

# مدل سازی مکانی برای کاهش خسارت های بحران زلزله در ایران

مهندس حسین آقامحمدی Hossein.Aghammohammadi@Gmail.com

دکتر محمد سعدی مسگری Smesgari@yahoo.com

مهندس رضا نوریجو Rezan2996@yahoo.com

تهران، خیابان ولی عصر، تقاطع میرداماد، دانشکده نقشه برداری دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، گروه مهندسی GIS

## چکیده:

زلزله یکی از بلاهای طبیعی اجتناب ناپذیر است که در صورت وقوع، خسارات و مشکلات بیشماری برای اقتصاد، محیط زیست و زندگی انسانها ایجاد می کند. لذا مدیریت بحران زلزله امری ضروری به نظر می رسد. از آنجا که اکثر داده های مرتبط با زلزله و اثرات آن مکانی میباشد علم سیستم اطلاعات مکان مرجع (GIS) میتواند به شکل سیستمی موثر و کارا در مدیریت بحران استفاده شود. در کشورهایی مثل ایران تجربه نشان داده است که پیشگیری از وقوع بحران در مقایسه با اقدامات کمک رسانی بعد زلزله اثر بخشی بیشتری دارد لذا در شرایط ایران فازهای قبل از وقوع بحران در سیکل مدیریت بحران دارای اهمیت خاصی میباشد. در فاز دوم سیکل مدیریت بحران که کاهش اثرات بحران نام دارد، هدف اصلی برنامه ریزی و وضع قوانینی برای ساختن یک شهر مقاوم در برابر زلزله است. در این تحقیق سعی شده است با استفاده از قدرت بالای مدل سازی در محیط GIS یک سری مدلهایی طراحی و ساخته شود که قوانین منطقه بندی زلزله را در برنامه ریزی شهری وارد کند. لذا در این مقاله ابتدا نگاهی به ساختار مساله خواهیم داشت و در قسمت بعدی به معرفی مدلهای ساخته شده خواهیم پرداخت و در انتها نتایج پیاده سازی این مدلها را در منطقه مورد مطالعه ( ناحیه فرحزاد - شهر تهران ) ارائه خواهیم کرد.

**واژگان کلیدی:** کاهش اثرات، مدیریت بحران زلزله، مدل مکانی، GIS

## ۱- مقدمه

زلزله یکی از بلاهای طبیعی بوده است که همواره خسارات اجتماعی و اقتصادی زیادی بر جامعه ایران تحمیل کرده است، لذا مقابله با این بحران در قالب یک مدیریت صحیح و بهینه امری کاملاً ضروری به نظر می رسد، از سوی دیگر از آنجائیکه اکثر اطلاعات و داده های مورد نیاز برای برنامه ریزی و تصمیم گیری در این بخش مکانی می باشند لذا علم و تکنولوژی سیستم اطلاعات مکان مرجع (GIS)، می تواند کارایی و عملکرد آن را بالاتر ببرد.

سیکل مدیریت بحران را می توان به دو بخش قبل از وقوع بحران و بعد از وقوع بحران تقسیم بندی کرد، که قسمت قبل از بحران به سه فاز، بررسی و امکان سنجی بحران، کاهش اثرات و آمادگی تقسیم بندی میشود و قسمت بعد از وقوع بحران به دو فاز پاسخ گویی و بازسازی تقسیم می شود، از آنجا که از یکسو تلاش برای پیشگیری از وقوع بحران، بهتر از روبرو شدن با آن است و از سوی دیگر تجربه نشان داده است در ایران بعد از زلزله به علت حجم وسیع خرابی ها و از بین رفتن زیر ساختارها مثل برق، مخابرات و... ، استفاده از تکنولوژیهای نوین تا حد زیادی کارایی خود را از دست می دهد لذا بهتر به نظر می رسد که توان و هزینه مقابله با بحران قبل از وقوع آن صرف شود.

همانطور که اشاره شد سیکل مدیریت بحران در قسمت قبل از وقوع بحران به سه فاز مختلف تقسیم بندی شد که در فاز بررسی و امکان سنجی وقوع بحران، پتانسیل وقوع بحران زلزله در منطقه بررسی می شود و در صورت وجود این پتانسیل وارد فاز دوم که کاهش اثرات است می شویم که در این اینجا هدف برنامه ریزی و وضع قوانینی برای ساختن یک شهر مقاوم در برابر زلزله است و به این خاطر لازم است قوانین منطقه بندی زلزله را در برنامه ریزی شهری وارد کنیم، در فاز سوم، آمادگی لازم را برای وقوع بحران در شهر ایجاد می کنیم مثلا دارو و غذا را در محل های خاصی ذخیره می کنیم و خیلی از کارهای دیگر.

کارهایی که بیشتر در این تحقیق مد نظر می باشد بخش کاهش اثرات است که در این جا با استفاده از مدلهایی که ساخته ایم می توانیم در محیط GIS به سوالات زیر جواب بدهیم:

- کجاها برای چه نوع کاربری مناسب است؟
  - کدام یک از کاربریها در معرض خطر قرار دارند و کدامیک از آنها احتیاج به مقاوم سازی دارند؟
- و سوالاتی از این دست که در قسمت مربوط به توضیح این مدلها بیشتر راجع به آنها بحث خواهیم کرد. باید در اینجا این نکته را متذکر شد که در قسمت توضیح مدلها، موارد آورده شده به صورت کلی میباشد و به جزئیات آنها اشاره ای نشده است و هدف ارزیابی ساختار کلی کار می باشد.

## ۲- مدلها

### ۲-۱ مدل بررسی میزان سازگاری زمین (با توجه به میزان خطر از نظر زمین شناسی و زلزله) با کاربری واقع در آن:

در این قسمت با توجه به نوع کاربری و اهمیت آن از جهات مختلف و نیز با توجه به خصوصیات مختلف زمین شناسی منطقه و خطرات زلزله در آن قسمت مدلی طرح شده است که به سوال زیر جواب می دهد:

- آیا هر کاربری با زمینی که در آن قرار گرفته است و میزان خطر آفرینی آن سازگاری دارد یا خیر؟  
که با استفاده از این مدل می توان مشخص کرد کدام کاربریها در معرض خطر قرار دارند و بعد با توجه به آن برای مقاوم سازی و یا جابجایی آنها تصمیم گیری کرد، و مورد دیگر اینکه می توان از این مدل برای دادن مجوز به کاربریهای مختلفی که می خواهد ایجاد شود استفاده کرد.

منطقه مورد مطالعه بر حسب خصوصیات زمین شناسی و زمین لرزه، با توجه به معیارهای زیر به چهار سایت تقسیم بندی می شود:

۱-۱-۲ سایت الف:

- احتمال کم نشست خاک یا ضعف زمین

۲-۱-۲ سایت ب:

- نشست کم ناشی از حرکت ریز دانه محبوس در آبرفت

۳-۱-۲ سایت ج:

- نشست متوسط تا قابل توجه و یا نشستهای ناشی از محکم شدن رس نرم

- داشتن پتانسیل روانگرایی

- احتمال کم وقوع سنگ ریزش

- واقع شدن سایتها تا فاصله ۵۰۰-۳۰۰ متری از گسلها

۴-۱-۲ سایت د:

- فرونشست قابل توجه و ضعف سطح خاک ناشی از نشست لایه های زمین به نسبت گذر موجهای زمین لرزه

- آثار جابجایی زمین ناشی از جنبش گسله های جنبتا تا فاصله کمتر از ۳۰۰ متر از خط گسل اصلی

- داشتن پتانسیل زمین لغزه

- داشتن پتانسیل روانگرایی

- داشتن پتانسیل سنگریزش

به این خاطر نقشه های احتمال نشست زمین، روانگرایی، زمین لغزه و فاصله از گسل های فعال تهیه شد و بعد بر اساس معیارهای اشاره شده، منطقه مورد مطالعه به چهار سایت توضیح داده شده تقسیم بندی شد. لازم به ذکر است که به منظور تعیین خصوصیات زمین شناسی و زلزله مطالعات مدل سازی و ترکیب اطلاعات مکانی مختلفی در محیط GIS انجام گرفته که به دلیل اختصار مطلب آورده نشده اند

بعد با توجه به ماتریس مطلوبیت، میزان سازگاری زمین (با توجه به میزان خطربر مبنای مطالعات زمین شناسی و زلزله) با کاربری واقع در آن (شکل ۱)، به بررسی وضعیت کاربریهای مختلف با توجه به محل قرارگیری آنها پرداخته شد.

کاربری	فعالیتها و عملکردها	مدت زمان استفاده از فعالیت (باعتبار شبانه روز)	درجه خطر سایندهای مختلف			
			بیت د	بیت ج	بیت ب	بیت الف
مسکونی	شکونی یک طبقه	۲۴	●	○	○	○
	شکونی دو-سه طبقه	۲۴	●	○	○	○
	شکونی بیش از چهار طبقه	۲۴	●	○	○	○
	تجاری روزانه-مسکونی	۱۰	●	○	○	○
تجاری	تجاری مسکونی	۱۰	●	○	○	○
	تجاری مسکونی	۱۰	●	○	○	○
	تجاری مسکونی	۱۰	●	○	○	○
	بانک	۷	●	○	○	○
آموزشی	مدرسه و کانون	۸	●	○	○	○
	دانشگاه	۸	●	○	○	○
	راهنمایی	۶	●	○	○	○
	دانشگاه و مراکز	۶	●	○	○	○
متفرقی	دانشگاه	۱۰	●	○	○	○
	کتابخانه و سینما	۶	●	○	○	○
	مسجد مسکونی	۶	●	○	○	○
	مسجد جامع	۴	●	○	○	○
اهدافتی و درمسانی	حمام عمومی	۱۶	●	○	○	○
	واحد پزشکی مستقل	۶	●	○	○	○
	مرکز بهداشت	۸	●	○	○	○
	درمانگاه	۸	●	○	○	○
اداری و انتظامی	بیمارستان	۲۴	●	○	○	○
	شهرداری	۸	●	○	○	○
	سرازم انتظامی	۲۴	●	○	○	○
	فرمانداری	۸	●	○	○	○
فرهنگی و ورزشی	زمینهای ورزشی (فوتبال و تنیس)	۱۲	○	○	○	○
	سالن ورزشی و آمفی تئاتر	۱۲	○	○	○	○
	کتابخانه عمومی	۱۲	○	○	○	○
	سینما و ورزشگاه	۱۲	○	○	○	○
تأسیسات حیاتی	شبهانه روز	۲۴	○	○	○	○
	مراکز ذخیره آب	۲۴	○	○	○	○
	شبهانه روز	۲۴	○	○	○	○
	خطوط انتقال نفت و گاز	۲۴	○	○	○	○
متفرقی	تکیه‌های هم پیوسته روز	۲۴	○	○	○	○
	مراکز آتشفشانی	۲۴	○	○	○	○
	بندهای رودخانه و تریسها	۲۴	○	○	○	○
	شبهانه روز	۲۴	○	○	○	○
سرویس دهنگان بدون توقف	سایح سبک	۱۲	○	○	○	○
	سایح سنگین	۲۴	○	○	○	○
	تراکتورهای انسانی	۲۴	○	○	○	○
	تراکتورهای برون‌سای	۲۴	○	○	○	○
شبکه حمل و نقل	گازان	۱۲	○	○	○	○
	پارک مسکونی	۱۲	○	○	○	○
	پارک بزرگ	۱۲	○	○	○	○
	پارکهای و سبزه‌ها	۱۲	○	○	○	○
شبکه	زمینهای بازی شهری	۲۴	○	○	○	○
	سواره مسکونی	۲۴	○	○	○	○
	سواره مسکونی	۲۴	○	○	○	○
	سواره مسکونی	۲۴	○	○	○	○

شکل ۱- ماتریس مطلوبیت، میزان سازگاری زمین (با توجه به میزان خطر از زمین شناسی و زلزله) با کاربری واقع در آن

## ۲-۲ مدل حوزه بندی خطر انسداد

از آنجاییکه راهها نقش خیلی مهمی در موقع امداد رسانی و خروج مردم از منطقه خطر دارد لذا انسداد آنها در موقع زلزله مانع مهمی در عملیات امداد رسانی خواهد بود لذا در این مدل که با توجه به ارتفاع ساختمانهای اطراف معابر، عرض راهها و مصالح استفاده شده در سازه های اطراف طراحی شده است می توان نقشه ای برای خطر انسداد در سه سطح با ضرایب خطر کم، متوسط و زیاد ایجاد کرد و با توجه به آن می توان راجع به تعریض معابر و یا مقاوم کردن ساختمانهای اطراف تصمیم گیری کرد. همچنین می توان در موقع ارائه مجوز برای میزان تراکم این مورد را لحاظ کرد.

این مدل با توجه به عرض معابر و ارتفاع بلوکهای اطراف آن و جنس مصالح این بلوکها تهیه شده است که ساختار کلی آن به شکل زیر می باشد:

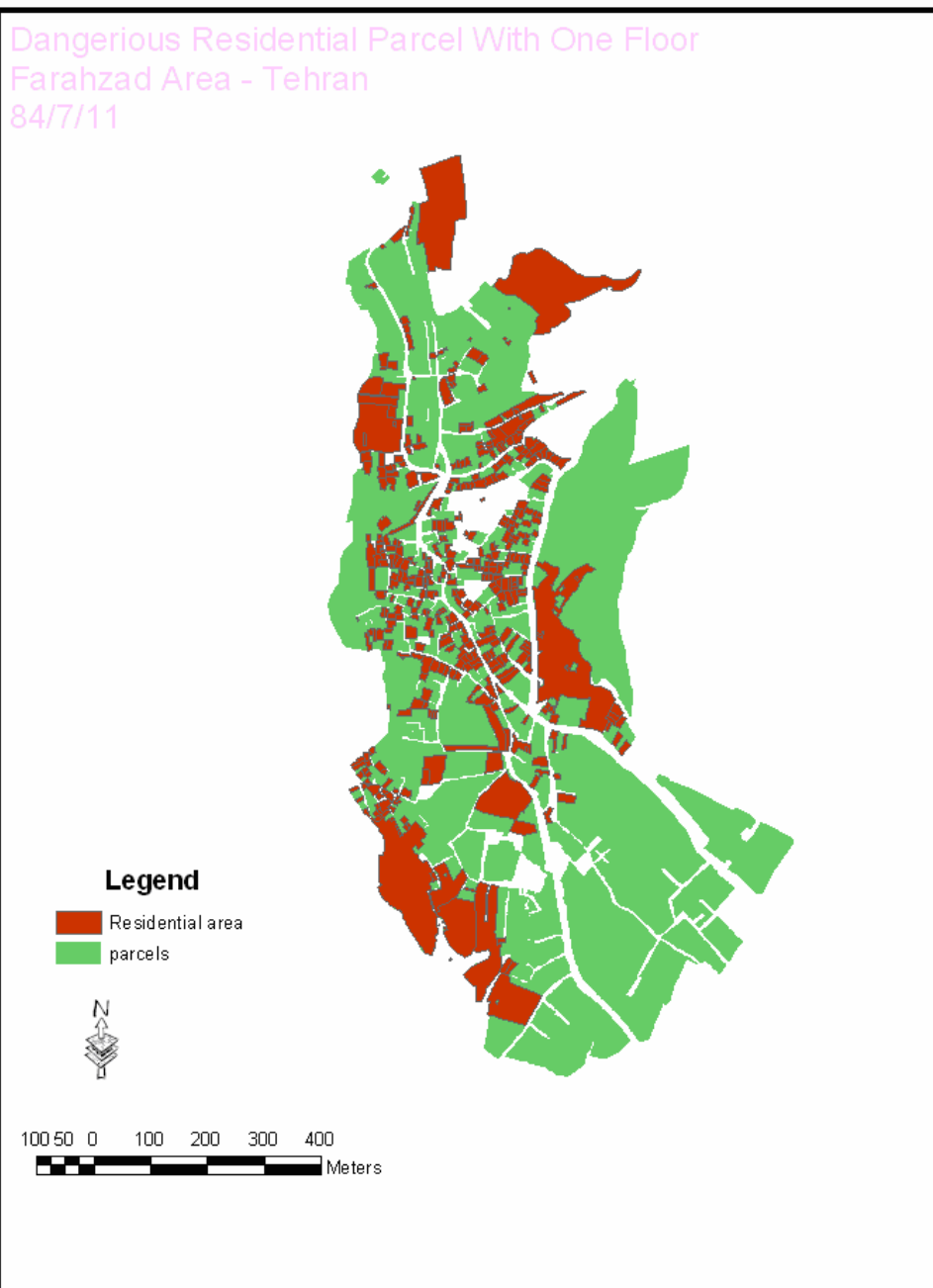
ضریب خطر مفروض	وضعیت تناسبات معبر
۴	$W/h < 1/2$
۳	$1/2 \leq W/h < 1/1$
۲	$1/1 \leq W/h < 2/1$
۱	$2/1 \leq W/h$

ضریب خطر مفروض	وضعیت جداره
۴	مصالح سست و بی دوام
۳	مصالح نیمه با دوام و با دوام
۲	جداره های طبیعی
۱	عابر بدون جداره

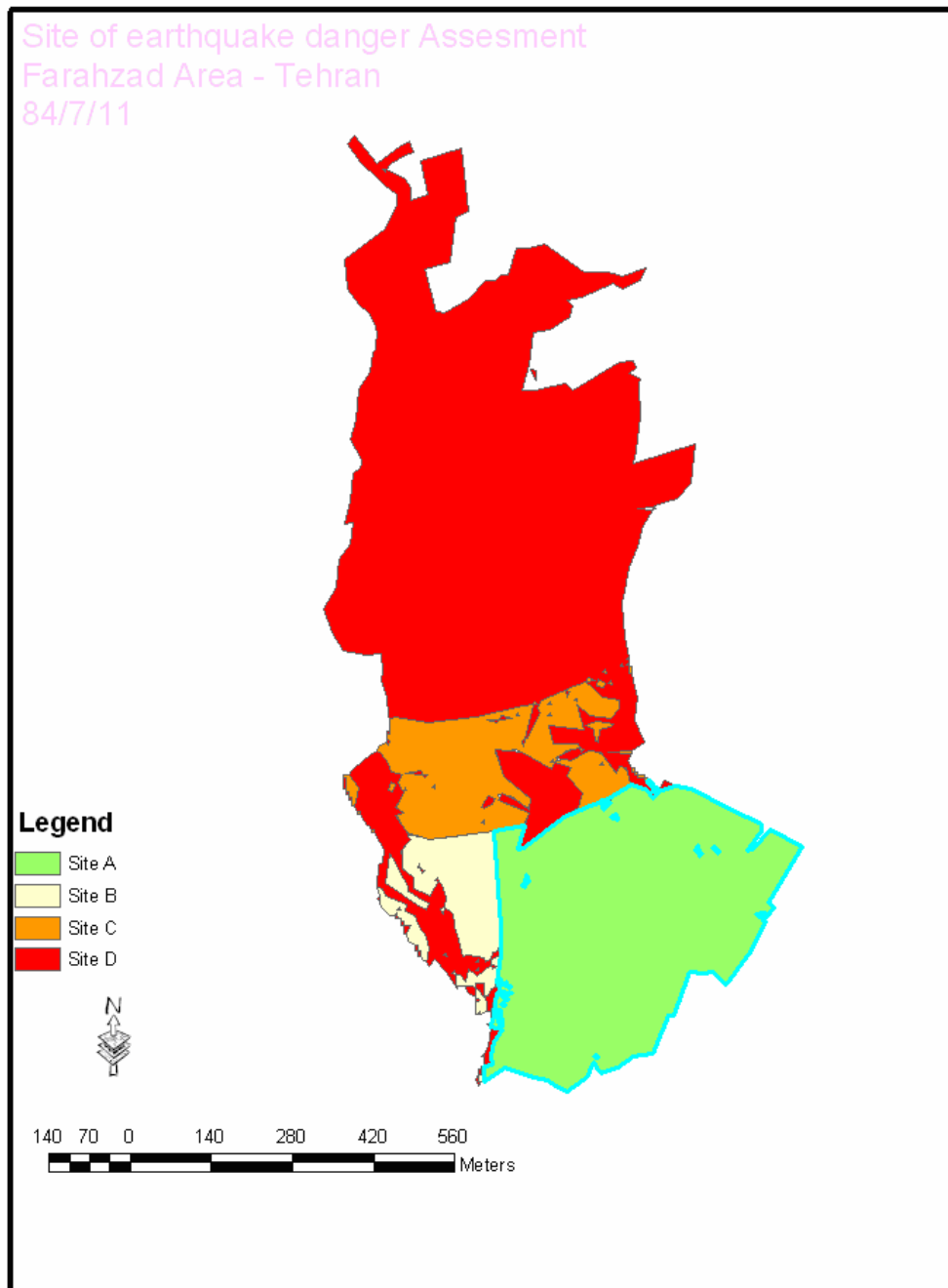
ضرایب خطر آورده شده در دو جدول بالا باهم جمع میشوند که در مواردی که جمع ضرایب آن ۲ یا ۳ شود خطر انسداد کم و اعداد ۴ و ۵ به منزله خطر متوسط و ۶ و ۷ و ۸ به منزله خطر زیاد انسداد میباشد .

### ۳- نمونه موردی انجام شده و نتایج بدست آمده

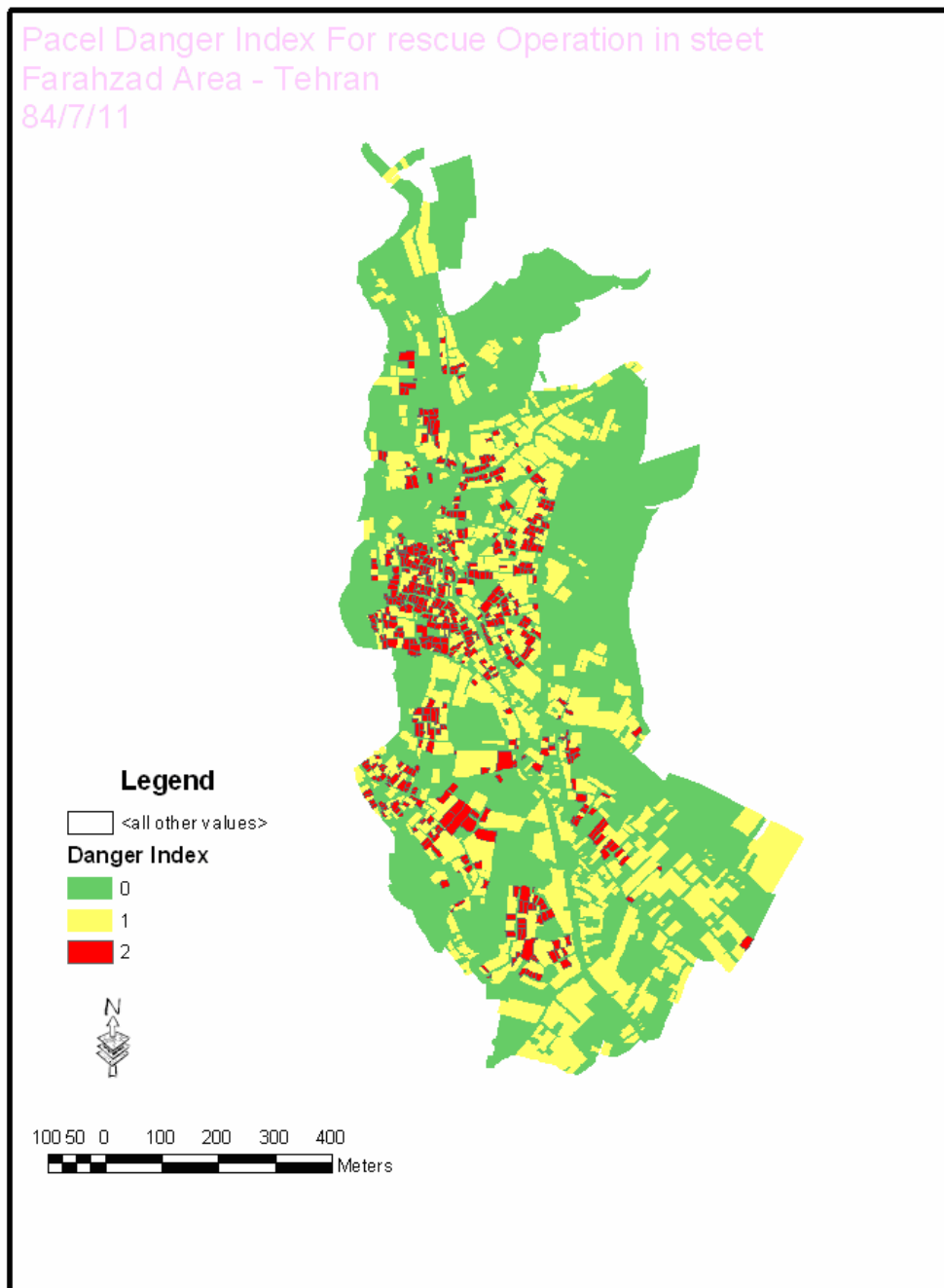
یک قسمتی از منطقه دوم تهران به اسم فرحزاد به سبب نزدیکی به گسلهای فعال و جوان، جزو مناطق با خطر ویرانی شدید محسوب می شود و بنابراین رعایت تمهیدات ویژه ساخت و ساز در این منطقه الزامی است، لذا این ناحیه به عنوان منطقه مطالعاتی در نظر گرفته شد و مدلهای اشاره شده در بخش بالا در این منطقه اجرا شد، که در قسمت نتایج، به علت حجم بالای خروجیها حاصل از این مدلهای اجرا شده، فقط تعدادی از آنها را به شکل نقشه ارایه خواهیم کرد.



شکل ۲- نقشه ساختمانهای یک طبقه مسکونی خطرناک از نظر زلزله



شکل ۳- نقشه تقسیم بندی منطقه به سایتهای مختلف بر اساس خطرات زمین لرزه و خصوصیات زمین شناسی



شکل ۴ - نقشه خطرناکی معابر از نظر انسداد در موقع بحران زلزله



## ۴- نتیجه گیری:

- با توجه به اثرات زیانبار حوادث طبیعی در جوامع بشری، مدیریت بحران امری ضروری به نظر می‌رسد. از سوی دیگر علم و فن آوری سیستم اطلاعات مکان مرجع (GIS) با قابلیت های بالا در اخذ دادهای مکانی و غیر مکانی، ذخیره سازی، نمایش، مدل سازی و آنالیز اطلاعات مکانی میتواند در جهت ساماندهی، تجزیه و تحلیل جامع و سریع اطلاعات، اخذ تصمیمات و برنامه ریزی های مناسبتر و کارآمدتر در مدیریت بحران زلزله مورد استفاده قرار گیرد.
- میتوان با ایجاد یک سری مدل ها در محیط GIS به ساختن یک شهر مقاوم تر در مقابل زلزله کمک کرد. اگر در منطقه مورد مطالعه از نتایج به دست آمده در جابجایی کاربری ها و عریض کردن معابر استفاده گردد از اثرات و خسارت های زلزله در این منطقه کاسته خواهد شد.
- مدل ارائه شده در این تحقیق فقط چند پارامتر اساسی را در بر داشت. استفاده از عوامل موثر بیشتری در مدل باعث میشود که مدل کارا تر بوده و درجه اعتبار و قابلیت اعتماد و اجرایی بودن آن بالاتر رود.
- با توجه به ارتباط خطرات ناشی از زلزله با بقیه عوامل مختلف محیطی و شهری و ... لازم است در مناطق مختلف مدلهایی با عوامل مختلف و طراحی مناسب آن مناطق ساخته و استفاده شوند. مثلاً مدلی که برای شهر تهران مناسب است شاید برای مناطق مرکزی کشور مناسب نباشند.
- در انتها طراحی و پیاده سازی چند سیستم اطلاعات مکانی برای کاهش اثرات و خسارت های بحران زلزله برای مناطق مختلف ایران ضروری به نظر می‌رسد.

## منابع:

- ۱- آقا محمدی، حسین، طراحی و پیاده سازی یک GIS برای کاهش خسارت های بحران زلزله، سمینار کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۸۳
  - ۲- بحرینی، حسین و همکاران، برنامه ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله خیز، تهران، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، ۱۳۷۴
  - ۳- مرکز مطالعات زلزله و زیست محیطی تهران بزرگ و آژانس همکاریهای بین المللی ژاپن (جایکا)، گزارش نهایی پروژه پهنه بندی لرزه ای تهران بزرگ، ۱۳۸۰
- 4-Federal Emergency Management Earthquake Loss Estimation Methodology, Hazus 99, 2004, chapter 4  
ent Agency, Washington D.C
- 5-Public Safety, July 1999, ESRI White Paper, GIS for Emergency Management
- 6-Zhang RH, Lifeline interaction and post earthquake urban system reconstruction. 1992, Proceedings of 10th World Conference on Earthquake Engineering, 5475-5480, Balkema, Rotterdam.