

## آسیب‌شناسی و پهنه‌بندی لرزه‌های بافت شهری (مطالعه موردی: شهرک ولیعصر تبریز)

اسماعیل علی‌اکبری<sup>۱</sup>  
نفسه‌السادات میرایی<sup>۲</sup>

### چکیده

میان‌بافت شهری با لرزه‌خیزی و آسیب‌شناسی لرزه‌ای، پیوندهای تنگاتنگی وجود دارد. بافت، نه تنها به واسطه خصوصیات کالبدی، بلکه از طریق مولفه‌های غیرکالبدی (کارکردی)، در کنشی مکان‌مند، از قابلیت لرزه‌خیزی زمین متأثر شده و بر آن تأثیر می‌گذارد. این مقاله می‌کوشد، با روش توصیفی تحلیلی و استفاده از داده‌های اسنادی و هشت شاخص (فاصله از گسل، کیفیت بنا، تراکم ساختمانی، تراکم جمعیت، درجه محصوریت، کاربری زمین، سطح سرویس ترافیک و فاصله از مراکز درمانی) که در مدل تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس (IHWP) تحلیل شده‌اند، سطوح و پهنه‌های آسیب‌پذیری لرزه‌ای را در بافت شهرک ولیعصر تبریز شناسایی نماید. یافته‌ها نشان می‌دهد ۵۴ درصد بافت شهرک در پهنه آسیب‌پذیری لرزه‌ای قرار دارد. تراکم ساختمانی بالا، کمبود فضای سبز و باز، درجه محصوریت بالا و وجود کاربری تجاری، مشخصه‌های اصلی بافت، در پهنه آسیب‌پذیر و ریزپهنه‌های آن است. الگوی توزیع بافت و پهنه‌های آسیب‌پذیر، با موقعیت شریان‌های اصلی (مخابرات، ولیعصر، شریعتی، اوحدی، معلم، فروغی، تختی، پروین‌اعتصامی، عارف، زند و جوانمهر)، به‌ویژه معابر فرعی (۸-۱۰ متری) منتهی به این شریان‌ها و کاربری غالب تجاری در بخش مرکزی (فلکه بزرگ و فلکه بازار) منطبق است. الگوی فضایی پهنه‌بندی لرزه‌ای، جهتی شرقی غربی و

1- Email: aliakbariesmaeil@yahoo.com

2- Email: sadatmiraee@yahoo.com

۱- دانشیار گروه جغرافیای سازمان مرکزی دانشگاه پیام نور.

۲- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری.

مرکز پیرامون دارد. این الگو ضمن شکل دادن به جهت و شدت تغییرات آسیب‌پذیری، الگوی کلان آسیب‌شناسی و پهنه‌بندی لرزه‌ای شهرک را در دو بخش به‌وجود آورده است. نیمه شرقی، پهنه‌ای است با ضریب خطر و آسیب‌پذیری پایین که پایدارترین بافت‌های شهرک را در خود دارد. اما، نیمه غربی بیانگر ناپایداری لرزه‌ای و آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد است. بخش مرکزی شهرک، کانون فضایی شدت لرزه‌ای این پهنه‌ها است.

**واژگان کلیدی:** آسیب‌شناسی لرزه‌ای، پهنه‌بندی، بافت شهری، مدل IHWP، شهرک و لیبصر تبریز.

## مقدمه

بافت شهری از دو عنصر اصلی فضا و توده تشکیل شده است. این عناصر از نظر شکل، اندازه یا دانه‌بندی و الگو یا ترکیب‌بندی، ویژگی‌ها و ظرفیت‌های متفاوتی برای برنامه‌ریزی توسعه شهری دارند که موضوع بحث در مطالعات بافت و سازمان شهری است. در مطالعات آسیب‌شناسی بافت به ویژه با رویکرد لرزه‌ای، بافت نه به‌صورت مجزی‌نگر و عنصری صرفاً کالبدی، بلکه در تلفیق و ترکیب با وجوه و مولفه‌های غیرکالبدی بافت تحلیل می‌شود. این وجوه، کارکرد اقتصادی بافت (کاربری زمین و پهنه‌های فعالیت)، کارکرد اجتماعی بافت (پهنه‌های سکونت و تراکم جمعیت)، کارکرد فضایی بافت (الگوهای توزیع فضایی، نظام هم‌جواری و شعاع عملکرد کاربری‌ها) و کارکرد دسترسی بافت (الگوی معابر و جریان ترافیک) هستند که مجموعاً در بستر مکانی شهر، یعنی جایی که عامل و دینامیزم اصلی لرزه‌خیزی را در خود نهفته دارد، مکانیابی می‌شوند. این اجزا با اثرگذاری متفاوت، قادرند کارایی بافت را در مقابل زلزله افزایش یا کاهش دهند (احمدی، ۱۳۷۶: ۶۵). بدین سان، مطالعات آسیب‌شناسی لرزه‌ای، مطالعاتی‌کنش‌مند و مکان‌مند هستند. به‌علاوه، مطالعاتی چندوجهی در قالب تصمیم‌گیری چندمعیاری به‌شمار می‌روند. از همین رو است که شناخت کالبد و کارکرد بافت و فهم کنش و واکنش‌های میان این دو، در بستر مکانی-جغرافیایی شهر که نقش اصلی در شکل‌دهی به کلیت بافت و ساختار شهری دارد، موضوع اصلی مطالعات آسیب‌شناسی لرزه‌ای و ارزیابی پهنه‌های لرزه‌خیزی است. در واقع هدف مطالعات

آسیب‌شناسی لرزه‌ای شهر، سنجش پایداری بافت شهری است. این‌گونه مطالعات اغلب از نظر گونه‌شناسی بر مبنای اهداف و دستاوردها، در دو گروه طبقه‌بندی می‌شوند. گونه غالب، ویژگی تشخیصی (شناختی) دارند. این مطالعات با تعیین پهنه‌ها یا پهنه‌بندی خطر، ابزار سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی فضایی در زمینه تراکم جمعیتی و ساختمانی، بارگذاری فعالیت، مکان‌یابی کاربری‌ها و الگوی ساخت و ساز در بستر و پهنه‌های شهری است. گروه کوچک‌تر به موازات ویژگی تشخیصی، کارکرد تجویزی نیز به‌همراه دارند. این گروه اخیر یا به توصیه‌ها و رهیافت‌های نظری در زمینه رعایت ضوابط و مقررات شهرسازی و بیان ملاحظات کلی و پیشگیرانه در پهنه‌های پرخطر می‌پردازند یا راهکارهای اجرایی و اقدام‌های عملیاتی را طراحی و پیشنهاد می‌کنند. برخی نیز جنبه تکنیکی داشته و بر اهمیت و کاربرد مدل و نحوه انتخاب شاخص‌ها در مطالعات آسیب‌شناسی و پهنه‌بندی لرزه‌ای تاکید دارند.

مطالعه مرکز مطالعات لرزه‌خیزی و زیست محیطی تهران با همکاری آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن (۱۳۸۰) در مورد مناطق شهر تهران از نخستین مطالعات جامع آسیب‌شناسی و رتبه‌بندی لرزه‌ای است. مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران از دیگر دستگاه‌های اجرایی در زمینه پژوهش‌های لرزه‌خیزی است که برنامه‌ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله‌خیز منجیل، لوشان و رودبار (بحرینی و مسائلی، ۱۳۷۵: ۲۴۰-۲۳۸) و آسیب‌پذیری لرزه‌ای شهر گلباف (بحرینی، ۱۳۸۰: ۱۳۱-۱۳۶) از نمونه‌های مطالعاتی آن است. افراه (۱۳۷۱) محاسبه و تعدیل آسیب‌پذیری شهر تهران، حبیبی و همکاران در باره عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری بافت کهن شهر زنجان (حبیبی و همکاران، ۱۳۸۷: ۳۵-۳۴) و همین‌طور راجع به ارزیابی سیاست‌های توسعه کالبدی بافت‌های کهن شهری (حبیبی، ۱۳۸۵)، ترابی و مهدی‌نژاد آسیب‌پذیری شبکه‌های ارتباطی (ترابی و مهدی‌نژاد، ۱۳۹۱: ۳۰۱) و شیعه و همکاران آسیب‌پذیری لرزه‌ای منطقه شش تهران (شیعه و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۰-۸) را مطالعه کرده‌اند. مطالعات انیسی درباره نقش برنامه‌ریزی کاربری زمین در کاهش آسیب‌پذیری بافت شهری منطقه ۱۲ تهران (انیسی، ۱۳۹۲: ۱۵۳-۱۵۰)، یوسف‌نژاد در باره پهنه‌بندی و آسیب‌شناسی بافت‌های آسیب‌پذیر شهری در منطقه ۱۲ تهران (یوسف‌نژاد، ۱۳۹۳: ۹۴-۹۲)، میرکوهی راجع به پهنه‌یابی مناسب در مناطق لرزه‌خیز در منطقه ۱۳

تهران (میرکوهی، ۱۳۹۱: ۱۳۷-۱۳۵)، خدابخش (۱۳۹۰) راجع به کارایی لرزه‌ای شبکه‌های ارتباطی در مناطق یک و پنج تبریز، خاکپور و همکاران در باره آسیب‌پذیری و لرزه‌خیزی کالبدی منطقه نه مشهد (خاکپور و همکاران، ۱۳۹۰: ۹)، زنگی‌آبادی و همکاران در باره شاخص‌های آسیب‌پذیری مسکن اصفهان (زنگی‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۷: ۷۶)، محمدی احمدیانی و همکاران راجع به عوامل آسیب‌پذیری کالبدی جهرم (محمدی احمدیانی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۳۸) و منزوی و همکاران در مورد آسیب‌پذیری بافت فرسوده منطقه ۱۲ تهران (منزوی و همکاران، ۱۳۸۹: ۹) از دیگر پژوهش‌ها در این زمینه هستند. به علاوه، موسوی تمهیدات شهرسازی برای کاهش آسیب‌پذیری چالوس (موسوی، ۱۳۸۴: ۲۰)، قائد رحمتی و همکار آسیب‌پذیری لرزه‌ای ناشی از گسترش فضایی تهران (قائد رحمتی و قانعی بافقی، ۱۳۹۱: ۱۸۸-۱۸۶) و احدنژاد روشتی و همکاران آسیب‌پذیری ساختمانی شهر زنجان (احدنژاد روشتی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۸۴-۱۸۳) را مطالعه کرده‌اند. برخی پژوهش‌ها رویکرد نظری به موضوع آسیب‌شناسی لرزه‌ای دارند که مطالعه حمیدی درباره نقش فرم، الگو و اندازه شهر در کاهش آسیب‌پذیری از زلزله (حمیدی، ۱۳۷۲: ۷۸)، ویسه (۱۳۷۸) در مورد برنامه‌ریزی شهری در مناطق زلزله‌خیز و جدلی راجع به آسیب‌های اجتماعی و اقتصادی شهر در مراحل توالی زمانی وقوع زلزله (جدلی، ۱۳۷۲: ۵۲ و ۵۶) از آن جمله‌اند. پژوهش آنتونیونی و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۷)، راشد و ویکز<sup>۴</sup> راجع به آسیب‌پذیری و پهنه‌بندی زلزله در نواحی شهری (راشد و ویکز، ۲۰۰۳: ۵۷۶-۵۴۷) و کاوا<sup>۵</sup> درباره مدیریت بحران (کاوا، ۲۰۰۵: ۸۴۵-۸۵۸) برخی مطالعات خارجی در این زمینه هستند. ایران از جمله کشورهای آسیب‌پذیر از مخاطرات محیطی به‌ویژه زلزله است و منطقه آذربایجان به‌واسطه موقعیت در پیکره ملی، وجود گسل‌های متعدد و مستندات موجود از زلزله‌های تاریخی، یکی از مناطق مستعد زلزله در کشور است که به‌طور بالقوه با تهدیدهای لرزه‌ای مواجه است (پورکرمانی و مهر آرین، ۱۳۷۷: ۳).

3- Antonioni et al.

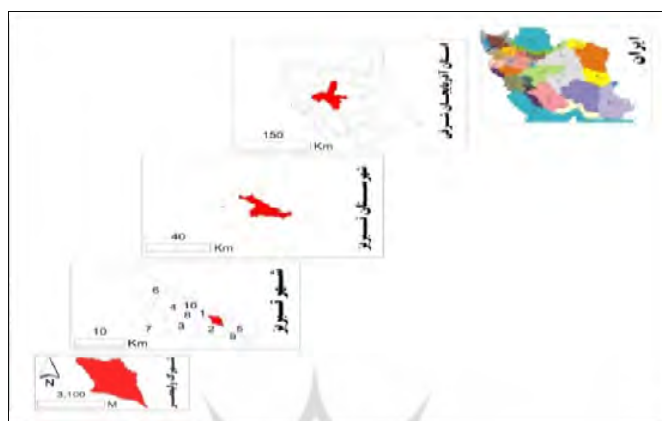
4- Rashed &amp; Weeks

5- Cava

این مقاله در همین راستا نگاشته شده تا براساس موردپژوهی شهرک ولیعصر تبریز، علل، ابعاد و پهنه‌های آسیب‌پذیری لرزه‌ای را شناسایی و معرفی نماید. نتایج این مقاله نه تنها در شناخت جنبه‌های آسیب‌زایی ناشی از مداخله غیرعقلایی انسان در فضای شهری، بلکه در فهم آنچه باید از نظر مدیریت لرزه‌ای انجام شود، کاربرد داشته و روش، نتایج و دستاوردهای آن می‌تواند در مطالعه مناطق و شهرهای مشابه به کار آید.

### معرفی محدوده

شهرک ولیعصر تبریز نخستین طرح شهرک‌سازی تبریز در سال ۱۳۵۵ است که با دور اندیشی‌های لازم در زمینه شهرسازی، فضاهای باز، اندازه معابر و سلسله‌مراتب دسترسی احداث شد. اما در سالهای اخیر با توسعه ساخت و سازها به صورت انبوه‌سازی و فشرده‌سازی که با تغییرات در کاربری فضاهای باز و سبز همراه بوده، تراکم ساختمانی و جمعیتی شهر به شدت افزایش یافته است. این تحولات، همه در بستر مکانی پهنه لرزه‌خیز تبریز اتفاق افتاده که توجه به آن، در فهم اثرات زیانبار و تهدیدهای ناشی از این تمرکز بسیار اهمیت دارد. شهرک ولیعصر یکی از این ریز پهنه‌های واقع در شرق بستر جغرافیایی لرزه‌خیز کلانشهر تبریز است. جنس خاک بستر از سازندهای ماری و رسی دارای خطر انحلال و فرونشینی (قربانی، ۱۳۸۲: ۱۹۹) تشکیل شده و نزدیکی آن به گسل اصلی شمال تبریز و ریزگسل‌های منشعب از آن در نواحی مختلف شهرک، عوامل و دینامیزم‌های اصلی تاثیرگذار بر آسیب‌پذیری شهرک هستند. محدوده این شهرک از نظر تقسیمات کالبدی، با مرزهای ناحیه سه منطقه یک تبریز منطبق است که در ۵ محله شهری از هم تفکیک شده است. پهنه شهرک با ۵/۵۳۳۱ کیلومتر مربع، حدود ۵۸۵۰۰ نفر جمعیت (سال ۱۳۸۵) دارد. تغییرات جمعیتی شهرک از ۱۳۹۲۰ نفر در سال ۱۳۵۵ به ۵۸۵۰۰ نفر در سال ۱۳۸۵ (۴/۲ برابر) بیانگر جذابیت‌ها و ظرفیت‌های شهرک در بارگذاری و اسکان جمعیت در گستره کلانشهر تبریز است. افزایش تراکم مسکونی، بلندمرتبه‌سازی و کاهش سرانه‌های خدماتی از مصادیق این سکونت‌گزینی است.



شکل شماره (۱) نقشه محدوده و موقعیت شهرک ولیعصر تبریز

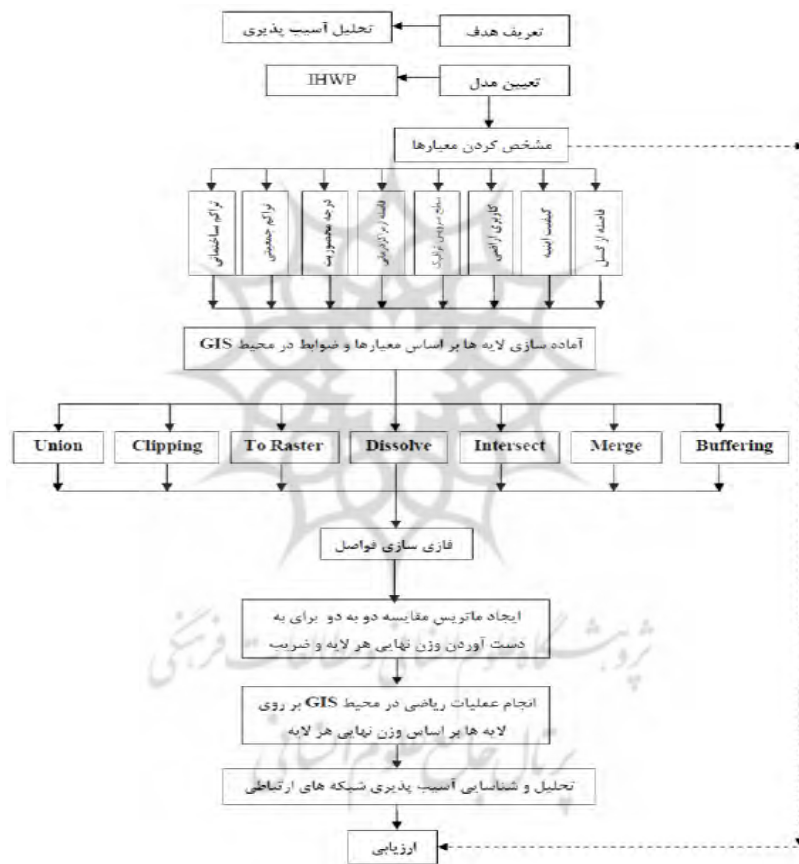
### مواد و روش‌ها

داده‌ها و لایه‌های اطلاعاتی این مقاله با روش اسنادی تهیه شده‌اند. جدول (۱) لایه‌های اطلاعاتی، مرجع و محل تهیه آنها را نشان می‌دهد.

جدول شماره (۱) لایه‌های اطلاعاتی و محل تهیه آنها

لایه	مآخذ و محل تهیه لایه/داده
کاربری زمین	مرکز فناوری اطلاعات شهرداری تبریز-نقشه
تراکم ساختمانی	مرکز فناوری اطلاعات شهرداری تبریز-نقشه
تراکم جمعیتی	مرکز فناوری اطلاعات شهرداری تبریز-نقشه
سطح سرویس ترافیک	مهندسين مشاور پارس ترافیک -نقشه
کیفیت آب‌نیه	مرکز فناوری اطلاعات شهرداری تبریز-نقشه
فاصله از غسل	سازمان زمین‌شناسی کشور- استفاده از تابع مجاورت در نقشه
فاصله از مراکز درمانی	استخراج از نقشه کاربری اراضی شهر تبریز با استفاده از تابع مجاورت در نقش جی‌آی‌اس
درجه محصوریت	استخراج از نقشه‌های شبکه ارتباطی و ارتفاع ساختمان‌ها-محاسباتی

در پردازش داده‌ها و لایه‌های فوق، از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس<sup>۶</sup> استفاده شده است که ترکیبی از روش منطق فازی (Fuzzylogic) و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی<sup>۷</sup> (AHP) است. این مدل با عدم قطعیت‌های کمتر و ضریب اطمینان بیشتری همراه است. شکل شماره (۲) مراحل انجام تحقیق و تحلیل داده‌ها را در مدل IHWP نشان می‌دهد.



شکل (۲) نمودار فلوچارت روش تحقیق

6- Inversion Hierarchical Weight Process

7- Analytic Hierarchy Process

فرآیند عملیاتی سنجش آسیب‌پذیری بافت شهرک در چند مرحله انجام شده است:

ابتدا شاخص‌ها (لایه‌ها) و طبقات آسیب‌پذیری بافت انتخاب شده‌اند. در انتخاب شاخص‌ها ملاحظات چند مورد توجه بوده است. نخست وجود گسل‌های متعدد است که شاخص دوری و نزدیکی (فاصله) به گسل را توجیه می‌کند. افزایش تقاضای سکونت در شهرک در سال‌های اخیر که به صورت تراکم ساختمانی و جمعیتی بالا نمایان شده، دلیل اصلی انتخاب دو شاخص تراکم ساختمانی و جمعیتی است. درآمدزا بودن فروش تراکم برای شهرداری، توجیه‌کننده افزایش ارتفاع ساختمان‌ها نسبت به عرض معبر و در نتیجه انتخاب شاخص درجه محصوریت بوده است. موقعیت کاربری‌های تجاری به‌عنوان عامل اصلی جذب سفر و تراکم جمعیت غیرساکن، استفاده از شاخص کاربری زمین را اجتناب‌ناپذیر ساخته است. واضح است، تراکم ساختمانی و جمعیتی بالا، درجه محصوریت بالا و کاربری خاص محدوده مورد مطالعه، همه در افزایش ترافیک عبوری و شاخص سطح سرویس ترافیک اثرگذار هستند. به‌دلیل جوان بودن شهرک و پایگاه درآمدی بالا، بناها اغلب از کیفیت قابل قبولی برخوردارند. اما شاخص کیفیت ابنیه انتخاب شده تا نشان داده شود کیفیت بنا به تنهایی معرف جنبه‌های مختلف آسیب‌پذیری لرزه‌ای نیست. شاخص دوری و نزدیکی به مراکز درمانی نیز معرف نحوه مکانیابی و الگوی نظم فضایی مراکز درمانی در پهنه شهرک از نظر موقعیت نسبت به معابر و شعاع عملکرد خدماتی و امداد رسانی پس از وقوع زلزله است که از شاخص‌های اصلی مدیریت بحران لرزه‌ای به‌شمار می‌رود. بر این اساس، شاخص‌های پهنه‌بندی لرزه‌ای بافت شهرک به شرح زیر تدوین و تعریف شده‌اند.

دوری و نزدیکی به گسل: زلزله ارتباط مستقیمی با وجود گسل و نیروی لرزشی آن دارد. جنبش گسل و آزاد شدن انرژی، سبب لرزش زمین و ساخت و سازهای بارگذاری شده در آن می‌شود. واضح است، با دور شدن از گسل، از شدت اثرگذاری آن کاسته شده و در مقابل بافت‌های نزدیک به گسل در معرض آسیب‌پذیری بیش‌تری قرار دارند.

کیفیت بنا: مهم‌ترین شاخص کالبدی است که تأثیر بسیاری بر ضریب آسیب‌پذیری توده‌های ساختمانی دارد. در مجموع، به‌عنوان یک قانونمندی کلی؛ مقاومت ساختمان‌های با



کیفیت بالا (نوساز) در مقابل زلزله، نسبت به ساختمان‌های فرسوده (مخروبه و مرمتی) بیش‌تر است.

درجه محصوریت (عرض راه و ارتفاع جداره): محصوریت شاخص بسیار مهمی در آسیب‌شناسی لرزه‌ای است. زیرا با بالا رفتن درجه محصوریت، احتمال مسدود شدن معابر افزایش می‌یابد. این شاخص رابطه مستقیمی با شاخص‌های تراکم ساختمانی و جمعیتی دارد.

تراکم ساختمانی: که با بیش‌تر شدن آن، احتمال تخریب و دامنه آسیب‌پذیری بیش‌تر می‌شود.

سطح سرویس ترافیک: در مدیریت اضطراری<sup>۸</sup> و خدمات‌رسانی امدادی، به معابری نیاز است که کم‌ترین آسیب را دیده و از ترافیک قابل قبول برخوردار باشند. شاخص‌های تراکم ساختمانی، تراکم جمعیت و درجه محصوریت بالا و کاربری تجاری غالب شهرک، همگی در افزایش ترافیک عبوری مؤثر بوده و توجیه‌کننده انتخاب این شاخص هستند.

تراکم جمعیتی: تراکم جمعیتی در آسیب‌شناسی لرزه‌ای، مشخص‌کننده بار جمعیتی بر جداره معابر است. تراکم جمعیت با تلفات لرزه‌ای رابطه مستقیم و با خدمات امدادی رابطه معکوس دارد.

کاربری زمین: کاربری‌های مختلف، قادرند اثرات آسیب‌زایی لرزه‌ای را بیش‌تر یا کم‌تر نمایند. کاربری تجاری جاذب سفر و جمعیت شناور (غیرساکن) در زمان کار و فراغت و در نتیجه کاربری پرخطر است. سایر کاربری‌ها و پهنه‌های فعالیت، سکونت و فراغت هر یک اثرات ویژه‌ای بر دامنه آسیب‌زایی دارند. علاوه بر ترکیب نامناسب بافت شهرک برحسب سهم توده و فضا (بافت پر و خالی)، تمرکز کاربری غالب تجاری، از دلایل اصلی انتخاب این شاخص است.

## مرحله دوم: کاربرد تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP)

برای تعیین اهمیت و رتبه داده‌های انتخاب شده ابتدا بر اساس شاخص آنتروپی (نظرات کارشناسی) رتبه‌بندی شده و سپس معکوس رتبه هر لایه، به‌عنوان وزن آن لایه در مدل IHWP تعریف شده است. بر این اساس، با اهمیت‌ترین شاخص از نظر آسیب‌زایی، عدد [۸] و کم اهمیت‌ترین شاخص، عدد [۱] (حییبی، ۱۳۸۷: ۱۱۵) را دریافت کرده سپس برای وزن‌دهی به شاخص‌ها فرضیه‌هایی تعریف شده است. جدول شماره (۲) مبانی نظری و فروض وزن‌دهی به شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

جدول (۲) شاخص‌های انتخاب شده و فروض وزن‌دهی به آن‌ها

شاخص	میانگین رتبه شاخص براساس مدل دلفی	معکوس رتبه <sup>۹</sup> ۲+	فروض وزن‌دهی
دوری و نزدیکی به غسل	۱	۱۰	هر چه از غسل دورتر = آسیب پذیری کم‌تر
کیفیت ابنیه	۲	۹	هر چه کیفیت ابنیه بهتر = آسیب-پذیری کم‌تر
عرض راه و ارتفاع جداره (درجه محصوریت)	۳	۸	هر چه درجه محصوریت کم‌تر = آسیب‌پذیری کم‌تر
تراکم ساختمانی	۴	۷	هر چه تراکم ساختمانی کم‌تر = آسیب‌پذیری کم‌تر
سطح سرویس ترافیک	۵	۶	هر چه ترافیک روان‌تر = آسیب‌پذیری کم‌تر
تراکم جمعیتی	۶	۵	هر چه تراکم جمعیت کم‌تر = آسیب- پذیری کم‌تر
کاربری زمین	۷	۴	هر چه میزان خطرزا بودن کاربری کم‌تر = آسیب‌پذیری کم‌تر
دسترسی به مراکز درمانی و خدماتی	۸	۳	هر چه دسترسی به مراکز درمانی بیش‌تر = آسیب‌پذیری کم‌تر

۹- معکوس رتبه شاخص‌ها به دلیل نشان دادن بهتر اختلاف‌ها در نقشه آسیب‌پذیری با عدد ۲ جمع شده است.

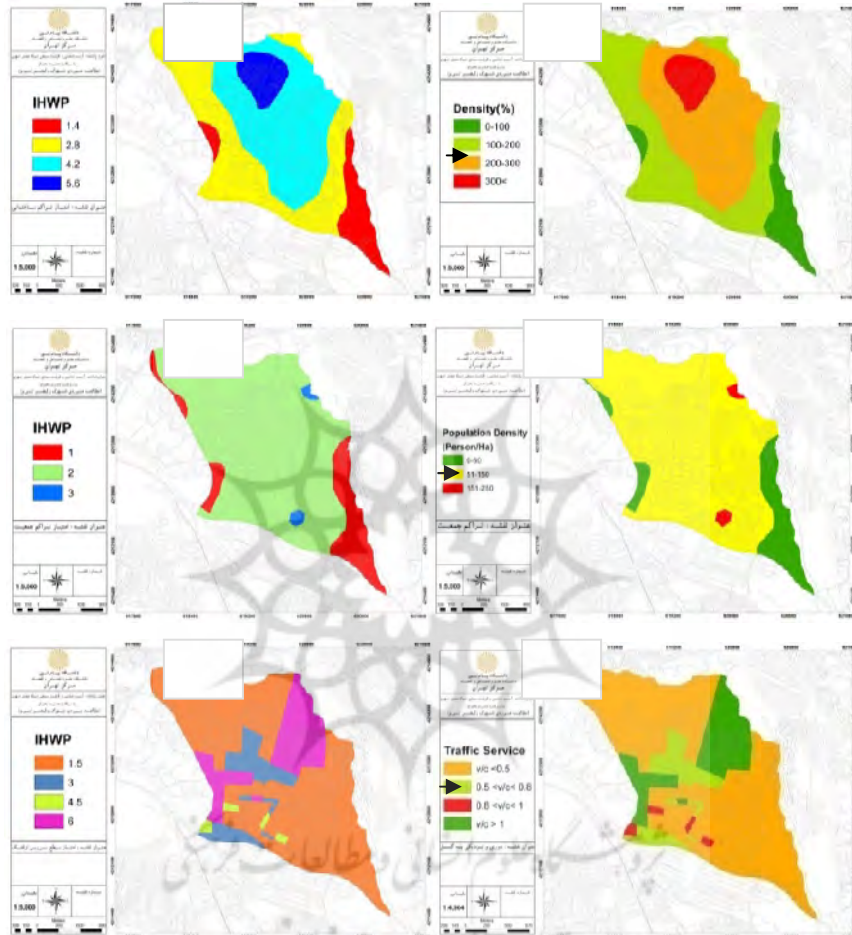
امتیاز لایه‌ها بر اساس امتیاز اولیه هر شاخص معکوس امتیاز هر شاخص) برای رده‌های مختلف شاخص‌ها محاسبه شده است. این امتیازها به ترتیب از بهترین تا بدترین در داخل پراتنز در ستون طبقه‌بندی نوشته شده است. در ستون امتیاز اعداد به دست آمده همان امتیاز اعمال شده در نقشه‌ها است.

جدول (۳) طبقه‌بندی و امتیازدهی شاخص‌ها

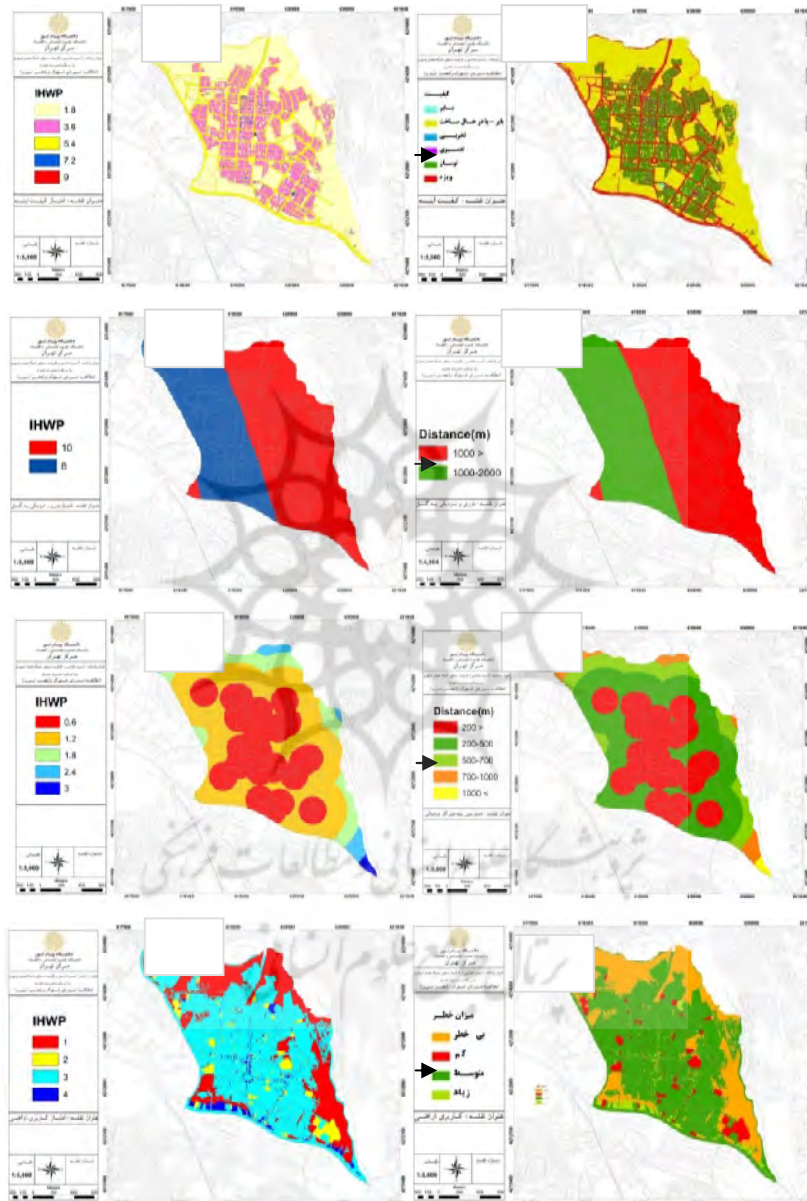
امتیاز	طبقه‌بندی	شاخص
۱/۶	کم‌تر از ۰/۶ (۱)	درجه محصوریت (۸)
۳/۲	۰/۶ - ۰/۹ (۲)	
۴/۸	۰/۹ - ۱/۲ (۳)	
۶/۴	۱/۳ - ۱/۵ (۴)	
۸	بیش‌تر از ۱/۵ (۵)	
امتیاز	طبقه‌بندی	شاخص
۱	کم‌تر از ۱۰۰ نفر در هکتار (۱)	تراکم جمعیت (۵)
۲	۱۰۰ - ۲۰۰ نفر در هکتار (۲)	
۳	۲۰۰ - ۳۰۰ نفر در هکتار (۳)	
۴	۳۰۰ - ۴۰۰ نفر در هکتار (۴)	
۵	بیش‌تر از ۴۰۰ نفر در هکتار (۵)	
امتیاز	طبقه‌بندی	شاخص
۱/۴	۱۰۰ - ۰ درصد (۱)	تراکم ساختمانی (۷)
۲/۸	۱۰۰ - ۲۰۰ درصد (۲)	
۴/۲	۲۰۰ - ۳۰۰ درصد (۳)	
۵/۶	۳۰۰ - ۴۰۰ درصد (۴)	
۷	بالای ۴۰۰ درصد (۵)	
امتیاز	طبقه‌بندی	شاخص
۱	بی‌خطر (۱)	کاربری زمین (۴)
۲	کم‌خطر (۲)	
۳	متوسط خطر (۳)	
۴	پرخطر (۴)	
امتیاز	طبقه‌بندی	شاخص
۱/۸	۰ (۱)	

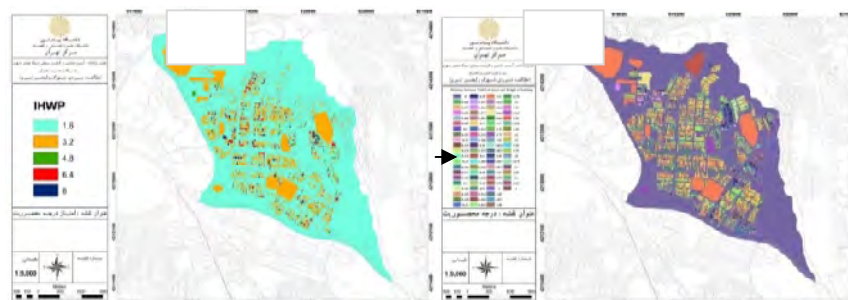
۳/۶	بادوام (۲)	کیفیت ابنیه (۹)
۵/۴	نیمه‌بادوام (۳)	
۷/۲	کم‌دوام (۴)	
۹	بی‌دوام (۵)	
امتیاز	طبقه بندی	شاخص
۲	۴۰۰۰ متر به بالا (۱)	دوری و نزدیکی به گسل (۱۰)
۴	۳۰۰۰-۴۰۰۰ متر (۲)	
۶	۲۰۰۰-۳۰۰۰ متر (۳)	
۸	۱۰۰۰-۲۰۰۰ متر (۴)	
۱۰	کم‌تر از ۱۰۰۰ متر (۵)	
امتیاز	طبقه‌بندی	شاخص
۰/۶	کمتر از ۲۰۰ متر (۱)	دسترسی به مراکز درمانی (۳)
۱/۲	۲۰۰-۵۰۰ متر (۲)	
۱/۸	۵۰۰-۷۰۰ متر (۳)	
۲/۴	۷۰۰-۱۰۰۰ متر (۴)	
۳	بیش‌تر از ۱۰۰۰ متر (۵)	
امتیاز	طبقه بندی	شاخص
۱/۵	آزاد (۱)	سطح سرویس ترافیک (۶)
۳	مناسب (۲)	
۴/۵	کند (۳)	
۶	بحرانی (۴)	

در نهایت ستون‌های امتیازات مربوط به لایه‌های اطلاعاتی با یکدیگر جمع شده‌اند. به این ترتیب ۸ ستون مربوط به ۸ لایه اطلاعاتی برای هر یک از قطعات به‌دست آمده که امتیاز هر واحد ساختمانی را از نظر آسیب‌پذیری نسبت به سایر واحدها مشخص می‌کند. شکل (۲).



پایان جامع علوم انسانی



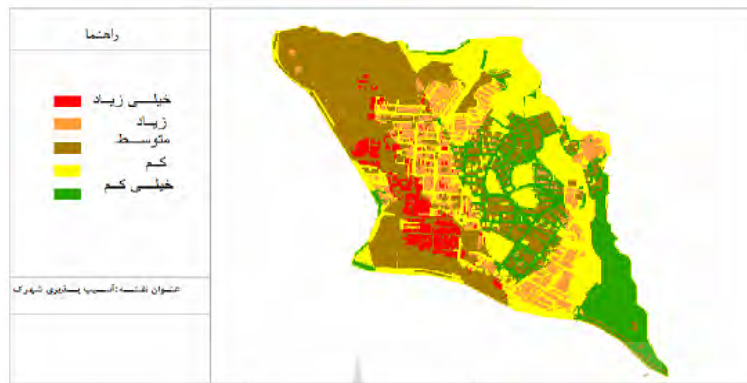


شکل (۲) نقشه مراحل مدل‌سازی میزان آسیب پذیری بافت شهرک ولیعصر

با تلفیق لایه‌ها نقشه نهایی آسیب‌پذیری در ۵ کلاس خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تهیه شده است. همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود از کل مساحت شهرک ۱۶ درصد دارای آسیب‌پذیری بسیار کم، ۳۱/۳۰ درصد کم، ۳۶/۵۵ درصد متوسط، ۱۱/۶ درصد زیاد و ۵/۷ درصد آسیب‌پذیری بسیار زیاد است. شکل (۳) و جدول (۵) پهنه‌ها و ابعاد آسیب‌پذیری بافت شهرک را نشان می‌دهند.

جدول (۴) میزان آسیب‌پذیری شهرک ولیعصر

درصد	مساحت (متر)	آسیب‌پذیری
۱۵/۸۷	۸۷۲۹۰۵/۴۰	خیلی کم
۳۰/۳۱	۱۶۶۶۵۷۱/۱۳	کم
۳۶/۵۵	۲۰۰۰۰۱/۳۶	متوسط
۱۱/۵۷	۶۳۶۴۰۸/۹۶	زیاد
۵/۶۸	۳۱۲۴۶۳/۶۲	خیلی زیاد
۱۰۰	۵۴۹۸۳۵۰/۴۹	جمع



شکل (۳) نقشه پهنه‌های آسیب‌پذیری شهرک ولیعصر

### یافته‌ها و بحث

جدول (۴) و شکل (۳)، پهنه‌های آسیب‌پذیر شهرک ولیعصر را به تفکیک ضریب آسیب‌پذیری نشان می‌دهند. بر اساس این داده‌ها، شهرک ولیعصر دارای ۴۶/۲ درصد بافت آسیب‌ناپذیر و ۵۳/۹ درصد بافت آسیب‌پذیر با ضریب آسیب‌پذیری متوسط، زیاد و بسیار زیاد است. این بدان معناست که بیش از نیمی از اراضی، قطعات و ساخت و سازهای شهر در پهنه آسیب‌پذیری لرزه‌ای قرار دارند. الگوی کلی توزیع پهنه‌های آسیب‌پذیر در گستره شهرک، روندی تقریباً شرقی-غربی دارد که در امتداد آن، از شرق به غرب بر میزان آسیب‌پذیری بافت افزوده می‌شود. در این حوزه گسترش فضایی و جهت جغرافیایی آن، کانون شدت آسیب‌زایی لرزه‌ای (پهنه آسیب‌پذیری زیاد)، به مرکز شهرک تمایل دارد و بخش قابل توجهی از بافت مرکزی را فرا گرفته است. بنابراین، به موازات حوزه شرقی-غربی، الگوی دیگری در نظام پهنه‌بندی لرزه‌ای و توزیع فضایی پهنه‌های آسیب‌پذیر شهرک شکل گرفته که روندی مرکز-پیرامون دارد. کانون فضایی این الگو، هم‌چنان در بخش مرکزی (پهنه آسیب‌پذیری بالا) قرار دارد؛ اما تغییرات پیرامونی آن در سمت شرق، به صورت منظم و پیوسته، روندی کاهشی دارد و به تدریج بر پهنه‌های متوسط، کم و خیلی کم منطبق می‌شود. در حالی‌که، در جهت غرب ضریب آسیب‌پذیری بافت، به صورت نامنظم، روندی افزایشی (بسیار زیاد) کاهشی (متوسط) پیدا می‌کند. در این جهت، کم‌ترین ضریب آسیب‌پذیری با



ریزپهنه متوسط منطبق است. به‌طور کلی، الگوی کلان آسیب‌شناسی و پهنه‌بندی لرزه‌ای شهرک در دو بخش قابل شناسایی است. نیمه شرقی یا بافت شرقی و نیمه غربی یا بافت غربی. بافت نیمه شرقی، در الگوی کلان پهنه‌بندی (پهنه و تا حدودی ریزپهنه)، بافتی با ضریب خطر و آسیب‌پذیری پایین است. پایدارترین بافت‌های شهرک با آسیب‌پذیری بسیار کم، در گوشه جنوب شرقی این نیمه قرار دارند. در حالیکه، الگوی پهنه‌بندی نیمه غربی نه تنها از نظر پهنه‌ای، بلکه از نظر ریزپهنه‌ها، بیانگر پهنه‌ای ناپایدار و لرزه‌خیز با آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد است. ناپایدارترین اراضی (بافت) شهرک، با دینامیزم لرزه‌ای بالا در این نیمه قرار دارند. کانون فضایی این دویخش، تقریباً در بافت مرکزی شهرک گسترده شده اما میل جغرافیایی و حوزه گسترش فضایی آن به سمت و سوی نیمه غربی است. به‌طوری‌که، تقریباً بخش اعظمی از بافت نیمه‌غربی را در اشغال خود و قابلیت لرزه‌ای زیاد و خیلی زیاد قرار داده است. از آنجایی که دخالت انسان در دگرگونی بافت شهرک و گسترش کاربریهای شهری، عموماً در همین بخش اعمال شده، می‌توان این ناپایداری و آسیب‌زایی را عمدتاً محصول دخالت انسان و الگوی مداخله غیرعقلایی (شتابزده و سودجویانه) وی در شکل‌دهی به بافت شهرک، تغییرات کاربری و گسترش فضایی آن دانست. شواهد و بازتاب‌های این الگوی مداخله را می‌توان از طریق برخی مشخصه‌های اصلی آسیب‌شناسی وضع موجود شهرک ردیابی و بیان کرد. علاوه بر نزدیکی به گسل، تراکم ساختمانی و جمعیتی بالا، کاهش فضاهای باز و سبز، معابر با حجم ترافیک و درجه محصوریت بیشتر، کیفیت پایین بنا، دوری از مراکز امدادی و درمانی و وجود کاربری‌های خطرآفرین، مشخصه‌های کالبدی، اجتماعی و فضایی این پهنه هستند. نقشه تراکم ساختمانی نشان می‌دهد، تراکم ساختمانی غالب در زیرپهنه آسیب‌پذیری بالا ۲۰۰ تا ۳۰۰ درصد است و در برخی قسمت‌ها به بیش از ۳۰۰ درصد می‌رسد. بافت‌های این ریزپهنه عموماً دارای کاربری مسکونی، تجاری و خدماتی است و فضای سبز آن به فضای رفیوژها، میادین و فلکه‌ها محدود می‌شود. به این ترتیب، یک پهنه فعالیت و سکونت فاقد فضای سبز اجتماعی است. به‌علاوه، در قسمت‌های با تراکم ساختمانی بالا توام با سایر نشانه‌های (شاخص‌ها) آسیب، فضای سبز یا وجود ندارد و یا بسیار محدود است؛ ولی در زیرپهنه‌های با آسیب‌پذیری کم و بسیار کم، فضای سبز از وضعیت

مناسب‌تری برخوردار است. عرض معابر اصلی موجود در پهنه آسیب‌پذیر، در تناسب بیش‌تری با ارتفاع توده‌های ساختمانی مشرف به آنها قرار دارد، ولی در کوچه‌ها و معابر فرعی با عرض کم، غالباً ارتفاع توده‌های ساختمانی با عرض معابر مشرف به آن تناسب ندارد. این معابر، دارای درجه محصوریت بالاتری نسبت به معابر اصلی هستند. نقشه تراکم جمعیتی شهرک نشان می‌دهد تراکم جمعیتی در پهنه آسیب‌پذیر بین ۵۱ تا ۱۵۰ نفر در هکتار است.

### نتیجه‌گیری

شهرک ولیعصر نمونه شاخصی از مناطق کلانشهری است که تراکم جمعیت و ساختمان در سال‌های اخیر، درجه محصوریت بافت شهری آن را به‌شدت افزایش داده است. این مشخصه (درجه محصوریت بالا) عمدتاً در بافت واقع در شمال، غرب و جنوب شهرک دیده می‌شود که کوچه‌های منتهی به خیابان‌های فروغی، فلکه همافر، بلوار ولیعصر، شریعتی، اعتصامی غربی، رازی، اوحدی، مخابرات، عارف، کریم‌خان زند و بهرنگ در آن مکانیابی شده‌اند. در خیابان‌های اصلی وضعیت بهتری از نظر درجه محصوریت وجود دارد. با این حال، تراکم ساختمانی بالا در بدنه خیابان‌های دارای نقش فرا منطقه‌ای، آسیب‌پذیری آن‌ها را نسبت به سایر معابر بیش‌تر کرده است. تراکم ساختمانی چنانچه در خیابان‌های دارای کاربری‌های فرا منطقه‌ای و یا مبادی ورودی و خروجی شهرک اتفاق بیفتد، به‌دلیل نقش جاذب این کاربری‌ها برای سفر، به‌ویژه در روز و ساعات اداری، آسیب‌پذیری آن را در مقایسه با سایر بافت‌های شهرک و معابر آن افزایش می‌دهد. یکی از نقاط قوت بافت شهرک، کیفیت بالای بناها در اغلب ساختمان‌ها است. نقشه کیفیت بناها نشان می‌دهد بیش از ۷۰ درصد بناها نوساز و دارای کیفیت مطلوب هستند. در نتیجه، این شاخص به تنهایی برای بافت تهدید یا مشخصه آسیب‌شناسی به‌شمار نمی‌رود. اما اثر تعیین‌کنندگی سایر شاخص‌ها، به‌ویژه فاصله و نیروی لرزشی گسل، یعنی دینامیزم نشستگاه شهر یا بستری که محدوده شهرک بر روی آن شکل گرفته، عدم قطعیت و نسبی بودن شاخص‌های کالبدی را افزایش می‌دهد. به‌علاوه، عرض معبر (درجه محصوریت) و خطر ناشی از تخریب برخی بناهای فرسوده (تعمیری و تخریبی) موجود در این بافت، همواره یک عامل اثرگذار در آسیب‌پذیری یا مقاومت نهایی بافت نوساز خواهد بود. در بافت بخش

مرکزی، در مقایسه با قسمت‌های شمالی، شرقی و غربی شهرک، سهم توده به مراتب بیش از فضا (فضاهای باز) است. این مشخصه، میزان آسیب‌پذیری را در بخش مرکزی شهرک افزایش داده است. ساخت و سازهای گسترده در بخش مرکزی شهرک، سهم فضای باز به ویژه فضای سبزی در این بخش را به شدت کاهش داده است. چرا که بسیاری از زمین‌هایی که در طرح اولیه شهرک به فضای سبز تخصیص یافته‌اند، اکنون به بافت مسکونی (بافت پر) تغییر کاربری داده‌اند و نقشه پراکندگی فضاهای باز و سبز شهرک نیز مؤید این نکته است. به طوری که، تنها تا سال ۱۳۸۲ بالغ بر ۶۵۶ هزار مترمربع (۶/۶۵ هکتار) یا ۸/۵ درصد اراضی شهرک تغییر کاربری داده‌اند (قربانی، ۱۳۸۲: ۵۴) که ۹۰/۲ درصد (۵۹۲ هزار) مربوط به تغییر کاربری فضای سبز به مسکونی است. این تغییر کاربری که برای مدیریت شهری منبع تامین بیش از ۴۵ درصد درآمد شهرداری (۱۱۳ میلیارد تومان) و برای سازندگان عرصه سرمایه‌گذاری سودآوری است، از منظر آسیب‌شناسی و آسیب‌پذیری لرزه‌ای بافت، به ویژه برای ساکنان این بخش از شهرک تهدیدی جدی به شمار می‌رود. با توجه به آن که کاربری‌های تجاری و محورهای پرتراکم منتهی به این کاربری‌ها، اغلب در این بخش از شهرک مکانیابی شده‌اند، ضریب آسیب‌پذیری بافت به دلیل افزایش تراکم جمعیتی ناشی از جمعیت شناور، به ویژه در روز به طور بالقوه بالاست. عدم پیش‌بینی یا عدم تحقق کاربری پارکینگ پیشنهادی، بر دامنه ابعاد آسیب‌پذیری بافت به ویژه در محدوده کاربری‌های تجاری این بخش، در زمان اوج ترافیک می‌افزاید. واضح است، این ویژگی از منظر مدیریت بحران لرزه‌ای (خدمات رسانی امدادی) نیز با مسدود کردن معابر، یک تهدید جدی به شمار می‌آید. برنامه‌ریزی برای پایداری لرزه‌ای بافت شهری، موضوعی میان رشته‌ای و بین رشته‌ای است که به روش‌ها و ابزارهای ریسک چندرشته‌ای نیازمند است. بر اساس رویکرد فضایی مکانی اولویت‌های اقدام در زمینه برنامه‌ریزی لرزه‌ای بافت شهرک عبارت از سیاست‌های محدودکننده و کنترل‌کننده تراکم جمعیت و ساختمان، تقویت سهم و سرانه فضاهای باز در مراکز محله‌ها و بافت‌های متراکم، بازبینی نظام تغییرات کاربری زمین در کاربری‌های تجاری جاذب سفر، بازنگری در نحوه مکان‌یابی کاربری‌ها و خدمات امدادی در پهنه شهرک و مکان‌یابی بهینه برای احداث فضای چندمنظوره است.

## منابع

- احدنژاد روشنی، محسن؛ قراخانلو، مهدی؛ زیاری، کرامت‌الله (۱۳۸۹)، «مدل‌سازی آسیب‌پذیری ساختمانی شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش فرایند سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی - نمونه موردی شهر زنجان»، *جغرافیا و توسعه*، شماره ۱۹، سال هشتم، صص ۱۷۱-۱۹۸.
- آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن، جایکا (۱۳۸۰)، «مطالعه ریز پهنه‌بندی لرزه‌ای تهران بزرگ»، مرکز مطالعات زلزله و زیست محیطی تهران بزرگ، تهران.
- ابراهیمی، محسن (۱۳۷۱)، «محاسبه و تعدیل آسیب‌پذیری شهر تهران و نحوه برخورد با عوارض آن»، اولین کنفرانس بین‌المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری، دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، شهرداری تهران.
- احمدی، حسن (۱۳۷۶)، «نقش شهرسازی در کاهش آسیب‌پذیری شهر»، *مسکن و انقلاب*، سال دوم، شماره ۶، زمستان ۱۳۷۶، صص ۲۹-۳۴.
- انیسی، فاطمه (۱۳۹۲)، «برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری با رویکرد مدیریت بحران مطالعه موردی: منطقه ۱۲ تهران»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه پیام نور، تهران.
- بحرینی، حسین (۱۳۸۰)، «ارزیابی و بازسازی سه شهر زلزله‌زده ایران با تکیه بر تحلیل آسیب‌پذیری آن در برابر زلزله»، جلد دوم کلبافت، مرکز مطالعه با سوانح طبیعی ایران، تهران.
- بحرینی، حسین (۱۳۷۸)، «نقش فرم، الگو و اندازه سکونتگاه‌ها در کاهش خطرات ناشی از وقوع زلزله»، مرکز مقابله با سوانح طبیعی ایران، تهران.
- پورکرمانی، محسن؛ مهرآرین، مجید (۱۳۷۷)، «*لرزه‌خیزی ایران*»، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران.
- ترابی، کمال (۱۳۸۸)، «بررسی نقش شبکه‌های ارتباطی در کاهش اثرات ناشی از زلزله، مورد مطالعه: منطقه ۶ شهرداری تهران با تأکید بر ناحیه ۱»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران.

- ترابی، کمال؛ مهدی‌نژاد، عبدالحمید (۱۳۹۱)، «بررسی آسیب‌پذیری بدنه شبکه‌های ارتباطی شهرها در برابر حملات هوایی با استفاده از روش IHWP و GIS (منطقه شش تهران)»، *علوم و فناوری‌های پدافند غیرعامل*، شماره ۴، سال سوم، صص ۲۹۵-۳۰۳.
- جدلی، هلن (۱۳۷۲)، «ایمنی مناطق شهری در برابر خطرات زلزله، مجموعه مقالات هشتمین سمینار بین‌المللی پیش‌بینی برای زلزله و راهبردهای مقابله با آثار زلزله‌های آینده»، مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران، تهران.
- حبیبی، کیومرث (۱۳۸۷)، «تعیین عوامل ساختمانی موثر در آسیب‌پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از GIS و FUZZY LOGIC»، *هنرهای زیبا*، سال دوازدهم، شماره ۳۳، بهار ۱۳۸۷، صص ۲۷ تا ۳۶.
- حبیبی، کیومرث (۱۳۸۵)، «ارزیابی سیاست‌های توسعه کالبدی، بهسازی و نوسازی بافت‌های کهن شهری با استفاده از GIS»، رساله دکتری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.
- خاکپور، براتعلی؛ زمردیان، محمد جعفر؛ صادقی، سلمان؛ مقدمی، احد (۱۳۹۰)، «تحلیل آسیب‌پذیری کالبدی منطقه ۹ شهر مشهد از دیدگاه زلزله‌خیزی»، *جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، شماره ۱۶، سال نهم، صص ۱-۳۴.
- خدابخش، محمدحسین (۱۳۹۰)، «بررسی میزان کارایی شبکه‌های ارتباطی در کاهش اثرات ناشی از زلزله- مورد مطالعه: مناطق یک و پنج طرح تفصیلی تبریز»، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرند.
- زنگی‌آبادی، علی؛ محمدی، جمال؛ صفایی، همایون؛ قایدرحمتی، صفر (۱۳۸۷)، «تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر خطر زلزله نمونه موردی: مسکن شهر اصفهان»، *جغرافیا و توسعه*، شماره ۱۲، سال ششم، صص ۶۱-۷۹.
- شیعه، اسماعیل؛ حبیبی، کیومرث؛ ترابی، کمال (۱۳۸۸)، «بررسی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) و GIS- مطالعه موردی منطقه ۶ شهرداری تهران»، چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام، زاهدان، دانشگاه دانشگاه سیستان و بلوچستان.

- قائدرحمتی، صفر؛ قانع بافقی، روح‌الله (۱۳۹۱)، «تحلیل گسترش فضایی شهر تهران در افزایش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله (دوره زمان گسترش فیزیکی ۲۰۰ سال اخیر)»، *فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره پیاپی ۱۰۵، سال ۲۷، شماره صفحه پیاپی ۱۸۲۱۸-۱۸۲۴۰.
- قربانی، حسین (۱۳۸۲)، «بررسی نارسایی‌های فروش تراکم در منطقه ولیعصر تبریز»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مرکز آموزش سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، تبریز.
- محمدی احمدیانی، جمال؛ صحرائیان، زهرا؛ خسروی، فرامرز (۱۳۸۹)، «نقش عوامل موثر در آسیب‌پذیری کالبدی شهر چهارم در برابر زلزله»، *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، شماره ۱۷، سال دهم، صص ۱۲۱-۱۴۳.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۰)، «سرشماری سرشماری عمومی نفوس و مسکن»، تهران.
- مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران، (۱۳۷۵)، «برنامه‌ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله‌خیز (نمونه شهرهای لوشان، منجیل، رودبار)»، جلد یک، چاپ اول، تهران، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی.
- مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران (۱۳۸۰)، «ارزیابی بازسازی سه شهر زلزله زده ایران با تاکید بر آسیب‌پذیری آن در برابر زلزله (جلد دوم، گلیاف)»، جلد اول، چاپ اول، تهران، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی.
- منزوی، مهشید؛ سلیمانی، محمد؛ تولایی، سیمین؛ چاووشی، اسماعیل (۱۳۸۸)، «آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده بخش مرکزی شهر تهران در برابر زلزله (مورد: منطقه ۱۲)»، *پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*، شماره ۷۳، سال ۴۰، صص ۱-۱۸.
- موسوی، سیده‌فاطمه (۱۳۸۴)، «تمهیدات شهرسازی به منظور کاهش آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله - نمونه مطالعه شهر چالوس»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران.
- میرکوهی، محسن (۱۳۹۱)، «مکانیابی فضاهای چند منظوره در مناطق لرزه‌خیز کلانشهر تهران - مطالعه موردی: منطقه سیزده»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه پیام نور، تهران.

ویسه، یدالله (۱۳۷۸)، «نگرشی بر مطالعات شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری در مناطق زلزله‌خیز»،  
موسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران.

یوسف‌نژاد، مرجانه، (۱۳۹۳)، «مکانیابی سامانه اسکان موقت در بافت‌های آسیب‌پذیر شهری مطالعه  
موردی: منطقه ۱۲ کلانشهر تهران»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اجتماعی،  
دانشگاه پیام نور، تهران.

- Antonioni, G., Spandoni, G. & Cozzani, V. (2007), "A methodology for the quantitative risk, triggered by seismic events", *Journal of Hazardous Materials*, assessment of major accidents.
- Cava, T.J. (2005), "GIS in emergency management", *Geographic Information Systems: Principle Techniques*, 845-858
- Rashed, K., Weeks, J. (2003), "Assessing vulnerability to earthquake hazards through spatial International", *Journal of Geographic Information Science*, Vol 17, No .6:547-576.