مجله آمایش جغرافیایی فضا،
فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان
سال دهم/ شماره مسلسل سی و هشتم/ زمستان ۱۳۹۹ / صفحات: ۲۸۴-۲۷۱

تحلیل تطبیقی آسیب‌پذیری کالبدی بافت مرکز و پیرامون شهر گرگان در برابر زلزله

عبدالرضا دادبود[۱]، علی زنگی‌آبادی[۲*]

[۱]گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی، دانشکده علوم جغرافیای و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران؛
[۲]گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی، دانشکده علوم جغرافیای و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۹/۶

چکیده

مهم‌ترین عامل در آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در هنگام زلزله به مشخصه‌های کالبدی نظیر قدمت ابنیه، مصالح، تعداد طبقات، عرض معبر و درجهٔ آسیب‌پذیری بر می‌گردد. بر همین مبنا هدف پژوهش حاضر تحلیل آسیب‌پذیری بافت کالبدی مناطق مرکزی شهر گرگان نسبت به نواحی پیرامونی در برابر زلزله است. در این پژوهش از روش خوشه‌ای و رائو (R.H.C) استفاده شده است. جامعهٔ آماری پژوهش شامل مشخصات ۴۰۰ مورد از ساختمان‌های شهر گرگان است که براساس فرمول کوکران تعیین شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد بر اساس نتایج آزمون همبستگی رگرسیون، رابطه متغیر آسیب‌پذیری با عرض معتبر مستقیم و متوسط، با قدمت ساختمان مستقیم متوسط، با نوع مصالح مستقیم قوی، با تعداد طبقات مستقیم قوی و در نهایت با تعداد واحد در ساختمان مستقیم و ضعیف است. بر اساس نتایج رگرسیون، به‌ترتیب مصالح ساختمانی و تعداد طبقات بیشترین تأثیر را در آسیب‌پذیری بافت کالبدی مناطق شهری دارند و پس از آن قدمت ابنیه، دسترسی به معبر و در نهایت تعداد واحد مسکونی در ساختمان در رده‌های بعدی قرار دارند. نتایج حاصل از مقایسهٔ میزان آسیب‌پذیری کالبدی بافت مرکزی و پیرامونی شهر گرگان نشان‌دهنده آن است که میانگین تراکم واحدهای مسکونی (معادل ۱/۹۲) در بافت مرکزی کمتر است. قدمت ابنیه بافت مرکزی (برابر با ۲/۳۱) بیشتر است. طبقات ساختمان‌های بافت پیرامونی (برابر با ۱/۲۹) از ارتفاع بیشتری برخوردار هستند. در زمینهٔ شاخص دسترسی واحدها به معبر (معادل ۲/۳۳)، ساختمان‌های بافت پیرامونی از دسترسی مناسب‌تری به معابر عریض‌تر برخوردار هستند. شاخص نهایی مربوط به میزان آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در منطقهٔ مرکزی و پیرامونی نشان می‌دهد که میانگین بافت پیرامونی برابر با ۲/۴۲ است و در نتیجه، ساختمان‌های این بخش از آسیب‌پذیری کمتری برخوردار می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: آسیب‌پذیری، زلزله، بافت مرکزی، بافت پیرامونی، شهر گرگان

مقدمه

در دهۀ ۱۹۸۰، ۱۷۷ میلیون نفر تحت تأثیر بلایای زیست محیطی قرار گرفته بودند؛ تا سال ۲۰۰۲ این رقم به علت رشد جمعیت، شهرنشینی سریع، زوال و تخریب زیست‌محیطی و تغییرات آب و هوایی تقریباً به ۲۷۰ میلیون نفر رسیده است. از این افراد که تحت تأثیر بلایا قرار گرفته‌اند، ۹۸٪ آنها در کشورهای کم درآمد زندگی می‌کنند. در سال ۲۰۰۵، ۴۳۰ فاجعه زیست‌محیطی ۹۰۰۰۰ نفر را به کام مرگ کشید که اکثریت آنها در کشورهای کم درآمد زیسته‌اند. بلایا به میزان نامتوازنی بر افراد فقیر در شهرهای کشورهای در حال توسعهٔ تأثیر گذاشته است و آنها تا حدودی در حفظ فقر و ناعدالتی تأثیر دارند (Chafe, 2007). آمارهای جهانی نشان‌دهنده تعداد روزافزون فجایع و اثرات فاجعه در دهه‌های گذشته است. در واقع، فجایع زیست‌محیطی تنها در چهار دهه گذشته موجب مرگ بیش از ۳/۳ میلیون نفر و ۲/۳ میلیارد دلار خسارت اقتصادی شده‌اند (WB, 2010:10). در دو دهه گذشته،

*نویسنده مسئول: dadboodabdolreza@gmail.com

دو مخاطره جغرافیایی یعنی زلزله هائیتی (۲۰۱۰) و سونامی و زلزله اندونزی (۲۰۰۴) موجب بالاترین ناقوس مرگ در نتیجه فجایع زیست‌محیطی گردید (Gencer, 2013:8). فاجعه از آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات محیطی ناشی می‌شود. جغرافیای ویژه‌ای نسبت به این آسیب‌پذیری وجود دارد. برخی از شهرها به خاطر موقعیت مکانی‌شان نسبت به سایر شهرها در برابر بلایای ویژه‌ای بیشتر صدمه می‌بینند؛ برای نمونه مکزیکوسیتی نسبت به شهر نیویورک در برابر فوران آتشفشان حساس‌تر است. رشد شهر از نظر برنامه‌ریزی[1] ضعیف، جنگل‌زدایی[2] و تدارک بهداشتی ضعیف از جمله عواملی هستند که موجب افزایش احتمال تبدیل مخاطرات به فاجعه می‌گردند. بسیاری از شهرها و بویژه شهروندان فقیرتر آنها در برابر مخاطرات زیست‌محیطی که می‌توانند به بلایا تبدیل شوند از آسیب‌پذیری بیشتری برخوردارند (Benton-Short&Short,2019).

طبق اعلام سازمان مدیریت بحران کشور، ۷۸٪ از مساحت کشور در منطقه خطر لرزه‌خیزی بالا قرار دارد و ۱۰٪ از تلفات انسانی ناشی از بلایا در نتیجه زلزله است. استان گلستان جز استان‌های رده دوم خطر زلزله و در رده خود اولین استان پرخطر است. در آمار بین سال‌های ۵۶ تا ۸۶ گلستان در این زمینه رتبه هفتم را داشته است. حوادث و بلایای طبیعی نظیر سیل و زلزله هرسال خسارت‌های زیادی در استان گلستان برجای می‌گذارد و این استان ازنظر وقوع این حوادث در کشور رکورددار است. سالانه بیش از ۱۰ هزار زلزله در کشور رخ می‌دهد که درصد قابل‌توجهی از این حادثه در گلستان به وقوع می‌پیوندد. برآیند بررسی‌ها نشان می‌دهد که تاکنون ۸۴۰ زمین‌لرزه در گلستان ثبت شد و مناطق زیادی از مساحت این استان مستعد زمین‌لغزش هستند. نقشه‌های پهنه‌بندی لرزه‌ای که برای سنگ‌بستر لرزه‌ای بر پایه پیشینه شتاب جنبش نیرومند زمین و برای دوره بازگشت ۴۷۵ و ۲۴۷۵ سال تهیه شده نشان می‌دهد که بدون در نظر گرفتن تأثیر آبرفت‌ها، استان گلستان دارای چهار پهنه، نواحی با خطر لرزه‌ای بسیار زیاد، زیاد، متوسط و پایین است که شهر گرگان در پهنه‌های بسیار زیاد و زیاد قرار دارد (مهدویان، ۱۶۷:۱۳۹۲). بر همین اساس هدف پژوهش حاضر تحلیل آسیب‌پذیری بافت‌های شهر گرگان از لحاظ شاخص‌های کالبدی و مقایسهٔ مناطق مرکزی و پیرامونی نسبت به زلزله است.

مفاهیم، دیدگاه‌ها و مبانی نظری

آسیب‌پذیری (V) به‌عنوان قابلیت یک سازه برای پذیرش آسیب در نتیجه زلزله‌ای معین تعریف شده است. این آسیب می‌تواند زوال فوری کارکرد و حتی برگشت‌ناپذیری کلی را به همراه آورد (Selma, 2016:8). به بیان دیگر، آسیب‌پذیری به عنوان پتانسیل متحمل شدن خسارت(انسانی، فیزیکی، اقتصادی، طبیعی و اجتماعی) در نتیجه یک رویداد مخاطره‌آمیز تعریف شده است. در واقع، آسیب‌پذیری معادل مشخصه‌ها و شرایط اجتماع، سیستم یا دارایی است که برای اثرات آسیب دیدن در برابر مخاطره، آن را مستعد می‌سازد (UNISDR, 2009:30). ویلچز-چوکس[3]، آسیب‌پذیری را به ۱۱ نوع مختلف طبقه‌بندی نموده است: طبیعی، کالبدی، اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، فنی، ایدئولوژیکی، فرهنگی، آموزشی، اکولوژیکی و نهادی. این امر نشان‌دهنده پیچیدگی آسیب‌پذیری است که از عوامل مختلف تاثیر می‌پذیرد (Weakley, 2013:35). آسیب‌پذیری لرزه‌ای مناطق بوسیله سنجش معیارهای چندگانه فضایی ارزیابی می‌شود که عبارتند از: آسیب‌پذیری به علت خارج از منزل بودن؛ آسیب‌پذیری به علت تراکم جمعیت؛ آسیب‌پذیری ایجاد شده بوسیله خسارات وارد شده به ساختمان؛ آسیب‌پذیری به خاطر سن و نوع مواد و مصالح ساختمان‌ها؛ آسیب‌پذیری ناشی از بخش‌های منفک

1. Poorly planned urban growth
2. Deforestation
3. Wilches-Chaux

ساختمان؛ آسیب‌پذیری به علت تعداد طبقات ساختمان؛ آسیب‌پذیری به خاطر عدم دسترسی درست به شبکه خیابان‌ها؛ آسیب‌پذیری به علت شیب؛ آسیب‌پذیری به علت فعال شدن گسل (Mobaraki and Kashaniasl, 2014:258). به‌طورکلی، کاتر[1] (۱۹۹۶) معتقد است آسیب‌پذیری به معنای «پتانسیل خطر» می‌باشد (Cutter, 1996:530). از دیدگاه مولر و همکاران[2] (۲۰۱۱)، «آسیب پذیری از شرایط اجتماعی و فیزیکی ناشی می‌شود که بخش‌هایی از سیستم شهری را نسبت به تجربه خسارت حساس می‌سازد». شرایط فیزیکی شامل درمعرض خطر قرار گرفتن است. شرایط اجتماعی به ویژگی‌های یک عنصر در معرض خطر اشاره دارد که سبب کاهش آسیب می‌شود. پلینگ[3] (۲۰۰۳) آسیب‌پذیری را به عنوان یک مفهومی درک کرده است که متشکل از درمعرض قرار گرفتن (مکان نسبی خطر، محیط پیرامون)، پایداری (معیشت، سلامت) و تاب‌آوری (تنظیم، آماده‌سازی) است (Muller et al., 2011:2018). تیلور[4] (۲۰۱۵) معتقد است آسیب‌پذیری اصطلاحی چندبعدی است که بوسیله اقدامات فیزیکی و اجتماعی تعریف می‌شود. آسیب‌پذیری فیزیکی به مقدار خسارت بالقوه‌ای گفته می‌شود که یک مخاطره خاص به سیستم وارد می‌کند. آسیب‌پذیری اجتماعی بوسیله عواملی مانند فقر، نابرابری، به‌حاشیه راندگی، دسترسی به بهداشت و کیفیت مسکن تعیین می‌شود (Taylor, 2015:623). به باور رحمان[5] (۲۰۱۴) و ماتیارام[6] (۲۰۱۴)، آسیب‌پذیری به میزان از دست دادن یک عنصر مشخص یا مجموعه‌ای از عناصر در معرض به علت وقوع یک حادثه طبیعی با اندازه معینی گفته می‌شود. آسیب‌پذیری در یک مقیاس صفر (بدون از دست دادن) تا یک (از دست دادن کامل) ارزیابی می‌گردد (Rahman,2014:8; Motiram, 2014:6). از دیدگاه دملوبرانکو[7] (۲۰۰۵)، آسیب‌پذیری به فقدان توانایی جمعیت جهت مقابله با اثرات تغییرات خاص در محیط آنها گفته می‌شود (De Melo Branko et al., 2005:71).

سروی[8] (۲۰۰۴)، آسیب‌پذیری ضعف ذاتی در جنبه‌های خاصی از محیط شهری را تعریف می‌کند که به علت مشخصه‌های طراحی، بیوفیزیکی یا اجتماعی مستعد متحمل شدن خسارت و زیان هستند، در حالی‌که خطر نشان‌دهنده میزان تلفات بالقوه در مکان‌های شهر به علت در معرض خطرات قرار گرفتن است و می تواند به‌عنوان محصول احتمال وقوع خطرات و درجه آسیب‌پذیری تلقی گردد. خطر= مخاطره × آسیب‌پذیری. آسیب‌پذیری را می‌توان به چندین مولفه زنجیره خطر تجزیه کرد: ۱) خطر یا رویدادهای ریسکی؛ ۲) گزینه‌های مدیریت ریسک یا واکنش‌های ریسک؛ ۳) پیامدها از لحاظ خسارات رفاهی (Servi, 2004:6). در واقع، آسیب‌پذیری «به‌عنوان مجموعه‌ای از شرایط و فرایندهای ناشی از عوامل زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و فیزیکی تعریف می‌گردد که آسیب‌پذیری اجتماع در مقابل اثرات مخاطرات را افزایش می‌دهد. این شرایط به‌طور مستمر توسط تاثیرات سیاسی، اقتصادی-اجتماعی، فرهنگی، رفتاری و نگرشی در افراد، خانوارها، اجتماعات و کشورها شکل می‌گیرد» (UNISDR, 2004:16). پلینگ[9] (۲۰۰۳) آسیب‌پذیری را به عنوان «درمعرض خطر قرار داشتن و ناتوانی در جلوگیری یا جذب آسیب‌های بالقوه» تعریف کرده است. در این زمینه، وی آسیب‌پذیری فیزیکی را «به عنوان آسیب‌پذیری محیط فیزیکی» تعریف نموده است. از دیدگاه وی، آسیب‌پذیری اجتماعی به معنای آن چیزی است که بوسیله مردم و سیستم‌های سیاسی، اقتصادی و اجتماعی آنها تجربه می‌شود» در نهایت، آسیب‌پذیری انسانی را «به عنوان ترکیب آسیب‌پذیری اجتماعی و فیزیکی» تعریف کرده است (Pelling,

1. Cutter
2. Muller
3. Pelling
4. Taylor
5. Rahman
6. Motiram
7. De Melo Branko
8. Servi
9. Pelling

2003:5). چامبرز[1] (۱۹۸۹) چنین به تعریف آسیب‌پذیری پرداخته است «در معرض فشار و استرس قرار داشتن و مشکلات مقابله با آنها. آسیب‌پذیری همانند یک سکه دورو است: سمت بیرونی خطرات، استرس‌ها و شوک‌هایی که یک فرد یا خانواده درمعرض آنها قرار گرفته است؛ سمت درونی که معادل بی‌دفاعی به معنای فقدان ابزار مقابله با آنهاست» (Chambers,1989:144). به اعتقاد سوزمن و همکاران[2] (۱۹۸۳)، آسیب‌پذیری میزانی است که طبقات مختلف جامعه به طور متفاوتی درمعرض خطر قرار دارند، هم از لحاظ احتمال وقوع یک رویداد فیزیکی شدید و هم میزانی که اجتماع اثرات رویدادهای فیزیکی شدید را جذب می‌کند و به طبقات مختلف برای بازیابی کمک می‌نماید (Susman et al.,1983:264).

افزون بر این سه رویکرد عمده در رابطه با آسیب‌پذیری مطرح شده است که عبارتند از: ۱)رویکرد اکولوژیکی: بر شکنندگی یا آسیب‌پذیری زیست‌محیطی و سیستم‌ها تاکید می‌ورزد. آنچه در آسیب‌پذیری اکولوژیکی اهمیت دارد، یافتن این موضوع است که چگونه انواع مختلف محیط‌های طبیعی با مخاطرات مختلف مقابله می‌کنند و خود را بازیابی می‌نمایند. به باور ویلیامز و کاپوتسکا[3] (۲۰۰۰) می‌توان آسیب‌پذیری اکولوژیکی را «به عنوان ناتوانی اکوسیستم در تحمل فشارها و استرس‌ها در گذر زمان و فضا» تلقی نمود. ویلا و مک‌لئود[4] (۲۰۰۲) استدلال کرده‌اند که آسیب‌پذیری زیست‌محیطی می‌تواند هم درونی و هم بیرونی باشد. آسیب‌پذیری درونی مرتبط با عوامل درونی سیستم (تاب‌آوری و سلامت اکوسیستم) است، در حالی‌که آسیب‌پذیری بیرونی شامل عوامل بیرونی سیستم (مخاطرات بیرونی و درمعرض خطر قرار داشتن در حال حاضر) می‌باشد. بنابراین آسیب‌پذیری اکولوژیکی به‌عنوان پتانسیل آسیب بوم‌شناختی و ظرفیت مقابله‌ای شناخته می‌شود. ۲) رویکرد اقتصادی: بر پتانسیل اقتصادی آسیب تاکید دارد که می‌تواند به عنوان هر چیز قابل‌لمسی درک شود که بر اقتصاد منطقه تاثیر می‌گذارد و در نتیجه مخاطره آسیب می‌بینند. بعد اقتصادی آسیب‌پذیری نشان‌دهنده خطر تولید، توزیع و مصرف است. کانفورت و همکاران[5] (۱۹۹۹) بر این واقعیت تاکید کرده‌اند که جوامع صنعتی پیشرفته بخصوص مراکز شهری بزرگ، بسیار آسیب‌پذیر هستند چرا که تخریب سیستم‌های مهم و گسترده ارتباطات و زیرساخت‌ها پرهزینه است و می‌تواند پیامدهای وسیعی بر ثبات اقتصادی حتی در مقیاس جهانی داشته باشد. ۳) رویکرد اجتماعی: بر آسیب‌پذیری مردم و ظرفیت مقابله‌ای آنها تاکید دارد. گروه‌های جمعیتی فقیر و ضعیف به عنوان اقشار آسیب‌پذیر در نظر گرفته شده‌اند. آسیب‌پذیری اجتماعی به ویژگی‌های مختلف انسانی می‌پردازد. بلیکی و همکاران[6] (۱۹۹۴) استدلال کرده‌اند بیشتر گروه‌ها آسیب‌پذیر آنهایی هستند که پس از وقوع فاجعه به سخت‌ترین شکل ممکن معیشت خود را باز می‌یابند. یافته‌های آنها نشان‌دهنده آن است که افراد فقیر نسبت به افراد غنی رنج بیشتری از مخاطرات محتمل می‌شوند. بعد زمان در این رابطه مرتبط است چرا که بازسازی مناطق فقیرنشین در فرآیندی بلندمدت اتفاق می‌افتد که این امر بر اقتصاد و معیشت منطقه به‌طور ناگواری تاثیر می‌گذارد. افزون بر این، گروه‌های جمعیتی فقیرتر همواره نمی‌توانند مکان زندگی خود را تعیین کنند و بنابراین در مناطق خطرآمیز از جمله دامنه‌های باتلاقی و دشت‌های سیل‌خیز زندگی می‌کنند. کراوس[7] (۲۰۰۱) معتقد است که مردم در شهرهای کوچک و مناطق روستایی نسبت به شهرهای بزرگ آسیب‌پذیرتر هستند که این امر به خاطر آماده‌سازی‌های ضعیف‌تر می‌باشد. کانون

1. Chambers
2. Chambers
3. Williams & Kaputska
4. Villa & McLeod
5. Comfort et al
6. Blaikie et al
7. Cross

و همکاران[1](۲۰۰۳)، آسیب‌پذیری اجتماعی را به عنوان مجموعه‌ای از مشخصه‌ها مشتمل بر رفاه اولیه فرد، معیشت و تاب‌آوری، خود-حفاظتی[2]، حفاظت اجتماعی، نهادها و شبکه‌های سیاسی-اجتماعی دیده‌اند. کاتر و همکاران(۲۰۰۳) آسیب‌پذیری اجتماعی را «به عنوان مفهومی چندبعدی تعریف کرده‌اند که به شناسایی مشخصه‌ها و تجربه‌های اجتماعات و افرادی کمک می‌کند؛ مشخصه‌ها و تجربه‌هایی که آنها را قادر می‌سازد به مخاطرات طبیعی واکنش نشان دهند و خود را بازیابند» (Kumpulainen, 2006:67).

روش تحقیق

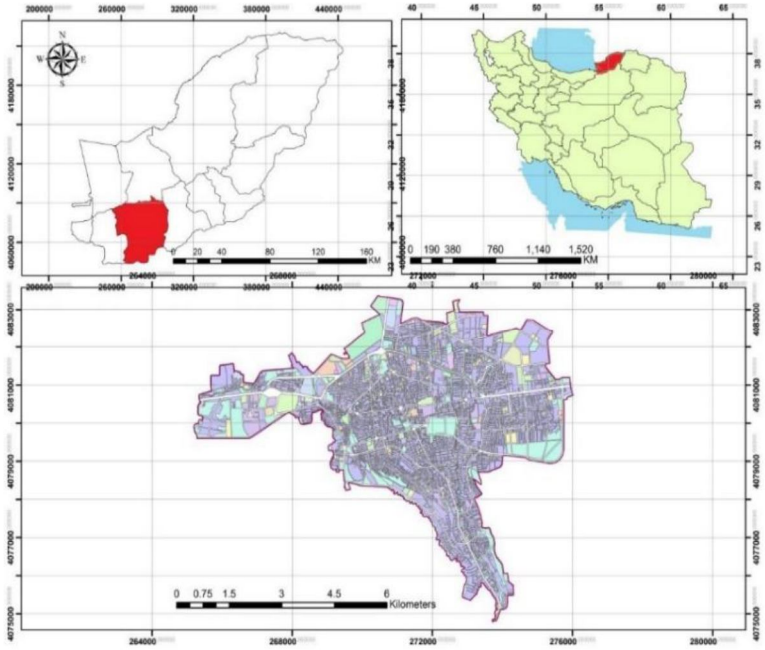
پژوهش حاضر از نوع کاربردی و روش آن توصیفی-تحلیلی است. اطلاعات پژوهش به صورت میدانی جمع‌آوری شده است. از آنجایی که مناطق شهری از نظر خصوصیات جمعیتی و شهرسازی ناهمگن هستند، بهترین روش نمونه‌گیری در این پژوهش، خوشه‌ای و رائو (R.H.C) است. در نمونه‌گیری خوشه‌ای کار اصلی این است که ابتدا از میان مناطق نمونه‌ای انتخاب گردد. نخست از میان مناطق بزرگ نمونه‌گیری شده و رفته رفته از هر منطقه بزرگ، مناطق کوچک‌تری نمونه‌گیری می‌شوند. بدین منظور براساس حجم خانوارها، محدودهٔ مطالعاتی به دو طبقه (منطقه مرکزی، منطقه پیرامونی) تقسیم شد. در مرحلهٔ بعد به کمک نرم‌افزار NCSS با روش تصادفی و با توجه به حوزه‌های سرشماری، بلوک‌ها انتخاب شدند. برای انتخاب مساکن داخل بلوک‌ها از روش سیستماتیک استفاده شده است. نقطهٔ مبدأ در هر بلوک نقطهٔ صفر و یا کنار خیابان بوده است. در پژوهش حاضر از روش‌های آماری مشتمل بر آزمون تی یا تی‌تست (که در آن فرضیه‌ها یا فرض H یا فرض صفر (بین دو متغیر اختلاف معناداری وجود ندارد) و H۱ با فرض مقابل (بین دو متغیر اختلاف معناداری وجود دارد) تعریف شده‌اند)، خی دو، همبستگی و رگرسیون چندگانه استفاده شده است. شایان ذکر است تعیین حجم نمونه از جامعه آماری پژوهش با استفاده از روش آماری صورت پذیرفت، به‌طوری‌که با استفاده از فرمول کوکران تعداد ۳۷۴ نمونه از ساختمان‌ها برای مطالعات میدانی مشخص گردید که برای روایی و پایایی بیشتر حجم نمونه به ۴۰۰ نمونه افزایش یافت.

$$n=\frac{\frac{t^2pq}{d^2}}{1+\frac{1}{N}(\frac{t^2pq}{d^2}-1)}=\frac{\frac{1.96^2*0.5*0.5}{0.05^2}}{1+\frac{1}{329536}(\frac{1.96^2*0.5*0.5}{0.05^2}-1)}=374$$

محدوده و قلمرو پژوهش

استان گلستان با دارا بودن مرزهای آبی و خاکی با کشورهای همسایه دریای خزر از موقعیت ژئوپلتیکی برخوردار بوده و شهر گرگان مرکز این استان با وسعتی معادل ۳۶۰۰ هکتار، در فاصله ۷۵ کیلومتری از مرز ترکمنستان و ۵۰ کیلومتری دریای خزر قرار گرفته است (صیامی و همکاران، ۱۳۹۲:۳۰). این شهر در ۵۵ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی در دامنهٔ شمال رشته کوه‌های البرز گسترده شده است. شهر گرگان در ارتفاع متوسط ۱۵۵ متر از سطح دریا واقع شده و دارای ۳۵۰۶۷۶ نفر جمعیت است. اطلاعات موجود نشان می دهد که در اولین سرشماری قابل استناد در سال ۱۳۳۵ دارای ۲۸۳۸۰ نفر جمعیت بوده است، به این ترتیب جمعیت آن طی این دوره ۵۰ ساله حدود ۱۰ برابر شده است (مهندسان مشاور پارت، ۱۳۹۰: ۱۸).

1. Cannon et al
2. Self-protection



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

مأخذ: مهندسان مشاور پارت، ۱۳۹۰

بحث اصلی

تعیین شاخص‌های کالبدی تاثیرگذار بر آسیب‌پذیری بافت شهر گرگان: بر پایه هدف اصلی پژوهش که ارزیابی آسیب‌پذیری بافت کالبدی مناطق مرکزی شهر گرگان نسبت به نواحی پیرامونی می‌باشد، ابتدا اقدام به انتخاب معیارهای شایسته جهت شناسایی مناطق آسیب‌پذیر شده است. در این راستا از شاخص‌هایی از قبیل قدمت ابنیه، مصالح، تعداد طبقات، عرض معبر و درجهٔ آسیب‌پذیری استفاده شده است. شکل، اندازه و چگونگی ترکیب کوچکترین اجزاء تشکیل دهندهٔ شهر، بافت شهری را مشخص می‌سازد. هر نوع بافت شهری به هنگام وقوع زلزله، مقاومت خاصی در برابر زلزله دارد. واکنش هر نوع بافت شهری در هنگام وقوع زلزله براساس قابلیت‌های گریز و پناه‌گیری ساکنان، امکانات کمک‌رسانی، چگونگی پاک‌سازی و بازسازی و حتی اسکان موقت، مشخص می‌شود. دامنه تأثیر این ویژگی‌ها نه تنها در طراحی ساختمان، بلکه در طراحی شهری و درمدیریت بحران نیز گسترده شده و حائز اهمیت است. با افزایش نسبت سطح بافته شده به کل سطح زمین و یا به فضای باز، آسیب‌پذیری فضای باز ناشی از ریزش آوار ساختمان‌ها و غیرقابل استفاده شدن بافت، افزایش می‌یابد. میزان افت کارایی فضای باز با ارتفاع ساختمان‌ها نیز ارتباط مستقیم دارد (زنگی‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۸: ۹۶). به همین دلیل نوع بافت برای این دو منطقه و تأثیر آن بر آسیب‌پذیری از طریق آزمون خی‌دو محاسبه شد. در این رابطه نوع بافت از به هم پیوستن پنج پارامتر قدمت ساختمان، مصالح، عرض معبر، تعداد طبقات ساختمان و تعداد واحد ساختمان به وجود آمده است. جداول ۱ و ۲ به ترتیب آسیب‌پذیری نوع بافت و نتایج آزمون خی‌دو را نشان می‌دهند. با توجه به نتایج جدول شماره ۲ می‌توان دریافت که ارتباط معناداری بین میزان آسیب‌پذیری بافت کالبدی و میزان تراکم بافت وجود دارد. همچنین بر اساس جدول ۱، ۴۱٪ از خانه‌هایی که دارای تراکم کم می‌باشند، در سطح آسیب‌پذیری کم قرار دارند و ۳۰/۷۵ ٪ از خانه‌های دارای بافت متوسط در سطح آسیب‌پذیری متوسط قرار دارند. در نهایت ۲۸/۲۵٪ از خانه‌های واقع در بافت متراکم، در سطح آسیب‌پذیری بالایی وجود دارد. پس می‌توان نتیجه گرفت هر چه از تراکم بافت کاسته شود میزان آسیب‌پذیری آن کمتر می‌شود.

جدول ۱: آسیب‌پذیری نوع بافت شهر گرگان با توجه به تراکم

		آسیب‌پذیری			
			زیاد	متوسط	کم
نوع تراکم بافت	زیاد	تعداد	۱۱۳	۹۸	۱۸
		درصد	۲۸/۲۵	۲۴/۵	۴/۵
	متوسط	تعداد	۰	۲۵	۱۲۱
		درصد	۰	۶/۲۵	۳۰/۲۵
	کم	تعداد	۰	۰	۲۵
		درصد	۰	۰	۶/۲۵
کل		تعداد	۱۱۳	۱۲۳	۱۶۴
		درصد	۲۸/۲۵	۳۰/۷۵	۴۱

ماخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷

جدول ۲: آسیب‌پذیری نوع بافت با توجه به آزمون خی‌دو

	مقدار	نسبت درست نمایی مساعی خط به خط
Phi خی دو پیرسون	/۸۰۱	/۰۰۰
Cramer's V نسبت درست نمایی مساعی خط به خط	/۵۶۶	/۰۰۰

ماخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷

جدول ۳: همبستگی بین متغییرها

		معبر	قدمت	تعداد واحد	طبقات	مصالح	آسیب‌پذیری
معبر	Pearson Correlation	۱	/۰۵۳	/۰۱۷	/۰۹۱	/۱۰۱*	.۴۶۲/**
	Sig. (2-tailed)		/۲۸۷	/۷۳۰	/۰۶۸	/۰۴۳	/۰۰۰
	N	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰
قدمت	Pearson Correlation	/۰۵۳	۱	/۵۰۲**	/۳۱۵**	/۳۴۳**	/۴۷۹**
	Sig. (2-tailed)	/۲۸۷		/۰۰۰	/۰۰۰	/۰۰۰	/۰۰۰
	N	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰
تعداد واحد	Pearson Correlation	/۰۱۷	/۵۰۲**	۱	/۴۱۲**	/۴۳۳**	/۱۶۱**
	Sig. (2-tailed)	/۷۳۰	/۰۰۰		/۰۰۰	/۰۰۰	/۰۰۱
	N	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰
طبقات	Pearson Correlation	/۰۹۱	/۳۱۵**	/۴۱۲**	۱	/۸۴۱**	/۷۲۵**
	Sig. (2-tailed)	/۰۶۸	/۰۰۰	/۰۰۰		/۰۰۰	/۰۰۰
	N	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰
مصالح	Pearson Correlation	/۱۰۱*	/۳۴۳**	/۴۳۳**	/۸۴۱**	۱	/۷۶۵**
	Sig. (2-tailed)	/۰۴۳	/۰۰۰	/۰۰۰	/۰۰۰		/۰۰۰
	N	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰
آسیب پذیری	Pearson Correlation	/۴۶۲**	./۴۷۹**	/۱۶۱**	/۷۲۵**	/۷۶۵**	۱
	Sig. (2-tailed)	/۰۰۰	/۰۰۰	/۰۰۰	/۰۰۰	/۰۰۰	
	N	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

همبستگی بین متغیرها

به منظور ارزیابی میزان همبستگی متغیرها با هم از آزمون همبستگی رگرسیون استفاده شده است. بر اساس جدول ۳، بین برخی از متغیرهای پژوهش همبستگی وجود دارد. رابطه متغیر آسیب‌پذیری با عرض معتبر مستقیم و متوسط، با قدمت ساختمان مستقیم متوسط، با نوع مصالح مستقیم قوی، با تعداد طبقات مستقیم قوی و در نهایت با تعداد واحد در ساختمان مستقیم و ضعیف است. به دلیل اهمیت این

موضوع، از روش رگرسیون برای شرح و تفسیر آن استفاده شده است. بنابراین می‌توان این گونه بیان نمود که به ترتیب مصالح ساختمانی و تعداد طبقات بیشترین تأثیر را در آسیب‌پذیری بافت کالبدی مناطق شهری دارند و پس از آن قدمت ابنیه، دسترسی به معبر و در نهایت تعداد واحد مسکونی در ساختمان در رده‌های بعدی قرار دارند.

در تحلیل رگرسیون مقداری از متغیر وابسته را که برمبنای متغیرهای مستقل تبیین می‌شود، ضریب تعیین می‌نامند. در این پژوهش، ضریب تعیین ۰/۸۹۹ به دست آمده است و نشان می‌دهد که حدود ۹۰٪ تغییرات متغیر وابسته به وسیله متغیرهای مستقل تبیین شده است (جدول ۴).

جدول ۴: نتایج مدل رگرسیون

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
۱	۰/۹۴۸[a]	۰/۸۹۹	۰/۸۹۷	۰/۲۶۴

a. Predictors: (Constant)، تعداد واحد، معبر، قدمت، اسکلت، طبقات

معنادار بودن رگرسیون و رابطه خطی بین متغیرها به کمک آزمون تحلیل واریانس یکطرفه انجام شده است. سطح معنا داری Sig معنادار بودن رگرسیون و رابطه خطی بین متغیرها را در سطح اطمینان ۹۵ درصد تأیید یا رد می‌کند (جدول ۵). با توجه به میزان Sig که برابر با ۰/۰۰۰ می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که ارتباط معناداری بین متغیر مستقل و وابستهٔ پژوهش وجود دارد. بر مبنای نتایج جدول ۶ که با استفاده از آزمون T سطح معناداری شاخص‌های مختلف در آن بیان شده، در تمام متغییرهای مورد بررسی یعنی تعداد طبقات، مصالح، عرض معبر و تعداد واحد مسکونی و میزان آسیب‌پذیری بافت کالبدی شهر گرگان ارتباط معناداری وجود دارد. در مورد اهمیت و نقش متغیرهای مستقل در معادله رگرسیون باید از مقادیر بتا استفاده کرد، زیرا این مقادیر استاندارد شده می‌باشند. بنابراین از طریق آن می‌توان در مورد اهمیت نسبی متغیرها قضاوت کرد. بزرگ بودن مقدار بتای یک متغیر نشان‌دهندهٔ اهمیت نسبی و تأثیر آن بر متغیر وابسته به دست آمده می‌باشند.

جدول ۵: آنالیز واریانس

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	۲۴۳/۰۸۵	۵	۴۸/۶۱۷	۶۹۸/۷۶۲	/۰۰۰[a]
	Residual	۲۷/۴۱۳	۳۹۴	۰/۰۷۰		
	Total	۲۷۰/۴۹۷	۳۹۹			

a. Predictors: (Constant) :تعداد، معبر، واحد، قدمت، طبقات، اسکلت

جدول ۶: نتایج و ضرایب مدل رگرسیون

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-/۰۲۹	۰/۰۶۲		-/۴۶۲	/۶۴۴
	معبر	۴۶۹	۰/۰۲۰	/۳۶۹	۲۲/۸۶۶	۰/۰۰۰
	قدمت	/۴۲۳	۰/۰۲۱	/۳۸۱	۲۰/۲۷۳	۰/۰۰۰
	تعداد واحد	-/۴۳۱	۰/۰۲۲	-/۳۸۰	-۱۹/۳۵۰	۰/۰۰۰
	طبقات	/۴۰۱	/۰۴۰	/۲۹۹	۱۰/۰۳۳	/۰۰۰
	مصالح	/۴۶۶	/۰۲۸	/۵۱۰	۱۶/۸۷۱	/۰۰۰

ماخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷

به‌عنوان مثال اگر مقدار بتای یک متغیر ۰/۵۱۰ محاسبه شده باشد، نشان می‌دهد که با یک واحد تغییر در انحراف معیار آن، انحراف معیار متغیر وابسته، به اندازه ۰/۵۱۰ تغییر می‌کند. در پژوهش حاضر، مقدار بتای متغیر نوع مصالح ۰/۵۱۰ محاسبه شده است. بدین ترتیب نشان می‌دهد این متغیر در مقایسه با سایر متغییرها دارای اهمیت و نقش بیشتری در آسیب‌پذیری است و متغییر قدمت و عرض معبر در جایگاه‌های بعدی قرار دارند.

مقایسه آسیب‌پذیری بافت مرکزی و پیرامونی با استفاده از روش T: به منظور بررسی میزان آسیب‌پذیری بافت کالبدی شهر گرگان در برابر زلزله به مقایسهٔ وضعیت مراکز پیرامونی و بافت مرکزی شهر پرداخته شد. بدین منظور ابتدا به بررسی میزان واحدهای مسکونی در ساختمان‌های این دو منطقه پرداخته شد تا مشخص گردد تراکم واحدهای مسکونی در کدام یک از این دو بافت بیشتر است. بر اساس نتایج جدول ۷، میانگین بافت مرکزی معادل ۱/۹۲ است و در نتیجه، از تعداد واحدهای مسکونی کمتری برخوردار است؛ زیرا با توجه به داده‌های موجود ساختمان‌های با تعداد واحد بیشتر از ۴ عدد سه، ساختمان‌های ۳ و ۴ واحد عدد دو و ساختمان-های ۱ و ۲ واحد عدد یک را دارا می‌باشند. همچنین با توجه به نتایج جدول ۸ می‌توان دریافت ارتباط معنا-داری بین این دو منطقه از نظر تعداد واحد مسکونی وجود ندارد پس فرض مورد نظر رد می‌گردد.

جدول ۷: تعداد واحد مسکونی به تفکیک منطقه

میانگین خطای استاندارد	انحراف استاندارد	تعداد	میانگین	منطقه	
۰/۰۷۶۹۲۳	۰/۵۵۴۷	۱۳۲	۱/۹۲۳۰۷۷	مرکزی	تعداد واحد مسکونی
۰/۱۰۸۵۱۹	۰/۷۸۲۵۳۹	۲۶۸	۱/۷۶۹۲۳۱	پیرامونی	

ماخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷

جدول ۸: آزمون نمونه‌های مستقل مربوط به تعداد واحد مسکونی

سطح معناداری دو طرفه	آماره T	فاصله اطمینان ۹۵ ٪ برای تفاضل ها		میانگین خطای استاندارد	انحراف از معیار	
		حد بالا	حد پایین			
/۲۸۹	۱/۰۷۱	/۴۴۲	-/۱۳۵	/۱۴۴	۱/۰۳۶	تعداد واحد مسکونی

ماخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷

شاخص بعدی مربوط به قدمت ابنیه در ساختمان‌های این دو منطقه است تا مشخص گردد قدمت ابنیه در کدام یک از این دو بافت بیشتر است. بر مبنای جدول ۹، میانگین بافت مرکزی برابر با ۲/۳۱ است که این امر نشان می‌دهد ساختمان‌های این بخش از قدمت بیشتری برخوردار است. زیرا با توجه به داده‌های موجود ساختمان‌های با قدمت کمتر از ۱۰ سال عدد سه، ساختمان‌های با قدمت بین ۱۰ تا ۲۰ سال عدد دو و ساختمان‌های بیشتر از ۳۰ سال عدد یک را دارا می‌باشند. همچنین با توجه به نتایج جدول ۱۰ می‌توان نتیجه گرفت ارتباط معناداری بین این دو منطقه از نظر تعداد واحد مسکونی وجود دارد پس فرض مورد نظر تایید می‌گردد.

جدول ۹: وضعیت قدمت ابنیه به تفکیک منطقه

میانگین خطای استاندارد	انحراف استاندارد	تعداد	میانگین	منطقه	
۰/۰۸	۰/۵۸	۱۳۲	۲/۳۱	مرکزی	قدمت
۰/۰۰	۰/۰۰	۲۶۸	۳/۰۰	پیرامونی	

ماخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷

جدول ۱۰: آزمون نمونه‌های مستقل مربوط به قدمت ابنیه

سطح معناداری دو طرفه	آماره T	فاصله اطمینان ۹۵٪ برای تفاضل‌ها		میانگین خطای استاندارد	انحراف از معیار	
		حد بالا	حد پایین			
۰/۰۰۰	-۸/۶۲۷	-/۵۳۱	-/۸۵۳	۰/۰۸۰	۰/۵۷۹	قدمت ابنیه

ماخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷

سپس شاخص طبقات در ساختمان‌های این دو منطقه بررسی شد تا مشخص گردد تعداد طبقات در کدام یک از این دو بافت بیشتر است. میانگین بافت پیرامونی برابر با ۱/۲۹ است و در نتیجه، ساختمان‌های این بخش از ارتفاع بیشتری برخوردار هستند (جدول ۱۱)؛ زیرا با توجه به داده های موجود ساختمان‌های با تعداد طبقات کمتر از ۲ عدد سه، ساختمان‌های با تعداد طبقات کمتر از ۴ عدد دو و ساختمان‌های با تعداد طبقات بیشتر از ۴ عدد یک را دارا می‌باشند. همچنین با توجه به نتایج جدول ۱۲ می‌توان دریافت ارتباط معناداری بین این دو منطقه از نظر تعداد طبقات وجود دارد پس فرض مورد نظر تایید می‌گردد.

جدول ۱۱: وضعیت تعداد طبقات به تفکیک منطقه

میانگین خطای استاندارد	انحراف استاندارد	تعداد	میانگین	منطقه	
/۰۹۰	/۶۴۶	۱۳۲	۱/۸۸	مرکزی	تعداد طبقات
/۰۶۳	/۴۵۷	۲۶۸	۱/۲۹	پیرامونی	

ماخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷

جدول ۱۲: آزمون نمونه‌های مستقل مربوط به تعداد طبقات

سطح معناداری دو طرفه	فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای تفاضل ها		حد پایین	میانگین خطای استاندارد	انحراف از معیار	
	آماره T	حد بالا				
/۰۰۰	۵/۵۵۷	/۸۱۲	/۳۸۱	/۱۰۷	/۷۷۴	تعداد طبقات

ماخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷

دسترسی سریع و به موقع از نیازهای اساسی خانوارها به مراکز درمانی به حساب می‌آید. چرا که رساندن به موقع بیماران به این مراکز اهمیت حیاتی دارا و در این صورت، احتمال بالا رفتن آسیب جانی بیماران کاهش می‌یابد. در غیر این صورت ممکن است خسارات جبران ناپذیری به بیمار برساند .بر همین مبنا، شاخص دسترسی واحدها به معبر در این دو منطقه بررسی شد تا مشخص گردد دسترسی به معبر عریض‌تر در کدام یک از این دو بافت بیشتر است. نتایج نشان‌دهندهٔ آن است که میانگین بافت پیرامونی معادل ۲/۳۳ است، بنابراین ساختمان‌های این بخش از دسترسی مناسب‌تری به معابر عریض‌تر برخوردار هستند (جدول ۱۳). زیرا با توجه به داده‌های موجود معابر با عرض بیشتر از ۲۰ مترعدد سه، معابر با عرض ۱۰ تا ۲۰ متر عدد دو و معابر با عرض کمتر از ۱۰ مترعدد یک را دارا می‌باشند. همچنین با توجه به نتایج جدول ۱۴ می‌توان دریافت ارتباط معناداری بین این دو منطقه از نظر دسترسی به معابر وجود دارد پس فرض مورد نظر تایید می‌گردد.

جدول ۱۳: وضعیت دسترسی به معابر به تفکیک منطقه

میانگین خطای استاندارد	انحراف استاندارد	تعداد	میانگین	منطقه	
/۱۰۸	/۷۷۷	۱۳۲	۱/۴۴	مرکزی	دسترسی به معبر
/۱۱۹	/۸۵۷	۲۶۸	۲/۳۳	پیرامونی	

ماخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷

جدول ۱۴: آزمون نمونه‌های مستقل مربوط به دسترسی به معبر

سطح معناداری دو طرفه	فاصله اطمینان ۹۵ ٪ برای تفاضل‌ها		حد پایین	میانگین خطای استاندارد	انحراف از معیار	
	آماره T	حد بالا				
/۰۰۰	۵/۴۷۲	۱/۲۰۹	/۵۶۰	/۱۶۲	۱/۱۶۶	دسترسی به معبر

ماخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷

شاخص نهایی مربوط به میزان آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در این دو منطقه می‌باشد تا مشخص گردد آسیب‌پذیری در کدام یک از این دو بافت بیشتر است. نتایج نشان می‌دهد که میانگین بافت پیرامونی برابر با ۲/۴۲ است و در نتیجه، ساختمان‌های این بخش از آسیب‌پذیری کمتری برخوردار می‌باشند. زیرا با توجه به داده‌های موجود آسیب‌پذیری کمتر عدد ۳، با آسیب‌پذیری متوسط عدد دو و با آسیب‌پذیری زیاد عدد ۱ را دارا می‌باشند. همچنین با توجه به نتایج جدول ۱۶ می‌توان نتیجه گرفت ارتباط معناداری بین این دو منطقه از نظر آسیب‌پذیری وجود دارد پس فرض مورد نظر تایید می‌گردد.

جدول ۱۵: وضعیت آسیب‌پذیری به تفکیک منطقه

میانگین خطای استاندارد	انحراف استاندارد	تعداد	میانگین	منطقه	
/۱۰۷	/۸۰۱	۱۳۲	۱/۹۰	مرکزی	میزان آسیب‌پذیری
/۱۱۱	/۸۰۱	۲۶۸	۲/۴۲	پیرامونی	

ماخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷

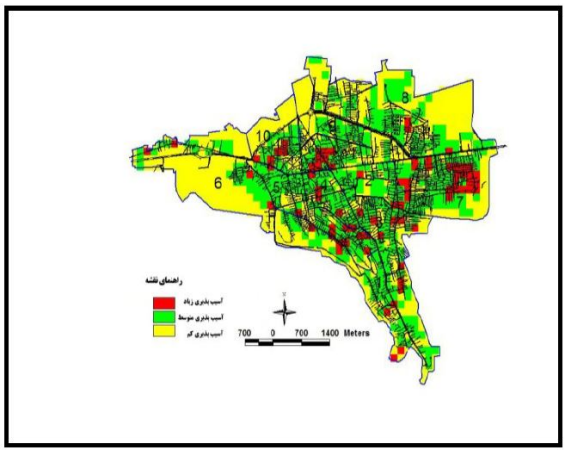
جدول ۱۶: آزمون نمونه‌های مستقل مربوط به میزان آسیب‌پذیری

سطح معنی‌داری دو طرفه	آماره T	فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای تفاضل‌ها		میانگین خطای استاندارد	انحراف از معیار	
		حد بالا	حد پایین			
۰/۰۰۲	۳/۳۱۷	/۸۳۳	/۲۰۵	/۱۵۷	۱/۱۲۹	میزان آسیب‌پذیری

ماخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با تحلیل تطبیقی آسیب‌پذیری در شهر گرگان می‌توان نتیجه گرفت منطقهٔ مرکزی نسبت به منطقهٔ پیرامونی شهر گرگان از واحدهای مسکونی کمتری برخوردار است. ساختمان‌های بخش مرکزی از قدمتی بیشتری برخوردار هستند. ساختمان‌های بخش پیرامونی نسبت به مرکزی از ارتفاع بیشتری برخوردار می‌باشند. همچنین ساختمان‌های بخش پیرامونی از لحاظ دسترسی به معابر وضعیت بهتری دارند و و نسبت به بخش مرکزی شهر گرگان عریض‌تر هستند. در مجموع میزان آسیب‌پذیری ساختمان‌های بخش پیرامونی نسبت به بخش مرکزی شهر گرگان کمتر است. بنابراین نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های مقالهٔ صادقی و همکاران (۱۳۹۶) منطبق است. بر اساس نتایج پژوهش آنها، حدود ۳۰۰ هکتار از مساحت کل شهر گرگان معادل ۱۷/۳۳٪ در محدوده آسیب‌پذیری از نوع (خرابی و ریزش ساختمان، وجود احتمال تلفات جانی) بر اساس ضرایب خسارت مدل آریا قرار دارند. همچنین تحلیل درجات آسیب‌پذیری نشان می‌دهد که پهنه‌هایی که به دلیل رعایت اصول فنی ساخت‌وساز مطابق با آیین‌نامه ۲۸۰۰ دارای خسارت و آسیب‌پذیری کم بوده و ساختمان احداث شده قابل استفاده می‌باشند، ۲۵/۵۸ درصد از کل فضای ساخته شده شهر را به خود اختصاص داده است که عمدتاً در مناطق توسعه و ساخت‌وساز جدید شهری و شکل گرفته در چند سال اخیر واقع شده‌اند (صادقی و همکاران، ۷۳:۱۳۹۶). همینطور نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش صیامی و همکاران مطابقت دارد. چنانچه بر اساس یافته‌های آنها، پهنه‌های مرکزی شهر گرگان نسبت به پیرامون آسیب‌پذیرتر هستند. زون ۱۰ به علت قرارگیری بافت فرسوده شهر گرگان در محدودهٔ آن و زون هفت به دلیل دوری از مراکز امدادرسانی بیشترین آسیب‌پذیری را دارند (شکل ۲).



شکل ۲- نقشهٔ نهایی آسیب‌پذیری بر اساس زون‌بندی شهر گرگان

مأخذ: صیامی و همکاران، ۳۹:۱۳۹۲

بر همین مبنا، عمده‌ترین راهکارهای پژوهش حاضر عبارت‌اند از: تخصیص بسته‌های تشویقی برای تخریب و نوسازی ساختمان‌های با قدمت زیاد؛ طراحی بناهای عمومی جدید نظیر آتش‌نشانی، بیمارستان، فرودگاه اضطراری برای هواپیما یا هلیکوپتر و پناهگاه؛ نوسازی و مدرن‌سازی شبکه‌های حیاتی نظیر آب‌رسانی، گاز و برق؛ بازگشایی معابر نفوذناپذیر و تعریض معابر برای امدادرسانی بهتر در مواقع خطر به‌خصوص در بافت‌های تاریخی و فرسودهٔ مرکز شهر گرگان؛ شناسایی مناطق کم‌خطر و بدون عارضه در مناطق مرکزی و پیرامونی شهر گرگان و استقرار تجهیزات مدیریت بحران در آنها.

منابع

۱. صادقی، نوشین. بزی، خدارحم. خواجه شاهکوهی، علیرضا. رضایی، حامد. ۱۳۹۶. تحلیل برآورد آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر زلزله، مطالعه موردی: شهر گرگان، مجله آمایش جغرافیایی فضا (فصلنامه علمی-پژوهشی دانشگاه گلستان)، ۷(۲۵): ۸۸-۷۳.

۲. صیامی، قدیر. لطیفی، غلامرضا. تقی‌نژاد، کاظم. زاهدی کلاکی، ابراهیم. ۱۳۹۲. آسیب‌پذیری پدافندی ساختار شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی AHP و GIS، مطالعه موردی: شهر گرگان، مجله آمایش جغرافیایی فضا(فصلنامه علمی-پژوهشی دانشگاه گلستان)، ۳(۱۰):۴۲-۲۱.

۳. مهندسان مشاور شهرسازی و معماری پارت. ۱۳۹۰. طرح جامع شهر گرگان، وزارت راه و شهرسازی، اداره کل راه و شهرسازی استان گلستان، گرگان.

4. Benton-Short, L., and Short, J.R. 2019. Cities and Nature. Translated by Hamed Abasi, Zohre Maryanaji, Abolfazl Meshkini and hafez Mahdnejad, Publication of Lorestan University.

5. Chafe, Z. 2007. Reducing natural disaster risk in cities, State of The World: Our Urban Future. New York, Norton. 112–129.

6. Chambers, L.W., Shimoda, F., Walter, S.D., Pickard, L., Hunter, B., Ford, J., Deivanayagam, N. and Cunningham, I. 1989. Estimating the burden of illness in an Ontario community with untreated drinking water and sewage disposal problems. Canadian Journal of Public Health, 80 (2):142-148.

7. Cutter, S.L. 1996. Vulnerability to environmental hazards. Progress in Human Geography, 20 (4): 529-539.

8. De Melo Branko, M., Suassuna, J., and Adler Vainsencher, S. 2005. Improving Access to Water Resources through Rainwater Harvesting as a Mitigation Measure: The case of the Brazilian Semi-Arid Region. In C. Emdad Haque (Ed.), Mitigation of Natural Hazards and Disasters: International Perspectives (pp. 62-78). Dordrecht: Springer.

9. Gencer, E.A. 2013. The Interplay between Urban Development, Vulnerability, and Risk Management, Mediterranean Studies, 7, DOI: 10.1007/978-3-642-29470-9_2, the Author(s) 2013.

10. Kumpulainen, S. 2006. Vulnerability Concepts in Hazard and Risk Assessment, Natural and Technological Hazards and Risks Affecting the Spatial Development of European Regions edited by Philipp Schmidt-Thomé, Geological Survey of Finland, Special Paper, 42: 65-74.
11. Mahdavian, A. 2013. Seismic zoning of Golestan province. Journal of Earth Sciences, (89): 174-165.
12. Mobaraki, O., and Kashaniasl, A. 2014. The Role of Urban Planning In Crisis Management with an Emphasis on Earthquakes, (A Case Study of Ahar City), International Journal of Basic Sciences & Applied Research, 3 (SP): 256-263.
13. Motiram, B.H. 2014. Earthquake Risk Assessment, Loss Estimation and Vulnerability Mapping for Dehradun City, India. Master Thesis, Faculty of Geo-information Science and Earth Observation, University of Twente.
14. Muller, A., Reiter, J., and Weiland, U. 2011. Assessment of urban vulnerability towards floods using an indicator-based approach – a case study for Santiago de Chile, Nat. Hazards Earth Syst. Sci. (11): 2107-2123.
15. Pelling, M. 2003. The Vulnerability of Cities: Natural Disaster and Social Resilience. New York and London: Routledge.
16. Rahman, N. 2014. Vulnerability Assessment of Earthquake and Fire Hazard and Formulating Risk Reduction Strategies at Community Level. Department of Urban and Regional Planning, Bangladesh University of Engineering and Technology.
17. Selma, C. 2016. Seismic risk assessment at Emergency Limit Condition of urban neighborhoods: application to the Example District of Barcelona. Master Thesis in Civil Engineering, Department of Construction Engineering, Universitat Politècnica de Catalunya under Erasmus Program.
18. Servi, M. 2004. Assessment of Vulnerability to Earthquake Hazards Using Spatial Multi Criteria Analysis: Odunpazari, Eskisehir Case Study. The Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University.
19. Susman, P.O., Keefe, P., and Wisner, B. 1983. Global disasters: A radical interpretation. In: Hewitt, K., (Ed.). Interpretations of Calamity from the viewpoint of human ecology. Boston, Allen & Unwin. 263-283.
20. Taylor J. 2015. A tale of two cities: comparing alternative approaches to reducing the vulnerability of riverbank communities in two Indonesian cities. Environment and Urbanization, 27(2): 621-636.
21. United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR). 2004. Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives. 2 vols. United Nations, Geneva.
22. United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR). 2009. UNISDR terminology on disaster risk reduction. UN/ISDR, Geneva.
23. World Bank (WB). 2010. Natural hazards, unnatural disasters: the economics of effective prevention. The International Bank for Reconstruction and Development, Washington.
24. Weakley, D. 2013. Recognising Vulnerability and Resilience in Informal Settlements: The Case of Kya Sands. Johannesburg, South Africa.
25. Zangi Abadi, A., Saniei, R., and Varesi, H.R. 2009. Statistical Analysis of Earthquake Risk in the Regions 11 and 12 of Tehran. MJSP. 13(2): 91-111.