴۲۱۱ مایل جاده، ۷۲ پل، ۱۱۱ مخزن آب و تعدادی مخازن فاضلاب را مورد هدف قرار داد، که می‌توان انگیزه اصلی از این اقدام را فشار بر مردم و ایجاد اختلال در زندگی روزمره مردم و در نهایت انتقال فشار از آنها به حکومت داخلی دانست. در طول دوران جنگ تحمیلی در تهاجم رژیم بعث عراق و بمباران‌های موشکی و حملاتی که به مناطق مرزی و سپس عمق کشور و شهرهای دیگر افتاد، ضرورت توجه به کاهش خسارت و آمادگی برای شرایط بحرانی مطرح شد [۲].

با پیچیده‌تر شدن جنگ‌ها و به‌کارگیری فناوری در جنگ‌های نوین، پدافند غیرعامل نیز چهره‌های متفاوتی را به خود گرفته است. امروز مردم برای ادامه زندگی نیازمند خدمات متفاوتی هستند، احتیاج به محیط آرام و قابل سکونت درون شهرها دارند و بایستی ایمنی و آسایش کافی داشته باشند. در حال حاضر عمده‌ترین هدف پدافند غیرعامل، ایمن‌سازی و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های مورد نیاز مردم است تا به تدریج شرایطی را برای امنیت ایجاد نماید. براین اساس اتخاذ تدابیر و روش‌هایی که میزان آسیب‌پذیری شهرها را در مقابل تهدیدات دشمن کاهش دهد ضروری بوده و چنین شرایطی توجه بیش از پیش صاحب‌نظران کشور به دانش پدافند غیرعامل و بهره‌گیری از روش‌های آن را سبب شده است [۳].

شهرهای پشتیبان جنگ با توجه به موقعیت حساس و منطقه‌ای که دارند ضرورت تحول در اصول و ابعاد آنها در جهت بهبود الگوهای پایدار و افزایش ایمنی و کاهش آسیب‌پذیری را در خود گریزناپذیر می‌بینند و از جمله فضاها در سطح منطقه و کشور هستند، که کمتر مورد پژوهش واقف شده‌اند [۴]. امروزه

هدف قرار گرفتن شهرها و آسیب رساندن به زیرساخت‌های شهری به‌ویژه در سطح شهرهای باقابلیت پشتیبانی همواره باعث ازهم‌گسیختگی نظام اجتماعی و اقتصادی شده است [۵] که در صورت بروز حادثه در سطح این شهرها به‌دست دشمن، به دلیل تفاوت ساختاری این شهرها نسبت به سایر شهرها فاجعه بسیاری به بار می‌آورد [۶].

با توجه به اهمیت این موضوع در زمان جنگ ضرورت توجه به اصول و ضوابط مناسب با رویکرد پدافند غیرعامل در مکانیابی و طراحی زیرساخت‌های عمرانی اهمیت می‌یابد. شهرستان دزفول با توجه به موقعیت راهبردی خود همواره به‌عنوان یک هدف تهاجم توسط دشمن شناخته می‌شود و این مسئله زنگ خطری بر ناپایدار شدن ساختار شهر است. همچنین با توجه به مشخصه‌های بارز تهاجم و پشتیبانی در دوران هشت سال جنگ تحمیلی ضرورت تبیین، تهیه اصول و الزامات پدافند غیرعامل جهت آسیب‌پذیری پدافندی این زیرساخت‌های شهر را از منظر پدافند غیرعامل را گریزناپذیر کرده است. پژوهش حاضر در پی آن است که با لحاظ نمودن ملاحظات متعدد به بررسی شاخص‌های پدافند غیرعامل در مکان‌گزینی انبار اقلام ضروری در شهرستان دزفول بپردازد.

## ۲- بیان مسئله

تهدیدهای مناطق شهری، امروزه به‌عنوان یک پدیده معمول در تمام بحران‌های طبیعی و غیرطبیعی شناخته می‌شود. لذا ارائه برنامه‌هایی به منظور کاهش اثرات ناشی از آن بر شهرها ضروری به نظر می‌آید. جمهوری اسلامی ایران کشوری خود ساخته و متکی به توانایی‌های داخلی است و این موضوع برای بسیاری از کشورهای مدعی ابرقدرت در دنیا مطلوب نیست و همواره جمهوری اسلامی ایران را با ابزارهای مختلفی همچون تحریم و... تهدید می‌کنند با استفاده از تجربیات هشت ساله جنگ ایران و عراق و با علم به این موضوع که در صورت وقوع جنگ دشمنان تا دندان مسلح قادر به رویارویی در میدان جنگ نیستند و احتمالاً جنگ را به نقاط شهری و تاسیسات و زیرساخت‌های زیربنایی و حمله به غیرنظامیان می‌کشند، لازم است با برنامه‌ریزی از پیش تعیین شده‌ای از خطرات و خسارات جانی و مالی جلوگیری کنیم. در پژوهش حاضر به دنبال مکانیابی ایجاد انبار اقلام ضروری در سطح شهرستان دزفول در شمال استان خوزستان که استان مرزی محسوب می‌شود و ممکن است با خطرات احتمالی مواجه شود هستیم تا در مواقع اضطراری با استفاده از اقدامات از پیش طراحی شده خسارات جانی و مالی را به حداقل رساند و جان مردم را در هنگام وقوع هرگونه خطر احتمالی حفظ گردد.

## ۳- مبانی نظری

### ۳-۱- بحران و مدیریت بحران

هرگونه تغییرات ناگهانی در اثر رخ دادن حوادث غیرمترقبه که باعث اختلال در شرایط عادی جامعه شود و نیاز به اقدام ضروری باشد بحران تلقی می‌گردد. بحران بر دو گونه است: (۱) بحران طبیعی (۲) بحران انسان ساخت.

میزان حساسیت محیط در مقابل وقوع و شدت یک سانحه طبیعی و یا غیر طبیعی را آسیب‌پذیری آن محیط نام دارد. آسیب‌پذیری میزان تهدید جامعه از تاثیر خطرات طبیعی است. هر چه درجه واکنش و مقاومت محیط مصنوع نسبت به کنش‌های پدیده‌های طبیعی و اقدامات انسانی بیشتر باشد، تخریب و عمق فاجعه و در نتیجه آسیب‌پذیری، کمتر خواهد بود. آسیب‌پذیری در برابر بلایا در نتیجه فعالیت‌های انسان و شرایط اقتصادی - اجتماعی جامعه و میزان فقر، از جامعه‌ای به جامعه دیگر متفاوت است. درجه آسیب‌پذیری به شرایط سکونتگاه‌های انسانی و سایر تسهیلات زیرساختی بستگی دارد. آسیب‌پذیری شهر در برابر حوادث باعث تخریب اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و فیزیکی یا مادی می‌گردد. می‌توان گفت: مهمترین بخش از اقدامات مدیریت بحران باید به پیشگیری وقوع بحران در اثر سوانح طبیعی، به مفهوم کاهش خطرات و آسیب‌پذیری‌ها معطوف گردد. ضمن آنکه توانایی‌های ویژه آمادگی برای مواجهه با بحران، از جمله آموزش عمومی و آموزش‌های خاص برای عملیات امداد و نجات باید مد نظر باشد. تشکیل ستادهای ویژه، فراهم آوردن اضطراری مواد غذایی و پناهگاه‌ها و توزیع مناسب آن در سطح شهر، تامین امکان دسترسی سریع به تجهیزات مورد نیاز عملیات، برنامه‌ریزی و پیگیری گردد. عدم وجود برنامه و پیش‌بینی‌های لازم می‌تواند شرایط بحرانی را دشوارتر سازد.

موضوعی که در بند ۱۲ سیاست‌های کلی نظام در امور پدافند غیرعامل مورد تاکید قرار گرفته است: «پیش‌بینی ساز و کار لازم برای تهیه طرح‌های مشترک ایمن‌سازی و ایجاد هماهنگی در سایر طرح‌ها و برنامه‌ها و مدیریت نهادهای مسئول، در دو حوزه پدافند غیرعامل و حوادث غیرمترقبه در جهت هم‌افزایی و کاهش هزینه‌ها می‌باشد» [۷] و در هر دو نوع بحران اعم از طبیعی یا انسان ساخت، نیازهای اساسی افراد مثل غذا، پوشاک، سرپناه و آب، محدود و گاهی قطع می‌گردد و تاثیرات جانبی مانند قطع ارتباطات، آلودگی منابع آبی، اختلال در سیستم فاضلاب، آلودگی غذایی در اثر حشرات، نبود

الکتریسیته و ... باعث بدتر شدن اوضاع می‌شود. گاه پیامدهای ثانویه به مراتب بیشتر از علت اصلی خطرآفرین می‌شود [۸] موضوع امداد رسانی و تامین اقلام اساسی بعد از وقوع حوادث طبیعی و عمدی حوزه عملی مشترکی میان مدیریت بحران و پدافند غیرعامل مطرح می‌گردد.

### ۳-۲- پدافند غیرعامل و اهمیت آن در مکانیابی انبار

#### اقلام ضروری

هر اقدام غیرمسلحانه‌ای که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروهای انسانی، ساختمان‌ها، تأسیسات، تجهیزات، اسناد و شریان‌های کشور در مقابل بحران‌هایی با عامل طبیعی (سیل، زلزله و طوفان) و عامل انسانی (جنگ، شورش‌های داخلی، تحریم) گردد، پدافند غیرعامل خوانده می‌شود. بدون شک نوع پدافند در بخش شهری کاملاً متفاوت از پدافند نظامی است و می‌توان اصطلاح پدافند غیرعامل شهری را برای این بخش‌ها مناسبتر دانست [۹]. از سوی دیگر پدافند غیرعامل بسیار مهم‌تر از سایر بخش‌هاست به‌گونه‌ای که اهمیت این موضوع در مناطق شهری هم به لحاظ اقتصادی، هم به لحاظ سیاسی، اجتماعی و فرهنگی و ... واجد اهمیتی دوچندان است [۱۰]. خسارت‌ها و صدمه‌های محتمل شهری در صورت بروز بحران شهری شامل ترکیبی از ویرانه‌های کالبدی و اختلال در عملکرد عناصر شهری است. انهدام سازه‌ها و ساختمان‌ها، شبکه‌ی راه‌ها و دسترسی‌ها، تأسیسات اساسی مخازن آب، نیروگاه‌ها، خطوط ارتباطی تلفن، برق، آب و گاز از آن جمله هستند.

در مجموع می‌توان از پدافند غیرعامل به‌منزله‌ی راهبرد آمادگی در شرایط اضطراری [۱۱]. یا راهبرد بازدارندگی یاد کرد. این راهبرد پاسخگویی به نیاز شهروندان برای حفاظت در برابر بحران‌های طبیعی، اجتماعی و فناورانه شهری است و حیطه‌های متنوع آسیب‌پذیری کالبدی، بوم‌شناسی و فناورانه را دربر می‌گیرد. بر این اساس پدافند غیرعامل مجموعه‌ای از برنامه‌ریزی، طراحی و اقداماتی است که باعث کاهش آسیب‌پذیری (ساختار شهری) در مقابل تهدیدات در معنای عام آن می‌شود [۱۰].

کلنل واردن تلاش کرده است که با تحلیل راهبردی دشمن در قالب یک سیستم مشتمل بر زیرسیستم‌های فراوان، نگرش غالب بر درگیری‌های بین دو طرف جنگ را از حوزه تاکتیکی به حوزه راهبردی ارتقاء داده و در این رهیافت، دشمن را به مانند یک سیستم مورد تحلیل و ارزیابی قرار دهد در تحلیل سیستمی، او دشمن را به ۵ لایه و یا حلقه سلسله‌مراتبی تقسیم می‌کند (شکل ۱).

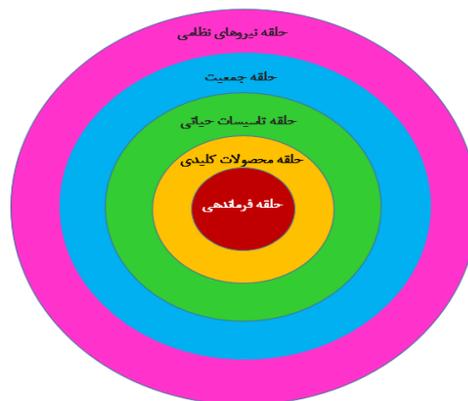
به (۴۷۶۲) کیلومتر مربع که در کنار رودخانه دز و در بخش‌های جلگه‌ای استان خوزستان واقع شده است. شهرستان در ارتفاع ۱۴۳ متری از سطح دریا و از شهرهای شمالی استان خوزستان می‌باشد. دزفول به جهت عبور رودخانه دز از این شهر و پیشینه تاریخی‌اش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و از دید جغرافیایی در موقعیتی بین ۳۲ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است (شکل ۲). این شهر با توجه به موقعیت استراتژیک خود همواره به‌عنوان یک هدف تهاجم توسط دشمن شناخته می‌شود و این مسئله زنگ خطری بر ناپایدار شدن ساختار شهر است همچنین با توجه به مشخصه‌های بارز تهاجم و پشتیبانی در دوران هشت سال جنگ تحمیلی ضرورت تبیین، تهیه اصول و الزامات پدافند غیرعامل جهت آسیب‌پذیری پدافندی این شهر، از منظر پدافند غیرعامل را گریزناپذیر کرده است. ویرانی‌های ناشی از جنگ تحمیلی اکثراً در سال‌های بعد از جنگ ترمیم شده است ولی هنوز آثاری از آن دوره برجای مانده است. مقاومت‌های مردم این شهر موجب شد تا دزفول در این دوره به شهر استقامت و پایتخت مقاومت ایران معروف شود.



شکل (۲): موقعیت جغرافیایی شهرستان دزفول

#### ۴-۲- فرایند تحقیق

روش تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. زیرا امکان در نظر گرفتن معیارهای متعدد را فراهم می‌کند. بسیاری از مسائل در حوزه مکان‌یابی مراکز دفاعی، پناهگاه‌های چندمنظوره شهری و پهنه‌بندی عرصه‌های مسکونی [۱۶، ۱۵، ۱۷] از منظر پدافند غیرعامل با استفاده از روش تصمیم‌گیری AHP حل شده است. این پژوهش، کاربردی و با هدف دستیابی به مدل سلسله‌مراتبی معیارهای مکان‌گزینی انبارهای اقلام ضروری از منظر پدافند غیرعامل و تهیه نقشه‌های مناسب مکان‌یابی در شهرستان دزفول ارائه شده است.



شکل (۱): مدل پنج حلقه واردن [۱۲]

بر اساس قانون حفاظت از تأسیسات حیاتی سال ۲۰۰۱، تأسیسات حیاتی شامل موارد زیر هستند: مواد غذایی، آب، کشاورزی، سیستم‌های بهداشتی و خدمات اورژانسی، انرژی (الکتریکی، هسته‌ای، نفت و گاز)، سدها، حمل و نقل (هوایی، جاده‌ای، راه آهن، فرودگاه، گذرگاه‌های آبی)، بناهای ملی و نهادها، اطلاعات و مخابرات، بانک‌داری و تأمین مالی، انرژی شیمیایی، صنایع دفاعی، پست و کشتیرانی [۱۳].

بنابراین انبارهای اقلام ضروری نقشی مهم و اساسی در مدیریت بحران‌های عمده ایفا می‌کنند و مکانیابی صحیح آن‌ها در سرویس‌دهی مناسب و کاهش خسارات پس از حوادث بسیار تاثیرگذار می‌باشد. گاهی تاخیر در تامین آب و غذای سالم دست کم در حداقل ضرورت به خصوص نزد گروه‌های آسیب‌پذیری که از اصل حادثه جان سالم به در برده‌اند، ممکن است حیات و سلامت آنها را به‌طور جدی به مخاطره افکند [۱۴]. عوامل مهمی در مکانیابی انبار موثر است. این عوامل بر ساخت اصولی انبار، نگهداری مواد داخل آن و عملکرد مناسب آن در مواقع بحرانی تاثیرگذار است این موارد و سایر ملاحظات را می‌توان در پنج شاخص (۱- فضایی-کالبدی، ۲- اقتصادی، ۳- جمعیتی، ۴- امنیتی- دفاعی و ۵- طبیعی، جغرافیایی و زیست محیطی جای داد [۱۵].

توجه به شرایط محیطی و به‌خصوص شرایط اقلیمی هر منطقه در مکانیابی انبار کمک شایانی به کارایی انبارها در نگهداری مواد غذایی و غلات می‌نماید. از طرفی انبارها باید در مواقع بحران کارکردی مناسب داشته و بهترین و سریع‌ترین دسترسی ممکن را به محل‌های اسکان افراد داشته باشد. در این تحقیق به بررسی شرایط و معیارهای مکانیابی انبارهای اقلام ضروری و تهیه نقشه‌ی مناطق مناسب جهت احداث، پرداخته می‌شود.

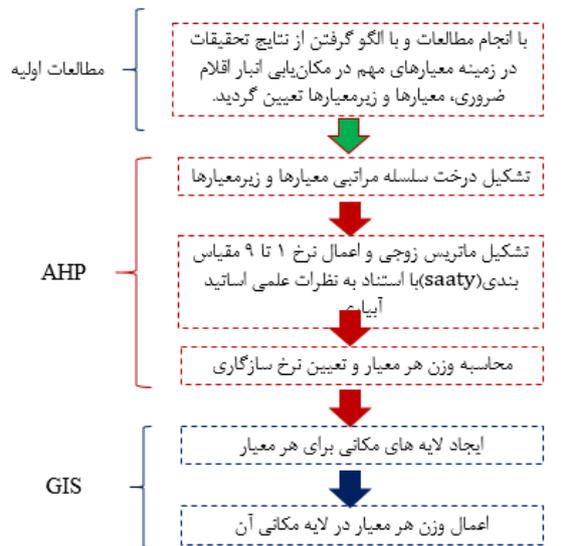
#### ۴- مواد و روش‌ها

##### ۴-۱- محدوده مطالعاتی

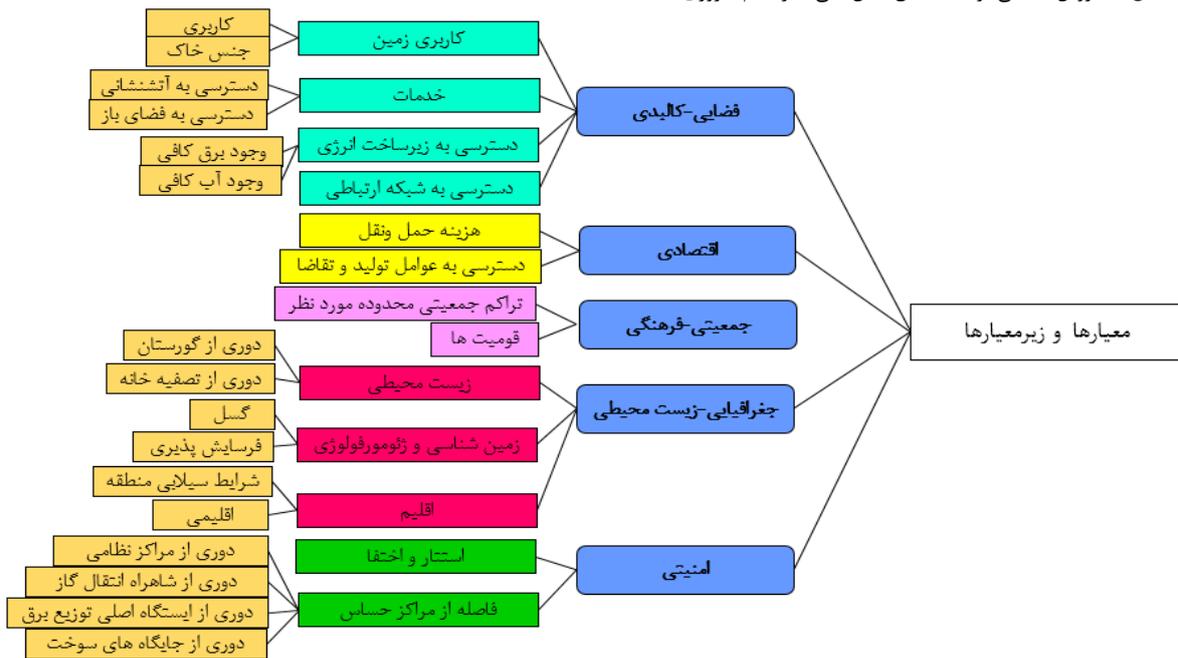
دزفول شهری است غربی در جنوب ایران که با مساحت نزدیک

اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، ایجاد یک نمایش گرافیکی از مسئله می‌باشد که در رأس آن هدف کلی مسئله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها نشان داده می‌شوند. هر چند که یک قاعده ثابت و قطعی برای رسم سلسله‌مراتبی وجود ندارد ولی در یک نگاه کلی می‌توان گفت که روش ساختن یک سلسله‌مراتبی به نوع تصمیمی که باید اتخاذ شود بستگی دارد [۱۹]. در شکل (۴) نمودار سلسله‌مراتبی معیارها و زیرمعیارها در رابطه مکانیابی احداث انبار اقلام ضروری بر مبنای اصول پدافند غیرعامل نشان داده شده است. همانطور که از این شکل مشخص است، برای گریز از ناهمگنی قضاوت‌ها در مقایسه‌ی دودویی، معیارها و زیرمعیارها به‌گونه‌ای انتخاب شده‌اند که ابعاد ماتریس مقایسه کوچک باشد و مقایسه به‌سهولت صورت گیرد. در این شکل، سطح هدف که مکانیابی احداث انبار اقلام ضروری بر مبنای اصول پدافند غیرعامل می‌باشد در بالاترین قسمت نمودار قرار گرفته است. معیارها که شامل پنج معیار (۱) فضایی، کالبدی، (۲) اقتصادی، (۳) جمعیتی، (۴) امنیتی و دفاعی و (۵) طبیعی، جغرافیایی و زیست محیطی هستند، در سطح اول قرار گرفته‌اند و بعد از معیارها، زیرمعیارها قرار گرفته‌اند که به‌عنوان سطح دوم در این نمودار محسوب می‌شوند و این زیرمعیارها نیز خود به چندین زیرمعیار دیگر تقسیم می‌شوند که این معیارها در سطح سوم قرار می‌گیرند.

با انجام مطالعات و با الگو گرفتن از نتایج تحقیقات در زمینه معیارهای مهم در مکان‌یابی انبار اقلام ضروری [۱۸]، معیارها و زیرمعیارها تعیین گردید. سپس به تشکیل لایه‌های مکانی این معیارها در نرم افزار GIS پرداخته شد. برای اهمیت این عوامل و امتیازدهی به معیارها از روش تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده گردید در واقع برای آنکه وزن‌دهی معیارها و قضاوت‌ها با ذهن و طبیعت بشری مطابق و همراه باشد، از روش AHP استفاده شد. لازم به ذکر است که این امتیازدهی براساس نظر متخصصان و مطالعات تخصصی، انجام گردیده است. درنهایت با اعمال این امتیازها در لایه‌های مکانی ایجاد شده برای هر معیار، نقشه نهایی مرتبط با مکانیابی انبار اقلام ضروری حاصل گردید. در شکل (۳) فرایند تحقیق بصورت گام گام ارایه شده است.



شکل (۳): روش شناسی فرایند تحقیق مکان‌یابی انبار اقلام ضروری



شکل (۴): نمودار سلسله‌مراتبی معیارها و زیرمعیارها در رابطه مکانیابی احداث انبار اقلام ضروری بر مبنای اصول پدافند غیرعامل

صورت طبقه بندی کمی بین ۱ تا ۹ از جدول قیاسی که توسط ساعتی [۲۱] بیان شده است استفاده شد (جدول ۱) و وزن هر کدام از معیارها بدست آمد. سپس با ضرب کردن این وزن‌ها در امتیازهای کسب شده وزن هر زیرمعیار بدست می‌آید و امتیاز نهایی هر زیرمعیار محاسبه می‌شود.

به دلیل اینکه هر یک از متغیرها تأثیر متفاوتی روی مکانیابی دارند و متغیرهای مؤثر بیش از یک فاکتور بوده و ارجحیت فاکتورها نسبت به هم سنجید می‌شوند، از روش مقایسه زوجی استفاده شد. در روش مقایسه زوجی، معیارها دو به دو با یکدیگر مقایسه شد و اهمیت آنها نسبت به یکدیگر بر اساس نظر کارشناسی تعیین گردید [۲۰] برای مقایسه زوجی متغیرها به

جدول (۱): مقیاس ۹ کمیتی ساعتی برای مقایسه زوجی معیارها [۲۱]

ردیف	ترجیحات	امتیاز
۱	اهمیت مساوی	۱
۲	اهمیت اندکی بیشتر	۳
۳	اهمیت بیشتر	۵
۴	اهمیت خیلی بیشتر	۷
۵	اهمیت مطلق	۹
۶	ترجیحات بین فواصل فوق	۲، ۴، ۶، ۸

نسبی پارامترها تجدید نظر صورت گیرد [۲۰]. به عنوان نمونه ماتریس مقایسه‌ای معیارهای کلی مؤثر در مکانیابی احداث انبار اقلام ضروری بر مبنای اصول پدافند غیرعامل در جدول (۲) ارائه شده است.

یکی از مزیت‌های روش AHP امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده برای تعیین ضریب اهمیت معیارها است. سازوکار بررسی این سازگاری، محاسبه ضریبی به نام ضریب ناسازگاری (CR) است [۲۱] این معیار بایستی کمتر از ۰/۱ باشد در صورتی که مقدار ضریب بیشتر باشد، می‌بایست در اهمیت

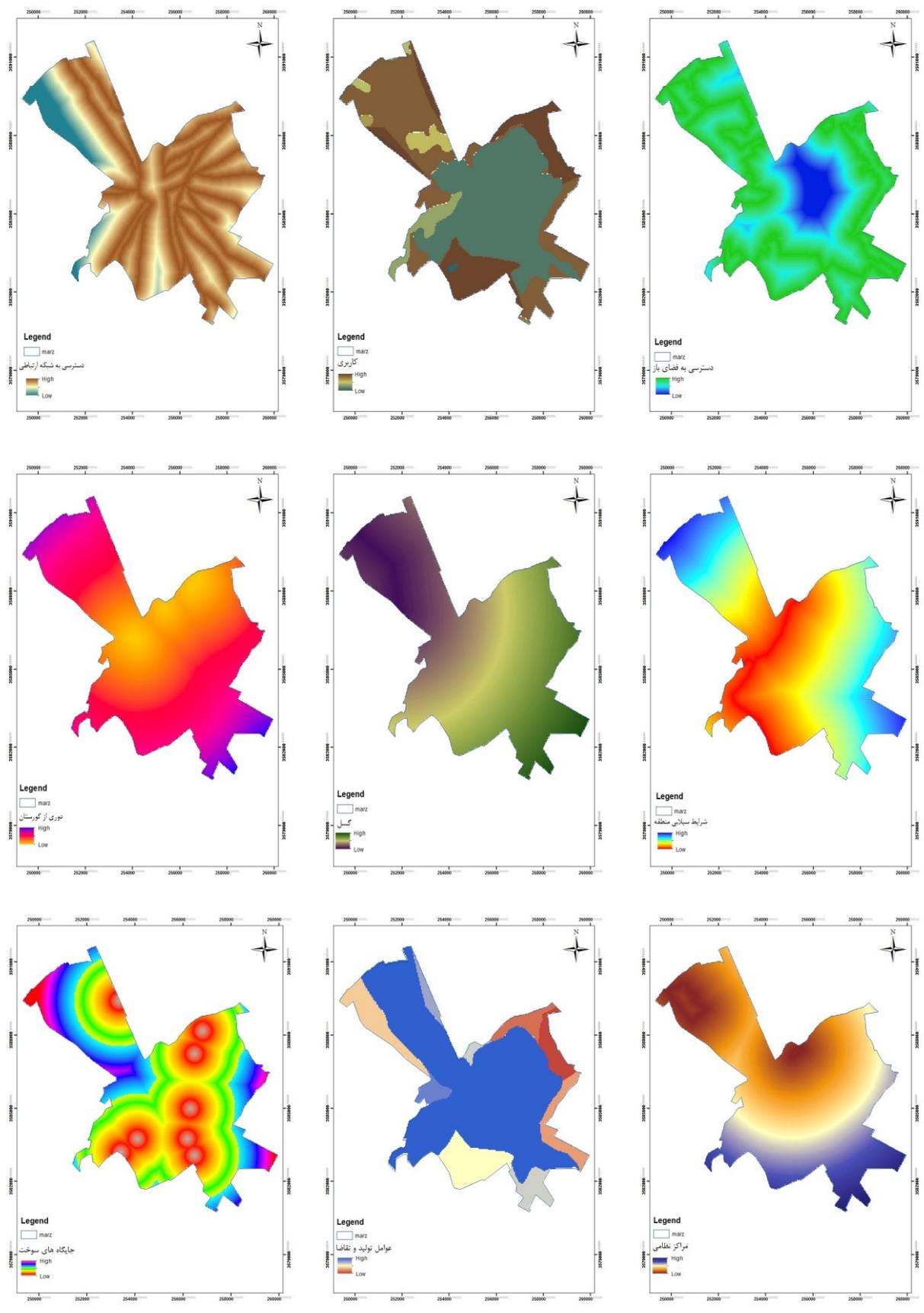
جدول (۲): ماتریس مقایسه معیارهای مکانیابی پناهگاه‌های اضطراری در سطح اول.

وزن	جمعیتی	اقتصادی	امنیتی	جغرافیایی - زیست محیطی	فضایی - کالبدی	معیارها
۰/۳۹۹	۱	۳	۳	۵	۱	فضایی - کالبدی
۰/۱۶۷۴	۱	۰/۳۳	۳	۱	۰/۲	جغرافیایی - زیست محیطی
۰/۱۱۴۵	۱	۰/۳۳	۱	۰/۳۳	۰/۳۳	امنیتی
۰/۱۳۵	۱	۱	۱	۱	۰/۳۳	اقتصادی
۰/۱۸۴	۱	۱	۱	۱	۱	جمعیتی
CR : ۰/۰۸						

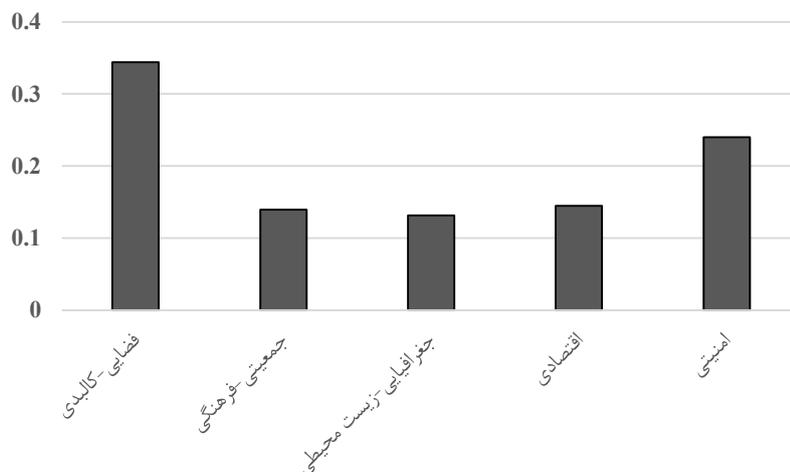
#### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

زیرمعیارها به ترتیب در نمودار (۱) و (۲) ارائه شده است. لازم به ذکر است که تمامی وزن‌های نسبت داده شده برای گزینه‌ها و معیارها با توجه به نظرات کارشناسان و مطالعه دقیق منابع صورت گرفته است و قابل اطمینان هستند. در شکل (۵) برخی از لایه‌های گرافیکی مربوط به عوامل مؤثر در مکانیابی احداث انبار اقلام ضروری با رویکرد پدافند غیرعامل در محیط GIS ارائه شده است.

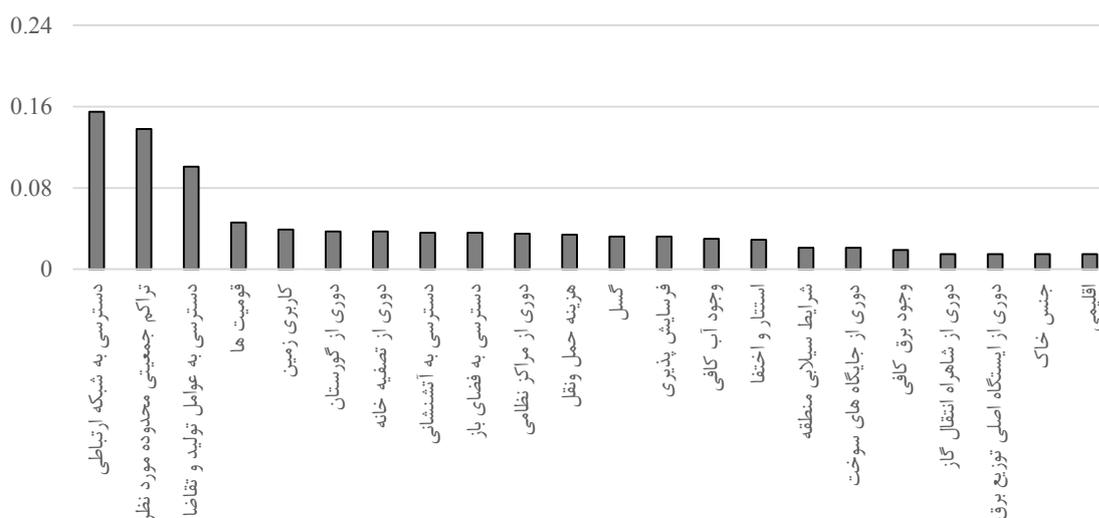
در پژوهش حاضر که با استفاده از مطالعات ارزیابی منابع و قابلیت اراضی شهرستان دزفول انجام گردید، ۲۲ عامل مؤثر در مکانیابی مناسب جهت احداث انبار اقلام ضروری بر مبنای رویکرد پدافند غیرعامل تأثیر داده شد و مکان‌یابی مناطق شهرستان دزفول با تشکیل لایه‌های مکانی و تلفیق آنها در وزن‌های نهایی مربوطه بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی انجام گردید که نتایج محاسبات وزن نهایی برای معیارها و



شکل (۵): لایه‌های گرافیکی برخی عوامل مؤثر بر مکانیابی احداث انبار اقلام ضروری با رویکرد پدافند غیرعامل در محیط Gis



نمودار (۱): اولویت‌بندی ضریب اهمیت معیارهای اصلی بر اساس نتایج به‌دست آمده از تحلیل سلسله مراتبی Ahp

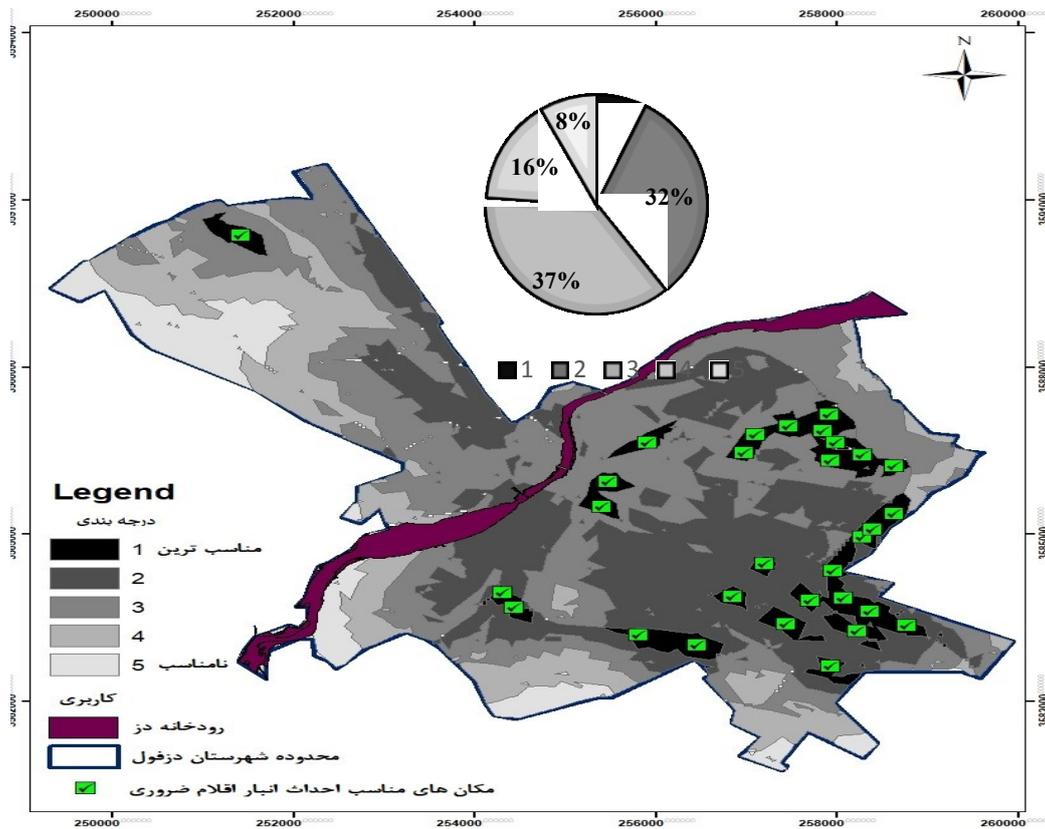


نمودار (۲): اولویت‌بندی ضریب اهمیت زیرمعیارها بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل سلسله مراتبی Ahp

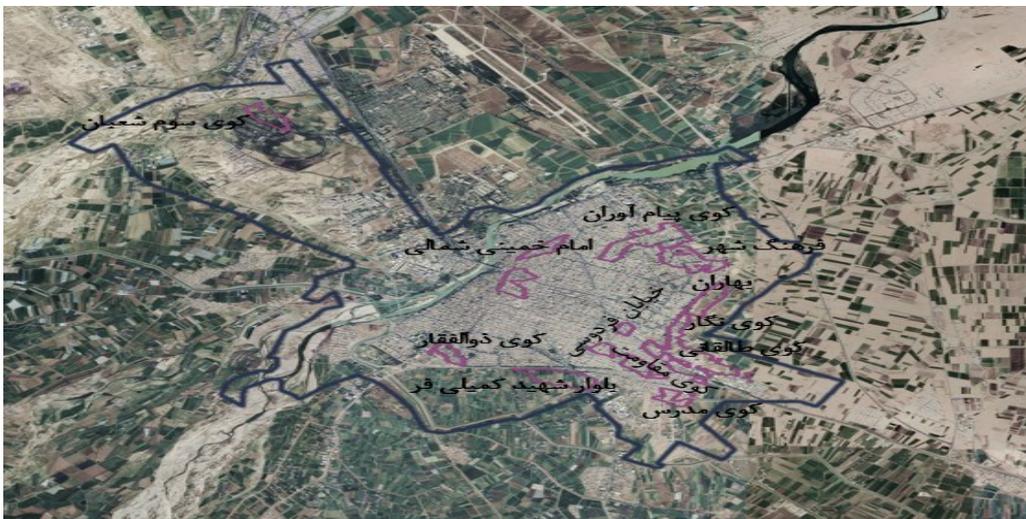
جهت احداث انبارها، اراضی کاملاً مناسب و در نظر گرفته شده‌اند. در شکل (۵) مکان‌های پیشنهادی جهت احداث انبار اقلام ضروری نشان داده شده است. نتایج رتبه‌بندی پهنه‌های مناسب برای استقرار انبارها با استفاده از مدل AHP نشان می‌دهد که سایت‌های غربی و جنوب غربی (بیشترین قابلیت) و سایت‌های مرکزی و شرقی و جنوب شرقی کمترین قابلیت را برای جانمایی انبارهای اقلام ضروری دارند که در شکل (۷) نام محدوده مکان‌های مناسب در تصویر هوایی شهرستان دزفول تعیین گردیده است.

مقایسه و محاسبه وزن‌ها با استفاده از مدل AHP در محیط نرم‌افزار GIS انجام شد که به‌طور خودکار نسبت‌سازی نیز محاسبه گردید و از طریق ادغام وزن‌های نسبی سطوح مختلف و براساس مدل (Weight-overlay) لایه‌های وزن‌گذاری‌شده، هم‌پوشانی شده (شکل ۶) و مکان‌های مناسب و نامناسب (به‌ترتیب عدد ۱ مربوط به مناسب‌ترین تا عدد ۵ که کاملاً نامناسب می‌باشد) بر حسب درصد شناسایی و دسته‌بندی گردید. نقاطی از شهر که دارای کاربری‌های سازگار، تراکم جمعیتی بالا، نزدیکی به معابر اصلی برای احداث انبار اقلام ضروری مناسب می‌باشد؛ لذا





شکل (۶): نقشه هم‌پوشانی لایه‌های مختلف مکان‌یابی انبار اقلام ضروری همراه با نمودار درصد مساحت در شهرستان دزفول



شکل (۷): نقشه هوایی مکان‌های کاملاً مناسب استقرار انبار اقلام ضروری در شهرستان دزفول

## ۵- نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت این موضوع در زمان بحران، ضرورت توجه به اصول و ضوابط مناسب با رویکرد پدافند غیرعامل در مکان‌یابی و طراحی زیرساخت‌های شهرها اهمیت دوچندان می‌یابد. پدافند غیرعامل به منزله بخشی از اقدامات دفاعی از اولویت‌ها مهم امنیتی کشور است بنابراین برای ایجاد عرصه‌ی زیرساخت‌های مهم، یکی از مهمترین عوامل برای ایجاد امنیت مردم در شهرهای

امروزه هدف قرار گرفتن شهرها و آسیب رساندن به ساختارهای شهری به‌ویژه در سطح شهرهای با قابلیت پشتیبانی همواره باعث ازهم‌گسیختگی نظام اجتماعی و اقتصادی شده است که در صورت بروز حادثه در سطح این شهرها به دست دشمن، به دلیل تفاوت ساختاری این شهرها نسبت به سایر شهرها فاجعه بسیاری به بار می‌آورد.

- [2] F. Sadeghi and A. Haghzad, "Application of passive defense principles and approaches in urban planning with emphasizing land use (Case Study Ramsar)," Research Journal of Fisheries © 2015 AENSI Publisher All rights reserved, 2015.
- [3] A. Mohammadpour, A. H. Zarghami and Saeed Zarghami, "Investigation and Evaluation of Vulnerable Zones and Elements of the City from the Passive Defense view Case study: City of Sanandaj", Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), vol. 26, no. 102, 2017. (In Persian)
- [4] A.A. Dehkhoda, "Dehkhoda Dictionary," Tehran University Press and Publishing, Tehran vol. 4, pp. 37 - 38, 1351. (In Persian)
- [5] H. A. Faraji Sabokbar, M. Omidipoor, M. Modiri, and Bastaminia, "Providing a model for zoning of Ahvaz City based on Sorting of alternatives by similarity to profile (SSP)," Emergency Management, vol. 3, no. 2, pp. 45-56, 2015. (In Persian)
- [6] A. R. Fallahi, "Documentation of the Underground Cu Chi Tunnels, as Rural Vietnamese Resistant, from a Passive Defense Perspective," JHRE, vol. 33, no. 147, pp. 51-64, 2014. (In Persian)
- [7] S. A. Khamenei, "The general policies of the system in matters of passive defense," 2009. (In Persian)
- [8] M. B. Rukni, "The risk of parasitic diseases and their prevention during natural and intentional disasters," the first scientific research conference on rescue and relief management, 2002. (In Persian)
- [9] "improve public safety," Safety Science, pp. 18-24, 2016. (In Persian)
- [10] D. La Rosa and F. Martinico, "Assessment of hazards and risks for landscape protection planning in Sicily," J. Environ. Manage, 127(Supplement), pp. 155-167, 2013.
- [11] J. Pan and H. Wei, "Blue Book of Cities in China: Annual Report on Urban Development of China," Social Sciences Academic Press, Beijing, China, no. 8, 2015.
- [12] J. Movhadinia, "Principles and basics of passive defense," Malek Ashtar University of Technology, Tehran, 2010. (In Persian)
- [13] J. Moteff, C. Claudia, and F. John, "Critical Infrastructures: What makes on Infrastructure," Report for Congress, The Library of Congress, Washington D.C, 2002.
- [14] M. M. Esfahani, "Nutrition and health in Savaneh," the first scientific research conference on relief and rescue management, 2002. (In Persian)
- [15] V. Rahmati nia and D. Mokhtari, "Placement of Defense Centers from the Perspective of Passive Defense in the Country's Northwestern Regions the Using Geographical Information System (GIS)," Passive Defense Quarterly, vol. 12, pp. 65-80, 2021. (In Persian)
- [16] H. Vahdani Charzekhon, A. Harasani, V. AbediBizeki, and M. H. Ghadi, "Site Selection of Multi-Purpose Urban Shelters with Passive Defense Approach (Case Study: Bojnourd City)," Passive Defense Quarterly, vol. 12, pp. 49-58, 2021. (In Persian)
- [17] M. Beiranvand and K. Momeni, "Zoning of residential areas with the approach of passive defense in line with the security of citizens in the GIS environment (case study: Dezful city)," journal of police Geography, vol. 7, pp. 1-20, 2019. (In Persian)
- [18] I. Ghalandarian gol khatmi, "Criteria Collection for Essential Items Storage Locating with Passive Defense Approach," Scientific Journal of Passive Defense, vol. 6, no. 2, pp. 1-11, 2015. (In Persian)
- [19] T. L. Saaty, "The analytical Hierarchy process," McGraw-Hill, Inc, p. 270, 1980.
- [20] H. Qudsipour, "AHP Hierarchical Analysis Process," Amir Kabir University of Technology Publications, 11th edition, 2012. (In Persian)
- [21] T. L. Saaty, "A scaling method for priorities in hierarchical structure," J. Math. Psychol., vol. 15, pp. 228-234, 1977.

حساس و راهبردی از جمله دزفول، مکانیابی صحیح و بر پایه مستندات و محاسبات علمی و فنی است. شناخت معیارها و ضوابط مکانیابی مؤثر در عرصه استقرار زیرساخت‌ها از این جمله است.

نوآوری این پژوهش نسبت به سایر پژوهش‌های مشابه در تلفیق معیارها و شاخص‌های جغرافیایی با پدافند غیرعامل و ارائه مفهومی جدید برای استقرار انبارهای اقلام ضروری با توجه به تهدیدات طبیعی و انسانی است.

براین اساس ۵ گروه با عنوان معیارهای مؤثر بر مکانیابی انبارهای اقلام ضروری و ۲۲ مورد با عنوان زیر معیار یا شاخص، شناسایی گردیدند که پس از انجام محاسبات ریاضی، بیشترین میزان ضریب اهمیت به معیار دسترسی به شبکه ارتباطی (۰/۱۵۵) و کمترین میزان مربوط به شرایط اقلیمی (۰/۱۵) تعلق گرفت.

بر مبنای اعمال ضرایب اهمیت معیارها و با استفاده از همپوشانی نقشه‌های اطلاعات مکانی بدست آمده، محدوده‌هایی جهت استقرار انبارهای اقلام ضروری بر اساس طیف لیکرت، یعنی در بازه کاملاً مناسب تا کاملاً نامناسب، در شهرستان دزفول پهنه بندی گردید که از این میان محدوده‌های کاملاً مناسب و مناسب به ترتیب با مساحت ۷ و ۳۲ درصد منطقه را تحت پوشش قرار داده‌اند. درنهایت نتایج حاصله نشان داد که پهنه‌های محدودی از منطقه مورد مطالعه شرایط کاملاً مناسبی برای ایجاد انبارهای اقلام ضروری از بعد پدافند غیرعامل را دارند. بر اساس نقشه‌ی نهایی بدست آمده، پهنه‌ی ای از شهر که عمدتاً در کمانه‌ای از شرق به جنوب شرق می‌باشد از لحاظ معیارهای مورد بررسی دارای شرایط کاملاً مناسب است این مکان‌ها شامل کوی‌های فرهنگ شهر، بهاران، پیام آوران، نگار، طالقانی، مدرس، مقاومت و خیابان فردوسی، بخش‌هایی از مرکز شهرستان شامل خیابان امام خمینی شمالی و نیز بخشی از قسمت‌های شمالی شهرستان شامل کوی سوم شعبان قرار دارند و این امکان برای سازمان‌های مسئول وجود دارد که با در نظر گرفتن امکانات خود در مکانیابی از نقشه‌ی نهایی استفاده کنند.

برنامه‌ریزی و از پیش اندیشیدن جهت آمادگی و مقابله با هر گونه حادثه‌ای سبب افزایش امنیت در سطح شهرهایمان خواهد شد. جمع‌بندی مقاله حاضر را با حدیثی از امیرالمومنین به اتمام می‌رسانیم:

قال امیرالمومنین (ع): برنامه‌ریزی و آینده‌نگری قبل از شروع کار تورا از پشیمانی ایمن می‌سازد.

## ۶- مراجع

- [1] M. Mohammadi De Cheshmeh, "The Measuring of Connectivity in Urban Texture of Karaj Facing with Hazards," MJSP. vol. 18, no. 3, pp. 53-78, 2015. (In Persian)

نشریه علمی پدافند غیرعامل

سال چهاردهم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲، (پیاپی ۵۶): صص ۱۲۷-۱۱۱

علمی - ترویجی

## ارائه جدیدترین طبقه‌بندی مسائل امنیتی رایانش ابری: چالش‌ها،

### حمله‌ها، راه‌حل‌ها

سجاد قوبدل<sup>۱</sup>، مهدی نقوی<sup>۲\*</sup>، داود اصغرزاده<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۶

#### چکیده

رایانش ابری با ظهور خود انقلابی در خدمات‌دهی اینترنت به وجود آورده است. در رایانش ابری مسئله امنیت مهم‌ترین هدف و نیاز اصلی یک سیستم می‌باشد. با توسعه رایانش ابری، مجموعه‌ای از مشکلات امنیتی ظاهر شده است. وجود مسائل امنیتی مانعی قوی برای سازگاری کاربران با سیستم‌های رایانش ابری است. امنیت ابری در حال تبدیل شدن به یک تمایز کلیدی و مزیت رقابتی بین ارائه دهندگان ابر است. این مقاله برخی از سیستم‌های رایانش ابری را معرفی می‌کند و مشکل امنیت رایانش ابری و راهبرد آن را با توجه به مفاهیم و نمادهای رایانش ابری تحلیل می‌کند، سعی شده است این مقاله نگاهی جامع به امنیت رایانش ابری داشته باشد و مسائل مربوط به امنیت رایانش ابری و برخی از چالش‌های تحقیقاتی کلیدی پیاده‌سازی راه‌حل‌های امنیتی ابری بررسی شده است. در این مقاله به جدیدترین و مهم‌ترین مسائل امنیتی ابر مانند امنیت داده، محرمانگی داده، امنیت برنامه و چالش‌ها، حمله‌ها و راه‌حل‌های مقابله با آن‌ها با توسعه رایانش ابری پرداخته شده است. در انتها مسائل امنیتی خاص ابر شامل هویت اعتبار دسترسی، توسعه نرم‌افزار ناامن، منابع شخص ثالث ناامن مورد بررسی قرار گرفت.

**کلیدواژه‌ها:** رایانش ابری، امنیت رایانش ابری، چالش‌های رایانش ابری، مقابله با حملات به رایانش ابری

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده هوش مصنوعی و علوم شناختی، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، ایران، تهران

<sup>۲</sup> استادیار دانشکده کامپیوتر دانشگاه جامع امام حسین (ع)، ایران، تهران (mnaghavi@ihu.ac.ir) - نویسنده مسئول

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده هوش مصنوعی و علوم شناختی، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، ایران، تهران

## ۱- مقدمه

رایانش ابری یکی از فناوری‌های مهم در سیستم‌های فناوری اطلاعات است. این فناوری دارای ویژگی‌های جدید است که آن را از سایر فناوری‌های فناوری اطلاعات متمایز می‌کند. منابع و فضای اطلاعاتی به صورت پویا میان کاربرهای مختلف، به اشتراک گذاشته شده و از حداکثر توان سخت افزار برای خدمت رسانی به ابرهای مختلف استفاده می‌شود. امنیت یکی از مهم‌ترین موضوع‌های رایانش ابری می‌باشد. اگر سازمانی یا شرکتی احساس امنیت نداشته باشد داده‌ها و اطلاعات خود را در ذخیره‌سازهای سامانه رایانش ابری به اشتراک نمی‌گذارد و این یک تهدید در این فناوری به حساب می‌آید [۱].

گارتنر رایانش ابری را سبکی از رایانش تعریف می‌کند که در آن قابلیت‌های مبتنی بر فناوری اطلاعات، در مقیاس بزرگ و به عنوان خدمات در اختیار کاربران اینترنت قرار می‌گیرد. نکته کلیدی در [۱] این تعریف، اصطلاح «به‌عنوان خدمت» است که به پرداخت هزینه و تعریف قراردادهای سطح خدمت اشاره دارد.

## ۱-۱- فرصت‌های امنیت رایانش ابری

طبق اعلام گارتنر در سال ۲۰۲۳ میلادی [۱۸] در خصوص چشم انداز امنیت ابری و راهبردهای آن، فرصت‌های امنیت رایانش ابری در ۵ عنوان به صورت زیر اعلام شده است:

**الف) نقش معماری امنیت ابر و معمار امنیت ابر کلید موفقیت ابتکارات رایانش ابری است زیرا ابر به مجموعه متفاوتی از اصول، فرآیندها و فناوری‌های طراحی امنیتی نیاز دارد.**

**ب) ارزیابی احتمال خطر ابری باید به صورت خودکار انجام شود تا با نیازهای تجاری همگام شود.**

**پ) ارائه دهندگان ابر سطح ۱ معمولاً نقاط شروع امن‌تر برای بارهای کاری از همه نوع هستند.**

**ت) بسیاری از شرکت‌ها یک راهبرد چند ابری را اتخاذ کرده‌اند که استفاده از ابزارهای امنیتی شخص ثالث را برای سیاست‌گذاری و حاکمیت منسجم در یک چشم‌انداز چند ابری ضروری می‌کند.**

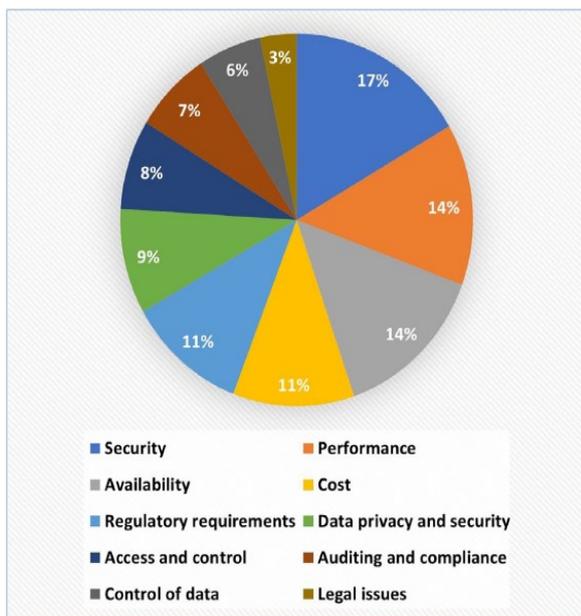
**ث) کاربران نهایی به طور فزاینده‌ای از صدها نرم‌افزار به عنوان برنامه‌های کاربردی خدمات و زیرساخت‌های متعدد به عنوان ارائه خدمات استفاده می‌کنند و با استفاده از پلت‌فرم به عنوان فناوری خدمات، خدمات جدیدی را ایجاد می‌کنند. بنابراین، ابتکارات امنیت ابری باید «عوامل شکل» مختلف ابری را که توسط بسیاری از سازمان‌ها استفاده می‌شود، در نظر بگیرد.**

## ۲-۱- روش تحقیق

با بررسی پژوهش‌هایی که در خصوص مسائلی که در حوزه رایانش ابری انجام شده است طبق شکل (۱) امنیت رایانش ابری با ۱۷٪ به‌عنوان مهم‌ترین مسئله رایانش ابری را به خود اختصاص داده است. به همین علت مطالعاتی که در حوزه امنیت رایانش ابری انجام پذیرفته براساس نتایج آن به عنوان جدیدترین مطالعات انجام شده تحت عنوان زیست‌بوم امنیت رایانش ابری در شکل (۳) آورده شده است.

## ۲- مفاهیم پایه

مفاهیم پایه شامل مدل‌های استقرار ابری، مدل‌های خدمات ابری، ویژگی‌های اساسی ابری، چالش‌های امنیتی ابری، مهم‌ترین مسائل امنیتی ابری، مسائل امنیتی خاص ابری، انواع حملات ابری و روش‌های حفاظت به‌طور خلاصه تشریح می‌شوند.

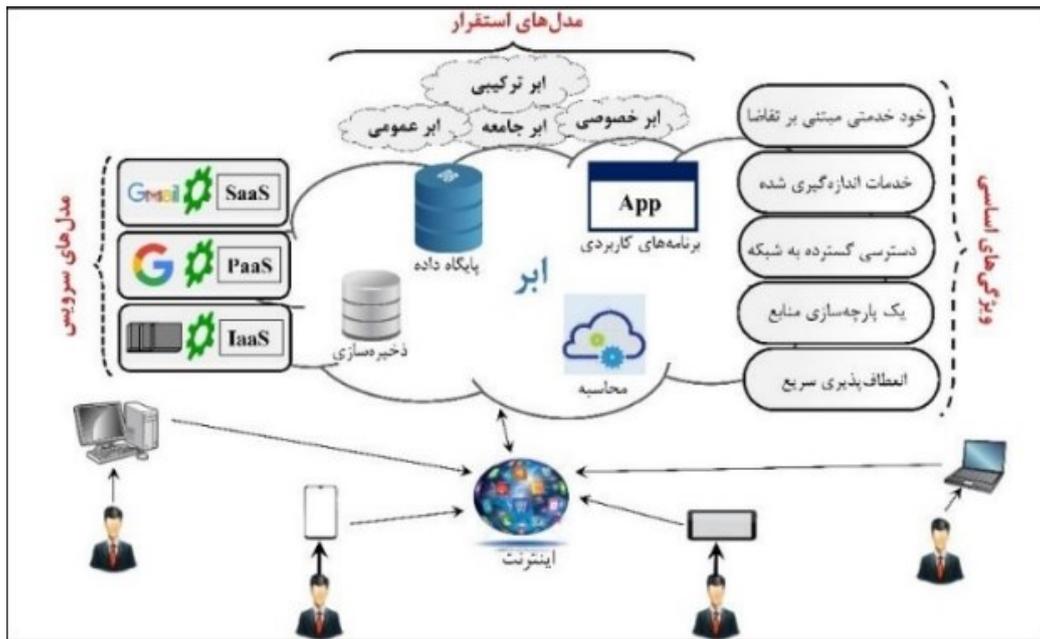


شکل (۱): تجزیه و تحلیل مسائل مختلف درگیر در محیط ابری [۱۰]

## ۲-۱- مدل‌های استقرار ابری

در خصوص نحوه شکل‌گیری رایانش ابری می‌توان به، پنج مدل استقرار ابر که تاکنون مورد بحث قرار گرفته است اشاره کرد. که عبارتند از: ابر عمومی، خصوصی، ترکیبی، اجتماعی و مجازی خصوصی (VPC)<sup>۱</sup> هستند. در میان این مدل‌ها VPC کمتر مورد توجه جامعه پژوهش قرار گرفته است. ویژگی‌های این مدل‌های استقرار در جدول (۱) و شکل (۲) خلاصه شده است [۴].

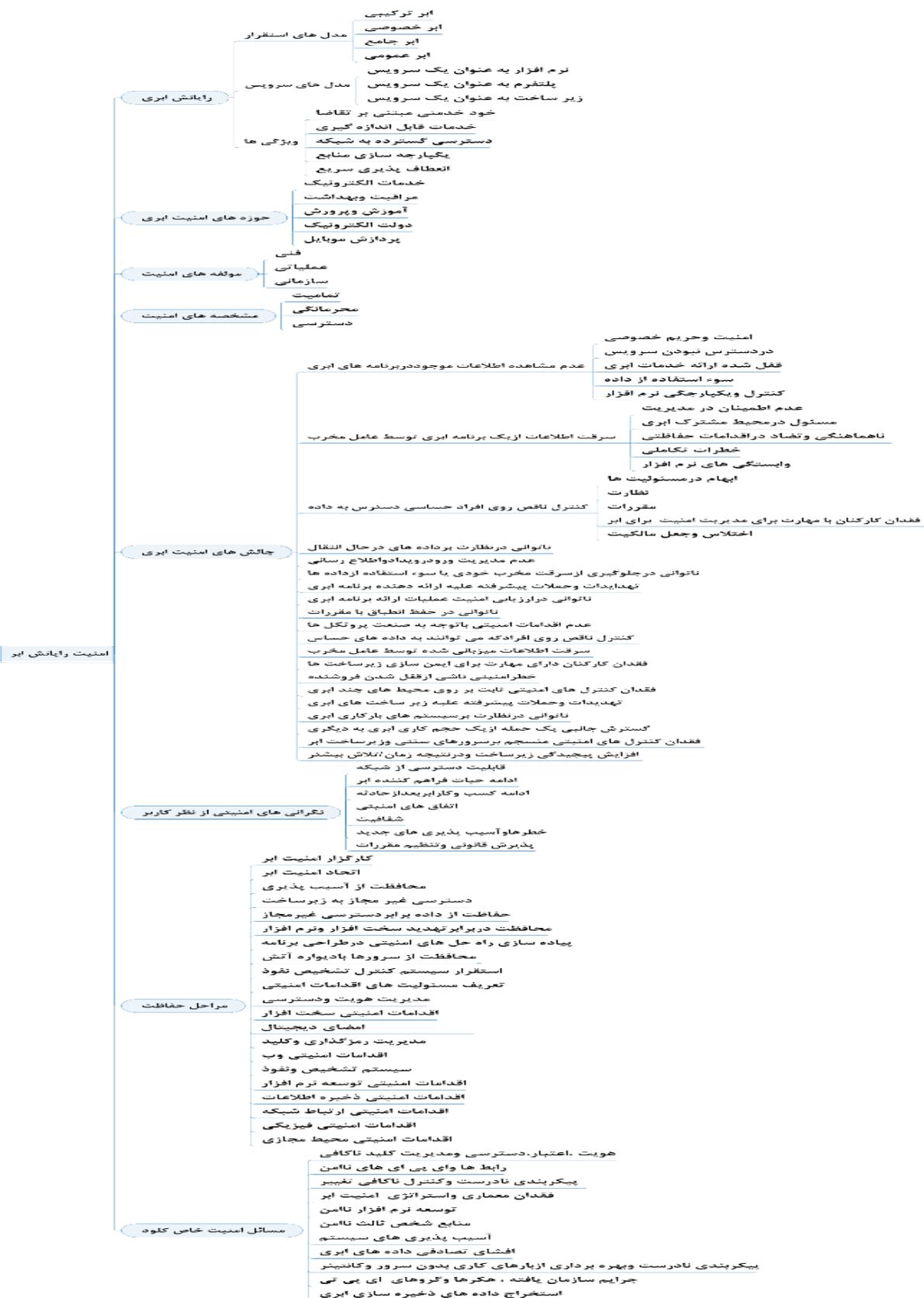
<sup>۱</sup>Virtual Port Channel



شکل (۲): رایانش ابری در تصویر [۲]

جدول (۱): مدل‌های استقرار ابری [۱۱]

ویژگی‌ها	مدل استقرار
در این مدل با دسترسی کاربران به اینترنت برای دریافت خدمات، رایانش ابری خدمات خود را برای کاربران نهایی فراهم می‌کند. بنابراین، این خدمات ابری به صورت عمومی قابل دسترسی هستند. ارائه دهنده خدمات ابری زیرساخت‌های مورد نیاز را برای کاربران نهایی فراهم می‌کند.	ابر عمومی
این مدل در سازمان‌ها برای برآوردن نیازهای ابری در سطوح مختلف در سازمان‌ها استفاده می‌شود. آنها زیرساخت خود را برای راه‌اندازی خدمات‌های ابری حفظ خواهند کرد. این مدل، هزینه استفاده از خدمات ابری برای سازمان را در درازمدت با امنیت بیشتر کاهش می‌دهد، زیرا مدل‌های ابر خصوصی در شبکه‌های خصوصی در پشت دیوارهای آتش خود مستقر می‌شوند.	ابر خصوصی
مدلی است که برای استقرار زیرساخت ابری استفاده می‌شود که می‌تواند بین چندین سازمان با اهداف مشابه به اشتراک گذاشته شود. قابل مقایسه با ابر خصوصی است اما در بین برخی سازمان‌ها به اشتراک گذاشته شده است.	ابر جامعه
مدل ابر ترکیبی از دو یا چند مدل از مدل‌های فوق (به ویژه ابر عمومی و خصوصی) تشکیل شده است. دارای زیرساخت‌های منفرد و موجودیت‌های منحصر به فردی می‌باشد، و توسط فناوری‌های استاندارد یا اختصاصی به هم متصل می‌شوند. و امکان انتقال داده‌ها و برنامه‌های کاربردی را بین زیرساخت‌های متصل به هم فراهم می‌کند. هدف از این شکل، ترکیبی از خدمات و ایجاد راه‌حلی است که به بهترین وجه نیازهای مشخص هر شرکت را برآورده کند. برای مثال، یک مشتری ابری می‌تواند حجم کاری حیاتی را در یک ابر خصوصی اجرا کند، اما از خدمات پایگاه‌داده یک ارائه دهنده ابر عمومی برای داده‌های غیر حیاتی استفاده کند.	ابر هیبریدی
مدل ابر خصوصی مجازی اصطلاح «ابر خصوصی مجازی» برای اولین بار توسط خدمات وب آمازون در زمان معرفی محصول جدید آن «VPC Amazon» به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفت. در مدل ابر خصوصی مجازی، ارائه دهنده ابر زیرساخت‌های زیر بنایی را منحصرًا برای یک سازمان فراهم می‌کند که می‌تواند شامل تعدادی کاربر (به‌عنوان مثال، بخش‌های تجاری) باشد.	ابر خصوصی مجازی



شکل (۳): زیست بوم امنیت رایانش ابری

## ۲-۲-۲- مدل‌های خدمات ابر به شرح زیر است:

رایانش ابری خدمات خود را به سه شکل ارائه می‌دهد که به صورت زیر می‌باشد [۵].

### ۲-۲-۱- نرم‌افزار به عنوان خدمت (SaaS)

این یک مدل تحویل نرم‌افزار "یک به چند" است که به برنامه‌ها از طریق خدمات شبکه دسترسی می‌دهد. و کاربران می‌توانند هر چیزی را در محل خود نصب کنند و هزینه اولیه قابل توجهی را برای خرید نرم‌افزار و مجوز مورد نیاز باید بپردازند. و آنها طبیعتاً به عنوان مستاجر هستند. کاربران مجبور نیستند که پایگاه ابری اساسی شامل شبکه، سرورها، سیستم‌عامل‌ها، ذخیره‌سازی و غیره را کنترل کنند. و به روزرسانی به صورت خودکار انجام می‌شود و دارای پلتفرم مستقل است. محبوب‌ترین‌های SaaS مورد استفاده عبارتند از: Google Drive, Google, Microsoft Office و غیره.

### ۲-۲-۲- پلتفرم به عنوان خدمت (PaaS)

PaaS یک پلتفرم توسعه و استقرار برای اجرای برنامه‌های کاربردی در فضای ابری است که از یک محیط زبان برنامه‌نویسی، سیستم عامل، وب سرور و پایگاه داده تشکیل شده است. کاربران داده‌ها و منابع برنامه را مدیریت می‌کنند در حالی که سایر منابع توسط ارائه دهنده‌گان ابری مدیریت می‌شوند. PaaS مقیاس‌پذیر و کم هزینه و همچنین دامنه برای توسعه‌دهندگان است. ارائه دهنده‌گان محبوب PaaS عبارتند از: Heroku, Windows Azure, Google App Engine و غیره.

### ۲-۲-۳- زیرساخت به عنوان خدمت (IaaS)

IaaS محبوب‌ترین و رشد یافته‌ترین بخش بازار محاسبات ابری می‌باشد. و پردازش، ذخیره‌سازی، ظرفیت شبکه و سایر موارد اساسی را به کار می‌گیرد. و همچنین منابع محاسباتی خدمات معماری و زیرساخت محاسباتی و همچنین منابع محاسبات مجازی را ارائه می‌دهد. که کاربران مختلف می‌توانند به آنها دسترسی داشته باشند. عمدتاً توسط مدیران سیستم استفاده می‌شود. IaaS محبوب مورد استفاده خواهد بود. Amazon, GoGrid و غیره.

## ۳- ویژگی‌های اساسی رایانش ابری

مهم‌ترین ویژگی‌های که می‌توان برای رایانش ابری بیان کرد به شرح ذیل می‌باشد [۹].

• **خدمت بر حسب تقاضا:** مصرف‌کننده می‌تواند به طور یک جانبه قابلیت‌های محاسباتی مانند زمان سرور و ذخیره‌سازی شبکه را در صورت نیاز به صورت خودکار ارائه دهد.

• **دسترسی گسترده به شبکه:** کلیه خدمات در رایانش ابری از طریق شبکه در دسترس هستند و توسط دستگاه‌های مختلف مانند رایانه رومیزی، تلفن همراه، تلفن‌های هوشمند و دستگاه‌های تبلت قابل دسترسی هستند.

• **تجمیع منابع:** منابع محاسباتی ارائه دهنده برای ارائه خدمات به چندین مصرف‌کننده با استفاده از یک مدل چند مستاجر، فیزیکی و متفاوت ترکیب می‌شوند.

## ۴- چالش‌های امنیتی رایانش ابری

ابر چندین مزیت را برای سازمان‌ها فراهم می‌کند. با این حال، تهدیدات و نگرانی‌های امنیتی خاص خود را نیز به همراه دارد. زیرساخت‌های مبتنی بر ابر با یک مرکز داده داخلی بسیار متفاوت است و ابزارها و راهبردهای امنیتی سنتی همیشه قادر به ایمن سازی موثر آن نیستند. در جدول (۲) به مسائل مهم و تهدیدات امنیتی ابری اشاره می‌شود [۱۷].

جدول (۲): مهمترین چالش‌های رایانش ابری در سال ۲۰۲۲ [۱۷]

ردیف	مسائل
	<b>چالش‌های مربوط به SaaS</b>
۱	سرقت اطلاعات از یک برنامه ابری توسط عامل مخرب
۲	کنترل ناقص روی افرادی که می‌توانند به داده‌های حساس دسترسی داشته باشند
۳	ناتوانی در نظارت بر داده‌های در حال انتقال از برنامه‌های ابری
۴	برنامه‌های ابری که خارج از قابلیت نظارت IT ارائه می‌شوند (به عنوان مثال، IT سایه)
۵	فقدان مهارت کارکنان مدیریت امنیت برای برنامه‌های ابری
۶	ناتوانی در جلوگیری از سرقت مخرب خودی یا سوء استفاده از داده‌ها
۷	تهدیدات و حملات پیشرفته علیه ارائه دهنده برنامه ابری
۸	ناتوانی در ارزیابی امنیت عملیات ارائه دهنده برنامه ابری
۹	عدم اطلاع از برنامه‌های کاربردی داخل رایانش ابری
۱۰	ناتوانی در حفظ انطباق با مقررات
	<b>چالش‌های مربوط به IaaS</b>
۱۱	حجم‌های کاری ابری و حساب‌هایی که خارج از قابلیت تحلیل و بررسی فناوری اطلاعات ایجاد می‌شوند (به عنوان مثال)

<sup>1</sup> Platform as a service

<sup>2</sup> Infrastructure as a Service

این اطلاعات حساس استفاده می‌شود. علاوه بر این، ارائه دهندگان باید امنیت بیشتری را در برابر نقض‌های داده‌ای که توسط نرم‌افزارهای مخرب یا کارمندان انجام می‌شود، افزایش دهند. این وظیفه ارائه دهنده خدمات Cloud است که محیط ابری ایمن را تضمین کند.

#### ۵-۲- امنیت برنامه

در واقع هر کاربر یا سازمان خدمات خود را در قالب برنامه در اختیار درخواست کننده قرار می‌دهد و در واقع برنامه‌های ابری عمدتاً از طریق مرورگرهای وب ارائه می‌شوند. و همچنین ممکن است برای ارائه خدمات از برنامه‌های کاربردی هم مورد استفاده قرار بگیرند. برنامه‌های کاربردی ابری عمدتاً از طریق مرورگرهای وب ارائه می‌شوند. هکرها اغلب از ابزارهای وب برای حمله به رایانه‌های کاربر برای انجام فعالیت‌های مخرب مانند سرقت اطلاعات خصوصی استفاده می‌کنند. فقدان امنیت در برنامه وب ممکن است برنامه‌های SaaS را آسیب پذیر کند.

#### ۵-۳- دسترسی

مهم‌ترین مزیت یک برنامه در دسترس بودن آن است به همین دلیل یکی از مزیت‌های اصلی نرم‌افزار به عنوان یک خدمت این است که می‌توان در هر جایی که اتصال اینترنتی از طریق دستگاه‌های تلفن همراه و رایانه وجود دارد، به آن دسترسی داشت. با وجود اینکه راحتی کاربر را افزایش می‌دهد، اما خطر بزرگی را نیز به همراه دارد. <sup>۱</sup> (CSA) گزارشی را در مورد محاسبات تلفن همراه و تهدیدات آن مانند بدافزارهای مخربی که اطلاعات را سرقت می‌کنند، شبکه‌های ناامن، هک مبتنی بر مجاورت و نقص در سیستم عامل دستگاه منتشر کرده است.

#### ۵-۴- یکپارچگی داده

درحالتی که داده‌ها به صورت یکپارچه باشند میزان درستی و سالمی آن داده می‌باشد در واقع یکپارچگی داده تضمین می‌کند که داده‌ها خراب نیستند و فقط توسط یک شخص مجاز قابل دسترسی و اصلاح هستند. این به عنوان "سطحی که مجموعه‌ای از داده‌ها کامل، سازگار و دقیق است" تعریف می‌شود. حفظ یکپارچگی داده‌ها برای اطمینان از استفاده از داده‌ها برای انتخاب خوب و ارائه محصول با کیفیت بسیار مهم است. یکپارچگی داده

جدول (۲): مهمترین چالش‌های رایانش ابری در سال ۲۰۲۲ [۱۷]

ردیف	مسائل
	مثال، IT سایه)
۱۲	سرقت اطلاعات میزبانی شده در زیر ساخت ابری توسط عامل مخرب
۱۳	فقدان کارکنان دارای مهارت برای ایمن‌سازی زیر ساخت‌های ابری
۱۴	تهدیدات و حملات پیشرفته علیه زیر ساخت‌های ابر
۱۵	ناتوانی در جلوگیری از سرقت مخرب خودی یا سوء استفاده از داده‌ها
۱۶	فقدان کنترل‌های امنیتی ثابت بر روی محیط‌های چند ابری و داخلی
۱۷	ناتوانی در نظارت بر سیستم‌های بار کاری ابری و برنامه‌های کاربردی برای آسیب‌پذیری‌ها
۱۸	گسترش جانبی یک حمله از یک حجم کاری ابری به دیگری
	<b>چالش‌های مربوط به ابر خصوصی</b>
۱۹	فقدان کنترل‌های امنیتی منسجم بر سرورهای سنتی و زیر ساخت‌های ابر خصوصی مجازی‌سازی شده
۲۰	افزایش پیچیدگی زیرساخت و در نتیجه زمان/تلاش بیشتر برای اجرا و نگهداری آن
۲۱	فقدان کارکنان دارای مهارت برای مدیریت امنیت برای یک مرکز داده تعریف شده با نرم‌افزار (مانند محاسبات مجازی، شبکه، ذخیره‌سازی)
۲۲	مشاهده ناقص امنیت برای یک مرکز داده تعریف شده توسط نرم‌افزار (به‌عنوان مثال، محاسبات مجازی، شبکه، ذخیره‌سازی)
۲۳	تهدیدات و حملات پیشرفته

#### ۵- مهم‌ترین مسائل امنیتی

مهم‌ترین مسائل امنیتی که رایانش ابری با آن مواجه است به شرح زیر می‌باشد [۵]:

#### ۵-۱- امنیت داده‌ها

داده یکی از مهمترین سرمایه یک سازمان یا کاربر می‌باشد. به همین دلیل بعنوان اولویت اول در مسئله امنیت رایانش ابری به حساب می‌آید. امنیت داده حیاتی‌ترین چالش برای هر مدل ابری است. users SaaS باید به ویژگی‌های امنیتی ارائه شده توسط ارائه دهندگان خدمات ابری خود برای اطمینان از محافظت از داده‌ها اعتماد کنند. در مدل خدمات SaaS، داده‌ها در مراکز داده ارائه دهنده ذخیره می‌شوند و از دیوارهای آتش برای محافظت از

<sup>۱</sup> CloudSecurity Alliance



رمزگذاری رایج مورد استفاده برای ترافیک شبکه عبارتند از رمزگذاری<sup>۱</sup> و (SSL) و (TLS)<sup>۲</sup>.

#### ۵-۸- تفکیک داده‌ها

ممکن است چند کاربر در ابر یک خدمت را اجاره کرده و به جداکردن، داده‌های خود را در آن مکان ذخیره کند. اجاره چندگانه یکی از اجزای مهم رایانش ابری است. به دلیل چند اجاره‌ای بودن، چندین کاربر می‌توانند داده‌های خود را با استفاده از برنامه‌های ارائه شده توسط SaaS Provider ذخیره کنند. در این موارد، داده‌های چند کاربر در یک مکان ذخیره می‌شود. به این دلیل نفوذ به داده‌های خصوصی کاربر توسط کاربر دیگری امکان‌پذیر می‌شود. با تزریق کد مشتری می‌توان بر آن غلبه کرد. بنابراین یک SaaS model باید یک محدودیت واضح برای داده‌های هر کاربر تضمین کند. این محدودیت نه تنها در سطح فیزیکی بلکه در سطح برنامه نیز باید تضمین شود. این خدمت باید به اندازه کافی کارآمد باشد تا داده‌ها را از کاربران مختلف جدا کند.

#### ۵-۹- پشتیبان‌گیری

به دلیل شرایط حساس در ابر باید به طور منظم از اطلاعات و داده‌های کاربر و سازمان پشتیبان‌گیری انجام شود و این مسئولیت ارائه‌دهنده SaaS است که اطمینان حاصل کند که از تمام داده‌های حساس به‌طور منظم نسخه پشتیبان تهیه می‌شود تا در صورت بروز هر گونه خرابی، فرآیند بازیابی هموار شود. روش‌های پشتیبان‌گیری سنتی برای برنامه‌ها و مراکز داده که عمدتاً برای برنامه‌های کاربردی وب و مصرف‌کننده طراحی شده‌اند، استفاده می‌شوند، اما روش‌های پشتیبان‌گیری بهینه برای برنامه‌های کاربردی ابری نیستند. همچنین، برای جلوگیری از نشت غیرمنتظره داده‌های حساس، استفاده از یک روش رمزگذاری قوی برای ذخیره داده‌های پشتیبان ضروری است. برخی از ارائه‌دهندگان خدمات ابری مانند آمازون این رمزگذاری را به طور پیش فرض ارائه نمی‌کنند. بنابراین، کاربران باید به طور مستقل داده‌ها را رمزگذاری کنند تا دسترسی غیرمجاز دیگران را محدود کنند.

#### ۶- مسائل امنیتی خاص ابر

در جدیدترین نظرسنجی که در سال ۲۰۲۲ بیش از ۷۰۰ متخصص صنعت در مورد مسائل امنیتی در صنعت ابر را بررسی

را می‌توان با اطمینان از رعایت اصل ALCOA (ویژگی خوانا، همزمان، اصلی و دقیق) به دست آورد.

#### ۵-۵- محرمانه بودن داده‌ها

داده زمانی پر اهمیت و مهم می‌باشد که محرمانگی خود را از دست ندهد به همین دلیل. محرمانه بودن داده‌ها به‌عنوان جلوگیری از افشای اطلاعات به‌صورت عمدی یا غیرعمدی تعریف می‌شود. محیط ذخیره‌سازی ابری شامل سایت‌های حقوق مالکیت معنوی، کانال‌های مخفی، تجزیه و تحلیل ترافیک، رمزگذاری و ضبط است. رایانش ابری شامل اشتراک‌گذاری یا ذخیره اطلاعات روی سرورهای راه دور متعلق به کاربر یا استفاده توسط دیگران در حین دسترسی به اینترنت یا سایر ارتباطات است. در خدمات رایانش ابری تغییراتی وجود دارد. از جمله سایت‌های ذخیره‌سازی داده‌ها، سایت‌های ویدئویی، سایت‌های تهیه مالیات، وبسایت‌های ثبت سلامت و موارد دیگر. تمام محتویات یک دستگاه ذخیره‌سازی کاربر را می‌توان با یک ارائه دهنده ابر یا با چندین ارائه دهنده ابر ذخیره کرد. حریم خصوصی و محرمانگی هر زمان که یک فرد، کسب‌وکار، آژانس دولتی یا سازمان دیگری اطلاعاتی را در فضای ابری به اشتراک بگذارد ضروری است.

#### ۵-۶- سرقت حساب

هر کاربر یا سازمان دارای یک حساب اختصاصی می‌باشد و در حالتی ممکن است این خطر وجود داشته باشد که حساب‌های کاربران توسط هکرها ربوده شده یا از طریق اعمال مخرب و غیرمجاز به سرقت رفته باشد. آنها ممکن است این کار را برای منافع شخصی انجام دهند، داده‌های کاربر را دستکاری کنند یا اطلاعات نادرست ارائه دهند. در SaaS، هر کسی می‌تواند به عنوان کاربر خدمات ابری ثبت نام کند، بنابراین احتمال سرقت یک حساب کاربری بسیار زیاد است.

#### ۵-۷- امنیت شبکه

تبادل اطلاعات و داده‌ها در بین کاربران و سازمان‌ها بستگی به امنیت شبکه دارد و در مدل ابری SaaS، اطلاعات حساس از طریق برنامه Saas از شرکت‌ها در دسترس است و آنها در انتهای ارائه دهنده SaaS ذخیره می‌شوند. این داده‌های حساس از طریق شبکه قابل دسترسی هستند و بنابراین رمزگذاری جریان داده‌ها در شبکه برای جلوگیری از نشت داده‌ها مورد نیاز است. فن‌های

<sup>1</sup> Secure Socket Layer

<sup>2</sup> Transport Layer Security

کرده‌اند. و مورد نظرسنجی قرار گرفت و پاسخ دهندگان یازده موضوع امنیتی مهم را در محیط‌های ابری شناسایی کردند. و یازده مورد طبق جدول (۳) می‌باشد [۳].

جدول (۳): نظر سنجی مسائل امنیتی خاص ابر در سال ۲۰۲۲ [۳]

رتبه میانگین نتایج	نظر سنجی	٪
7.729927	شناسه، اعتبار، دسترسی و کلید Mgt. حساب‌های ممتاز ناکافی است	۱
7.592701	رابطه‌ها و API های ناامن	۲
7.424818	پیکربندی نادرست و کنترل ناکافی تغییر	۳
7.408759	فقدان معماری و استراتژی امنیت ابری	۴
7.275912	توسعه نرم افزار ناامن	۵
7.214493	منابع شخص ثالث ناامن	۶
7.143066	آسیب پذیری های سیستم	۷
7.114659	افشای / افشای تصادفی داده های ابری	۸
7.097810	پیکربندی نادرست و بهره برداری از بارهای کاری بدون سرور و کانینر	۹
7.088534	جرائم سازمان یافته / هرکرها / APT	۱۰
7.085631	استخراج داده های ذخیره سازی ابری	۱۱

#### ۶-۱- هویت، اعتبار دسترسی و مدیریت کلید ناکافی

هویت، اعتبار، سیستم‌های مدیریت دسترسی شامل ابزارها و سیاست‌هایی است که به سازمان‌ها امکان مدیریت، نظارت و دسترسی ایمن به منابع ارزشمند را می‌دهد. مثال‌ها ممکن است شامل فایل‌های الکترونیکی، سیستم‌های کامپیوتری، و منابع فیزیکی، مانند اتاق‌های سرور یا ساختمان‌ها باشد.

نگهداری مناسب و مراقبت مداوم مهم است. استفاده از امتیازدهی احتمال خطر در مدیریت هویت و دسترسی (IAM<sup>۱</sup>) وضعیت امنیتی را افزایش می‌دهد. استفاده از یک مدل تخصیص احتمال خطر واضح، نظارت دقیق، و جداسازی صحیح رفتار آن می‌تواند به بررسی متقاطع سیستم‌های IAM کمک کند. دسترسی به هدف و فرکانس ردیابی برای امتیازدهی و نیز برای درک زمینه احتمال خطر حیاتی است.

#### ۶-۲- رابطه‌ها و API های ناامن

محبوبیت استفاده از API همچنان در حال رشد است. ایمن‌سازی این رابطه‌ها بسیار مهم شده است. API ها و ریزسرویس‌ها باید از نظر آسیب‌پذیری به دلیل پیکربندی نادرست، شیوه‌های ضعیف کدگذاری، عدم احراز هویت و مجوز نامناسب بررسی شوند. این نظارت‌ها به طور بالقوه می‌تواند رابطه‌ها را در برابر فعالیت‌های مخرب آسیب‌پذیر کند.

نمونه‌های رایج عبارتند از:

۱. نقاط پایانی تایید نشده
۲. احراز هویت ضعیف
۳. مجوزهای بیش از حد
۴. کنترل‌های امنیتی استاندارد غیر فعال شده است
۵. سیستم‌های بدون رویه
۶. مسائل طراحی منطقی
۷. غیر فعال کردن ورود به سیستم یا نظارت

پیکربندی نادرست API ها و سایر رابطه‌ها یکی از دلایل اصلی حوادث و نقض داده‌ها است. اینها می‌توانند به استخراج، حذف یا اصلاح منابع، تنظیمات داده‌ها یا وقفه در خدمات اجازه دهند. سازمان‌ها به سرعت API ها (هم به عنوان ارائه دهندگان و هم به عنوان مصرف کنندگان) را از نظر اتصال و چابکی بهبود می‌بخشند. فعال کردن تجربیات دیجیتال برای توسعه‌دهندگان API و مشتریان توسعه‌دهندگان در مدیریت و ایمن سازی این API ها به دلیل رشد سریع و پذیرش آنها با یک وظیفه چالش برانگیز روبرو هستند.

#### ۶-۳- پیکربندی نادرست و کنترل ناکافی تغییر

پیکربندی‌های نادرست، راه‌اندازی نادرست یا غیربهبوده دارایی‌های محاسباتی است که ممکن است آن‌ها را در برابر آسیب‌های ناخواسته یا فعالیت‌های مخرب خارجی/داخلی آسیب‌پذیر کند. عدم دانش سیستم یا درک تنظیمات امنیتی و اهداف پلید می‌تواند منجر به پیکربندی اشتباه شود. برخی از تنظیمات اشتباه رایج عبارتند از:

۱. عناصر یا قالب ذخیره‌سازی داده‌های ناامن،
۲. مجوزهای بیش از حد
۳. اعتبار پیش فرض و تنظیمات پیکربندی بدون تغییر باقی می‌ماند
۴. کنترل‌های امنیتی استاندارد غیرفعال است
۵. سیستم‌های رویه نشده
۶. ورود به سیستم یا نظارت غیرفعال است
۷. دسترسی نامحدود به پورت‌ها و خدمات
۸. مدیریت اسرار ناامن

<sup>1</sup> Identity and Access Management

<sup>2</sup> Application Program Interface

۹. پیکربندی ضعیف یا عدم تأیید پیکربندی

پیکربندی نادرست منابع ابری یکی از دلایل اصلی نقض داده‌ها است و می‌تواند باعث حذف یا اصلاح منابع و وقفه‌های خدمت شود.

#### ۴-۶- فقدان معماری و راهبرد امنیت ابری

راهبرد امنیت ابری و معماری امنیتی شامل: در نظر گرفتن و انتخاب مدل‌های استقرار ابر، مدل‌های خدمات ابری، ارائه‌دهندگان خدمات ابری (CSP)، در دسترس بودن منطقه خدمات، خدمات ابری خاص، اصول کلی است. راهبرد امنیت ابری به دو صورت می‌تواند باشد:

۱. طراحی آینده‌نگر IAM

۲. شبکه و کنترل امنیتی در حساب‌های ابری مختلف، فروشندگان، خدمات‌ها و محیط‌ها در محدوده هستند. در نظر گرفتن راهبرد باید مقدم بر طراحی باشد و آن را دیکته کند، اما معمول است که چالش‌های ابری نیازمند یک رویکرد تدریجی و به سرعت برای برنامه‌ریزی هستند. سرعت تغییر و رویکرد سلف خدمات رایج و غیرمتمرکز برای مدیریت زیرساخت ابری مانع از توانایی در نظر گرفتن ملاحظات فنی و تجاری و طراحی آگاهانه می‌شود.

با این حال، اگر می‌خواهیم تلاش‌های ابری موفق و ایمن باشند، ملاحظات و خطرات امنیتی را نباید نادیده گرفت. حکایت‌های موارد نقض صنعت نشان می‌دهد که فقدان چنین برنامه‌ریزی ممکن است منجر به شکست محیط‌های ابری و برنامه‌های کاربردی در برابر حملات سایبری یا انجام کارآمد آن شود. همین چالش‌ها می‌توانند به اجرای آسان‌تر راهبرد و طراحی امنیت ابری کمک کنند.

#### ۵-۶- توسعه نرم‌افزار ناامن

نرم‌افزار پیچیده است و فناوری‌های ابری به پیچیدگی آن می‌افزایند در این پیچیدگی، عملکرد ناخواسته‌ای ظاهر می‌شود که می‌تواند امکان ایجاد و سوء استفاده کردن و تنظیمات نادرست احتمالی را فراهم کند. به لطف دسترسی به فضای ابری، عوامل تهدید می‌توانند از این «ویژگی‌ها» راحت‌تر از همیشه استفاده کنند.

CSP<sup>۱</sup>ها (خط مشی امنیتی محتوا) ویژگی‌هایی را برای مدیریت هویت و دسترسی (IAM) ارائه می‌کنند که به توسعه‌دهندگان ابزارهای بررسی و راهنمایی در مورد اجرای

صحیح را می‌دهد. این به نوبه خود نیاز به ساختن خدمات شرکت‌ها را از بین می‌برد که منابع را برای سرمایه‌گذاری اولویت‌های تجاری مؤثرتر آزاد می‌کند.

اطمینان از درک هر یک از توسعه‌دهندگان از مسئولیت‌های مشترک شرکت با CSP نیازمند آموزش است. به‌عنوان مثال، اگر یک day-exploit برای Kubernetes گزارش شده باشد و یک شرکت از راه‌حل‌های CSP Kubernetes خود استفاده کند، CSP مسئولیت کاهش مشکل را بر عهده دارد. یک برنامه وب با استفاده از فناوری‌های بومی ابری با خطای سوء استفاده بر عهده توسعه‌دهنده است. در هر صورت، افشای اطلاعات حاصل بر شرکت تأثیر می‌گذارد.

هیچ توسعه‌دهنده‌ای قصد ایجاد نرم‌افزار ناامن را ندارد. با این حال، هر ماه رویه‌هایی توسط فروشندگان اصلی نرم‌افزار منتشر می‌شوند که خطاهایی را برطرف می‌کنند که می‌توانند برای تأثیرگذاری بر محرمانه بودن، یکپارچگی و یا در دسترس بودن یک سیستم استفاده شوند. همه خطاهای نرم‌افزار پیامدهای امنیتی ندارند، اما همانطور که تاریخ ثابت کرده است، می‌توانند به تهدیدهای مهمی تبدیل شوند. استقبال از فناوری‌های ابری به شرکت‌ها این امکان را می‌دهد که تمرکز خود را بر روی چیزی که مختص کسب و کارشان است متمرکز کنند، در حالی که به CSP اجازه می‌دهند هر چیز دیگری را که ممکن است کالایی شود، مدیریت کنند.

#### ۶-۶- منابع شخص ثالث ناامن

در دنیایی که پذیرش رایانش ابری به سرعت در حال افزایش است، یک منبع شخص ثالث می‌تواند معانی متفاوتی داشته باشد: از کد منبع باز، از طریق محصولات SaaS و خطرات API (مسئله امنیتی)، و تا یک خدمت مدیریت شده که توسط یک فروشنده ابری ارائه می‌شود. خطرات ناشی از منابع شخص ثالث نیز آسیب‌پذیری‌های زنجیره تامین محسوب می‌شوند زیرا بخشی از فرآیند ارائه محصولات یا خدمات شما هستند. این خطرات در هر محصول و خدمات مصرف شده وجود دارد. با این حال، به دلیل اتکای فزاینده به خدمات شخص ثالث و محصولات مبتنی بر نرم‌افزار در سال‌های اخیر، سوء استفاده‌های بیشتری از این آسیب‌پذیری‌ها و پیکربندی‌های قابل هک رخ می‌دهد. در واقع، طبق تحقیقات دانشگاه ایالتی کلرادو، دو سوم نقض‌ها ناشی از آسیب‌پذیری‌های تامین‌کننده یا شخص ثالث است.

از آنجایی که یک محصول یا خدمات مجموعه‌ای از تمام محصولات و خدمات دیگری است که استفاده می‌کنند، سوء استفاده می‌تواند در هر نقطه‌ای از زنجیره شروع شود و از آنجا زیاد شود. برای هک‌های مخرب، این بدان معنی است که برای

<sup>۱</sup>Content Security Policy

و تغییر مالکیت خدمات ابری، با تیم‌ها و واحدهای تجاری متنوع، اغلب منجر به فقدان حاکمیت و کنترل امنیتی می‌شود. افزایش تعداد پیکربندی‌ها برای منابع ابری در CSP های مختلف، پیکربندی‌های نادرست را رایج‌تر می‌کند. شفافیت موجودی ابر و قرار گرفتن در معرض شبکه کافی می‌تواند منجر به نشت ناخواسته داده شود.

قرار گرفتن در معرض نشت داده‌ها هنوز هم گسترده است. بیش از ۵۵ درصد از شرکت‌ها حداقل یک پایگاه داده دارند که در حال حاضر به صورت عمومی در معرض اینترنت است. بسیاری از این پایگاه‌های اطلاعاتی از رمزهای عبور ضعیف استفاده می‌کنند یا نیازی به احراز هویت ندارند، که آنها را به هدفی آسان برای مهاجمان تبدیل می‌کند که به طور مداوم اینترنت را در جستجوی چنین پایگاه‌های اطلاعاتی در معرض جستجو اسکن می‌کنند.

با توجه به اینکه یک سرور Elastic search نامن می‌تواند در عرض هشت ساعت نفوذ کند، چنین نفوذها باید در اسرع وقت اصلاح شوند.

#### ۶-۹ - پیکربندی نادرست و بهره‌برداری از بارهای کاری بدون سرور و محافظه

مهاجرت به زیرساخت‌های ابری و اتخاذ شیوه‌های DevOps به تیم‌های فناوری اطلاعات این امکان را می‌دهد که سریع‌تر از همیشه بهره‌وری را به کسب‌وکار ارائه کنند. مدیریت و مقیاس‌بندی زیرساخت‌ها و کنترل‌های امنیتی برای اجرای برنامه‌ها همچنان بار مهمی بر دوش تیم‌های توسعه است تیم‌های زیرساخت قدیمی که برای مدیریت محیط‌های اولیه استفاده می‌شوند باید مهارت‌های جدیدی مانند Infrastructure as Code و امنیت ابری را بیاموزند.

همین تیم‌ها باید مسئولیت بیشتری در قبال شبکه و کنترل‌های امنیتی که از برنامه‌هایشان پشتیبانی می‌کند، بپذیرند. بارهای کاری محافظه‌ای بدون سرور و ابری می‌توانند مانند یک گلوله نقره‌ای برای این مشکل به نظر برسند و این مسئولیت را بر عهده ارائه‌دهنده خدمات ابری (CSP) می‌گذارند. با این حال، به سطح بالاتری از بلوغ امنیت ابر و برنامه نسبت به مهاجرت ماشین‌های مجازی به ابر نیاز دارد.

در یک مدل بدون سرور، CSP مسئولیت امنیت و مدیریت زیرساخت‌های اساسی را بر عهده می‌گیرد. علاوه بر مزایای توسعه و عملیاتی، این امر سطح حمله را کاهش می‌دهد زیرا CSP ها به طور پیش فرض کد تابع را در محافظه‌های کوتاه مدت اجرا می‌کنند. سیستمی که دائماً تازه می‌شود، به طور قابل توجهی ماندگاری را در صورت کدهای مخرب محدود می‌کند. با

رسیدن به هدف خود، آنها "فقط" باید به دنبال ضعیف‌ترین پیوندها به‌عنوان یک نقطه ورود باشند. در دنیای نرم‌افزار، استفاده از SaaS و منبع باز برای مقیاس‌پذیری یک روش معمول است. هکرهای مخرب فرصت یکسانی برای رشد دریافت می‌کنند و با بهره‌برداری مشابه به اهداف بیشتری آسیب می‌رسانند.

#### ۶-۷ - آسیب‌پذیری‌های سیستم

آسیب‌پذیری‌های سیستم نقص در پلت‌فرم‌های خدمات ابری هستند. آنها ممکن است در تلاشی برای به خطر انداختن محرمانه‌بودن، یکپارچگی و در دسترس بودن داده‌ها مورد سوء استفاده قرار گیرند و به طور بالقوه عملیات سروی را مختل کنند. همه مؤلفه‌ها می‌توانند دارای آسیب‌پذیری‌هایی باشند که ممکن است خدمات ابری را در معرض حمله قرار دهند. اجرای شیوه‌های سخت‌سازی امنیتی که با دسته‌های آسیب‌پذیری زیر هم‌سو هستند برای کاهش خطرات امنیتی آنها ضروری است. چهار دسته اصلی از آسیب‌پذیری‌های سیستم وجود دارد:

##### ❖ آسیب‌پذیری‌های جدید

آسیب‌پذیری‌های تازه کشف‌شده که رویه‌هایی برای آنها وجود ندارد. هکرها به سرعت برای سوء استفاده از آسیب‌پذیری‌هایی اقدام می‌کنند، زیرا تا زمانی که رویه‌ها نصب نشده باشند، هیچ چیزی برای متوقف کردن آنها وجود ندارد.

##### ❖ رویه‌های امنیتی از دست رفته است

هنگامی که رویه‌های آسیب‌پذیری‌های حیاتی شناخته شده در دسترس قرار می‌گیرند، استقرار آنها در اسرع وقت سطح حمله سیستم را کاهش می‌دهد. با گذشت زمان، آسیب‌پذیری‌های جدیدتر سیستم کشف شده و رویه‌ها در دسترس قرار خواهند گرفت.

##### ❖ آسیب‌پذیری‌های مبتنی بر پیکربندی

این نوع آسیب‌پذیری زمانی ایجاد می‌شود که یک سیستم با تنظیمات پیش‌فرض یا پیکربندی نادرست مستقر شود.

##### ❖ اعتبارنامه‌های ضعیف یا پیش‌فرض

فقدان اعتبارنامه‌های احراز هویت قوی، دسترسی آسان مهاجمان بالقوه به منابع سیستم و داده‌های مرتبط را فراهم می‌کند.

#### ۶-۸ - افشای تصادفی داده‌های ابری

خدمات‌های ابری شرکت‌ها را قادر می‌سازند تا با سرعتی که قبلاً دیده نشده بود، نوآوری و مقیاس کنند. با این حال، پیچیدگی ابر

ممکن است توسط فردی خارج از محیط عملیاتی سازمان منتشر، مشاهده، سرقت یا استفاده شود. استخراج داده‌ها ممکن است هدف اصلی یک حمله هدفمند باشد و ممکن است ناشی از یک آسیب پذیری یا پیکرندی نادرست، آسیب‌پذیری‌های برنامه یا عملکرد ضعیف امنیتی باشد.

نفوذ ممکن است شامل هر نوع اطلاعاتی باشد که برای انتشار عمومی در نظر گرفته نشده است، به عنوان مثال، اطلاعات سلامت شخصی، اطلاعات مالی، اطلاعات قابل شناسایی شخصی (PII)<sup>3</sup>، اسرار تجاری، و مالکیت معنوی.

از آنجایی که داده‌ها یک دارایی اصلی هستند، سهولت استفاده، پیکرندی، کشف، انعطاف‌پذیری و چندین خدمت مناسب برای همه نیازهای منطقی، ذخیره‌سازی داده‌های ابری را بسیار جذاب می‌کند. مکان‌های متعددی برای استخراج آن وجود دارد. این می‌تواند به دلیل خطاهای انسانی یا سوء استفاده باشد، مانند پیکرندی نادرست یک خدمت PaaS. اشیاء ذخیره‌سازی همچنین ممکن است داده‌ها یا فایل‌هایی را که به صورت خارجی از طریق برنامه‌های ذخیره‌سازی ابری شخصی به اشتراک گذاشته می‌شوند، در معرض نمایش قرار دهند.

## ۷- انواع حملات به ابر

انواع حملاتی که می‌تواند به ابر انجام بپذیرد و تهدیدی بر این فناوری باشد و همچنین راهکارهای مقابله با این حملات عبارتند از [۷]:

### ۷-۱- حمله سیل

در حمله سیل، دشمن به راحتی می‌تواند داده‌های جعلی ایجاد کند و هر زمان که سرور بیش از حد بارگذاری می‌شود، کار را به نزدیک‌ترین سرور اختصاص می‌دهد و سرور خاص خود تخلیه می‌شود. در حین تخصیص، درخواست پردازش توانمندتر و سریعتر را ارائه می‌دهد. در واقع یک نوع حمله انکار خدمت است که زمانی رخ می‌دهد که تعداد زیادی ترافیک درخواست خدمات وجود داشته باشد. این حمله باعث می‌شود سرور یا میزبان به سبب بارگذاری بیش از حد اطلاعات در حافظه سیستم، دچار اختلال گردد.

در حمله سیل Ping<sup>4</sup>، تمرکز مهاجم بر پهنای باند شبکه است. در واقع مهاجمان در تلاش هستند تا با تمرکز بر روی شبکه، پهنای باند بتوانند نفوذ کنند، یک شبکه با بسته‌های

این حال، اگر یک CSP به مشتریان اجازه دهد تا محفظه‌های بدون سرور را با طول عمر بیشتر و تنظیمات "شروع گرم" پیکرندی کنند، محیط از امنیت کمتری برخوردار می‌شود. خطرات اضافی شامل سیستم فایل موقت و حافظه مشترک نیز ممکن است اطلاعات حساس را درز کند. دسترسی به حافظه موقت ممکن است برای میزبانی یا اجرای بدافزار استفاده شود و باید با کد برنامه پاک شود.

## ۶-۱۰- جرایم سازمان یافته / هکرها

تهدیدهای پایدار پیشرفته (APTs) یک اصطلاح گسترده برای توصیف کمپین حمله‌ای است که در آن یک مهاجم یا تیمی از متجاوزان، حضور غیرقانونی و طولانی مدت در یک شبکه برای استخراج داده‌های بسیار حساس ایجاد می‌کنند. این تیم‌ها ممکن است شامل دولت‌های ملی و همچنین باندهای جنایتکار سازمان یافته باشند. اصطلاح جرایم سازمان یافته به معنای ابزاری برای توصیف روشی است که در آن سطح سازمانی یک گروه در هنگام ایجاد اعمال برنامه‌ریزی شده و منطقی که بازتاب تلاش‌های افراد گروه است، خواهد داشت. APT<sup>1</sup>ها ترندها و پروتکل‌های پیچیده‌ای برای نفوذ به اهداف خود ایجاد کرده‌اند. غیرمعمول نیست که گروه‌های APT ماه‌ها را بدون شناسایی در یک شبکه هدف سپری کنند. این زمان طولانی به آنها اجازه می‌دهد تا به سمت داده‌ها یا دارایی‌های تجاری بسیار حساس حرکت کنند. برخی از گروه‌های APT از لحاظ تاریخی نیز صنایع یا سازمان‌های خاصی را زیر نظر داشتند.

جامعه اطلاعاتی تهدیدات را از گروه‌های APT مطالعه می‌کند. گزارش‌های اطلاعاتی تهدید مربوط به سازمان‌ها و دولت‌ها را درباره گروه‌های APT و رفتار آنها آموزش می‌دهد. سازمان‌ها می‌توانند با انجام تمرین‌های تیمی برای شبیه‌سازی رفتار گروه‌های APT که در گزارش‌ها شرح داده شده‌اند، بهتر از خود محافظت کنند. چنین تمرین‌های سایبری به سازمان‌ها اجازه می‌دهد تا قابلیت‌های تشخیص سایبری خود را در برابر APT<sup>2</sup>های مختلف مرتبط با گروه‌های APT آزمایش و بهبود بخشند. سازمان‌ها همچنین باید فعالیت‌های شکار تهدید را برای شناسایی حضور APTها در شبکه‌های خود انجام دهند.

## ۶-۱۱- استخراج داده‌های ذخیره‌سازی ابری

استخراج داده‌های ذخیره‌سازی ابری رویدادی است که شامل اطلاعات حساس، محافظت شده یا محرمانه است. این داده‌ها

<sup>3</sup> Personally Identifiable Information

<sup>4</sup> Packet Internet Groper

<sup>1</sup> Advanced Persistent Threats

<sup>2</sup> Tactics, Techniques and Procedures

می‌شود و جزئیات رمزنگاری ماشین هنگام جمع‌آوری اطلاعات در مورد کل ماشین میزبان اتفاق می‌افتد.

انواع حمله کانال جانبی عبارتند از:

#### ۱. حمله رمزنگاری آکوستیک

این قطعه می‌تواند انتشار مدارهای الکترونیکی را در زمانی که کاربر از رایانه استفاده می‌کند نظارت کند. همچنین می‌تواند اطلاعاتی در مورد مصرف برق و میدان‌های الکترومغناطیسی ارسال شده توسط دستگاه جمع‌آوری کند.

#### ۲. حمله کش

در یک محیط سیستم فیزیکی، حملات کش از زمان و نحوه پردازش کش بهره‌برداری می‌کند.

#### ۳. حمله تجزیه و تحلیل خطا

این نوع حملات که هنگام بروز خطا در هنگام محاسبه سیستم، اطلاعات را از یک سیستم جمع‌آوری می‌کند.

#### ۴. حمله زمان‌بندی

نوعی از حمله است که حرکت داده‌ها را در CPU<sup>۲</sup> و حافظه ردیابی می‌کند.

#### ۵. راه‌حل حمله کانال جانبی

دستگاه دیواره‌آتش مجازی طبق شکل (۵) با رمزگشایی و رمزگذاری تصادفی ترکیب شده است تا بتواند به امنیت در برابر حمله کانال جانبی دست یابد. این ترکیب امنیت را هم از قسمت جلویی و هم در انتهای معماری محاسبات ابری فراهم می‌کند.

دیواره‌آتش ابری یک محصول امنیتی است که مانند دیواره‌آتش سنتی، ترافیک شبکه بالقوه مخرب را فیلتر می‌کند. برخلاف دیواره‌های آتش سنتی، دیواره‌های آتش ابری در فضای ابری میزبانی می‌شوند. این مدل ارائه شده توسط ابر برای دیواره‌های آتش، فایروال به عنوان سرویس (FWaaS<sup>۳</sup>) نیز نامیده می‌شود [۱۹].

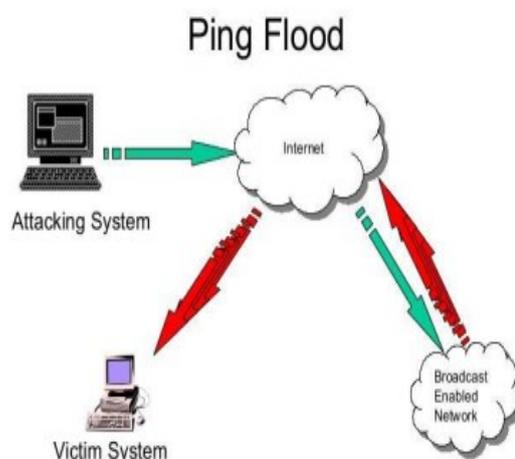
دیواره‌های آتش مبتنی بر ابر یک مانع مجازی در اطراف پلتفرم‌ها، زیرساخت‌ها و برنامه‌های کاربردی ابری تشکیل می‌دهند، همانطور که دیواره‌های آتش سنتی مانعی در اطراف

درخواست انعکاس ICMP<sup>۱</sup> پر می‌شود تا ترافیک قانونی عبور از شبکه را کند یا متوقف کند. در شکل (۴) نشان داده شده است [۱۳].

در واقع حملات سیل زمانی اتفاق می‌افتند که سیستم ترافیک زیادی را برای محدود کردن سرور دریافت می‌کند و باعث کاهش سرعت و در نهایت توقف آن می‌شود [۱۵].

به طور کلی، یک حمله شامل افزایش شدید ترافیک شبکه با تعداد زیادی پیام نادرست یا غیر ضروری است. یکی از رایج‌ترین حملات، سیل یا Ping شیوه پیام کنترل اینترنت (ICMP) است [۱۵].

این حمله سیل ICMP (Ping) متمرکز است، زیرا به اتصالات شبکه دستگاه مورد نظر به صورت جعلی غلبه می‌کند و باعث می‌شود از دریافت درخواست‌های قانونی جلوگیری شود [۱۵].



شکل (۴): حمله سیل [۷]

#### • راه‌حل حمله سیل

استفاده از فن ارسال پیام جهت جلوگیری از برقراری ارتباط همه سرورها با یکدیگر، از حمله سیلابی جلوگیری می‌کند.

#### ۷-۲- حمله به کانال جانبی

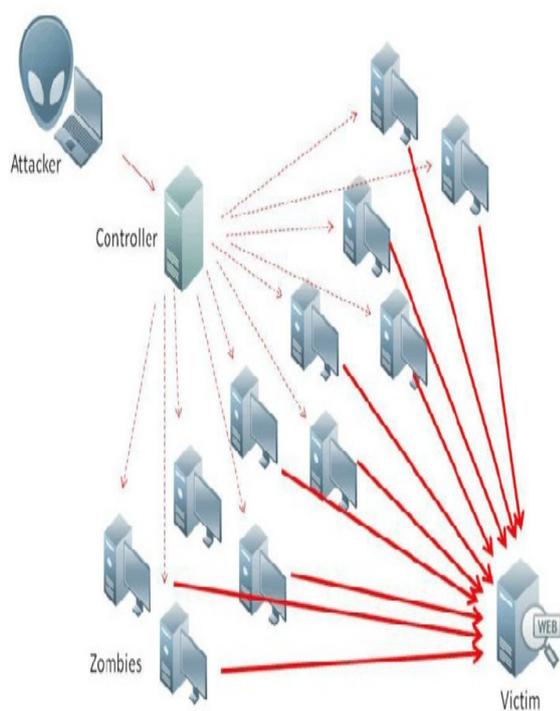
با قرار دادن یک ماشین مجازی مخرب در نزدیکی یک سرور ابری، مورد هدف حمله قرار می‌گیرد، با این روش یک حمله کانال جانبی ایجاد می‌شود. در واقع این یک سوء استفاده امنیتی است که هنگام انجام عملیات رمزنگاری و مهندسی معکوس انجام

<sup>۲</sup> Central Processing Unit

<sup>۳</sup> Firewall as a service

<sup>۱</sup> internet control message protocol

حمله تزریق بدافزار ابری این است که مهاجم یک نسخه دستکاری شده/اشتباه از نمونه سرویس قربانیان را منتقل می‌کند تا نمونه مخرب بتواند به درخواست‌های سرویس قربانیان دسترسی پیدا کند. برای دستیابی به این هدف، مهاجم باید کنترل داده‌های قربانیان را در فضای ابری به دست آورد [۱۴].

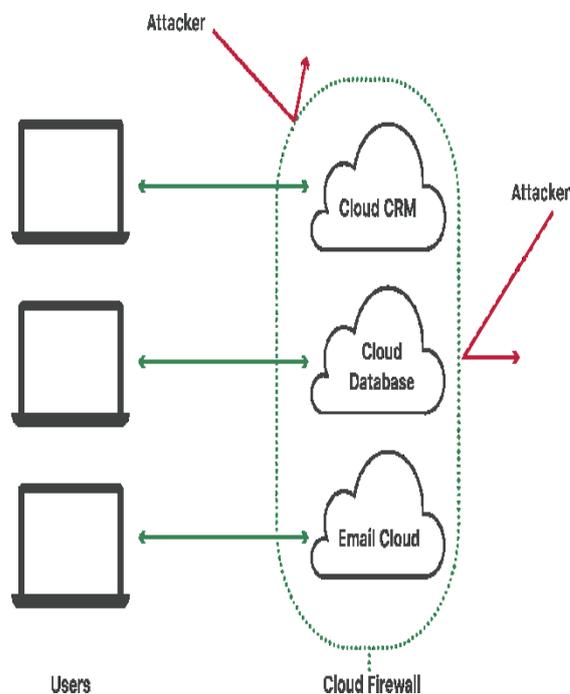


شکل (۶): حمله تزریق بدافزار [۷]

#### • راه‌حل‌های حمله تزریق بدافزار

۱. ایجاد یک حساب کاربری و ذخیره همان تصویر در یک محیط ذخیره‌سازی تصویر ابری از بهره برداری از این فرآیند جلوگیری می‌کند. همین تصویر را می‌توان با استفاده از جدول تخصیص فایل بررسی و احراز هویت کرد.
  ۲. اقدام متقابل دیگر ذخیره نوعی سیستم عامل حساب در زمانی که مشتری سعی می‌کند آن را باز کند. این روش با ایجاد یک رویه بررسی مقاطع کار می‌کند که O.Stype دارندگان حساب را در مقابل نوع سیستم عامل مشتری بررسی می‌کند.
- هنگامی که یک کاربر جدید با یک حساب ابری شروع به کار می‌کند، فروشنده ابری برای شناسایی کاربر به طور خودکار تصویری از سیستم مجازی کاربر در مخزن ابر ایجاد می‌کند.

شبکه داخلی سازمان می‌سازند. دیواره‌های آتش ابری همچنین می‌توانند از زیرساخت‌های داخلی محافظت کنند [۱۹].



شکل (۵): دیواره آتش [۱۹]

#### ۷-۳- حمله تزریق بدافزار

در حمله تزریق بدافزار، طبق شکل (۶) برخی از کدها یا خدمات‌هایی که قبلاً در فضای ابری اجرا شده‌اند، توسط مهاجم به کد یا سرویس مخرب تبدیل می‌شوند. این نوع حمله خارجی به عنوان حمله جعل داده نیز شناخته می‌شود. در این حمله مهاجم داده‌ها را از اینترنت می‌دزد و به جای آن داده‌های مخرب را در اختیار کاربران نهایی قرار می‌دهد تا به طور غریزی و بدون اطلاع کاربر، اطلاعات بیهوده را بارگذاری کنند. این یکی از حملات مهمی است که اجرای سرویس مخرب را به ابر تزریق می‌کند.

در این حمله، دشمن مدل اجرای سرویس مخرب خود (SaaS یا PaaS) یا نمونه ماشین مجازی (IaaS) خود را ایجاد می‌کند و آن را به سیستم Cloud اضافه می‌کند. سپس، حریف باید به سیستم ابری وانمود کند که برخی از نمونه‌های اجرای خدمت جدید و در میان نمونه‌های معتبر برای خدمت خاصی است که توسط دشمن مورد حمله قرار گرفته است. در صورت موفقیت آمیز بودن این اقدام، Cloud به طور خودکار درخواست‌های کاربر معتبر را به اجرای سرویس مخرب هدایت می‌کند و کد دشمنان اجرا می‌شود. سناریوی اصلی در پس

## ۴-۷- حمله احراز هویت

حمله احراز هویت یک مشکل نرم و هدفمند در پلتفرم خدمات مجازی است. راه‌های زیادی برای احراز هویت یک کاربر خاص در پلتفرم محاسبات ابری با بدون اطلاع از دانش کاربر وجود دارد. با ایمن کردن فرآیند احراز هویت، تمرکز اصلی مهاجم هدف قرار دادن سازوکار و روش‌های آن است. معماری IaaS مناسب‌ترین پلتفرم غیر از SaaS و PaaS برای ارتباطات داده ایمن خواهد بود.

## • راه‌حل برای حمله احراز هویت

فن‌های اصلی احراز هویت به سازوکار نام کاربری و رمز عبور برای ایمن کردن حساب وب یا حساب کاربری بستگی دارد، به جز برخی از سایت‌های مالی و وب سایت‌های بانکی از روش‌های دیگری مانند احراز هویت دو مرحله‌ای، رمز عبور مشترک، صفحه‌کلید مجازی و غیره استفاده می‌کنند.

## ۷-۵- جدول مقایسه حملات و تجزیه و تحلیل بین

## حملات:

با بررسی حملاتی که می‌تواند در رایانش ابری انجام بگیرد به طور مختصر توضیح داده شد جدول (۴) این حملات را مورد مقایسه قرار داده میزان آسیب‌پذیری و نوع حمله و عواقب آنها را بیان می‌کند.

جدول (۴): انواع مختلف حملات مقایسه و تجزیه و تحلیل [۷]

عواقب	نقض امنیتی	دلیل آسیب پذیری	نوع حمله	حمله ها
وقفه و اصلاح نرم افزار بدون نیاز به پاسخگویی به خدمات قانونی	مسائل امنیتی سطح مجازی سازی	آسیب پذیری ذخیره سازی آسیب پذیری های مرکز داده	حمله خارجی داخلی	حمله انکار سرویس
تغییر سخت افزار و سرعت	مسائل امنیتی سطح قیزیگی	از دست دادن قدرت و کنترل محیطی	حمله خارجی	حمله تزریق بد افزار
ازدحام ترافیک شبکه بدون اتصال بیشتر و در نتیجه حمله dos	مسائل امنیتی سطح جریان ترافیک و همچنین مسائل ارتباطی	آسیب‌پذیری مسیر یا داده‌ها	حمله خارجی داخلی	حمله سیل
یر پلتفرم سخت افزاری و نرم افزاری تاثیر خواهد گذاشت	استفاده از <b>VM</b> مخرب برای حمله به ابر	آسیب پذیری سیستم عامل	حمله غیرفعال فعال	حمله کانال جانبی
دسترسی غیرمجاز مشکلات کاربر قانونی است	نقض داده ها ریودن حساب ها	آسیب پذیری داده های کاربر آسیب پذیری دسترسی	حمله خارجی داخلی	حمله احراز هویت

## ۸- روش‌های حفاظت در رایانش ابری

شرکت‌های رایانش ابری از ویژگی‌های امنیتی متنوعی برای ایمن‌سازی اطلاعات و داده‌ها در فضای ابری استفاده می‌کنند برخی از این ویژگی‌های مورد استفاده شامل دیواره آتش، سیستم‌های تشخیص نفوذ با اطلاعات ورود به سیستم، رمزگذاری داده‌ها، استفاده از امنیت فیزیکی مؤثر و محافظت از برنامه‌ها و نرم‌افزارهای مستقل در برابر حملات خارجی است [۸].

بعد از شناخت حملات و چالش‌ها و مسائل امنیتی در ابر باید راه‌های مقابله با این تهدیدات را مورد بررسی قرار دهیم و شامل فناوری‌ها، کنترل‌ها، فرآیندها و سیاست‌هایی است که برای محافظت از سیستم‌ها، داده‌ها و زیر ساخت‌های مبتنی بر ابر کاربر ترکیب می‌شوند. این یک زیر دامنه از امنیت کامپیوتر و به طور گسترده‌تر، امنیت اطلاعات است.

این یک مسئولیت مشترک بین کاربر و ارائه دهنده خدمات ابری است. کاربر یک راهبرد امنیت ابری را برای محافظت از داده‌های خود، رعایت مقررات نظارتی و محافظت از حریم خصوصی مشتریان خود اجرا می‌کند. که به نوبه خود کاربر را از پیامدهای اعتباری، مالی و قانونی نقض داده‌ها و از دست دادن داده‌ها محافظت می‌کند. در ادامه با نمونه‌ای از روش‌های حفاظت در ابر را معرفی می‌کنیم [۶] و [۱۶].

## ۸-۱- کارگزار امنیت ابر

کارگزار امنیت ابر طبق شکل (۷) که به اختصار <sup>۱</sup>CASB نامیده می‌شود، نرم‌افزاری است که بین، مصرف‌کننده خدمات ابری و ارائه دهنده(های) خدمات ابری قرار می‌گیرد. یک CASB کنترل‌های امنیتی شما را از زیر ساخت‌های داخلی به فضای ابری گسترش می‌دهد. کمک به اجرای سیاست‌های امنیتی، انطباق و حاکمیت برای برنامه‌های ابری شما معمولاً در محل قرار می‌گیرد یا در فضای ابری میزبانی می‌شود.

یک CASB به شما کمک می‌کند در برابر خطرات امنیت ابری سطح بالا دفاع کنید و از نظارت مداوم و کاهش رویدادهای پرخطر پشتیبانی کنید. این کار را با ایمن کردن اطلاعات در حال حرکت بین محیط داخلی و فضای ابری با استفاده از سیاست‌های امنیتی سازمان شما انجام می‌دهد.

<sup>1</sup> Cloud Access Security Broker



تشخیص نفوذ (IDS<sup>۲</sup>) استفاده کند تا مطمئن شود که خدمات ابری ارائه شده ایمن است.

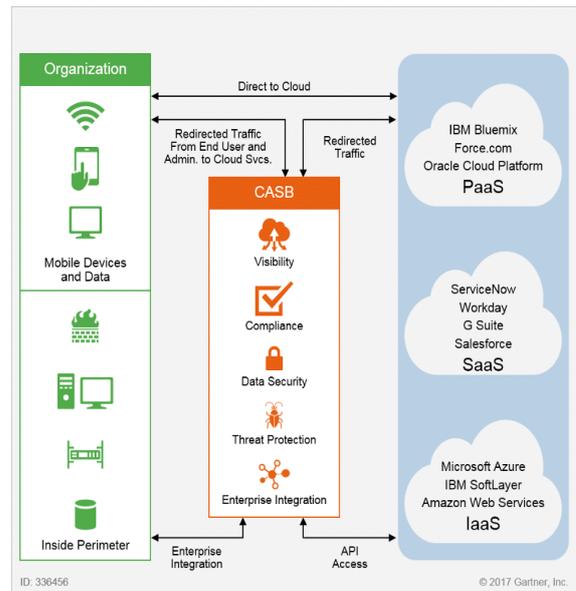
#### ۸-۴- مدیریت شناسایی و احراز هویت

هنگامی که کاربران می‌خواهند به داده‌های ذخیره شده در فضای ابری دسترسی داشته باشند، نه تنها با استفاده از نام کاربری و رمز عبور بلکه باید از داده‌های دیجیتالی نیز احراز هویت شوند. فن احراز هویت چند سطحی معرفی شده می‌تواند در محاسبات ابری نیز پیاده‌سازی شود. این فن قبل از اینکه کاربر بتواند به خدمات ابری دسترسی پیدا کند، رمز عبور را در چندین سطح ایجاد می‌کند. احراز هویت ناشناس (یعنی هویت کاربر از ابر محافظت می‌شود) همچنین می‌تواند در جایی اجرا شود که فقط کاربران معتبر قادر به رمزگشایی اطلاعات هستند. طرح احراز هویت رمز عبور جدید می‌تواند به منظور بهبود امنیت خدمات ابری مورد استفاده قرار گیرد.

برای احراز هویت کاربر، ابتدا توسط شخص ثالث و سپس توسط مالک داده احراز هویت دو مرحله‌ای انجام می‌شود. مالک داده فهرستی از کاربران مجاز را همراه با شناسه ورود و رمز عبور به شخص ثالث می‌دهد. شخص ثالث یک پایگاه داده برای اعتبارسنجی کاربر می‌سازد. زمانی که کاربر با شناسه کاربری و رمز عبور وارد پایگاه داده می‌شود، شخص ثالث کاربر را با بررسی پایگاه داده خود تصدیق می‌کند. اگر کاربر مجاز باشد، شخص ثالث کلید محرمانه را بدون کد عبور، صادر کرده و مالک داده را نیز باخبر می‌سازد [۱۲].

#### ۸-۵- ارائه دهنده خدمات ابری تایید شده

کاربر باید مطمئن شود که ارائه دهنده خدمات ابری مناسب را کشف کرده است. هر ارائه دهنده خدمات ابری رویکردهای متنوعی در زمینه مدیریت داده در فضای ابری دارد. ارائه دهنده خدمات ابری با سابقه و با تجربه، قابل اعتمادتر و انتخاب بهتری است. علاوه بر این، استانداردها و مقررات ارائه دهنده خدمات ابری نیز بسیار مهم هستند. نمونه‌هایی از ارائه دهندگان خدمات ابری تایید شده عبارتند از: گوگل و مایکروسافت، خدمات وب آمازون (AWS<sup>۳</sup>) و IBM<sup>۴</sup>.



شکل (۷): مدل کارگزار امنیتی Cloud Access [۱۶]

یک CASB از شما در برابر حملات سایبری با جلوگیری از بدافزار محافظت می‌کند و داده‌های شما را با استفاده از رمزگذاری انتها به انتها ایمن می‌کند که از رمزگشایی محتوا توسط کاربران خارجی جلوگیری می‌کند.

#### ۸-۲- اتحاد امنیت ابر

اتحاد امنیت ابر<sup>۱</sup> یک سازمان غیرانتفاعی است که به توسعه و افزایش آگاهی از بهترین شیوه‌ها برای حفظ یک محیط محاسبات ابری ایمن اختصاص دارد.

این یک سازمان است که راهنمایی‌های امنیتی ویژه صنعت ابر را در قالب آموزش، تحقیق، رویدادها و محصولات ارائه می‌دهد. این رهنمود مستقیماً از تخصص موضوعی ترکیبی متخصصان صنعت، انجمن‌ها، دولت‌ها و اعضای فردی و شرکتی CSA استفاده می‌شود.

#### ۸-۳- محافظت از آسیب‌پذیری

ارائه‌دهنده خدمات ابری باید مدیریت رویه را بهبود بخشد. آنها باید آسیب‌پذیری خدمات ابری خود را مرتباً بررسی کنند و همیشه ابر را به‌روزرسانی و نگهداری کنند تا نقطه دسترسی احتمالی را محدود کرده و خطر حمله هکرها به ابر را کاهش دهند. ارائه‌دهنده خدمات ابری همچنین ممکن است از سیستم

<sup>۲</sup> Intrusion Detection System

<sup>۳</sup> Amazon Web Services

<sup>۴</sup> International Business Machines

<sup>۱</sup> Cloud Security Alliance (CSA)

## ۸-۶- از خدمات ابری هوشمندانه استفاده کنید

داده‌های ذخیره شده در ابر باید محرمانه باشد و حتی ارائه دهنده خدمات ابری نباید به آن اطلاعات دسترسی داشته باشد. داده‌های ذخیره شده در ابر باید به خوبی رمزگذاری شوند تا از امنیت اطلاعات کاربران اطمینان حاصل شود. هرکسی که نیاز به دسترسی به داده‌های موجود در فضای ابری دارد باید قبل از انجام این کار از کاربران اجازه بگیرد.

## ۸-۷- امکانات برای بازیابی

ارائه‌دهنده خدمات ابری باید مسئولیت بازیابی اطلاعات کاربران را در صورت از دست رفتن داده‌ها به دلیل مشکلات خاص بر عهده بگیرد. ارائه‌دهنده خدمات ابری باید اطمینان حاصل کند که پشتیبان‌گیری مناسبی دارد و می‌تواند داده‌های محرمانه کاربران را بازیابی کند که ممکن است پرهزینه باشد.

## ۸-۸- زیرساخت‌های سازمانی

کاربر باید داده‌هایی را که می‌خواهد در زیرساخت ابری نگه دارد، ایمن کند. ارائه‌دهنده خدمات ابری باید زیرساختی را فراهم کند که کاربران را برای نصب و پیکربندی اجزای سخت‌افزاری مانند دیواره‌های آتش، روترها، سرور و سرور پروکسی تسهیل کند.

## ۸-۹- کنترل دسترسی

ارائه‌دهنده خدمات ابری باید کنترل دسترسی به داده‌ها را با حقوق تنظیم کند و کاربرانی که به داده‌ها دسترسی دارند باید هر بار توسط ارائه‌دهنده خدمات ابری تأیید شوند. ارائه‌دهنده خدمات ابری باید اطمینان حاصل کند که فقط کاربران مجاز می‌توانند به داده‌های ذخیره شده در ابر دسترسی داشته باشند. این روش می‌تواند به کاهش خطر دسترسی به داده‌ها توسط کاربران غیرمجاز کمک کند و بنابراین یک محیط امن بسیار برای ذخیره داده‌های حساس فراهم می‌کند. علاوه بر این، حسابرسی شخص ثالث نیز می‌تواند یکی از گزینه‌های جایگزین برای اطمینان از یکپارچگی داده‌های ذخیره‌سازی در ابر باشد. با این حال، مسیر عملیات حسابرسی باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

➤ **محرمانه بودن / رازداری:** پروتکل‌های حسابرسی باید اطلاعات کاربر را در برابر حسابرس محرمانه نگه دارد.

➤ **ممیزی پویا:** پروتکل حسابرسی باید تجدید داده‌ها را در فضای ابری حفظ کند.

➤ **حسابرسی دسته‌ای:** پروتکل حسابرسی باید حسابرسی دسته‌ای را برای کاربران چندگانه و ابرها حفظ کند.

## ۸-۱۰- رویدادهای بررسی امنیتی

کاربران باید قرارداد روشنی با ارائه‌دهنده خدمات ابری داشته باشند تا در صورت بروز هرگونه حادثه یا نقض داده‌ها/اطلاعات حساس ذخیره شده در ابر، کاربران بتوانند ادعا کنند. کاربران باید قبل از استفاده از خدمات‌های ابری ارائه شده توسط آن ارائه دهنده خدمات ابری خاص، با ارائه دهنده خدمات ابری توافق داشته باشند. کاربران باید اطمینان حاصل کنند که ارائه دهنده خدمات ابری جزئیات کافی در مورد اجرای ضمانت‌ها، اصلاح خرابی و احتمال گزارش‌دهی ارائه می‌دهد.

## ۸-۱۱- مقررات ذخیره‌سازی داده‌ها

معماری محیط ابری یک جنبه مهم برای تضمین امنیت داده‌های ذخیره شده در ابر است. کاربران باید مفهوم مقررات ذخیره‌سازی داده را که ارائه دهنده خدمات ابری از آن پیروی می‌کند، درک کنند. ارائه دهنده خدمات ابری که راه‌حل‌های امنیتی منطبق با مقرراتی مانند قوانین HIPAA، PCI DSS و قوانین حفاظت از داده اتحادیه اروپا ارائه می‌کند، بهترین انتخاب هستند.

## ۹- نتیجه گیری

با توسعه فناوری در دنیا و حرکت سازمان‌ها به سمت پیشرفت، نوآوری، سرعت و دقت نیاز به فناوری جدید داشتند و با به وجود آمدن رایانش ابری این خدمات در اختیار سازمان‌ها و کاربران قرار گرفت ما در این مقاله سعی کردیم مسائل امنیتی ای که خاص ابر می‌باشد و همچنین چالش‌ها و نگرانی‌های جدیدی که در این فناوری اطلاعات و داده‌های کاربران و سازمان‌ها که می‌خواهند از این فناوری استفاده کنند را تا حد امکان بیان کنیم و راهکارهای هم را نسبت به مقابله با آنها را ارائه دهیم.

## ۱۰- مراجع

[1] A. Bahadur and A. Sadeghi, "Security in cloud computing based on network security based on intelligent methods," Applied Science Studies in Engineering, pp. 65-74, 2019.

[2] N. Mansoori and B. Mohammad Hassanizadeh, and R. Ghafari "Security-based work scheduling algorithm using particle swarm optimization technique and multiple adaptive learning to improve security in cloud computing environment" Electronic and Cyber Defense 159-178 pp, 2019.

- [11] A. Sunyaev and A. Sunyaev, "Cloud computing," *Internet Computing: Principles of Distributed Systems and Emerging Internet-Based Technologies*, pp. 195-236, 2020.
- [12] v. Shahi and M. Naqvi, "Investigation and evaluation of new models of data security in cloud computing," *Non-functional Defense Quarterly*, vol. 8, no. 2, pp. 35-42, 2017.
- [13] K. Abbas, "DDoS Survey and Arrangements," 2019.
- [14] P. Kumar, "Cloud computing: threats, attacks and solutions," *International Journal of Emerging Technologies in Engineering Research (IJETER)*, vol. 4, no. 8, pp. 24-28, 2016.
- [15] D. Stiawan, M. E. Suryani, M. Y. Idris, M. N. Aldalaien, N. Alsharif, and R. Budiarto, "Ping flood attack pattern recognition using a K-means algorithm in an Internet of Things (IoT) network," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 116475-116484, 2021.
- [3] J. Michael Brook, A. Stone Getsin, and M. Roza, "Top Threats to Cloud Computing" 2022
- [4] I. Kanwal, H. Shafi, S. Memon, and M. H. Shah, "Cloud computing security challenges: A review," in *Cybersecurity, Privacy and Freedom Protection in the Connected World: Proceedings of the 13th International Conference on Global Security, Safety and Sustainability*, London, pp. 459-469, Springer, January 2021.
- [5] A. G. Prabhu, A. Narayanan, and C. Kurian, "A Study on Security ISSUES in SaaS Cloud Computing," 2021.
- [6] H. P. Singh, R. Singh, and V. Singh, "Cloud computing security issues, challenges and solutions," *Easy Chair*, pp. 2516-2314, 2020.
- [7] A. Kumar and K. A. Kumar, "A Survey on Cloud Computing Security Threats, Attacks and Countermeasures: A Review," *International Journal of Human Computations & Intelligence*, vol. 1, no. 3, pp. 13-18, 2022.
- [8] N. B. Muhammad and M. Bazzi, "Advances in Cloud Computing: Security Issues and Challenges in the Cloud," in *2022 5th International Conference on Information and Computer Technologies (ICICT)*, 2022: IEEE, pp. 110-116.
- [9] A. H. Shaikh and B. Meshram, "Security issues in cloud computing," in *Intelligent Computing and Networking: Proceedings of IC-ICN 2020*, Springer, pp. 63-77, 2021.
- [10] I. Indu, P. R. Anand, and V. Bhaskar, "Identity and access management in cloud environment: Mechanisms and challenges," *Engineering science and technology, an international journal*, vol. 21, no. 4, pp. 574-588, 2018.
- پایگاه‌های اینترنتی:
- [16] A Comprehensive Guide to Cloud Security in 2023 (Risks, Best Practices, Certifications) Edward Jones, October 28, 2022.
- [17] Cloud Computing Security Issues <https://www.skyhighsecurity.com/en-us/cybersecurity-defined/cloud-computing-security-issues>
- [18] Gartner Security and Risk Management Summit <https://www.gartner.com/en/conferences/emea/security-risk-management-uae/featured-topics/cloud-security>
- [19] What is a cloud firewall? What is firewall-as-a-service (FWaaS)? <https://www.cloudflare.com/learning/cloud/what-is-a-cloud-firewall/>



نشریه علمی پدافند غیرعامل

سال چهاردهم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲، (پیاپی ۵۶): صص ۱۴۳-۱۲۹

علمی - ترویجی

## روش‌های مقابله با دوربین‌های مادون قرمز

الهام قاسمی<sup>۱</sup>، مجتبی بهزاد فلاح پور<sup>۲\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۶

### چکیده

مخفی کردن تجهیزات نظامی یکی از عوامل ضروری در ایجاد برتری نظامی است. امروزه اغلب ادوات نظامی از دوربین‌های دید در شب گرفته تا دوربین‌های سوار بر اسلحه‌های نظامی مجهز به دوربین مادون قرمز هستند. با استفاده از دمای ساطع شده از اجسام می‌توان آن‌ها را در موقعیت‌های مختلف و از جمله تاریکی مطلق شناسایی کرد. قابلیت‌های فراوان این دوربین‌ها در رصد توانایی‌های نظامی طرف مقابل باعث شده تا فناوری‌های استتار در این حوزه مورد توجه بیشتری قرار گیرند به طوری که توسعه و تحقیق روش‌های جدید استتار مادون قرمز و دوربین‌های حرارتی به کانون توسعه راهبردی کشورها در سراسر جهان تبدیل شده است. این مقاله با یک نگاه جامع، ضمن تشریح کاربردها و اصول عملکرد سامانه‌های مادون قرمز به بررسی انواع روش‌های مقابله با این نوع از دوربین‌ها می‌پردازد. همچنین در انتهای مقاله یک دسته‌بندی جامع از روش‌های مقابله با این نوع دوربین‌ها ارائه می‌شود.

**کلیدواژه‌ها:** مادون قرمز، دوربین، استتار، تشخیص گر حرارتی

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

<sup>۲</sup> دکتری تخصصی دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران (m\_behzad\_fp@yahoo.com) - نویسنده مسئول

## ۱- مقدمه

تشعشعات مادون قرمز<sup>۱</sup> (IR)، ناحیه‌ای از طیف تابش الکترومغناطیسی است. امواج مادون قرمز، طولانی‌تر از امواج نور مرئی و کوتاه‌تر از امواج رادیویی هستند. به همین ترتیب، امواج IR بالاتر از فرکانس‌های مایکروویو، اما کمتر از فرکانس‌های نور مرئی است و از حدود ۳۰۰ گیگاهرتز تا ۴۰۰ هرتز متغیرند. نور مادون قرمز برای چشم انسان نامرئی است، اگرچه امواج مادون قرمز طولانی‌تر را می‌توان به‌عنوان گرما حس کرد. طول موج مادون قرمز بین ۰/۷۵ تا ۱۰۰۰ میکرومتر است، در حالی که طیف مرئی برای انسان بین ۳۸۰ تا ۷۴۰ نانومتر است [۱].

سامانه‌های تشخیص حرارتی یا مادون قرمز از حسگرهایی برای دریافت تابش در قسمت مادون قرمز طیف الکترومغناطیسی استفاده می‌کنند. یک دوربین مادون قرمز انرژی حرارتی یا گرمای ساطع شده از صحنه‌ی مشاهده شده را تشخیص داده و آن را به سیگنال الکترونیکی تبدیل می‌کند. سپس این سیگنال برای تولید یک تصویر پردازش می‌شود. گرمای جذب شده توسط دوربین مادون قرمز را می‌توان با درجه بالایی از دقت اندازه‌گیری کرد. این بدان معناست که دوربین‌های مادون قرمز را می‌توان برای مواردی مانند بررسی عملکرد حرارتی استفاده کرد. هر چه دمای جسم یا شی بالاتر باشد، تشعشع بیشتری از آن ساطع می‌شود [۲].

مادون قرمز نوعی موج الکترومغناطیسی است. اگر دمای یک جسم بالاتر از دمای مطلق ترمودینامیکی باشد، تابش مادون قرمز رخ می‌دهد. تصویربرداری حرارتی مادون قرمز معمولاً به تصویربرداری مادون قرمز میانی و تصویربرداری مادون قرمز دور اشاره دارد.

برخلاف تصور رایج، دوربین‌های مادون قرمز نمی‌توانند پشت دیوارها یا سایر اجسام جامد را ببینند. آن‌ها فقط می‌توانند گرمای ساطع شده از صحنه مشاهده شده را اندازه‌گیری کنند. به عنوان مثال، یک تصویر حرارتی از یک دیوار، اگر منبع گرمایی در پشت آن وجود داشته باشد جریان گرما را از طریق دیوار نشان می‌دهد، اما خود منبع گرما را نمی‌تواند ببیند. یک از مهم‌ترین کاربردهای مادون قرمز، دوربین‌های حرارتی هستند که با طول موج مادون قرمز بلند کار می‌کنند [۳].

بسیاری از فعالیت‌های نظامی امنیتی دنیا مانند دوربین‌های حرارتی تسلیحات، عینک‌های دید در شب پیشرفته، موشک‌های جستجوگر حرارتی، کشف مین‌های زمینی، سامانه‌های هوایی بدون سرنشین و بسیاری موارد دیگر به فناوری مادون قرمز در

مناطق جنگی متکی هستند. دوربین‌های مادون قرمز می‌توانند حتی مین‌های غیرفلزی را که توسط فلزبایب‌های معمولی شناسایی نمی‌شوند، شناسایی کنند [۴]. از این رو در این مقاله به بررسی روش‌های استتار در مقابل دوربین‌های مادون قرمز پرداخته می‌شود. در واقع این مقاله، یک مقاله پژوهشی و مروری در حوزه دوربین‌های مادون قرمز است که با یک نگاه جامع و با استفاده از معتبرترین منابع در این زمینه تلاش می‌کند تا ضمن مرور بر کاربردها و اصول عملکرد سامانه‌های مادون قرمز به بررسی مهم‌ترین روش‌های مقابله با این نوع از دوربین‌ها بپردازد. تاکنون مشابه این مقاله در مرجع دیگری مشاهده نشده است و با توجه به گستردگی و همچنین پیشرفت‌های بسیار زیاد در حوزه دوربین‌های مادون قرمز، استفاده از راهکارهای روز دنیا برای مقابله با این نوع از سامانه‌ها بسیار ضروری است. فلذا در این مقاله سعی می‌گردد ضمن مرور مهم‌ترین و بروزترین روش‌های مقابله موجود در دنیا که قابلیت عملیاتی دارند به ارائه یک دسته‌بندی جامع از روش‌های مقابله پرداخته شود. اهمیت این دسته‌بندی از آن جهت است که زمینه را برای ارائه راهکارهای مقابله با این نوع از سامانه‌ها در قالب طرح‌های پدافندی استتار و اختفا فراهم می‌کند.

این مقاله در ادامه از بخش‌های زیر تشکیل شده است: در بخش دوم کاربردهای دوربین مادون قرمز بیان می‌شود. در بخش سوم، اصول عملکرد دوربین‌های مادون قرمز تشریح خواهد شد، در نهایت بخش چهارم به بررسی روش‌های مقابله موجود در دنیا می‌پردازد.

## ۲- کاربردهای دوربین مادون قرمز

در این قسمت تلاش می‌شود مهم‌ترین و به‌روزترین کاربردهای دوربین مادون قرمز در صنایع مختلف به‌صورت تجمیعی ارائه شود. این کاربردها که عمدتاً نظامی می‌باشند اهمیت مقابله با این نوع از سامانه‌ها را بیش از پیش مشخص می‌سازد. از تصویربرداری حرارتی می‌توان برای ارزیابی کابل‌ها و اتصالات مختلف که در پشت دیوارها پنهان شده‌اند استفاده کرد. مهندسان می‌توانند با شناسایی سامانه‌های فعال، تعمیر و نگهداری را انجام و عیوب را تشخیص دهند.

افسران پلیس و مجریان قانون می‌توانند از تصویربرداری حرارتی برای شناسایی مجرمان در آب‌وهوای نامناسب، تاریکی یا در محیط‌های مه‌مبمانند جنگل‌ها استفاده کنند. تقریباً تمام گروه‌های نظامی در جهان در حال حاضر از فناوری تصویربرداری حرارتی به شکل دوربین‌های یکپارچه استفاده می‌کنند.

کاربردهای تصویربرداری حرارتی در امنیت را می‌توان برای شناسایی اتاق‌های پر از دود، ایجاد امنیت در خانه‌ها، یافتن

<sup>1</sup> Infrared

صنایعی که با مواد شیمیایی خطرناک و غیرخطرناک سروکار دارند، می‌توانند از دوربین‌های مادون قرمز برای تشخیص جریان گرمای حاصل از فرآیندهای شیمیایی استفاده کنند. تصویربرداری حرارتی اندازه‌گیری توزیع دما را دقیق‌تر و آسان‌تر می‌کند و همچنین امکان تجزیه و تحلیل واکنش‌های شیمیایی را در کل زنجیره فرآیند فراهم می‌آورد.

فناوری‌های مادون قرمز برای کمک به جنگجویان در شناسایی سیم‌های مخفی و تله‌های انفجاری، افزایش توانایی دیدن اهداف استتار شده، شناسایی مین‌های مدفون و بمب‌های دست‌ساز، هدف‌گیری و ردیابی پیشرفته موشک‌ها، خمپاره‌ها و هواپیماهای بدون سرنشین، روشی مهم است. وسایل نقلیه و سایر تهدیدات هوایی در دست آوردن، مکان‌یابی و شناسایی هدف از این فناوری استفاده می‌کنند [۱۰].

آشناترین کاربردهای فناوری مادون قرمز توسط ارتش، اسکنرهای فرورسرخ، سرهای هدایت موشک و عینک دید در شب است. اسکنرهای مادون قرمز با شناسایی اجسام گرم در محیط خنک‌تر، نه تنها به خلبانان کمک می‌کنند تا در مه پرواز کنند، بلکه منابع گرمایی مانند افراد و مخازن را نیز تشخیص می‌دهند. عینک‌های دید در شب به سربازان اجازه می‌دهد تا در سطوح نوری نزدیک به تاریکی مطلق، ببینند و به آن‌ها اجازه می‌دهند چیزهای اطراف خود مانند افراد، حیوانات یا وسایل نقلیه متحرک را که در مادون قرمز می‌درخشند، ببینند [۱۱].

یک میدان حاوی مین‌های زمینی، الگوی مشخصی از نقاط حساس یکسان را نشان می‌دهد. با استفاده از حسگرهای فرورسرخ، هواپیماهای بدون سرنشینی که بر فراز میدان‌های جنگ پرواز می‌کنند، می‌توانند الگوهای نقاط داغ را شناسایی کرده و مین‌های زمینی را برای تیم‌های پاک‌سازی مکان‌یابی و ترسیم کنند [۱۲].

پهپادها و ربات‌ها در حال حاضر نقش اصلی را در عملیات نظامی ایفا می‌کنند. این ابزار مجهز به حسگرهای مختلف که برخی از آن‌ها دارای فناوری مادون قرمز هستند، به سربازان خط مقدم کمک می‌کند تا موقعیت‌ها را در طیف وسیعی از محیط‌های مختلف بهتر مشاهده و ارزیابی، و محافظت بیشتری را برای سربازان فراهم کنند.

پایگاه‌های نظامی با توجه به حجم اطلاعاتی که در اختیار دارند، هدف بزرگی برای تروریست‌ها و منابع دشمن هستند. نه تنها سربازان نظامی هنگام نگهبانی برای پایگاه خود از عینک دید در شب حرارتی استفاده می‌کنند، بلکه دوربین‌های اطراف نیز با

سلاح‌ها و مواد شیمیایی که به زندان‌ها قاچاق می‌شوند، استفاده کرد. یک دوربین ساده با سنسور مادون قرمز و برخی نرم افزارها می‌توانند وجود یک چاقو یا تفنگ مخفی را آشکار کنند [۵].

از تصویرگرهای حرارتی برای بررسی دمای بدن حیوانات و بررسی اینکه آیا دمای سطح یکنواختی دارند یا خیر استفاده می‌شود. این معاینات بیشتر روی حیوانات خانگی انجام می‌شود. یک دوربین حرارتی برای حیوانات می‌تواند مشاهدات و درک دقیقی از رفتار حیوانات ارائه دهد. از آنجایی که برخی جمعیت‌های خاص حیوانات در شب فعال‌تر هستند، دوربین حیات وحش مادون قرمز اجازه می‌دهد تا دید بهتری نسبت به مناطق وحشی اطراف وجود داشته باشد. جمعیت جانوران را می‌توان با دقت بالاتری مشاهده کرد و برای مدیریت سرزمینی که در آن زندگی می‌کنند گام‌های مناسب برداشت [۶].

تصویرگرهای حرارتی به آتش‌نشانان کمک می‌کنند تا فراتر از ابر غلیظ دود را ببینند و آنچه را که در پشت آن وجود دارد، آشکار کنند. این موضوع کمک بزرگی برای یافتن افرادی است که در داخل یک ساختمان گیر افتاده اند و نیز روش مناسبی برای شناسایی یک نقطه ورودی برای نجات است که دمای نسبتاً پایینی دارد [۷].

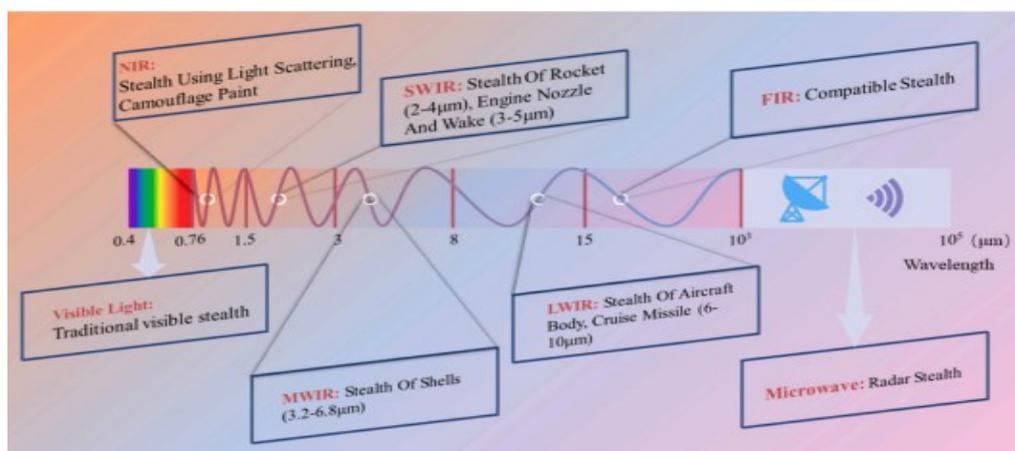
دوربین‌های حرارتی پزشکی دستگاه‌های بسیار دقیقی هستند که قادر به اندازه‌گیری دمای سطح پوست و تصویربرداری از تمام قسمت‌های بدن انسان با جزئیات دقیق هستند. ترموگرافی پزشکی کاربردهای زیادی دارد. یک دوربین تصویربرداری حرارتی پزشکی یک تصویر حرارتی ایجاد می‌کند که سطوح مختلفی از گرما را که از بدن انسان ساطع می‌شود نشان می‌دهد. این تصویر به‌عنوان سیگنالی برای درمان‌گراها، اپراتورها یا پزشکان در مواقعی که درجه حرارت بدن طبیعی یا بالا است، عمل می‌کند. علاوه بر آن، یک دوربین تصویربرداری حرارتی پزشکی می‌تواند برای اندازه‌گیری بخشی از بدن به منظور تشخیص درجه حرارت بالا که می‌تواند ناشی از التهاب، مشکلات گردش خون، آسیب یا عفونت احتمالی باشد، استفاده شود [۸].

هوافضا به دلیل ایمنی بالا و الزامات مواد ارائه شده، بیشترین تقاضاها را برای سامانه‌های دوربین مادون قرمز دارد. شرکت‌های هوافضا می‌توانند از ترموگرافی برای آزمایش جریان‌های گرمای فعال بر روی مواد کامپوزیتی جدید استفاده کنند تا اطمینان حاصل شود که نسل بعدی هواپیماهای سبک‌تر و کم‌مصرف‌تر و ایمن خواهند بود [۹].

بسیاری از دوربین‌های مادون قرمز همچنین دارای یک دوربین نور مرئی هستند که با هر بار کشیدن ماشه به طور خودکار یک تصویر دیجیتال استاندارد می‌گیرد. با ترکیب این تصاویر، ارتباط مناطق مشکل‌دار در تصویر مادون قرمز با تجهیزات واقعی یا منطقه در حال بازرسی، آسان‌تر می‌شود [۱۴].

فراتر از قابلیت‌های اولیه تصویربرداری حرارتی، می‌توانید دوربین‌های مادون قرمز را با طیف گسترده‌ای از ویژگی‌های اضافی بیابید که عملکردها را خودکار می‌کند، اجازه ذخیره صوتی را می‌دهد، وضوح تصویر را بهبود می‌بخشد، ضبط و پخش ویدیو از تصاویر، تجزیه و تحلیل و گزارش پشتیبانی می‌کند. بطور کلی سامانه‌های تشخیص حرارتی یا مادون قرمز از حسگرهایی برای دریافت تابش در قسمت مادون قرمز طیف الکترومغناطیسی استفاده می‌کنند. یک دوربین مادون قرمز انرژی حرارتی یا گرمای ساطع شده از صحنه مشاهده شده را تشخیص داده و آن را به سیگنال الکترونیکی تبدیل می‌کند. سپس این سیگنال برای تولید یک تصویر پردازش می‌شود. قاعده کلی در استتار از دوربین حرارتی، متعادل کردن تابش حرارتی بین هدف و پس زمینه است [۳].

نور مادون قرمز برای چشم انسان نامرئی است، اگرچه امواج مادون قرمز طولانی‌تر را می‌توان به عنوان گرما حس کرد. با این حال، برخی از ویژگی‌های نور مرئی را دارد یعنی نور مادون قرمز می‌تواند متمرکز، منعکس و قطبی شود [۱۵]. طول موج ناحیه مادون قرمز (فروسرخ) از حدود ۱ میلی‌متر در فرکانس ۳۰۰ گیگاهرتز شروع و تا لبه طول موج قرمز ناحیه مرئی در فرکانس ۴۳۰ تراهرتز گسترش می‌یابد (شکل ۱) [۱۶].



شکل (۱): مقایسه باندهای مختلف طول موج مادون قرمز و کاربردهای استتاری مربوط به آن [۱۷، ۱۸]

در شکل (۲) اجزای اصلی یک دوربین حرارتی به تصویر درآمده است. هر دوربین با توجه به نوع کاربری، ویژگی‌های خاص خود را دارد.

دید حرارتی حضور دارند تا بتوانند در تمام ساعات اطلاعات را جمع آوری کنند [۱۳].

### ۳- اصول عملکرد دوربین‌های مادون قرمز

در این قسمت اصول عملکرد دوربین‌های مادون قرمز بیان می‌شود. آشنایی با این قسمت برای بیان راهکارهای استتاری بخش بعد لازم و ضروری است فلذا از این جهت دارای اهمیت است. همه اجسام انرژی مادون قرمز ساطع می‌کنند که به عنوان امضای گرما شناخته می‌شود. یک دوربین مادون قرمز (که به عنوان تصویرگر حرارتی نیز شناخته می‌شود) انرژی مادون قرمز اجسام را شناسایی و اندازه گیری می‌کند. دوربین این داده‌های مادون قرمز را به یک تصویر الکترونیکی تبدیل می‌کند که دمای ظاهری سطح جسم مورد اندازه گیری را نشان می‌دهد.

یک دوربین مادون قرمز حاوی یک سامانه نوری است که انرژی مادون قرمز را روی یک تراشه آشکارساز ویژه (آرایه حسگر) متمرکز می‌کند، این تراشه حاوی هزاران پیکسل آشکارساز است که در یک شبکه مرتب شده اند. هر پیکسل در آرایه حسگر به انرژی مادون قرمز متمرکز شده روی آن واکنش نشان می‌دهد و یک سیگنال الکترونیکی تولید می‌کند. پردازنده دوربین سیگنال هر پیکسل را می‌گیرد و یک محاسبه ریاضی روی آن اعمال می‌کند تا یک نقشه رنگی از دمای ظاهری جسم ایجاد کند. به هر مقدار دما رنگ متفاوتی اختصاص داده می‌شود. ماتریس حاصل از رنگ‌ها به عنوان تصویر دمایی (تصویر حرارتی) از آن جسم به حافظه و به نمایشگر دوربین ارسال می‌شود.

به طور کلی پنج جزء اصلی تشکیل دهنده‌ی تمام دوربین‌ها شامل سامانه نوری (سامانه اپتیک جمع کننده) یا لنز، آشکارساز (Detector)، تقویت کننده، پردازش سیگنال و نمایشگر می‌باشد [۱۳].



### ۲-۲- حسگرها

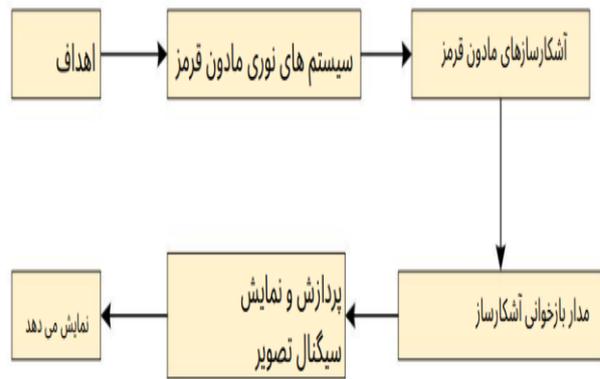
سنسورها یا حسگرها در دوربین حرارتی مجموعه‌ای از هزاران آشکارساز است که به تابش IR حرارتی حساس هستند. حسگر اطلاعات IR حرارتی را شناسایی، ثبت و سپس به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل می‌کند و تصویر ویدیو را می‌سازد. آشکارسازهای مورد استفاده برای تصویربرداری حرارتی را می‌توان به طور کلی به دو نوع تقسیم کرد، سنسورهای IR خنک شده و خنک نشده [۱۶].

### ۳-۳- سنسورهای خنک شده

سنسورهای مادون قرمز خنک معمولاً در یک محفظه آب‌بندی شده با خلاء قرار می‌گیرند و دمای ۶۰ تا ۱۰۰ کلوین تقریباً از ۲۱۰- درجه سانتی‌گراد تا ۱۷۰- درجه سانتی‌گراد بسته به نوع و سطح عملکرد مورد نظر خنک می‌شوند، تصویر این سنسور در شکل (۳) نشان داده شده است. این دمای بسیار پایین با کولرهای برودتی انجام می‌شود. خنک کننده برای کاهش نویز ناشی از حرارت لازم است. اگرچه فناوری حسگر خنک شده هم‌گرا است و هم نگهداری بالایی دارد، اما مزایایی به همراه دارد. این آشکارسازها در باند طیفی موج میانی<sup>۱</sup> (MWIR) کار می‌کنند، که وضوح فضای بهتری را ارائه می‌دهد. شکل (۳) نشان دهنده‌ی این سنسور حرارتی است. مزیت دیگر سنسورهای خنک شده این است که با حساسیت بیشتر امکان استفاده از لنزهایی با اعداد f بالا (با stop-f) را نیز فراهم می‌کند. در نتیجه، آشکارسازهای خنک شده برای تشخیص دوربرد، یعنی ۵ تا ۱۶ کیلومتر انتخاب بهتری هستند [۲۰].



شکل (۳): سنسور حرارتی خنک‌کننده [۲۱]



شکل (۲): اجزای یک دوربین تصویربرداری حرارتی [۳]

### ۱-۳- لنزها

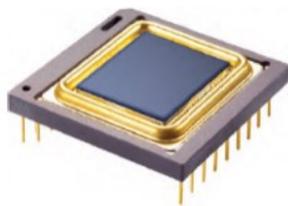
لنزها، نقطه آغازین دریافت تصویر هستند که وظیفه دریافت نور را بر عهده دارند، در واقع عمل جمع‌آوری نور بازتابی موجود در صحنه و متمرکز کردن آن را لنزها انجام می‌دهند. رایج‌ترین نوع لنزها ۳/۶ میلی‌متری با ۷۷ درجه زاویه دید هستند. به دلیل شفاف نبودن شیشه معمولی در طیف مادون قرمز حرارتی جنس لنزهایی که شفافیت خوبی در طیف IR دارند عبارتند از ژرمانیوم (Ge)، سیلیکون (Si) و سولفیدروی یا شیشه کالکوژنید، که ژرمانیوم نسبت به بقیه مواد شفافیت بهتری دارد اما قیمت آن بالاتر است. در واقع از آنجایی که شیشه معمولی تابش حرارتی را مسدود می‌کند، سازندگان نمی‌توانند از اپتیک‌ها و لنزهای مبتنی بر شیشه معمولی در دوربین‌های حرارتی استفاده کنند. در حال حاضر، ژرمانیوم متداول‌ترین ماده مورد استفاده برای اپتیک دوربین حرارتی است. این ماده‌ی بسیار گران قیمت، که از نظر شیمیایی شبیه به قلع و سیلیکون است، نور مرئی را در حالی که از نور مادون قرمز عبور می‌کند، مسدود می‌کند.

همه لنزها ژرمانیوم خالص نیستند به‌عنوان مثال، برخی از آن‌ها از ماده‌ی بر پایه ژرمانیوم به نام شیشه کالکوژنید ساخته شده‌اند که به طیف وسیع‌تری از نور IR اجازه عبور می‌دهد و مانند بسیاری از مواد، مزایا و معایبی دارند. شیشه کالکوژنید حاوی مواد ارزان‌تری است و قابل قالب‌گیری است. با این حال، قالب اصلی نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه قابل توجهی دارد که فقط در مقادیر بالا قابل توجیه است. دوربین‌های حرارتی از پایه‌های لنز متفاوتی نسبت به دوربین‌های تحت شبکه معمولی استفاده می‌کنند. پایه باید عریض‌تر باشد تا با حسگر متناسب باشد، که معمولاً بزرگ‌تر از سنسورهای معمولی است [۱۹].

<sup>۱</sup> Short wave infrared

## ۳-۴- سنسورهای خنک نشده

الکتريکی ایجاد می‌کند. میکروبولومترهای فروالکتريک از باریم استرانسیوم تیتانات (BST) ساخته شده اند.



شکل (۵): حسگر مادون قرمز خنک نشده [۲۱]

تغییرات دمای صحنه باعث تغییراتی در بولومتر می‌شود که سپس به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل شده و به تصویر پردازش می‌شود. حساسیت دوربین به تشعشعات حرارتی، که توانایی آن را در تشخیص تفاوت‌های دمایی مختلف در یک صحنه تعیین می‌کند، می‌تواند به‌عنوان مقدار اختلاف دمای معادل نویز (NETD) بیان شود. اکثر دوربین‌های شبکه حرارتی دارای مقدار NETD 50-100 mK هستند، اگرچه نسل‌های جدیدتری از بولومترها وجود دارند که NETD کمتری دارند.

## ۳-۵- محفظه‌های حرارتی

تهدیدات محیطی اصلی برای یک محصول ویدئویی شبکه، به‌ویژه محصولی که بیرون درها نصب می‌شود، شامل سرما، گرما، آب، گرد و غبار، برف و حشرات است. گاهی اوقات، این بدان معنی است که یک دوربین حرارتی به یک محفظه محافظ نیاز دارد. مانند لنزها، محفظه‌ها نیز باید به‌طور ویژه برای دوربین‌های حرارتی تنظیم شوند که برای این منظور از ژرمانیوم استفاده می‌شود. [۴]

## ۳-۶- فیلتر IR Cut و IR

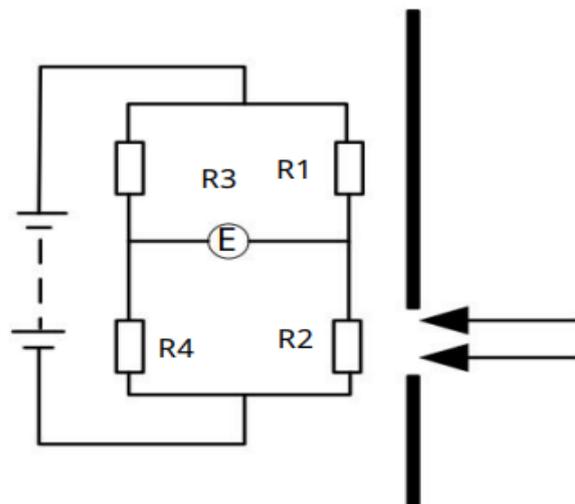
در دوربین‌های دوکاره که هم در طول شب و هم در روز کار می‌کنند از این دو فیلتر استفاده می‌شود، فیلتر IR همه نورها به جز مادون قرمز را مسدود می‌کند. در طول روز نوری که به سنسور برخورد می‌کند اگر حاوی نور IR باشد توسط فیلتر IR Cut فیلتر می‌شود [۱].

۳-۷- جمع‌کننده نور<sup>۱</sup>

سامانه نوری دوربین مادون قرمز باعث تمرکز انرژی مادون قرمز روی یک تراشه آشکارساز ویژه (آرایه حسگر) می‌شود، که حاوی هزاران پیکسل آشکارساز در یک شبکه مرتب است هر چه تعداد پیکسل بیشتر باشد، وضوح بالاتر خواهد بود [۲۳].

حسگر در یک دوربین حرارتی خنک نشده به خنک‌کننده برودتی وابسته نیست. سنسور مادون قرمز خنک نشده در دمای محیط یا نزدیک به آن تثبیت می‌شود. حسگرهای خنک نشده می‌توانند بر اساس مواد مختلفی ساخته شوند که همگی مزایای منحصر به فردی دارند. یک طراحی متداول، مبتنی بر فناوری میکروبولومتر است. به‌طور معمول، یک مقاومت کوچک (یا ترمیستور) با خواص بسیار وابسته به دما روی یک عنصر سیلیکونی قرار دارد که عایق حرارتی است [۲۲].

شکل (۴) اساس عملکرد یک دوربین حرارتی خنک نشده و شکل (۵) تصویر واقعی این حسگر را نشان می‌دهد، R1 آشکارساز داخلی، R2 آشکارساز استخراج‌کننده، R3 و R4 مقاومت‌های استاندارد و E سیگنال الکتریکی نمونه برداری شده است. از آنجایی که تابش مادون قرمز وجود ندارد، مدار پل در حالت متعادل می‌ماند و سیگنال ولتاژی در این زمان خارج نمی‌شود. هنگامی که تابش مادون قرمز وجود دارد، دمای مقاومت R2 تغییر می‌کند، در نتیجه مقدار مقاومت R2 هم تغییر می‌یابد. در این زمان، مدار در یک حالت نامتعادل قرار دارد و یک اختلاف ولتاژ در دو سر مدار خروجی سیگنال ایجاد می‌شود و خروجی سیگنال ولتاژ موجود خواهد شد [۳].



شکل (۴): اصل عملکرد دوربین حرارتی خنک نشده [۳]

این مقاومت از اکسید وانادیوم (VOx) یا سیلیکون آمورف ( $\alpha$ -Si) ساخته شده است. هنگامی که تابش IR حرارتی به مواد برخورد می‌کند، مقاومت الکتریکی تغییر می‌کند. نوع دیگری از میکروبولومتر مبتنی بر فناوری فتوالکتريک است. در اینجا، تغییرات کوچک در دمای مواد، تغییرات بزرگی در قطبش

<sup>۱</sup> Collector

### ۳-۸- آشکارساز<sup>۱</sup>

می‌کنند. دلیل اینکه سامانه‌های امنیتی DVR معمولاً در مقایسه با سامانه‌های NVR قیمت پایین‌تری دارند به دلیل دوربین است. دوربین‌های آنالوگ، سیگنال‌های آنالوگ را به ضبط کننده ارسال می‌کنند و سپس داده‌های ویدئویی را پردازش می‌شود. در مقایسه با یک سامانه‌سازمانه NVR، اکثر دوربین‌های DVR پیچیده‌تر و گران‌تر هستند [۲۴].

### ۴- فناوری‌های روز دنیا در استتار IR

تا اینجا اصول عملکرد دوربین‌های مادون قرمز به همراه مهمترین کاربردهای آن بیان شد و مشاهده گردید که این نوع از دوربین‌ها کاربردهای ویژه‌ای در دنیای نظامی دارند. از این رو مقابله با آنها بسیار مورد توجه است. در این قسمت تلاش می‌شود از میان تمامی مراجع معتبر، بروزترین و کاربردی‌ترین روشها در زمینه‌ی مقابله با دوربین‌های مادون قرمز بیان شود.

در گذشته تنها راه استتار استفاده از پوشش گیاهی و بوته‌های طبیعی بود، در حال حاضر نیروها در میدان نبرد با تهدیدات فناوری جدید روبرو هستند. علاوه بر رادارها و سایر حسگرها، پهپادهای بدون سرنشین با دوربین‌های حرارتی، حتی بدون پیچیدگی زیاد، ظرفیت‌های کشف دشمن را گسترش داده و نیاز به توسعه جدید را ایجاد کرده اند. اواخر جنگ جهانی دوم، اولین دستگاه دید در شب آمریکایی، با نام M3 Infrared، رونمایی شد. ابزارهای اولیه معمولاً یک تقویت کننده تصویر را با یک نورافکن مادون قرمز جفت می‌کردند. نور مادون قرمز با چشم غیرمسلح نامرئی است، طرح‌های بعدی منبع نور مادون قرمز را به طور کامل حذف کردند، در عوض نور محیط، به ویژه نور ماه را تقویت کردند. در دهه ۱۹۸۰، دستگاه‌های تصویربرداری حرارتی، انقلابی را در قابلیت‌های جنگ شبانه به وجود آوردند. تصویرگرهای حرارتی با تشخیص تفاوت‌های کوچک گرمای موجود در میدان دید خود، گرمای تابشی بدن فرد با دست‌ها، صورت و سایر قسمت‌های در معرض دید بدن را که به دلیل حرارت متساعد شده می‌درخشند، نشان می‌دهند. در مورد ادوات جنگی هم بخش‌هایی که حرارت تولید می‌کنند توسط دوربین مادون قرمز حرارتی آشکار می‌شوند مثلاً یک تانک که در شب می‌جنگد از طریق پانل‌های موتور آن دیده می‌شود.

طی دهه ۱۹۹۰، دستگاه‌های تصویربرداری حرارتی برای ارتش کشورهایی که از این فناوری برخوردار بودند، برتری زیادی ایجاد می‌کردند. اما با پیشرفت فناوری، به دست آوردن آن برای سایر کشورها آسان‌تر شد. [۲۵].

با پیشرفت فناوری‌های کشف، اهداف نظامی در معرض تهدیدات فزاینده‌ای قرار دارند. از این رو، توسعه فناوری‌های پنهان کاری، شامل رادار، مادون قرمز، مغناطیسی، آکوستیک و نور مرئی، ضروری است. در میان روش‌های مختلف استتار، فناوری

همه اجسام انرژی مادون قرمز ساطع می‌کنند که آشکار سازی و اندازه گیری آن توسط دوربین IR انجام می‌شود. پیکسل کوچکترین اندازه جسم قابل تشخیص است هر چه وضوح فضایی کمتر باشد جزئیات و کیفیت تصویر بالاتر خواهد رفت. آشکارسازهای صفحه کانونی از آرایه‌هایی از ده‌ها هزار عنصر حسگر تشکیل شده است. نوع میکروبولومتر مقاومتی در میان آشکارسازهای فرسوخ مادون قرمز از نظر فنی بالغ‌ترین نوع است که وسیع‌ترین کاربرد را دارد [۱].

### ۳-۹- پردازش سیگنال<sup>۲</sup>

بخش پردازش سیگنال، عمل تبدیل مادون قرمز به تصویر الکتریکی را انجام می‌دهد، تولید سیگنال الکترونیکی توسط هر پیکسل در آرایه حسگر صورت می‌گیرد، سپس دریافت سیگنال هر پیکسل توسط پردازنده دوربین و اعمال محاسبه ریاضی اعمال می‌شود [۱].

### ۳-۱۰- نمایش تصویر<sup>۳</sup>

در مرحله نمایش تصویر یک نقشه رنگی از جسم مورد نظر تولید می‌شود [۵].

### ۳-۱۱- ضبط کننده ویدئوی دیجیتال<sup>۴</sup> (DVR)

ضبط کننده ویدئوی دیجیتال (DVR) دستگاهی است که سیگنال‌های یک دوربین آنالوگ را به یک فرمت دیجیتال قابل مشاهده تبدیل می‌کند که می‌تواند روی هارد دیسک ذخیره شود. این یکی از دو گزینه ذخیره سازی محلی برای سامانه‌های امنیتی تلویزیون مدار بسته (CCTV) است، دومین گزینه ضبط کننده‌های ویدئوی شبکه (NVR) است.

### ۳-۱۲- ضبط کننده ویدئوی شبکه<sup>۵</sup> (NVR)

ضبط کننده ویدئوی شبکه (NVR) یک سامانه کامپیوتری است که فیلم‌های ویدئویی را ضبط می‌کند و آن را روی یک دیسک سخت، یک دستگاه ذخیره سازی انبوه یا ذخیره سازی ابری، ذخیره می‌کند. NVR ها با دوربین‌های پروتکل اینترنت دیجیتال (IP) جفت می‌شوند تا یک سامانه نظارت تصویری ایجاد کنند. سامانه‌های DVR معمولاً از دوربین‌های امنیتی آنالوگ (که به عنوان دوربین‌های مدار بسته شناخته می‌شوند) استفاده

<sup>1</sup> Detector

<sup>2</sup> Signal Processing

<sup>3</sup> Display Image

<sup>4</sup> Digital Video Recorder

<sup>5</sup> Network Video Recorder

#### ۴-۲- گرافن

گرافن نوعی ماده کربنی است که خاصیت های بی نظیری مانند ساختار متخلخل به هم پیوسته، سطح مساحت بالا، رسانای عالی گرما و الکتریسیته، که به دلیل ساختار نواری منحصر به فرد و صفحه دو بعدی آن است. گرافن یک ورق اتم کربن با ضخامت تک اتم که به شکل لانه زنبوری چیده شده است، سفت ترین، قوی ترین و در عین حال نازکترین ماده جهان است [۲۹]. گرافن قابلیت بالایی در استتار مادون قرمز دارد. این ماده ویژگی های مادون قرمز یک هدف را در پس زمینه پنهان می کند تا تشخیص مادون قرمز را فریب دهد [۳۰]. یکی از کاربردهای گرافن در استتار حرارتی، یک دستگاه تشعشع حرارتی با کنترل الکتریکی است که از لایه های اکسید گرافن کاهش یافته استفاده می کند. این لایه ها از غشاهای پلیمری متخلخل که میزبان محلول های یونی هستند، ساخته شده است. با اعمال یک بایاس ولتاژ ۳ ولت، سطح دستگاه شدت نور کمتری را در محدوده ۷/۵ تا ۱۴ میکرومتر که توسط دوربین مادون قرمز شناسایی می شود، نشان می دهد. کاهش شدت نور باعث کاهش دمای ظاهری تا حدود ۱۲ درجه سانتیگراد در مقایسه با غیر بایاس می شود [۳۱]. با استفاده از گرافن می توان لباس های ضد گلوله که در عین حال قابلیت استتار مادون قرمز و خنک کنندگی داشته باشند، ساخت [۳۲].

#### ۴-۳- فناوری Kit 300

در مواقعی که پوشش محیطی کمی برای استتار وجود دارد و دشمن به عینک های دید در شب مجهز است، نیروها باید خود را با لباس های استتاری بپوشانند تا علاوه بر این که از دوربین های اپتیک پنهان می شوند و در طول روز شبیه محیط اطراف به نظر می آیند، بتوانند گرمای خود را هم پنهان کنند به طوری که دوربین های حرارتی قادر به کشف آن ها در تاریکی مطلق نباشند و به این ترتیب از تیرس تک تیراندازان دشمن خارج شوند. کیت ۳۰۰ یک ماده استتار جدید است که توسط پیمانکار دفاعی رژیم صهیونیستی Polaris Solutions ساخته شده است. شکل (۷) استتار با استفاده از این فناوری را نشان می دهد [۳۳].

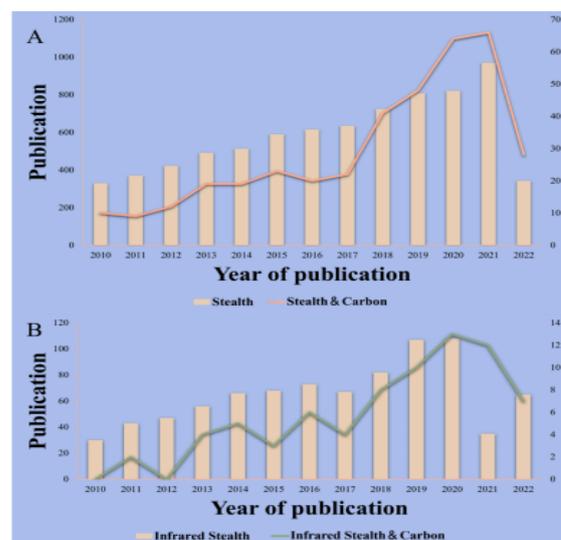
کیت ۳۰۰ از ریز فیبرها، فلزات و پلیمرها تشکیل شده است. مواد فویل مانند را می توان به ساختارهای صخره ای شکل تبدیل کرد تا سربازان در پشت آن پنهان شوند. یک صفحه بزرگ کیت ۳۰۰ می تواند وسایل نقلیه ی بزرگ را پنهان کند. یک ورق کیت ۳۰۰ حدود یک پوند یا ۴۵۰ گرم وزن دارد و به صورت رول کوچک فشرده می شود [۳۴]. علاوه بر آن به اندازه کافی قوی است که بتوان از آن به عنوان بستر حمل سربازان مجروح استفاده کرد. این ابزار یک ورق ضد آب است و در باران و گرمای زیاد آزمایش شده است. اشیایی که گرما از خود ساطع نمی کنند در

استتار از مادون قرمز از زمان جنگ جهانی دوم مورد بررسی قرار گرفته است. کاهش قابلیت تشخیص اهداف معمولاً با تغییر خواص تابش مادون قرمز، کاهش شدت تابش مادون قرمز یا تنظیم مسیر انتشار تابش فرسوخ حاصل می شود [۲۶]. نکته اصلی در کاهش شدت تابش مادون قرمز و بهبود قابلیت استتار آن، به کاهش انتشار مادون قرمز و کنترل دمای سطح هدف بستگی دارد [۲۷]. هدف، به حداقل رساندن احتمال برجسته شدن شی در مقایسه با پس زمینه است.

در حالی که ارتش های پیشرفته جهان با دستگاه های تصویربرداری حرارتی، برگ برنده ای علیه دشمنان خود دارند، در عین حال، باید به توسعه اقدامات مقابله با این دوربین ها برای بقا ادامه دهند در این بخش مهم ترین و جدیدترین فناوری های استتار از دوربین های مادون قرمز ارائه شده است.

#### ۴-۱- خانواده کربن

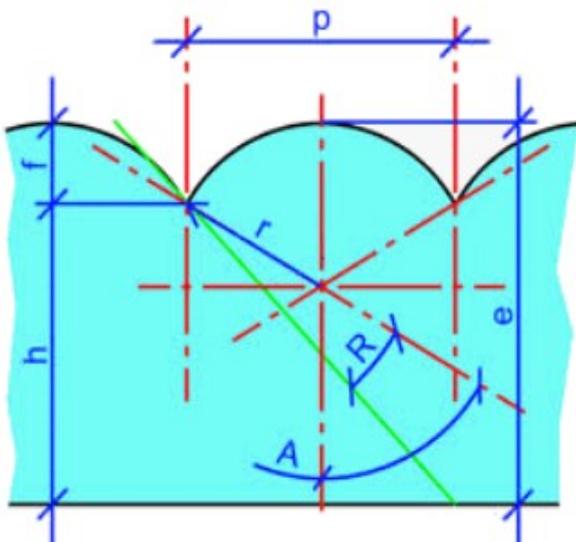
با کشف و توسعه کربن سیاه، نانولوله های کربنی، فیبر کربن، گرافن و سایر آلوتروپ های کربن جدید در مقیاس نانو، خانواده کربن نقشی بی بدیل در علم و فناوری مدرن ایفا می کند [۵]. در طول چند سال گذشته، طبق شکل (۶)، مطالعات مختلف، اهمیت کربن و نقش آن را در آینده سامانه های استتار را نشان داده اند. نانولوله های کربنی و گرافن به دلیل خواص منحصر به فردشان به روش های پیشنهادی عالی برای کاربردهای استتار فرسوخ تبدیل شده اند. الیاف نانولوله کربنی به دلیل سبک وزنی عالی، سطح ویژه بزرگ، استحکام مکانیکی بالا، رسانایی الکتریکی خوب، انعطاف پذیری عالی، مقاومت در برابر خوردگی جدید و مقاومت در برابر اکسیداسیون، توجه زیادی را به خود جلب کرده اند [۲۸].



شکل (۶): مقالات منتشر شده ده سال گذشته با استفاده از کلمات کلیدی الف) استتار، استتار کربن، ب) استتار مادون قرمز، استتار مادون قرمز و کربن [۲۶].

میکروسکوپی است پیروی می‌کنند. این معادله موج وابسته به ذرات و چگونگی تغییر حالت سامانه‌های کوانتومی را توصیف می‌کند [۳۶]. جسم هدفی که مردم می‌بینند یا دستگاه نظارت می‌کند، اطلاعاتی است که از فوتون، مایکروویو و سایر امواج الکترومغناطیسی ساطع شده به‌وسیله منبع نور یا آشکارساز یا تابش شده به سطح جسم، که توسط اندام‌های حسی یا تجهیزات انسان حس می‌شود، منعکس می‌شود. اگر یک ماده خاص بتواند این امواج الکترومغناطیسی را بدون انعکاس به‌طور کامل جذب کند، در آن صورت مردم قادر به دیدن وجود آن ماده نیستند و ابزار نیز قادر به درک وجود ماده نخواهد بود. به اصطلاح مواد رادارگریز، این مواد جاذب امواج را بر روی سلاح‌ها و تجهیزات هواپیمای، کشتی، تانک و خودروهای زرهی اعمال می‌کنند تا رادار، آشکارساز مادون قرمز، ردیاب لیزری و غیره دشمن را نتوان شناسایی کرد و به رادارگریزی دست یافت [۲۵].

فناوری پنهان کاری کوانتومی استفاده از خواص کوانتومی نور برای توسعه مواد مخفی است. شرکت Biotechnology Hyperstealth ماده پیشرفته‌ای به نام اختفای کوانتومی را توسعه داده که از طریق لنزهای عدسی شکل کار می‌کند، شکل (۸) نمودار شکست پرتویی که از یک عدسی می‌گذرد را نشان می‌دهد. این محصول که به نام کوانتوم استیلث ثبت شده، یک ماده ورقه پلاستیکی است که نور را در اطراف یک سوژه خم می‌کند و آن را از دید پنهان می‌کند. استفاده از این ماده که به‌عنوان پارچه استتار کوانتومی (مواد استتار مخفی کوانتومی) نامیده می‌شود با خم کردن نور به هدف نامرئی دست می‌یابد. وقتی از جلو به آن نگاه کنید، جسم پشت ماده قابل مشاهده نیست، اما پس زمینه قابل مشاهده است [۳۵].



شکل (۸): نمودار شکست پرتویی که از یک عدسی می‌گذرد [۳۵]

تصویرگرهای حرارتی به هیچ وجه نشان داده نمی‌شوند. سامانه کیت ۳۰۰ برای از بین بردن حضور حرارتی سرباز طراحی شده است، و به این ترتیب، سرباز را از دید دوربین‌ها نامرئی می‌کند. مواد موجود در سامانه کیت ۳۰۰ احتمالاً به عنوان عایق عمل می‌کنند و از نشت گرمای سرباز از پشت ورق جلوگیری می‌کنند. این سامانه با استفاده از رنگ‌های قدیمی و روش‌های استتار به کاربر اجازه می‌دهد با زمین اطراف ترکیب شود تا تشخیص سربازان در نور بصری را دشوارتر می‌کند و به نیروهای نظامی اجازه دهد بدون شناسایی تا حد امکان به هدف نزدیک شوند [۳۵]. بنابراین دشمنی که از دور با دوربین به نیروهای نظامی خیره می‌شود، نمی‌تواند آنها را ببیند. سربازان همچنین می‌توانند اسلحه‌ها، کوله‌پشتی‌ها و سایر تجهیزات نظامی خود را در پانل ارائه شده با کیت مخفی‌سازی پیشرفته در هنگام نزدیک شدن به هدف پنهان کنند. این روش به سربازان اجازه می‌دهد تا در طول جنگ شهری یا میدان‌های باز برای حمله به دشمن، پنهان‌سازی موقعیت را انجام دهند. کیت ۳۰۰ شامل یک کلاه ایمنی تاکتیکی برای فرار از موقعیت‌های تهدید کننده مانند گلوله است، علاوه بر آن کفش‌های ضد ردیابی که تا حد امکان کمترین ردیابی را در قلمرو دشمن باقی نمی‌گذارند و ردیابی سربازان را سخت می‌کند زیرا ردی را که معمولاً از چکمه‌های نظامی به جا می‌گذارد ایجاد نمی‌کند. این فناوری علاوه بر کلاه و چکمه مجهز به یک ماسک مخصوص است تا سربازان در حین فعالیت‌های شدید شناسایی نشود [۳۵].



شکل (۷): قابلیت‌های کیت ۳۰۰ [۳۵]

#### ۴-۴- فناوری کوانتومی

نور دارای دوگانگی موج- ذره است. فوتون‌ها مانند الکترون‌ها، پروتون‌ها، نوترون‌ها و ذرات بنیادی از قانون حرکت نیوتن در مکانیک کلاسیک پیروی نمی‌کنند، اما در مکانیک کوانتومی از معادله شرودینگر که توصیف کننده امواج وابسته به ذرات

همان‌طور که در شکل (۹) نشان داده شده است تصویری که پشت ورقه کوانتومی قرار می‌گیرد از نظرها پنهان می‌شود و تصویر پشت صحنه در مقابل ورقه کوانتومی به نمایش در می‌آید. مواد مخفی کاری کوانتومی نه تنها می‌توانند به نیروهای نظامی ویژه کمک کنند تا حملات خود را در طول روز انجام دهند، بلکه به سربازان کمک می‌کند تا در صورت بروز حوادث به راحتی فرار کنند. علاوه بر این، انتظار می‌رود از این مواد در جنگنده‌های رادارگریز و زیردریای‌ها برای نامرئی سازی استفاده شود و به سربازان کمک کنند تا وظیفه ضربه زدن به دشمن را به شیوه‌ای غیر قابل رویت انجام دهند [۳۷].

همان‌طور که در شکل (۹) نشان داده شده است تصویری که پشت ورقه کوانتومی قرار می‌گیرد از نظرها پنهان می‌شود و تصویر پشت صحنه در مقابل ورقه کوانتومی به نمایش در می‌آید. مواد مخفی کاری کوانتومی نه تنها می‌توانند به نیروهای نظامی ویژه کمک کنند تا حملات خود را در طول روز انجام دهند، بلکه به سربازان کمک می‌کند تا در صورت بروز حوادث به راحتی فرار کنند. علاوه بر این، انتظار می‌رود از این مواد در جنگنده‌های رادارگریز و زیردریای‌ها برای نامرئی سازی استفاده شود و به سربازان کمک کنند تا وظیفه ضربه زدن به دشمن را به شیوه‌ای غیر قابل رویت انجام دهند [۳۷].



شکل (۹): استتار با فناوری استتار کوانتومی [۳۵]

#### ۴-۵- تور استتار چند طیفی

تورهای استتار چند طیفی که برای مقابله با حسگرهای مختلف از جمله مادون قرمز، حرارتی، رادار و مرئی استفاده می‌شوند، مانع از هدف قرار گرفتن توسط دشمن شده و محاسبات آنان را دچار خطا می‌کنند. این تورها با شبیه‌کردن علائم مشخص اشیاء آنها را شبیه پس زمینه می‌کنند تا امکان شناسایی آنها از بین برود یا ضعیف شود. کنترل امواج با استفاده از موادی مانند نانو الیاف‌ها، پلیمرها و رنگ دانه‌های خاص صورت می‌گیرد [۵].

#### ۴-۶- شیشه

استفاده از شیشه برای پنهان ماندن از دید دوربین‌های مادون قرمز می‌تواند همانند یک دیوار آجری بلند عمل کند و محتوای پشت شیشه را مخفی کند. شیشه‌ها امواج مادون قرمز بلند و میانی را مسدود کنند [۳۸].

#### ۴-۷- فویل آلومینیومی

از آن جایی که سطح آلومینیوم قابلیت انعکاس بالای دارد، مادون‌قرمز را جذب نمی‌کند و آن را تا حد بسیار زیادی منعکس می‌کند. بدین ترتیب مواد پنهان شده در پشت آن نمی‌توانند توسط دوربین‌های IR شناسایی شوند. ضخامت و کیفیت فویل می‌تواند این اثر را افزایش یا کاهش دهد [۳۹].

#### ۴-۸- آب

امواج مادون‌قرمز نمی‌توانند به راحتی از آب عبور کنند و بسیاری از طول‌موج‌های آنها توسط آب مسدود می‌شود. در واقع دوربین حرارتی به وسیله گرمای ساطع شده از جسم، آن را تشخیص می‌دهد. آب گرما را جذب می‌کند و امضای حرارتی جسم را کاهش می‌دهد و از این رو تشخیص دوربین‌ها را با اختلال مواجه

Hyper stealth یک شرکت موفق طراحی استتار کانادایی با طراحی بیش از دو میلیون لباس نظامی و بیش از ۳۰۰۰ وسیله نقلیه و جت جنگنده با استفاده از الگوهای آنها در سراسر جهان است. مخفی کاری کوانتومی ماده ای است که با خم کردن امواج نور به اطراف هدف، هدف را کاملاً نامرئی می‌کند. این ماده نه تنها علائم بصری، مادون قرمز (دید در شب) و حرارتی شما را حذف می‌کند، بلکه سایه هدف را نیز از بین می‌برد [۳۶]. از این تکنولوژی می‌توان در پنهان کردن تانک‌ها، هواپیماهای جنگی، زیردریایی‌ها و تک تیراندازها استفاده کرد. هواپیما در هر زمانی از شبانه روز از طریق ماهواره‌های جاسوسی، پهپادهای هوایی یا چشم‌های بالون‌های نظارتی قابل شناسایی نیست [۳۷].

به‌طور کلی دو راه برای پنهان کردن اجسام وجود دارد، یکی جذب کامل منبع نور یا امواج الکترومغناطیسی و دیگری اجازه دادن به نور یا امواج الکترومغناطیسی برای نفوذ کامل است. این دو روش، نور یا امواج الکترومغناطیسی را منعکس نمی‌کنند و ابزار و چشم غیر مسلح نمی‌توانند وجود اجسام را درک کنند. روش دوم ممکن است مؤثرتر و مورد پسند دانشمندان باشد، زیرا می‌تواند به نامرئی کامل دست یابد و حتی امکان نامرئی بصری را نیز دارد. دلیل این‌که افراد می‌توانند اجسام را ببینند و اینکه ابزار و تجهیزات می‌توانند اشیاء را تشخیص دهند این است که نور یا امواج

نظامی (در این مورد، نیروی دریایی) آزمایش می‌کردند. گزارش‌های دیگر به «حفاظت در برابر تشعشع، شیمیایی و بیولوژیکی» اشاره می‌کنند که نشان می‌دهد آژوسل ممکن است دارای کیفیت پیشگیرانه نامشخصی باشد. اطلاعاتی در مورد این عملیات از شبکه دولتی روسیه روسیا-۲۴ منتشر شد که عنوان آن "نیروهای دفاع شیمیایی پایگاه دریایی ناوگان شمالی را ناپدید می‌کند" بود. در استتار این پایگاه دریایی روسی، برای چند ساعت، تمام کشتی‌های پایگاه شناور به رهبری رزمناو موشکی سنگین پیوتر ولیکی در مه غیر قابل نفوذ، ناپدید شدند. تلویزیون ۲۱ روسیه فیلمی را از نیروهای روسی پخش کرد که پرده دود را برپا و پایگاه را استتار می‌کنند.

نیروهای روسی قادر به ایجاد ابری به شعاع یک کیلومتری هستند که می‌توانند تا چهارده ساعت آن را نگه دارند. نیروهای مسلح روسیه کل شهر را به مدت سه روز پنهان کردند و ناوگان شمالی در سیورومورسک پنهان شد. دود مبهم، یک ابر آژوسل است که در خط دید بین ناظر و هدف قرار می‌گیرد. مواد تاریک سلاح شیمیایی محسوب نمی‌شوند. در عوض، آن‌ها به عنوان ترکیبات شیمیایی نظامی طبقه بندی می‌شوند، حتی اگر برخی از آن‌ها اثرات سمی داشته باشند. این دودهای سمی که گاهی دود ترکیبی نامیده می‌شود، شامل گاز اشک آور یا سایر عوامل شیمیایی است که می‌تواند دستگاه‌های الکترواپتیکی را در باند موج بینایی و مادون قرمز تخریب کند.

از عوامل دود برای پنهان کردن مانور افراد و سلاح‌ها بین نقاط مستحکم، مناطق دفاعی و ساختمان‌های مجزا که مسیرهای مخفی یا زیرزمینی بین آن‌ها وجود ندارد و همچنین برای جلوگیری از مشاهده و اجرای آتش مورد نظر دشمن استفاده می‌شود. در یک محیط فعال هسته ای یا زمانی که خطر استفاده از سلاح‌های هسته‌ای زیاد است، می‌توان از دود برای کاهش اثرات انرژی حرارتی ناشی از انفجارهای هسته ای استفاده کرد. واحدهای دود شیمیایی می‌توانند در صورت وجود این دارایی را در اختیار فرمانده قرار دهند.

ژنراتورها تقطیرهای نفتی با ویسکوزیته پایین را تبخیر می‌کنند تا یک ابر دود نفتی پایدار از قطرات بسیار کوچک تولید کنند که پرتوهای نور را پراکنده می‌کنند. تاریک کننده‌های مدرن مانند تکه‌های گرافیتی مصنوعی می‌توانند سامانه‌های ردیابی و هدف‌گیری الکترومغناطیسی را نمایش دهند و حسگرها را در نوارهای نزدیک، میانی و فرسوخ دور شکست دهند.

از این تکنولوژی می‌توان برای شکست دادن موشک‌های کروز ضد کشتی که به رادار یا جستجوگران فرسوخ وابسته هستند، و

می‌کند؛ بنابراین با قراردادن لایه‌ای از آب بین جسم و دوربین، می‌توان استتار ایجاد کرد [۴۰].

#### ۹-۴- پوشش گیاهی

پوشش گیاهی یک عایق طبیعی برای استتار از دوربین‌های مادون قرمز است. استفاده از چمن طبیعی یا مصنوعی بر روی یک جسم می‌تواند امضای حرارتی آن را کم کند و تشخیص آن را برای دوربین‌های مادون قرمز دشوار سازد. هر چه پوشش گیاهی متراکم‌تر باشد استتار بهتر و کاهش گرمای بیشتری اتفاق می‌افتد [۴۱].

#### ۱۰-۴- پلاستیک ضخیم

ورقه‌های پلاستیکی می‌توانند امضای مادون قرمز را کاهش دهند. ضخامت بیشتر باعث استتار بیشتر آن‌ها می‌گردد. هر چه لایه پلاستیکی ضخیم‌تر باشد، رسانایی گرمایی کمتری دارد و بهتر گرما را به دام می‌اندازد. ورق‌های پلاستیکی ضخیم برای کاربردهای نظامی و صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند و امضای حرارتی جسم پشت سر خود را کاهش می‌دهند [۴۲].

#### ۱۱-۴- الیاف پشمی

الیاف پشمی یک عایق مؤثر برای به دام انداختن گرماست و تحمل میدان‌های سرد جنگی را برای نیروها آسان‌تر می‌کند. ترکیب این الیاف با برخی مواد دیگر از جمله رنگ‌ها می‌تواند اثر استتار از دوربین‌های مادون قرمز را بر آن بیفزاید. به‌عنوان مثال استفاده از کلروفیل مس سدیم به‌عنوان یک رنگ استتار برای مقابله با دوربین‌های مادون قرمز عملکرد قابل‌قبولی را نشان می‌دهد [۴۳].

#### ۱۲-۴- سامانه ابر استتار<sup>۱</sup>

یکی از مولفه‌های مهم در استتار نظامی، استفاده از دود است که در گذشته و حال از آن به‌عنوان یک سامانه استتار همه‌کاره در موقعیت‌های مختلف جنگی استفاده می‌شود. استقرار سریع آن در منطقه و حفظ آن برای مدت طولانی‌تر در محیط پویای جنگ از ضروریات استفاده از این روش استتار است. شرایط آب‌وهوایی منطقه و مواد استفاده شده در دود برای رسیدن به این هدف بسیار کارساز هستند. استفاده از مولدهای دود در بالگردها برای استقرار سریع دود در یک منطقه وسیع روشی مناسب هستند. ناتو بر استفاده از سامانه دود به‌ویژه در طیف مادون قرمز تمرکز کرده است [۴۴]. مه مصنوعی نوعی آژوسل است که نیروهای مسلح روسیه برای ارزیابی اثربخشی آن در پنهان کردن دارایی‌های

<sup>1</sup> Cloud Making Technology

جهت مقابله با سامانه‌های مادون قرمز فراهم می‌سازد.



شکل (۱۰): موادی با قابلیت عدم استتار مادون قرمز

مزایا و معایب استفاده از روش‌های گوناگون مطرح شده در جدول (۱) نشان داده شده است.

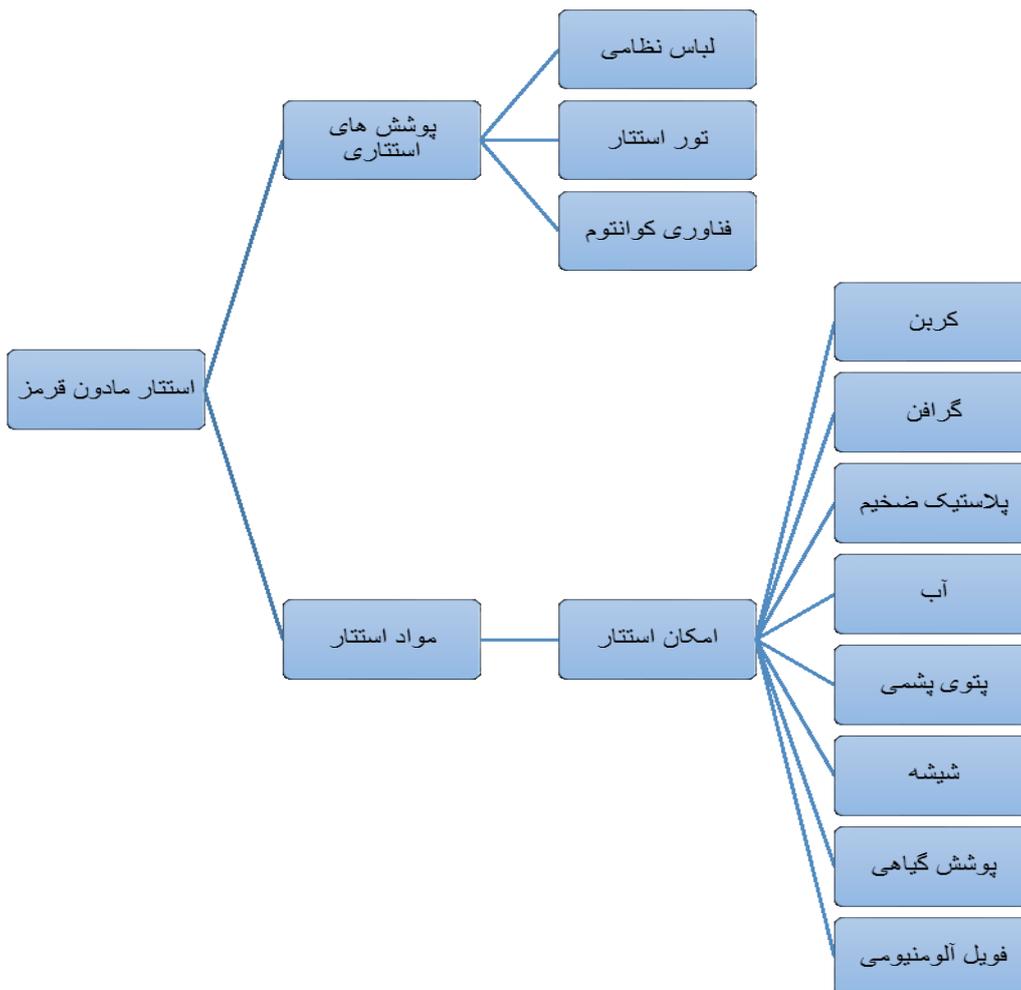
شکست دادن ماهواره‌های تصویری (که مدارهای قابل پیش بینی را دنبال می‌کنند) هنگام عبور از سازه کشتی استفاده کرد [۴۵]. تا اینجا مهم‌ترین روش‌های مقابله با دوربین‌های مادون قرمز ارائه شد. با جمع‌بندی موارد بیان شده، موادی که دوربین‌های مادون قرمز توانایی شناسایی آن‌ها را ندارند در شکل (۱۰) و دسته‌بندی کلی از روش‌های مختلف استتار مادون قرمز در شکل (۱۱) ارائه می‌شود. موارد اشاره شده در شکل (۱۰) نمی‌توانند خود را از چشمان تیزبین دوربین‌های مادون قرمز مخفی سازند. این دوربین‌ها در هر شرایطی می‌توانند آن‌ها را شناسایی کنند. البته از برخی از موارد اشاره شده در این شکل مانند دود، غبار و مه می‌توان به‌عنوان پوششی برای استتار اشیاء دیگر استفاده کرد. مثلاً دوربین‌های مادون قرمز دود را آشکار می‌کند، اما از دود می‌توان برای پوشاندن مواردی دیگر استفاده کرد، مانند آنچه روسیه در ابر استتار برای مخفی کردن ناوگان نامی خود به کاربرد و در بالا به آن اشاره شد. دوربین‌های مادون قرمز اهمیت این دسته‌بندی از آن جهت است که ضمن جمع‌بندی کلیه راهکارهای موجود در دنیا، زمینه را برای ارائه راهکارهای پدافندی جدید

جدول (۱): مزایا و معایب روش‌های استتار مطرح شده در مقاله

معایب	مزایا	روش یا ماده
دانش پیچیده و فرایند زمان بر - تجهیزات خاص - عدم حضور گسترده در بازار	انطاف پذیری و سبکی - رسانایی حرارتی بالا - استحکام زیاد - پاسخ سریع - ضد میکروب و ویروس - استتار چند طیفی - خنک‌کنندگی	گرافن
تکنولوژی پیچیده - هزینه بالا - عدم دسترسی برای برخی کشورها	استحکام بالا (تحمل وزن تا ۲۰۰ کیلو) - وزن سبک - استتار چند طیفی - سفارشی‌سازی برای محیط‌های مختلف - مقاومت در شرایط آب‌وهوایی مختلف	کیت ۳۰۰
عدم حذف کلی سایه اشیاء	وزن سبک و حمل آسان - عدم شناسایی در طیف وسیعی از محیط‌ها - استتار چند طیفی	فناوری کوانتومی
عدم استتار دینامیک	سفارشی‌سازی برای محیط‌های مختلف - حمل نسبتاً آسان - استتار چند طیفی - تکنولوژی در دسترس	تور استتار چند طیفی
عدم استحکام - حمل دشوار - عدم کاربرد در برخی محیط‌ها	دسترسی آسان - هزینه ارزان	شیشه
اشتعال پذیری	مقاومت بالا - هزینه ارزان - استفاده آسان	فویل آلومینیومی
یخ‌زدگی - زمان محدود اثربخشی -	دسترسی آسان - هزینه ارزان - عایق حرارتی	آب



معایب	مزایا	روش یا ماده
محدود کردن عملکرد - تبخیر بالا در محیط گرم	مناسب	
عدم کارکرد در محیط خشک	استتار طبیعی - سازگار با محیطزیست	پوشش گیاهی
استحکام پایین - محدودیت دما	هزینه ارزان - وزن سبک - قابل دسترس	پلاستیک ضخیم
عدم استفاده در فصول گرم - وزن بالا	سازگاری با پوست - دسترسی آسان - هزینه ارزان - سازگار با محیطزیست	الیاف پشمی
اثرات جانبی بر روی محیط و افراد	هزینه معقول - سرعت بالای پیاده‌سازی - سازگار با اغلب محیط‌ها	ابر استتار



شکل (۱۱): دسته‌بندی روش‌های استتار مادون قرمز

detection in the demilitarized zone," *Sensors*, vol. 21, no. 9, p. 3175, 2021.

[13] Adorama. "Parts of a Camera." LYNRED corporate. <https://www.adorama.com/alc/parts-of-a-camera/> (accessed).

[14] R. Gade and T. B. Moeslund, "Thermal cameras and applications: a survey," *Machine vision and applications*, vol. 25, pp. 245-262, 2014.

[15] F. Zhuge et al., "Nanostructured materials and architectures for advanced infrared photodetection," *Advanced Materials Technologies*, vol. 2, no. 8, p. 1700005, 2017.

[16] R. Usamentiaga, P. Venegas, J. Guerediaga, L. Vega, J. Molleda, and F. G. Bulnes, "Infrared thermography for temperature measurement and non-destructive testing," *Sensors*, vol. 14, no. 7, pp. 12305-12348, 2014.

[17] N. Lee, J. S. Lim, I. Chang, H. M. Bae, J. Nam, and H. H. Cho, "Flexible assembled metamaterials for infrared and microwave camouflage," *Advanced Optical Materials*, vol. 10, no. 11, p. 2200448, 2022.

[18] L. Junshan, Y. Wei, and Z. Xiongmei, "Infrared image processing, analysis and fusion," Beijing: Science Press, vol. 3, pp. 1634-1642, 2009.

[19] L. Calvez, "Chalcogenide glasses and glass-ceramics: Transparent materials in the infrared for dual applications," *Comptes Rendus Physique*, vol. 18, no. 5-6, pp. 314-322, 2017.

[20] M. T. Mueller, Biomimetic, polymer-based microcantilever infrared sensors. University of California, San Francisco with the University of California ..., 2007.

[21] "Infrared Sensor." LYNRED-USA. <https://www.lynnred-usa.com/products/vga-resolution/pico640gen2-infrared-sensors.html> (accessed).

[22] S. Türker-Kaya and C. W. Huck, "A review of mid-infrared and near-infrared imaging: principles, concepts and applications in plant tissue analysis," *Molecules*, vol. 22, no. 1, p. 168, 2017.

[23] C. G. Cadena, C. Sánchez-Pérez, A. García-Valenzuela, and S. C. Cardona, "Indirect Light Collector for Interior Lighting," *Energy Procedia*, vol. 57, pp. 1969-1976, 2014.

[24] C.-F. Lin, S.-M. Yuan, M.-C. Leu, and C.-T. Tsai, "A framework for scalable cloud video recorder system in surveillance environment," in 2012 9th international conference on ubiquitous intelligence and computing and 9th international conference on autonomic and trusted computing, 2012: IEEE, pp. 655-660.

[25] K. Mizokami. "Israel Found a Way to Make Soldiers Invisible." <https://www.techeblog.com/polaris-solutions-the-kit-300-camouflage-sheet-soldiers/> (accessed).

[26] J. Hu, Y. Hu, Y. Ye, and R. Shen, "Unique applications of carbon materials in infrared stealth: A review," *Chemical Engineering Journal*, vol. 452, p. 139147, 2023.

[27] L. Peng, J.-S. Li, and W.-W. Zheng, "The Design of the Infrared Spectrally Selective Low Emissivity Coating," in 2015 International Conference on Material Science and Applications (icmsa-15), 2014: Atlantis Press, pp. 383-387.

[28] X. Zhang, W. Lu, G. Zhou, and Q. Li, "Understanding the mechanical and conductive properties of carbon nanotube fibers for smart electronics," *Advanced Materials*, vol. 32, no. 5, p. 1902028, 2020.

[29] V. Georgakilas et al., "Functionalization of graphene: covalent and non-covalent approaches, derivatives and applications," *Chemical reviews*, vol. 112, no. 11, pp. 6156-6214, 2012.

[30] X. Fan, S. Li, W. Zhang, and W. Xu, "Recent progress in two-dimensional nanomaterials of graphene and MXenes for thermal camouflage," *Ceramics International*, 2022.

[31] Z. Chen et al., "Electrically Controlled Thermal Radiation from Reduced Graphene Oxide Membranes," *ACS Applied Materials & Interfaces*, vol. 13, no. 23, pp. 27278-27283, 2021.

[32] M. S. Ergoktas et al., "Graphene-enabled adaptive infrared textiles," *Nano letters*, vol. 20, no. 7, pp. 5346-5352, 2020.

[33] J. Shavit. "Amazing thermal camouflage makes soldiers nearly undetectable." <https://www.thebrighterside.news/post/amazing-thermal-camouflage-makes-soldiers-nearly-undetectable> (accessed).

[34] Z. Majeed. "Israel Military's Camouflage Tech Makes Soldiers Go Virtually 'invisible'."

## ۵- نتیجه گیری

روش‌های استتار به‌عنوان یکی از عوامل مهم بازدارنده در جنگ عمل می‌کنند. برای استتار از دوربین‌های مادون قرمز و به خصوص دوربین‌های حرارتی که قادر به تشخیص اغلب پدیده‌های نظامی هستند فناوری‌های پیچیده تری مورد نیاز است. در این مقاله، ساختار دوربین‌های مادون قرمز، نحوه عملکرد آن‌ها، کاربردهای گوناگون و جدیدترین روش‌های استتار از این دوربین‌ها مورد بحث قرار گرفته است. به‌طوریکه خواننده با خواندن این مقاله می‌تواند با تمامی این روش‌ها آشنا شود. توسعه و تحقیق روش‌های جدید استتار از مادون قرمز و دوربین‌های حرارتی به کانون توسعه راهبردی کشورها در سراسر جهان تبدیل شده است. هر بار که یک ماده جدید در تاریخ ظاهر می‌شود، انقلابی را در فناوری کاربردی ایجاد می‌کند. برخی از این دستاوردها هنوز در مرحله مفهومی و تئوری هستند، این فناوری‌ها هنوز نیاز به توسعه طولانی مدت دارند. پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده بر روی استفاده از ماده گرافن برای ایجاد استتار چند طیفی که کمبود آن در صنایع نظامی مختلف مشهود است، متمرکز شود.

## ۶- مراجع

- [1] H. L. Holtz, A. C. ; McLain, H. M. "Overview of signal processing techniques for infrared /IR/ deep space surveillance." <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1981SPIE..265....8H/abstr> act (accessed).
- [2] S. Chandra, D. Franklin, J. Cozart, A. Safaei, and D. Chanda, "Adaptive multispectral infrared camouflage," *Acs Photonics*, vol. 5, no. 11, pp. 4513-4519, 2018.
- [3] F. Hou, Y. Zhang, Y. Zhou, M. Zhang, B. Lv, and J. Wu, "Review on Infrared Imaging Technology," *Sustainability*, vol. 14, no. 18, p. 11161, 2022.
- [4] R. Hu et al., "Thermal camouflaging metamaterials," *Materials Today*, vol. 45, pp. 120-141, 2021.
- [5] "Visible and Infrared Mapping Spectrometer (VIMS)." Nasa. <http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA13402> (accessed).
- [6] I. Knizkova, K. Petr, G. GÜRDİL, Y. PINAR, and K. Ç. SELVI, "Applications of infrared thermography in animal production," *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, vol. 22, no. 3, pp. 329-336, 2007.
- [7] P.-F. Tsai, C.-H. Liao, and S.-M. Yuan, "Using deep learning with thermal imaging for human detection in heavy smoke scenarios," *Sensors*, vol. 22, no. 14, p. 5351, 2022.
- [8] B. B. Lahiri, S. Bagavathiappan, T. Jayakumar, and J. Philip, "Medical applications of infrared thermography: a review," *Infrared physics & technology*, vol. 55, no. 4, pp. 221-235, 2012.
- [9] M. Štumper and J. Kraus, "Thermal imaging in aviation," *MAD-Magazine of Aviation Development*, vol. 3, no. 16, pp. 13-16, 2015.
- [10] A. Akula, R. Ghosh, and H. Sardana, "Thermal imaging and its application in defence systems," in AIP conference proceedings, 2011, vol. 1391, no. 1: American Institute of Physics, pp. 333-335.
- [11] A. Rogalski and K. Chrzanowski, "Infrared devices and techniques," *Optoelectronics Review*, vol. 10, no. 2, pp. 111-136, 2002.
- [12] L.-S. Yoo, J.-H. Lee, Y.-K. Lee, S.-K. Jung, and Y. Choi, "Application of a drone magnetometer system to military mine

- conductive additives," *Materials Science*, vol. 19, no. 4, pp. 409-414, 2013.
- [40] C. Shengyue, L. Zhaohui, Y. Shengtian, J. Yifan, and B. Guodong, "Preparation and characterization of water-based infrared camouflage coatings," vol. 44, no. 8, pp. 2298-2304, 2015.
- [41] B. Purser, *Jungle bugs: masters of camouflage and mimicry*. Firefly Books, 2003.
- [42] L. E. Johansson, "Thermal/optical camouflage with controlled heat emission," ed: Google Patents, 1985.
- [43] L. Ping, Z. Wei, and L. De-ju, "Process of anti near infrared camouflage dyeing on wool," *Wool Textile Journal*, vol. 42, no. 1, 2014.
- [44] W. Harmata, "Smoke as a component of military camouflage systems," *Biuletyn Wojskowej Akademii Technicznej*, vol. 67, no. 3, pp. 83-113, 2018.
- [45] J. R. Haines. "Why Is Russia Blowing Smoke." [https://www.fpri.org/article/2016/08/russia-blowing-smoke-literally-military-uses-artificial-fog/#\\_ftnref2](https://www.fpri.org/article/2016/08/russia-blowing-smoke-literally-military-uses-artificial-fog/#_ftnref2) (accessed).
- <https://www.republicworld.com/world-news/middle-east/israel-militarys-camouflage-tech-makes-soldiers-go-virtually-invisible.html> (accessed).
- [35] A. Emre, "Israeli camouflage tech makes soldiers 'invisible'." *bluesyemre*. <https://bluesyemre.com/2021/06/17/israeli-camouflage-tech-makes-soldiers-invisible/> (accessed).
- [36] K. Shao, L. Shu, Q. Wang, M. Liu, Q. Tian, and W. Hu, "Quantum Stealth Technology," *J. Org. Chem. Res*, vol. 3, pp. 66-76, 2015.
- [37] vityal-v-kuzmin. "Military Camouflage Technology: Countering Thermal Imaging." <https://dsiac.org/articles/military-camouflage-technology-countering-thermal-imaging/> (accessed).
- [38] L. Zhang et al., "A thermally robust and optically transparent infrared selective emitter for compatible camouflage," *Journal of Materials Chemistry C*, vol. 9, no. 42, pp. 15018-15025, 2021.
- [39] V. Rubeziene, I. Padleckiene, S. V. Žuravliova, and J. Baltusnikaite, "Reduction of thermal signature using fabrics with



---

## Camouflage Technologies of Infrared Cameras

E. Ghasemi, M. Behzad Fallahpour\*

### Abstract

Hiding military equipment is one of the essential factors in establishing military superiority. Nowadays, most of the military devices, from night vision cameras to cameras mounted on military weapons, are equipped with infrared cameras. By using the temperature emitted from the objects, they can be identified in different situations, including absolute darkness. The multiple capabilities of these cameras in monitoring the other party's military capabilities have made camouflage technologies in this field more important, so that the development and research of new infrared camouflage methods and thermal cameras have become the focus of strategic development of countries around the world. This paper is a review paper in the field of infrared cameras, which is not similar in any other reference, and with a comprehensive view, while explaining the applications and principles of operation of infrared systems, it examines various methods of countermeasure with this type of camera. Also, at the end of the paper, a comprehensive classification of methods to countermeasure with this type of camera is presented.

**Key Words:** *Infrared, Camera, Camouflage, Thermal Detector*

# The Latest Classification of Cloud Computing Security Issues: Challenges, Attacks and Solutions

S. Gavidel, M. Naghavi\*, D. Asgharzadeh

## Abstract

cloud computing has revolutionized internet service with its advent. in cloud computing, security is the most important goal and the main requirement of a system. as cloud computing develops, a set of security problems appears. security problems are a strong obstacle to the adaptation of users to cloud computing systems. cloud security is becoming a key distinction and competitive advantage between cloud providers. this paper presents some cloud computing systems and analyzes the problem of cloud computing and its strategy with regard to the concepts and features of cloud computing. this paper tries to provide a comprehensive overview of cloud computing security and some of the key research challenges of cloud computing security. in this paper, the latest and most important cloud security issues such as data security, data secrecy, program security and challenges, attacks and solutions to deal with them with the development of cloud computing have been discussed. in the end, special security issues including the identity of access credit, development of insecure software, and third- party sources were investigated.

**Key Words:** *Cloud Computing, Cloud Computing Security, Cloud Computing Challeng, Countering Attacks on Cloud Comp*

## The Approach of Passive Defense in the Location of Essential Items Storage with the Help of AHP

H. Poursamsam, E. Akbari\*, K. Momeni

### Abstract

In the new wars, which are carried out using advanced smart equipment and the targets are targeted point by point, The key points and goals that play a key role in the network of activities of the country are among the first goals. Since a significant part of these points are located inside the cities, the cities and especially the cities of the border provinces are also attacked. Due to its strategic position, the city of Dezful is always known as a target of attack by the enemy, and this issue is a warning about the instability of the city's structure. Also, considering the obvious characteristics of attack and support during the eight years of war, the need to explain, prepare the principles and requirements of passive defense for the vulnerability of the defense of this city, has made passive defense unavoidable. In addition to paying attention to the form, texture and construction of the city, the use of urban land, communication networks and urban infrastructures, passive defense has emphasized on locating the vital uses of the city. The storage of essential items is one of the vital uses of the city, which plays an important role in normalizing the situation after the crisis. Therefore, it is necessary to choose a suitable place for building, storing food and its optimal operation during a crisis. By using the principles and criteria of choosing a suitable location, the consequences of the enemy's attack on this site can be reduced to a large extent. In order to achieve the objectives of the research, the selected indicators affecting the location of the warehouse of essential items were extracted based on the passive defense approach for the dynamic population; . Therefore, five criteria 1) spatial, physical, 2) economic, 3) demographic, 4) security and defense and 5) natural, geographical and environmental were determined as effective criteria for the location of warehouses of essential items, a total of 22 indicators affecting location identified and using the hierarchical analysis process of AHP, their relative weight has been calculated And the GIS environment was used to prepare the map. After performing mathematical calculations, the highest amount of importance coefficient was assigned to the sub-criterion of access to communication network (0/155) and the lowest amount related to climatic conditions (0/015). Based on the application of the coefficients of the importance of the criteria and by using the overlap of the obtained spatial information maps, areas for the establishment of warehouses of essential items were zoned in Dezful city based on the range from completely suitable to completely unsuitable. Completely suitable and suitable have covered the area of 7 and 32% of the region, respectively. The results show that these places are mainly in the eastern and southeastern half of the city, including Farhang Shahr, Baharan, Payam Avaran, Negar, Taleghani, Modares, Moqavemat, and sevom Shaaban Koy, as well as parts of the streets of Ferdowsi and Imam Khomeini are located in the north.

**Key Words:** *Passive Defense, Essential Items Storage, Dezful City*

# Evaluation of the Most Important Effective Indicators in Improving the Safety and Health of Sports Venues in Tehran

S. R. Karimi, A. Keshvari\*

## Abstract

Determining effective indicators in the safety and health of sports facilities is very effective and important in improving the health of human resources/ The main goal of this research is to identify and evaluate the indicators that affect the safety and health of sports venues in Tehran/ The research method is practical in terms of purpose and descriptive-survey in terms of implementation/ Indoor multi-purpose halls (both training, competition, urban and multi-purpose) as well as all indoor swimming pools were evaluated in the field and sports facilities analysis section in the number of 212 cases/ The statistical population in this research was the referents, executive agents and managers of sports fields and venues (130 people) and the sample size was 97 people using Morgan's table/ A researcher-made questionnaire with 86 indicators in 5 components was designed and distributed among experts/ The findings show that index A4 (safety of protection and unbreakable windows of windows overlooking the parking lot and warehouse) with an average of 4/05 in the safety component of entrances, fields and sports facilities, index B42 (safety of the corridor between seats) with an average of 3/71 The safety component of spectators' stands and restrooms, index C60 (safety of protective bars in buildings and places) with an average of 3/83 in the safety component of facilities and equipment, in the health component of entrances, fields and sports facilities, index D69 (buffet hygiene) and warehouses) with an average of 3/79 in the hygiene component of entrances, fields and sports facilities and the E81 index (hygiene of drinking facilities) with an average of 3/26 in the hygiene component of the spectators' stands and toilets are the most important in improving safety and They have health and sports facilities/ Identifying and prioritizing the effective indicators in planning to improve the safety and health of sports facilities helps a lot/

**Key Words:** *Safety, Health, Index, Sports Facilities, Ranking*



# Presenting a Model to Identify the Relationship Between Effective Factors in the Construction and Establishment of Field Hospitals with a Passive Defense Approach

M. Abbasian\*, S. Shapoorian

## Abstract

One of the most obvious aspects of successful management and planning during the imposed war was the management of aid to the wounded in the form of establishing military field hospitals with passive defense approaches. So that the aforementioned action was developed from creating a tent or a roofed frame for relief at the beginning of the war to the construction of field hospitals in terms of passive defense requirements. In this way, the average duration of sending war wounded during the holy defense period in some fronts of the battle of right against falsehood to medical centers was reduced to less than one hour at the end of the imposed war, and by complying with the requirements of passive defense. Various factors are effective in the construction and establishment of a field hospital, which can lead to the improvement of the hospital's performance and reduce the risks of its construction and establishment while meeting the requirements of passive defense. Identifying these factors in the form of a scientific model during the occurrence of civilian crises in the construction and establishment of a civilian field hospital with a passive defense approach is also of great importance. The current research was conducted to identify the relationship between these factors to facilitate the management and provision of services to the wounded during the war and possible crises with the approach of passive defense. For this purpose, a main hypothesis and nine sub-hypotheses were designed and tested. This research is applied in terms of purpose and descriptive correlation in terms of method, in which exploratory structural equations were used. The statistical population includes military-scientific experts, 17 of whom were selected by purposeful sampling and the Delphi method until theoretical saturation was reached. The data collection tool is a structured interview method and a researcher-made questionnaire consisting of six dimensions, 11 factors, and 66 measures. Confirmatory factor analysis and PLS software were used to test the hypotheses. The results of the measurement model criteria (measurement reliability criteria, measurement model reliability, and divergence convergence of the model constructs) as well as the structural model criteria (determination coefficient criteria and model prediction suitability) indicate the optimal fit of the proposed model. Also, based on the t-value results, the main hypothesis and all sub-hypotheses were confirmed. The results indicate the direct effect of the "quality of management and command of the field hospital" dimension on the dimensions of "providing financial resources for providing specialized identification and treatment equipment", "providing general and specialized infrastructure of the field hospital" as well as "providing human resources of the field hospital". Of course, the "field hospital management and command quality" dimension has the greatest impact on the "field hospital treatment quality" and "field hospital readiness and support quality" dimensions. Also, the results showed that in addition to the dimension of "field hospital management and command quality" directly, positively, and significantly affects the dimensions of "providing general and specialized field hospital infrastructure" as well as "providing field hospital human resources"; The dimension of "providing financial resources for the provision of specialized identification and treatment equipment" also plays a full mediating role in these two relationships.

**Key Words:** *Field Hospital, Passive Defense, Management and Command, Treatment, Infrastructure, Human Resources, Financial-Administrative, and Logistic*

\*Assistant Professor of Industrial Engineering, Faculty of Aviation and Engineering, Imam Ali University (AS), Tehran, Iran (m.abbasian@modares.ac.ir)- Writer-in-Charge

# Assessing the Vulnerability of Urban Housing the Passive Defense approach

O. Mobaraki\*, M. Esmacipour, V. Ebrahimi

## Abstract

Since the distant past, environmental hazards (natural and human) have been integral parts of human life. Deep knowledge of areas and territories and considering the necessary arrangements helps us in facing risks. But the most important factor that leads to a crisis when natural and human disasters occur is the physical vulnerability of buildings. Vulnerability of urban settlements, defenseless spaces, unsafe neighborhoods, cities with wrong architecture, all of them are factors that threaten urban and social security. On the urban scale, passive defense is a strategy to reduce vulnerability and increase resilience against both natural and man-made hazards. Therefore, the purpose of this research is to evaluate the vulnerability of the houses in Mahabad city from the point of view of non-active defense. The type of applied research and its method is descriptive-analytical. GIS and Expert choice software were used for data analysis. The findings of the research show that after the pairwise comparison of the research indicators with the AHP model, the building quality index with a weight of 0.137. It has the most points. and indicators of building life and unusual habitation and hazardous uses respectively 0.112, 0.11 and 0.101 is placed in the second, third, and fourth places, and at the end, the slope of the land and the width of the roads are at the 0.022 The irregular geometry of the urban fabric of Mahabad, the natural growth of the city, the existence of informal settlements and old and worn-out fabric in the central part of the city, the presence of residential plots with a smaller area in the southern and central fabric of the city, have made possible the vulnerable areas of the urban fabric and in In the event of natural and human crises, these tissues will be severely damaged and will cause a lot of financial and human losses.

**Key Words:** *Vulnerability, Urban Housing, Passive Defense, Mahabad City*

---

\*Associate professor geography and urban planning, university of Maragheh, Maragheh, Iran (omidmobaraki@gmail.com) -Writer-in-Charge

# Determining the Concentration, Seasonal Changes and Shelf Life of Natural Radioactive Particles in the Air of Tehran

Sh. Ghorbani, A. Saeidi, B. Oroji\*

## Abstract

One of the most important challenges of nuclear accidents is the release and suspension of radioactive particles in the atmosphere. Knowing the behavior of these particles in the atmosphere will optimize management and subsequent decisions of unforeseen events. Using natural radioactive particles as environmental tracers to study atmospheric pollutants is one of the key and important studies in conducting atmospheric research. In order to determine the concentration of Pb-210, Bi-210 and Po-210 radionuclides, as well as to estimate the residence time of radioactive particles, sampling was done on a monthly basis from November 1400 to October 1401 in Tehran. The samples were taken by a high volume sampling pump with an average flow rate of 1.5 cubic meters per minute with a time interval of 6 to 12 hours and were prepared and counted in the Atomic Energy Organization. The results of the monthly average concentration of radionuclides show that the highest measured value for Pb-210 was 1.25 mBq/m<sup>3</sup> in October. The average annual concentration for this parameter was around 0.89 mBq/m<sup>3</sup>, and its lowest value was recorded in April with a value of 0.42 mBq/m<sup>3</sup>. The results showed a relative increase in the concentration of this variable for April and May and a relative decrease for September and December. The average measured concentration for the variable Po-210 in the whole period was about 0.058 mBq/m<sup>3</sup>. Also, 0.095 mBq/m<sup>3</sup> in December is the highest concentration and 0.032 mBq/m<sup>3</sup> in January is the lowest value measured for this radionuclide. The same trend was observed for Bi-210 with an overall average of 0.42 mBq/m<sup>3</sup> for the period under review. The highest and lowest values measured for this radionuclide in the entire study period were 0.85 and 0.18 mBq/m<sup>3</sup>, respectively. According to the obtained results, based on Pb-210/Po-210, the average residence time of suspended particles was estimated to be 20.1 days. Based on this, July with an average of 22.5 days and January with an average of 17.8 days were estimated as the maximum and minimum length of stay measured in this research work. The obtained results can help in formulating the release and inhalation scenarios of radioactive particles caused by nuclear accidents.

**Key Words:** *Radioactive Particulate Matter, Atmospheric Residence Time, Particle Activity, Concentration, Tehran Air*

## Evaluation and Defense Survey of Urmia City Using GIS

A. Abedini\*, A. Sheikhi

### Abstract

Passive Defense in a country like Iran can be used to plan and create barriers to deter enemy attacks and minimize vulnerabilities in cities and in line with the issues of sustainable development and security of cities, communities and important urban infrastructures. In this regard, the present research has dealt with the zoning of Urmia city with a defense-oriented approach. The type of research is based on applied goals and a descriptive analytical nature. For this purpose, first by studying the sources related to the approach of defense and non-active defense, the number of 6 criteria and 22 sub-criteria have been selected according to the availability of information for the city of Urmia. The index weights were calculated using the ANP network analysis process in the Super Decision software. Then, by entering the indicators into the GIS environment and implementing them on the city, maps related to each indicator were produced; From the integration of sub-criteria maps related to each criterion, a zoning map was obtained based on that specific criterion, and finally, from the integration of these 6 maps, the final zoning of the defense area of Urmia city was obtained. The results of the criteria overlap map show that about 17% of the city is in the high vulnerability zone, 26% in the medium vulnerability zone and 55% in the low vulnerability zone. In the following, the SAW decision-making model was used to rank the regions, which indicates the vulnerability of regions 2 and 4 more than regions 3 and 1.

**Key Words:** *Urban Defense Planning, Urmia City, Vulnerability, Non-Active Defense, Network Analysis Pprocess, GIS Geographic Information System*

---

\*Associate Professor in Department of Urban Planning, Faculty of Architecture, Urban Planning and Art, Urmia University, Urmia, Iran (as.abedini@urmia.ac.ir) - Writer-in-Charge

---

# Presenting a New Method of Image Steganalysis Based on MLP Neural Network

S. Talati, R. Esfahani\*

## Abstract

The ever-increasing development of telecommunications has made secure transmission one of the most important issues today. Since there is a high hiding capacity in the image, the use of image encryption is much more common than other methods of encryption. This article uses the covert imaging technique with the wavelet transform method, and the results show that this method has high resistance. For the analysis of hidden images, an algorithmic wavelet transform method using matrix features (GLCM) and co-occurrence vectors (DCL) is presented. After checking these values in the original and cover images, the different features between these images are extracted and used to train the multilayer neural network (MLP). The classification stage has been performed using the layers of this neural network and the proposed algorithm has been tested for a database of 200 standard images (Casia-Iris). The detection accuracy of 90% of the hidden images in the proposed method shows the superiority of this hidden mining method over other methods.

**Key Words:** *Steganography, Steganalysis, Wavelet Transform, Co-occurrence Matrix, MLP Neural Network*

# Designing and Fabrication of a New Lighting System Using Light Sources with Collimated Beams and a Diffuser-Reflector System

N. Siahvashi\*, R. Ghaffarpour

## Abstract

Humans have always sought a solution to overcome the phenomenon of darkness and produce light in dark or low light environments. They have overcome this problem by inventing a variety of lights and lamps. In current lighting systems, the lighting source is located in the ceiling, which has advantages such as a relatively uniform distribution of light intensity in the entire environment centered on the location of the source and, of course, disadvantages such as the need for wiring in the ceiling. In places such as tunnels, buildings with high ceilings, very high arches, and such things, in addition to the high cost of wiring in the roof, if there is a need to repair or replace the lighting source, in addition to the great difficulty and risks, an additional fee should be considered for this purpose. In addition, the absence of a wire carrying electricity in the ceiling is one of the requirements in some places. In order to increase the safety of people and equipment and significantly reduce the cost, as well as not using the wire carrying electricity in the roof of some tunnels or buildings in order to comply with the principles of passive defense, a new lighting system has been proposed that uses LED light sources as lighting sources. The use of a collimated optical element, along with the use of a reflector-diffuser system, in addition to removing the electricity transmission wire from the ceiling and the possibility of easy repair or replacement of the light source, also provide the required lighting for that place. The results of the experimental setup conducted using two different geometries for the reflector-diffuser system indicate that the use of the proposed method not only does not reduce the measurement lux of the light scattered in the environment but also increases the brightness to a small value.

**Key Words:** *Lighting Source, Traditional Lamps, Collimated Element, Diffuser-Reflector System, Lux Meter*

---

\*Ph.D, Department of Photonics, Faculty and Research Institute of Basic Science, Imam Hossein Comprehensive University, Tehran, Iran (n-siahvashi@ihu.ac.ir)- Writer-in-Charge

## Evaluation of Urban Land Use with Emphasis on Passive Defense

F. Saffari IsaLu, H. Nazm Far\*

### Abstract

Throughout history, territories have always been exposed to natural hazards (earthquakes, floods, etc.) and human hazards (war) and have caused a lot of human and financial losses. Therefore, the importance of passive defense before and after the crisis in order to control and reduce the damages is undeniable. Therefore, the purpose of the current research is to evaluate the use of urban land with an emphasis on passive defense, which was carried out in Ardabil city as a case study. The research method is analytical-descriptive and SWOT model is used to determine the strategies. The findings from the implementation of the mentioned model show that the highest weighted score is related to threat points with a value of 3.64 and the lowest weighted score is related to strengths with a value of 2.87. The research results indicate that land use planning in Ardabil city is closer to defensive strategies in terms of passive defense, and Ardabil city lacks comprehensive planning in the field of passive defense. Considering that the highest weight score obtained is related to the external factor (threat) of land use in Ardabil city, it is necessary to take necessary measures to solve them.

**Key Words:** *Passive Defense, Land Use, Urban Planning, Vulnerability, Ardabil City*

---

\* Professor, Department of Geography and Urban Planning, University of Mohagheh Ardabili, Ardabil, Iran.  
(nazmfar@uma.ic.ir) - Writer-in-Charge

## « فراخوان مقاله »

بی تردید انگیزه بالا، تلاش و سخت کوشی اساتید، پژوهشگران، دانشجویان مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری، یک منبع قابل توجه برای انجام تحقیقات مفید و رفع برخی نیازمندی‌های مراکز پژوهشی و اجرایی کشور و نیز نیروهای مسلح می‌باشد. بهره‌گیری از چنین ظرفیتی، در دستور کار دانشکده و پژوهشکده پدافند غیرعامل دانشگاه جامع امام حسین(ع) قرار گرفته است. پژوهشگران محترم می‌توانند مقالات خود را در صورتی که در هیچ نشریه‌ای به چاپ نرسیده باشد، در قالب مورد نظر به دفتر نشریه ارسال نمایند. تاکنون مقالات زیادی با موضوعات ذیل دریافت گردیده و در هیئت تحریریه طرح و مورد ارزیابی اساتید داور قرار گرفته است. لذا سعی کرده‌ایم با انتخاب مقالات علمی و وزین محتوای فصلنامه را غنی ببخشیم.

### محورهای پژوهشی

- ۱- آمایش و دفاع سرزمینی (سیستم اطلاعات مکانی (GIS) و سنجش از دور (RS)، مکان‌یابی مراکز و مجتمع‌های حیاتی، حساس، عرصه‌های ایمن و پناهگاه‌های جمعی، چند منظوره سازی
- ۲- پدافند کالبدی (مصون سازی زیرساخت‌ها، شریان‌های حیاتی، خطوط انتقال انرژی و ...)
- ۳- CCD (استتار نوین، اختفا، پوشش‌های مدرن، ماکت‌های فریب، روش‌های شناسایی و ...)
- ۴- استحکامات دفاعی (شبیه‌سازی ضربه، نفوذ و انفجار) فناوری‌های نوین در مصالح مقاوم، سازه‌های مدفون و نیمه مدفون، سازه‌های زیرزمینی، تونل و سازه‌های هیدرولیکی، سد و موانع، دفاع آبی، موانع و شبیه سازی‌های دفاعی
- ۵- مهندسی مدیریت بحران ناشی از تهاجم
- ۶- مدیریت انرژی
- ۷- پدافند مردم محور (دفاع غیرنظامی و ترکیبی از آن)، پدافند شهری
- ۸- پدافند و تاب آوری سایبری
- ۹- سایر موارد مرتبط





## «راهنمای تدوین و ارسال مقاله»

به منظور انتشار فعالیت‌های علمی در حوزه پدافند غیرعامل، فصلنامه علمی پدافند غیر عامل وابسته به دانشکده و پژوهشکده پدافند غیرعامل دانشگاه جامع امام حسین (ع) پذیرای مقالات اساتید، محققان و پژوهشگران محترم می‌باشد.

- زبان مقاله فارسی است و باید سلیس، روان و پیراسته از غلط‌های دستوری و املائی بوده و از آوردن اصطلاحات لاتین که معادل‌های دقیق و پذیرفته شده در زبان فارسی دارند، خودداری گردد.
- نویسنده مسئول باید طی نامه‌ای که همراه مقاله ارسال می‌دارد به صراحت قید نماید که مقاله تاکنون در جای دیگری چاپ نشده و به مجله دیگری نیز ارسال نشده است. چنانچه خلاصه مقاله قبلاً در مجموعه خلاصه مقالات یک همایش یا سمینار به چاپ رسیده باشد عنوان خلاصه مقاله و مشخصات کامل همایش ذکر گردد.
- پذیرش مقاله برای چاپ به عهده هیئت تحریریه نشریه است که بعد از داوری و تأیید همکاران علمی نشریه، صلاحیت چاپ آن اعلام خواهد شد. بدیهی است فصلنامه هیچ‌گونه تعهدی در قبال پذیرش و یا رد مقاله بر عهده نخواهد داشت و کلیه مسئولیت‌های ناشی از صحت علمی یا دیدگاه‌های نظری و ارجاعات مندرج در مقاله به عهده نویسنده یا نویسندگان آن خواهد بود. در عین حال نشریه در ویرایش، تلخیص یا اصلاح مقاله پذیرفته شده آزاد است.
- مقالات مروری (Review Articles) از اشخاص مجرب، با بصیرت کامل از موضوعی خاص و مراجعه به تعداد قابل قبولی از مقالات منتشر شده (حداقل ۳ مقاله) خود پذیرفته می‌شود.

### روش تدوین نسخه اصلی مقاله و شرایط فنی

صفحه اول: شامل موارد زیر می‌باشد:

- عنوان کامل مقاله (واضح، بیان‌کننده محتوای مقاله و حداکثر ۸۰ حرف)
- نام و نام خانوادگی نویسنده / نویسندگان
- نشانی، شماره تلفن، نمابر، همراه و پست الکترونیک نویسنده مسئول
- کلید واژگان (عنوان مکرر) با حداکثر ۵ واژه
- در این صفحه، نگارش انگلیسی نام و آدرس نویسندگان نیز ارائه گردد. در ضمن این صفحه برای داوران ارسال نمی‌گردد.

**صفحه دوم:** شامل عنوان کامل مقاله، چکیده فارسی (با حداکثر ۲۵۰ واژه حاوی: سابقه و هدف، مواد و روش‌ها، نتیجه و بحث). در انتها آوردن کلید واژگان الزامی می‌باشد. از نوشتن مشخصات نویسندگان در این صفحه خودداری گردد.

**صفحه سوم:** شامل عنوان کامل مقاله، چکیده مقاله به زبان انگلیسی (باجداکثر ۲۵۰ واژه، به تفکیک حاوی: Background, Materials and Methods, Results و Conclusion) و ۳ تا ۵ واژه می‌باشد. از نوشتن نام و آدرس نویسندگان در این صفحه نیز اجتناب شود. لازم است محتوای خلاصه فارسی و انگلیسی با یکدیگر منطبق باشند.

**صفحه چهارم:** شامل مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث به شرح زیر می‌باشد:

**مقدمه:** شرحی بر موضوع مورد بررسی شامل اهمیت، پیشینه مختصر، فرضیه و هدف تحقیق است.

**مواد و روش:** شامل روش مطالعه، شیوه به کار رفته، شیوه و نحوه اجرای پژوهش و روش تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌باشد.

**نتایج و بحث:** در این بخش، تمامی یافته‌های کمی و کیفی می‌تواند با استفاده از شکل‌ها، جداول و نمودارها ارائه و مورد بحث و بررسی قرار گیرد.  
گردد.

**نتیجه‌گیری:** شامل پیام اصلی تحقیق، تحلیل و تفسیر نتایج به صورت کلی می‌باشد.

**تشکر و قدردانی:** منابع مالی که منجر به انجام تحقیق و تهیه مقاله گردیده، قید شود. همچنین هرگونه کمک تکنیکی و یا نظری افراد در این بخش درج و مورد تقدیر قرار گیرد.

**منابع:** منابع مورد استفاده در متن مقاله شماره‌گذاری شود. [داخل کروشه] و به ترتیب استفاده در متن، در قسمت منابع مطابق استاندارد IEEE تنظیم گردد.

- در صفحه فهرست منابع، ترتیب شناسه‌ها در مورد مقاله، کتابها، گزارشات و سایر مراجع به شرح ذیل است.
  - مقالات: نام خانوادگی، نام نویسنده،... عنوان مقاله، نام نشریه، شماره (جلد)، شماره صفحات، سال انتشار.
  - پتنت: سال، عنوان پتنت، (شماره پتنت)، US Patent
  - کتاب‌ها: نام خانوادگی، نام نویسنده و یا مترجم،...عنوان کتاب، نام ناشر، شماره (جلد)، شماره صفحه، سال انتشار.
  - منابع اینترنتی: عنوان مقاله، WWW... .
  - همایش: نام خانوادگی، نام نویسنده،... عنوان مقاله، نام همایش، سال.
  - ضمايم یا پی‌نوشت‌ها: برخی اشکال و اسناد ضروری مورد استفاده در مقاله مانند: نقشه، جدول، آمار و شکل‌ها و نمودار به تعداد نامحدود با ذکر شماره و عنوانی که در مقاله آمده است، همراه با توضیحات لازم و ذکر منبع در زیر جدول، نمودار یا شکل، بدون خط خوردگی، هرکدام بر روی یک صفحه در فایل جداگانه ارسال شود.
  - نکته ۱:** کلیه حروف اول انگلیسی با حروف بزرگ نوشته شود و علامت ربط ویرگول (،) در مقالات فارسی و در مقالات انگلیسی (،) با دقت نشانه‌گذاری شود.
  - نکته ۲:** در تهیه مقالات حتی‌الامکان از منابع جدید استفاده شود.
  - نکته ۳:** اهداف و کاربرد مقالات به وضوح در مقاله‌های پژوهشی و ترویجی ذکر گردد.
- صفحه آرایی:**

❖ مقاله بایستی روی کاغذ A4 با حاشیه بالا و پایین ۳ سانتی‌متر، چپ و راست ۲/۵ سانتی‌متر و با قلم 12 B Nazanin- نرم‌افزار Word 2007 تحت Windows Xp و با فواصل بین خطوط به صورت Single تایپ شود.

اندازه قلم	نام قلم	صفحه اول مقاله
۱۴	B Titr	عنوان مقاله (حداکثر ۱۵ کلمه، وسط چین)
۱۲	B Lotus Bold	نام نویسنده‌ها (نویسنده پاسخگو با ستاره مشخص شود)
۱۰	B Lotus	محل انجام تحقیق، مرتبه علمی یا عنوان شغلی
۱۱	B Nazanin	چکیده (حداکثر ۱۰ خط، تک ستونی)
۱۱	B Nazanin Bold	واژه‌های کلیدی (حداقل ۵ کلمه)
۱۴	Times New Roman Bold	عنوان مقاله (حداکثر ۱۵ کلمه، وسط چین)
۱۰	Times New Roman Bold	نام نویسنده‌ها (نویسنده پاسخگو با ستاره مشخص شود)
۹	Times New Roman	محل انجام تحقیق
۱۰	Times New Roman Italic	چکیده (تک ستونی)
۱۰	Times New Roman	واژه‌های کلیدی (حداقل ۵ کلمه)
۸	Times New Roman	رایانامه نویسنده پاسخگو (به صورت پاورقی)
اندازه قلم	نام قلم	متن مقاله
۱۱	B Nazanin	متن مقاله دو ستونی (Single Space)
۹	Times New Roman	کلمه‌های انگلیسی داخل متن
۱۳	B Nazanin Bold	عنوان بخش‌ها (مثال: ۳.)
۱۲	B Nazanin Bold	عنوان زیر بخش‌ها (مثال: ۱.۳.)
۱۰	B Nazanin Bold	شماره جدول‌ها و شکل‌ها (وسط چین)
۱۰	B Nazanin	توضیحات جدول‌ها و شکل‌ها



فصلنامه علمی  
پدافند غیرعامل

### همراهان صمیمی، سلام:

نشریه‌ای که هم اینک با نام «نشریه علمی پدافند غیرعامل» در پیش روی دارید حاصل تلاش گروهی از اساتید و پژوهشگران است. چنانچه پیشنهاد و انتقادی دارید آن را بررسی و به کار خواهیم بست. دفتر نشریه چشم‌انتظار نامه‌ها و پاسخگوی تماس‌های شماست. چنانچه تمایل به همکاری با ما را دارید، کفایت فرم زیر را تکمیل و به دفتر نشریه ارسال فرمایید.

نام خانوادگی:	نام:
رشته:	میزان تحصیلات:
گرایش:	محل تحصیل:
نام نشریه:	آیا سابقه همکاری با نشریه دیگری را دارید:
	موضوعات و زمینه‌های مورد علاقه:



فصلنامه علمی

پدافند غیرعامل

### فرم اشتراک نشریات دانشکده

پژوهشگران و علاقمندان گرامی می‌توانند در صورت تمایل، فرم اشتراک نشریه را تکمیل و به نشانی زیر ارسال

نام خانوادگی:	نام:	<input type="checkbox"/> شخصی
تاریخ اشتراک:		<input type="checkbox"/> مؤسسه
		تعداد مورد نیاز:
کد اشتراک قبلی:	<input type="checkbox"/> تجدید اشتراک	<input type="checkbox"/> جدید
		وضعیت اشتراک:
		شغل:
		نشانی کامل:
ک پ:	ص پ:	پست الکترونیکی:
		نمبر:
		همراه:
		تلفن:

نشانی: تهران، بزرگراه شهید بابائی، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، موقعیت مرکزی، مدیریت تبادل و نشر دانش، دفتر نشریه

رایانامه: [padafandg@ihu.ac.ir](mailto:padafandg@ihu.ac.ir)

♦ تلفن: ۷۴۱۸۸۲۳۶

♦ در صورت تغییر نشانی و با عدم دریافت نشریه، مراتب را کتباً به دفتر نشریه اعلام فرمایید.

## Contents

Title	Page
<b>❖ Evaluation of Urban Land Use with Emphasis on Passive Defense.....</b> 1 F. Saffari IsaLu, H. Nazm Far	1
<b>❖ Designing and Fabrication of a New Lighting System Using Light Sources with Collimated Beams and a Diffuser-Reflector System.....</b> 2 N. Siahvashi, R. Ghaffarpour	2
<b>❖ Presenting a New Method of Image Steganalysis Based on MLP Neural Network.....</b> 3 S. Talati, R. Esfahani	3
<b>❖ Evaluation and Defense Survey of Urmia City Using GIS.....</b> 4 A. Abedini, A. Sheikhi	4
<b>❖ Determining the Concentration, Seasonal Changes and Shelf Life of Natural Radioactive Particles in the Air of Tehran .....</b> 5 Sh. Ghorbani, A. Saeidi, B. Oroji	5
<b>❖ Assessing the Vulnerability of Urban Housing the Passive Defense approach.....</b> 6 O. Mobaraki, M. Esmaeipour, V. Ebrahimi	6
<b>❖ Presenting a Model to Identify the Relationship Between Effective Factors in the Construction and Establishment of Field Hospitals with a Passive Defense Approach.....</b> 7 M. Abbasian, S. Shapoorian	7
<b>❖ Evaluation of the Most Important Effective Indicators in Improving the Safety and Health of Sports Venues in Tehran.....</b> 8 S. R. Karimi, A. Keshvari	8
<b>❖ The Approach of Passive Defense in the Location of Essential Items Storage with the Help of AHP.....</b> 9 H. Poursamsam, E. Akbari, K. Momeni	9
<b>❖ The Latest Classification of Cloud Computing Security Issues: Challenges, Attacks and Solutions.....</b> 10 S. Gavidel, M. Naghavi, D. Asgharzadeh	10
<b>❖ Camouflage Technologies of Infrared Cameras.....</b> 11 E. Ghasemi, M. Behzad Fallahpour	11

### Members of Academic Writer

**M. R. Delavar (PhD)**  
(Professor, Tehran University)

**M. Modiri (PhD)**  
(Associate Professor, Malek Ashtar Industrial University)

**R. Hosnavi Atashgah (PhD)**  
(Professor, Malek Ashtar Industrial University)

**S. M. Mosa Kazemi Mohammadi (PhD)**  
(Associate Professor, Tehran Payame Noor University)

**S. B. Hosseini (PhD)**  
(Professor, Tehran University of Art)

**S. Khazaei (PhD)**  
(Associate Professor, Imam Hossein Comprehensive University (Pbh))

**A. Saeidi (PhD)**  
(Associate Professor, Imam Hossein Comprehensive University (Pbh))

**M. Saadati (PhD)**  
(Professor, Imam Hossein Comprehensive University (Pbh))

**Gh. Jalali Farahani (PhD)**  
(Associate Professor, National Defense University)

\* \* \* \* \*

### This Number Judges

M. Chamani Moghaddam

A. Saeidi

P. Rafati

M. H. Taghavi Parsa

J. Khalilzade

B. Oroji

H. Alami

S. M. Mousa Kazemi

M. Hoshmand

Y. Morab

A. Nakhai Amrodi

M. Modiri

M. Shayeste

R. Esfahani

R. Rezanejad

S. Bejani

S. A. Mahdinia

V. Amirzade Fotovat

S. Khazaei

M. Edalati Ranjbar

\* \* \* \* \*

## عناوین مقالات فصلنامه پدافند غیرعامل

سال سیزدهم، شماره ۴ (پیاپی ۵۲)، زمستان ۱۴۰۱

- ❖ بهره‌برداری بهینه از سیستم تأمین آب-انرژی یک ریزشکه جزیره‌ای با چند حامل انرژی با هدف ارتقاء تاب‌آوری در مقابل حملات سایبری  
علیرضا کریمی سعیدآبادی، سید بابک مظفری، سودابه سلیمانی مورچه‌خوری، حسین محمدنژاد شورکایی
- ❖ بهبود سربار کنترلی مسیریابی در شبکه‌های سیار موردی رادیوشناختی با تخمین تحرک کاربران ثانویه  
ساناز امیریگی، امید عابدی، مهدیه قزوینی کر
- ❖ مقایسه تطبیقی مدل‌های بلوغ امنیت سایبری و امنیت اطلاعات و احصای شاخص‌های امنیت سایبری مشترک  
محمد اختری، محمدعلی کرامتی، سیدعبداله امین موسوی
- ❖ سنجش نگرش شهروندان نسبت به امنیت در فضای مجازی با رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: شهرستان دامغان)  
علی‌اکبر تقی‌پور، ابوالفضل مشایخی، یارسا احمدی دهرشید
- ❖ معرفی و ارزیابی سامانه‌های حفاظت پیرامونی مبتنی بر حسگرهای فیبر نوری و کاربرد آن‌ها در مناطق مرز  
پویا حسین‌نیا، احمد معدنچی
- ❖ خوشه‌بندی اماکن پرازدحام شهری از منظر پدافند غیرعامل  
محمد رضا حقی، احسان حیدرزاده
- ❖ تأثیر همه‌گیری کووید ۱۹ بر میزان بازدید افراد جامعه از پارک‌های شهری  
داود وفاداری کمارعلیا، بریا پودینه قزاقی، محسن کافی
- ❖ پهنه‌بندی خطر وقوع زمین‌لغزش به روش آنالاکان با استفاده از GIS (مطالعه موردی: حوضه آبریز دهستان تنیان)  
داریوش اقدامی تطفی
- ❖ ارزیابی مؤلفه‌های شهر هوشمند در راستای بهبود خدمات شهری  
میرمحمدصالحی پناهی، رسول درس‌خوان، مریم سینگری، مهسا فرامرزی
- ❖ بررسی الزامات طراحی ایستگاه بارانداز شهرستان دورود از دیدگاه پدافند غیرعامل  
مهدی محمدزاده، محسن نبی‌زاده، اسمعیل عبداللهی

## عناوین مقالات فصلنامه پدافند غیرعامل

سال سیزدهم، شماره ۴ (پیاپی ۵۳)، بهار ۱۴۰۲

- ❖ مطالعه آزمایشگاهی مقاومت ضربه‌ای در بتن معمولی تحت حرارت بالا، به‌همراه صحت‌سنجی توسط SEM و XRD  
محمدحسین منصورقناعی
- ❖ مؤلفه‌های دفاع غیرعامل در طراحی حریم مخازن ذخیره صنایع شیمیایی خطرزا  
مهدی مدیری، ابوالفضل اسلانی کتولی، یونس موسایی اسکویی، بهنام صالحی
- ❖ ایجاد اختلال در سیستم موقعیت‌یابی DSMAC در موشک‌های کروز  
رضا فاطمی مفرد، ناصر جنگی
- ❖ ارتقاء سطح ایمنی و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حمل و نقل استان‌های مرزی با هدف افزایش تاب‌آوری  
سیداحسان ابطی، رضا کلهر، مهناز میرزا ابراهیم طهرانی
- ❖ بررسی قابلیت اطمینان و دسترس‌پذیری سامانه‌های تولید انرژی در شناورهای دریایی با هدف افزایش ضریب اطمینان پدافندی  
علی‌گودرزی املشی، محمد رضوانی، مهدی رادمهر، علیرضا غفوری
- ❖ رویکردی راهبردی به سازمان‌دهی فضایی با تأکید بر همگرایی در معماری پایدار و پدافند غیرعامل  
سپیده دهبانی، حسین رضایی
- ❖ بررسی معیارهای پدافند غیرعامل در اجرای سازه‌های ایستگاه مترو (مطالعه موردی: ایستگاه A09 میدان مطهری) پروژه خط A مترو قم)  
عماد معینی، سید محمدرضا حسنی، محمدرضا انگشت‌باف، مسعود محمودآبادی
- ❖ تحلیل شبکه‌ای - فضایی دارایی‌های شهری از دیدگاه پدافند غیرعامل (منطقه مورد مطالعه: شهر سبزوار)  
رسول افسری، محمد سینا شهنسوار
- ❖ تحلیل تجربی سرعت حد بالستیک اهداف بتن پارچه‌ای تحت نفوذ پرتابه‌های فولادی  
صفا پیمان، مصطفی عظیمی، مجتبی ضیاء شامی
- ❖ مکان‌یابی بیمارستان با استفاده از روش فازی و رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: شهر ارومیه)  
میرنجف موسوی، کاظم ذوقی بارانی، جواد جهانگیرزاده، سجاد امیدوارفر، نیما بایرام‌زاده
- ❖ تأثیر مهارندهای BRB و CBF در رفتار لرزه‌ای سازه‌های فولادی تحت زلزله‌های حوزه نزدیک  
محمد امامی کورنده، بهرام عسکری

## عناوین مقالات فصلنامه پدافند غیرعامل

سال سیزدهم، شماره ۴ (پیاپی ۵۴)، تابستان ۱۴۰۲

- ❖ یافتن مکان و اندازه بهینه منابع تولید پراکنده و خازن در شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی با تقسیم‌بندی ریزشبکه‌ای با رویکرد پدافند غیرعامل محمود زاده‌باقری، علی‌رضا عباسی، محمدجواد کیانی
- ❖ تاب‌آوری سالن شماره دو فرودگاه مهرآباد در بحران‌های احتمالی و ارزیابی زمان تخلیه اضطراری محمدعلی نکویی، پرویز جعفری فشارکی، محدثه حامدی
- ❖ ارزیابی خسارت سد بتنی دو قوسی باتوجه‌به سرعت و فرکانس متوسط ناشی از موج انفجار در میدان نزدیک محسن نجفی، محمد کارکن، اکبر قنبری، محسن پرویز
- ❖ اثر گسلش شیب لغز معکوس بر تونل‌های قطعه‌ای حفرشده در خاک در نرم افزار *Flac 3D* امین ملک‌محمدی خضرو، مجیدکیانی
- ❖ بررسی عددی اثر موج شوک ناشی از انفجار هوایی در رفتار غیرخطی در پایین دست سد بتنی قوسی با روش *Conwep* علیرضا مردوخ پور، رامتین صبح خیز فومنی، محمد صحرایی لشکریانی
- ❖ مکان‌یابی فضاهای شهری چندمنظوره ایمن در مواقع بروز بحران با به-کارگیری روش شاخص همپوشانی وزنی؛ مورد پژوهی: شهر طبس فرزانه دستا، محمدرضا رضایی، فاطمه اسمعیل‌پور
- ❖ شناسایی و اولویت‌بندی ابعاد، عوامل و سنجه‌های اثرگذار در ساخت بیمارستان‌های صحرایی با در نظر گرفتن جنبه‌های پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: بیمارستان‌های صحرایی دوران دفاع مقدس) محمد عباسیان، شایان شاپوریان
- ❖ منظر به مثابه معماری؛ رهیافتی نوین به سوی نجات‌بخشی معماری توسط منظر با رویکرد پدافند غیرعامل مهدی خاک‌زند، هانیه جعفری خالدی
- ❖ بررسی و ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه‌های حمل‌ونقل و تحلیل اندرکنش آن با تأکید بر فرودگاه‌های شهری علی سعیدی، علی وحیدی، حسنعلی علیرضایی

## عناوین مقالات فصلنامه پدافند غیرعامل

سال سیزدهم، شماره ۴ (پیاپی ۵۵)، پاییز ۱۴۰۲

- ❖ بررسی تطبیق‌پذیری بافت شهرهای تاریخی با اصول پدافند غیرعامل در فلات مرکزی ایران محمدحسین مهدوی قهساره، آویده کامرانی
- ❖ بررسی فنی مقرهای دفاعی بتنی پیش ساخته مقاوم در برابر بارهای انفجار سعید بهرامی، علی اکبر پوری رحیم
- ❖ مقاوم‌سازی ستون‌های بتنی پایه پل در برابر بارگذاری انفجاری و مقایسه روش‌های مختلف مقاوم‌سازی پویا حسونند، مجتبی حسینی
- ❖ ارائه الگویی برای ارزیابی تاب‌آوری شریان‌های مواصلاتی جاده‌ای محمد زاهدیان پور، محمدیاسر رادان، زهرا جمشیدی
- ❖ طراحی مدل مدیریت تهدیدات فاضلاب خانگی و صنایع درون شهری در زنجیره تأمین آب شرب کلانشهر رشت سید عباس اسدی، مژگان زعیمدار، سید علی جوزی
- ❖ تحلیل طراحی مجموعه زیرزمینی اوبی نوش‌آباد از منظر پدافند غیرعامل امیرحسین صادقیور، بابک عالمی، فاطمه پارچه‌باف مطلق
- ❖ کاربرد الگوریتم‌های هوش مصنوعی در طراحی لرزه‌ای بهینه سازه‌های فولادی براساس مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان مجید کیانی، آوش رهگذار
- ❖ بررسی رفتار پوشش بتن الیافی دهانه تونل تحت اثر بار حرارتی امیرمحمد چراغ خانی، صفا پیمان، محمدحسین تقوی پارسا
- ❖ ارتقای تاب‌آوری سامانه‌های توزیع الکتریکی از طریق عملکرد بهینه و تطبیق‌پذیری در حضور منابع تولید سیار رضا غفارپور، سجاد سعدی، سعید زمانیان، مهرداد محمودیان
- ❖ نهان‌نگاری در صوت مبتنی بر الگوریتم تبدیل موجک درخت صفر درج‌شده رضا اصفهانی، احمدرضا متین‌فر

**In The Name of Allah**

**Scientific Journal of Passive  
Defense**

**Winter 2023, Vol. 14, No. 4**

**International Standard Serial Number (ISSN): 2008-6849**

**Subjects Contained in the Journal, do not Represent the View at the Research Center.  
Accuracy of the Contents for Each Article is the Responsibility of the Author.  
Journal in Rejection, Acceptance or Edition of the Articles is Free.  
All Intellectual and Financial Rights are Reserved for the Research Center.  
The Adaptation of Contents of the Journal with the Mention of the Source is Permitted.**



**Imam Hossein  
Comprehensive University**

**Owner:** Imam Hossein Comprehensive University

**Manager:** Dr. Reza Esfahani

**Editor:** Dr. Mahdi Modiri

**Vice Editor-in-Chief:** Dr. Ali Saeidi

**Executive Director:** Mr. A. Kuchaki

**Expert:** Mr. Aziz Tabarzadi

**Typesetting and Layout:** Mr. Aziz Tabarzadi

**Address:** University Publications Office, Central Location Site, Imam Hossein Comprehensive University, Shahid Babae Highway, Tehran, I. R. Iran

**Tel:** 02174188236

**Website:** <http://pd.ihu.ac.ir>

**Email:** [Padafandg@ihu.ac.ir](mailto:Padafandg@ihu.ac.ir)

**Price:** 1500000 Rials

**This Journal is Indexed in the Following Sites:**

- **Islamic World Science Citation:**  
[www.isc.gov.ir](http://www.isc.gov.ir)
- **Regional Information Center for Science and Technology:** [www.ricest.ac.ir](http://www.ricest.ac.ir)
- **Database Bank of Scientific Publications:**  
[ww.magiran.com](http://ww.magiran.com)
- **Noor specialized magazines website**  
[www.noormags.ir](http://www.noormags.ir)
- **Google Scholar:**  
[www.scholar.google.com](http://www.scholar.google.com)
- **Civilica:**  
[www.civilica.com](http://www.civilica.com)