کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی
سال هفتم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۳۹۸
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۱۷ تاریخ تأیید نهایی: ۱۳۹۷/۰۹/۲۹
صص: ۶۳-۴۱

مقاله پژوهشی

تحلیل و ارزیابی آسیب‌پذیری بافت فرسوده و ناپایدار شهر بجنورد در برابر زلزله

یعقوب ابدالی، دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران
حسین حاتمی‌نژاد[1]، دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران
احمد پوراحمد، استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران
کرامت الله زیاری، استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران

چکیده

امروزه در پی تغییرات سریع شهرها، بخشی از بافت‌های شهری به علت فرسودگی و ناکارآمدی نتوانسته‌اند ارتباطی مناسب با محیط خود و خدمات‌دهی به بهره‌برداران برقرار کنند. به‌عنوان قلمرو موردپژوهش بافت فرسوده شهر بجنورد به‌این‌علت که بخش قابل‌توجهی از مشکلات شهر بجنورد در این بافت نمود عینی یافته است و به دلیل گستردگی بیش‌ازحد بافت فرسوده و روند فرسودگی شدید در آن موردپژوهش قرار گرفت. این پژوهش از نظر روش مطالعه، توصیفی – تحلیلی و ماهیت آن از نظر هدف نظری – کاربردی است. در تحقیق حاضر به منظور جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه‌وتحلیل و پردازش اطلاعات از سه روش میدانی، کتابخانه‌ای و نرم‌افزارها و مدل‌های کاربردی استفاده شده است. جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، با توجه به ضریب و تأثیر متفاوت هم‌جواری هر یک از معیارها در آسیب‌پذیری از روش وزن دهی چند متغیره AHP- Fuzzy برای تعیین مراتب وزنی استفاده شده است. سپس اصول و معیارهای هم‌جواری مد نظر استخراج و شناسایی می‌شود، و با استفاده از نرم‌افزار ARCGIS10.4.1 نقشه‌های هم‌جواری تهیه گردید. در ادامه نقشه‌های وزن‌دار شده به دلیل اینکه فاقد توابع فازی و حریم استاندارد خطرپذیری هستند، جهت افزودن این توابع و فواصل خطرپذیری از منطق فازی (fuzzy Membership) استفاده شد، در نهایت در با استفاده از ابزار Fuzzy overly با گامای ۰/۹ نقشه خطرپذیری بافت فرسوده شهری بجنورد تهیه شد. نتایج نشان می‌دهد که گستره معدودی از بافت فرسوده شهر بجنورد وجود دارد که کمترین آسیب را دارا است، اما بیشترین آسیب‌پذیری را مرکز بافت به سمت غرب شهر بجنورد بخصوص حاشیه‌ی غربی آن دارا است. همچنین وضعیت کلی خطرپذیری شاخص‌های کالبدی نشان دهنده آن است که تمام بافت فرسوده شهر بجنورد خطرپذیری متوسط به بالا را دارا است.

کلمات کلیدی: ارزیابی، آسیب‌پذیری، بافت فرسوده، زلزله، شهر بجنورد.

---

[1]- نویسنده مسؤول: Hataminejad@ut.ac.ir

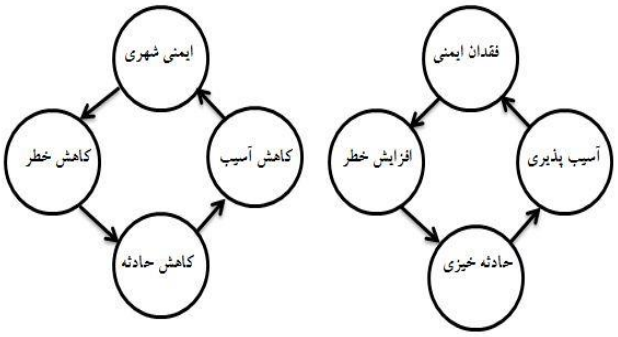
مقدمه

یکی از معضلاتی که همواره و در طی قرون متمادی زندگی جوامع انسانی را مورد تهدید قرار داده، وقوع بلایا و سوانحی است که در صورت ناآگاهی و نداشتن آمادگی، صدمات جبران‌ناپذیری به ابعاد مختلف زندگی انسان‌ها وارد می‌کند (داداش پور و عادلی، ۱۳۹٤: ۷٤؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷: ۹۳). مخاطرات طبیعی این ظرفیت را دارند که در نبود سیستم‌های کاهش خطر به سوانحی هولناک و ویران‌کننده برای اجتماعات بشری تبدیل شوند (رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۰؛ دوستی سبزی و همکاران، ۱۳۹۷: ۳۸). زلزله یکی از بلایای طبیعی است که به طور خاص برای شهرهای کشورهای درحال‌توسعه در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته دارای آسیب‌پذیری بیشتری است. آمارها نشان می‌دهد که ۹۵ درصد از کل قربانیان بلایای طبیعی در جهان از کشورهای درحال‌توسعه می‌باشند و تلفات زلزله در این کشورها ۲۰ برابر بیشتر از کشورهای توسعه‌یافته است (kreimer et al, 2003: 2). تبیین رابطه‌ی کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله و کاهش اثرات آن، با توجه به نتایجی که در بر خواهد داشت و تأکیدی که این تحلیل بر بعد کالبدی دارد از اهمیت بالایی برخوردار است (نورالهی و صفدری، ۱۳۹٤: ۲). در واقع هدف از این رویکرد کاهش آسیب‌پذیری شهرها و تقویت بافت کالبدی شهر در مقابله با خطرات ناشی از تهدیدات نظیر وقوع زلزله است (Mitchell, 2012: 3). کشور ایران به لحاظ شرایط جغرافیایی و زمین‌شناختی در زمره کشورهایی است که آسیب‌پذیری بسیار زیادی در برابر سوانح طبیعی دارد (فرزادبهتاش و همکاران، ۱۳۹۲: ۳٤). بررسی‌ها نشان می‌دهند که مخاطرات ناشی از زمین‌لرزه بیشترین خسارت مالی و جانی را به کشور وارد ساخته است. بر پایه‌ی آمارهای رسمی ۲۵ سال گذشته، شش درصد از تلفات جانی کشور ناشی از زلزله بوده است (آرین، ۱۳۸۲: ۳۷؛ شایان و عمونیا، ۱۳۹٦: ۱٦۵). بررسی و مطالعه نحوه مدیریت بحران زلزله در حوادث گذشته از جمله زلزله‌های بم، زرند کرمان، آذربایجان شرقی و زلزله‌های سرپل ذهاب و ازگله کرمانشاه نشان می‌دهد مدیریت

بحران صحیح و سریعی صورت نگرفته است. بنابراین شواهد حاکی از آن است که میزان آسیب‌پذیری شهرهای ایران در برابر خطر زلزله بالا است (ایمانی و همکاران، ۱۳۹۵: ٦٨). استان خراسان شمالی و شهرستان بجنورد به دلیل موقعیت جغرافیایی همواره در معرض بلایای طبیعی نظیر سیل، زلزله و طوفان‌های شدید قرار دارد. همه‌ساله وجود زلزله‌های منطقه‌ای باعث بروز خسارت‌های فراوان می‌گردد. بنابراین با توجه به قرارگیری شهر بجنورد در منطقه زلزله‌خیز کشور، در این پژوهش تلاش شده است تا با تجزیه‌وتحلیل میزان آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهری بجنورد مشخص شود و راهکارهایی مناسب جهت کاهش خطرات ناشی از مخاطرات طبیعی (زلزله) ارائه کنیم.

آسیب‌پذیری در نزد جوامع مختلف، معانی متفاوتی دارد. در یک معنای کلی، آسیب‌پذیری به میزان صدمه یا خسارت جامعه یا سیستم در برابر یک حادثه غیرمترقبه اطلاق می‌شود (میرعمادی، ۱۳۹۰: ٤٧). با استناد به نظریه‌ی آسیب‌پذیری، احتمال بروز حوادث و مخاطرات برای گروهی از شهروندان در بخش‌های خاصی از شهر همواره بیشتر از دیگران است. این افراد را حادثه‌پذیر، دفاع ناپذیر، مستعد حادثه یا اقشار آسیب‌پذیر و در معرض خطر می‌نامند (امینی ورکی و همکاران، ۱۳۹۳: ۸). در بسیاری از موارد، برای رتبه‌بندی کیفی آسیب‌پذیری آن را با معیارهای «زیاد»، «متوسط» و «کم» تقسیم‌بندی می‌کنند (Pelling, 2003). داعی نژاد، با نگاه رفتاری، آسیب‌های محیط شهری را بر دو دسته تقسیم کرده است: الف) آسیب‌های سازه‌ای: مشتمل بر تخریب ابنیه، تأسیسات و زیربناها با درجات مختلف؛ ب) آسیب‌های غیر سازه‌ای: مشتمل بر صدمات انسانی، محیطی و بهداشتی (پیروزی و نظم فر، ۲۱۲:۱۳۸۷). ازنظر رخداد زمانی و وسعت تخریب، آسیب‌های محیط شهری را می‌توان به دودسته تقسیم کرد: الف) آسیب‌های اولیه: صدماتی که بلافاصله و به دلیل نبود عمل مستقیم نیروهای وارده بر سطح و حجم بروز می‌نمایند. ب) آسیب‌های ثانویه: این‌گونه آسیب‌ها مشتمل بر تشدید و بسط دامنه‌ی آسیب‌های اولیه (هم‌افزایی آسیب) هستند و عموماً

براثر عملکرد عوامل محیطی بروز می‌نمایند (حیدری نیا، ۱۳۹۳: ١٦٨). شکل (۱) چرخهٔ هم پیوندی ایمنی شهری و آسیب‌پذیری را نشان می‌دهد.



شکل ۱- چرخه‌ی هم پیوندی ایمنی شهری و آسیب‌پذیری. مأخذ: محمدی ده چشمه، ۱۳۹۲: ۱۷۹

بافت‌های فرسوده مجموعه‌ای از بناها، راه‌ها، تأسیسات و تجهیزات شهری یا ترکیبی از آن‌ها هستند که در داخل محدوده شهر یا روستا و در تداوم و پیوند با آن‌ها شکل‌گرفته‌اند و به دلیل قدمت و یا نبودن برنامه توسعه و نظارت فنی بر شکل‌گیری و فقدان شرایط زیستی و امنیتی و نیز نابسامانی‌های کالبدی و اجتماعی و اقتصادی فرسوده شده‌اند و ازنظر برخورداری از استحکام و خدمات شهری دچار کمبود می‌باشند (نجاتی هریس، ۱۳۸۵، ۳۸؛ ابدالی، ١٣٩٦: ۳۲).

در زمینه آسیب‌پذیری و ارزیابی خطرات ناشی از زلزله تاکنون پژوهش‌های زیادی در سطح جهان و کشور ایران صورت گرفته است. در زیر به برخی از مطالعات و پژوهش‌های صورت گرفته اشاره شده است. تانگ[1] و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی با عنوان سیستم شبیه‌سازی هوشمند برای ارزیابی خطر زلزله در شهر دیانگ کشور چین، بررسی رویداد زمین‌لرزه را با استفاده از GIS و شبکه مصنوعی مورد تحلیل قراردادند.

[1] Tang

این سیستم برای تشخیص ضعف لرزهای ساختارها در شرایط پیش از زلزله، ارزیابی سریع خسارت زلزله و فراهم ساختن شرایط امداد سریع عمومی و دولتی در طول زلزله و بعد از آن کاربرد دارد (Tang et al, 2009: 871). اسمیتلین[1] و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی تحت عنوان مدلسازی خسارات زلزله و آسیب‌پذیری اجتماعی در چارلستون، به بررسی ارتباط فضایی بین آسیب‌پذیری اجتماعی و تخمین خسارات زلزله پرداخته‌اند، نتایج نشان می‌دهد، کسانی که در مناطق با سطوح بالاتری از آسیب‌پذیری اجتماعی هستند، تأثیر نسبی بیشتری می‌پذیرند و بنابراین ممکن است موانع بیشتری در بهبودی پس از رویداد، نسبت به مناطق با آسیب‌پذیری پایین‌تر اجتماعی داشته باشند (Schmidtlein et al, 2011: 269). حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی تحت عنوان سنجش آسیب‌پذیری سازه‌ای بافت فرسوده شهری در برابر مخاطراتدر شهر اهواز، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد ۵٤/۳۸ درصد مساحت در بازه آسیب‌پذیری متوسط تا زیاد قرار دارد و گویای این است که بخش زیادی از بافت فرسوده در محدوده مرکزی شهر اهواز به‌نوعی نیازمند برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل است. دوستی سبزی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی تحت عنوان تحلیل فضایی آسیب‌پذیری سازه‌ای- کالبدی کاربری مسکونی با رویکرد پدافند غیرعامل و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در منطقه ٦ شهر اهواز، به این نتیجه دست یافتند که از بین ۵۵۳ هکتار کاربری مسکونی حدود ٤۸/۵ درصد دارای آسیب‌پذیری متوسط به بالا بوده و بیشترین تمرکز آن‌ها در بخش‌های شرق و حواشی منطقه ٦ شهر اهواز است.

داده‌ها و روش‌ها

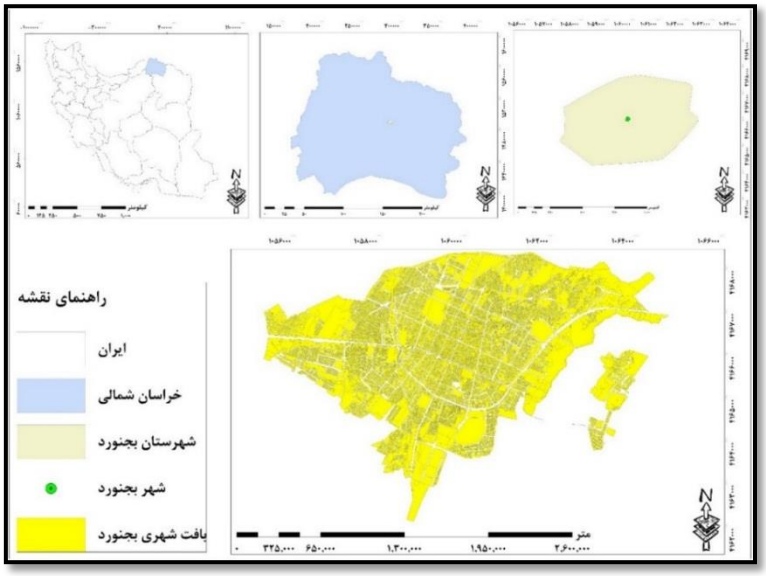
پژوهش حاضر به لحاظ هدف نظری- کاربردی و از لحاظ روش‌شناسی توصیفی- تحلیلی مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی‌های میدانی است. برای دستیابی به اهداف تحقیق، ابتدا با مطالعه مبانی نظری و ادبیات تحقیق، اصول و معیارهای مدنظر

[1] Schmidtlein

استخراج گردید. برای وزن دهی به هر یک از معیارها در آسیب‌پذیری از روش وزن دهی چند متغیره AHP- Fuzzy استفاده شده است، با استفاده ابزار Euclidean Distance نقشه‌های هم‌جواری تهیه گردید، همچنین جهت فازی‌سازی توابع و تعیین حریم استاندارد خطرپذیری از منطق فازی[1] استفاده شده است، در نهایت در نهایت با استفاده از ابزار Fuzzy overly با گامای ۰/۹ نقشه خطرپذیری بافت فرسوده شهری بجنورد تهیه شد.

شهر بجنورد، مرکز استان خراسان شمالی، در شمال شرق کشور ایران واقع شده است و به طور متوسط ۱۰۷۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. فرم اصلی و هسته مرکزی و قدیمی شهر در اواسط دوره قاجاریه شکل گرفته است (ضمیری و همکاران، ١٣٩٤). شهر بجنورد بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵، دارای ۲۳۳۸۱۰ نفر است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). در پی تحولات اقتصادی و اجتماعی سدهٔ اخیر و افزایش جمعیت شهر، بافت به نسبت متمرکز شهر بجنورد به طور تقریبی در همه جهات شروع به گسترش نمود، به‌طوری‌که سکونتگاه‌های غیررسمی شهر بجنورد مانند کلاته آروین، محله جوادیه، ملکش، حصار شیرعلی، بربر قلعه، پشت نیروگاه و غیره در پی رشد فزاینده جمعیت و الحاق روستاهای حاشیه‌ای به فضای کالبدی شهر شکل گرفتند و جمعیت شهر بجنورد در طی پنجاه سال گذشته چیزی بیش از ٦ برابر و وسعت آن بیش از ٨ برابر رشد داشته است (ضمیری و همکاران، ١٣٩٤؛ حسین پور و همکاران، ۱۳۹۲). شکل (۲) موقعیت شهر بجنورد را نشان می‌دهند.

[1] fuzzy Membership



شکل ۲- موقعیت شهر بجنورد. مأخذ: ترسیم نگارندگان

نتایج و بحث

تهیه بانک داده مکانی: اولین گام در راستای یک پژوهش خوب و مناسب داشتن آمار و اطلاعات کافی و درست از محدوده مورد مطالعه است. با توجه به اینکه تهیه هرگونه بانک داده‌های مکانی بسیار سخت و دشوار هست زیرا مراکز مرتبط از ارائه هرگونه آمار و اطلاعات خودداری می‌نمایند و ازآنجاکه این نقشه‌ها و اطلاعات خام می‌باشند در گام بعدی با جداسازی و خالص‌سازی داده‌های مورد نیاز از دیگر داده‌ها اقدام به تحلیل مکانی نموده است.

تنظیم و معرفی لایه‌های اطلاعاتی جهت سنجش الگوهای هم‌جواری: پس از تهیه بانک اطلاعات مکانی از شهر بجنورد برای سنجش مخاطره زمین‌لرزه در گستره شهر بجنورد، ابتدا سه فاکتور طبیعی فاصله از گسل‌های اصلی، فاصله از گسل‌های فرعی و شیب تهیه و در ادامه ۹ فاکتور دیگر شامل دسترسی به کاربری‌های خطرزای شهری

جدول ۱- ضوابط و قواعد شاخص‌های منتخب از منظر خطرپذیری

معیار	زیر معیار	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	معیار	زیر معیار	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
فاصله از گسل اصلی	۲۰۰۰ متر	*					فاصله از گسل فرعی	۱۰۰۰ متر	*				
	۳۰۰۰ متر		*					۱۵۰۰ متر		*			
	۴۰۰۰ متر			*				۲۰۰۰ متر			*		
	۵۰۰۰ متر				*			۲۵۰۰ متر				*	
	+۵۰۰۰					*		+۲۵۰۰					*
شیب	۰٪ -۳٪					*	جایگاه سوخت	۱۰۰۰ متر	*				
	۳٪ -۶٪				*			۲۰۰۰ متر		*			
	۶٪ -۹٪			*				۳۰۰۰ متر			*		
	۹٪ -۱۵٪		*					۴۰۰۰ متر				*	
	+۱۵٪	*						+۵۰۰۰					*
پست برق	۱۰۰۰ متر	*					بیمارستان	+۵۰۰	*				
	۲۰۰۰ متر		*					۴۰۰۰ متر		*			
	۳۰۰۰ متر			*				۳۰۰۰ متر			*		
	۴۰۰۰ متر				*			۲۰۰۰ متر				*	
	+۵۰۰۰					*		۱۰۰۰ متر					*
آتش- نشانی	+۵۰۰	*					مراکز مدیریت بحران	+۵۰۰۰	*				
	۴۰۰۰ متر		*					۴۰۰۰ متر		*			
	۳۰۰۰ متر			*				۳۰۰۰ متر			*		
	۲۰۰۰ متر				*			۲۰۰۰ متر				*	
	۱۰۰۰ متر							۱۰۰۰ متر					*
فضای سبز	+۵۰۰۰	*					ورزشی	+۵۰۰۰	*				
	۴۰۰۰ متر		*					۴۰۰۰ متر		*			
	۳۰۰۰ متر			*				۳۰۰۰ متر			*		
	۲۰۰۰ متر				*			۲۰۰۰ متر				*	
	۱۰۰۰ متر					*		۱۰۰۰ متر					*
راه	+۵۰۰۰	*					پایانه	+۵۰۰۰					*
	۴۰۰۰ متر		*					۴۰۰۰ متر				*	
	۳۰۰۰ متر			*				۳۰۰۰ متر			*		
	۲۰۰۰ متر				*			۲۰۰۰ متر		*			
	۱۰۰۰ متر					*		۱۰۰۰ متر	*				

مأخذ: حاتمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۶؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷

(جایگاه سوخت و پست برق)؛ کاربری‌های ضروری (بیمارستان، آتش‌نشانی و مراکز مدیریت بحران) و کاربری‌های فضای باز و دسترسی (فضای سبز، راه و پایانه) استخراج و در نهایت ٤ لایه‌ی اطلاعاتی بافت کالبدی شامل تعداد طبقات، اسکلت ساختمان، جنس مصالح و قدمت ابنیه تهیه گردید. هرکدام از این لایه‌ها بر اساس تأثیری که از منظر خطرپذیری دارند دارای ضوابط و قواعد خاصی است که در جدول (۱) نشان داده شده است. همچنین در جدول (۲) وضعیت خطرپذیری شاخص‌های کالبدی را نشان می‌دهد.

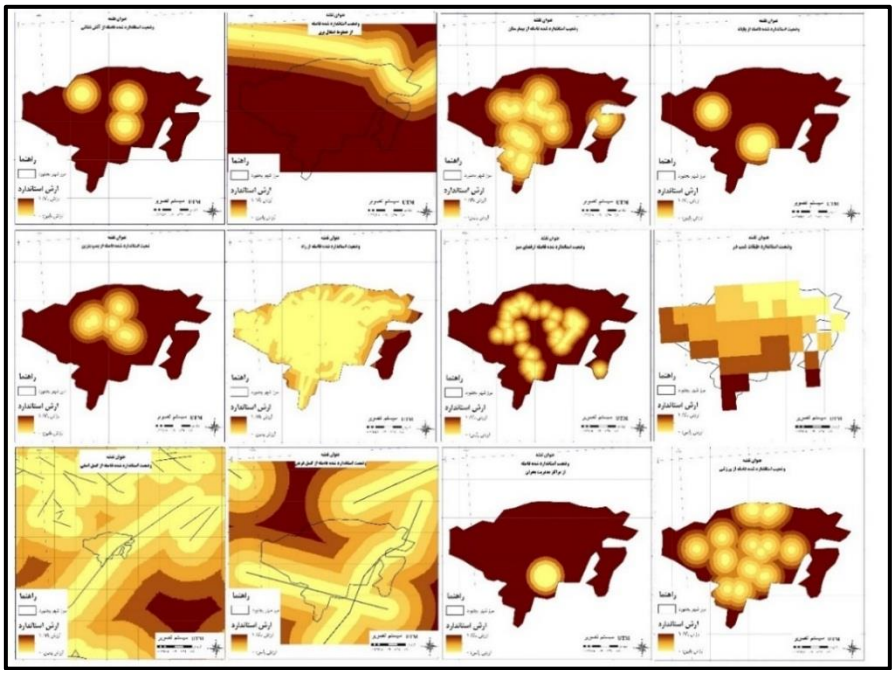
جدول ۲- وضعیت خطرپذیری شاخص‌های کالبدی

شاخص‌ها	تقسیم‌بندی داخلی	وضعیت خطرپذیری	شاخص‌ها	تقسیم‌بندی داخلی	وضعیت خطرپذیری
اسکلت ساختمان	فلزی	خطرپذیری خیلی کم	جنس مصالح	تیرآهن و آجر	خطرپذیری خیلی کم
	بتنی	خطرپذیری کم		آجر و سیمان	خطرپذیری کم
	آجری	خطرپذیری زیاد		بلوک سیمانی	خطرپذیری زیاد
	فاقد اسکلت	خطرپذیری خیلی زیاد		خشت و گل	خطرپذیری خیلی زیاد
تعداد طبقات[1]	یک طبقه	خطرپذیری خیلی کم	قدمت ابنیه	کمتر از ۱۰ سال	خطرپذیری خیلی کم
	دو طبقه	خطرپذیری کم		بین ۱۰ تا ۲۰ سال	خطرپذیری کم
	سه طبقه	خطرپذیری متوسط		بین ۲۰ تا ۳۰ سال	خطرپذیری زیاد
	چهار طبقه	خطرپذیری زیاد		بیشتر از ۳۰ سال	خطرپذیری خیلی زیاد
	پنج طبقه و بیشتر	خطرپذیری خیلی زیاد			

مأخذ: پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷

[1] تعداد طبقات ارتباط مستقیمی با آسیب‌پذیری لرزه‌ای دارد به گونه‌ای که هر چه تعداد طبقات بیشتر شود آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد، البته از ارتفاع مشخصی به بعد به علت وجود اسکلت ساختمان در ساخت طبقات بیشتر، آسیب‌پذیری کمتر می‌شود.

تعیین ضریب حریم هم‌جواری در لایه‌های مورد مطالعه: در این مرحله با استفاده از ابزار Euclidean Distance از مجموعه ابزار Spatial Analyst Tools برای هر کدام از لایه‌های ۳ گانه طبیعی و لایه‌های ۹ گانه سنجش الگوی هم‌جواری در سطح شهر بجنورد مؤثر در خطرپذیری حریم فاصله[1] زده شد. در شکل (۳) هم‌جواری حریم فواصل لایه‌های منتخب را مشاهده می‌کنید.



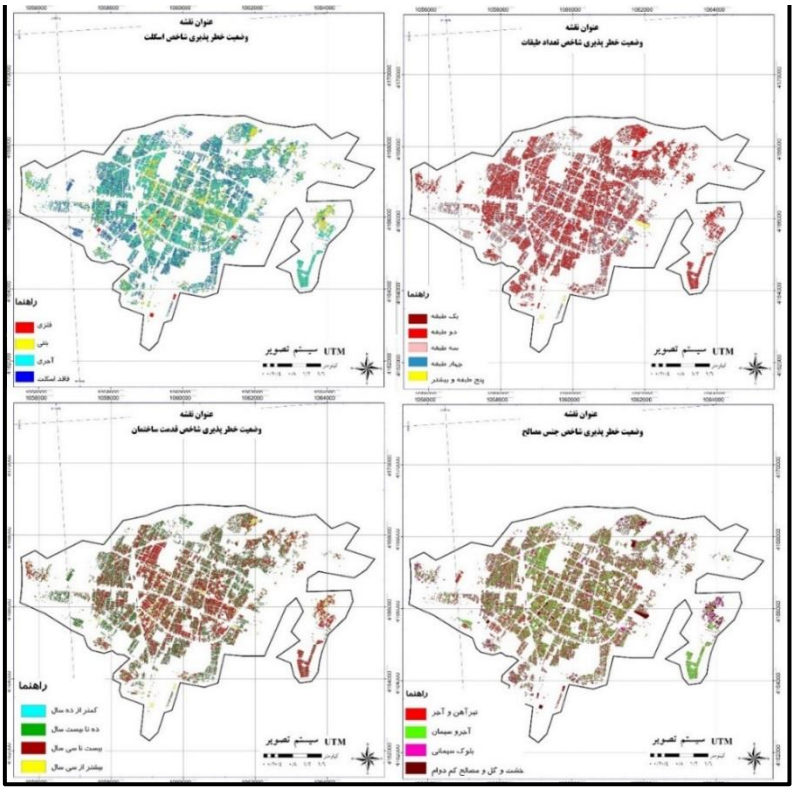
شکل ۳- هم‌جواری حریم فواصل لایه‌های منتخب

همان‌طور که از شکل (۳) مشاهده می‌کنیم وضعیت دسته‌بندی‌های مؤثر در خطرپذیری شهر بجنورد در فاکتورهای ۳ گانه مؤثر یعنی فاصله از گسل‌های اصلی، فاصله از گسل‌های فرعی و شیب و فاکتورهای ۹ گانه کاربری در سطح شهر بجنورد مورد سنجش قرار گرفت.

[1] Distance

سنجش مخاطره زمین‌لرزه در گستره شهر بجنورد از نظر شاخص‌های کالبدی:

برای انجام این کار ضمن دسته‌بندی‌های صورت گرفته در این زمینه وضعیت خطرپذیری هر شاخص به صورت جداگانه مورد سنجش قرار گرفت و در نهایت درصد و مساحت هر چهار شاخص بافت کالبدی نیز محاسبه گردید. همان‌طور که در جدول (۳) و شکل (٤) مشاهده می‌کنید وضعیت خطرپذیری شاخص‌های کالبدی بافت فرسوده در شهر بجنورد مورد سنجش قرار گرفتند که وضعیت شاخص اسکلت ساختمان گویای آسیب‌پذیری بالای بافت فرسوده شهر بجنورد است ٦٢/٥٨ درصد بافت فرسوده شهر بجنورد آجری، ٢٨/١٤ درصد فاقد اسکلت، ٧/٣٩ درصد بتنی و تنها ١/٩٠ درصد دارای اسکلت فلزی می‌باشند.



شکل ٤- وضعیت خطرپذیری شاخص‌های کالبدی بافت فرسوده

همچنین وضعیت جنس مصالح بافت فرسوده شهر بجنورد نشان می‌دهد که ٤٧/٨٨ درصد دارای بلوک سیمانی، ۲۵/۲۳ درصد خشت و گل، ١٤/٢٩ درصد آجر و سیمان و ۱۲/۵۹ تیرآهن و آجر می‌باشند. تعداد طبقات بافت فرسوده عمدتاً یک الی دو طبقه می‌باشند به‌طوری‌که ٦٦/٣٢ درصد یک الی دو طبقه، سه طبقه ١٤/٢٩ درصد، چهار طبقه ۱۱/۱۱ درصد و پنج طبقه و بیشتر ۸/۲۸ درصد هستند. قدمت ابنیه بافت فرسوده شهر بجنورد نشان می‌دهد که بیشتر ابنیه‌ی موجود در بافت دارای قدمتی بیش از ۲۰ سال هستند، به‌طوری‌که ۳۹/۹٦ درصد بیشتر از ۳۰ سال قدمت، ٢٨/٤٦ درصد بین ۲۰ تا ۳۰ سال قدمت، ۱۸/۰۹ درصد بین ۱۰ تا ۲۰ سال قدمت و ١٣/٤٩ درصد دارای قدمتی کمتر از ۱۰ سال دارند.

جدول ۳- وضعیت خطرپذیری شاخص‌های کالبدی بافت فرسوده

شاخص‌ها	تقسیم‌بندی داخلی	مساحت	درصد	شاخص‌ها	تقسیم‌بندی داخلی	مساحت	درصد
اسکلت ساختمان	فلزی	١٤٥٦٧٨	۱/۹۰	جنس مصالح	تیرآهن و آجر	۹٦٨۰۲۷	۱۲/۵۹
	بتنی	٥٦٧٨٩٤	۷/۳۹		آجر و سیمان	۱۰۹۸۵۳۷	١٤/٢٩
	آجری	٤٨۰٩٧٦٦	٦٢/٥٨		بلوک سیمانی	۳٦٨۰۱۳۸	٤٧/٨٨
	فاقد اسکلت	٢١٦٢٧٦٤	٢٨/١٤		خشت و گل	۱۹۳۹٤۰۰	۲۵/۲۳
تعداد طبقات[1]	یک طبقه	۳۸٤۰٦۰۵	٤٩/٩٧	قدمت ابنیه	کمتر از ۱۰ سال	۱۰۳٦۷۸۰	١٣/٤٩
	دو طبقه	۱۲۵٦۸۹۰	١٦/٣٥		بین ۱۰ تا ۲۰ سال	۱۳۹۰۳۷۸	۱۸/۰۹
	سه طبقه	۱۰۹۸۳۵٤	١٤/٢٩		بین ۲۰ تا ۳۰ سال	۲۱۸۷٦۵۸	٢٨/٤٦
	چهار طبقه	۸۵۳٦۷۰	۱۱/۱۱		بیشتر از ۳۰ سال	۳۰۷۱۲۸٦	۳۹/۹٦
	پنج طبقه و بیشتر	٦٣٦٥٨٣	۸/۲۸				

مأخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷

[1] تعداد طبقات ارتباط مستقیمی با آسیب‌پذیری لرزه‌ای دارد به گونه‌ای که هر چه تعداد طبقات بیشتر شود آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد، البته از ارتفاع مشخصی به بعد به علت وجود اسکلت ساختمان در ساخت طبقات بیشتر، آسیب‌پذیری کمتر می‌شود.

استانداردسازی لایه معیارهای ۱۲ گانه با استفاده از مدل FAHP: در این مرحله لایه‌های آماده‌سازی شده (لایه‌های ۱۲ گانه) مؤثر در خطرپذیری بافت فرسوده شهر بجنورد در برابر زلزله که فاقد واحدهای همگن هستند، جهت استانداردسازی و افزایش انعطاف‌پذیری با استفاده از منطق فازی استاندارد می‌شوند. منطق فازی، واحد عددی همگنی بین صفر و ۱ است. عدد صفر نشان‌دهنده بیشترین ارزش هم‌جواری (رعایت اصول مکانی هم‌جواری) و عدد یک نشان‌دهنده کمترین ارزش هم‌جواری (عدم رعایت اصول مکانی هم‌جواری) است. برای انجام این مرحله، لایه‌های معیار را از نظر میزان اهمیت خطرپذیری آن‌ها وزن دهی شده‌اند. در گام نخست باید وزن معیارها را مشخص نماییم، برای این کار نیاز است که معیارها را به صورت زوجی مقایسه نماییم. ترجیح زوجی این معیارها و ماتریس مقایسه زوجی را تشکیل می‌دهیم. جدول (٤) ماتریس مقایسات زوجی معیارها را نشان می‌دهد. در گام بعدی میانگین هندسی[1] هر سطح را محاسبه می‌کنیم و در گام نهایی با توجه به اوزان نسبی محاسبه شده، وزن نهایی هر گزینه محاسبه می‌شود، در ادامه نیز بر اساس روابط موجود و تنظیم گام‌های مدل AHP وزن نهایی به دست آمد.

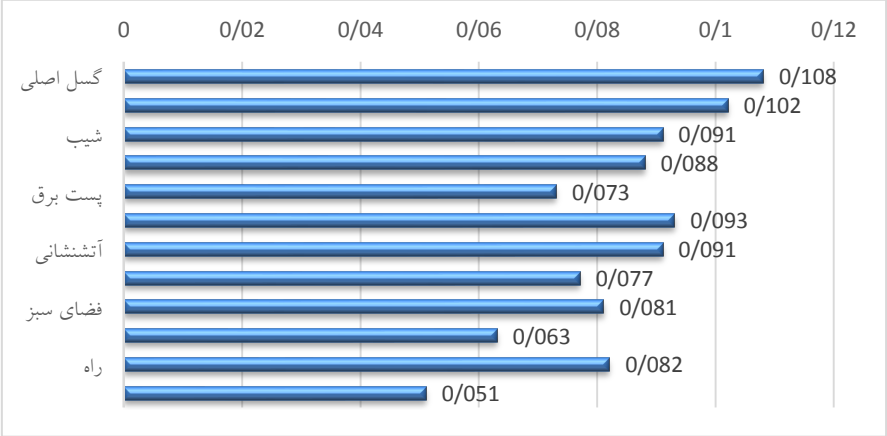
وزن نهایی حاصل از مدل AHP در شکل (۵) نشان می‌دهد که در بین شاخص‌های اثرگذار، شاخص گسل اصلی با وزن ۰/۱۰۸ بیشترین اثرگذاری را دارد، سایر شاخص‌های اثرگذار به ترتیب وزن نهایی، گسل فرعی با ۰/۱۰۲، بیمارستان ۰/۰۹۳، شاخص شیب و آتش‌نشانی ۰/۰۹۱، پمپ‌بنزین ۰/۰۸۸، راه ۰/۰۸۲، فضای سبز ۰/۰۸۱، مراکز مدیریت بحران ۰/۰۷۷، پست برق ۰/۰۷۳، اماکن ورزشی ۰/۰٦۳ و پایانه‌ها ۰/۰۵۱ در رتبه‌های بعدی اهمیت قرار گرفته‌اند.

[1] میانگین هندسی در ریاضیات برابر است با ریشه‌ی n اُم از حاصل ضرب n متغیر.

جدول ٤- ماتریس مقایسات زوجی لایه‌های معیار در خطرپذیری گستره شهر بجنورد

شاخص	گسل اصلی	گسل فرعی	شیب	پمپ بنزین	پست برق	بیمارستان	آتش‌نشانی	مدیریت بحران	فضای سبز	ورزشی	راه	پایانه
گسل اصلی	١	٥	٥	٢	٩	٣	٤	٢	٨	٢	٦	٥
گسل فرعی	٠/٢	١	٣	٥	٤	٨	٩	٧	٧	٥	٥	٤
شیب	٠/٢	٠/٣	١	٧	٥	٥	٧	٧	٦	٥	٢	٣
پمپ بنزین	٠/٥	٠/٢	٠/١٤	١	٢	٣	٤	٤	٦	٤	٢	٢
پست برق	٠/١	٠/٢٥	٠/٢	٠/٥	١	٤	٦	٧	٧	٥	٢	٣
بیمارستان	٠/٣	٠/١٢	٠/٢	٠/٣	٠/٢٥	١	٥	٦	٧	٩	٢	٣
آتش‌نشانی	٠/٢	٠/١١	٠/١٤	٠/٢٥	٠/١٦	٠/٢	١	٧	٧	٦	٣	٢
مدیریت بحران	٠/٥	٠/١٤	٠/١٧	٠/٢٥	٠/١٤	٠/١٦	٠/١٤	١	٧	٨	٥	٤
فضای سبز	٠/١٢	٠/١٤	٠/١٦	٠/١٦	٠/١٤	٠/١٤	٠/١٤	٠/١٤	١	٦	٣	٤
ورزشی	٠/٥	٠/٢	٠/٢	٠/٢٥	٠/٢	٠/١	٠/١٦	٠/١٢	٠/١٦	١	٤	٢
راه	٠/١٧	٠/٢	٠/٥	٠/٥	٠/٥	٠/٥	٠/٣٣	٠/٢	٠/٣	٠/٢٥	١	٢
پایانه	٠/٢	٠/٢٥	٠/٥	٠/٥	٠/٣٣	٠/٣٣	٠/٥	٠/٢٥	٠/٢٥	٠/٥	٠/٥	١

مأخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷



شکل ٥- وزن نهایی حاصل از مدل AHP

اضافه کردن توابع فازی به لایه‌ها: در جدول (٧) لایه‌ها و توابع فازی شده برای فاصله استاندارد هر معیار بیان شده است. در جدول مذکور با توجه به تأثیر متقابل

معیارهای ۱۲ گانه در خطرپذیری گستره بافت فرسوده شهر بجنورد در برابر زلزله از اهمیت فواصل خطرپذیری (Spread[۱]) متفاوتی استفاده شده است.

جدول ۷- توابع فازی شده برای خطرپذیری گستره بافت فرسوده شهر بجنورد

لایه‌ها	Membership type[2]	Midpoint[3]	Spread
گسل اصلی	Linear[4]	۲۰۰۰	۹
گسل فرعی	Linear	۱۰۰۰	۷
شیب	Small[5]	۱۵	۷
پمپ‌بنزین	Small	۲۵۰	۵
پست برق	Small	۳۰۰	۳
بیمارستان	Small	۵۰۰	۵
آتش‌نشانی	Small	۵۰۰	۵
مراکز مدیریت بحران	Small	۲۵۰	۳
فضای سبز	Small	۳۰۰	۳
ورزشی	Small	۳۰۰	۳
راه	Linear	۲۰۰	۳
پایانه	Small	۵۰۰	٦

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

[۱] Spread ضریب کاهش یا افزایش آسیب‌پذیری هر لایه را نشان می‌دهد که عددی بین ۰ تا ۱۰ است. این ضریب هرگاه از عدد ۵ بیشتر باشد نشان می‌دهد که آن لایه می‌تواند به میزان زیادی آسیب برساند و هر گاه آن عدد کمتر از ۵ باشد میزان آسیب‌پذیری وارده کمتر است.

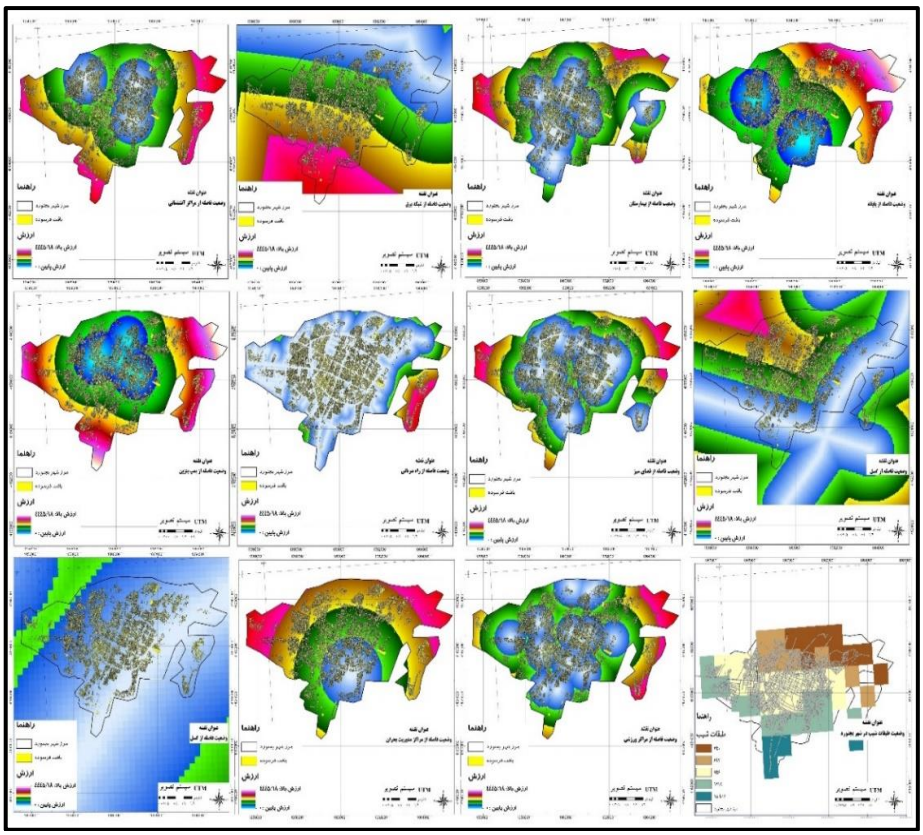
[۲] نوع توابع فازی به کار رفته برای هر لایه را نشان می‌دهد.

[۳] فاصله استاندارد همجواری آسیب‌پذیری هر لایه را به متر نشان می‌دهد.

[٤] از گزینه‌های fuzzy membership است که از فاصله صفر تا فاصله استاندارد است. آسیب‌پذیری به صورت طولی افزایش می‌یابد و از آن فاصله به بعد آسیب‌پذیری کاهش می‌یابد.

[٥] از گزینه‌های fuzzy membership است که از فاصله صفر تا فاصله استاندارد است. آسیب‌پذیری تا فاصله‌ای مشخص افزایش می‌یابد و از آن فاصله به بعد یه صورت جزئی آسیب‌پذیری کاهش می‌یابد.

تولید نقشه‌های استاندارد با استفاده از Fuzzy Membership: در این مرحله نقشه‌هایی که در مرحله قبل وزن‌دار شده‌اند به دلیل اینکه فاقد توابع فازی و حریم استاندارد خطرپذیری هستند، جهت افزودن این توابع و فواصل خطرپذیری از منطق فازی (Fuzzy Membership) از مجموعه ابزارهای (Spatial Analyst Tools) استفاده می‌شود. منطق فازی در این مرحله دامنه عددی بین صفر و یک را تثبیت می‌کند به‌طوری‌که عدد صفر معادل بیشترین فاصله خطرپذیری (خطرپذیری کمتر) و عدد یک معادل کمترین فاصله از خطرپذیری (خطرپذیری بیشتر) است. شکل (۸) لایه‌های استاندارد شده با استفاده از Fuzzy Membership را نشان می‌دهد.



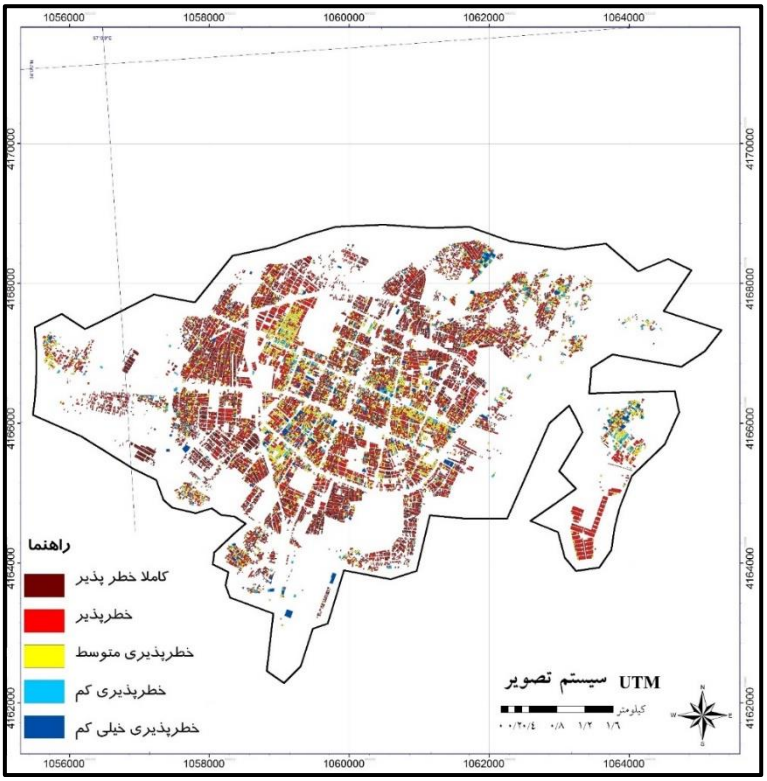
شکل ۸- لایه‌های استاندارد شده با استفاده از fuzzy Membership

هم‌پوشانی لایه‌ها با استفاده از Fuzzy Overlay- Gama: پس از تلفیق نقشه‌های استاندارد شده خطرپذیری برای هر یک از لایه‌های ۱۲ گانه و لایه‌های ٤ گانه شاخص کالبدی، ازآنجاکه این عوامل دارای درجه اهمیت خاصی هستند ضروری است که درجه و اهمیت هر یک از این عوامل را مشخص کرده و سپس با تلفیق آن‌ها به تولید نقشه نهایی خطرپذیری گستره بافت فرسوده شهر بجنورد در برابر زلزله پرداخت. در این مرحله با استفاده از ابزار (Fuzzy Overlay) و با استفاده از گامای ۰/۹ این خروجی‌های استاندارد را باهم تلفیق کرده که نقشه خروجی به همراه جدول مربوطه نشان می‌دهد که میزان خطرپذیری بافت فرسوده شهر بجنورد در برابر زلزله بالا است. قابل ذکر است به این دلیل از گامای ۰/۹ استفاده شده که میزان خطا کاهش یابد و نقشه به صورت یکدست ارائه شود. شکل (۵) خطرپذیری بافت فرسوده شهر بجنورد در برابر زلزله را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول (۷) مشاهده می‌کنیم ۲٦۲٥۹۳٤ مترمربع از بافت فرسوده شهر بجنورد یعنی ۳٤/۱٦ درصد در وضعیت کاملاً خطرپذیر قرار دارد، ۲۸۹۹٤٤۳ مترمربع یعنی ۳۷/۷۲ درصد در وضعیت خطر قرار دارد، ۱۱۳۸۰۳٤ مترمربع یعنی ۱٤/۸۱ درصد از بافت فرسوده در وضعیت خطرپذیری متوسط، ٦۷۳۷۸۹ مترمربع یعنی ۸/۷۷ درصد در وضعیت خطرپذیری کم و ۳٤۸۹۰۲ مترمربع یعنی ٤/٥٤ درصد در وضعیت خطرپذیری خیلی کم قرار دارند.

جدول ۷- وضعیت خطرپذیری بافت فرسوده شهر بجنورد در برابر زلزله

وضعیت خطرپذیری	ارزش درصدی	مساحت	درصد
کاملاً خطرپذیر	۰/۱ – ۰/۱۹	۲٦۲٥۹۳٤	۳٤/۱٦
خطرپذیر	۰/۲۰ – ۰/۳۹	۲۸۹۹٤٤۳	۳۷/۷۲
خطرپذیری متوسط	۰/٤۰ – ۰/٥۹	۱۱۳۸۰۳٤	۱٤/۸۱
خطرپذیری کم	٦۰ – ۰/۷۹	٦۷۳۷۸۹	۸/۷۷
خطرپذیری خیلی کم	+۰/۸۰	۳٤۸۹۰۲	٤/٥٤

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۷



شکل ۹- وضعیت خطرپذیری بافت فرسوده شهر بجنورد در برابر زلزله

نتیجه‌گیری

امروزه در پی تغییرات سریع شهرها، بخشی از بافت‌های شهری به علت فرسودگی و ناکارآمدی نتوانسته‌اند ارتباطی مناسب با محیط خود و خدمات‌دهی به بهره‌برداران برقرار کنند. وجود سطح گسترده بافت فرسوده یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیران شهری، شهر سازان و معماران است، زیرا عدم توجه به این بافت‌ها موجب زوال شهر و توسعه ناهمگون آن و ایجاد شهرهایی نوپا در حاشیه شهر قدیمی می‌گردد. به‌عنوان قلمرو مورد پژوهش بافت فرسوده شهر بجنورد به‌این‌علت که بخش قابل‌توجهی از مشکلات شهر بجنورد در این بافت نمود عینی یافته است و به دلیل گستردگی بیش‌ازحد بافت فرسوده و روند فرسودگی شدید در آن موردپژوهش قرار گرفت. با

توجه به نتایج حاصل از پژوهش مشخص شد که بـه سـبب زلزلـه‌هـای ایجـاد شـده و همچنین لرزه‌خیز بودن شهر بجنورد که در محاصره چندین گسل فعال اصـلی و فرعـی قرار دارد، هیچ ناحیه‌ی بی‌خطری یا کم‌خطری در این شهر نمی‌توان متصور شـد. رشـد شهری که در شهر بجنورد طی دهه‌های اخیر شروع شده و اکنون بـه اوج خـود رسـیده است و متعاقب آن باعث ایجاد حاشیه‌نشینی با میزان کیفیت پایین ساخت‌وسـازها شـده است، میزان ریسک را به طور قابل تـوجهی بـالا بـرده اسـت. از لحـاظ آسـیب‌پـذیری کالبدی در بافت فرسوده، می‌توان گفت معضل بزرگ شهر بجنورد وجود بافت فرسـوده در سراسر شهر بجنورد است که از لحاظ جنس مصالح و قدمت در بدترین حالت قـرار دارند و این نوع ساخت‌وسازها بیشتر در مرکز شهر بجنورد تمرکز دارند. فضـاهای بـاز در بافت فرسـوده شـهر بجنـورد در نـازل‌تـرین حـد خـود قـرار دارنـد و از ایـن نظـر آسیب‌پذیری را بعد از و قوع حادثه بیشـتر مـی‌کنـد. البتـه ایـن شـاخص در ارتبـاط بـا شاخص‌های دیگر (شبکه راه‌ها و معابر) می‌تواند تأثیرگذار باشد. پراکندگی کاربری‌های ضروری در بافت فرسوده و شهر بجنورد از نظر تعداد و موقعیت مکـانی ایسـتگاه‌هـای آتش‌نشانی و مراکز مدیریت بحران نامناسب می‌باشند. ایستگاه‌های مورد نظر به صورت متعادل در سطح شهر مکان‌یابی نشده‌اند، پراکندگی کاربری‌های درمانی در حـد متعـادل و بالنسبه قابل‌قبول است. دکل‌های برق فشار قوی تقریباً در تمامی نواحی بافت فرسوده به صورت پراکنده موجود است که هم‌جواری آن‌ها بـا بافـت‌هـای مسـکونی بیشـترین تهدید بعد از زلزله محسـوب مـی‌شـود و بعـد از آن جایگـاه سـوخت اسـت. بررسـی وضعیت آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر بجنورد نشان‌دهنده این است، گستره معدودی از بافت فرسوده شهر بجنورد وجود دارد که کمترین آسیب را دارا اسـت، امـا بیشـترین آسیب‌پذیری را مرکز بافت به سمت غرب شهر بجنورد بخصـوص حاشـیه‌ی غربـی آن دارا است. همچنین وضعیت کلی خطرپذیری شاخص‌های کالبدی نشان‌دهنده آن اسـت که تمام بافت فرسوده شهر بجنورد خطرپذیری متوسط به بالا را دارا است.

بر مبنای یافته‌های پژوهش و به منظور کاهش آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر بجنورد در برابر زلزله، پیشنهادهایی در جهت کاهش آسیب‌پذیری تهیه شده است.

با توجه به وسعت بافت فرسوده شهر بجنورد و مرکز استان بودن شهر، برای مدیریت بهتر و کارآمد بافت‌های مسأله‌دار، سازمان مشخصی مسؤولیت ساماندهی و مقاوم‌سازی این نوع بافت‌ها را به عده بگیرد و در جهت رفع مسائل این نوع بافت‌ها گام بردارد.

تهیه نقشه و طرح‌های تخلیه بافت‌های مسأله‌دار؛ محل اسکان موقت شهروندان حین و بعد از وقوع زلزله (با توجه به قرارگیری شهر بجنورد بر روی گسل‌های فعال) باید از پیش مشخص، بروز و امکانات لازم به آن‌ها اختصاص داده شود.

ارزیابی ایمنی تمام اماکن عمومی از جمله مدارس و تأسیسات درمانی و ارتقا آن‌ها در صورت لزوم.

آگاهی بخشی به تمام اقشار سنی از طریق ایجاد برنامه‌های آموزشی در مدارس، مراکز عمومی و همچنین رسانه‌های سمعی و بصری نظیر تلویزیون، رادیو، روزنامه، فضای مجازی و....

مشارکت دادن ساکنان بافت فرسوده در اقدامات ایمن‌سازی در مقابل زلزله.

منابع

ابدالی، یعقوب (۱۳۹۶). تحلیل فضایی کیفیت زندگی و بزهکاری در بافت‌های ناکارآمد شهری (مطالعه موردی: بخش مرکزی شهر تهران). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، استاد راهنما: کلانتری محسن. دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

امینی ورکی، سعید؛ مدیری، مهدی؛ شمسایی زفرقندی، فتح‌الله و قنبری نسب، علی (۱۳۹۳). شناسایی دیدگاه‌های حاکم بر آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات

محیطی و استخراج مؤلفه‌های تأثیرگذار در آن با استفاده از روش کیو. فصلنامه مدیریت بحران، ویژه‌نامه هفته پدافند غیرعامل: ١٨– ٥.

ایمانی، بهرام؛ کانونی، رضا؛ بی‌نیاز، محمد و عالی محمدی، احمد (١٣٩٥). راهبردهای کاهش آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده در برابر زلزله (مطالعه موردی: محله امامزاده حسن تهران). فصلنامه باغ نظر، سال سیزدهم، شماره ٣٩: ٨٢– ٦٧.

آرین، مهران (١٣٨٢). زمین‌شناسی انرژی‌های غیر فسیلی و غیرهسته‌ای در ایران. مجله رشد آموزش زمین‌شناسی، شماره ٣٦: ٣٧– ٣٦.

پوراحمد، احمد؛ ابدالی، یعقوب؛ صادقی، علیرضا و الله‌قلی‌پور، سارا (١٣٩٧). سنجش و تحلیل فضایی مؤلفه‌های تاب‌آوری کالبدی در بافت مرکزی شهر همدان با استفاده از خودهمبستگی فضایی موران. فصلنامه برنامه‌ریزی توسعه کالبدی، سال سوم، شماره ٥، پیاپی ٩: ١٠٤– ٩٢.

پیروزی، کریم و نظام فر، حسین (١٣٨٧). بافت‌های فرسوده شهری، ابعاد کالبدی – فضایی. اولین همایش بافت‌های فرسوده شهری، چشم‌انداز توسعه پایدار، ارزش‌ها و چالش‌ها، اهواز: دانشگاه شهید چمران: ٢٢١– ٢٢٠.

حاتمی‌نژاد، حسین؛ ابدالی، یعقوب و الله‌قلی‌پور، سارا (١٣٩٦). سنجش آسیب‌پذیری سازه‌ای بافت فرسوده شهری در برابر مخاطرات، با رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: بافت فرسوده مرکزی کلان‌شهر اهواز). فصلنامه اطلاعات جغرافیایی، دوره ٢٦، شماره ١٠٤: ١٧٢– ١٥٩.

حسین پور، سید علی؛ حکیم زاده، ساناز و گل زردی، سمانه (١٣٩٢). تحلیلی بر تأثیرات اکولوژیکی بر توسعه کالبدی شهر بجنورد. همایش ملی معماری، شهرسازی و توسعه پایدار با محوریت از معماری بومی تا شهر پایدار، مشهد، موسسه آموزش عالی خاوران، https://www.civilica.com/Paper-APSD01-APSD01_149.html.

حیدری نیا، سعید (١٣٩٣). سنجش الزامات مکانی کاربری‌های حیاتی و حساس از منظر پدافند غیرعامل موردمطالعه شهر اهواز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه

جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، استاد راهنما: محمدی ده چشمه، مصطفی. دانشکده علوم و زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز.

داداش پور، هاشم و عادلی، زینب (۱۳۹٤). سنجش ظرفیت‌های تاب‌آوری در مجموعه شهری قزوین. دو فصلنامه مدیریت بحران، دوره ٤، شماره ۲: ۸٤- ۷۳.

دوستی سبزی، بهزاد؛ عیسی لو، شهاب و ابدالی، یعقوب (۱۳۹۷). تحلیل فضایی آسیب-پذیری سازه‌ای- کالبدی کاربری مسکونی با رویکرد پدافند غیرعامل و با استفاده از سیستم GIS (محدوده: منطقه ٦ شهر اهواز). فصلنامه پدافند غیرعامل، سال نهم، شماره ۲ پیاپی ۳٤: ٤۸- ۳۷.

رفیعیان، مجتبی؛ رضایی، محمدرضا؛ عسگری، علی؛ پرهیزکار، اکبر و شایان، سیاوش (۱۳۹۰). تبیین مفهومی تاب‌آوری و شاخص سازی آن در مدیریت سوانح اجتماعی محور (CBDM). فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۱۵، شماره ٤: ٤۱- ۱۹.

شایان، سیاوش و عمونیا، حمید (۱۳۹٦). تحلیل توسعه پایدار شهری در کلان‌شهر تهران از دیدگاه مخاطرات ژئومورفولوژیک (مطالعه موردی: منطقه یک شهرداری). فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران، دوره هفتم، شماره ۲: ۱۸۰- ۱٦٤.

ضمیری، محمدرضا؛ ضمیری، مهسا و نسترن، مهین (۱۳۹٤). روش‌های کمی در تحلیل توسعه فضایی مسکن شهری بجنورد (۱۳۹٤- ۱۳۸٤). فصلنامه مطالعات شهری، دوره ۵، شماره ۱۷: ۷٦- ٦۷.

فرزاد بهتاش، محمدرضا، کی نژاد، محمدعلی، پیر بابای، محمدتقی و عسگری، علی (۱۳۹۲). ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز. نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، دوره ۱۸، شماره ۳: ٤۲- ۳۳.

محمدی ده چشمه، مصطفی (۱۳۹۲). ایمنی و پدافند غیرعامل شهری. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز.

مرکز آمار ایران (۱۳۹۵). نتایج سرشماری ۱۳۹۵.

میرعمادی، ابراهیم (۱۳۹۰). بررسی جایگاه پدافند غیرعامل در ساختار سکونتگاهی سمنان با تأکید بر مؤلفه‌های اقلیمی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا، استاد راهنما: کامیابی، سعید. دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان.

نجاتی هریس، حبیب (۱۳۸۵). بهبود کیفیت زیست در اسکان‌های غیررسمی با استفاده از راهبرد توانمندسازی اجتماعات محلی (نمونه موردی محله خلیل‌آباد تبریز). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه هنر و معماری، استاد راهنما: رفیعیان، مجتبی. دانشکده هنر، دانشگاه تربیت مدرس.

نورالهی، سعید و صفدری، بنیامین (۱۳۹٤). بررسی مفاهیم تاب‌آوری در جوامع شهری به منظور کم نمودن خسارات سوانح طبیعی. هفتمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران، https://www.civilica.com/Paper-INDM07-INDM07_061.html.

Kreimer, A., Arnold, M., & Carlin, A. (Eds.). (2003). *Building safer cities: the future of disaster risk*. The World Bank.

Mitchell, T., & Harris, K. (2012). *Resilience: A risk management approach. ODI Background Note*. Overseas Development Institute: London.

Pelling, Mark, The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience, 2003.

Schmidtlein, M.C; Shafer, J.M; Berry, M. and Cutter, S.L. (2011). Modeled earthquake losses and social vulnerability in Charleston, South Carolina, Applied Geography, 31, 269- 281.

Tang, A. & Wen, A,: An intelligent simulation system for earthquake disaster assessment, Computers & Geosciences, 35, 871– 879, 2009.