

## بررسی تاب‌آوری شهر دورود در برابر زلزله با استفاده از روش گاما در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

مهران کریمی

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ملایر، ایران

عباس ملک‌حسینی\*

دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ملایر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۷

### چکیده

در جهان امروز یکی از دغدغه‌های اصلی بشر مقابله با مخاطرات طبیعی است. یکی از مهم‌ترین این مخاطرات، زلزله بوده که همواره خطری جدی برای شهرها تلقی می‌شود. از این رو شهر دورود هم به‌مانند بسیاری از شهرهای ایران با توجه به قرار گرفتن روی چندین گسل فعال، از جمله مناطق بسیار حساس بوده و در معرض خطرات ناشی از زلزله است که هر لحظه امکان وقوع زمین‌لرزه وجود دارد؛ بنابراین با توجه به ماهیت غیرقابل پیش‌بینی زلزله باید سعی بر آن داشت که تا حد امکان از خسارات جانی و مالی مرتبط با آن کاسته شود. همچنین باید کاهش آسیب ناشی از زلزله، مدیریت بحران بعد از وقوع آن و تاب‌آور نمودن شهر در برابر زمین‌لرزه را نیز در نظر گرفت. امروزه، تاب‌آوری در حوزه‌های گوناگون به‌ویژه در مدیریت سوانح و حوادث غیرمترقبه به کار گرفته می‌شود. هدف اصلی برنامه‌ریزی برای مخاطره و کاهش خطر بحران، علاوه بر کاهش آسیب‌پذیری، به نحوی بارز به سمت تمرکز روی ایجاد تاب‌آوری در جوامع گرایش پیدا کرده است. در تحقیق حاضر با توجه به اهمیت تاب‌آوری شهری در برابر حوادث طبیعی مانند زلزله، لایه‌های اطلاعات فیزیکی شهر دورود مورد بررسی قرار گرفته است. روش تحقیق و پژوهش، توصیفی-تحلیلی است. لایه‌های اطلاعاتی موجود شامل: ساختمان‌های اسکلت فلزی، ساختمان‌های بتن آرمه، ساختمان‌های ساخته‌شده از خشت و چوب، خشت و گل، آجر و چوب، تمام آجر، آجر و آهن، فاصله از گسل، فاصله از فضاهای باز، فاصله از خطوط دسترسی و تراکم جمعیت در بلوک‌های شهری شهر دورود است. لایه‌های آماری با استفاده از روش فازی در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تجزیه و تحلیل شده‌اند. نتایج حاصل در عملکرد گاما نشان می‌دهد که بخش‌های جنوبی و جنوب شرقی شهر دورود از لحاظ فیزیکی وضعیت مناسبی در تاب‌آوری در برابر زلزله را ندارند. در مجموع نتایج پژوهش نشان می‌دهد که به غیر از قسمت‌هایی از ناحیه مرکزی، کل شهر وضعیت نرمالی ندارد. به صورت کلی، وضعیت تاب‌آوری شهر دورود در برابر بحران‌های طبیعی به مقدار ۷۰/۷۰ درصد خیلی کم، ۱۵/۰۲ درصد کم، ۶/۱۹ درصد متوسط، ۲/۲۶ درصد زیاد و ۵/۸۳ درصد خیلی زیاد، می‌باشد.

واژگان کلیدی: تاب‌آوری، روش گاما، سیستم اطلاعات جغرافیایی، دورود، زلزله.

## مقدمه

زلزله یکی از مخاطرات طبیعی محسوب می‌شود که پیوسته در طول تاریخ باعث خرابی‌ها و از بین رفتن جان بسیاری از انسان‌ها شده است. کشور ایران به علت قرارگرفتن روی کمربند زلزله‌ی آلپ- هیمالیا به نحو چشم‌گیری زلزله‌خیز است. از ابتدای قرن بیستم تا زمان حاضر، بیست زلزله به بزرگی هفت ریشتر در سطح گستره‌ی ایران به وقوع پیوسته است، یعنی به‌طور متوسط هر پنج سال، یک زلزله مخرب رخ داده است (Eari, 2008). به‌طور متوسط سالانه نزدیک به ۱۳۰ میلیون نفر در جهان در معرض خطرات ناشی از وقوع زمین‌لرزه قرار دارند. در این بین، ایران با ۴۷۲۶۷ نفر کشته، بالاترین رتبه را دارد (Sharifzadegan and Fathi, 2008). اگرچه در شرایط کنونی، پیشگویی زمان دقیق زمین‌لرزه‌ها و پیشگیری از وقوع آن‌ها امکان‌پذیر نیست، اما کاهش زیان‌های ناشی از آن‌ها امکان‌پذیر است (Ahmadiani et al., 2010). تعیین مشخصات کالبدی (تیپ ساختمانی و راه‌ها) و مشخصات عملکردی (نوع کاربری‌ها، تراکم جمعیتی) در هر یک از مقیاس‌های شهری، با توجه به میزان آسیب‌پذیری و محدودیت‌های مکان طبیعی، جهت افزایش امکانات گریز و پناه مردم، از جمله روش‌های کاهش آسیب‌پذیری می‌باشند (Asgari, 1994). امروزه خسارات فراوان مخاطرات طبیعی و انسانی به محیط و کالبد شهرها باعث شده است که مفهوم تاب‌آوری به منظور کاهش آثار سوانح، به حوزه‌ای مهم در عرصه‌ی مدیریت بحران تبدیل شود (Rezaei et al., 2015). تبیین تاب‌آوری در برابر تهدیدات، در واقع شناخت نحوه‌ی تأثیرگذاری ظرفیت‌های اجتماعی، اقتصادی، نهادی، سیاسی و اجرایی و جوامع شهری در افزایش تاب‌آوری و نیز شناسایی ابعاد مختلف تاب‌آوری در شهرهاست (Fallah et al., 2014). در این میان نوع نگرش به مقوله‌ی تاب‌آوری و نحوه‌ی تحلیل آن، در چگونگی شناخت تاب‌آوری وضع موجود و علل آن نقش کلیدی دارد. از این رو، تبیین رابطه تاب‌آوری در برابر تهدیدات و کاهش اثرات آن، با توجه به نتایجی که در برخواهد داشت و تأکیدی که این تحلیل بر بعد تاب‌آوری دارد، از اهمیت بالایی برخوردار است. در واقع هدف از این رویکرد، کاهش آسیب‌پذیری شهرها و تقویت توانایی‌های شهروندان برای مقابله با خطرات ناشی از تهدیدات، نظیر وقوع سوانح طبیعی است (Behtash et al., 2013). نهادها و آژانس‌های فعال در زمینه‌ی کاهش سوانح، بیشتر فعالیت‌های خود را روی دستیابی به جامعه تاب‌آور در برابر سوانح، متمرکز ساخته‌اند؛ که در این میان به دلیل خسارات وسیع و ناهنجاری‌های گسترده‌ی اجتماعی، زمین‌لرزه‌ها از اولویت بالایی در تلاش برای تقویت تاب‌آوری جوامع در برابر سوانح طبیعی، برخوردارند (Ghanavati et al., 2009). «تاب‌آوری» اساساً یک استعاره است که ریشه در علوم فیزیک و ریاضیات دارد، این اصطلاح در اصل برای توصیف ظرفیت یک ماده یا سیستم برای بازگشت به تعادل بعد از یک جابجایی، مورد استفاده قرار گرفته بود (Norris & Stevens, 2007). برای نخستین بار اصطلاح "تاب‌آوری" توسط مهندسان برای اشاره کردن به توانایی مواد برای بازگشت به یک شرایط از پیش موجود، پس از فشرده شدن استفاده شد. مفهوم تاب‌آوری همچنین به‌وسیله بوم‌شناسی، برای توضیح توانایی یک اکوسیستم جهت جذب و تعدیل، تغییر و حفظ شرایط موجود عملکردش، به کار برده شده است (Sheikh darreny., 2017). (Timerman (1981) نخستین فردی بود که مفهوم تاب‌آوری را در حوزه بلایا و

مخاطرات مطرح کرد. این مفهوم پس از پذیرش چهارچوب کاری هیوگو<sup>۱</sup>، در دوره‌ی سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۰۵ به طور وسیعی به کار گرفته شده است (Salmani Moghadam, 2014).

در اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰، مفهوم بوم‌شناسانه‌ی تاب‌آوری برای فهم عمل متقابل بین مردم و محیط‌زیست به کار برده شد (Janssen & Ostrom, 2006). در همین ارتباط، توسعه جوامع تاب‌آور در برابر سوانح، به عنوان یک روش جدید منطقی جهت کاهش خسارات سوانح و مخاطرات طبیعی مطرح شد. این تغییر بر ماهیت تعاملی سامانه‌های طبیعی، انسانی و محیطی ساخته شده و به نقش انسان در کاهش مخاطرات و سوانح (اقدامات انسان‌ساز و نه طبیعت)، تأکید می‌کند (Cutter et al, 1994).

کشور ایران یکی از کشورهایی است که به دلیل بافت زمین‌شناختی، موقعیت‌های جغرافیایی و نیز عوامل مختلف طبیعی و یا انسانی، در معرض حوادث غیرمترقبه و مخربی همانند زلزله، سیل و آلودگی‌های زیست محیطی مختلف به ویژه آلودگی هوا قرار دارد. این امر، نیاز به سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی‌های کلان‌مدیریتی و اجرایی را برای افزایش تاب‌آوری شهرهای کشور در برابر این‌گونه بلایا و حوادث، دو چندان می‌سازد. بر این اساس، انجام هرگونه تحقیقی که تاب‌آوری و انعطاف‌پذیری محیط‌های زیست شهری در ایران و شهر دورود (به‌طور خاص در این پژوهش) را موردبررسی قرار دهد، واجد اهمیت بوده و برای برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های کلان در این ارتباط، مفید فایده خواهد بود. بحث تاب‌آوری در مطالعات شهری و منطقه‌ای، به دنبال کاهش آسیب‌های شهری مطرح شده است. این مفهوم در ارتباط با محدودیت‌های ناشی از مشکلات اجتماعی و اقتصادی شهری بیان شده است (Lang, 2010). ایمنی در برابر مخاطرات و بحران‌ها از ابتدایی‌ترین اصول جهت دستیابی به استانداردهای مطلوب آسایش شهری است (Mohammadi dah cheshmeh, 2015).

پژوهش حاضر با هدف‌گذاری کاربردی به شیوه توصیفی-تحلیلی به انجام رسیده است. هدف پژوهش، بررسی تاب‌آوری شهر دورود در برابر زلزله بوده که برای این کار، از ترکیب منطق فازی و نرم‌افزار Arc GIS استفاده شده است. در ابتدا به تحلیل لایه‌های مربوط به ۱۱ کاربری منتخب پژوهش به همراه کاربری فضای سبز شهری، برای دستیابی به اهداف پژوهش پرداخته شد. لایه‌های اطلاعاتی موجود شامل: ساختمان‌های اسکلت فلزی، ساختمان‌های بتن آرمه، ساختمان‌های ساخته شده از خشت و چوب، خشت و گل، آجر و چوب، تمام آجر، آجر و آهن، فاصله از گسل، فاصله از فضا‌های باز، فاصله از خطوط دسترسی و تراکم جمعیت در بلوک‌های شهری شهر دورود است. در ادامه، جهت تحلیل داده‌ها برای دستیابی به هدف پژوهش، ابتدا لایه‌های اطلاعاتی، جهت همسان‌سازی و استانداردسازی، با استفاده از توابع فازی موجود در جعبه ابزار تحلیل شبکه، در محیط نرم‌افزار Arc GIS به عضویت فازی در قالب لایه‌های رستری با ارزش صفر تا یک درآمده و سپس با استفاده از عملگر گامای فازی به تحلیل فازی، بررسی تاب‌آوری شهر دورود در برابر زلزله اقدام شده است.

---

<sup>1</sup> Hugo

## مبانی نظری

زمین لرزه‌ها از لحاظ قدرت و غیر قابل پیش‌بینی بودن، یکی از شاخص‌ترین بلایای ویرانگر طبیعی تأثیرگذار بر جوامع بشری هستند (Ranjbar, 2017)؛ که سالانه خسارت‌های زیادی در کشورهای مختلف به بار آورده و گروه‌های انسانی را از جنبه‌های مختلف مادی و معنوی در معرض آسیب قرار می‌دهند (Bartels and VanRooyen, 2012).

در راستای موضوع مورد بررسی در این تحقیق، می‌توان به پژوهش‌های ذیل به عنوان پیشینه‌ای از تحقیقات مشابه و هم‌سو، اشاره داشت:

Lotfi (2020) در مقاله‌ای، سنجش و ارزیابی ابعاد کالبدی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله را در منطقه ۷ تهران مورد مطالعه قرار داده است. در این پژوهش هدف اصلی ارزیابی ابعاد کالبدی تاب‌آوری شهری منطقه ۷ شهر تهران بوده و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از مدل‌های FANP و تاپسیس و نرم افزارهای SPSS, DECISION SUPER, Excel و ARC GIS استفاده شده است. نتایج حاصل از این مقاله نشان می‌دهد که می‌توان ۱۴ شاخص را در ۵ عامل خلاصه کرد. در این میان عوامل اول و دوم، یعنی به ترتیب؛ شاخص‌های دسترسی به معابر دارای عرض مناسب و دسترسی به فضای سبز با ضریب ۰/۱۱۰ بیشترین تأثیر را بر تاب‌آوری کالبدی منطقه ۷ شهر تهران داشته‌اند.

Rahimi (2020) در پژوهشی با عنوان "شناسایی و ارزیابی محدوده‌های ایمن شهری در بحران زلزله به روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (نمونه موردی: منطقه ۲ شهر خرم‌آباد)" با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و نرم‌افزارهای Expert Choice و ArcGIS به این نتیجه رسید که فاصله از گسل بیشترین (۰/۲۰۳) و فاصله از فضای باز شهری (۰/۰۷۸) کمترین وزن معیار موثر را دارند. در پهنه‌بندی محدوده‌های ایمن، نشان داده شد که بخش اعظم منطقه ۲ شهر خرم‌آباد در محدوده متوسط تا نسبتاً ایمن قرار داشته و بیشترین میزان آسیب‌پذیری مربوط به جنوب غربی آن است.

Behzadafshar (2019) در پژوهشی، معیارهای کاربری برنامه‌ریزی زمین در کاهش خطر زلزله جهت تاب‌آوری شهری (نمونه موردی شهر سنندج) را مورد تحلیل قرار داده است. هدف پژوهش، کاهش آسیب‌پذیری شهر و تقویت برنامه‌ریزی کاربری زمین جهت بهینه‌سازی توانایی‌های شهر برای مقابله با خطرات ناشی از زلزله است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که معیار فضایی-کالبدی دارای بیشترین اهمیت می‌باشد. همچنین نتایج زیرمعیارها در مجموعه معیار فضایی-کالبدی نشان می‌دهد که خصوصیات ساختمانی، خصوصیات ژئوتکنیک و کاربری زمین دارای بیشترین اهمیت از نظر کاهش خطر زلزله جهت افزایش تاب‌آوری شهری شهرک آساوله سنندج را دارا بوده است.

Masoumi (2015) در پژوهشی، به تأثیر سبک زندگی بر آمایش و انعطاف‌پذیری شهری (مطالعه تطبیقی: مناطق ۱ و ۱۹ تهران) پرداخته است. در این تحقیق، ابتدا سبک زندگی از ابعاد اجتماعی، اقتصادی و نهادی و سپس ابعاد تاب‌آوری در سطح محلات مطالعه و مشخص شده است. نتایج پژوهش گویای آن است که در کل، به لحاظ سبک

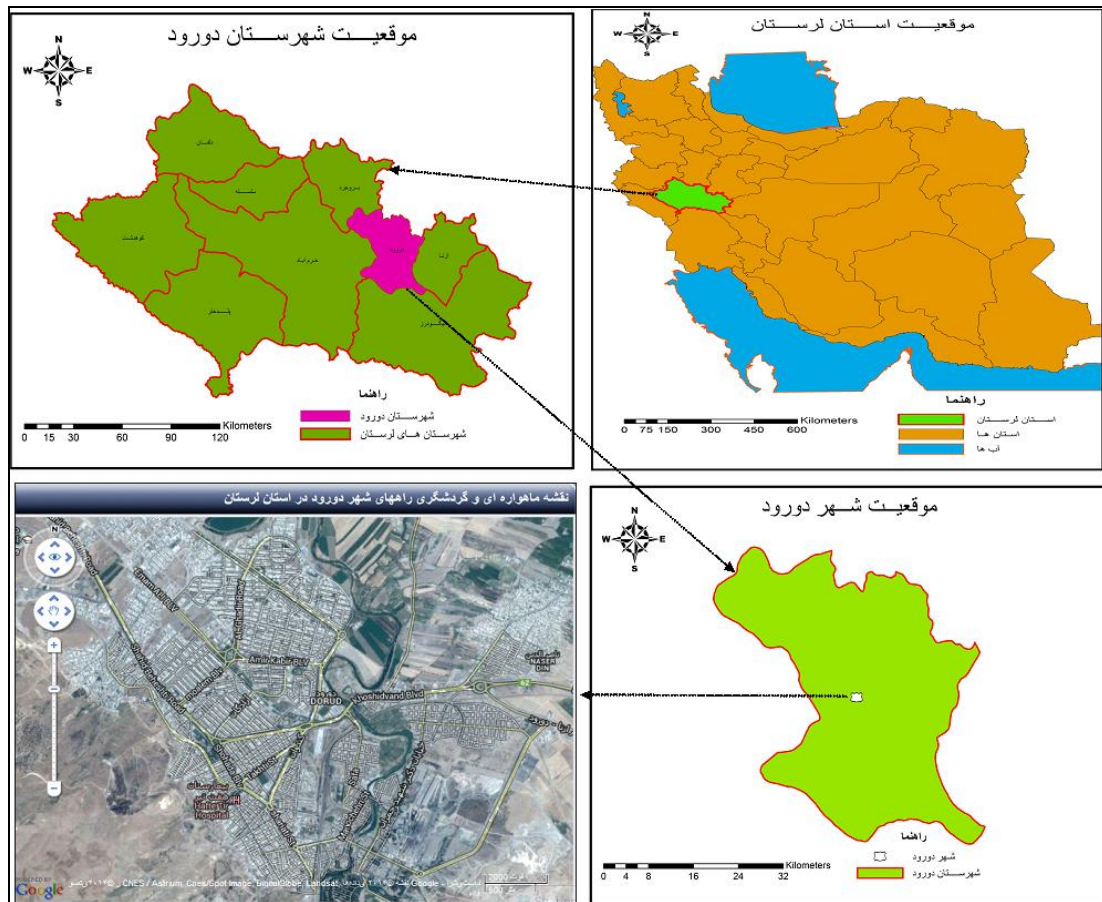
زندگی متفاوت در دو محله، تاب‌آوری یا میزان سازگاری اجتماع محلی در محله قیطریه، نسبت به محله شکوفه‌ی شمالی بیشتر است. در محله قیطریه تاب‌آوری در بعد اقتصادی و نهادی و در محله شکوفه‌ی شمالی تاب‌آوری از بعد اجتماعی بیشتر است.

(Fadaei (2013) در مقاله‌ای، میزان آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در برابر زلزله (مطالعه موردی: شهر سمنان)، را مورد پژوهش و بررسی قرار داده است. هدف اصلی این مقاله شناخت ساختمان‌های آسیب‌پذیر در شهر سمنان در برابر زلزله است. در این مقاله مهم‌ترین ویژگی‌های ساختمان‌ها در آسیب‌پذیری معرفی می‌گردد و با توجه به آن‌ها تجزیه و تحلیل انجام می‌گیرد. نتایج پژوهش مبین آن است که نواحی جنوبی شهر با توجه به قدمت و کیفیت ساختمان‌ها اولویت بالاتری جهت نوسازی و مقاوم‌سازی دارند و بعد از آن نواحی مرکزی و غربی شهر قرار دارند.

#### منطقه مورد مطالعه

شهر دورود با ۴۸ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۲۷۱۹/۳۳ کیلومترمربع وسعت (۹/۶۶ درصد مساحت استان لرستان) در شمال استان لرستان قرار گرفته و از شمال به شهرستان شازند از استان مرکزی، از شمال غربی و غرب به شهرستان بروجرد، از جنوب به شهرستان الیگودرز و از شرق به شهرستان ازنا محدود شده است (Statiscal Yearbook of Lorestan, 2020). شهر دورود بر کوهپایه‌های زاگرس و در دشت سیلاخور قرار گرفته است. در ارتباط با جهت مناسب برای توسعه کالبدی شهر که از قابلیت هموارسازی و اتصال به بافت موجود شهر برخوردار است، از اراضی واقع در شمال و شمال غربی شهر می‌توان نام برد. وجه تسمیه شهر به دلیل وجود دو رودخانه تیره و ماربره است که در این شهر تلاقی پیدا کرده‌اند. این شهر در دوره قاجار بین‌النهرین نامیده می‌شد. در دوره‌ی پهلوی اول این نام به بحرین تغییر یافت. تا اینکه در دوره‌ی پهلوی دوم به اسم امروزی آن دورود، تغییر پیدا کرد. از نظر تاریخی با توجه به حفاری‌های صورت‌گرفته، قدمت این منطقه به دوره‌ی ساسانیان باز می‌گردد. از آثار به جا مانده از این دوره می‌توان به پل تاریخی چالانچولان اشاره کرد. رشد کالبدی شهر دورود تحت تأثیر عوامل انسانی و طبیعی متعددی قرار دارد. از جمله این عوامل عبارت‌اند از؛

- هسته اولیه شهر دورود یعنی دو نقطه‌ی روستایی به نام‌های سرته‌په و بحرین
- وجود سه واحدکارخانه‌ی سیمان دورود، فارسیت و صنایع دفاع
- تأسیس ایستگاه راه آهن سراسری
- آلودگی هوا ناشی از مجاورت با کارخانه‌های سیمان، فولاد و چدن
- وجود کوه باباهور در جنوب غربی
- وجود رودخانه تیره در جهت شمال شرقی
- سایر پدیده‌های انسانی و طبیعی دیگر.



شکل ۱- موقعیت استان لرستان و شهرستان دورود و نقشه ماهواره‌ای و گردشگری راه‌های شهر دورود در سال ۱۳۹۹ (Source: Authors)

از لحاظ اقلیمی شهر دورود دارای آب و هوای معتدل کوهستانی است و معمولا دارای بیشترین بارش در استان لرستان می‌باشد که متوسط بارش سالانه در این شهر  $687/4$  میلی‌متر است. جریان‌های هوایی که محدوده جغرافیایی شهر دورود را طی سال تحت تأثیر خود قرار می‌دهند عبارتند از: جبهه‌ی آب‌وهوای مدیترانه‌ای که سمت غرب و شمال غربی شهرستان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در فصول پاییز و زمستان بر اثر برخورد به ارتفاعات، مقدار قابل توجهی بارش را به همراه دارد. دیگر جبهه، جبهه‌ی آب‌وهوای اقیانوس هند است که از سمت شرق، بر آب و هوای شهرستان تأثیر می‌گذارد. در آخر جبهه‌ی آب‌وهوای آسیای مرکزی که باعث کاهش دما و ایجاد یخبندان در ارتفاعات شهرستان می‌شود. دورود به دلیل عواملی مانند کوهستانی بودن منطقه، نزدیکی این شهر به رشته‌کوه اشترانکوه و بارش فراوان، دارای شبکه آبهای روان می‌باشد. به طور کلی از نظر خصوصیات زمین‌شناسی، منطقه دورود در دو زون ساختاری زمین‌شناسی واقع شده که هر یک از این زون‌ها دارای خصوصیات ویژه‌ای هستند. ویژگی‌های ساختاری هر یک از این زون‌ها را به شرح زیر می‌توان مورد بررسی قرار داد:

### زون ساختاری سنندج سیرجان

این زون دگرگونی که نواحی شمال و شمال شرقی دشت دورود (سیلاخور) را شامل می‌شود، در شمال شرقی رو راندگی اصلی زاگرس واقع شده و از نظر فعالیت‌های دگرگونی بسیار فعال است. ویژگی مهم آن، وجود سنگ‌های دگرگونی و توده‌های نفوذی و آذر آواری است که تحت تأثیر فرو رانش اقیانوس آلپی (نئوتتیس)، به زیر ایران مرکزی به صورت سنگ های آذرین نفوذی و دگرگونی در حاشیه ایران مرکزی جایگزین شده‌اند.

### زون ساختاری زاگرس مرتفع

این زون در اصطلاح زون خردشده‌ی زاگرس نیز نامیده می‌شود و رخنمون جنوبی، غربی و جنوب غربی دشت دورود (سیلاخور) و به طور کلی شهرستان را شامل می‌شود. این زون در جهت شمال غرب به جنوب شرق در محوری که از گرین‌کوه در شمال غرب بروجد به شاه‌نشین در جنوب چالانچولان و پریز و اشترانکوه در جنوب و جنوب غربی دورود ادامه می‌یابد. ویژگی‌های مهم این قسمت، وجود کوه‌های مرتفع و تاقدیس‌های رو رانده با رخنمون سازنده‌های عمیق، عدم وجود فعالیت‌های آتشفشانی و دگرگونی و همچنین گسترش شکستگی‌ها به صورت گسل‌های امتداد لغز، عادی و تراست در این کمربند، می‌باشد.

نهشته‌های کواترنر کهن که بیشتر به صورت پادگان‌های رودخانه‌ای است، در یک زون رادیولاریتی و بخش میانی شهرستان، بیشترین گسترش را دارند. آبرفت‌های جوان کواترنر نیز محدوده وسیعی با جهت شمال غرب-جنوب شرق از ناحیه بروجد شروع شده و تا دامنه شمالی اشترانکوه در شرق دورود را به وجود آورده‌اند و در حال حاضر شهر دورود بر روی این رسوبات گسترش یافته است.

تراکم و تعدد زیاد گسل‌ها در اشترانکوه و مناطق مجاور آن، به علت وجود فاز فشاری کوهزایی‌های آلپی در دوره‌ی ترشیاری و کوهزایی پاسادین در کواترنری است که سبب چین‌خوردن زاگرس چین‌خورده و گسل زاگرس مرتفع گردیده است. در اشترانکوه، دیواره‌های گسلی به صورت فلسی در امتداد شکستگی‌ها بالا آمده و در نتیجه کوه‌ها در امتداد یک سری از گسل‌های متوالی به صورت قطعات کوچک و بزرگ روی هم قرار گرفته‌اند (Yarahmadi, 2015).

بر اساس سرشماری مرکز آمار ایران، جمعیت شهرستان دورود در سال ۱۳۹۵ برابر با ۱۷۴۵۰۸ و شهر ۱۲۱۶۳۸ نفر بوده است. از این تعداد ۶۱۷۸۸ نفر جمعیت شهر، مرد و ۵۹۸۵۰ نفر زن می‌باشد. دورود هشتمین شهر پرجمعیت ایران و سومین شهر پرجمعیت استان لرستان می‌باشد. تعداد خانوارهای شهرستان ۴۲۸۱۹ و شهر ۲۷۲۷۳ است. این تعداد در حدود ۹/۵ درصد جمعیت استان است. بعد خانوار این شهرستان ۸,۴ می‌باشد. نسبت جنسی شهرستان دورود طی چند دوره‌ی سرشماری بین ۱۰۶ تا ۱۰۴ است (Lorestan YearbookStatistical, 2016). مردم دورود به گویش لری صحبت می‌کنند. این شهر به دلیل مهاجر پذیر بودن که دلیل آن وجود راه آهن سراسری شمال به جنوب، قرار گیری در مسیر ترانزیت جاده ای و وجود کارخانه‌های سیمان و صنایع دفاع است، میزبان گویش‌های

مختلف است. لری بختیاری، لری خرم‌آبادی و لری سیلاخوری سه گویش غالب شهر دورود می‌باشد. مذهب اکثریت مردم شهر، شیعه دوازده امامی است.

از نظر وضعیت اقتصادی شهر دورود، تحلیل آماری ساخت و ساز و شرایط اشتغال نشان می‌دهد که در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۷۵ نسبت به سال ۱۳۶۵ شهرستان دورود از رونق خوبی برخوردار بوده است. این مسئله به یقین به دلیل اتمام جنگ تحمیلی و آرامش نسبی کشور پدید آمده که در این دوره ساخت مسکن برای کارکنان بخش‌های مختلف اقتصادی شهر (به‌ویژه بخش صنعت) و نیز ساخت کارخانه‌های فولاد و چدن (در سال ۱۳۶۶)، کارخانه ماشین‌سازی (در سال ۱۳۷۳) و کارخانه تولید کفش غزال (در سال ۱۳۷۵)، سبب افزایش میزان اشتغال در بخش ساختمان شده است.

در این دوره تعداد شاغلین بخش صنعت کاهش یافته و به تعداد شاغلین بخش خدمات اضافه شده است. همچنین، تعداد شاغلین در استخراج معدن افزایش یافته که نشان‌دهنده بهره‌برداری بیشتر از معادن اطراف شهر بوده است. اما از سال ۱۳۹۰ به بعد با توجه به وضعیت تحریم‌ها و تعطیلی بعضی از واحدهای صنعتی روند رو به رشد اقتصادی دهه‌های پیش به سرعت روند نزولی در پیش گرفته، به طوری که این شهر از یک شهر مهاجرپذیر به مهاجرفرست تبدیل گشته است.

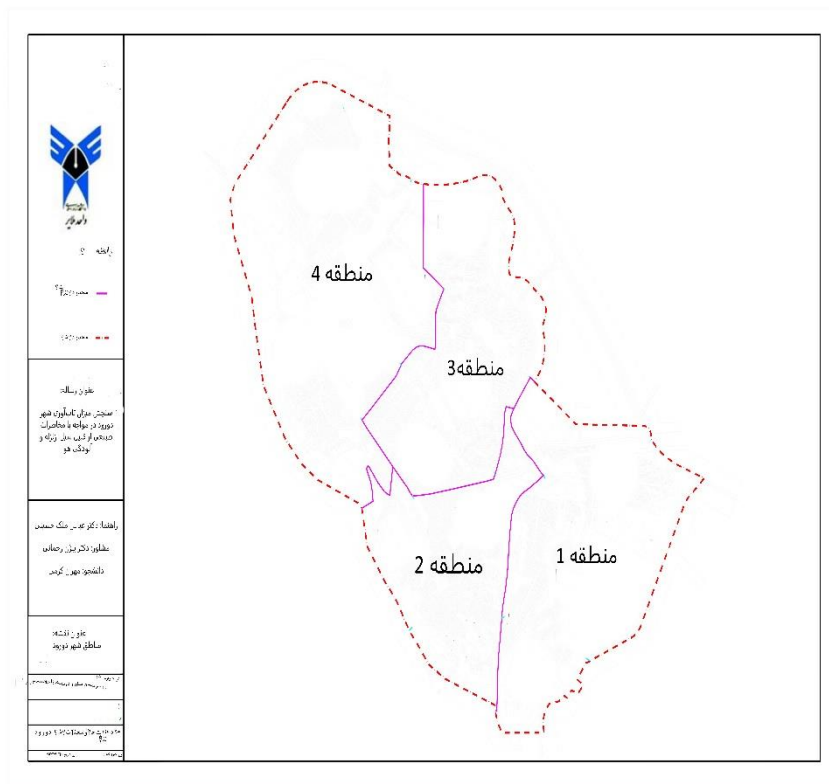
شهر دورود دارای معادن سنگ بسیاری است که کارخانه سیمان و سنگ‌بری‌ها را پوشش می‌دهد. در این شهر کارخانه‌هایی همچون سیمان، فارسیت، صنایع دفاع، قند، نیروگاه گازی، آرد و صنایع غذایی گهر وجود دارد. شرکت سیمان دورود یکی از کارخانه‌های شهر دورود و تأمین‌کننده سیمان مناطق هم‌جوار استان مانند خرم‌آباد، بروجرد، اراک و همدان می‌باشد که طرح ریزی آن در زمان پهلوی بوده و در حال حاضر در سه واحد فعالیت می‌کند. واحد شماره یک این شرکت در سال ۱۳۳۸ افتتاح شد. همچنین نیروگاه گازی دورود یکی از منابع تأمین انرژی در لرستان است که اخیراً سومین واحد این نیروگاه نیز راه‌اندازی شده است. مجتمع صنایع نظامی بنی‌هاشم که در شرق شهر دورود قرار دارد از زیر مجموعه‌های وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران است و در زمینه تولید تجهیزات نظامی فعال است.

نقش غالب شهر دورود، نقش بازرگانی و خدماتی با گرایش به نقش صنعتی - ساختمانی می‌باشد.

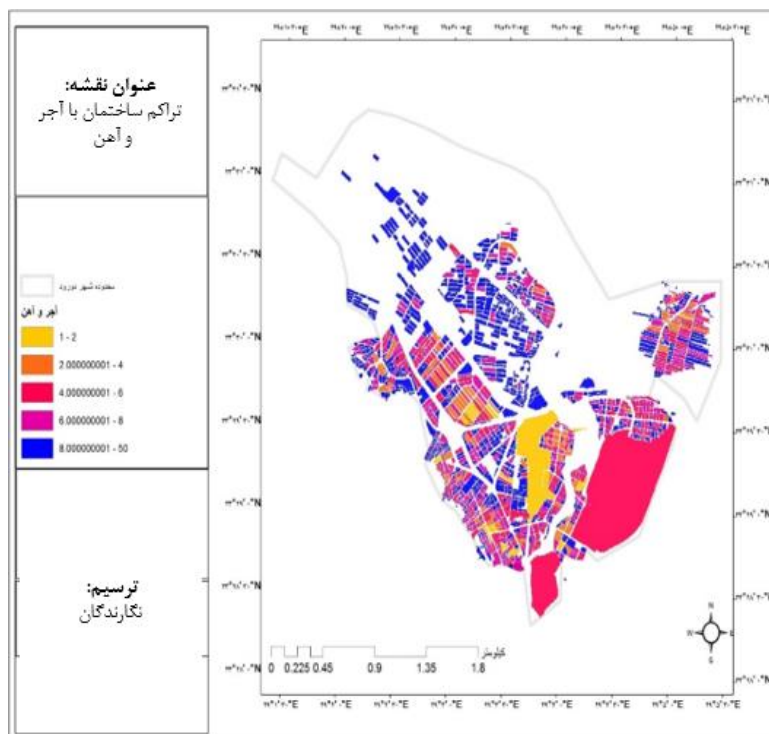
## نتایج و بحث

در این مرحله از پژوهش ابتدا لایه‌های مرتبط با لایه‌های اطلاعاتی منتخب پژوهش، جهت دستیابی به هدف پژوهش با استفاده از توابع فازی به عضویت فازی درآمده‌اند که مبنای ارزش‌گذاری آن‌ها بین صفر تا یک بوده است. به علت ماهیت شاخص‌ها و خوانایی لایه‌ها در عملگرهای فازی و تحلیل منطقی آن‌ها در بررسی تاب‌آوری شهر، شاخص‌ها با استفاده از تابع آستانه خطی فازی سازی شده‌اند. نقشه‌های کلاس‌بندی شده در نرم‌افزار GIS آورده شده است.

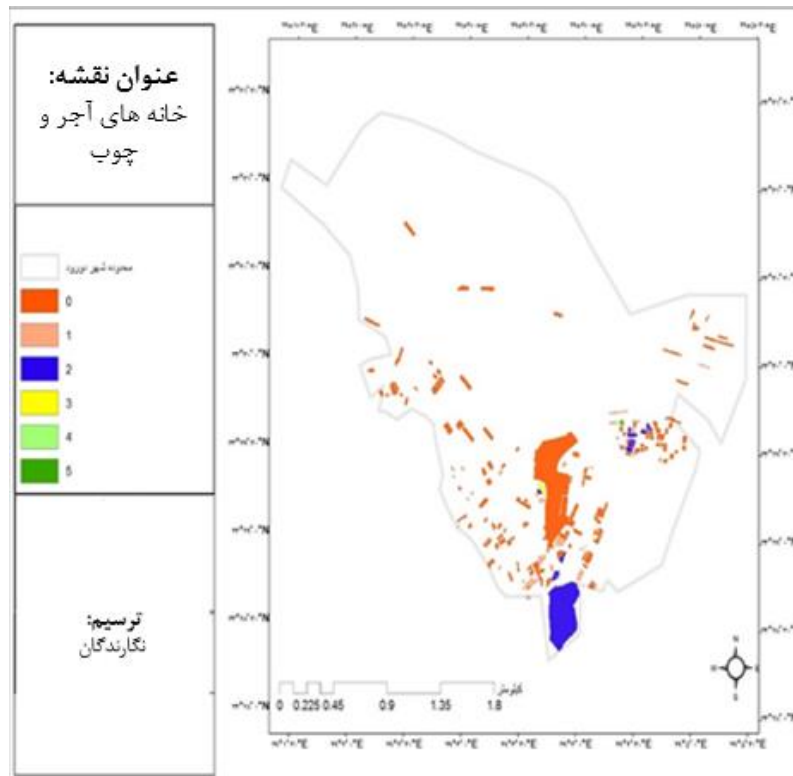




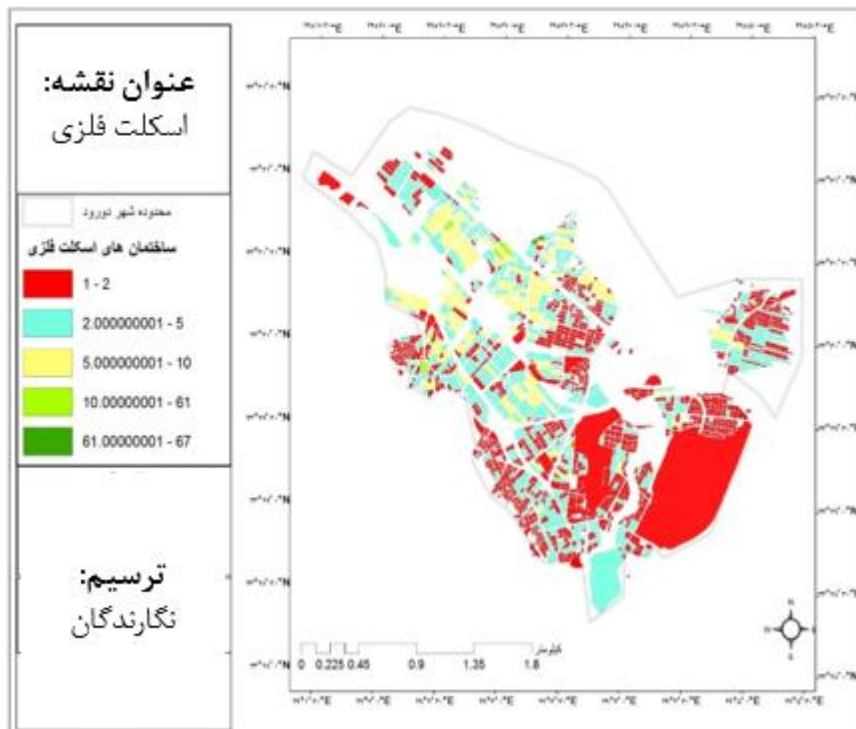
شکل ۲- تقسیم‌بندی مناطق شهر دورود (Source: Authors)



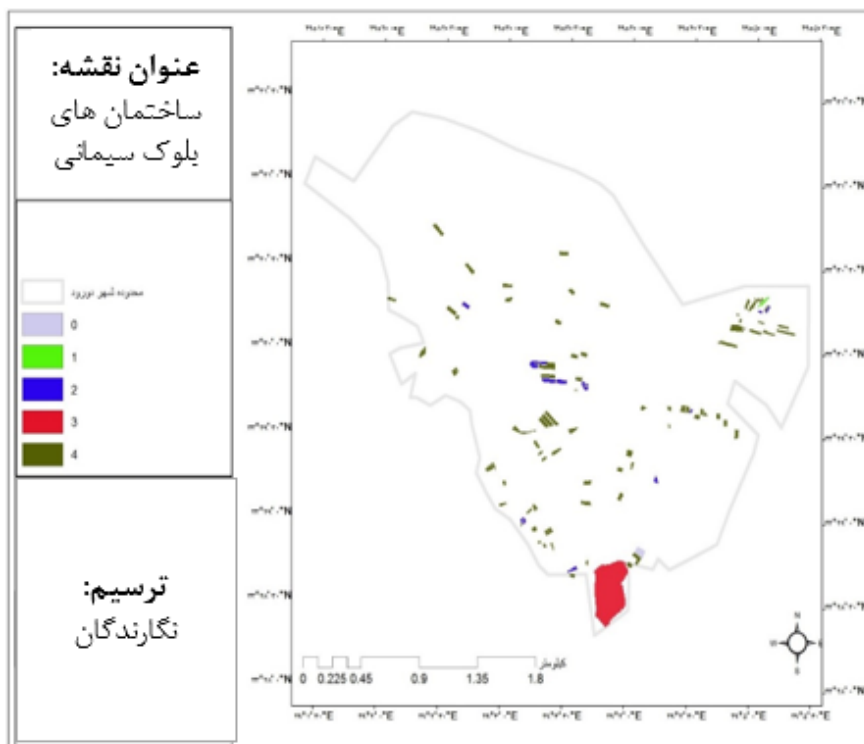
شکل ۳- ساختمان‌های آجری و آهنی (Source: Authors)



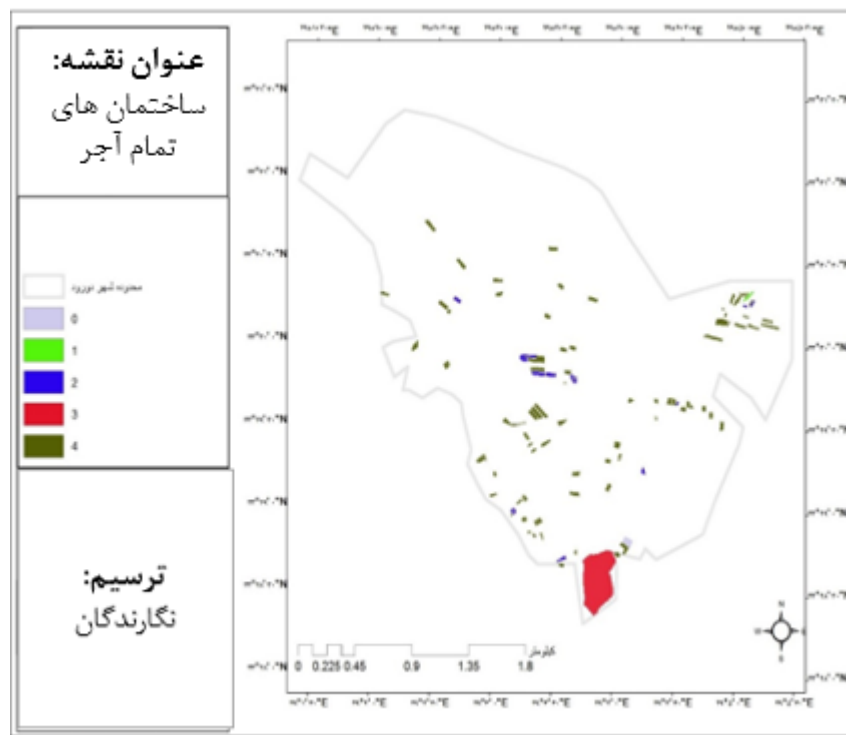
شکل ۴- خانه‌های ساخته‌شده از آجر و چوب (Source: Authors)



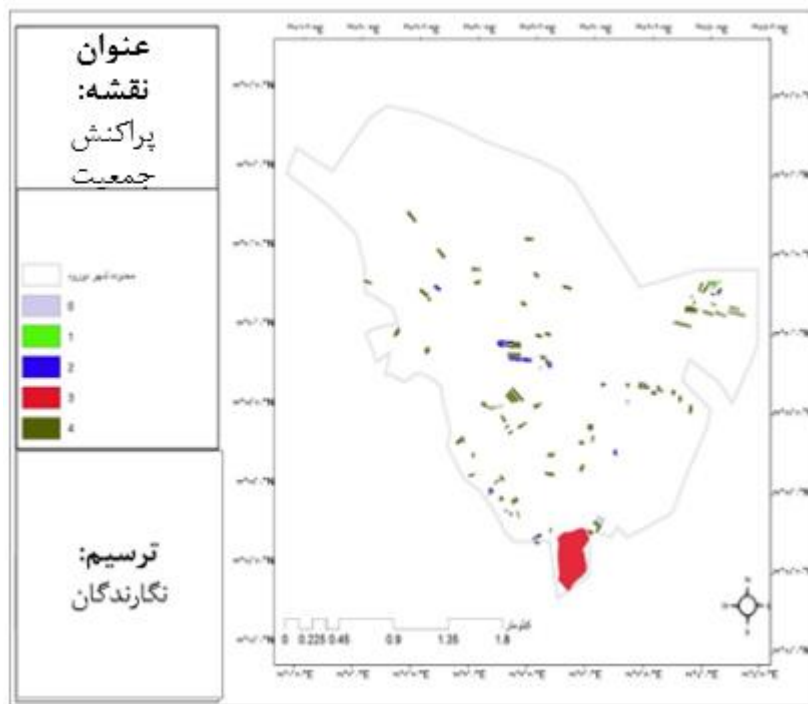
شکل ۵- ساختمان‌های اسکلت فلزی (Source: Authors)



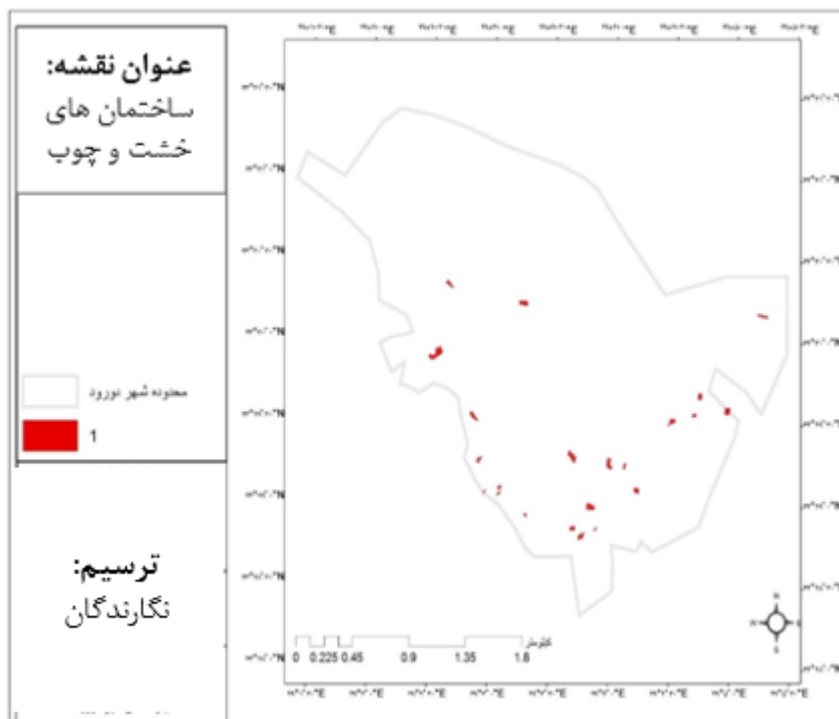
شکل ۶- ساختمان های بلوک سیمانی (تصویر سمت چپ) (Source: Authors)



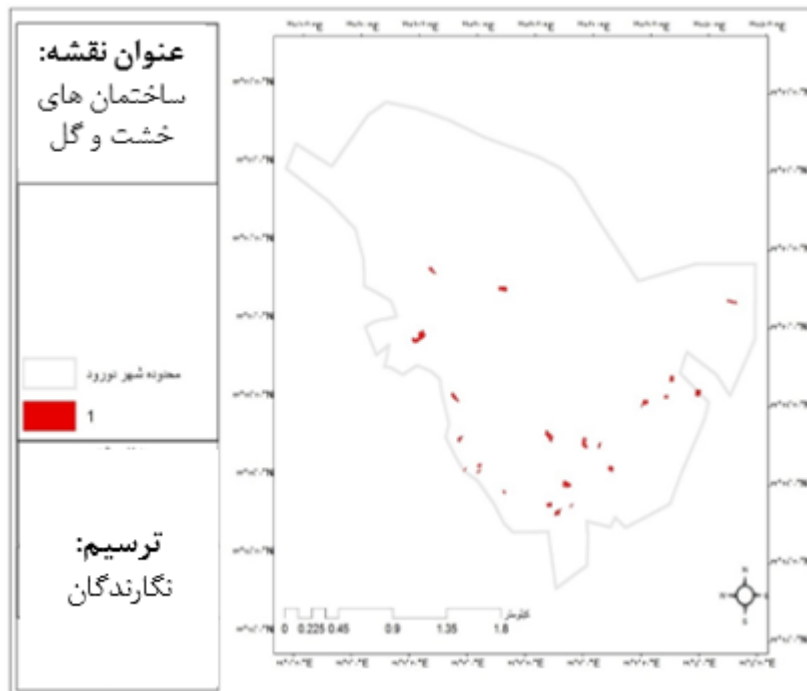
شکل ۷- ساختمان های تمام آجر (Source: Authors)



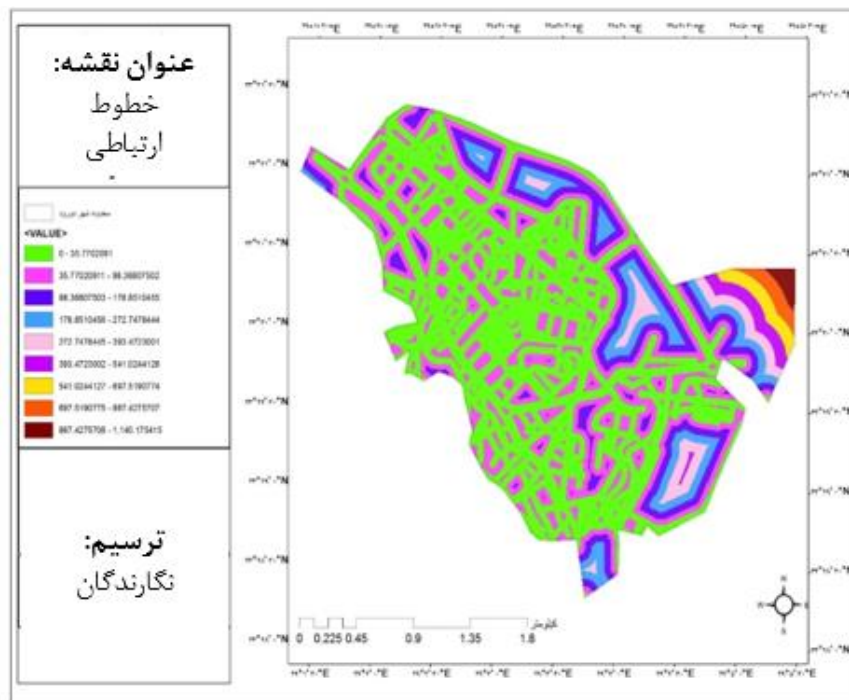
شکل ۸- پراکنش جمعیت در بلوک‌های شهری (Source: Authors)



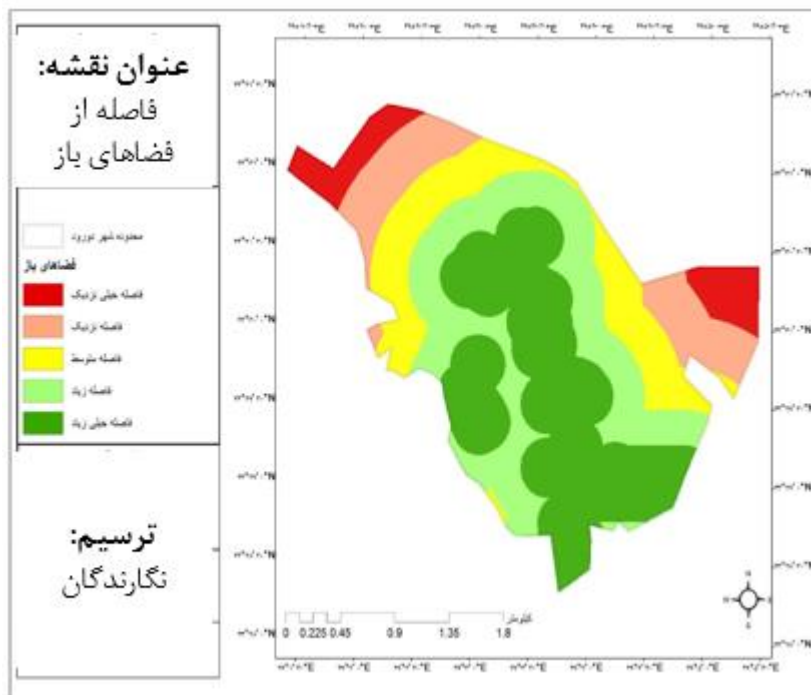
شکل ۹- ساختمان‌های ساخته‌شده از خشت و چوب (Source: Authors)



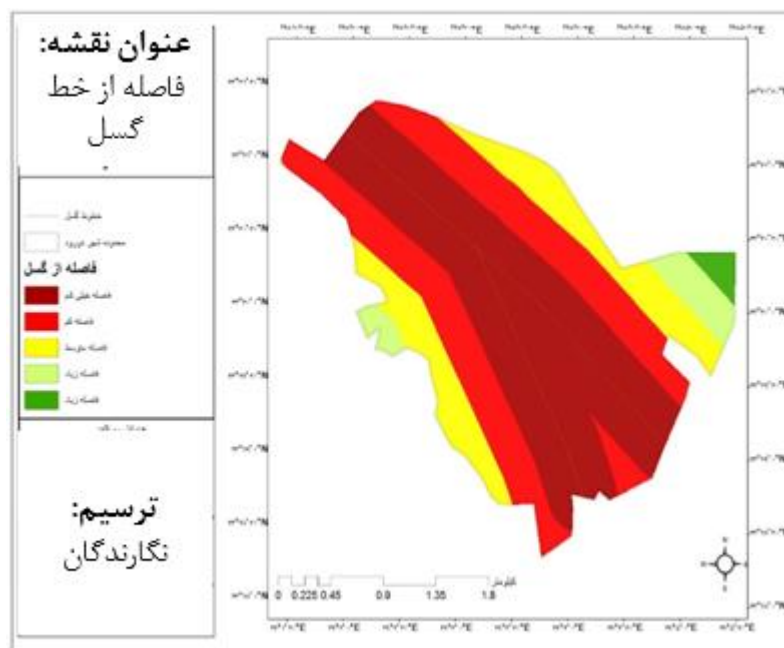
شکل ۱۰- ساختمان‌های ساخته‌شده از خشت و گل (Source: Authors)



شکل ۱۱ = فاصله از خطوط ارتباطی (Source: Authors)



شکل ۱۲- فاصله از فضاهای باز (Source: Authors)

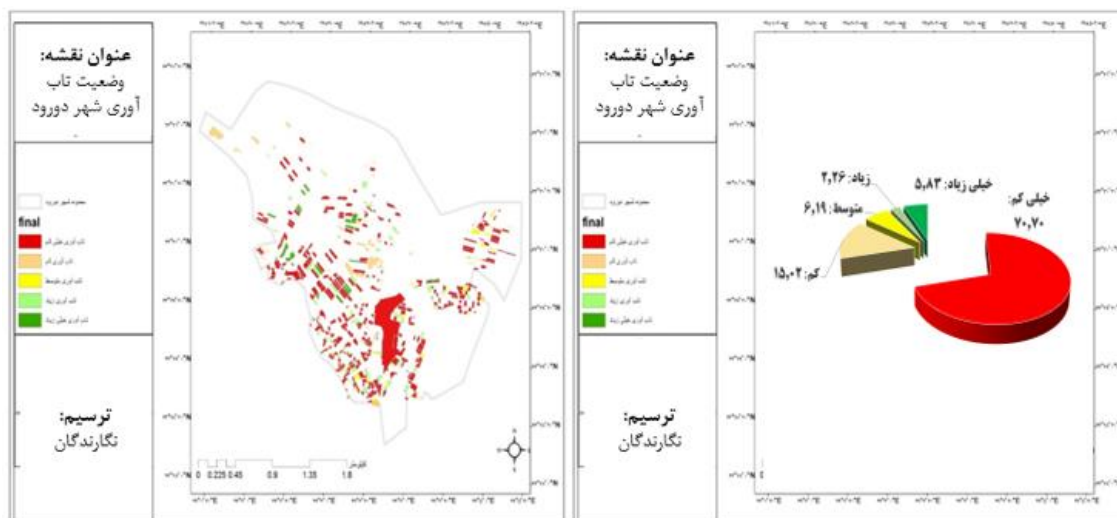


شکل ۱۳- فاصله از خطوط گذر (Source: Authors)

عملگر عمده فازی برای تحلیل به شیوه‌ی منطق فازی در پنج عملگر خلاصه می‌شوند که عبارت‌اند از: عملگر  $\text{AND}$ ،  $\text{OR}$ ،  $\text{Sum}$ ،  $\text{Product}$  و  $\text{Gama}$ . عملگر فازی  $\text{AND}$  مشابه عملگرهای اشتراک در مجموعه‌های کلاسیک است که برای تهیه خروجی از این عملگر به صورت زیر استفاده شد؛

این عملگر در یک موقعیت مشخص حداقل درجه عضویت واحدهای سلولی را استخراج نموده و در نقشه نهایی منظور می‌کند. در حقیقت به دلیل عدم وجود شاهد یا عامل یا شاخص خاص در تعیین پهنه یا مکان مناسب برای توسعه و ضعف این عملگر در اعمال اثر تمامی شاخص‌های دخیل در ارزیابی استقرار بهینه مکانی؛ این عملگر در مطالعه حاضر برای تحلیل استفاده نشده است. عملگر OR فازی، مشابه عملگر اجتماع در مجموعه‌های کلاسیک عمل می‌کند که بدین صورت تعریف می‌گردد: در این عملگر در یک موقعیت مشخص، برخلاف عملگر AND، حداکثر درجه عضویت واحدهای سلولی استخراج و در نقشه‌ی نهایی اعمال می‌گردد. به عبارت دیگر مقدار عضویت ترکیب‌شده در یک موقعیت، توسط مناسب‌ترین نقشه‌های فاکتور محدود می‌گردد. در مناطقی که شاخص‌های تأثیرگذار محدود بوده و وجود عوامل یا شاخص‌های مثبت برای تعیین پهنه یا مکان مناسب برای توسعه و پیشبرد طرح کافی باشد، از این عملگر استفاده می‌شود. از این عملگر نیز به واسطه عدم اعمال تأثیر همگی شاخص‌ها در موضوع مدنظر استفاده نشده است.

عملگرهای Product و Sum فازی که به ضرب جبری فازی و جمع جبری فازی معروف هستند به ترتیب گرایش حداکثر کاهش و حداکثر افزایش دارند و معمولاً به‌تنهایی، نتیجه‌ی قابل اتکایی ارائه نمی‌دهند و در بدنه‌ی عملگر Gama فازی مورد استفاده قرار می‌گیرند. عملگر Gama فازی یک حالت کلی از عملگرهای Product و Sum فازی است که به صورت تلفیقی به‌کار گرفته می‌شود. در عملگر Gama فازی و رابطه‌ی بیان‌شده برای آن، مقدار  $\delta$  بین صفر تا یک متغیر هست؛ اگر مقدار، یک انتخاب شود تبدیل به یک عملگر Sum فازی می‌گردد و اگر صفر انتخاب شود به عملگر Product  $\delta$  تبدیل می‌گردد؛ بنابراین بایستی توجه شود که انتخاب صحیح مقدار  $\delta$  در خروجی تأثیر خواهد گذاشت و می‌تواند در سازگاری گرایش‌های کاهش‌ی که در عملگر Product قرار دارد با گرایش‌های افزایشی که در عملگر Sum وجود دارد، بسیار تعیین‌کننده باشد. علت استفاده از این عملگر در مطالعه حاضر، به کارگیری گرایش‌های کاهش‌ی و افزایشی، تعیین و آزمایش مقدار حد آستانه  $\delta$ ، متناسب با شرایط موجود محدوده مورد مطالعه و مسئله پژوهش است.



شکل ۱۴- نقشه پایانی حاصل از گامای فازی در سیستم اطلاعات جغرافیایی (Source: Authors)

نتایج حاصل در عملگر گاما نشان می‌دهد که بخش‌های جنوبی و جنوب شرقی شهر دورود از لحاظ فیزیکی وضعیت مناسبی در تاب‌آوری در برابر زلزله ندارند. در مجموع نتایج پژوهش نشان می‌دهد که به غیر از قسمت‌هایی از ناحیه مرکزی کل شهر وضعیت نرمالی ندارد. بصورت کلی وضعیت تاب‌آوری شهر دورود در برابر بحران‌های طبیعی به مقدار  $70/70$  درصد خیلی کم،  $15/02$  درصد کم،  $6/19$  درصد متوسط،  $2/26$  درصد زیاد و  $5/83$  درصد خیلی زیاد، می‌باشد.

### نتیجه‌گیری و دستاورد علمی پژوهشی

امروزه به دنبال رشد مداوم جمعیت شهرنشین و همچنین افزایش مخاطرات طبیعی، تقویت تاب‌آوری شهرها امری ضروری بوده و می‌بایست به منظور کاهش آسیب‌پذیری به عنوان بخشی مهم در طرح‌های توسعه شهری لحاظ گردد. بحث «تحلیل و افزایش تاب‌آوری نسبت به سوانح طبیعی» به حوزه‌ای مهم و گسترده تبدیل شده است به طوری که در حال حاضر از حرکت هم‌زمان و متقابل توسعه پایدار و مدیریت سوانح به سمت افزایش تاب‌آوری بحث می‌شود. در سطح جهانی، تغییرات چشمگیری نسبت به مخاطرات دیده می‌شود؛ به طوری که دیدگاه غالب، از تمرکز بر روی صرفاً کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل سوانح تغییر پیدا کرده است. بر این اساس، تحلیل و افزایش تاب‌آوری سیستم‌های انسانی و محیطی در برابر سوانح طبیعی در مسیر نیل به آرمان توسعه پایدار، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است. در تحقیق حاضر، با بررسی جامع تاب‌آوری شهر دورود در برابر زلزله، مصاحبه با متخصصین، بهره‌گیری از روش‌های گاما، منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی سعی بر ارائه روشی جهت افزایش تاب‌آوری شهر دورود در برابر زلزله شده است. تاکنون در مورد بررسی تاب‌آوری در مقابل زلزله در شهر دورود، تحلیل جامعی صورت نگرفته است. در این پژوهش برای بررسی تاب‌آوری در مقابل زلزله، اقدام به بررسی ساختمان‌هایی با ویژگی‌های کالبدی شده است. همچنین با استفاده از لایه‌های مرتبط در سیستم اطلاعات جغرافیایی، به بررسی میزان تاب‌آوری بلوک‌های شهری در شهر دورود پرداخته شده است، بدین معنا که در این پژوهش، کاربری‌های شهری به دوازده لایه تقسیم‌شده و میزان تاب‌آوری شهر دورود از لحاظ زلزله مشخص شده است. از برآیند این تحقیق مشخص شد که بخش‌های جنوبی و جنوب شرقی شهر دورود، از لحاظ فیزیکی وضعیت مناسبی در تاب‌آوری در برابر زلزله ندارند. در مجموع نتایج پژوهش نشان می‌دهد که به غیر از قسمت‌هایی از ناحیه مرکزی و شمال غربی شهر که اسکلت‌های بتونی و فلزی بیشتری به چشم می‌خورد که در تاب‌آوری شهر در مقابل زلزله موثر می‌باشد؛ در کل، شهر وضعیت نرمالی از نظر تاب‌آوری در برابر زلزله ندارد. نکته قابل توجه این است که اکثر بلوک‌های شهری پراکنده و به صورت محسوسی تاب‌آوری لازم را در برابر زلزله ندارند. از طرف دیگر درصد نقاط خطرپذیر نسبت به نقاط امن بسیار بالا است. در جهت پی‌بردن به میزان آسیب‌پذیری نواحی مورد مطالعه در برابر زلزله، نقشه‌های وزن‌گذاری شده روی هم گذاری شده و با در نظر گرفتن وزن‌های اعمال‌شده بر روی این لایه‌ها، مناطق آسیب‌پذیر مورد استخراج قرار گرفتند. در منطقه یک، شهر دارای درصد آسیب‌پذیری بالایی بوده و حدود ۸۵ درصد می‌باشد. این منطقه بیشترین سهم آسیب‌پذیری در برابر زلزله را دارد و دارای تاب‌آوری بسیار کم



است. در منطقه‌ی دو نیز وضعیت، آسیب‌پذیر بوده و حاکی از عدم تاب‌آوری در برابر زلزله را دارد، درصد آسیب‌پذیری در این منطقه‌ی برابر با ۸۴/۴۸ است. در منطقه‌ی سه شهر، درصد آسیب‌پذیری بیش از ۵۰ درصد می‌باشد که از دو منطقه‌ی دیگر کمتر است. در منطقه‌ی چهار نیز درصد آسیب‌پذیری بیش از ۶۳ درصد بوده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد تمامی شهر نیاز به توجه خاصی در رابطه با تاب‌آوری در مقابل زلزله دارد. با توجه به وجود گسل‌های فعال در منطقه در صورت رخ دادن حوادثی مانند زلزله، امکان خسارت، بسیار زیاد خواهد بود. افزایش استحکام ساختمان‌ها، تجدیدنظر مجدد در دسترسی‌های شهری، تعبیه فضاهای باز امن در بین محیط‌های مسکونی برای گریز و پناه هنگام بحران، مکان‌یابی و انتقال تاسیسات و کارگاه‌های پرخطر در فاصله‌ی مناسب از شهر، داشتن دیدگاه همه‌جانبه در مورد موقعیت شهر دورود در خصوص خطرپذیری و توسعه‌ی شهری، توزیع درست کاربری‌ها و جمعیت بر اساس اصول تاب‌آوری، مکان‌یابی مناسب کاربری‌های حساس نسبت به دیگر کاربری‌ها، برگزاری کارگاه‌ها و آموزش‌های اصول تاب‌آوری برای مدیران شهری، تقویت و بازسازی خانه‌های منطقه یک و دو که دارای بیشترین آسیب‌پذیری در برابر زلزله می‌باشند، از پیش مشخص کردن نقش و مسئولیت‌های مدیران شهری بر اساس برنامه‌های جامع مدیریت سوانح، به عنوان راهکار پیشنهاد می‌شود.

## References

- Ahmadiani Jamal, M., Sahraian, Z. and Khosravi, F., (2010), Role of causes in physical vulnerability of jahrom city against earthquake, *Journal of Geographical Sciences*.17(14): 121-143.
- Asgari, A. (1994), Assessing the benefits of planning measures to reduce risks: case of natural hazards induced Risks.
- Bartels, S. A. VanRooyen, M. J. (2012). Medical complications associated with earthquakes, *The Lancet* . 379: 748-757.
- Behtash, M.R., Keynejad, M.A., Pirbabaei, M.T. and Asgari, A., (2014), Evaluation and Analysis of Dimensions and Components of Tabriz Metropolis Resiliency, *Journal of fine Arts, Architecture and Urban Planning*, 18(3): 33-42.
- Behzadafshar, K., Akbari, P. (2019), Explanation and analysis of land use planning criteria in earthquake risk reduction to increase urban resilience (Case study: Sanandaj city). *New Attitudes In Human Geography*. 11(2): 341-357.
- Cutter, S.L., (1996), Societal responses to environmental hazards, *Intsoc. Sci.J.*
- Eari, A., (2008), Planning to reduce the effects of earthquakes at urban levels, Master Thesis in Geography and Urban Planning, Beheshti University, 260.
- Fadaei Islam, A., Bakhshandeh Nusrat, A., Arghan, A. (2013), Investigating the vulnerability of buildings to earthquakes (Case study: Semnan city). *New Attitudes In Human Geography*. 5(4): 90-100.
- Fallah, M., Masoud, M. and Navaei, A., (2014), The role of flexible and resilient urban space design in disaster management, 5<sup>th</sup> International Conference on Integrated Natural Disaster Management, Tehran, 23,24, 1354-1363.
- Ghanavati, E., Ghalami, SH. And Abdoli, A., (2009), Enable of urban crisis management for reducing natural hazard (earthquake) case study: khoram abad city, *journal of physical Geography* , 4(1): 15-25.
- Janssen, M. Ostrom, E. (2006), Sustainability, Julie Ann Wrigley Global Institute of (GIOS) CLAS-SS: Human Evolution and Social Change, School of (SHESC) CLAS-SS: Social Science Research, Institute for (ISSR) IAFSE-CIDSE: Computer Science and Engineering.

- Lotfi, S., Nikpour, A., Akbari, F. (2020), Assessment and evaluation of physical dimensions of urban resilience against earthquakes (Case study: District 7 of Tehran). *New Attitudes In Human Geography*. 12(4): 20-36.
- Manije, R., (2017), Flexibility of urban spaces Case study: Nain city, The 4th Scientific Congress of New Horizons in the Field of Civil Engineering, Architecture, Culture and Urban Management of Iran, Tehran.
- Masoumi, L., (2015), The Effect of Lifestyle on Urban Planning and Flexibility (Comparative Study: Districts 1 and 19 of Tehran), Master Thesis in Geography and Urban Planning, Beheshti University, 141.
- Mohammadi Dah Cheshmeh, M., (2015), The Measuring of Connectivity in Urban Texture of Karaj Facing with Hazards, *MJSP*, 18 (3):53-78.
- Rahimi, M., Olfati, A., Ravanshadnia, M. (2020), Identification and evaluation of urban safe areas in earthquake crisis by fuzzy hierarchical method (Case study: District 2 of Khorramabad). *New Attitudes In Human Geography*. 12(3): 678-695.
- Ranjbar, H. R. Dehghani, H. Azmoude Ardalan, A. R. Saradjian, M. R. (2017). A GIS-based approach for earthquake loss estimation based on the immediate extraction of damaged buildings, *Geomatics. Natural Hazards and Risk*. 8(2): 772-791.
- Rezaei, M.R., Rafieian, M., & Hosseini, S.M., (2015), Measurement and evaluation of physical resilience of urban communities against earthquake (Case study: Tehran neighborhoods), *Journal of Human Geography Research*, 47(4): 609-623.
- Salmani, Moghadam, M., Amir Ahmadi, A. and Kavian, F., (2014), Application of Planning in Increasing Urban Resilience to Earthquake Using GIS Geographic Information System (Case Study: Sabzevar City), *Journal of Arid Regions Geographic Studies*, 17(5): 17-34.
- Sharifzadegan, M.S. and Fathi, H., (2008), Application of seismic risk assessment models in urban planning and design, *Journal of Softe*, 46(17): 109-124.
- Sheykh Dare ney, F., Esmailvandi, M. and Hamidi, N., (2017), Evaluation of the vulnerability of urban old texture against natural hazards by disaster management approach (case study: urban old texture of Ahvaz), 5<sup>th</sup> Scientific Conference on New Horizons in Geography Sciences and Architectural and Urban Planning of Iran, Tehran, 12, 52-64.
- Steven J. R. (2016), A multi-scalar, mixed methods framework for assessing rural communities' capacity for resilience, adaptation, and transformation, *Journal Community Development*. 124,140.
- Yarahmadi, A. (2015), *Natural geography of Lorestan*, 1, University of Lorestan, 134.
- Yearbook of Demographic Statistics of Lorestan Province*, (2016), 7, 178.

## **Evaluation of resilience of the Doroud City against earthquake Using Gamma method in Geographic Information System(GIS)**

**Mehran Karami**

PhD Student of Geography & Urban Planning, Malayer Branch, Islamic Azad University,  
Malayer, Iran

**Abbas Malekhosein \***

Associate Professor of Geography & Urban Planning, Malayer Branch, Islamic Azad  
University, Malayer, Iran

---

### **Abstract**

Earthquake of the main struggling issues with a long lasting history. Similar to many Iranian cities, Doroud has been also placed in an area with high risk of earthquake occurrence. With respect to the unexpectancy of earthquake, an attempt must be made with the aim of diminishing its economic loss and the casualties. Moreover, other factors such as decreasing post occurrence damage, post occurrence crisis management, to make urban resilience against earthquake should be considered. Nowadays, resilience has been applied in various fields specially in crisis management and unexpected events. The main intention of crisis management and planning has been directed mainly towards resilience in the societies, which is parallel to the main aim of causality mitigation. In the current work, with respect to the significance of resilience in natural disasters such as earthquake, the available physical documentary of Doroud have been investigated. The investigation method is descriptive and analytic. The investigates documentary includes building, steel structure, reinforced concrete, Wooden based buildings, sun-dried brick and clay, brick and wooden, full brick and brick and iron buildings, distance from fault, distance from open zones, access lines and also population density in Doroud urban zones. Statistical layers have been analyzed utilizing fuzzy method in Geographic Information System. The yielded results in Gamma Operator indicate that the southern and south eastern zones of Doroud are not physically appropriate with respect to resilience against earthquake. As a general weighting is the results, one can state that apart from central zones, the whole city is not in a normal status.

**Keywords: Resilience, Gamma method, GIS, Doroud, Earthquake.**

---

---

\* (Corresponding Author) Malekhoseini@Yahoo.com