

# ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهری از منظر پدافند غیرعامل با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

نمونه موردی: شهر اردبیل

علی قنبری نسب: استادیار، دانشگاه صنعتی مالک اشتر

حامد قلعه‌اصل\*: دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین.

حامد نوری: دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین.

جهان آقاغنی‌زاده: پژوهشگر دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

فیروز رنجبر: پژوهشگر دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

تاریخ دریافت: ۹۸/۵/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۲۸

## چکیده

همزمان با رشد و گسترش شهر و شهرنشینی، شهرها با ابعاد تازه‌ای از تهدیدات و با حجم بالایی از صدمات و آسیب‌های ناشی از آن به علت تمرکز جمعیت و ثروت در خود مواجه می‌شوند. بر این اساس ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در مقابل مخاطرات محیطی و تدوین راهکارهای مناسب برای کاهش خسارات امری اجتناب‌ناپذیر است. شهر اردبیل به واسطه موقعیت راهبردی و مرزی خود در شمال غرب کشور ایران، همواره یکی از نقاط در معرض تهدید توسط دشمن محسوب می‌شود. در این میان بافت‌های فرسوده به سبب مشکلات و نارسایی‌های کالبدی، اجتماعی و اقتصادی آسیب‌پذیری به مراتب بیشتری نسبت به سایر نقاط شهری دارند. بدین ترتیب هدف اصلی پژوهش حاضر، ارزیابی میزان آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر اردبیل از منظر پدافند غیرعامل است. این پژوهش بر اساس روش تحقیق توصیفی-تحلیلی و بر حسب هدف کاربردی است و همچنین روش جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی است. در این پژوهش ابتدا با توجه به شرایط ویژه بافت فرسوده شهر اردبیل و همچنین بررسی مطالعات تحقیقات پیشین ۱۰ شاخص به منظور ارزیابی میزان آسیب‌پذیری تعریف شد؛ سپس متناظر با هر یک از شاخص‌ها زیر شاخص‌هایی در نظر گرفته شده است. در مرحله بعد با استفاده از نظرات کارشناسان هر کدام از معیارها و شاخص‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و در محیط نرم‌افزار Expert Choice وزن‌دهی و اولویت‌بندی می‌شوند و در انتها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نقشه‌های آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر اردبیل تهیه می‌شود. نتایج کلی تحقیق حاکی از آن است که ۴۷،۸۳ درصد از قطعات واقع در محدوده بافت فرسوده دارای آسیب‌پذیری زیاد، ۳۳،۷۱ درصد آسیب‌پذیری متوسط و ۱۸،۴۶ درصد هم از آسیب‌پذیری کمی برخوردارند.

کلیدواژه: آسیب‌پذیری، پدافند غیرعامل، بافت فرسوده، شهر اردبیل، روش تحلیل سلسله مراتبی

## Vulnerability Assessments of Decayed Urban Fabric with Passive Defense Principles Using AHP Method Case Study: City of Ardabil

Ali Ghanbary Nasab<sup>1</sup>, Hamed Ghale As<sup>2\*</sup>, Hamed Nouri<sup>3</sup>, Jahan Agha Ghanizade<sup>4</sup>, Firoz Ranjbar<sup>5</sup>

### Abstract

As the city grows and expands and urbanization, cities are facing new dimensions of threats and a high volume of damage due to the concentration of population and wealth. Therefore, the vulnerability assessment of cities to environmental hazards and developing appropriate strategies to reduce losses is inevitable. The city of Ardebil, due to its strategic and border position in the northwest of Iran, has always been considered as one of the areas threatened by the enemy. But it is more vulnerable to other urban points due to problems and failures of physical, social and economic problems. Thus, the main purpose of the present study is to assess the vulnerability of the decayed urban fabric of the city of Ardabil from the point of passive defense. This study is applied and the general approach is descriptive-analytical and data and information is mainly collected through field methods (interview and observation). In the present study, based on the specific conditions of the decayed urban fabric of Ardebil city, as well as previous research studies, 10 indexes have been defined to assess the vulnerability, and sub-indexes have been considered for each index. In the next step, using the expert's opinions, each criterion and indicators are weighted and prioritized using AHP method in Expert Choice software and finally using GIS maps the vulnerability maps of the decayed urban fabric of the city of Ardabil is provided. The results shows that 47.83% of the fragments located in the decayed urban fabric area had a high vulnerability, 33.71% moderate vulnerability and 18.46% had low vulnerability.

**Keywords:** Vulnerability, Passive Defense, Decayed Urban Fabric, City of Ardabil, AHP

1. Assistant Professor, Malek ashtar University of Technology, Tehran, Iran.
2. Master Student of Urban Planning Imam Khomeini International University.
3. Master Student of Urban Planning Imam Khomeini International University.
4. Researcher MUT.
5. Researcher MUT.

صادق هستند و به سبب آنکه عمده بافت فرسوده و آسیب پذیر شهر اردبیل در نواحی مرکزی و دارای میراث تاریخی آن واقع شده، اهمیت توجه به ملاحظات دفاعی در ساماندهی و تعدیل شرایط این نوع بافت‌ها را دوچندان کرده است. در زمینه موضوع پژوهش حاضر در داخل کشور مطالعات گسترده‌ای انجام شده که عمده آنها آسیب پذیری کالبدی شهرها و بافت‌های شهری را در مواقع بروز بحران‌های طبیعی همچون زلزله ارزیابی کرده‌اند. از جمله این پژوهش‌ها به صورت خلاصه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

در سال ۱۳۸۷ عزیزی و اکبری مدل آسیب‌پذیری خاصی را برای زلزله پیشنهاد می‌کنند که شامل دو دسته معیار زمین‌ساخت و انسان‌ساخت است و هر یک شامل چند زیرمعیار می‌شود. در این مدل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی<sup>۱</sup> نقشه‌های آسیب‌پذیری ناشی از هر یک از معیارها تعیین شده و سپس با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی<sup>۲</sup> معیارها نسبت به یکدیگر وزن‌دهی و سنجیده شده و مدل نهایی آسیب‌پذیری بافت ارائه شده است. عزیزی و برنافر (۱۳۹۱) در تحقیقی با عنوان «ارزیابی آسیب‌پذیری شهری ناشی از حملات هوایی با نمونه موردی ناحیه ۱ از منطقه ۱۱ شهر تهران»، آسیب‌پذیری بلوک‌های ساختمانی این محدوده را با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی ارزیابی و در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی پیاده‌سازی کرده‌اند. یافته‌های این ارزیابی نشان می‌دهد که در مجموع ۹۲٫۴ درصد بلوک‌های ساختمانی واقع در محدوده دارای آسیب‌پذیری متوسط به بالا هستند. فرض اساسی در این تحقیق بر شباهت بسیار بالای مدل‌سازی آسیب‌پذیری ناشی از زلزله و حملات هوایی استوار بوده است. سیاوش حاجی‌اکبری (۱۳۹۰) تحقیقی را با عنوان «مدل‌سازی آسیب‌پذیری محیط‌های شهری از نظر کالبدی؛ مطالعه موردی: شهر اصفهان» انجام داده است. در این تحقیق هم روش AHP برای وزن‌دهی شاخص‌ها مورد استفاده قرار گرفته؛ اما آسیب‌پذیری در محیط GIS پیاده‌سازی نشده است. مجتبی زارع و همکاران (۱۳۹۵) تحقیقی با عنوان ارزیابی آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر مرودشت در برابر زلزله با استفاده از تکنیک AHP و ارائه پهنه‌بندی نهایی آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهر مرودشت در محیط GIS انجام داده‌اند و در این مسیر از ۹ شاخص کالبدی به منظور ارزیابی و تحلیل آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده استفاده کرده‌اند.

در این پژوهش سعی شده تا با رجوع به مطالعات پیشین و مبانی نظری، معیارها و شاخص‌های مرتبط با سنجش میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در مواقع بروز مخاطرات انسانی و طبیعی به دست آمده و سپس با مقایسه دو به دو معیارها و زیرمعیارها و وزن‌دهی آنها در محیط تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تفلیق آن با اطلاعات مکانی مرتبط با هر یک از بافت‌های فرسوده شهر اردبیل در محیط GIS در نهایت با روی هم‌گذاری لایه‌ها، پهنه‌بندی نهایی آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده ارائه شود. بدین ترتیب هدف اصلی در این پژوهش سنجش میزان آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهر اردبیل در مواقع بروز تهدیدات نظامی و طبیعی بوده که در نهایت به ارائه راهبردها و

عصر حاضر، عصر آسیب‌پذیری شهری است؛ زیرا همزمان پیچیده شدن حیات شهری، شهرها در ابعاد مختلف با مخاطرات طبیعی و بحران فناورانه از یک سو و بحران‌های اجتماعی-امنیتی از سوی دیگر مواجه می‌شوند [۱]. توسعه سلاح‌های دوربرد و افزایش قدرت تخریب آنها از دوران جنگ دوم جهانی، آسیب‌پذیری شهرها در برابر تهاجم نظامی را از محدودیت‌های زمان و مکان به طور کامل آزاد و بی‌دفاعی شهرها را تکمیل کرد و این موضوع باعث شد تا کشورها به روش‌های کاهش آسیب‌پذیری در مقابل حملات نظامی اهمیت مضاعفی دهند که خود در حوزه پدافند غیرعامل و روش‌های مرتبط با آن جای می‌گیرد [۲]. انهدام سازه‌ها و ساختمان‌ها، شبکه راه‌ها و دسترسی‌ها، تأسیسات اساسی و زیربنایی که اختلال در هر یک از آنها موجب بروز مشکلات عدیده‌ای در داخل شهرها می‌شود، موجب شده که توجه دشمن به این نوع مراکز بیش از پیش معطوف شود. به عنوان مثال در جنگ ۳۳ روزه لبنان، اولین اهداف رژیم صهیونیستی را تأسیسات و تجهیزات شهری و مراکز حساس و مهم تشکیل می‌داد تا از این طریق فشار را بر مردم بیشتر کرده و قوای نظامی را مجبور به تسلیم کند [۳]. در این میان بافت‌های فرسوده شهری از یک سو به سبب مصالح نامناسب بناها و مساکن، واحدهای مسکونی فرسوده، عمر بالای بناها، دسترسی‌های نامناسب و معابر پر پیچ و خم، کمبود فضاهای باز، کمبود خدمات شهری، فشردگی بافت و عواملی از این قبیل، آسیب‌پذیری این نوع بافت‌ها در مواقع بروز بحران‌های انسان‌ساخت از قبیل جنگ، بحران‌ها و مخاطرات طبیعی همچون سیل، زلزله، رانش زمین و ... افزایش یابد و از سوی دیگر به سبب وجود مراکز مهم جمعیتی همانند مساجد جامع، مراکز اقتصادی حیاتی شهر همچون بازار تاریخی و مرکزی شهر، وجود مراکز و عناصر تاریخی، هویتی و فرهنگی و همچنین قرارگیری برخی از مراکز اداری و سیاسی مهم شهری در دل این نوع بافت‌ها که عمدتاً شامل نواحی مرکزی شهر و هسته اولیه آن می‌شود، بافت‌های فرسوده شهری را به یک نقطه هدف مناسب برای دشمن بدل می‌کند که در صورت تهاجم، میزان تلفات جانی و مالی در آن به شدت افزایش خواهد یافت. با توجه به نقش و جایگاه شهر اردبیل در مرزهای شمال غربی که به عنوان یکی از مناطق مرزی و سرحدی (همسایگی با کشور آذربایجان) محسوب می‌شود و همچنین یکی از کلانشهرهای کشور ایران است که طبق سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ کشور ۵۲۹ هزار و ۳۷۴ نفر جمعیت داشته و عمده منابع و دارای‌هایی استان اردبیل در این شهر تمرکز یافته است؛ شهر اردبیل در صورت وقوع تهدیدات نظامی توسط سایر کشورها و همسایگان همواره مورد تهدید و فشار قرار خواهد گرفت. بافت فرسوده مصوب کمیسیون ماده ۵ در شهر اردبیل ۹۶۳ هکتار مساحت دارد و معادل ۱۶ درصد از مساحت کل شهر را به خود اختصاص می‌دهد. مشکلاتی که پیشتر به صورت کلی در مورد بافت‌های فرسوده و حول محور مشکلات و تهدیدات کالبدی گفته شد، در مورد بافت‌های فرسوده شهر اردبیل هم کاملاً

overlay (همپوشانی وزن دار) از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شده و با استفاده از این روش وزن هر کدام از شاخص‌ها در آن شاخص تأثیر داده شده است؛ سپس لایه‌های مربوط به هر کدام از شاخص‌ها در GIS با هم ترکیب و در نهایت نقشه نهایی و پهنه‌بندی آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر اردبیل استخراج شده و نقاط آسیب‌پذیر آن مشخص می‌شود.

### بستر فضایی-مکانی محدوده مورد مطالعه (نمونه موردی)

شهر اردبیل به‌عنوان مرکز استان اردبیل در بخش جنوبی حوزه آبریز قره‌سو و در میانه دشت اردبیل و در مدار ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و نصف‌النهار ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی در ارتفاع ۱۳۴۸ متری از سطح دریا واقع شده است. فاصله آن تا شهر تبریز ۲۱۹ کیلومتر و تا شهر تهران ۵۹۱ کیلومتر است. اردبیل در سال ۱۳۰۴ شمسی به شهر تبدیل شده است و با تأسیس استان اردبیل در سال ۱۳۷۲ شمسی، شهر اردبیل به‌عنوان مرکز استان شناخته شده است [۷]. طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر اردبیل ۵۲۹ هزار و ۳۷۴ نفر است [۸]. تصویر شماره ۱ نشان‌دهنده موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه است.

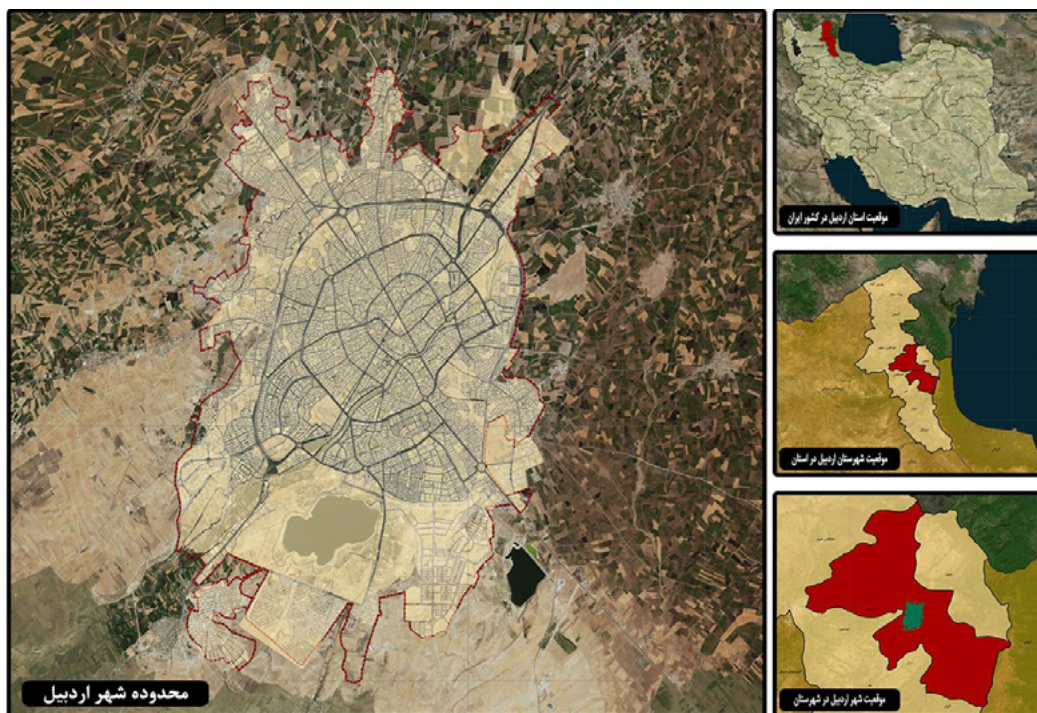
### محدوده بافت فرسوده مصوب شهر اردبیل

محدوده بافت‌های فرسوده شهرها بر مبنای شاخص‌های فرسودگی کالبدی تعریف شده در مصوبه ۱۶ خرداد ۱۳۸۴ شورایی شهری و معماری ایران و اطلاعات ارائه‌شده از سوی سازمان مسکن و شهرسازی و مشاوران تهیه‌کننده طرح‌های جامع تفصیلی مشخص و پس از کنترل میدانی توسط شرکت مادر تخصصی عمران و بهسازی تعیین می‌شوند. بدیهی است هر گونه مداخله در جهت

پیشنهادهایی در زمینه تعدیل و کاهش میزان آسیب‌پذیری در آن منجر می‌شود.

### روش تحقیق و ابزارها

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از منظر روش انجام توصیفی-تحلیلی است. فضای پژوهش، محدوده بافت فرسوده مصوب شهر اردبیل و جامعه آماری پژوهش، تعدادی از مسئولان و کارشناسان دستگاه‌های اجرایی و اساتید دانشگاهی در زمینه پدافند غیرعامل و شهرسازی هستند. در این پژوهش جهت دستیابی به اطلاعات مورد نیاز از منابع کتابخانه‌ای و بررسی‌های میدانی استفاده شده است. بدین صورت که ابتدا با مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی مبانی نظری و همچنین پس از شناسایی نتایج مطالعات پیشین، معیارها و شاخص‌های آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهری در مقابل مخاطرات استخراج شده و سپس با استفاده از روش‌های میدانی همچون مصاحبه و طراحی پرسشنامه، معیارها و شاخص‌های به‌دست آمده در قالب تحلیل سلسله مراتبی و مقایسه دو به دویی آنها توسط کارشناسان وزن‌دهی و امتیازبندی شدند. برای وزن‌دهی شاخص‌ها با روش تحلیل سلسله مراتبی از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شده و در محیط این نرم‌افزار اولویت شاخص‌ها نسبت به همدیگر تعیین خواهد شد. در مرحله بعد پس از محاسبه وزن شاخص‌ها و ضریب سازگاری<sup>۲</sup> و تأیید آن در مقایسه با مقدار استاندارد (کمتر از ۰.۱) در جدول ساعتی، مقدمات لازم برای مرحله تحلیل و ترکیب شاخص‌ها به‌منظور تعیین مناطق آسیب‌پذیر فراهم می‌شود. بدین منظور برای هر کدام از شاخص‌های ۱۰گانه تحقیق، نقشه آسیب‌پذیری به‌صورت لایه‌های مجزا تهیه شد. برای ترکیب لایه‌ها با همدیگر مطابق با وزن هر کدام از شاخص‌های به‌دست آمده از روش weighted



تصویر ۱: موقعیت جغرافیایی شهر اردبیل

اقتصادی نازلی برخوردارند. پیامد فرسودگی بافت که در نهایت به از بین رفتن منزلت آن در اذهان شهروندان منجر می‌شود، در اشکال گوناگون از جمله کاهش و یا فقدان شرایط زیست‌پذیری، ایمنی و نیز نابسامانی‌های کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و تأسیساتی قابل دریافت و شناسایی است. به بیان دیگر این بافت‌ها علی‌رغم دارا بودن توانمندی‌هایی فراتر از آنچه در حال حاضر پذیرای آن هستند، به سبب آنکه از چرخه حیات مؤثر شهری خارج شده‌اند، از ارزش کمتری برخوردار هستند [۱۰].

#### پدافند غیرعامل و دفاع شهری

هر اقدام غیرمسلحانه‌ای که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها، تأسیسات، تجهیزات، اسناد و شریان‌های کشور در مقابل تهدیدات انسان‌ساز شود «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، به وجود آمد [۱۹]. در منابع لاتین عبارت دفاع شهری برابر با عبارت Civil Defense است که مفهومی دویبعدی دارد - در گروه اول دفاع شهری محافظت از غیرنظامیان در شرایط جنگی معرفی می‌شود و از این رو مشتمل بر بخشی از دفاع ملی است که در پی تمهیدات لازم به منظور کسب آمادگی کافی در برابر هرگونه حمله احتمالی یا باج خواهی از یک کشور است. طبق این تعریف، دفاع شهری باید ایمنی اکثریت جمعیت غیرنظامی کشور و ادامه حیات آنان در زمان جنگ را تضمین کند. در این گروه از تعاریف، نحوه مقابله و مواجهه با آثار ناشی از حملات نظامی مورد تأکید قرار دارد

تجمیع و نوسازی می‌بایست در چارچوب طرح‌های ویژه بهسازی و نوسازی باشد تا به تصویب شرکت عمران شهری و کمیسیون ماده ۵ برسد. طبق مصوبه یادشده شاخص‌های تعیین فرسودگی کالبدی بافت شهری به قرار زیر هستند:

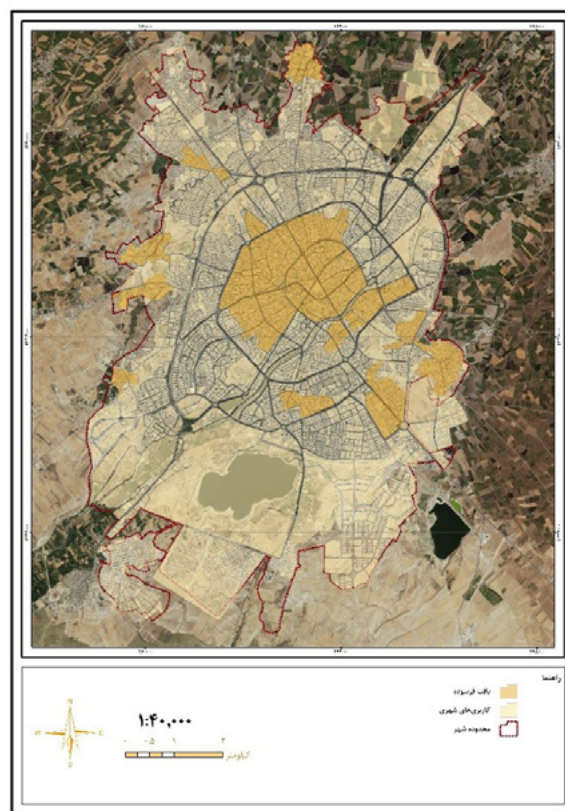
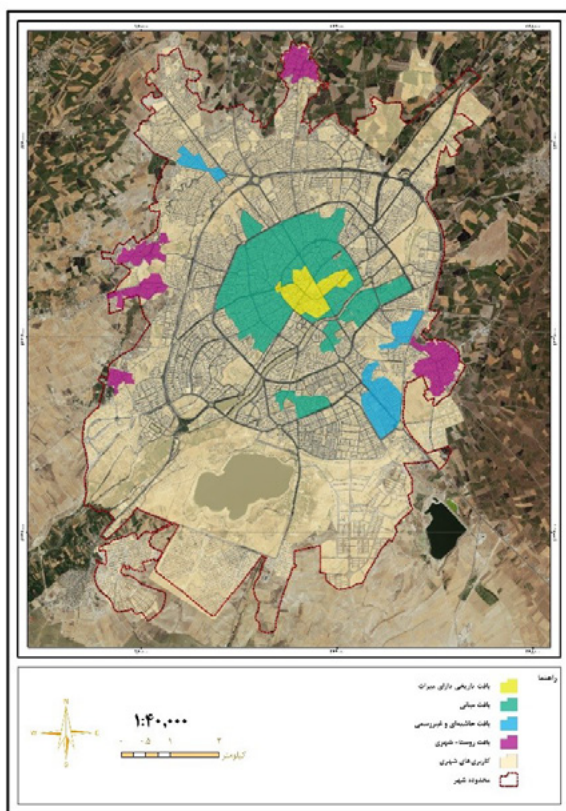
شاخص یک: بلوک‌هایی با بیش از ۵۰ درصد قطعات کمتر از ۲۰۰ متر مربع؛ شاخص دو: بلوک‌هایی که بیش از ۵۰ درصد بناهای آن فرسوده (فاقد سیستم سازه‌ای) و به عبارتی ناپایدار و غیراستاندارد باشند؛ شاخص سه: بلوک‌هایی که بیش از ۵۰ درصد معابر آنها کمتر از ۶ متر باشد [۹].

محدوده مصوب بافت فرسوده شهر اردبیل در تصویر شماره ۲ مشخص شده است. طبق این نقشه بافت فرسوده ۹۶۳ هکتار مساحت داشته و معادل ۱۶ درصد از مساحت قانونی شهر را به خود اختصاص داده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، عمده بافت‌های فرسوده در مناطق مرکزی شهر قرار گرفته‌اند؛ مناطقی که هسته اولیه شهر را شکل داده‌اند و طی رشد و توسعه گسترده شهر ارزش‌های خود را از دست داده و به تدریج رو به فرسایش و فرسودگی کالبدی، اقتصادی و اجتماعی نهادند.

#### نظریه و مبانی نظری

##### بافت فرسوده شهری

بافت فرسوده شهری به عرصه‌هایی از محدوده قانونی شهرها اطلاق می‌شود که به دلیل فرسودگی کالبدی، عدم برخورداری مناسب از دسترسی سواره، تأسیسات، خدمات و زیرساخت‌های شهری آسیب‌پذیر بوده و عمدتاً از ارزش مکانی، محیطی و



تصویر ۲: محدوده مصوب بافت فرسوده شهر اردبیل و دسته‌بندی آن

**بافت شهر:** بافت هر شهر یا همان شکل، اندازه و چگونگی ترکیب کوچکترین اجزای تشکیل دهنده شهر در برابر تهاجم نظامی و دیگر بلایای شهری مؤثر خواهد بود [۱۲]. بافت شهر را می‌توان بر اساس شاخص‌های مختلفی بررسی کرد که از آن جمله می‌توان موارد ذیل را برشمرد: منظم و غیرمنظم، متراکم و پراکنده، ریزدانه و درشت‌دانه و فضاهای پرو خالی.

**اندازه قطعات:** در رابطه با اندازه قطعات می‌توان گفت: در قطعه‌بندی کوچک‌تر به علت خردشدگی فضای باز و کاسته شدن فضای مفید، میزان آسیب‌پذیری افزایش یافته و با افزایش اندازه قطعات از میزان آن کاسته می‌شود [۱۳]. اگر ترکیب ساختمان‌ها و فضای باز قطعه به نحوی باشد که فضای باز آن توسط ساختمان‌ها از تمام جهات محاط شده باشد، آسیب‌پذیری و انسداد فضای باز تشدید می‌شود [۱۴]. به‌طور کلی هرچه اندازه قطعه بزرگ‌تر باشد، در حملات هوایی و نظامی به هدفی ساده و مشخص تبدیل می‌شود.

**کیفیت ابنیه:** ساختمان به‌عنوان محصول نهایی یک فرایند متأثر از مجموعه پیچیده‌ای از مقررات، خدمات، محصولات و تجهیزات است که در این میان کیفیت ساخت و اجرای آن به عوامل متعددی از قبیل اهمیت سازه، تعداد طبقات سازه، نظام ساخت‌وساز، کنترل و تضمین کیفیت، وضعیت صنعت بیمه در این بخش، سطح سواد و میزان آگاهی عمومی جامعه، سطح درآمد، میزان ثروت کشور و به‌طور کلی به میزان توسعه‌یافتگی آن کشور بستگی دارد [۱۵]. هرچه ساختمان مقاوم‌تر باشد، می‌توان انتظار داشت در زمان حملات و بمباران‌ها آسیب کمتری را متحمل شود.

**شبکه ارتباطی شهری:** از ویژگی‌های کلی شبکه حمل‌ونقل گستردگی آن است که سبب آسیب‌پذیری آن می‌شود. قطع خطوط مواصلاتی در ابتدا منجر به فلج کردن دشمن در ادامه عملیات نظامی می‌شود و سپس به شکلی گسترده در زندگی روزمره مردم غیرنظامی اثر می‌گذارد و حالتی از رکود به وجود می‌آورد. از سوی دیگر، امکان و سرعت حرکت وسایل پاک‌سازی و امدادرسانی با اندازه‌های فیزیکی مسیرهای دسترسی مرتبط است و قابلیت تردد در درون بافت‌های شهری و بین مجموعه‌های ساختمانی به همان اندازه رفت‌وآمد در شهر اهمیت دارد. بنابراین شبکه ارتباطی به‌عنوان یکی از بخش‌های اصلی آسیب‌پذیر مطرح می‌شود. هرچه معابر دارای عرض بیشتر بوده و در سلسله مراتب بالاتر قرار داشته باشند، آسیب‌پذیری کمتری خواهند داشت [۱۶].

**قابلیت دسترسی به مراکز امدادرسانی:** دسترسی مناسب به کاربری‌های امدادی می‌تواند از آسیب‌های ناشی از حملات هوایی بکاهد. ایستگاه‌های آتش‌نشانی با پوشش مناسب می‌توانند از شدت حوادث و خسارات مالی و جانی به شدت بکاهند. دسترسی مناسب به مراکز درمانی امکان رسیدگی به وضعیت مصدوم‌ها و مجروحان ناشی از بمباران‌ها را سهل‌تر می‌کند.

**حریم مراکز خطرآفرین:** آسیب دیدن برخی تأسیسات شهری می‌تواند سبب افزایش خسارات شود؛ بنابراین حفظ حریم‌های مربوط به آنها ضرورت دارد. به‌صورت عمده در سطح شهرها این موارد شامل سه شاخص اصلی حریم جایگاه‌های سوخت‌رسانی

و از این‌رو، عبارت دفاع شهری از نظر مفهومی معادل با عبارت پدافند غیرعامل محسوب می‌شود. در گروه دوم دفاع شهری بر حفاظت از شهروندان در برابر آثار بلایا تأکید می‌کند [۱۸].

#### آسیب‌پذیری<sup>۴</sup>

مفهوم آسیب‌پذیری از مطالعه بر روی بلایای طبیعی و فقر سرچشمه گرفته و ریشه در تعامل بین یک سیستم با محیط پیرامون آن دارد. این مفهوم در سال‌های اخیر به موضوعی مهم در مباحث تحقیقاتی بسیاری از نهادها و طرح‌های علمی بین‌المللی تبدیل شده است [۲۰]. در واقع آسیب‌پذیری یک ابزار تحلیلی در مطالعات ایمنی شهری است. تحلیل و ارزیابی آسیب‌پذیری یک پایه و اساس نو برای برنامه‌ریزی شهری فراهم می‌آورد [۲۱]. آسیب‌پذیری به مجموعه شرایط ناشی از عوامل فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی گویند که در معرض ضرر و زیان بودن یک جامعه را افزایش می‌دهد [۲۲].

اما به‌طور کلی آسیب‌پذیری به هر گونه ضعف در یک دارایی که این امکان را به یک تهدید می‌دهد تا توانایی آسیب و ایجاد خسارت به یک دارایی، شریان‌های حیاتی و یا زیرساخت‌ها را ایجاد کند، گویند و به عبارتی آسیب‌پذیری عبارت است از هر نقطه وضعی که می‌تواند به وسیله دشمن مورد بهره‌برداری قرار گیرد تا دارایی‌ها را مورد هدف قرار دهد و به آنها خسارت وارد کرده یا آنها را سرقت کند. آسیب‌پذیری‌ها می‌تواند نتیجه ضعف در مدیریت رایج، ضعف در امنیت فیزیکی یا شیوه‌های امنیت عملیاتی باشند؛ اما تنها به این موارد محدود نمی‌شوند [۲۳].

#### بحث و نتایج

##### معرفی معیارها و شاخص‌های سنجش آسیب‌پذیری

معیارها در برنامه‌ریزی ضابطه عمل و قضاوت است که مسلماً بدون داشتن معیارهای اصولی و معین ارزیابی ممکن نخواهد بود. بنابراین می‌توان گفت شناسایی معیارها و شاخص‌هایی که در ارزیابی آسیب‌پذیری ناشی از مخاطرات و تهدیدات تأثیر گذارند، از مهمترین مراحل مطالعه است. در این پژوهش با توجه به مباحث نظری مشترک آن با آسیب‌پذیری ناشی از زلزله و بررسی آرای صاحب‌نظران پدافند غیرعامل معیارهای منتخب پژوهش به ترتیب زیر انتخاب شدند:

- ترکیب بافت شهری،
- شبکه ارتباطی شهری،
- قابلیت دسترسی به مراکز امدادرسانی،
- حریم مراکز خطرآفرین،
- جمعیت و فضاهای امن.

به‌منظور تحلیل میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در مواقع بروز بحران، در دست داشتن شاخص‌هایی برای این منظور ضروری به نظر می‌رسد تا بتوان به‌صورت کمی در مورد میزان آسیب‌پذیری قضاوت کرد. بنابراین لازم است در چارچوب معیارهای مطرح شده، شاخص‌های مرتبط با آسیب‌پذیری را استخراج کرد. این شاخص‌ها عبارتند از:

باشد و از توزیع متعادل تری برخوردار باشد، میزان آسیب پذیری کمتر خواهد شد [۱۷].

### ارزیابی آسیب پذیری بافت فرسوده شهر اردبیل بر مبنای شاخص های آسیب پذیری

طبق جدول شماره ۱، ۱۰ شاخص برای ارزیابی آسیب پذیری محدوده انتخاب شدند. از طریق بررسی آماری قطعات واقع در محدوده های بافت فرسوده در نرم افزار ArcGIS میزان آسیب پذیری قطعات بر حسب میزان کم، متوسط و زیاد به دست آمد که بررسی های تفصیلی تر مربوط به هر کدام از آنها در ادامه و به شرح جدول ۲ است.

#### ارزیابی براساس شاخص اندازه قطعات

بررسی ها حاکی از آن است که براساس شاخص اندازه قطعات ۲۶،۹۲ درصد از محدوده بافت فرسوده را قطعاتی با آسیب پذیری زیاد تشکیل می دهند. موقعیت قرارگیری آن عمدتاً شامل بخش مرکزی و تاریخی شهر اردبیل که دارای عناصری همچون بازار تاریخی، جمعه مسجد و ... است و همچنین محلات فرسوده کلخوران و نیار با بافت روستایی که دارای قطعاتی عمدتاً درشت دانه بوده است. همچنین ۳۴،۳۲ درصد از قطعات آسیب پذیری

(پمپ بنزین، جایگاه CNG و مخازن ذخیره سوخت)، حریم ایستگاه های T.B.S گازرسانی و حریم خطوط انتقال نیرو هستند. در سطح شهرها مخازن ذخیره سوخت، پمپ بنزین ها و مراکزی که پتانسیل آزاد کردن انرژی زیادی دارند را می توان به عنوان کاربری های آسیب رسان لحاظ کرد.

**مکان های اسکان موقت:** دسترسی به مکان های اسکان موقت یکی دیگر از شاخص هایی است که می تواند در کاهش صدمات انسانی در حین و پس از وقوع بحران مؤثر باشد. از جمله مکان هایی که پتانسیل تبدیل به فضاهای اسکان موقت دارند، می توان به فضاهای باز شهری نظیر میادین، محیط باز ساختمان های عمومی، باغات، پارک ها و فضاهای سبز شهری و اراضی بایر بزرگ مقیاس اشاره کرد.

**تراکم جمعیتی:** جمعیت و تراکم جمعیتی از عوامل مؤثر در تعداد تلفات هستند. چنین پنداشته می شود که با افزایش تراکم آثار تلفات در اثر سانحه افزایش می یابد. در خصوص آسیب پذیری ناشی از حضور جمعیت در بافت های شهری می توان تراکم جمعیتی را به عنوان اصلی ترین شاخص منظور داشت. تراکم جمعیتی عموماً به عنوان یک عامل تقویت کننده آسیب پذیری بافت های شهری مطرح می شود. هر چه تراکم جمعیتی در ناحیه ای کمتر

جدول ۱: معیارها و شاخص های سنجش آسیب پذیری در بافت های فرسوده شهر اردبیل

ردیف	معیار	شاخص	میزان آسیب پذیری		
			کم	متوسط	زیاد
۱	ترکیب بافت شهری	اندازه قطعات	کمتر از ۲ طبقه	بین ۲-۴ طبقه	بیشتر از ۴ طبقه
		تعداد طبقات	نوساز	قابل نگهداری	مرمتی-تخریبی
۲	شبکه های دسترسی شهری	عرض معابر	بالاتر از ۱۲ متر	۶-۱۲ متر	کمتر از ۶ متر
		دسترسی به ایستگاه های آتش نشانی	کمتر از ۷۵۰ متر	۷۵۰-۱۵۰۰ متر	بالاتر از ۱۵۰۰ متر
۳	قابلیت دسترسی به مراکز امداد رسانی	دسترسی به بیمارستان ها	کمتر از ۵۰۰ متر	۵۰۰-۱۰۰۰ متر	بالاتر از ۱۰۰۰ متر
		حریم پست های T.B.S گاز شهری	بیشتر از ۱۰۰ متر	۵۰-۱۰۰ متر	کمتر از ۵۰ متر
۴	حریم مراکز خطر آفرین	حریم جایگاه های سوخت رسانی	بیشتر از ۳۰۰ متر	۱۵۰-۳۰۰ متر	کمتر از ۱۵۰ متر
		تراکم جمعیتی	کمتر از ۲۵۰ متر	۲۵۰-۵۰۰ متر	بیشتر از ۵۰۰ متر
۵	جمعیت در معرض خطر	فاصله اسکان موقت	کمتر از ۲۵۰ متر	۲۵۰-۵۰۰ متر	بیشتر از ۵۰۰ متر

جدول ۲: دانه بندی قطعات در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

اندازه قطعات	تعداد	مساحت m <sup>۲</sup>	درصد	آسیب پذیری
کمتر از ۲۰۰ مترمربع	۲۵۴۱۶	۲۰۷۱۰۶۱	۳۸،۷۴	کم
۲۰۰-۴۰۰ مترمربع	۱۰۱۱۶	۲۹۷۹۸۸۶	۳۴،۳۲	متوسط
بیشتر از ۴۰۰ مترمربع	۲۰۸۰	۲۶۴۰۰۸۹	۲۶،۹۲	زیاد
مجموع	۳۷۶۱۲	۷۶۹۱۰۳۶	۱۰۰	-

**ارزیابی براساس شاخص عرض معابر**

بررسی آسیب پذیری بافت های فرسوده شهری بر مبنای شاخص عرض معابر نشان می دهد که ۷۶٫۱۵ درصد از محدوده بافت فرسوده از آسیب پذیری بالایی برخوردارند. همچنین ۱۳٫۰۴ درصد آسیب پذیری کم و در نهایت ۱۰٫۸۱ درصد از آسیب پذیری متوسطی برخوردار هستند که در جدول شماره ۵ مشخص شده است. این امر نمایانگر آسیب پذیری بسیار بالای محدوده های بافت فرسوده اردبیل از جهت عرض معابر کم در آنهاست که در مواقع بروز بحران این معابر مسدود شده و امکان خدمات رسانی و امداد رسانی را به حداقل ممکن می رسانند که این خود موجب افزایش تلفات می شود. مطابق با تصویر شماره ۶ به صورت کلی می توان چنین بیان کرد که به جز معابر با درجه بالاتر همچون کمربندی اول شهر و خیابان های شعاعی همانند امام خمینی و خیابان کاشانی که از مرکز شهر منشعب می شوند و همچنین خیابان هایی که خاصیت جمع و پخش کنندگی در درون محلات دارند، بقیه معابر موجود در محدوده بافت های فرسوده شهر اردبیل در زمینه شاخص عرض معابر مشکل دارند. از دلایل اصلی این امر بافت ارگانیک و طبیعی این نواحی و ساخت و ساز بدون برنامه در آن است که از مشخصات این دسترسی ها می توان به عرض پایین معابر، پیروی نکردن از سلسله مراتب دسترسی و پر پیچ و خم بودن آنها اشاره کرد.

متوسط و ۳۸٫۷۴ درصد از قطعات داخل محدوده بافت فرسوده شهر نیز دارای آسیب پذیری کم هستند (تصویر شماره ۳).

**ارزیابی براساس شاخص تعداد طبقات**

بر اساس شاخص تعداد طبقات ۸۰٫۳۹ درصد از قطعات واقع در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل بین یک تا ۲ طبقه بوده و بنابراین از آسیب پذیری کمی برخوردارند و همچنین ۱۳٫۸۸ درصد از قطعات بین ۲ تا ۴ طبقه و دارای آسیب پذیری متوسط و در نهایت ۵٫۷۳ درصد از قطعات بیشتر از ۴ طبقه بوده و دارای آسیب پذیری زیادی از این لحاظ هستند. مطابق با تصویر شماره ۴ نواحی با آسیب پذیری زیاد عمدتاً در نواحی مرکزی شهر و در محلاتی همچون ملاهادی و کوی معمار توزیع یافته اند. بنابراین به صورت کلی می توان نتیجه گرفت که بر اساس این شاخص محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل آسیب پذیر نیست.

**ارزیابی براساس شاخص کیفیت ابنیه**

بررسی های صورت گرفته به منظور تحلیل آسیب پذیری بافت فرسوده شهر اردبیل بر مبنای این شاخص نشان می دهند که ۱۷٫۵۴ درصد از قطعات دارای آسیب پذیری کم، ۵۸٫۰۴ درصد دارای آسیب پذیری متوسط و در نهایت ۲۴٫۴۲ درصد از قطعات نیز از آسیب پذیری زیاد برخوردارند. مطابق با تصویر شماره ۵ نواحی با آسیب پذیری زیاد بیشتر در مناطق مرکزی شهر و محلاتی همچون عباسیه و زینبیه و همچنین جنوب شرقی شهر یعنی محله نیار توزیع یافته اند.

**جدول ۳: تعداد طبقات در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل**

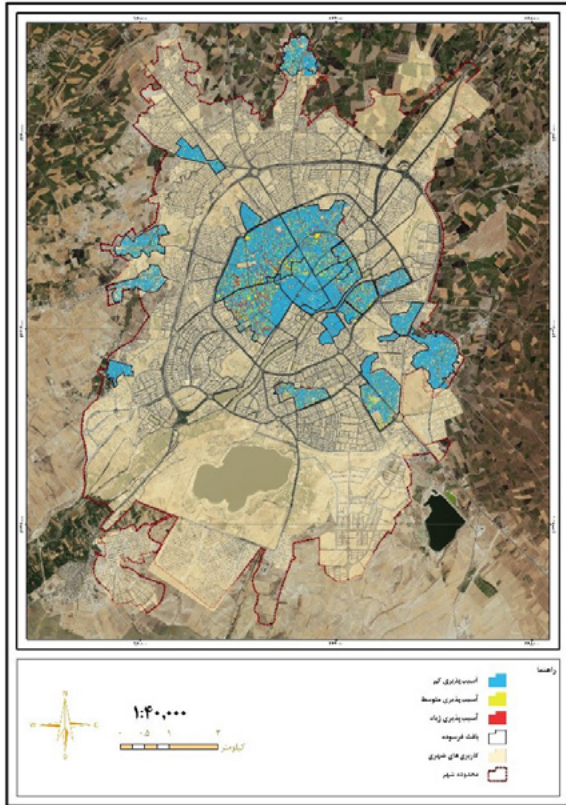
اندازه قطعات	تعداد	مساحت m <sup>۲</sup>	درصد	آسیب پذیری
کمتر از ۲ طبقه	۲۹۶۰۲	۵۳۴۱۲۱۶	۸۰٫۳۹	کم
۲-۴ طبقه	۴۷۱۹	۹۲۲۳۰۰	۱۳٫۸۸	متوسط
بیشتر از ۴ طبقه	۱۳۴۱	۳۸۰۶۰۱	۵٫۷۳	زیاد
مجموع	۳۵۶۶۲	۶۶۴۴۱۱۷	۱۰۰	-

**جدول ۴: کیفیت ابنیه در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل**

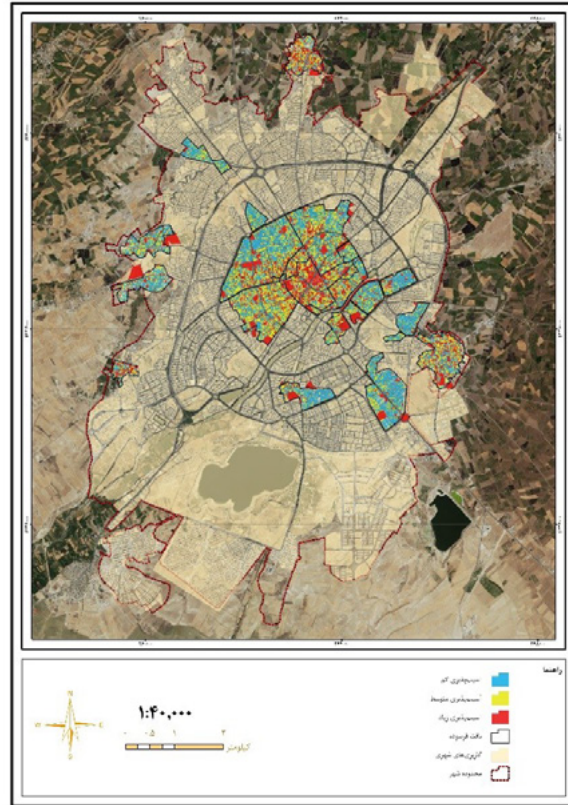
کیفیت ابنیه	تعداد	مساحت m <sup>۲</sup>	درصد	آسیب پذیری
نوساز	۵۹۵۷	۱۱۵۰۸۸۶	۱۷٫۵۴	کم
قابل نگهداری	۲۰۶۰۷	۳۸۰۷۵۸۹	۵۸٫۰۴	متوسط
مرمتی-تخریبی	۸۷۶۹	۱۶۰۲۳۵۸	۲۴٫۴۲	زیاد
مجموع	۳۵۳۳۳	۶۵۶۰۸۳۴	۱۰۰	-

**جدول ۵: میزان عرض معابر و آسیب پذیری آن در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل**

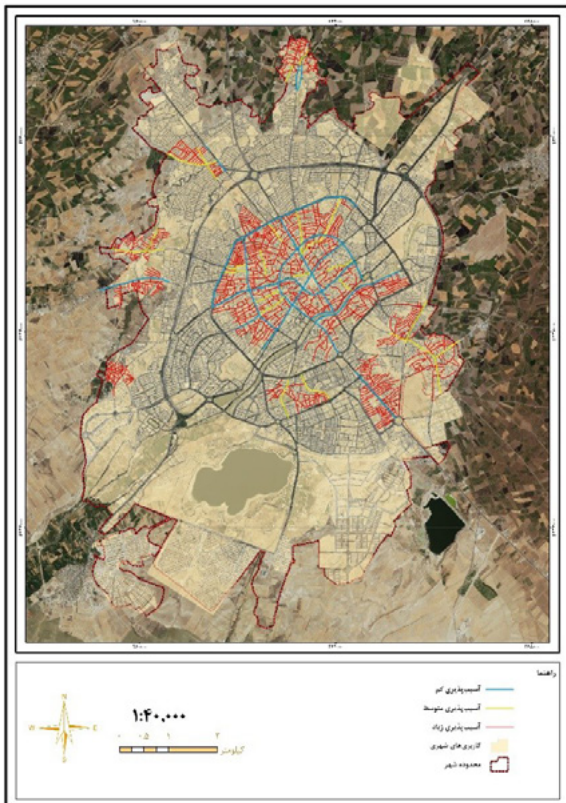
عرض معبر	تعداد	طول معبر (متر)	درصد	آسیب پذیری
بالاتر از ۱۲ متر	۳۸	۱۴۶۳۲۹٫۱۲	۱۳٫۰۴	کم
۶-۱۲ متر	۲۹	۲۵۰۶۱٫۶۹	۱۰٫۸۱	متوسط
کمتر از ۶ متر	۹۴۶	۲۰۷۷۸۰٫۸۵	۷۶٫۱۵	زیاد
مجموع	۱۰۱۳	۱۹۲۱۶۹٫۶۸	۱۰۰	-



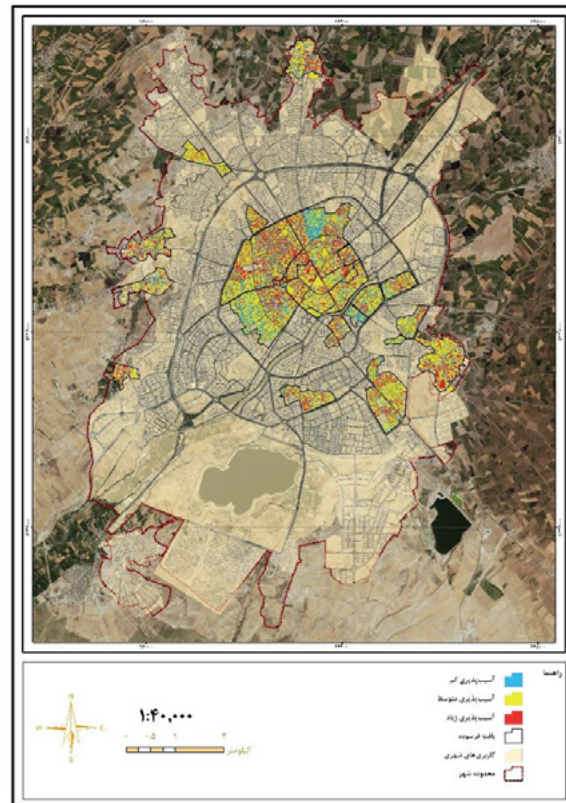
تصویر ۴: آسیب پذیری بر مبنای شاخص تعداد طبقات



تصویر ۳: آسیب پذیری بر مبنای شاخص اندازه قطعات



تصویر ۶: آسیب پذیری بر مبنای شاخص شبکه دسترسی



تصویر ۵: آسیب پذیری بر مبنای شاخص کیفیت ابنیه



### ارزیابی براساس شاخص دسترسی به مراکز آتش نشانی

شهر اردبیل دارای ۵ مرکز آتش نشانی بوده و مطابق با گزارش طرح جامع شعاع عملکردی یک کیلومتر برای هر ایستگاه آتش نشانی در نظر گرفته شده است. بدین ترتیب به صورت کلی شهر با کمبود مراکز آتش نشانی روبه‌روست و مراکز موجود هم از توزیع مناسبی برخوردار نیستند. وضعیت دسترسی به این مراکز به‌ویژه در قسمت‌های شمال، شمال شرقی و جنوب شرقی شهر حادث‌تر است. طبق ارزیابی‌های صورت‌گرفته برای تحلیل آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر بر مبنای این شاخص، نتایج نشان می‌دهد که ۱۶,۰۲ درصد از محدوده بافت‌های فرسوده دسترسی مناسبی به مراکز آتش نشانی داشته و در نتیجه از آسیب‌پذیری کمی برخوردارند. عمده این نواحی را محدوده مرکزی و بافت تاریخی شهر تشکیل می‌دهد و همچنین ۵۲,۲۵ درصد از قطعات هم دسترسی نسبتاً مناسبی به این مراکز داشته و آسیب‌پذیری متوسطی دارند و در نهایت ۳۱,۷۳ درصد از قطعات دسترسی نامناسبی به مراکز آتش نشانی داشته و از آسیب‌پذیری بالایی برخوردارند. مطابق با تصویر شماره ۷ این نواحی بیشتر شامل بافت‌های فرسوده روستا-شهری هستند که به تدریج به محدوده قانونی شهر اضافه شده‌اند. در مجموع محلات نیار، کلخوران، ملایوسف، گل‌مغان، زینبیه، جوادیه، ابوطالب و بخش‌هایی از محله بهارآباد دسترسی مناسبی به مراکز آتش نشانی موجود در سطح شهر نداشته و بدین ترتیب از آسیب‌پذیری بالایی برخوردارند.

### ارزیابی براساس شاخص دسترسی به مراکز درمانی

آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهر اردبیل بر اساس شاخص دسترسی به بیمارستان‌ها بدین صورت است که ۱۶,۸۸ درصد از قطعات آسیب‌پذیری کم، ۳۱,۲۲ درصد از قطعات آسیب‌پذیری متوسط و ۵۱,۹۰ درصد از قطعات نیز دارای آسیب‌پذیری زیاد هستند. بدین ترتیب طبق نتایج و تصویر شماره ۸ تنها بخش مرکزی شهر اردبیل، بافت فرسوده تاریخی شهر و همچنین محلاتی همچون کوی معمار، ملاهادی، جوادیه، تازه‌شهر، یعقوبیه و سلمان‌آباد دسترسی مناسبی به این مراکز داشته و اکثر محلات و

بافت‌های فرسوده شهر اردبیل به‌ویژه بافت‌های فرسوده غیررسمی و روستا-شهری از دسترسی مناسبی به این مراکز برخوردار نبوده و بنابراین از آسیب‌پذیری بسیار بالایی برخوردارند که این امر ناشی از کمبود مراکز بیمارستانی در سطح شهر و همچنین عدم توزیع مناسب آن است که عمدتاً در نواحی جنوب غربی شهر استقرار یافته‌اند.

### ارزیابی براساس شاخص حریم جایگاه‌های سوخت‌رسانی

جایگاه‌های سوخت‌رسانی در سطح شهر بنا به ماهیت و کارکرد خود در صورت بروز هرگونه حملات هوایی و یا حوادث طبیعی مانند زلزله امکان منفجر شدن را دارند. بنابراین می‌تواند صدمات جبران‌ناپذیری به بافت و محدوده پیرامونی خود وارد کنند که در این صورت رعایت حریم و فاصله مناسب از محلات و بافت‌های مسکونی کاملاً ضرورت می‌یابد. ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهر اردبیل بر مبنای این شاخص حاکی از آن است که ۸۷,۴۶ درصد از قطعات دارای آسیب‌پذیری کم، ۹,۴۹ درصد از قطعات دارای آسیب‌پذیری متوسط و تنها ۳,۰۴ درصد از قطعات از آسیب‌پذیری بالایی برخوردارند. بدین ترتیب کل محدوده آسیب‌پذیری اندکی نسبت به این شاخص دارد (تصویر شماره ۹).

### ارزیابی بر اساس شاخص حریم ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز (T.B.S)

به منظور تقلیل فشار گاز برای مصارف خانگی ایستگاه‌هایی در سطح شهر پراکنده شده‌اند که لازم است حریم و فاصله مناسبی از نواحی مسکونی داشته باشند. این ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز (T.B.S) که فشار گاز ۲۵۰ پوند بر اینچ مربع را به ۶۰ پوند بر اینچ مربع تبدیل می‌کنند، در محدوده قرارگیری بافت‌های فرسوده شهر اردبیل در ۷ نقطه پراکنده شده‌اند که در تصویر شماره ۱۰ موقعیت هر یک از آنها مشخص است. نتایج حاکی از آن است که به صورت کلی ۹۹,۱۷ درصد از قطعات واقع در محدوده بافت فرسوده از آسیب‌پذیری کمی نسبت به این شاخص برخوردار بوده و کمتر از یک درصد از قطعات دارای آسیب‌پذیری متوسط و زیاد هستند

جدول ۶: نحوه دسترسی به مراکز آتش نشانی در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

میزان دسترسی	تعداد	مساحت m <sup>۲</sup>	درصد	آسیب‌پذیری
کمتر از ۷۵۰ متر	۴۶۹۳	۱۲۳۲۲۵۶,۹۸	۱۶,۰۲	کم
۷۵۰-۱۵۰۰ متر	۲۰۶۷۳	۴۰۱۸۲۶۴,۷۱	۵۲,۲۵	متوسط
بالاتر از ۱۵۰۰ متر	۱۲۲۴۶	۲۴۴۰۵۱۴,۱۹	۳۱,۷۳	زیاد
مجموع	۳۷۶۱۲	۷۶۹۱۰۳۵,۸۹	۱۰۰	-

جدول ۷: نحوه دسترسی به مراکز بیمارستانی در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

میزان دسترسی	تعداد	مساحت m <sup>۲</sup>	درصد	آسیب‌پذیری
کمتر از ۵۰۰ متر	۴۹۱۵	۱۲۹۸۳۰۲,۰۴	۱۶,۸۸	کم
۵۰۰-۱۰۰۰ متر	۱۰۷۰۱	۲۴۰۱۱۹۳,۹۶	۳۱,۲۲	متوسط
بالاتر از ۱۰۰۰ متر	۲۱۹۹۶	۳۹۹۱۵۳۹,۸۸	۵۱,۹۰	زیاد
مجموع	۳۷۶۱۲	۷۶۹۱۰۳۵,۸۹	۱۰۰	-

که این مهم نمایانگر این مطلب است که بافت‌های فرسوده شهر، در این بافت‌ها را قطعاً با آسیب‌پذیری زیاد تشکیل می‌دهند

جدول ۸: حرایم جایگاه‌های سوخت در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

حريم جایگاه‌های سوخت	تعداد	مساحت $m^2$	درصد	آسیب‌پذیری
بیشتر از ۳۰۰ متر	۳۲۸۶۶	۲۳۴۰۸۶,۳۲	۸۷,۴۶	کم
۱۵۰-۳۰۰ متر	۳۶۸۹	۶۷۲۶۷۶۶,۳۴	۹,۴۹	متوسط
کمتر از ۱۵۰ متر	۱۰۵۷	۷۳۰۱۸۳,۲۲	۳,۰۴	زیاد
مجموع	۳۷۶۱۲	۷۶۹۱۰۳۵,۸۹	۱۰۰	-

جدول ۹: حریم پست‌های T.B.S گاز شهری در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

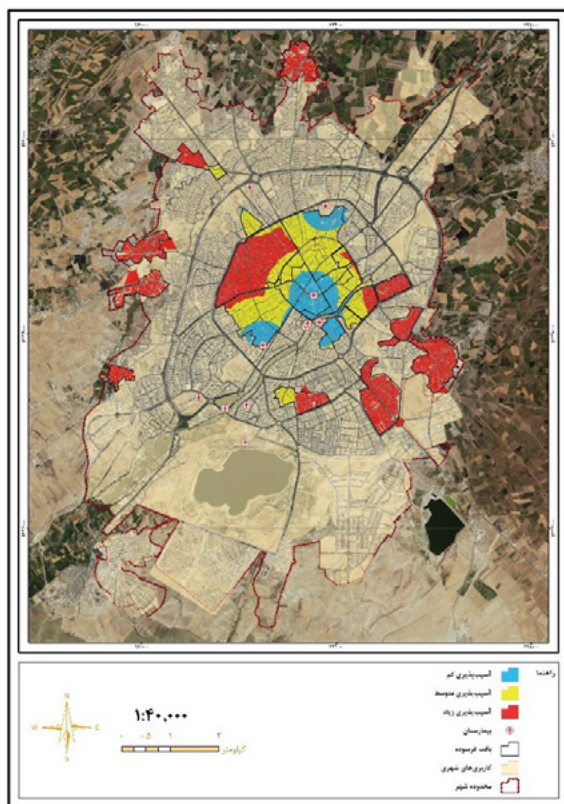
حريم پست‌های T.B.S	تعداد	مساحت $m^2$	درصد	آسیب‌پذیری
بیشتر از ۱۰۰ متر	۳۷۴۳۵	۷۶۲۷۵۲۹,۵۸	۹۹,۱۷	کم
۵۰-۱۰۰ متر	۱۴۹	۳۷۵۳۷,۱۳	۰,۴۹	متوسط
کمتر از ۵۰ متر	۲۸	۲۵۹۶۹,۱۸	۰,۳۴	زیاد
مجموع	۳۷۶۱۲	۷۶۹۱۰۳۵,۸۹	۱۰۰	-

که نمایانگر این است که در این بافت‌ها تراکم جمعیتی بالاست. مطابق با تصویر شماره ۱۱ این نواحی در شهر محلاتی همچون بافت‌های فرسوده اسلام‌آباد، سلمان‌آباد، گل‌مغان، هاشم‌آباد، جچین، عباسیه، جوادیه و ابوطالب را در بر می‌گیرد. همچنین ۲۲,۶ درصد از قطعات هم دارای آسیب‌پذیری متوسط و در نهایت ۳۷,۶۷ درصد از قطعات دارای آسیب‌پذیری کمی هستند که شامل مناطق مرکزی شهر و بافت فرسوده تاریخی آن مانند نیار،

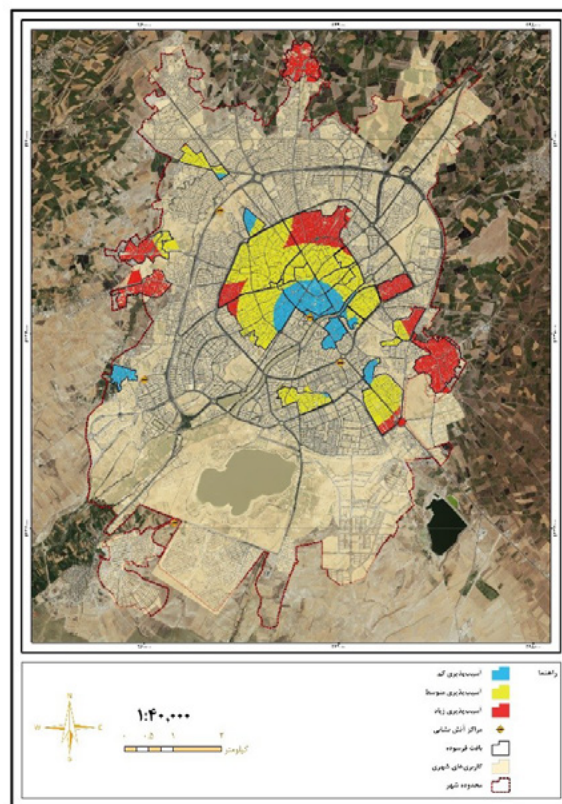
حریم و فاصله مناسبی نسبت به پست‌های T.B.S شهری دارند.

#### ارزیابی براساس شاخص تراکم جمعیتی

تراکم جمعیتی به‌عنوان یک عامل منفی و تشدیدکننده آمار تلفات در مواقع بروز بحران محسوب می‌شود و هر چقدر این شاخص افزایش یابد، تهدیدپذیری و آسیب‌پذیری بافت افزایش می‌یابد. بررسی آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهر اردبیل از منظر این شاخص نشان می‌دهد که ۳۹,۷۳ درصد از قطعات واقع



تصویر ۸: آسیب‌پذیری بر مبنای دسترسی به مراکز درمانی



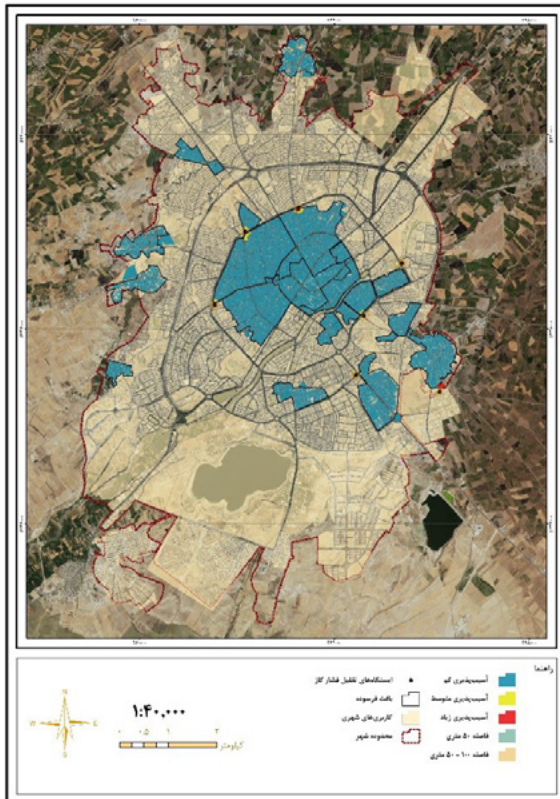
تصویر ۷: آسیب‌پذیری بر مبنای دسترسی به مراکز آتش‌نشانی

محله گل مغان، ملایوسف و محدوده اطراف میدان مادر همچون محله عباسیه دارای آسیب پذیری بالایی نسبت به شاخص فاصله از اسکان موقت هستند. به صورت کلی طبق جدول شماره ۱۱ ۲۰,۷۶ درصد از قطعات واقع در محدوده بافت فرسوده دارای آسیب پذیری زیاد، ۴۷,۳۴ درصد از قطعات آسیب پذیری کم و در نهایت ۳۱,۹۰ درصد از آسیب پذیری متوسطی برخوردارند. بنابراین به صورت کلی بافت های فرسوده واقع در شهر اردبیل از دسترسی نسبتاً مناسبی نسبت به فضاهای اسکان موقت برخوردار هستند.

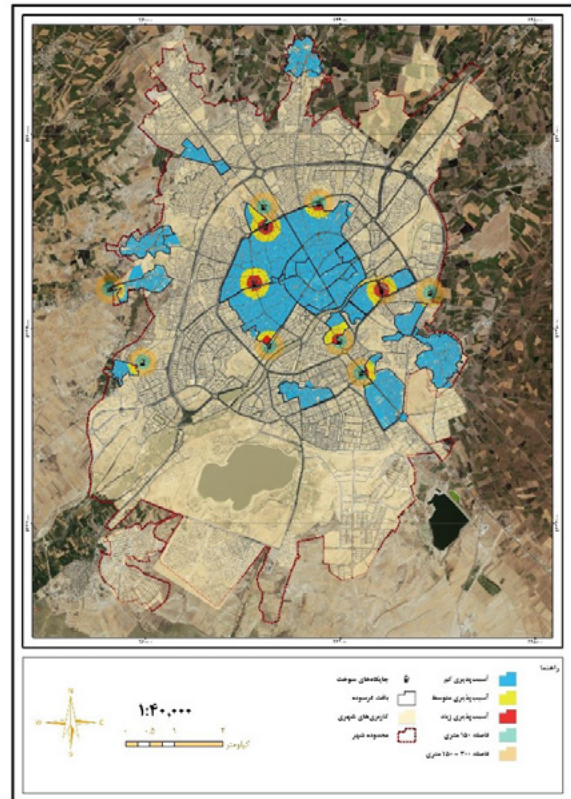
کلخوران و ملاباشی است. مطابق با جدول شماره ۱۰ به صورت کلی بافت های فرسوده شهر اردبیل نسبت به شاخص تراکم جمعیتی از آسیب پذیری به نسبت بالایی برخوردار هستند.

### ارزیابی براساس شاخص فاصله اسکان موقت

در تصویر شماره ۱۲ آسیب پذیری هر یک از قطعات واقع در محدوده های بافت فرسوده بر مبنای دسترسی به فضاهای اسکان موقت نمایش داده شده است. همانطور که مشاهده می شود محلّه نیار از دسترسی مناسب به این شاخص برخوردار نبوده و بدین ترتیب آسیب پذیری بسیار بالایی دارد. همچنین بخش هایی از



تصویر ۱۰: آسیب پذیری بر مبنای شاخص حریم T.B.S



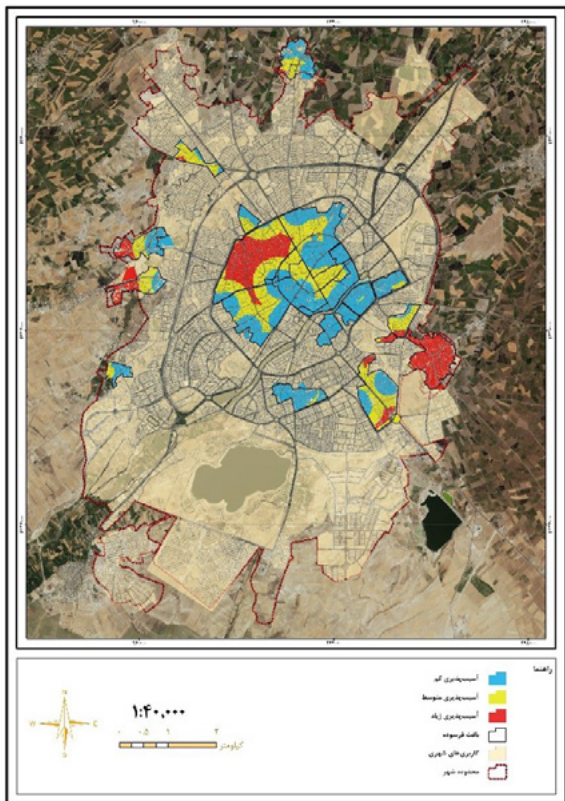
تصویر ۹: آسیب پذیری بر مبنای حریم جایگاه های سوخت

جدول ۱۰: میزان تراکم جمعیتی در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

تراکم جمعیتی	تعداد (بلوک)	مساحت $m^2$	درصد	آسیب پذیری
کمتر از ۱۰۰ نفر در هکتار	۴۳۹	۲۹۴۴۴۲۴,۹۳	۳۷,۶۷	کم
۱۰۰-۲۰۰ نفر در هکتار	۲۴۸	۱۷۶۶۱۵۳,۳۴	۲۲,۶	متوسط
بالاتر از ۲۰۰ نفر در هکتار	۶۷۷	۳۱۰۵۱۴۴,۶۱	۳۹,۷۳	زیاد
مجموع	۳۷۶۱۲	۷۸۱۵۷۲۲,۸۹	۱۰۰	-

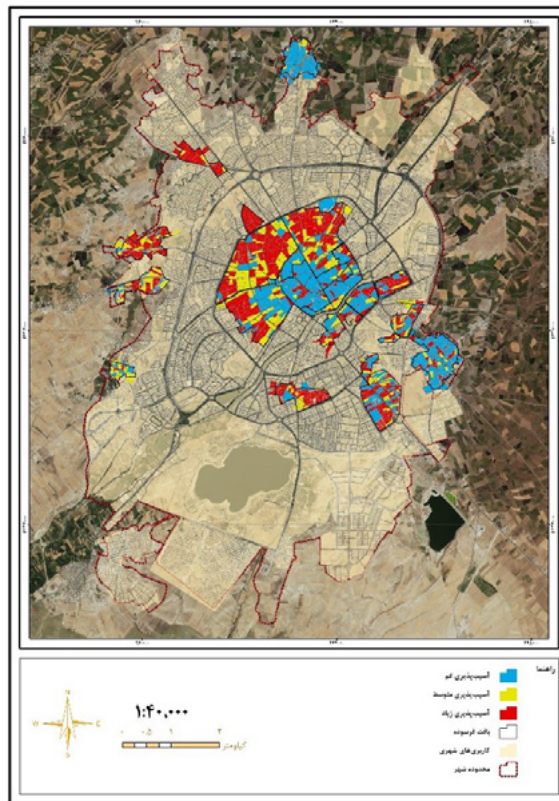
جدول ۱۱: میزان دسترسی به فضاهای اسکان موقت در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

میزان دسترسی	تعداد	مساحت $m^2$	درصد	آسیب پذیری
کمتر از ۲۵۰ متر	۱۶۷۹۲	۳۶۴۱۱۴۱,۰۶	۴۷,۳۴	کم
۲۵۰-۵۰۰ متر	۱۲۶۶۱	۲۴۵۳۱۲۱,۰۷	۳۱,۹۰	متوسط
بیشتر از ۵۰۰ متر	۸۱۵۹	۱۵۹۶۷۷۳,۷۶	۲۰,۷۶	زیاد
مجموع	۳۷۶۱۲	۷۶۹۱۰۳۵,۸۹	۱۰۰	-



تصویر ۱۲: آسیب پذیری بر مبنای شاخص فاصله از اسکان موقت

است. پس از تشکیل مدل ارزیابی آسیب پذیری در ارتباط با مسئله مشخص شد که معیارهای و شاخص‌های مورد استفاده برای ارزیابی از اهمیت یکسانی برخوردار نیستند و ترتیب اهمیت معیارها بدین صورت است که ابتدا بافت شهری با امتیاز ۰,۴۴۲ در رده نخست و سپس شبکه دسترسی و جمعیت در معرض خطر با ۰,۲۱۱ مشترکاً در رده دوم، دسترسی به مراکز امداد رسانی با ۰,۱۰۵ امتیاز در رده بعدی و در نهایت حریم مراکز خطر آفرین با ۰,۰۳۱ امتیاز دارای اهمیتی کمتر نسبت به بقیه معیارهاست. ضریب سازگاری به دست آمده ۰,۰۵ بوده که اعتبارسنجی وزن دهی به معیارها را نشان می‌دهد.



تصویر ۱۱: آسیب پذیری بر مبنای شاخص تراکم جمعیتی

### وزن دهی معیارها و تهیه نقشه نهایی آسیب پذیری بافت های فرسوده شهر اردبیل

در بخش های قبلی میزان آسیب پذیری محدوده بر اساس شاخص های ۱۰ گانه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این بخش به منظور تولید نقشه نهایی آسیب پذیری بافت های فرسوده شهر اردبیل ابتدا در یک ساختار تحلیل سلسله مراتبی، معیارها و شاخص ها دو به دو مقایسه و وزن دهی می شوند و سپس زیرمعیارهای مرتبط با شاخص ها یعنی آسیب پذیری کم، متوسط و زیاد در ارتباط با شاخص های مرتبط با خود ارزیابی و وزن دهی شدند که بدین منظور از نرم افزار Expert Choice استفاده شده

جدول ۱۲: نسبت اهمیت معیارهای مورد بررسی بر حسب روش تحلیل سلسله مراتبی

ترکیب بافت شهری	شبکه های دسترسی	قابلیت دسترسی به مراکز امداد رسانی	حریم مراکز خطر آفرین	جمعیت در معرض خطر
۱	۳	۳	۹	۳
*	۱	۳	۷	۱
*	*	۱	۵	۱/۳
*	*	*	۱	۱/۷
*	*	*	*	۱

متوسط به بالا دارند که این امر نشان دهنده وضعیت نامناسب این بافت‌ها و عدم آمادگی آنها در صورت وقوع هر نوع حادثه طبیعی و انسان‌ساخت است. می‌توان اذعان داشت که نواحی فرسوده مرکزی و تاریخی شهر اردبیل نسبت به سایر بافت‌ها و محلات فرسوده شهر از شرایط مناسب‌تر و آسیب‌پذیری کمتری برخوردار است. با توجه به ارزیابی‌های صورت‌گرفته می‌توان گفت مسائل اصلی موجود در بافت فرسوده مصوب شهر اردبیل شامل موارد ذیل می‌شود:

- عرض پایین معابر، عدم تبعیت از سلسله مراتب دسترسی و پر پیچ و خم بودن آنها و در نتیجه افزایش آسیب‌پذیری و کاهش امکان خدمات‌رسانی در زمان وقوع بحران؛
- دسترسی نامناسب بافت‌ها به مراکز آتش‌نشانی به سبب کمبود و توزیع نامناسب آنها در سطح شهر که به جز نواحی مرکزی و بافت فرسوده تاریخی شهر بقیه محلات فرسوده فاقد دسترسی مناسب به این مراکز هستند؛
- دسترسی بسیار نامناسب به مراکز درمانی و بیمارستانی که ناشی از کمبود این مراکز در سطح شهر و توزیع عمده آنها در قسمت جنوب غربی شهر است. بدین ترتیب میزان تلفات جانی به هنگام وقوع حادثه افزایش می‌یابد؛
- تراکم جمعیتی بالا در بافت‌های فرسوده میانی شهر؛
- دسترسی اندک به فضاهای امن و اسکان موقت به‌ویژه در بافت‌های غیررسمی و روستا-شهری همچون محلات نیار، گل‌مغان و کلخوران.

بدین ترتیب می‌توان به منظور تعدیل و کاهش آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهر اردبیل در مقابل مخاطرات طبیعی و انسان‌ساخت راهکارهایی به ترتیب زیر ارائه کرد:

- بهسازی و نوسازی بافت‌های فرسوده؛
- توسعه فضاهای امن موجود در سطح محلات؛
- افزایش فضاهای باز در سطح محلات فرسوده؛
- توسعه و توزیع مناسب کاربری‌های امداد‌رسان همچون مراکز بیمارستانی و ایستگاه‌های آتش‌نشانی؛
- بهسازی و تعریض معابر؛
- نظارت بر ساخت‌وساز در سطح محلات فرسوده؛
- نظارت بر افزایش تراکم جمعیتی به شکل مطلوب؛
- رعایت حریم و فاصله مناسب نواحی مسکونی از مراکز خطرآفرین با قابلیت انفجار همچون ایستگاه‌های T.B.S گاز شهری و ایستگاه‌های سوخت‌رسانی.

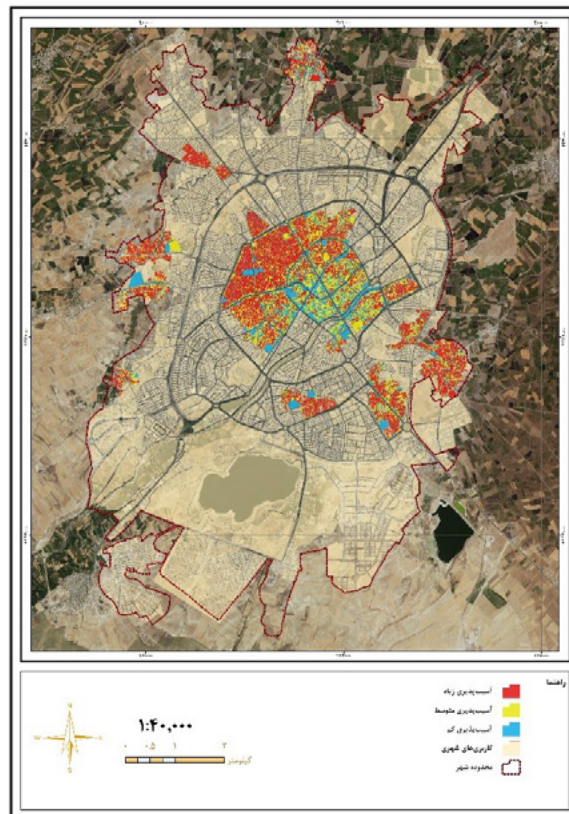
### پی‌نوشت

1. Geographic Information Systems (GIS)
2. Analytic Hierarchy Process (AHP)
3. CI
4. Vulnerability

از طریق همپوشانی پهنه‌های به‌دست آمده با قطعات و اعمال وزن نهایی به‌دست آمده شاخص‌ها در نهایت آسیب‌پذیری در سه سطح کم، متوسط و زیاد تعیین شد. پس از انجام محاسبات مشخص شد که ۴۷,۸۳ درصد از قطعات دارای آسیب‌پذیری زیاد، ۳۳,۷۱ درصد از قطعات دارای آسیب‌پذیری متوسط و در آخر ۱۸,۴۶ درصد از قطعات هم از آسیب‌پذیری کمی برخوردارند. نتایج نشان می‌دهد که محدوده مورد بحث از نظر شاخص‌های مختلف شهری دچار آسیب‌پذیری زیادی است که می‌تواند سبب ناکارآمدی عملکردی و بروز مشکلات عدیده در زمان وقوع بحران شود.

### نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف کلی سنجش میزان آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر اردبیل از منظر پدافند غیرعامل صورت پذیرفته است. در این راستا از تلفیق مدل AHP و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به منظور تهیه نقشه نهایی آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده بهره گرفته شده است. نتایج کلی حاکی از آن است که توزیع مناطق با آسیب‌پذیری بالا در تمامی سطوح و محلات فرسوده شهر اردبیل دیده می‌شود که این میزان ۴۷,۸۳ درصد از مناطق را در برمی‌گیرد. همچنین ۳۳,۷۱ درصد از سطوح بافت فرسوده دارای آسیب‌پذیری متوسط و در نهایت ۱۸,۴۶ درصد از آسیب‌پذیری کمی برخوردارند. بدین ترتیب ۸۱,۵۴ درصد از سطوح بافت فرسوده آسیب‌پذیری



تصویر ۱۳: نقشه نهایی آسیب‌پذیری محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل بر حسب قطعات

مراتبی AHP و GIS. مطالعه موردی شهر گرگان. مجله آمایش جغرافیایی  
فضا، سال سوم (دوره ۱۰)، صفحات ۴۱-۲۲.

19. Alexander, D (2002). From Civil Defense to Civil Protection and Back Again. (online). Available from: <http://www.paydarymelli.ir>.
20. McCarthy, J, J. Canziani, O, F, Leary, N, A, Okken, D, J, White, K, S (2001). Climate Change 2001: Impacts, Adaption and Vulnerability. Cambridge, Cambridge University Press.
21. Xiu, C, Chen, L, Song, W, Wu, W (2011). Vulnerability of large city and Its Implication in Urban Planning: A prespective of Intra-Urban Structure. Chinise Geographical Science, 21 (2), 204-210.
22. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2002). Living With Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives. Geneva, UNISDR.
23. Davis, I (2004). Rehabilitation and Reconstruction. UNDP & DHA.

## منابع

۱. محمدی ده چشمه، مصطفی، حیدری نیا، سعید (۱۳۹۴). مدل سازی مکان همجواری کاربری های ویژه از منظر پدافند غیرعامل در کلانشهر اهواز. فصلنامه برنامه ریزی و آمایش فضا، (شماره ۲)، صفحات ۲۳۶-۲۱۱.
۲. عزیز، محمد مهدی، برنافر، مهدی (۱۳۹۱). ارزیابی آسیب پذیری شهری ناشی از حملات هوایی (نمونه موردی: ناحیه یک از منطقه ۱۱ شهر تهران). مجله علمی پژوهشی علوم و فناوری های پدافند غیرعامل، سال سوم (شماره ۲)، صفحات ۱۲۷-۱۳۷.
۳. شاهرخت، تقوایی، مسلم، علی اکبر (۱۳۹۰). ارزیابی آسیب پذیری شهر با رویکرد پدافند غیرعامل با استفاده از روش دلفی (مطالعه موردی: شهر بیرجند). فصلنامه مدیریت شهری، (شماره ۲۸)، صفحات ۱۱۰-۹۳.
۴. عزیز، محمد مهدی، اکبری، رضا (۱۳۸۶). ملاحظات شهرسازی در سنجش آسیب پذیری شهرها از زلزله (مطالعه موردی: منطقه فرحزاد تهران). نشریه هنرهای زیبا، (شماره ۳۴)، صفحات ۳۶-۲۵.
۵. حاجی اکبری، سیاوش (۱۳۹۰). مدل سازی آسیب پذیری محیط های شهری از نظر کالبدی (مطالعه موردی: شهر اصفهان). تهران، پژوهشکده شهرسازی و معماری دفاعی دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
۶. زارع، مجتبی، رضایی، محمدرضا، رحیمی، عنایت اله (۱۳۹۵). ارزیابی آسیب پذیری بافت فرسوده شهر مرودشت در برابر زلزله با استفاده از AHP و GIS. نشریه پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال هفتم (شماره ۲۶)، صفحات ۹۲-۷۵.
۷. استانداری اردبیل (۱۳۹۳). بررسی تطبیقی استان های کشور با توجه به جایگاه استان اردبیل در سال ۱۳۹۰، دفتر کل آمار و اطلاعات استانداری اردبیل.
۸. مرکز آمار ایران (۱۳۹۵). سالنامه آماری سال، سرشماری عمومی و نفوس و مسکن شهر اردبیل.
۹. استانداری اردبیل (۱۳۹۱). طرح جامع ایمنی در مناطق شهری استان اردبیل.
۱۰. وزارت مسکن و شهرسازی، شرکت عمران و بهسازی شهری ایران (۱۳۹۱). طرح بهسازی و نوسازی بافت فرسوده شهر اردبیل.
۱۱. زرگر، ابراهیم، مسگری، سارا (۱۳۸۷). پدافند غیرعامل در معماری (راهکاری جهت کاهش خطرپذیری در برابر سوانح). مجموعه مقالات وب سایت سازمان پدافند غیرعامل.
۱۲. ابوالحسنی، ع (۱۳۸۴). پدافند غیرعامل، معماری و طراحی شهری در ایران. تهران، معاونت دفاع غیرعامل قرارگاه دفاع هوایی خاتم الانبیا (ص).
۱۳. حمیدی، ملیحه (۱۳۷۱). ارزیابی الگوهای قطعه بندی اراضی و بافت شهری در آسیب پذیری مسکن از سوانح طبیعی. مجموعه مقالات سمینار سیاست های توسعه مسکن در ایران، تهران، سازمان ملی زمین و مسکن.
۱۴. ویسه، بداله (۱۳۷۸). نگرشی بر مطالعات شهرسازی و برنامه ریزی شهری در مناطق زلزله خیز. چاپ اول. تهران، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
۱۵. حاتمی نژاد، حسین و همکاران (۱۳۸۸). ارزیابی میزان آسیب پذیری لرزه ای در شهر (نمونه مورد مطالعه: منطقه ۱۰ شهرداری تهران). پژوهش های جغرافیایی انسانی، دوره ۶۸. صفحات ۲۰-۱.
۱۶. عزیز، محمد مهدی (۱۳۸۳). نقش شهرسازی در کاهش آسیب های زلزله، تجربه بیم، گزارش نهایی طرح پژوهشی معاونت پژوهشی. تهران، دانشگاه تهران.
۱۷. احمدی، حسن، شیخ کاظم، محمدرضا (۱۳۸۵). نقش برنامه ریزی تراکم های ساختمانی در کاهش آسیب های ناشی از زلزله، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه طبیعی، تهران، شرکت کیفیت ترویج.
۱۸. صیامی، قدیر، لطیفی، غلامرضا، تقی نژاد، کاظم، زاهدی کلاکی، ابراهیم (۱۳۹۲). آسیب شناسی پدافندی ساختار شهری با استفاده از تحلیل سلسله