

بررسی تأثیرات تراکم بر آسیب پذیری ناشی از زلزله در شهر اصفهان (با رویکرد فازی)

صفر قائدرحمتی: استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه یزد، یزد، ایران*
ایمان باستانی فر: دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
لیلا سلطانی: دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

وضعیت تراکم در شهرهای بزرگ از جمله اصفهان، با افزایش جمعیت و بدون توجه به آثار اجتماعی، اقتصادی، فضایی - کالبدی و زیبایی شناختی، مسایل و مشکلاتی را به وجود آورده که توجه برنامه ریزان شهری را به خود جلب کرده است. پژوهش حاضر به دنبال دستیابی به یک الگوی منطقی از تراکم (کاربری، ارتفاعی و جمعیتی) در شهر اصفهان و تأثیر آن بر آسیب پذیری ناشی از زلزله با رویکرد فازی صورت گرفته است. پژوهش از نوع کاربردی، روش پژوهش بر اساس مدل استنتاج فازی و روش جمع آوری داده‌ها به صورت اسنادی است. اهداف این پژوهش، شامل؛ شناسایی وضعیت تراکم جمعیتی، تراکم کاربری و تراکم ارتفاعی (ساختمانی) در مناطق شهر اصفهان و کشف ارتباط بین میزان تراکم‌های شهری و آسیب پذیری ناشی از زلزله در شهر اصفهان است. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد که در بررسی وضعیت تراکم شهری، در نظر گرفتن رابطه بین سه نوع تراکم جمعیتی، ارتفاعی و کاربری الزامی است. همچنین، رویکرد فازی در نرمال سازی داده‌های مربوط به تراکم‌های شهری، یکی از بهترین رویکردها محسوب می‌شود. بیشترین ضریب در بخش آسیب پذیری لرزه ای به ترتیب مربوط به تراکم‌های کاربری و جمعیتی است؛ به عبارت دیگر، ادامه روند فشرده‌گی شهر در مناطق خاص و نیز گرایش شهروندان به سکونت در همان مناطق، بدون توجه به توزیع متعادل، میزان آسیب پذیری لرزه ای را افزایش می‌دهد. در نهایت، مناطق ۱ و ۶ شهر اصفهان به ترتیب بالاترین میانگین رتبه تراکم را دارند؛ به عبارت دیگر، عمده تراکم‌های جمعیتی، کاربری و ارتفاعی در این مناطق است.

واژه‌های کلیدی: تراکم ارتفاعی، تراکم جمعیتی، تراکم کاربری، آسیب پذیری شهری، منطق فازی، شهر اصفهان

مقدمه

مکانی، به جستجوی آرمان شهرهایی با تراکم بسیار بالا روی آورده‌اند. اما آنچه در عمل تحقق یافت، نشان داد که شهر بسیار متراکم هنگام کنگ شرایط بسیار مطلوب تری نسبت به نواحی کم تراکم نایروبی دارد، در عین حال که مجتمع‌های پرتراکم و بلند مرتبه اروپایی با عنوان اعلان پایان دوره مدرنیسم تخریب می‌شوند. به جرأت می‌توان گفت که حد ثابت و

شهر متمرکز و پرازدحام صنعتی؛ زمینه ساز تعادل گرایمی منطقه‌ای انگلستان، سرزمین گسترده و فناوری پیشرفته امریکا؛ برانگیزاننده طبیعت گرایمی رایت، سرزمین پرجمعیت و کم وسعت اروپا؛ کیفیت محیط شهری در تراکم نسبتاً بالا و کشورهای پرجمعیت و نسبتاً پیشرفته جنوب شرقی آسیا با محدودیت شدید

در بررسی مبحث تراکم شهری، آنچه مهم و قابل توجه می‌باشد آن است که تراکم یکی از مؤلفه‌های اصلی است که می‌تواند در پایداری توسعه شهرها بسیار مؤثر باشد و قانونمند کردن آن می‌تواند باعث کاهش آسیب پذیری لرزه ای شهرها شود.

با توجه به آن که تراکم، یکی از عوامل مؤثر بر آسیب پذیری لرزه ای شهرها به شمار می‌آید (حسین زاده، ۱۳۸۳: ۷۰) و ساختار فضایی شهر اصفهان ویژگی‌هایی دارد که بعضاً آسیب پذیری این شهر را در برابر زلزله افزایش می‌دهد. بررسی تأثیر تراکم بر آسیب پذیری ناشی از زلزله در این شهر، ضرورت بسیار دارد. بر این اساس، لزوم نگرشی ریشه‌ای و عمیق به مبحث تراکم شهری و تأثیرات آن بر سایر پدیده‌های شهری بیش از پیش احساس می‌گردد.

۳- اهداف پژوهش

- شناسایی وضعیت تراکم جمعیتی، تراکم کاربری و تراکم ارتفاعی (ساختمانی) در مناطق شهر اصفهان.
- کشف ارتباط بین میزان تراکم‌های شهری و آسیب پذیری ناشی از زلزله در شهر اصفهان.

۴- مواد و روش‌ها

نوع پژوهش «کاربردی»، ابزار گردآوری داده‌ها شامل سه نوع داده می‌باشد: داده‌های مربوط به تراکم جمعیت که از مرکز آمار ایران بر اساس آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن به دست آمده است. داده‌های مربوط به تراکم کاربری، که از جدول سطح و سرانه کاربری‌های هر منطقه استخراج و خلاصه سازی شده است که در دو گروه اصلی به

بهبه‌ای برای تراکم وجود ندارد و تراکم شهری بسیار پیچیده‌تر از آن است که بتوان با نگرش تک بعدی به ساماندهی آن پرداخت (پورمحمدی و قربانی، ۱۳۸۲: ۱۰۵).

با توجه به وضعیت لرزه خیز بودن کشور ما و آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله، امروزه یکی از رویکردهای مورد توجه برنامه ریزان شهری در برخورد با این پدیده، پرداختن به مسأله ایمن سازی شهرها و انجام اقدامات پیشگیرانه به منظور کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله می‌باشد. در این میان نقش برنامه ریزی شهری و تدوین ضوابط تراکم جمعیتی، تراکم کاربری و تراکم ساختمانی مناسب، یکی از رویکردهای پیشگیرانه در زمینه کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله در شهرها می‌باشد.

سابقه بروز زمینلرزه تاریخی در شهر اصفهان و وجود چند گسل مهم با راستاهای مختلف در حواشی این شهر و همچنین، وجود عوامل متعددی که باعث افزایش احتمال خطر زلزله در شهر اصفهان شده‌اند؛ از جمله تمرکز جمعیت، وجود انبوهی از ساخت و سازهای غیر مجاز به صورت سکونت گاه‌های غیر رسمی، بلند مرتبه سازی‌های غیر مجاز و بسیاری موارد دیگر (زنگی آبادی و همکاران، ۱۳۸۷: ۶۲) ضرورت ریشه یابی عوامل تأثیرگذار بر آسیب پذیری ناشی از زلزله را در این شهر ایجاد کرده است.

۲- مسأله پژوهش

در کشورهای جهان سوم از جمله ایران، برخورد با پدیده تراکم بیشتر تک بعدی و عمدتاً با نگرش اقتصادی انجام می‌شود که نمی‌تواند به اهداف مورد نظر خود برسد (پورمحمدی و قربانی، ۱۳۸۲: ۸۵)،

پردازش شده است. بررسی‌های صورت گرفته در یازده منطقه شهر اصفهان، مطابق با شکل ۱ انجام شده است.

با استفاده از مدل‌ها و روش‌های آماری (تحلیل رگرسیون) و با رویکرد فازی داده‌های مربوط به وضعیت تراکم در ارتباط با آسیب پذیری لرزه ای مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

صورت کاربری‌های ساخته شده و کاربری‌های باز، تقسیم بندی شده‌اند. داده‌های مربوط به تراکم ساختمانی (ارتفاعی) به صورت وضعیت تراکم ارتفاعی در هر منطقه، تعداد پروانه‌های ساختمانی طی یک دوره شش ساله برحسب تعداد طبقات، از مدیریت نظارت بر اجرای ضوابط شهرسازی شهرداری اصفهان اخذ شده است، که خلاصه سازی و



شکل ۱: نقشه منطقه بندی شهرداری اصفهان

میلیارد نفر افزایش می‌یابد که میانگین رشد آن معادل ۲/۳۸ درصد خواهد بود. با وجود این، میانگین رشد جمعیت شهری در کشورهای در حال توسعه سریع‌تر خواهد بود. به طوری که در ۵۰ سال مابین ۲۰۲۵-۱۹۷۵ این نسبت برای کشورهای در حال توسعه

۵- مبانی نظری و ادبیات پژوهش

۱-۵- تراکم شهری و رابطه آن با آسیب پذیری

لرزه ای

بر اساس برآورد سازمان ملل در ۵۰ سال مابین ۲۰۲۵-۱۹۷۵ نسبت شهرنشینی در جهان به ۳۷/۷ درصد و جمعیت شهری از ۱/۵۸ میلیارد نفر به ۵/۰۶

امکانات بالقوه و بالفعل محیطی (زیاری، ۱۳۸۱: ۲۰۲) و سلسله مراتب تقسیمات کاربری شهر، تقسیمات کالبدی شهر، چگونگی منطقه بندی شهر و بسیاری عوامل دیگر است (عزیزی، ۱۳۸۲: ۲۵۵).

۵-۲- کاربرد منطق فازی

عدم توفیق نسبی در زمینه شناخت مکانیزم ایجاد و پیش بینی زمین لرزه‌ها سبب شده تا اکثر تحقیقات به سمت شناخت عوامل مؤثر در میزان آسیب پذیری زمین لرزه متمایل گردد. یافته‌های حاصل شده، به ویژه شناخت به دست آمده از ماهیت عامل‌های مؤثر بر میزان آسیب پذیری، نقش هر یک و ارتباط میان آن‌ها، زمینه ساز انجام فرایندهایی بوده است که در حوزه مدیریت بحران از آن‌ها با عناوین کاهش آسیب‌ها، ایجاد آمادگی، عکس العمل سریع و بازسازی آسیب‌ها یاد می‌شود (Waugh, 2000: 2). بر این اساس نیاز به شناخت مزبور در محیط‌های شهری که ترکیبی پیچیده از عوامل مختلف مرتبط و مؤثر در آسیب پذیری ناشی از وقوع زمین لرزه را در خود گرد آورده‌اند، بیشتر می‌باشد (Uitto, 1998: 7-16).

برای ترکیب معیارها روش‌های متفاوتی وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها شامل: منطق بولین، یا منطق صفر و یک^۱، منطق همپوشانی^۲، منطق احتمالات^۳، ضریب همبستگی^۴، شبکه‌های عصبی مصنوعی^۵ و منطق فازی^۶ می‌باشند.

۳/۲۱ در مقایسه با ۰/۷۱ درصد برای کشورهای توسعه یافته است (Burgess, 2000, 1).

فرآیند شهرنشینی آسیب پذیری نسبت به مخاطرات طبیعی را به واسطه تمرکز انسان و تملک‌هایش در شهرها را افزایش می‌دهد (Quarantelli, 2003, 25). احتمال خطر در مراکز شهری جهان سوم به دلیل شهرنشینی بدون برنامه، توسعه شهر در مناطق مخاطره آمیز با درجه احتمال خطر بالا، اقدامات مدیریتی نارسا در شهر و اقدامات ساخت و ساز نامناسب در شهر، افزایش چشمگیری داشته است (Lewis and Mioch, 2005: 52)، اما آنچه توجه به آن ضرورت دارد این است که نحوه توزیع این جمعیت در شهر چگونه بوده و چه تأثیراتی را بر جنبه‌های گوناگون سکونت در شهر داشته است؟ بر این اساس مبحث تراکم جمعیت در شهر در ارتباط با تراکم ارتفاعی و تراکم کاربری مطرح می‌گردد. تراکم در واقع میزان پراکندگی و یا فشردگی یک عامل را در یک محدوده فضایی تعیین می‌کند. عامل قابل بررسی در تراکم می‌تواند متفاوت باشد، نکته ثابت در تراکم « واحد فضایی» است که همواره در تمام مطالعات مربوط به تراکم، یک محدوده یا واحد فضایی مورد نظر می‌باشد (آریافر، ۱۳۸۱، ۵). تراکم را می‌توان به عنوان یک سیستم اندازه گیری تعریف کرد که ما را قادر می‌سازد تا به یک شکل ریاضی و ساده تعداد افراد در سطح معینی از زمین را به عنوان تراکم جمعیتی، یا مقدار زیربنای واقع در سطح معینی از زمین را به عنوان تراکم ساختمانی محاسبه و تعریف نماییم (عزیزی، ۱۳۸۲: ۲۱). تراکم شهرها تابعی از شمار جمعیت، موقعیت سیاسی، مسائل اقلیمی، شرایط اقتصادی،

۱ - Boolean Logic مربوط به مقادیر منطقی درست و نادرست

۲ - Index Overlay

۳- Probability Logic

۴ - Coefficient of Correlation

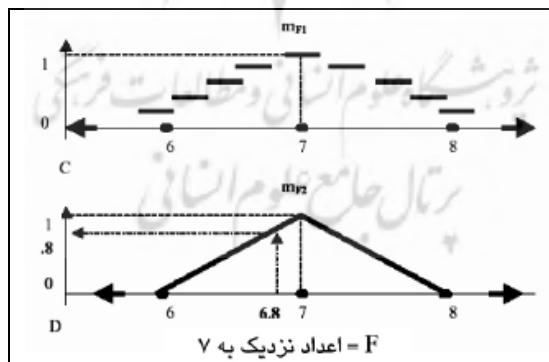
۵ - Artificial Neural Networks

۶ - Fuzzy Logic

۵-۳- فازی سازی داده‌ها در پژوهش

در شرایط کنونی شناخت ارزش و مقادیر مؤثر در تصمیم‌گیری انسانی در قالب مفاهیم مطلق عددی بیان می‌شود و نمی‌توان از واژه‌ای مانند تقریباً در بیان کمی استفاده کرد. مفهوم فازی برای بیان مفاهیم غیر دقیق مطرح شده است که برای بیان بسیاری از عبارات انسانی می‌تواند استفاده شود. مجموعه‌های فازی، مجموعه‌های عرفی رایجی می‌باشند که در قالب عبارات ریاضی به گونه‌ای که در زندگی روزمره عموم استفاده می‌شوند، بسط داده شده‌اند (Bezdek, 1993:240-253). مجموعه‌های فازی، مجموعه‌هایی فراتر از مجموعه‌های رایج می‌باشند که بر مبنای درجه عضویت یک عنصر به مجموعه تعریف می‌شوند. مجموعه‌های رایج با اختصارسازی در اطلاعات و خصوصیات اشیا، نحوه عضویت آن‌ها را به دو صورت مثبت یا منفی تعیین می‌کنند.

تئوری مجموعه‌های فازی، روشی جذاب برای حالتی است که قضاوت‌های فردی و مبهم در مورد یک پدیده منحصر به فرد، وارد مدل‌های احتمالی یا ریاضی می‌گردد (وجودی و زارع، ۱۳۸۵: ۴). این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم، متغیرها و سیستم‌هایی را که نادقیق و مبهماند صورت بندی ریاضی بخشیده و زمینه را برای استدلال، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد. درجه عضویت پذیری، اجتماع، اشتراک، متمم، ضرب، جمع و گاما، توان‌های اساسی این مدل تلفیق محسوب می‌شوند (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۶: ۳۴). با توجه به ماهیت موضوع پژوهش حاضر، کمیت و کیفیت داده‌ها و دامنه داده‌ها، از بین روش‌های متفاوت مذکور، منطق فازی انتخاب شده است.



شکل ۲- نحوه عضویت در الگوی فازی.

می‌تواند به طریق مستقیم صورت گیرد و یا با استفاده از الگوریتم‌ها یا عبارات‌های منطقی انجام شود. شیوه استفاده شده جهت فازی سازی اعداد در این پژوهش

فازی سازی اعداد به معنای تبدیل آن‌ها از اعداد ارزشی و قطعی به اعداد فازی می‌باشد. فازی سازی به شیوه‌های مختلفی قابل انجام است؛ به این منظور نیز فرمول‌ها و توابع مختلفی ارائه شده است. فازی سازی

سوی دیگر ثبت بیش از چند صد کهلرزه با بزرگی بین ۲ تا ۵ ریش‌تر در پژوهش‌های انجام شده توسط کارشناسان امور لرزه‌خیزی سازمان انرژی اتمی ایران طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۵۷ (صفایی، ۱۳۸۲: ۴۸) و همچنین طی فعالیت‌های پایگاه لرزه‌نگاری استان اصفهان در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۳ میلادی (مهاجر اشجعی، ۱۳۶۰)، لزوم توجه به وضعیت لرزه‌خیزی شهر اصفهان مشخص می‌گردد. نتایج به دست آمده از مطالعات مربوط به پردازش داده‌های رقومی ماهواره‌ای، انجام برداشت‌های صحرائی و به کارگیری کهلرزه‌های ثبت شده در منطقه‌ای به شعاع ۱۰۰ کیلومتری از شهر اصفهان، حکایت از وجود چند گسل فعال مهم با راستاهای مختلف در حواشی شهر اصفهان دارد. در مطالعه ذکر شده حداکثر بزرگی زلزله احتمالی در اثر جنبش دوباره گسل‌ها برابر با $(Ms=7.34)$ تعیین گردیده است. بیشینه شتاب افقی در اثر جنبش دوباره گسل‌ها در شهر اصفهان به روش تحلیلی مربوط به گسل‌های شمال شرق اصفهان و جنوب اصفهان بوده که برابر با 0.47 شتاب ثقل زمین تعیین شده است (صفایی، ۱۳۸۴: ۱۰۳).

۶-۲- تحلیل وضعیت تراکم جمعیتی

اولین مقوله‌ای که در مطالعه مناطق شهری به نظر می‌رسد، جمعیت آن منطقه است؛ یعنی وزن و نیرو محرکه منطقه. جمعیت اصلی‌ترین عامل در هر نوع برنامه‌ریزی است، چرا که اصولاً تمام برنامه‌ریزی‌ها در نهایت برای جمعیت است. تحلیل وضعیت تراکم جمعیت شهر اصفهان، نشان می‌دهد شهر اصفهان در اولین دوره سرشماری (۱۳۳۵)، ۲۵۴۷۰۸ نفر جمعیت داشته که این جمعیت در آخرین دوره سرشماری

مبتنی بر روش محاسبه مستقیم^۱ می‌باشد که با استفاده از عدد مثلثی مبتنی بر دامنه حداقل و حداکثر در یک مجموعه، عدد فازی مثلثی بر مبنای دامنه مزبور محاسبه و عدد فازی آن‌ها استخراج می‌شود:

$$FCM = \left(x_{ij} - X_{\max} / X_{\max} - X_{\min} \right)$$

FCM: نشان دهنده درجه عضویت تراکم به مجموعه یا مجموعه‌های هدف است.

X_{ij} : بیانگر شاخص X در تراکم مطالعه شده.

X_{\max} : بیانگر دامنه حداکثر شاخص X در

مجموعه هدف.

X_{\min} : بیانگر دامنه حداقل شاخص X در

مجموعه هدف.

قابل توجه است که تعیین درجه عضویت باید بر مبنای یک مجموعه یا شاخص مرجع صورت گیرد تا شیء یا اشیاء مورد بررسی بر مبنای آن سنجیده و درجه عضویت آن‌ها نسبت به شاخص مرجع صورت گیرد.

۶- بحث و نتایج

۶-۱- وضعیت لرزه‌خیزی شهر اصفهان

منطقه اصفهان در تقسیمات ساختاری ایران در زون سندج - سیرجان قرار گرفته است. پائین بودن میزان فعالیت‌های لرزه‌ای یکی از ویژگی‌های این زون ساختاری بوده ولی همواره احتمال وقوع زمین لرزه در این زون نیز وجود دارد. با توجه به سابقه بروز زمین لرزه تاریخی در شهر اصفهان، از جمله در سال ۷۲۲ هجری شمسی (۱۳۴۴ میلادی) (Ambraseys, and Melville, 1982:219) و از

(۱۳۸۵)، به ۱۶۰۲۱۱۰ نفر رسیده است. میانگین تراکم در هکتار می‌باشد (جدول ۱). جمعیت در همین سال برای کل شهر حدود ۸۶ نفر

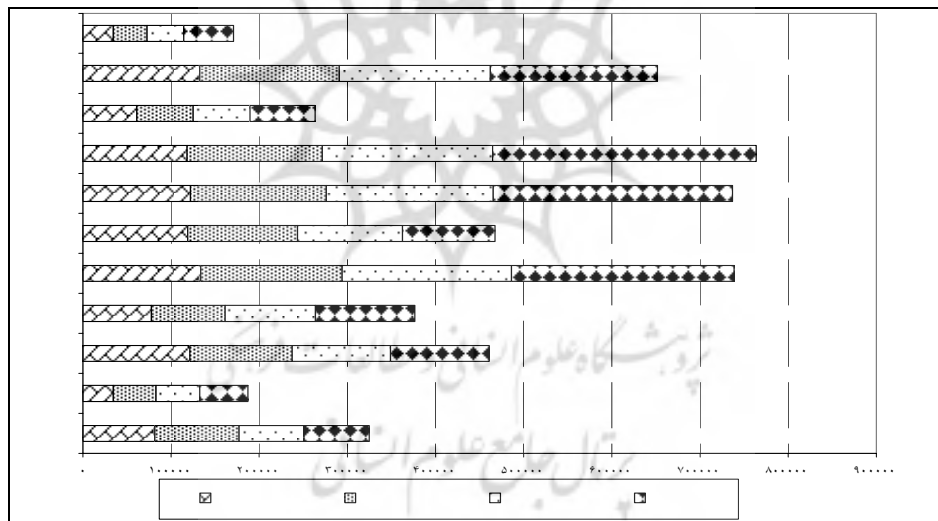
جدول ۱- روند تغییرات جمعیت و سایر ویژگی‌های آن در شهر اصفهان در دهه‌های مختلف.

متغیر	۱۳۳۵	۱۳۴۵	۱۳۵۵	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵
تعداد جمعیت	۲۵۴۷۰۸	۴۲۴۰۴۵	۶۶۱۵۱۰	۹۸۳۸۶۳	۱۲۴۵۱۶۳	۱۶۰۲۱۱۰
تعداد خانوار	۸۰۲۴۰	۱۲۶۲۱۷	۱۳۹۳۳۰	۲۱۴۶۶۲	۲۹۷۴۵۴	۴۴۱۷۸۲
بعد خانوار	۴/۹	۴/۷	۴/۶۶	۴/۶۴	۴/۳	۳/۶
نرخ رشد جمعیت (درصد)	۵/۲۳	۴/۴۲	۴/۲۸	۲/۵۲	۲/۵	

منبع: مرکز آمار ایران، نتایج تفصیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهرستان اصفهان.

تحلیل وضعیت جمعیت به تفکیک مناطق یازده گانه نیز نشان می‌دهد؛ بیشترین تعداد جمعیت در مناطق یازده گانه به ترتیب مربوط به مناطق هشت

(۲۹۹۰۱۸ نفر)، هفت (۲۷۱۵۳۲ نفر)، پنج (۲۵۲۴۶۰ نفر) می‌باشد.



شکل ۳- جمعیت مناطق یازده گانه شهر اصفهان طی سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۸۵.

نماید و بدون شک، این مشکل در مناطق پرتراکم که نیاز به کمک رسانی بیشتر دارند، جدی‌تر خواهد بود. وضعیت تراکم جمعیت در مورد شهر اصفهان مطابق جدول ۲ است.

تراکم جمعیت در مناطق خاص یک شهر، مسأله امداد رسانی پس از بحران‌ها را دچار مشکل می‌سازد. در واقع واکنش مردم در اولین دقایق پس از زلزله به تنهایی می‌تواند حرکت وسایل نقلیه امدادی را مختل

جدول ۲: تعداد جمعیت، سهم از جمعیت شهر و تراکم جمعیت در مناطق یازده گانه شهر اصفهان.

مناطق شهر	تعداد جمعیت					تراکم جمعیت (نفر در هکتار)	درصد از جمعیت شهر
	۱۳۶۵	۱۳۷۰	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۸۵		
منطقه یک	۸۱۴۳۷	۹۵۷۳۵	۷۳۴۷۵	۷۴۲۶۳	۹۳۰۵۱	۴۰۶۴	
منطقه دو	۳۴۵۰۲	۴۸۴۹۹	۴۹۵۵۹	۵۴۶۶۱	۲۷۰۰۰	۳۰۴۱	
منطقه سه	۱۲۱۱۶۴	۱۱۶۲۶۳	۱۱۱۵۴۹	۱۱۱۹۰۰	۹۶۰۴۴	۶۰۹۹	
منطقه چهار	۷۷۶۶۹	۸۳۷۲۴	۱۰۲۴۰۳	۱۱۲۵۹۹	۹۶۰۷۸	۷۰۰۳	
منطقه پنج	۱۳۳۵۶۴	۱۶۰۵۷۳	۱۹۱۹۷۷	۲۵۲۴۶۰	۸۳۰۵۰	۱۵۰۷۷	
منطقه شش	۱۱۸۹۴۵	۱۲۴۶۲۲	۱۱۹۰۱۱	۱۰۴۹۲۹	۱۰۶۰۳۰	۶۰۵۵	
منطقه هفت	۱۲۱۹۹۱	۱۵۴۱۳۲	۱۸۹۲۵۶	۲۷۱۵۳۲	۱۰۱۰۳۰	۱۶۰۹۶	
منطقه هشت	۱۱۸۱۷۴	۱۵۳۴۶۹	۱۹۳۰۶۲	۲۹۹۰۱۸	۹۷۰۰۰	۱۸۰۶۷	
منطقه نه	۶۱۲۲۷	۶۳۹۲۱	۶۴۳۶۱	۷۳۹۷۳	۵۸۰۸۰	۴۰۶۲	
منطقه ده	۱۳۲۵۷۵	۱۵۸۱۶۵	۱۷۱۴۱۹	۱۸۹۶۴۶	۱۳۰۰۶۴	۱۱۰۸۴	
منطقه یازده	۳۴۶۰۲	۳۸۰۷۹	۴۱۸۱۹	۵۶۲۴۶	۵۲۰۰۰	۳۰۵۱	
کل شهر	۱۰۳۵۸۵۰	۱۱۹۷۱۸۲	۱۳۰۷۸۹۱	۱۶۰۱۲۲۷	۸۵۰۷۵	۱۰۰۰۰۰	

منبع: مرکز آمار ایران. پردازش داده‌ها: نگارندگان.

مربوط به منطقه ده (۱۳۰/۶۴ نفر در هکتار)، منطقه شش (۱۰۶/۳۰ نفر در هکتار) و منطقه هفت (۱۰۱/۳۰ نفر در هکتار) می‌باشد.

۶-۳- تحلیل وضعیت تراکم کاربری

برنامه ریزی بهینه کاربری زمین‌های شهری ضمن توجه به تراکم‌ها و بررسی ویژگی‌های مرتبط با آن، با توجه به ارتباط مبحث تراکم با آسیب پذیری شهری، نقش مهمی در کاهش آسیب پذیری در برابر زلزله دارد. هر گاه در تعیین کاربری زمین‌های شهری همجواری‌ها رعایت گردد و کاربری‌های ناسازگار در کنار یکدیگر قرار داده نشود، امکان تخلیه سریع اماکن فراهم می‌گردد و اگر کاربری‌ها در شهر به گونه‌ای توزیع شوند که سبب عدم تمرکز گردند، می‌توان

پراکنش جمعیت شهر اصفهان و چگونگی تغییر گرایشات سکونت آن در طی دوره‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵ نشان می‌دهد که تمرکز عمده جمعیت در مرکز شهر بوده و با گذشت زمان جمعیت در اطراف شهر پراکنده شده است، به طوری که در سال ۱۳۷۵ توزیع جمعیت یکنواخت‌تر شده است. در این دوره گرایش جمعیت به سمت جنوب شهر بیشتر بوده است. در این دوره دو مرکز عمده جمعیتی وجود دارد که در دو سوی زاینده رود استقرار یافته است. چنین توزیعی به طور حتم در ارتباط مستقیم با ساختار خاص اجتماعی، اقتصادی و کالبدی مناطق مختلف شهر است. تراکم جمعیت در شهر اصفهان بر اساس جمعیت سال ۱۳۸۵، ۸۶ نفر در هکتار می‌باشد. بیشترین تراکم جمعیت در مناطق یازده گانه به ترتیب

انتظار داشت آسیب پذیری شهر در برابر زلزله تا حدودی کاهش یابد. تحلیل احتمال خطر زلزله در کاربری اراضی شهری برای اولین بار در سال ۱۹۸۱ توسط جف Jaffe و همکارانش در برنامه ریزی ناحیه سانفرانسیسکو به کاربرده شد (Perkis, 1992:65).

در تحلیل وضعیت تراکم کاربری با هدف شناخت آسیب پذیری لرزه ای، به تحلیل وضعیت کاربری هایی که فضای ساخته شده را تشکیل می دهند و

کاربری هایی که فضای باز را تشکیل می دهند، پرداخته شده است، به این صورت که کاربری های فضاهای باز شامل؛ معابر، زمین های بایر و ساخته نشده، فضای سبز و پارک ها می باشد و سایر کاربری ها به عنوان فضای ساخته شده منطقه در نظر گرفته شده اند. مطابق جدول ۳ تحلیل ها نشان می دهد که بیشترین تراکم کاربری در بین مناطق یازده گانه به ترتیب مربوط به منطقه یک، منطقه سه، منطقه پنج و منطقه شش است.

جدول ۳- وضعیت تراکم کاربری در مناطق یازده گانه شهر اصفهان

مناطق	نسبت کاربری معابر	نسبت کاربری فضای سبز عمومی و درختکاری	نسبت کاربری سایر ^۱	نسبت کل فضای باز	تراکم کاربری
منطقه یک	۲۰.۷۹	۳.۳۲	۷.۲۸	۳۱.۳۹	۶۸.۶۱
منطقه دو	۱۷	۰.۴۸	۵۳.۳۲	۷۰.۸۰	۲۹.۲۰
منطقه سه	۲۰.۹۶	۳.۶۲	۷.۹	۳۲.۴۸	۶۷.۵۲
منطقه چهار	۳۳.۹۴	۷.۶۴	۱۵.۰۹	۵۶.۶۷	۴۳.۳۳
منطقه پنج	۱۵.۶۷	۵.۲۵	۱۷.۲	۳۸.۱۲	۶۱.۸۸
منطقه شش	۱۸.۳	۶.۷۹	۱۳.۳۶	۳۸.۴۵	۶۱.۵۵
منطقه هفت	۲۱.۷	۴.۹۶	۳۶.۸۱	۶۳.۴۷	۳۶.۵۳
منطقه هشت	۲۲.۰۷	۱.۸۴	۳۳.۳	۵۷.۲۱	۴۲.۷۹
منطقه نه	۱۹.۶۱	۰.۵	۴۱.۱۳	۶۱.۲۴	۳۸.۷۶
منطقه ده	۲۷.۱۵	۴.۱۸	۱۶.۳۵	۴۷.۶۸	۵۲.۳۲
منطقه یازده	۱۷	۰.۴۸	۵۳.۳۲	۷۰.۸۰	۲۹.۲۰
کل شهر	۲۱.۲۹	۳.۵۵	۲۶.۸۲	۵۱.۶۶	۴۸.۳۴

مأخذ: محاسبات نگارندگان

۱ - کاربری سایر بر اساس داده های موجود طرح بازنگری طرح تفصیلی شهر اصفهان شامل اراضی بایر، اراضی کشاورزی و باغی است.

۶-۴- تحلیل وضعیت تراکم ارتفاعی (ساختمانی)

از نظر آسیب پذیری لرزه ای، ساختمان‌های بلند و تراکم ارتفاعی زیاد به اشکال زیر باعث افزایش آسیب پذیری شهر و شهروندان می‌شوند:

۱. ساختمان‌های بلند در هنگام زلزله، به صورت یک بحران ثانویه، برای ساختمان‌های مجاور خود هستند و با فروریختن آن‌ها، ساختمان‌های مجاور نیز آسیب می‌بینند.

۲. تراکم ارتفاعی زیاد در هنگام زلزله، باعث مسدود شدن خیابان‌های همجوار می‌شوند.

۳. به علت حجم آوار برداری بسیار زیاد، عملاً نجات جان ساکنین ساختمان‌های بلند بسیار مشکل و غیر ممکن است.

بنابراین علاوه بر استفاده از زمین، جهت کنترل ارتفاع ساختمان‌ها، روش‌هایی وجود دارد که شامل؛ روش گاباری (زاویه مانع روشنایی)، روش تعیین سطح اشغال زمین و طبقات، روش سطح فضای باز، روش سطح آشکاری آسمان، روش شاخص روشنایی می‌باشند (پورمحمدی، ۱۳۸۲: ۱۲۸) و می‌توان گفت عوامل دیگری نظیر ارتفاع و تعداد خانه‌ها نیز باید به کنترل درآیند که این کنترل به وسیله «منطقه بندی

ارتفاعی» High Zoning انجام می‌شود (هیراسکار، ۱۳۷۶: ۷۹). به وسیله تنظیم و تعادل بخشی به تراکم‌های ساختمانی در نواحی مختلف شهر، انتظار می‌رود بافت‌های شهری هر چه بیشتر از آسیب‌های ناشی از زلزله مصون بمانند (احمدی و شیخ کاظم، ۱۳۸۵: ۲). روش مورد بحث در این پژوهش روش تعیین سطح اشغال زمین و طبقات است.

تحلیل وضعیت تراکم ارتفاعی (ساختمانی) شهر اصفهان نشان می‌دهد که بیشترین تراکم ارتفاعی مربوط به مناطق پنج و شش است. حال با توجه به وضعیت موجود تراکم ارتفاعی، باید دید وضعیت صدور پروانه‌های ساختمانی و عوارض مازاد بر تراکم در شهر به چه صورت می‌باشد. تحلیل‌ها نشان می‌دهد که هیچ ارتباطی بین وضعیت تراکم ارتفاعی در مناطق یازده گانه شهر و وضعیت عوارض بر مازاد تراکم و همچنین صدور پروانه‌های ساختمانی پنج طبقه و بیشتر وجود ندارد. چنانچه در جدول شماره ۴ نشان داده شده است بیشترین پروانه‌های صادره چهار طبقه، پنج طبقه و بیشتر، به ترتیب مربوط به مناطق هشت، چهار، ده، پنج و شش است، درست همان مناطقی که تراکم ارتفاعی بسیار زیاد می‌باشد.

جدول ۴- وضعیت صدور پروانه‌های ساختمانی در مناطق یازده گانه طی

سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۷ (بر اساس تعداد طبقات).

مناطق	چهار طبقه	پنج طبقه و بیشتر	جمع
یک	۱۶۷	۱۱۵	۲۸۲
دو	۵۳	۵۲	۱۰۵
سه	۱۱۷	۶۶	۱۸۳
چهار	۱۶۰	۲۰۹	۳۶۹
پنج	۱۵۰	۱۹۵	۳۴۵
شش	۱۰۲	۲۳۵	۳۳۷

ادامه جدول ۴- وضعیت صدور پروانه‌های ساختمانی در مناطق یازده گانه

۳۴۱	۱۹۹	۱۴۲	هفت
۶۹۶	۳۶۱	۳۳۵	هشت
۹۱	۳۱	۶۰	نه
۳۷۲	۲۳۰	۱۴۲	ده
۲۸	۳	۲۵	یازده
۳۱۴۹	۱۶۹۶	۱۴۵۳	جمع

مأخذ: مدیریت نظارت بر اجرای ضوابط شهرسازی، ۱۳۸۸.

۵-۶- کاربرد فازی در نرمال سازی داده‌ها

هنگامی که یک متغیر، اعداد را به عنوان مقدار بپذیرد ما یک چهارچوب ریاضی مشخص برای فرموله کردن آن داریم، اما هنگامی که متغیری واژه‌ها را به عنوان مقدار می‌گیرد، در آن صورت چهارچوب مشخصی برای فرموله کردن آن در تئوری ریاضیات کلاسیک نداریم. منطق فازی تعمیمی از منطق ریاضی ارسطویی^۱ است که برای مدل سازی عدم قطعیت و عملیات استدلال تقریبی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر خلاف نظریه احتمالات که در آن تصادفی بودن^۲ اساس عدم قطعیت است، در نظریه‌های فازی منشاء ناطمینانی مرزهای مصادیق حکم، مورد نظر است. با توجه به گسترش روزافزون تراکم شهری، لزوم توجه به رویکردی جامع برای نظارت بر کم و کیف و آثار تراکم کاملاً محسوس است. در این قسمت هدف آن است که با مدل سازی و با حفظ اصول با ارزش و

دوری از معایب آن، نظامی جامع از کمیت‌های مؤثر در بحث وضعیت بهینه تراکم‌های شهری و سپس قواعد فازی، بر مبنای این کمیت‌ها بیان شود.

نکته مهم و وجه افتراق تراکم بر منطق فازی و تراکم مرسوم آن است که در تراکم بر منطق فازی، قبول یا رد کامل (منظور تراکم زیاد یا تراکم کم) مدنظر نیست و از این رو امکان ایجاد تراکم مابین را (تراکم خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و ...) را در نظر می‌گیرد. ضمن اینکه نظام فازی، درجه تراکم را به هر یک از گروه‌ها (به عنوان مثال: تراکم مفید، تراکم خوب، تراکم مجاز و ...) به دست می‌دهد. نتیجه اینکه بر اساس نظام فازی، این امکان به طراحان شهری و معماران داده می‌شود که بر اساس معیارهای از قبل تعیین شده فازی (درجات تراکم)، با دقت و اطمینان بیشتری سازه‌های مورد نظر را طراحی کنند.

در این پژوهش بر اساس روش مجموع ساده وزنی فازی^۳، امتیاز و رتبه مناطق در هر سه نوع تراکم محاسبه شده و پس از آن با استفاده از مدل رگرسیون خطی چند متغیره، ارتباط آسیب پذیری با انواع تراکم مورد بررسی قرار گرفته است. روش مجموع ساده وزنی فازی تقریباً همانند روش مجموع ساده وزنی

^۱ - منطق ارسطویی اساس ریاضیات کلاسیک را تشکیل می‌دهد. بر اساس اصول و مبانی این منطق همه چیز تنها مشمول یک قاعده ثابت می‌شود که به موجب آن، یا آن چیز درست است یا نادرست. منطق ارسطویی دقت را فدای سهولت می‌کند. نتایج منطق ارسطویی، « دو ارزشی»، « درست یا نادرست»، « سیاه یا سفید» و « صفر و یک است»، می‌تواند مطالب ریاضی و پردازش رایانه‌ای را ساده کند (آذر و فرجی، ۱۳۸۶: ۲).

$$F = \frac{X \max - X \min}{10}$$

پس از آن برای تعیین درجه عضویت در بازه‌ی (۱۰ و ۱) مقادیر محاسبه شده برای هر تراکم امتیازبندی شده و امتیاز هر نوع تراکم از ۱ تا ۱۰ تعیین می‌گردد.

است، با این تفاوت که از متغیرهای فازی و عملیات فازی در طول محاسبات استفاده می‌شود (اکبری و زاهدی کیوان، ۱۳۷۸: ۳۹۹). در این روش در ابتدا حد بالا و حد پایین انواع تراکم شناسایی و دامنه فازی به شرح زیر محاسبه شده است:

دامنه فازی تراکم جمعیتی	۱۰	دامنه فازی تراکم کاربری	۴	دامنه فازی تراکم ارتفاعی	۶۷
-------------------------	----	-------------------------	---	--------------------------	----

معیاری برای آسیب پذیری می‌توان به تحلیل برای تراکم با آسیب پذیری پرداخت.

اکنون می‌توان با توجه به امتیاز تراکم‌های مختلف رتبه مناطق را بر اساس جداول شماره ۵ و ۶ نشان داد. پس از به دست آوردن امتیازات مربوطه، به عنوان

جدول ۵- محاسبه امتیاز تراکمی (جمعیتی، کاربری و ارتفاعی) بر اساس مدل فازی.

مناطق	تراکم جمعیتی	امتیاز تراکم جمعیتی	تراکم کاربری	امتیاز تراکم کاربری	تراکم ارتفاعی	امتیاز تراکم ارتفاعی	امتیاز کل از تراکم
یک	۹۳.۵۱	۳	۶۸.۶۱	۱	۹۳۲۵۲۵۴۴	۶	۴۴۴.۱۲
دو	۲۷.۰۰	۱۰	۲۹.۱۹	۱۰	۶۷۸۰۲۶۸	۹	۱۶۱.۱۹
سه	۹۶.۴۴	۳	۶۷.۵۲	۱	۷۳۵۱۲۱۷۳	۸	۳۴۶.۹۶
چهار	۹۶.۷۸	۳	۴۳.۳۲	۷	۱۰۸۷۸۶۲۱۲	۵	۵۰۹.۱
پنج	۸۳.۵۰	۴	۶۱.۸۸	۲	۲۳۲۷۶۲۷۶۲	۵	۴۹۰.۳۸
شش	۱۰۶.۳۰	۲	۶۱.۵۵	۲	۱۸۴۸۴۵۳۵۰	۶	۵۰۴.۸۵
هفت	۱۰۱.۳۰	۲	۳۶.۵۲	۹	۴۱۸۸۰۸۵۰	۵	۴۷۸.۸۲
هشت	۹۷.۰۰	۳	۴۲.۷۹	۷	۹۴۳۶۱۳۵۷	۱	۸۳۵.۷۹
نه	۵۸.۸۰	۷	۳۸.۷۶	۸	۸۶۰۸۰۲۸	۹	۱۸۸.۵۶
ده	۱۳۰.۶۴	۱	۵۲.۳۲	۵	۴۲۷۵۷۱۶۷	۵	۵۵۴.۹۶
یازده	۵۲.۰۰	۷	۲۹.۲	۱۰	۹۱۶۷۶۱۱	۹	۱۰۹.۲

مأخذ: محاسبات نگارندگان

جدول ۶- وضعیت کلی تراکم در مناطق یازده گانه شهر بر اساس مدل فازی.

رتبه تراکم	میانگین رتبه تراکم	رتبه تراکم			مناطق شهر
		ارتفاعی	کاربری	جمعیتی	
۱	۳.۳۳	۶	۱	۳	منطقه یک
۸	۹.۶۷	۹	۱۰	۱۰	منطقه دو
۳	۴.۰۰	۸	۱	۳	منطقه سه
۴	۵.۰۰	۵	۷	۳	منطقه چهار
۲	۳.۶۷	۵	۲	۴	منطقه پنج
۱	۳.۳۳	۶	۲	۲	منطقه شش
۵	۵.۳۳	۵	۹	۲	منطقه هفت
۲	۳.۶۷	۱	۷	۳	منطقه هشت
۶	۸.۰۰	۹	۸	۷	منطقه نه
۲	۳.۶۷	۵	۵	۱	منطقه ده
۷	۸.۶۷	۹	۱۰	۷	منطقه یازده

مأخذ: محاسبات نگارندگان

۶-۶- تحلیل رابطه تراکم و آسیب پذیری

با توجه به تخمین صورت گرفته از رگرسیون مربوطه مشاهده می شود که مدل مورد نظر یک مدل رگرسیونی $AR(1)$ است که سه نوع تراکم مربوطه (تراکم جمعیتی $Dend Popu$ ، تراکم ارتفاعی $Dend High$ و تراکم کاربری $Dend Land$) بر میزان آسیب پذیری ($Voul$) اثر مثبت دارند. به عبارتی به ازای ۱ درصد افزایش در تراکم جمعیتی، $7/8$ درصد آسیب پذیری شهر افزایش می یابد و به ازای هر ۱ درصد (بر حسب هکتار) افزایش در مساحت های فضای بسته $14/4$ درصد و به ازای ۱ درصد افزایش در تراکم ارتفاعی، ۱ درصد آسیب پذیری شهر افزایش می یابد. ضریب $R(1)$ صرفاً برای تصریح مدل بوده تا مدل بر اساس آزمون های خود همبستگی فاقد مشکل خودهمبستگی باشد.

مفهوم عرض از مبدأ که مقدار آن $7/64$ است بر این نکته تأکید دارد که در صورتی که هیچکدام از این عوامل (تراکم ها) نباشند، احتمال آسیب پذیری نیز کاهش می یابد. به عبارتی اگرچه عرض از مبدأ مدل فوق گویای واقعیتی آشکار است، وجود آن به معناداری ضرایب و فرم تصریح شده خطی رگرسیون کمک می نماید به گونه ای که حذف آن معنادار نمی باشد و باید در مدل استفاده شود.

$$Voul = 0/68 + 7/64 -$$

$$DenPopu + 0/144 DenLand + 0/1 DenHigh + 379AR(1)$$

ضمناً نتایج بدست آمده از آزمون f به دست آمده از رگرسیون مقدار $7/05$ است که با توجه به سطح معناداری ۹۹ درصدی فرضیه عدم معناداری ضرائب (H_0) را رد می کند و بر این اساس به ضرائب می توان اعتماد نمود. ضمن آنکه با توجه به مقدار دوربن-

بیشترین ضریب در بخش آسیب پذیری مربوط به تراکم‌های کاربری و جمعیتی می‌باشد. به عبارت دیگر ادامه روند فشردگی شهر اصفهان در مناطق خاص و نیز گرایش شهروندان به سکونت در مناطق خاص بدون توجه به توزیع متعادل، میزان آسیب پذیری را افزایش می‌دهد.

۸- پیشنهادها

- تراکم ارتفاعی (ساختمانی) شهر می‌بایست بر اساس الگوی مناسب منطقه بندی ارتفاعی باشد و توجه به متغیرهای بسیار زیادی از جمله تراکم جمعیت، وضعیت شبکه معابر، ساختمان‌های همجوار و ... الزامی است.

- با توجه رشد اجتناب ناپذیر شهر در طی زمان و نیز محدودیت توسعه افقی در شهرها می‌بایست وضعیت تراکم در تدوین طرح‌های توسعه شهری با دقت بیشتری مورد توجه قرار گیرد.

پیشنهاد می‌شود در اعطای مجوزهای تراکم در مناطق مختلف شهر، مسأله آسیب‌پذیری لرزه ای این مناطق در نظر گرفته شود.

منابع

آذر، عادل و حجت فرجی، (۱۳۸۶)، علم مدیریت فازی، چاپ اول، انتشارات مرکز مطالعات مدیریت و بهره وری ایران، وابسته به دانشگاه تربیت مدرس.

آریافر، علی رضا، (۱۳۸۱)، بررسی نقش تراکم ساختمانی در کنترل تراکم جمعیتی شهرها، مطالعه موردی: منطقه ۲ و منطقه ۱۷ شهر تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته شهرسازی، گرایش برنامه

واتسن که معادل ۱/۸۷ است مدل فاقد هرگونه خودهمبستگی در سطح معناداری ۹۹ است. آزمون‌های ناهمسانی نیز تأیید کننده‌ی ناهمسانی واریانس می‌باشند.

۷- نتیجه گیری

با توجه به احتمال وقوع خطر زلزله در شهر اصفهان و آسیب پذیری این شهر در برابر زلزله به دلیل ویژگی‌های فضایی شهر، لزوم شناخت جزئیات مربوط به مبحث تراکم‌ها، به عنوان یک عامل تأثیرگذار بر آسیب پذیری شهر، ضروری است. با استفاده از روش مجموع ساده وزنی فازی، امتیاز و رتبه مناطق در هر سه نوع تراکم محاسبه شده است. بر این اساس مناطق ۱ و ۶ شهر اصفهان به ترتیب بالاترین میانگین رتبه تراکم را دارند؛ به عبارت دیگر عمده تراکم‌های جمعیتی، کاربری و ارتفاعی در این مناطق می‌باشد.

مناطق ۲، ۱۱ و ۹ در شهر اصفهان، پائین ترین میانگین رتبه تراکمی را به خود اختصاص داده‌اند. البته این به معنای توسعه تراکم در این مناطق نمی‌باشد، چرا که داشتن فضای باز، فضای سبز و حاشیه‌ای بودن این مناطق، نقش مهمی در پایین بودن تراکم این مناطق دارند.

با استفاده از مدل رگرسیون خطی چند متغیره ارتباط آسیب پذیری با انواع تراکم مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج تحلیل رگرسیون نشان می‌دهد که میان سه متغیر تراکم جمعیتی، تراکم کاربری و تراکم ارتفاعی و میزان آسیب پذیری لرزه‌ای ارتباط مثبت وجود دارد. به عبارت دیگر با افزایش هر یک از تراکم‌های یاد شده آسیب پذیری افزایش پیدا می‌کند.

آسیب پذیری مسکن شهری در برابر خطر زلزله (نمونه موردی: مسکن شهر اصفهان)، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، پاییز و زمستان، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

زیاری، کرامت اله، (۱۳۸۱)، برنامه ریزی کاربری اراضی شهری، انتشارات دانشگاه یزد، چاپ اول، یزد.

شهرداری اصفهان، (۱۳۸۶)، آمار مربوط به پروانه‌های صادره ساختمانی، معاونت شهرسازی، مدیریت نظارت بر اجرای ضوابط شهرسازی و معماری.

شهرداری اصفهان، اداره درآمد، (۱۳۸۶)، گزارشات تفریح بودجه شهرداری، مدیریت برنامه ریزی و پژوهش شهرداری اصفهان.

صفایی، همایون، (۱۳۸۴)، طرح پژوهشی شناسایی و بررسی توان لرزه‌ای گسل‌های اطراف اصفهان، معاونت شهرسازی و معماری شهرداری اصفهان.

صفایی، همایون، (۱۳۸۲)، ضرورت توجه به پتانسیل‌های لرزه خیزی گسل‌های فعال ناحیه ی اصفهان، ماهنامه فنی - تخصصی دانش نما، سال دوازدهم، شماره‌ی پایی ۱۰۹-۱۰۷، انتشارات سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اصفهان.

عزیزی، محمدمهدی، (۱۳۸۲)، تراکم در شهرسازی، اصول و معیارهای تعیین تراکم شهری، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، تهران.

مرکز آمار ایران، (۱۳۸۶)، نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهرستان اصفهان سال ۱۳۸۵.

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، (۱۳۷۸)، آئین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله، استاندارد ۲۸۰۰، مجموعه استانداردها و آئین نامه‌های

ریزی شهری و منطقه ای، دانشگاه علم و صنعت تهران.

احمدی، حسن و محمد رضا شیخ کاظم، (۱۳۸۵)، نقش برنامه ریزی تراکم‌های ساختمانی در کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه طبیعی.

اکبری، نعمت اله و زاهدی کیوان، مهدی، (۱۳۸۷)، کاربرد روش‌های رتبه بندی و تصمیم گیری چند شاخصه، چاپ اول، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.

پوراحمد، احمد و کیومرث حبیبی و سجاد محمد زهرایی و سعید نظری عدلی، (۱۳۸۶)، استفاده از الگوریتم فازی و GIS برای مکان یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن زباله شهر بابلسر)، مجله محیط شناسی، سال سی و سوم، شماره ۴۲، انتشارات دانشگاه تهران.

پورمحمدی، محمدرضا، (۱۳۸۲)، برنامه ریزی کاربری اراضی شهری، چاپ اول، انتشارات سمت.

پورمحمدی، محمد رضا و رسول قربانی، (۱۳۸۲)، ابعاد و راهبردهای پارادایم تراکم سازی فضاهای شهری، مجله علمی - پژوهشی مدرس، دوره ۷، شماره ۲، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران.

حسین زاده، سید رضا، (۱۳۸۳)، برنامه ریزی شهری همگام با مخاطرات طبیعی با تأکید بر ایران، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شماره سوم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

زنگی آبادی، علی، جمال محمدی، همایون صفایی و صفر قائدرحمتی، (۱۳۸۷)، تحلیل شاخص‌های

- Burgess, R. (2000). The compact city debate: a global perspective compact cities, London: spon press.
- Jamal, Abed and Isam, Kaysi. (2003). "Identifying urban boundaries: application of remote sensing and geographic information system technologies", Canadian Journal of Civil Engineering.
- Lewis, Dan., Jaana Mioch. Urban vulnerability., good government, Journal of contingencies and crisis management.
- Perkis, Jeanne B. (1982). Regional planning for earthquake hazards in the eastern bay area. Unpublished paper. Berkeley, Calif, Association of Bay Area Governments.
- Quarantelli, E L. (2003). Urban vulnerability to disasters in developing countries: Managing risks. In building safer cities. Washington.
- Uitto, J. I. (1998). "The geography of disaster vulnerability in mega-cities" Vol 18, No 1.
- Wagh, W, L. (2000). "Living with hazard: dealing with disaster", an introduction to emergency management, New York, USA, M.E. Sharpe, Inc.
- ساختمانی ایران، نشریه شماره ض ۲۵۳، انتشارات وزارت مسکن و شهرسازی.
- مهاجر اشجعی، ارسلان، (۱۳۶۰)، ثبت و تفسیر لرزه‌های محلی و ویژگی‌های زلزله خیزی مناطق اصفهان و شهر کرد، امور ویژه زلزله شناسی سازمان انرژی اتمی ایران.
- وجودی، مهدی و مهدی زارع، (۱۳۸۵)، مدل استنتاج فازی برای تحلیل خطر زلزله، دومین کنفرانس مدیریت جامع در حوادث غیر مترقبه طبیعی، تهران.
- هیراسکار، جی. کی، (۱۹۸۹)، درآمدی بر مبانی برنامه ریزی شهری، ترجمه؛ محمد سلیمانی و احمد رضا یکانی فرد، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد دانشگاه تربیت معلم تهران.
- Ambraseys, N. N. & Melville, C. P. (1982). A history of Persian earthquake, Cambridge earth science series.
- Bezdek J. (1993) "Editorial - Fuzzy models what are they and Why?" IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 1, No. 1.

A Survey of Density Effect on the Vulnerability of Earthquake in Isfahan City (Fuzzy Approach)

S. Ghaedrahmati. I. Bastanifar. L. Soltani

Received: 15 May 2009 / Accepted: 13 October 2010, 31-34 P

Extended Abstract

1- Introduction

For few decades, the population of cities in developing countries, including Iran had a higher growth rate than the total growth rate of countries' population. The cities in the developing countries have become areas of very high vulnerability to natural hazards such as earthquake. Analysis of urban density using statistical data has a crucial role in the urban geographic studies and urban planning. Based on studying type urban density can be measured by different models. While in developed countries, the development of the big cities began centuries ago and generally allows for

controlled and planned urban density, the opposite is the case in developing countries, where rapid urbanization's process is characterized by an unplanned urban density. The developing metropolitan cities have enormous difficulties in coping both with the natural population increase and the urban physical expansion. In fact, urbanization process increases the vulnerability through centralization of human and property. Because of unplanned urbanization, growth of land in vulnerable areas with a high level of hazard risk, inadequate urban management and unsuitable construction measures, third world cities transform into vulnerable centers. density in metropolitan such as Isfahan ,beside growing population ,without caring to economic, social, spatial ,aesthetic and the other urban planning effects ,has created many conflicts so has drown the urban planners attentions.

Author

S. Ghaedrahmati. (✉)

Assistant Professor of Geography and Urban Planning, Yazd University, Yazd, Iran.
email: safarrahmati@yazduni.ac.ir

I. Bastanifar.

PhD student in economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

L. Soltani

PhD student in Geography and Urban Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

2- Methodology

This research has aimed to achieve a logic urban density model (land use, high and population density) and survey the effect of it on the Isfahan vulnerability of earthquake using fuzzy approach. This research is based on the density model based on the fuzzy logic and documentary in the way of data collecting

For mapping, measuring, and modeling the urban density in connection with active faults, various data on geology, seismology and demography of study were collected. These data was in form of map and census data. The study area is Isfahan city is located about 340 km south of Tehran and is the capital of Isfahan Province and Iran's third largest city (after Tehran and Mashhad). Isfahan city has a population of 1695789 and the Isfahan metropolitan area had a population of 3,430,353 in the 2006 Census, the third most populous metropolitan area in Iran after Tehran and Mashhad.

3- Discussion

Various disasters like earthquake are natural hazard that kill thousands of people and destroy billions of dollars of habitat and property each year. The rapid growth of the urban density and its increased concentration often in hazardous environment has escalated both the frequency and severity of natural disasters.

In research about earthquake hazard, Isfahan city is at high risk earthquake hazard. In this research, analysis relationship between urban density and

earthquake vulnerability and the effects of urban centralization on earthquake vulnerability in Isfahan cities, was studied. With regard to historical earthquake, earthquake seismicity background and varieties faults, Isfahan cities are at high risk of earthquake hazard.

The seismic vulnerability of a region is determined by several factors. One of them is the level of seismic hazard, determined usually by identification of either active faults or seismic zone source, zones based on the historical location of earthquake epicenters. recent neotectonic studies consider that Isfahan had been developed on and close to six active fault basins. Isfahan's location between six active faults means it is subject to natural hazards like earthquake shaking, earthquake fault rupture and land deformation. As these active faults start to move, Isfahan will continue to be subject to earthquake-related hazards. In this research, analysis relationship between urban density and earthquake vulnerability, and use of documentary data. The effects of urban centralization on earthquake vulnerability in Hormozgan cities, was studied.

4- Conclusion

The results have showed that, in the survey of urban density, the relation between land use, high and population density should be considered also fuzzy approach in data normalization is one of the best approaches for solving this problem. The greatest coefficients of

Vulnerability are land use, and population density.

In this way, without caring to the density distribution, urban compacting in the specific region and so citizen tendency for specific residency of the same region will increase the vulnerability of earthquake. Zone 3 and 6 in Isfahan city has the highest meaning ranking of are vulnerability than other zone .On the other hand these zones has the greatest amount of all land use, high and population density. So satiation of these zones in recent years and the historical texture of them need the changing of policy density more than before.

Key words: high density, population density, land use density, urban Vulnerability Fuzzy logic, Isfahan City.

Reference

- Ahmady, Hasan and Mohamadreza ShikhKazem, (2006). "The role of planning for construction density in earthquake vulnerability decrease", the 2th international conference in crisis management and disaster.
- Akbari, nematolah and Mahdi Zahedikwyvan, (2008). The use of ranking methods and indicators decision making, dehyariha and shardariha publication, 1th publish, Tehran.
- Ambraseys, N.N.and Melville,C.P. (1982).A history of Persian earthquake, Cambridge earth science series.
- Aryafar, Alireza (2002). An analysis of construction density on population density control, case study: 2 and 17 zone of Tehran city, M.A thesis in urban and regional planning, Elm O Sanat University, Tehran.
- Azar, Adel and Hojat Faraji (2007). Fuzzy Management Science, productivity and management productivity center of Iran, related to modares university, Tehran.
- Azezy, Mohamadmahdi,(2003). Density in urban planning, regulations and standards for nomination of urban density, Tehran publications, first publish, Tehran.
- Bezdek J.(1993) "Editorial - Fuzzy models what are they and Why?", IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 1, No. 1.
- Burgess,R, (2000). The compact city debate: a global perspective compact cities, London: spon press.
- G.K.Hiraskar, (1989). An introduction to fundamentals of urban planning, translation by Mohammad soleimani and ahmadreza yakanifard, university for teacher education, jahad daneshgahi publication, Tehran.
- Houssienzadeh, Seyedreza, (2004)." Urban planning with to natural hazard and emphasis on Iran", geography and regional development journal, ferdosse university, mashad.
- Isfahan municipality, (2007). Data about Construction permission, urban planning second best in Isfahan municipality, surveillance management on urban planning and architecture regulations, Isfahan.
- Isfahan municipality, (2007).Isfahan budget data, planning and research second best in Isfahan municipality, Isfahan.
- Jamal, Abed and Isam, Kaysi (2003). "Identifying urban boundaries: application of remote sensing and geographic information system technologies", Canadian Journal of Civil Engineering.
- Lewis,Dan,and Jaana Mioch. Urban vulnerability and good government. Journal of contingencies and crisis management.
- Mohajerashjaei, arsalan, (1981). Registration and translation of local seismic and analysis of seismic potential of faults around Isfahan region, seismology group of atomic agency of Iran, Tehran.
- Perkis,Jeanne B.(1982).Regional planning for earthquake hazards in the eastern bay area. Unpublished paper .Berkeley, Calif, Association of Bay Area Governments.
- Porahmad, Ahmad, Keyomars Habibi, Sajad Mohamad Zahrayei and Saeid Nazary Adlei (2007). "The use of fuzzy algorithm and GIS for site selection of urban services (case study: selection of potential waste disposal sites around Babolsar)" Mohetshenasi Journal,

- Tehran university publication, 33th years, 42 vol, Tehran.
- Pormohamadi, Mohamadreza, (2003). Urban land use planning, Samt publication, first publication, Tehran.
- Pormohamadi, Mohamadreza and Rasoul Ghorbani, (2003). "The dimensions and approach in urban space centralization paradigm", humanist Modares jurnal, modares university publication, vole 2, Tehran.
- Quarantelli, E L.(2003). Urban vulnerability to disasters in developing countries: Managing risks. In building safer cities. Washington.
- Safayei, Homayoun, (2005). Reconnaissance and analysis of seismic potential of faults around Isfahan city, urban planning and architecture second best in Isfahan municipality, Isfahan.
- Safayei, Homayoun, (2003). Necessity to reconnaissance of seismic potential of faults around Isfahan region, Nama Journal, 12th years, 107-109 vole, Isfahan.
- Statistical center of Iran (2007). Public census of Iran, Isfahan census 2006.
- Building and housing research center (1999). Iranian code of practice for seismic resistant design of buildings, standard No.2800, 2nd edition, BHRC publication, Tehran.
- Uitto, J.I, (1998). "The geography of disaster vulnerability in mega-cities" Vol 18, No 1.
- Vojoodi, Mahdi and mahdi zareh, (2006)." Fuzzy deduction model for analysis of earthquake hazard "the 2th international conference in crisis manegmt and disaster.
- Waugh,W,L, (2000). "Living with hazard: dealing with disaster", an introduction to emergency management, New York, USA, M.E. Sharpe, Inc.
- Zangiabadi, ali, jamal mohamadi, homayoun safayei and safar ghaedrahmati, (2008)." Vulnerability Indicators Assessment of Urban Housing against the Earthquake Hazard. (Case Study: Isfahan Housing)", geography and development journal, vole 12, sistan and balochestan university publication, zahedan.
- Zeyari, keramatollah, (2002). Urban land use planning, Yazd university publication, first publish, Yazd.

