جغرافیا و توسعه شماره ۳۴ بهار ۱۳۹۳
وصول مقاله : ۱۳۹۰/۱۲/۱۵
تأیید نهایی : ۱۳۹۱/۸/۲۲
صفحات : ۸۲- ۶۹

سنجش ضریب ایمنی شاخص‌های کالبدی شهر کرج

دکتر کرامت‌اله زیاری[۱]، دکتر مصطفی محمدی‌ده‌چشمه[۲]،دکتر احمد پوراحمد[۳]، دکتر محمد باقر قالیباف[۴]

چکیده

امروزه روند رو به تزاید شهرنشینی و رشد تصاعدی خطرپذیری شهر و شهروندان در ارتباط با مخاطرات محیطی و تکنولوژیک و چالش‌های اجتماعی ضرورت اهتمام به مسأله‌ی ایمنی به عنوان یکی از مؤلفه‌های مهم و تعیین‌کننده‌ی یک شهر پایدار بیش از پیش احساس می‌شود. کرج، کلانشهر جوانی که از عمر جدید آن کمتر از نیم قرن می‌گذرد، از جمله شهرهایی است که با توجه به سیر تحول و تطور شتابان خود از سکونتگاه‌های پراکنده‌ی روستایی با جمعیّت ۱۴۲۲۶ در سال ۱۳۳۵ به کلانشهر امروزین با جمعیّت معادل ۱۳۸۶۰۳۰ نفر، ضرورت مدیریت ایمنی مؤلفه‌های خطرپذیر را اجتناب‌ناپذیر نموده است.

جهت رسیدن به چشم‌اندازهای برنامه ایمن شهر کرج و کاهش اثرات نامطلوب بحران‌ها و سوانح، شناخت و ارزیابی مؤلفه‌های ایمن ساز کالبدی شهر و مدل‌سازی مکانی- فضایی این مؤلفه‌ها در نواحی سی و چهارگانه به عنوان هدف پژوهش حاضر می‌باشد. تشکیل بانک داده‌های توصیفی، ترکیب آن با داده‌های مکانی و در نهایت مدل‌سازی مکانی- فضایی آن در قالب مدل ترکیبی GIS Cellular Network و AHP به عنوان روش‌شناسی مدنظر در این پژوهش می‌باشد.

یافته‌های پژوهش نشان داده‌اند که در بین شاخص‌های ده‌گانه ایمنی کالبدی، شاخص نفوذناپذیری با ارزش وزنی ۰/۷۹ از ۱ دارای بالاترین امتیاز، ناحیه یک با ضریب ایمنی کالبدی ۰/۵۰ از ۱ ناامن‌ترین ناحیه و ناحیه ۲۰ با ضریب ایمنی ۰/۷۳ ایمن‌ترین ناحیه شناخته شده‌اند.

کلیدواژه‌ها: ایمن شهر، ایمنی کالبدی، شهر کرج، مدل GIS Cellular Network.

۱- استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران zayyari@ut.ac.ir
۲- استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز (نویسنده مسؤول) m.mohammadi@scu.ac.ir
۳- استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران
۴- دانشیار جغرافیا سیاسی، دانشگاه تهران

مقدمه

امروزه با توجه به روند رو به تزاید شهرنشینی و رشد تصاعدی ریسک‌پذیری شهر و شهروندان در ارتباط با سوانح و مخاطرات، ضرورت اهتمام به مسأله‌ی ایمنی به عنوان یکی از مؤلفه‌های مهم و تعیین‌کننده‌ی یک شهر خوب بیش از پیش احساس می‌شود و این چالش نظریه‌پردازان را به سوی یافتن تعریفی از شهر سالم، ایمن و پایدار سوق داده است.

سازمان ملل(UN) در گزارش تقویت ایمنی و امنیت شهری که در سال ۲۰۰۷ منتشر کرده است ایمنی و امنیت انسانی را معادل حمایت از نیازهای حیاتی نیازهای بشری یعنی آزادی از شرایط نامطلوب زندگی و نزدیک کردن انسان‌ها به آمال و آرزوهایشان معنا نموده است. این تفسیر از ایمنی و امنیت انسانی در بیانیه‌ی سال ۲۰۰۵ کپنهاگ دانمارک با تأکید بر تلاش برای از بین بردن گرسنگی و سوء تغذیه، ایجاد امنیت غذایی، توسعه و معاش زندگی، خدمات‌بهداشتی شامل آب آشامیدنی سالم، بهداشت و پناهگاه مناسب و مشارکت در زندگی اجتماعی و فرهنگی تکمیل شده است *(UN,2007)*.

هیراسکار[1] اهداف برنامه‌ریزی شهری را در قالب سه مفهوم کلیدی سلامت[2]،آسایش[3] و زیبایی[4] ذکر می‌کند و لینچ[5] در کتاب تئوری شکل خوب شهر مؤلفه‌های تعیین‌کننده‌ی یک شهر خوب را بررسی می‌کند و در بقاء، ایمنی،سازگاری، شبکه‌ی دسترسی ایمن، پایداری زیست‌محیطی و مصون‌سازی شهر در برابر مخاطرات *(Lynch, 1999: 50)* را به عنوان مؤلفه‌های اصلی سرزندگی شهری برمی‌شمارد. یوان[6] در مقاله‌ای با عنوان ایمنی و سکونت در سنگاپور؛ شهر ایمن را شهری جذاب توصیف می‌کند و معتقد است یک شهر سرزنده و ایمن باید فضایی عاری از هرگونه فاکتور نامطلوب محیطی، انباشتگی جمعیّتی، آلودگی صوتی و بصری و زیباشناختی را برای زندگی شهروندان ارائه کند و به آسایش نسبی شهروندان و تقویت مشارکت اجتماعی شهروندان توجه نماید چرا که شهر ایمن بر زندگی روزانه مردم و کیفیت آن تأثیر می‌گذارد و خود از الزامات سرزندگی شهری و پایداری اجتماعی و فرهنگی شهر می‌باشد *(Yuen, 2004:21)*. مرکز اسکان بشر سازمان ملل[7] در سال ۱۹۹۸، روز جهانی اسکان (۱۱ فوریه هر سال) را با عنوان روز شهرهای امن‌تر[8] برگزید. هدف این برنامه شکل بخشی به شهرنشینی پایدار از طریق حاکمیت شهری و برنامه‌ریزی در راستای بازدارندگی از بحران‌ها و مخاطرات شهری با رویکرد مراکز سکونتی عاری از جرم، جنایت و ناامنی است *(Van den Berg, 2003: 123)* و این طرح به عنوان منشور اولیه جهانی برای ترفیع عدالت و امنیت شهری محسوب می‌شود *(UN, 2007:1-26)*.

بر این اساس پرداختن به مقوله‌ی ایمنی شهری به عنوان یکی از اساسی‌ترین پیش فرض‌های جامعه جهانی برای توسعه‌ی پایدار و انسان محور می‌باشد، حال آنکه پرداختن به مبحث ایمنی در شهرهای مواجه با چالش‌های‌محیطی‌وکالبدی بسی ضروری‌تر می‌نماید. کرج، کلانشهر جوانی که از عمر جدید آن کمتر از نیم قرن می‌گذرد، در طول نیم قرن رشد جمعیّتی بیش از ۱۰۰ برابر را تجربه نموده است. به طور کلی دینامیک شهری کرج از دهه‌ی ۱۳۵۰ و دوره‌ی شکل‌گیری محور صنعتی تهران-کرج آغاز گشت. شهر تهران که تا پیش از آن به عنوان تخلیه‌کننده‌ی اصلی جمعیّت و خدمات با حوزه‌ی نفوذ ملی بود، از اواخر دهه‌ی ۱۳۴۰ به عنوان تغذیه‌کننده‌ی حوزه‌ی نفوذ بلافصل خود *(اطهاری، ۱۳۸۴: ۳۰)*، عامل پخش جمعیّت و خدمات (به ویژه در قالب کارکرد صنعتی) به پیرامون گشت و

1-Hirascar
2-Health
3-Convenience
4-Beauty
5-Linch
6-Yuen

7-United Nations Habitat
8-Safer City

در سال ۱۳۴۴ کرج به‌عنوان بزرگترین کانون جمعیّتی در پیرامون شهر تهران شکل گرفت. سیر تحول گسترش فضایی کرج مؤید این مهم است که در دهه‌های۵۵-۱۳۲۵، کرج همواره به‌عنوان یک منطقه‌ی ییلاقی پیرامون تهران مورد توجه بود و همین نگرش، زمینه‌ساز شکل‌گیری کانون‌های پراکنده باغ- شهری، بافت‌های ویلایی و شهرک‌های اقماری کم تراکم، برای اقامت موقت آخر هفته‌ای و گاه سکونت دائمی شده است. از اواخر دهه‌ی ۱۳۵۰، این مجموعه بافت‌های پراکنده، با ترکیب چند روستای کهن واقع در نزدیکی آن‌ها، به یکباره در برابر موج فزاینده افزایش جمعیّت عمدتاً مهاجر قرار گرفته و در نبود برنامه منسجمی برای هدایت و کنترل توسعه *(مهدیزاده، ۱۳۸۳: ۱۴)*، کانون‌های کوچک و پراکنده پیشین، در جریان گسترش شتابزده، رفته رفته به هم پیوستند تا شهر کرج شکل بگیرد. از سوی دیگر، در نیمه‌ی نخست دهه ۱۳۷۰ دو هسته نیمه شهری فردیس و مهرشهر نیز به‌رغم وجود انواع محدودیت‌های ناشی از عوارض طبیعی و مصنوعی و ناهمگونی ساختار کالبدی خود، به شهر کرج پیوستند تا کلان‌شهر امروزی، به شکل کالبدی فاقد ساختار شهری کنونی خود درآید. برجسته‌ترین ویژگی کرج امروز بی‌بهره‌گی از یک ساختار منسجم شهری در ابعاد مختلف اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی، کالبدی، محیطی، زیست محیطی و مدیریتی است. این ویژگی از یکسو در چند و چون دگرگونی و استحاله کرج از یک روستای کوچک در سال ۱۳۲۰ به کلان‌شهر امروزی (دگرگونی شتابان و رشد بی‌برنامه و انفجاری شهر در قالب الگوی شهرنشینی مقدم بر شهرسازی) و از دیگر سوی در چهارچوب رشد شتابان شهرنشینی در منطقه قابل تبیین است *(شرکت عمران نوسازی شهر تهران، ۱۳۸۵)*.

با توجه به فرایند پیش‌گفته گسستگی کالبدی شهر کرج امروزه به‌عنوان چالشی فراروی ایمنی شهری نمایان می‌باشد. پژوهش حاضر تلاش دارد تا با در نظر گرفتن تحولات اثربخش بر ساختار کالبدی، ضریب ایمنی کالبدی شهر کرج را در مقیاس شهری و ناحیه‌ای بسنجد.

مبانی نظری، مفهوم شناسی ایمنی

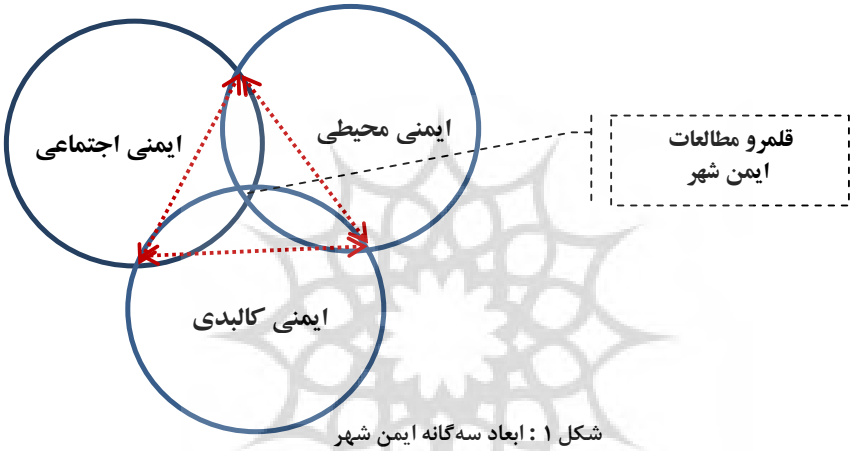
ایمنی از ابتدایی‌ترین اصول در جهت دستیابی به استانداردهای مطلوب آسایش شهری است و اصولاً کیفیتی را در بر دارد که در آن شهروندان بدون هراس از هرگونه تهدید انسان ساخت و محیط ساخت، از زندگی در شهر ابراز رضایت دارند.

از نظر برنامه‌ریزی شهری ایمنی شهری می‌تواند شامل کلیه تمهیداتی باشد که در قالب برنامه‌های میان‌مدت، کوتاه‌مدت و بلندمدت باعث حفظ جان و مال ساکنین شهرها می‌شود. این‌گونه برنامه‌ها می‌تواند به‌صورت برنامه‌ریزی کاربری اراضی‌شهری، منطقه‌بندی شهری،مقاوم‌سازی و بهسازی لرزه‌ای بافت‌های‌فرسوده، جانمایی بهینه کاربری‌ها و توجه به اصول پدافندی باشد *(زنگی‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۷: ۶۳)*. در راهکارها و الزامات ایمن‌سازی شهری برنامه‌ی سوم توسعه‌ی اقتصادی- اجتماعی کشور، بخش عمران در بند ۸ چنین آمده است "اصلاح ضوابط و مقررات ساخت و ساز و تقویت نظارت فنی بر مقاوم سازی ساختمان و تأسیسات شهری در مقابله با زلزله، ریزش و حرکات خاک، آتش‌سوزی و استفاده از ساختمان‌های عمومی به عنوان پناهگاه عمومی" *(محمدی‌ده‌چشمه و زیاری، ۱۳۹۱: ۳)*.

ضوابط ملی آمایش سرزمین (مصوب ۱۳۸۳)، بند ۱۵ به موضوع ایمنی در سرزمین بدین صورت پرداخته است: "رعایت اصول ایمنی و الگوی پدافند غیر عامل از قبیل استفاده از شرایط جغرافیایی و عوارض طبیعی، پراکندگی مناسب در پهنه سرزمین، انتخاب عرصه‌های امن به لحاظ سوانح طبیعی و انتخاب مقیاس بهینه در استقرار جمعیّت و فعالیت در راستای کاهش

آسیب‌پذیری در برابر تهدیدات و بهره‌مندی از پوشش دفاعی" *(وزارت مسکن و شهرسازی، ۱۳۸۶: ۲۲۹)*. ایمن‌سازی در طرح جامع توسعه و عمران شهر تهران به کلیه‌ی تسهیلاتی اطلاق شده است که به منظور کنترل و مدیریت حوادث انسان‌ساز و طبیعی از طریق اعمال در برنامه‌ریزی و طراحی صورت می‌گیرد *(مشاور بوم سازگان، ۱۳۸۶: ۱۸۶)*.

با توجه به برداشت مفهومی و محوری صورت گرفته می‌توان ترکیب گفتمان فوق را این‌گونه تفسیر نمود که؛ مهم‌ترین ابعاد شکل‌دهنده به بوم شهر ایمن[1] عبارتند از نظام‌اجتماعی، نظام کالبدی و نظام محیطی که در ارتباط و کنشی متقابل ساختار ایمنی شهری را شکل می‌دهند.



شکل ۱ : ابعاد سه‌گانه ایمن شهر
مأخذ : نگارندگان، ۱۳۹۰

از این منظر بُعد کالبدی ایمنی که می‌توان از آن به عنوان ایمنی فیزیکی فضاهای شهری نیز نام برد، ضریب مصونیت از خطرپذیری فضاهای شهری در ارتباط با عوامل و فاکتورهای مکانی با کیفیتی فیزیکی را نشان می‌دهد و در حقیقت به دنبال مکان‌یابی بهینه کاربری‌های شهری و جهت بخشی به گسترش کالبدی آتی شهر در ارتباط با مؤلفه‌های فیزیکی با ماهیت دوگانه انسان ساخت و محیط ساخت و البته با هدف ایمن‌سازی آن می‌باشد.

فلسفه‌های محیطی و ایمنی مکان

تأمین ایمنی مهم‌ترین نیاز برای درک، شناخت و استفاده از مواهب محیط است. این نیاز از عدم احساس خطر شروع می‌شود. بر این‌اساس آبراهام مازلو[2] نیازهای انسانی را به دو گروه نیازهای اساسی یا اولیّه و نیازهای برتر دسته‌بندی و در سلسله‌مراتبی آن‌ها را از قوی‌ترین تا ضعیف‌ترین ردیف می‌کند *(Maslow, 1986: 123)*. در پایین‌ترین سطح (سطح بنیادین) از نیازهای انسانی که قوی‌ترین آن‌ها نیز محسوب می‌شود نیازهای جسمانی و به دنبال آن نیاز به ایمنی و امنیت قرار دارد. نیاز به ایمنی و امنیت از نظر جان‌لنگ سه بُعد کلان را دربر دارد که عبارتند از بُعد روانی، بُعد فیزیولوژیک و بُعد جسمانی ایمنی و امنیت. بررسی نیازهای انسانی مشخص می‌سازد که مفهوم ایمنی تمامی سطوح نیازهای انسانی را در بر نمی‌گیرد اما رابطه‌ی تنگاتنگی با سایر سطوح نیازهای انسانی در محیط برقرار می‌کند. با توجه به مدل نیازهای انسانی از مازلو، ایمنی و امنیت می‌تواند با ابعاد مختلف نیازهای زیبایی‌شناختی، حرمت، حس مکانی، حس

زیباشناختی و غیره در رابطه‌ی تعاملی و رفت و برگشتی قرار گیرد *(Lang, 2005:32)*. از دیدگاه لنگ موضوع نیاز به ایمنی و امنیت که شامل نیازهایی نظیر مصون ماندن از مخاطرات و آلودگی‌ها، برخورداری از عرصه‌ی خصوصی مورد نیاز (خلوت و محرمیت) و رعایت مسأله اشراف است، از طریق تأمین کیفیت ایمنی معابر، امکان نظارت و مراقبت، نفوذپذیری و قابلیت دسترسی و انعطاف‌پذیری برآورده می‌شود *(آلتمن، ۱۳۸۳: ۱۱۴)*.

کوارانتلی[1] (۲۰۰۰) نگرش‌های متفاوت عوامل مؤثر بر ایمنی و امنیت بشری را با توجه به منشأ ایجادی در سه‌مرحله تحلیل می‌کند *(Quarantelli, 2000: 134)*:

– در دوره‌های اولیه تاریخ تفسیر عوامل مؤثر بر ایمنی و امنیت بشری به‌عنوان" قانون بلا تغییر خداوندی[2]"؛

– رواج دیدگاه‌های سکولاریستی، تفسیر عوامل مؤثر بر ایمنی و امنیت بشری به عنوان " قانون بلاتغییر طبیعت[3] "؛

– رواج دیدگاه‌های رفتارگرا و تفسیر عوامل مؤثر بر ایمنی و امنیت بشری به عنوان "قانون بلاتغییر اجتماع[4] ".

هویّت (۱۹۸۳) با وام‌گیری از نظریات مکتب بوم شناختی یک رویکرد رادیکال را برای تحلیل ایمنی طرح می‌کند و معتقد است که بحران‌ها باید به عنوان بخشی از یک ارتباط مداوم و پیوسته بین جوامع و طبیعت در نظر گرفته شود و نه به عنوان جریانی جدا و یکباره از آن *(Newman,1996:234)*. این دیدگاه بر اهمیت ساختارهای انسانی و اجتماعی مانند اقتصاد کلان، اقتصاد سیاسی و اشکال حکومتی تأکید دارد *(Smith,1996:8)*. رویکرد ساختارگرا بر مکان، از جمله فعال‌ترین فلسفه‌های مکانی- فضایی در تحلیل مفاهیم انسانی در چند دهه‌ی اخیر محسوب می‌شود *(Schütte,2004:456)*. در این مکتب ایمنی بیش از این‌که فیزیکی تحلیل شوند، به‌شرایط اقتصاد اجتماعی جوامع برمی‌گردد. به خصوص در کشورهای کمتر توسعه‌یافته این اعتقاد وجود دارد که رشد فقر و تهیدستی عامل افزایش ناامنی و آسیب‌پذیری می‌گردد و این مهم البته بیشتر به میزان و الگوی بهره‌گیری انسان از طبیعت مربوط می‌شود تا فشارهای تحمیلی طبیعت بر انسان *(Blaikie et al, 1994: 4)*. تکامل نظریه‌ی رفتاری بر ایمنی را که به نوعی روان‌شناسی محیطی نیز تعبیر شده است را می‌توان حاصل تلاش روان‌شناسان محیطی، جرم‌شناسان، جامعه‌شناسان و جغرافی‌دانان رفتاری دانست. پیروان این نظریه معتقدند که محیط در سطوح مختلفی از طریق ادراک محیطی رفتار را تحت تأثیر قرار می‌دهد. رفتارهای آنی، تابعی از وضعیتی هستند که در آن اتفاق می‌افتند *(ربانی، ۱۳۸۶: ۳۲)*. جامعه‌شناسان از این دیدگاه با عنوان دیدگاه کنش اجتماعی یاد می‌کنند و معتقدند با توجه به نگرش‌های عمومی مطرح در قلمرو علوم جامعه‌شناختی، ایمنی شهری کیفیتی ناشی از سازمان‌های اجتماعی و برهم خوردن تعادل اجتماعی در گروه‌ها و افراد جامعه قلمداد می‌شود. توجه به معیارهای‌مداخله‌گر در ناپایداری اجتماعی، جرم‌خیزی، فقدان عدالت‌فضایی، تضاد و نابرابری، تراکم و ناهمگنی جمعیّت، اقتصاد سیاسی حاکم، دسترسی به امکانات و خدمات از محورهای موردبحث در این‌دیدگاه می‌باشند که هر یک به نوعی ایمنی را در فضاهای شهری تحت تأثیر قرار می‌دهند *(Pelling, 2003: 21)*.

روش‌شناسی پژوهش

ایمنی به عنوان یکی از اهداف برنامه‌ریزی شهری در مقیاس جهانی از دیدگاه‌های متفاوتی مورد بررسی قرار

1- Quarantelli
2-Acts of God
3-Act of Nature
4-Acts of Society

گرفته است. اما آنچه که توجه به ایمنی کالبدی را در فضاهای شهری اجتناب‌ناپذیر نموده است، وفور بحران‌های محیطی و پیوستگی پیامدهای آن با آسیب‌پذیری ساختار کالبدی شهرها می‌باشد *(Pelling,2005:34)*. از این منظر، تحلیل آسیب‌پذیری شاخص‌های‌کالبدی همواره یکی از محورهای مطالعات ایمنی را شکل می‌دهد *(Van den Berg, 2003)*. جدول ۱ بخشی از پیشینه مطالعاتی مرتبط با موضوع بحث حاضر را با تأکید بر شاخص‌های منتخب و روش تحلیل داده را نشان می‌دهد.

جدول ۱: پیشینه مطالعاتی

نویسنده	سال	محل مطالعه	شاخص‌ها	روش تحلیل
حبیبی و همکاران	۱۳۸۷	بافت کهن زنجان	سازه‌ای و برنامه‌ریزی	GIS& Fussy Logic
مرکز تحقیقات ساختمان	۱۳۸۴	آیین‌نامه ۲۸۰۰	سازه‌ای	مدل‌های آسیب سازه‌ای
شریف‌زادگان و فتحی	۱۳۸۸	منطقه ۱۴ تهران	سازه‌ای و برنامه‌ریزی	دلفی و AHP
احدنژاد	۱۳۸۸	شهر زنجان	سازه‌ای و برنامه‌ریزی	GIS - AHP, Risk-UE
عزیری و اکبری	۱۳۸۷	فرحزاد- تهران	برنامه‌ریزی	GIS- AHP
مارتینلی[1]	۲۰۰۸	شهرهای ایتالیا	سازه‌ای و برنامه‌ریزی	Risk-UE
کالیسکان[2] و همکاران	۲۰۱۰	استانبول	برنامه‌ریزی	GIS
چانگ[3] و همکاران	۲۰۰۹	شیجیه- تایوان	برنامه‌ریزی	GIS

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۰

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی، از نظر نوع تحقیق توصیفی و ابزار گردآوری اطلاعات آن عموماً اسنادی می‌باشد. روش تجزیه و تحلیل در این پژوهش کمّی- کیفی و مبتنی بر مدل‌سازی مکانی به عنوان تکنیکی برای مطالعه‌ی پدیده‌ها با استفاده از خواص توپولوژیک،هندسی‌یاجغرافیایی*(میرمحمدصادقی، ۱۳۸۹: ۱۲۳)* می‌باشد. به منظور سنجش ضریب ایمنی شاخص‌های کالبدی شهر کرج، مدل‌سازی مکانی- فضایی بر حسب گونه و نوع شاخص‌های ایمنی کالبدی انجام گرفته و بر این اساس، یک ضریب ایمنی به هر شاخص نسبت داده شده است. پس از آن ماتریس وزنی از مقایسه زوجی شاخص‌ها در مدلAHP حاصل و خروجی نهایی به‌عنوان مدل ایمنی کالبدی موضوعی برای هر شاخص شناخته شده است.

در مدل وزن بخشی ترکیبی AHP ضریب ایمنی در مدل‌سازی مکانی از طریق ایجاد رابطه‌ی وزنی بین شاخص‌های ایمنی و سطح آسیب هر یک از آن‌ها و با استفاده از رابطه ۱حاصل می‌شود *(حاتمی‌نژادو همکاران، ۱۳۸۷: ۳)*:

رابطه ۱: ضریب ایمنی کالبدی

$$Fp_s = \sum_{i=1}^{n} W_i \delta_i / n$$

1-Martinly, 2008
2-Caliskan, 2010, Istanbul city
3-Chang(2009), Shijhih City

در این رابطه Fp_s ضریب ایمنی کالبدی شهری، w_i وزن هر شاخص، δ_i میزان آسیب‌پذیری هر شاخص در مکان خاص و n تعداد و فراوانی شاخص‌هاست *(جایکا،۱۳۷۹: ۴۱۲)*. در نهایت ارزش حاصل از محاسبه ضریب ایمنی سازه‌ای در شاخص‌های مورد بررسی در قالب مدل شبکه‌های سلولی مدل‌سازی شده است.

مبنای شکل بخشی به مدل شبکه‌های سلولی ایمنی[1] در این پژوهش، پیکسل‌های ۴۸ هکتاری (۶۹۰ متر مربع * ۶۹۰ مترمربع) می‌باشند که با توجه به انطباق کامل آن با محدوده شهرکرج انتخاب گشته‌اند.[2] ضریب ایمنی هر شاخص برای پیکسل‌های ۴۴۵ گانه از طریق تشکیل ماتریسی که سطر آن را شاخص‌ها و ستون‌های آن را پیکسل‌های این شبکه سلولی تشکیل داده است، محاسبه شده است. پس از محاسبه نهایی امتیاز وزنی برای کل شهر، ضریب ایمنی در سطح نواحی ۳۴ گانه شهر کرج استخراج شده است.

خروجی حاصل در این مرحله ضریب ایمنی شهری با استفاده از مدل شبکه‌های سلولی می‌باشد. هرچند مدل مذکور جهت کمّی‌سازی تحلیل و نمایش قابلیت بسیار بالایی دارد، ولی عدم توجه به تفاوت وزنی شاخص‌های مذکور و نحوه‌ی اثربخشی آن‌ها بر ضریب ایمنی شهر کرج به عنوان مشکل اصلی مدل محسوب می‌شود. به منظور رفع این مشکل از الگوریتم‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای امتیاز دهی استفاده شده است.

در نهایت مضروب وزن حاصل از مدل سلولی و مدل AHP به عنوان ضریب ایمنی شهر شناخته شده است. در این پژوهش ضریب ایمنی در بازه‌ای بین [۱-۰] بیان شده است که در آن میزان ضریب هر چه به ۱ نزدیک‌تر باشد، نشان از وضعیت بهتر ایمنی دارد و بالعکس. همچنین درتهیه‌ی مدل مکانی شاخص‌های موضوعی، ضریب ایمنی در بازه‌ای بین [۴-۱] در نظر گرفته شده است که در نهایت پش از نرمال‌سازی در ارزش وزنی AHP ضرب شده‌اند. در این بازه‌ی وزنی ۱ معادل وضعیت ناایمن و۴معادل وضعیت ایمن می‌باشد.

نکته‌ی قابل توجه در مورد روش آنالیز شاخص‌های جنس نمای ابنیه، تعداد طبقات و کیفیت ابنیه این‌که با توجه به مساحت ۴۸ هکتاری هر پیکسل در مدل طراحی شده Cellular Network، به منظور امتیازدهی از روش نسبت تراکمی استفاده شده است که در آن ارزش وزنی هر پیکسل بر مبنای حداکثر تراکم موضوعی در شاخص مورد بررسی محاسبه شده است. در ادامه شاخص‌های ده‌گانه منتخب پژوهش در جدول شماره‌ی ۲ ارائه شده است.

1 -Safety Cellular Network

۲- هر چند به نظر می‌رسد تحلیل شاخص ایمنی کالبدی در سطح بلوک‌های ساختمانی نتایج دقیق و قابل تعمیم‌تری را ارائه می‌دهد، عدم وجود داده‌های مورد نیاز با سطح تفکیک بلوک در شهر کرج مانع از انتخاب بلوک به عنوان سطح پایه مطالعه گشته است.

جدول ۲: شاخص‌های مطالعه

ردیف	شاخص	علامت‌اختصاری	شاخص‌مرجع	ملاحظات
۱	فاصله از کاربری‌های خطرزا [۱]	DRL	فاصله	فاصله از کاربری‌های خطرزا
۲	طبقات ساختمانی	FN	فراوانی	-
۳	دسترسی به کاربری امدادی- درمانی [۲]	ART	فاصله	فاصله تا دسترسی به کاربری امدادی- درمانی
۴	جنس نمای ابنیه	BFC	فراوانی	شیشه، سنگ، آجر، سایر
۵	کیفیت بنا	BQ	درصد	نوساز، مرمتی، تخریبی، در حال ساخت
۶	شاخص دستری فضاهای باز شهری	AOS	فاصله	فاصله تا فضاهای باز
۷	دسترسی به شبکه‌ی معابر	ACC	فاصله	فاصله تا انواع معابر شهری
۸	شاخص عدم دسترسی یا نفوذ ناپذیری	UACC	فراوانی	درصد تراکمی معابر زیر ۶ متر
۹	جابجایی [۳]	TRN	فاصله	فاصله تا شریان‌های اصلی
۱۰	بافت شهری	UT	درصد	پیوسته و گسسته، منظم و نامنظم

مأخذ : محمدی ده‌چشمه، ۱۳۹۰: ۲۳۴

لازم به ذکر است که داده‌های استفاده شده در این پژوهش با همکاری مرکز GIS شهرداری کرج و در قالب فایل بروزه شده پایگاه داده با پوشش کامل شهر تهیه شده‌اند و آمار و مدل‌سازی ارائه شده در این پژوهش تماماً از پایگاه داده موجود استخراج شده است.

بحث؛سنجش شاخص‌های‌ایمنی کالبدی شهرکرج

گام‌اول:تهیه ماتریس نرمالیزه و وزن‌دهی‌شده W-AHP منظور از وزن شاخص، میزان اهمیت یک شاخص از نظر تصمیم‌گیرندگان است. در این تحقیق جهت به دست آمدن وزن شاخص‌ها از خبرگان و کارشناسان امور مدیریت شهری کرج نظرخواهی به عمل آمده است. خبرگان نظر خود را در مورد اهمیت شاخص‌های ۱۰ گانه در قالب بازه ۱ تا ۴ بیان نمودند. به منظور محاسبه و استخران نتایج نهایی این نظرسنجی کارشناسی روش‌های متفاوتی مانند ANP، AHP، Lin map آنتروپی شانون و شاخص بردار ویژه وجود دارند *(مومنی، ۱۳۷۸: ۱۱۲)*. در این تحقیق روش AHP به منظور تعیین وزن معیارها استفاده شده است. وزن معیار پیشنهادی به وسیله‌ی ۳۰ کارشناس خبره در موضوع مرتبط امتیازدهی و از طریق روش تحلیل سلسله مراتبی به صورت دستی استخراج شده است. به علت حجیم بودن محاسبات در مدل AHP از ذکر مراحل در اینجا خودداری شده است.

۱- جایگاه‌های سوخت‌رسانی، ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز، پست های برق شهری، مخازن آب شهری

۲- مراکز درمانی، مراکز انتظامی، مراکز آتش نشانی و پایانه و مراکز حمل و نقل و فرودگاه

۳- هدف از طرح این شاخص تعیین سرعت جابجایی در بافت‌های شهری در حین بحران احتمالی می‌باشد. بدین منظور دسترسی به شریان‌های اصلی به عنوان ورودی اصلی برای سنجش ایمنی در نظر گرفته شده است.

جدول ۳ : شاخص وزنی AHP مؤلفه‌های ایمنی شهر کرج

سطوح ساختار سلسله مراتبی					وزن نهایی
سطح اول	سطح دو		سطح سوم		
	معیار	وزن‌نسبی	شاخص	وزن‌نسبی	
کالبدی	معیارهای کاربری اراضی	/۱۹۰	حریم امن خطرزا	/۵۲۳	۰/۰۳۲
			دسترسی به امدادی	/۲۴۵	۰/۰۱۵
	معیارهای ساخت و بافت	/۲۱۳	طبقات ساختمان	/۲۰۹	۰/۰۱۴
			کیفیت ابنیه	/۲۳۴	۰/۰۱۶
			نمای ابنیه	/۱۲۳	۰/۰۰۸
			گونه‌شناسی بافت	/۴۵۶	۰/۰۳۱
	معیارهای دسترسی	/۴۱۵	دسترسی به فضای باز	/۵۱۹	۰/۰۷۰
			دسترسی به معابر	/۵۳۴	۰/۰۷۲
			جابجایی	/۳۴۷	۰/۰۴۶
			نفوذناپذیری	/۲۸۹	۰/۰۳۹

مأخذ : محمدی ده‌چشمه، ۱۳۹۰: ۳۲۶

گام دوم: تهیه‌ی ماتریس نرمالیزه مقایسه‌ی زوجی [شاخص*کدسلولی] از روش GIS Cellular Network در این روش به منظور تعیین ضریب ایمنی کدهای سلولی، ابتدا در محیط تحلیل‌گر فضایی نرم‌افزار GIS مدل‌سازی فضایی بر مبنای ارزش مرجع هر شاخص صورت گرفته و برای شاخص‌های ۱۰ گانه خروجی مدل‌سازی شده استخراج شده است. نتیجه مدل‌سازی مذکور در محیط Cellular Network به عنوان ورودی نقشه در نظر گرفته شده و بر آن اساس نقشه‌های مدل‌سازی شده به نقشه شبکه‌های سلولی تبدیل شده‌اند و هر پیکسل یک امتیاز وزنی به عنوان ضریب ایمنی پذیرفته است. در نهایت ضریب ایمنی (مجموعی از اوزان پذیرفته شده در هر پیکسل به نسبت فراوانی شاخص‌ها) از روش مدل وزنی ایمنی سازه‌ای محاسبه شده است.

گام سوم: تهیه ماتریس S از مضروب ماتریس‌های [V*D]

پس از استخراج وزن نهایی شاخص‌ها و نرمال‌سازی آن، ماتریس نهایی S از حاصل ضرب مقادیر استاندارد هر شاخص در اوزان مربوط به همان شاخص و از طریق رابطه ۱ به دست آمده است.

$$Fp_s = \sum_{i=1}^{n} w_i \delta_i / n$$

بر اساس رابطه یک مقایسه زوجی بین ارزش وزنی AHP و ارزش وزنی محاسبه شده در سیستم سلولار برای تمامی ۴۴۵ پیکسل قلمرو مطالعه، مطابق با جدول ۳ محاسبه شده است.

جدول ۴ : ماتریس S از مضروب ماتریس‌های [V*D]

کد سلولی	ارزش وزنی شاخص‌ها										معادله هدف
	DRL=0.032	ART =0.015	BF =0.014	BFC =0.008	BQ =0.016	ACC =0.072	TRP =0.046	AOS =0.070	UACC =0.039	UT =0.031	$FS_q = \sum_{i=1}^{n} w_i \delta_i f_{ri}$
۱	0.75	0.5	1	1	0.5	0.75	1	0.5	1	0.75	
۲	0.75	0.75	1	1	1	0.75	0.5	0.75	1	1	
۳	1	0.25	0.75	0.25	1	1	0.5	0.5	1	0.75	
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
۴۴۳	0.5	0.25	0.5	1	1	1	0.5	0.25	1	1	
۴۴۴	0.5	0.25	1	1	0.75	0.25	0.5	0.75	1	1	
۴۴۵	0.5	0.25	1	1	0.75	0.25	0.5	0.25	1	1	

مأخذ: محمدی ده‌چشمه، ۱۳۹۰: ۲۷۵

مطابق با جدول ۳ ماتریس D با سطر اوزان محاسبه شده در مدل AHP و ستون وزنی محاسبه شده در مدل GIS Cellular Network محاسبات معادله هدف را بر اساس فرآیند پیش گفته برای تمامی ۴۴۵ پیکسل منطبق بر محدوده شهری کرج انجام داده است. حاصل محاسبات فوق مطابق با جدول یک ضریب ایمنی برای هر پیسکل می‌باشد. به منظور دستیابی به نتایج روشن از تحلیل، یافته‌های حاصل از محاسبات دومدل مذکور ابتدا در مقیاس شهر- پیکسل به صورت خروجی نقشه ارائه شده است و در نهایت تحلیل کمی ضریب ایمنی ناحیه‌ای نیز به صورت نمودار برای تحلیل تطبیقی بین ناحیه‌ای ارائه گشته است.

یافته‌های پژوهش

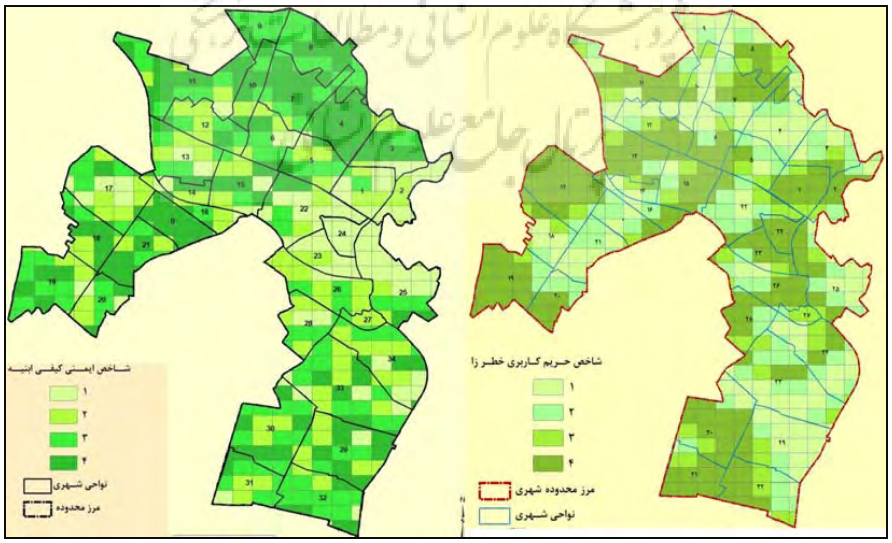
یافته‌های هدف از مدل‌سازی مؤلفه‌های کالبدی ایمنی در شهر کرج نشان داده است که ضریب متوسط ایمنی کالبدی شهر کرج معادل ۰/۶۴ از یک می‌باشد. همچنین تحلیل تطبیقی ارزش وزنی ترکیبی (AHP-Network Cellular) کسب شده توسط شاخص‌ها نشان داده است که شاخص نفوذناپذیری با ارزش وزنی معادل ۰/۷۹ بیشترین و شاخص جنس نمای ابنیه با ارزش‌وزنی ۰/۴۵کمترین ارزش‌وزنی را دارا می‌باشند.

جدول ۵ : میانگین وزنی حاصل شده در ضریب ایمنی کالبدی

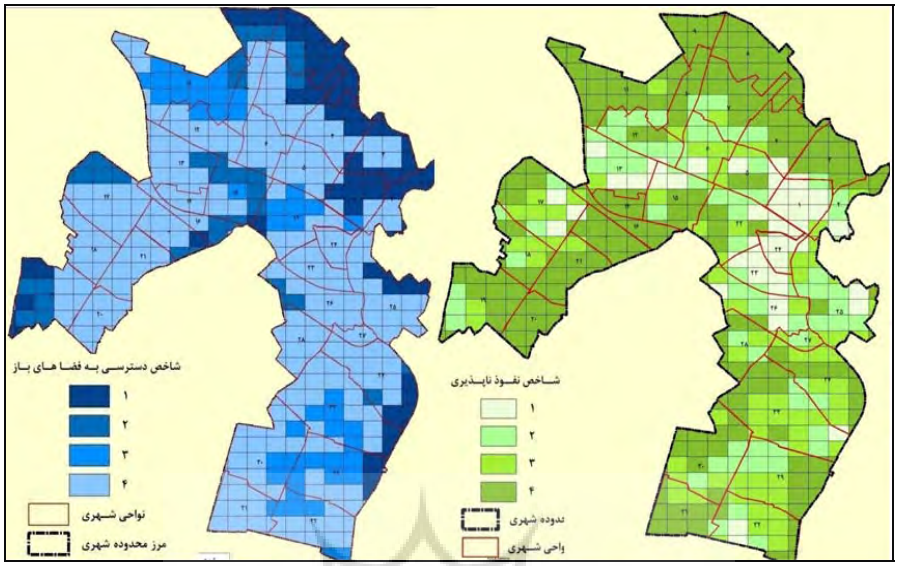
عنوان		میانگین وزنی
مؤلفه	کاربری‌های خطرزا	/۶۶
	دسترسی به کاربری‌های امنیتی- امدادی	/۷۰
	گونه‌شناسی بافت	/۶۶
	شاخص جابجایی	/۶۸
	شاخص دسترسی	/۶۷
	شاخص نفوذناپذیری	/۷۹
	تعداد طبقات	/۶۹
	جنس نمای ابنیه	/۴۵
	کیفیت ابنیه	/۶۹
ضریب متوسط ایمنی کالبدی		/۶۴
پایین‌ترین ضریب ایمنی ناحیه‌ای		/۵۱

مأخذ : محمدی ده‌چشمه، ۱۳۹۰: ۲۶۷

همچنین ضریب ایمنی حاصل از مدل تلفیقی (AHP- Cellular Network) نشان داده است که ناحیه‌ی شهری یک با ضریب ایمنی۵۱/. و ناحیه شهری دو با ضریب ایمنی ۴۹/. به عنوان ناامن‌ترین نواحی شناخته شده‌اند و در طرف مقابل ناحیه ۲۱ با ضریب ایمنی کالبدی ۸۹/. به عنوان ایمن‌ترین ناحیه از بُعد کالبدی شناخته شده است. تحلیل مکانی-فضایی ضریب ایمنی کالبدی ناحیه‌ای نشان می‌دهد با فاصله گرفتن از نواحی مرکزی کرج (کرج کهن) به سمت نواحی شمالی بر میزان ضریب ایمنی کالبدی افزوده می‌شود. در ادامه نمونه‌هایی از مدل مکانی شاخص‌های مورد بررسی ارائه شده است.

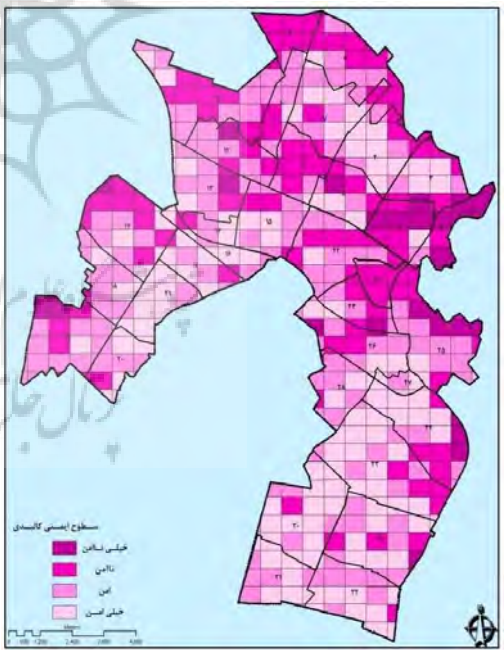


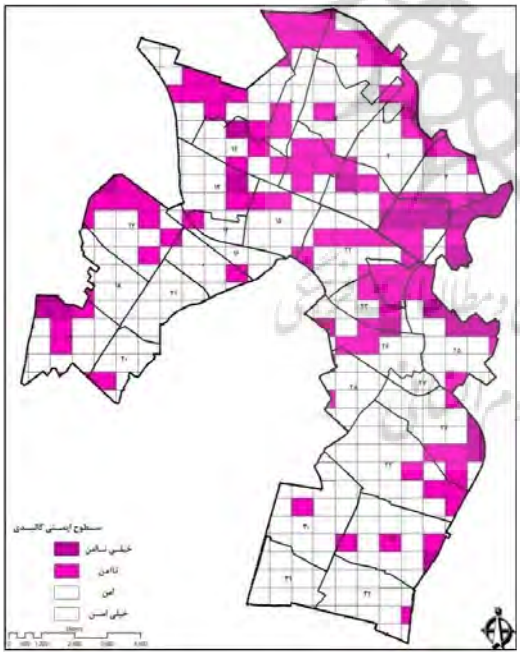
نقشه ۱ **نقشه ۲**



نقشه ۴ نقشه ۳

نقشه ۱تا ۴: شاخص حریم کاربری خطر زا(۱)، شاخص کیفیت ابنیه(۲)، شاخص نفوذ ناپذیری(۳) و شاخص دسترسی به فضای باز(۴) در کلانشهر کرج

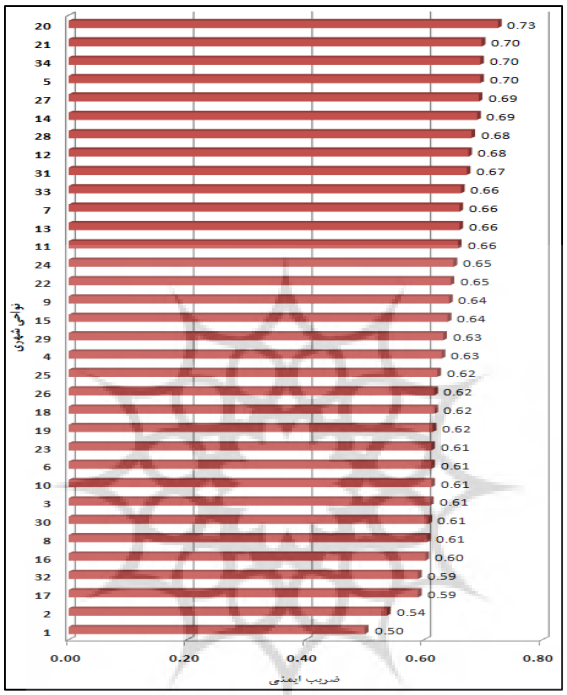




نقشه ۵ : مدل مکانی سطوح ایمنی کالبدی در شهر کرج

نقشه ۶ : : مدل مکانی سطوح نا ایمن کالبدی در شهر کرج

همان‌طورکه نقشه ۵ و ۶ نشان می‌دهد تراکم فضاهای ناامن کالبدی عموماً در محدوده‌های کرج قدیم می‌باشد. ضریب بالای نفوذ ناپذیری در نواحی یک و دو شهرداری کرج، و درجه بالای ناامنی کیفی ابنیه در این دو ناحیه از مهم‌ترین دلایل ضریب پایین‌ایمنی کالبدی در این نواحی می‌باشد. با این وجود نواحی شمالی شهر کرج نیز به علت ضریب پایین ایمنی در شاخص دسترسی به شبکه معابر شهری و دسترسی به شاخص فضاهای باز شهری در بخش‌هایی دارای ضریب بالای ناامنی کالبدی می‌باشند.



شکل ۲: ضریب ایمنی کالبدی ناحیه ای در شهر کرج

مأخذ : ده‌چشمه، ۱۳۹۰: ۲۶۸

نتیجه

- نتایج مدل‌سازی مؤلفه‌های کالبدی ایمنی نشان داده است که شاخص دسترسی و نفوذناپذیری به عنوان شاخصی با مقدار وزنی بالا بیشترین تأثیر را بر ضریب ایمنی فضاهای شهری کرج برجایی گذاشته است. مدل‌سازی این شاخص نشان داده است که از آنجایی که شبکه‌ی ارتباطی برنامه‌ریزی شده و کارامدی به ویژه در بخش مرکزی کرج (کرج کهن) وجود ندارد، ضریب ایمنی شهری مرتبط با شاخص دسترسی و نفوذناپذیری پایین‌تر از میزان متوسط شاخص‌های ایمنی مطالعه شده در این نواحی می‌باشد.

- نتایج مدل‌سازی مؤلفه‌های ایمنی از ترکیب ارزش وزنی مؤلفه‌های کالبدی نشان داده است که ناحیه ۱ شهرداری کرج با ارزش وزنی ۰/۵۰ از ۱ ناامن‌ترین ناحیه شهری و ناحیه ۲۰ با ارزش وزنی ۰/۷۳ از ۱ به عنوان ایمن‌ترین ناحیه شهری کرج شناخته شده است.

- نتایج مدل‌سازی مؤلفه‌های ایمنی از ترکیب ارزش وزنی مؤلفه‌های کالبدی نشان داده است ضریب وزنی شاخص‌های ایمنی با فاصله گرفتن از پهنه کرج کهن (قدیم) به سمت پیرامون افزایش می‌یابد. این ضریب در نواحی شمالی و جنوبی شهر به حداکثر خود نزدیک می‌شود.

- نتایج مدل‌سازی مؤلفه‌های ایمنی از ترکیب ارزش وزنی شاخص‌های کالبدی نشان داده است که گونه‌های بافت جدید شهری با الگوی گسسته و منظم که عموماً در نواحی جوان کرج (مهر شهر، نواحی شمالی و پهنه

فردیس) مشاهده می‌شوند عموماً دارای متوسط ضریب ایمنی کالبدی بالاتری نسبت به سایر مناطق می‌باشند. همچنین شهرنسینی پیش از شهرسازی در نواحی مرکزی شهر کرج باعث شکل‌گیری بافت‌های پیوسته و نامنظم شده است. این عامل در ضریب پایین ایمنی کالبدی این نواحی تأثیر بسزایی داشته است.

منابع

- اطهاری، کمال (۱۳۸۴). آینده‌ی مجموعه‌های شهری در ایران، مجله جستارهای شهرسازی. شماره ۱۳ و ۱۴.
- احدنژادروشتی، محسن (۱۳۸۸). مدل‌سازی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله، مورد مطالعه شهر زنجان، پایان‌نامه دوره دکتری در رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری. دانشگاه تهران.
- آلتمن، ایروین (۱۳۸۲). محیط و رفتار اجتماعی: خلوت، فضای شخصی، قلمرو و ازدحام، ترجمه علی نمازیان. تهران.
- زنگی‌آبادی،علی؛ جمال علیمحمدی، همایون صفایی؛ صفر قائدرحمتی (۱۳۸۷). تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری شهری در برابر زلزله در شهر اصفهان، مجله جغرافیا و توسعه. شماره ۱۲. انتشارات دانشگاه زاهدان.
- ربانی، رسول (۱۳۸۶). جامعه‌شناسی شهری، انتشارات دانشگاه اصفهان.
- حاتمی‌نژاد، حسین؛ حمید فتحی؛ فرشید عشق‌آبادی (۱۳۸۷). ارزیابی میزان آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شهر نمونه مورد مطالعه: منطقه ۱۰ شهرداری تهران، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی. شماره ۶۸.
- شهرداری کرج (۱۳۸۹). مرکز GIS شهری.
- گروه مطالعاتی جایکا ژاپن (۱۳۷۹). ریزپهنه‌بندی شهر تهران، بانک تحقیقات و پروژه‌های دانشجویی.
- محمدی‌ده‌چشمه،

مصطفی (۱۳۹۰). مدل‌سازی مؤلفه‌های ریسک‌پذیر مؤثر در ایمن‌سازی شهر کرج، پایان‌نامه‌ی دوره‌ی دکتری دانشگاه تهران.
- محمدی ده‌چشمه، مصطفی؛ کرامت‌اله زیاری (۱۳۹۰). اولویّت‌بخشی به ایمن‌سازی بافت فرسوده‌ی شهر کرج، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی. شماره‌ی ۷۹.
- مهدیزاده، جواد (۱۳۸۳). نظریات جامعه‌شناختی در مطالعات شهری، مجله جستارهای شهرسازی. شماره ۹.
- مهندسین مشاور بوم‌سازگان (۱۳۸۵). طرح جامع شهر تهران.
- مهندسین مشاور باوند (۱۳۸۶). طرح تفضیلی شهر کرج.
- مؤمنی، منصور (۱۳۷۸). مدل تصمیم‌گیری چندهدفه برای تخصیص نمایندگان مجلس به کمیسیون‌های تخصصی،فصلنامه مدرس علوم‌انسانی. شماره ۳۶. ویژه‌نامه مدیریت.
- میرمحمدصادقی، محمد (۱۳۸۹). آموزش عملی سامانه اطلاعات جغرافیایی، جلد دوم. نشر جهاد دانشگاهی. واحد اصفهان.
- وزارت مسکن و شهرسازی (۱۳۸۶) خلاصه گزارش طرح‌های موضعی و موضوعی شهر تهران.
- Smith, M.S (1996). Crime Prevention through Environmental Design in Parking Facilities, National Institute of Justice, Washington D.C.
- Van den Berg, Leo (2003). The safe city :safety and urban development in European cities, Ashgate publishing company.
- Lang, Jan (2005). Urban Design, Vilz University, Ostoralia, vile university press.
- UN (2007). Strategic plan for safer cites 2008-2013, UN press
- Lynch, kaivin (1960). Good city form, MIT press, Cambridge, MA.
- Yuen, Belinda (2004). Safely and dwelling in Singapore, journal of cites, Vol.21,no.1
- Pelling, Mark (2003). The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience.
- A.H. Maslow, A Theory of Human Motivation, Psychological Review 50(4) (1943):370-96.
- Quarantelli, E. L (2000). "Just as a disaster is not simply a big accident, so a catastrophe is not just a bigger disaster." The Journal of the American Society of Professional Emergency Planner: 68-71.
- Schütte (2004). Urban Livelihoods in Afghanistan, Afghanistan Research and Evaluation unit,
- Newman, Oscar (1996). Creating Defensible Space, Institute for Community Design Analysis, Office of Planning and Development Research (PDR), US Department of Housing and Urban Development (HUD), Washington, DC.
- Chang-Yi David Chang1 and Huan-Chang Jack Hsiao (2009). Establishing Hazards-of-Place Model of V ulnerability, A Case of Flood in the Shijhih City Taiwan, 2nd International Conference on Urban Disaster Reduction.
- Semiha Caliskan, Hannes Taubenböck, Stefan Hinz and Achim Roth (2010). Earthquake vulnerability indicators and vulnerability Assessment Using Remote Sensing, Istanbul, 1st EARSeL Workshop of the SIG Urban Remote Sensing Humboldt-Universität zu Berlin.