کارایی فضایی شبکهٔ ارتباطی به منظور امدادرسانی بعد از وقوع زلزله

مطالعهٔ موردی: شهرک باغمیشه تبریز

محمدعلی سالکی ملکی[1]، مجتبی ولی‌بیگی[2]، معصومه قاسمی[3]

۱. نویسندهٔ مسئول: کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری، مهندسین مشاور راژان آب زاگرس، ایران.

Email:salekimaleki@gmail.com

۲. گروه شهرسازی آموزش عالی فنّی مهندسی بوئین زهرا، ایران.

۳. کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، ایران.

دریافت: ۹۲/۱/۲۸ پذیرش:۹۲/۸/۲۳

چکیده

مقدمه: شبکه‌های ارتباطی، خطوط کلیدی جوامع هستند و بهبود کارآمدی آنها به لحاظ دسترسی بعد از زلزله حیاتی است، زیرا اثر مهمی در عملکرد امدادرسانی دارند. شبکه‌های ارتباط شهری بعد از حوادث مخربی چون زلزله عامل مهمی در فعالیت‌های امداد و نجات است، لذا ارزیابی سریع اثر زلزله بر کارایی شبکه‌های ارتباطی شهری در واکنش اضطراری مؤثر، بسیار حیاتی است.

به منظور داشتن یک طرح اصولی مدیریت بحران باید قبل از وقوع زلزله مطالعاتی انجام شود تا فهم کامل‌تری از وضعیت به‌دست‌آمده و به‌ویژه فعالیت‌های اضطراری را طرح‌ریزی شود.

روش‌ها: این مقاله رهیافت تصمیم‌گیری چند معیارهٔ مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی را برای بررسی کارایی شبکه‌های ارتباطی بعد از وقوع زلزله در شهرک باغمیشه شهر تبریز به‌کار می‌گیرد. شهرک باغمیشه از نظر قرارگرفتن در مجاورت گسل‌های فعال جزء آسیب‌پذیرترین نقاط شهر است. همچنین، به دلیل جدیدساز بودن و ساخت و سازهای صورت گرفته، یکی از سئوالات اساسی این است که میزان کارایی شبکهٔ معابر به کار رفته در آن در هنگام زلزله چه میزان است. چارچوب تصمیم‌گیری چند معیاره، عوامل محیطی و انسان‌ساخت را در بر می‌گیرد که با تلفیق و تحلیل سلسله مراتبی و نیز به‌دست‌آمدن وزن هر یک از معیارها و اعمال این وزن‌ها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی با دقت و صحت بالاتری کارایی شبکهٔ ارتباطی را نشان می‌دهد. این روش‌شناسی دارای چهار گام اصلی است: شناسایی عوامل مؤثر؛ به‌کارگیری این عوامل در تحلیل سلسله مراتبی؛ نمایش فضایی آنها؛ و تولید نقشه برای ارزیابی فضایی کارایی شبکهٔ ارتباطی در شهرک باغمیشه.

یافته‌ها: نتایج نشان می‌دهد که از کل مساحت شبکهٔ ارتباطی، فقط ۴۰ درصد از کارایی قابل قبول برخوردارست و ۶۰ درصد کارایی قابل قبولی ندارند.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌ها، باید تراکم ساختمانی و جمعیتی در معابر کم‌عرض کاهش یابد. در ضمن، از افزایش درجهٔ محصوریت و ساختن ساختمان‌های مرتفع جلوگیری شود.

پیش‌بینی یک مرکز پشتیبانی مدیریت بحران و تغییر کاربری اراضی بایر به فضاهای سبز، به ویژه در خط شمال‌غربی به شمال‌شرقی این شهرک، و تصویب قوانین سخت‌گیرانه‌تر برای ساخت و ساز از دیگر راهکارهایی است که باید به منظور افزایش کارایی شبکهٔ ارتباطی در شهرک باغمیشه مد نظر قرار داد.

کلمات‌کلیدی: کارایی شبکهٔ ارتباطی، زلزله، فعالیت‌های امدادرسانی، مدیریت بحران.

مقدمه

موضوع پیش‌بینی، کاهش و واکنش نسبت به مخاطرات در تاریخ بشر موضوعی تکراری است که توجه رشته‌های مختلف علمی بسیاری را به خود جلب کرده است (۱). زمین‌لرزه پدیده‌ای ذاتاً غیر قابل مدیریت است که یک‌باره و بدون هشدار قبلی روی می‌دهد و باعث توقف ناگهانی فعالیت‌های معمول جوامع مصیبت‌زده می‌شود. به همین دلیل آمادگی در برابر چنین پیشامدی به خصوص در مناطقی که بیشتر تحت تأثیر این حادثه طبیعی قرار می‌گیرند یک ضرورت است (۲). زمین‌لرزه یکی از مخاطرات رایج در ایران است و در این میان شهر تبریز بارها شاهد چنین مخاطره‌ای که به شدت سکونتگاه‌ها و زیرساخت‌ها را تحت تأثیر قرارداده و موجب تخریب و تلفات زیادی شده است. در کشورهایی همچون ایران، تجربیات مخاطرات طبیعی نشان می‌دهد که مدیریت و تصمیم‌گیری پیش از وقوع زلزله، نسبت به انجام یک‌سری از اقدامات بعد از وقوع بیشتر مؤثر است؛ لذا توجه به فازهای پیش از وقوع یک بلای طبیعی بسیار حائز اهمیت است (۳).

شبکه‌های ارتباطی برای حفظ کارکردهای جامعه مدرن ضرورت دارند. بعد از وقوع زلزله، کارایی شبکهٔ ارتباطی به علت فروریختن ساختمان‌ها و احتمال بسته‌شدن مسیرها به شدت کاهش می‌یابد (۴). زیرا آنها در فعالیت‌های نجات، تخلیه، اطفای حریق، امدادرسانی و بازگشت شهر به حالت عادی نقش حیاتی دارند (۵) ازاین‌رو، با شناخت درست میزان آسیب‌پذیری و کارایی عناصر مختلف شهری و اصلاح و بهبود وضعیت شهرسازی آنها می‌توان از میزان خسارات و تلفات وارده به طور چشمگیری کاست.

اهمیت نقش حیاتی شبکه‌های ارتباطی به ویژه بعد از زلزله‌های کوبهٔ ژاپن و سانفرانسیسکوی امریکا بیشتر مورد توجه قرارگرفت (۶).

زلزلهٔ ۱۷ ژانویه ۱۹۹۵، در کوبهٔ ژاپن بر برنامه‌ریزی آمادگی در برابر زلزله آن تأثیرات قابل توجهی گذاشت؛ زیرا واکنش دیرهنگام و آمادگی ناکافی در مواجهه با تأثیرات چنین زلزلهٔ ویرانگری، انتقاداتی را در سطح محلی و دولت مرکزی به آن کشور وارد کرد (۷).

با به‌کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی مطالعات بسیار در این حوزه انجام شده است. مثلاً یکی از این کارها، ارزیابی منطقه‌ای خطوط حمل و نقل نیویورک با بهره‌گیری از GIS است (۸). شایان ذکر است که بیشتر این تحقیقات در زمینهٔ بررسی کارایی شبکه‌های ارتباطی در سطوح شهری و منطقه‌ای صورت گرفته است.

شیعه و همکاران (۱۳۸۹)(۹) در کار تحقیقی با عنوان "بررسی آسیب‌پذیری شبکه‌های ارتباطی شهرها در مقابل زلزله" به چند منبع خوب خارجی دیگر اشاره می‌کنند که در این حوزه به تحقیق پرداخته‌اند. در میان منابع داخلی نیز می‌توان به تحقیق نورائی و همکاران (۱۳۹۰)(۱۰) اشاره کرد که به ارزیابی و تحلیل مکانی کارایی شبکه‌های ارتباطی محلی پس از زلزله در محلهٔ خاک سفید تهران پرداختند. در این تحقیق سعی می‌شود با شناسایی معیارهای آسیب‌پذیری شبکهٔ ارتباطی در مقیاس

محلی و تحلیل آن در مواقع بروز بحران، به طبقه‌بندی میزان کارایی شبکهٔ ارتباطی محلهٔ خاک سفید پرداخته شود.

تحقیق حاضر همسو با تحقیقات مذکور، با انتخاب شهرک باغمیشهٔ تبریز سعی شده ضمن شناخت معیارهای تأثیرگذار بر کارایی شبکهٔ ارتباطی در مقیاس محلی، به بررسی کارایی شبکهٔ ارتباطی شهرک باغمیشه در برابر زلزله پرداخته شود. همچنین با توجه به وضعیت آن راهکارهای افزایش کارایی شبکهٔ معابر نیز لحاظ شود. بدین منظور این پژوهش اهداف زیر را مد نظر قرار داده است:

۱) ارائه روشی مناسب برای شناسایی معیارهای مؤثر در ارزیابی فضایی کارایی شبکهٔ معابر بعد از وقوع زلزله براساس فرایند تحلیل سلسله مراتبی؛

۲) ارزیابی فضایی کارایی شبکهٔ ارتباطی برای امدادرسانی بعد از زلزله؛

۳) ارائه راهکارهایی به منظور افزایش کارآمدی شبکهٔ ارتباطی با توجه به وضعیت نمونه موردی.

روش تحقیق

در این تحقیق کاربردی با روش توصیفی-تحلیلی به ارزیابی فضایی کارایی شبکهٔ ارتباطی درون شهری برای امدادرسانی بعد از وقوع زلزله پرداخته شده است. کارایی شبکهٔ حمل و نقل به بررسی میزان عملکرد شبکهٔ ارتباطی بعد از واقعه‌ای چون زلزله می‌پردازد که این عملکرد در ارتباط با بافت شهری، نوع و ارتباط کاربری‌ها، تراکم زمین و طرح معابر است (۱۱). به عبارتی در رابطه با ارزیابی فضایی کارایی شبکه‌های ارتباطی برای امدادرسانی، عنصر کلیدی تشخیص جامع مجموعهٔ معیارهای مؤثر در این زمینه به شکلی است که تحقیق فقط به ارزیابی چند عامل محدود نشده است و دید نسبتاً جامعی را ایجاد می‌کند.

بدین منظور شهرک باغمیشه تبریز انتخاب شد و با بررسی منابع موجود و جویاشدن نظر چندتن از کارشناسان، معیارها و زیرمعیارهایی شامل مجموعه‌ای از داده‌های مکانی و غیرمکانی (توصیفی) برای بررسی کارایی شبکهٔ ارتباطی برگزیده شدند. داده‌های مکانی عبارتند از: واحدهای تفکیکی در مقیاس قطعات بلوک استخراج شده از روی طرح تفضیلی منطقهٔ ۵ تبریز، نقشهٔ وضع موجود طرح جامع تبریز (که توسط شرکت نقش محیط در حال تکمیل است)، بلوک‌های آماری سرشماری نفوس و مسکن ۱۳۸۵ استخراج شده از مرکز آمار ایران برای بررسی جمعیت ساکن در شهرک باغمیشه.

داده‌های غیرمکانی عبارتند از: نوع مصالح، قدمت ساختمان‌ها، تعداد طبقات، نوع کاربری، مساحت قطعات، تعداد جمعیت بلوک‌ها.

اطلاعاتی چون قدمت ساختمان، کیفیت ابنیه، کاربری اراضی، تراکم جمعیت، نقشهٔ خاک و زمین‌شناسی و نقشهٔ توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ نیز جمع‌آوری شد.

سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی که طی آن داده‌های فضایی و خصایص مربوط به آنها با یکدیگر ترکیب می‌شود، وزن معیارها استنباط شد. این کار اجازهٔ استفاده از اطلاعات کمّی (عینی) و کیفی (ذهنی) را مبتنی بر تحلیل سلسله مراتبی در پایگاه دادهٔ سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) فراهم

می‌آورد و باعث شناخت دقیق‌تر از وضعیت کارایی شبکهٔ معابر می‌شود. در نهایت، با توجه به این شناخت، راهکارهایی ارائه شد که به افزایش میزان کارایی کمک می‌کند.

روش تحلیل سلسله مراتبی[1]

روش تحلیل چند هدفی بر اساس تجزیهٔ سلسله مراتبی معیارها و ویژگی‌هایی است که در تصمیم‌گیری مؤثرند. به جای بررسی همه ویژگی‌ها با هم، آنها در یک ساختار سلسله مراتبی مرتب می‌شوند. در قسمت بالای ساختار سلسله مراتبی هدف اصلی یعنی عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری شبکهٔ معابر در هنگام زلزله وجود دارد و در پایین نیز گزینه‌های انتخابی ارزیابی می‌شوند. با حرکت در بین این ترازها از بالا به پایین می‌توان معیارها و زیرمعیارهایی را یافت (شکل شمارهٔ ۱). بنابراین اولین قدم در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد ساختاری سلسله مراتبی از موضوع مورد بررسی است که در آن معیارها، زیرمعیارها، شاخص‌های ارزیابی و ارتباط بین آنها ارائه می‌شود.

در تحقیق حاضر، برای تعیین معیارها و زیرمعیارها از منابع مختلف موجود در این حوزه و نیز نظر ۸ کارشناس حوزهٔ مدیریت بحران و برنامه‌ریزی شهری استفاده شد. در گام بعدی اطلاعات موجود در منطقه برای پاسخ به این سئوال بررسی شد که "با اطلاعات موجود، ارزیابی کدام معیار ممکن است و آیا با این اطلاعات امکان تحلیل مطلوب وجود دارد؟". در شکل شمارهٔ ۱ ساختار سلسله مراتبی مورد استفاده در این پژوهش نشان داده شده است.

مراحل بعدی در فرایند تحلیل سلسله مراتبی عبارتند از: محاسبهٔ وزن معیارها و زیرمعیارها؛ محاسبهٔ امتیاز نهایی گزینه‌ها؛ و بررسی سازگاری منطقی قضاوت‌ها (۱۲).

معیارها

ساختمان‌هایی که در دو طرف یک شبکهٔ ارتباطی شهری قرار دارند، دارای طبقات، ساختار و عمر متفاوت و در نتیجه ظرفیت لرزه‌ای مختلف هستند؛ بعضی از این ساختمان‌ها احتمال دارد که آسیب ببینند، یا حتی تخریب شوند و روی شبکهٔ ارتباطی فروریزند و پشته‌ای از آوار را روی جاده ایجاد کنند. این آوارها شبکهٔ ارتباطی را مسدود می‌کنند و کارایی دسترسی شبکه را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهند(۱۳). با توجه به تجربیات زمین‌لرزهٔ گذشته، خرابی پل‌ها و ساختمان‌ها به سرعت برطرف نمی‌شود؛ سایر خرابی‌ها ممکن است آسان‌تر و با سرعت بیشتری برطرف شوند یا دست‌کم به طور موقت برطرف شوند. بنابراین خرابی ساختمان‌های جدارهٔ معبر که از سویی تحت تأثیر عوامل محیطی همچون بود و نبود گسل‌های فعال، جنس خاک و... و از سوی دیگر تحت تأثیر وضعیت ساختاری عناصری چون عمر، کیفیت، ارتفاع و.. می‌باشند، از اهمیت بالایی برخوردارست (۱۴).

قابلیت اعتماد به دسترسی شبکه‌های ارتباطی شهری همچنین تحت تأثیر خطوط حیاتی دیگری بعد از زلزله نیز قرار می‌گیرد. مثلاً شکستگی خطوط لولهٔ آب یا گاز، نشت مواد خطرناک، جاری‌شدن سیل به

[1].Analytic hierarchy process (AHP)

دلیل آسیب‌دیدن سدها یا سیستم‌های قدرت موجب بسته‌شدن شبکهٔ جاده‌ای می‌شود (۱۴).

هر یک از عوامل فوق می‌توانند کارایی شبکهٔ معابر را تحت تأثیر قرار دهند، لذا اطلاعات مورد نیاز در این پژوهش در چهار بخش زیر گردآوری شده است:

- لایهٔ تعیین درجهٔ کارایی شبکهٔ ارتباطی با توجه به عوامل دسترسی شبکه؛
- لایهٔ تعیین درجهٔ کارایی شبکهٔ ارتباطی با توجه به ویژگی‌های هندسی شبکه؛
- لایهٔ تعیین درجهٔ کارایی شبکهٔ ارتباطی با توجه به معیارهای طبیعی؛
- لایهٔ تعیین درجهٔ کارایی شبکهٔ ارتباطی با توجه به ویژگی‌های سازه‌ایی جداره.

برای هر کدام از این معیارها، زیرمعیارهایی تعیین شده است (شکل شمارهٔ ۱) و طبقات هر کدام و کدبندی آنها بر اساس میزان کارایی مطابق شکل شمارهٔ ۲ به کارگرفته شده است (شایان ذکر است که توضیحات تکمیلی‌تر در رابطه با زیرمعیارها و طبقات آنها در پی‌نوشت آمده است).

شکل ۱: معیارها و زیرمعیارهای ارزیابی فضایی کارایی شبکهٔ معابر شهری در برابر زلزله

شکل۲: طبقات و کدهای در نظر گرفته شده برای هر یک از زیرمعیارها

معیار	زیر معیار	کارایی بسیار کم	کارایی کم	کارایی متوسط	کارایی بالا
نوع مصالح	بادوام				■
	نیمه بادوام			■	
	کم دوام		■		
	بی‌دوام	■			
عمر ساختمان	۰-۵ سال				■
	۵-۱۵ سال			■	
	۱۵-۳۰ سال		■		
	۳۰ سال به بالا	■			
کیفیت ابنیه	نوساز				■
	قابل نگه داری			■	
	تعمیری		■		
	تخریبی	■			
اندازه قطعات (متر)	زیر ۱۰۰	■			
	۱۰۱-۱۵۰		■		
	۱۵۱-۲۰۰			■	
	۲۰۰ به بالا				■
درجه محصوریت[1]	زیر ۰/۵	■			
	۰/۵-۱		■		
	۱-۲			■	
	بالاتر از ۲				■
تعداد گره‌ها و تقاطع	بسیار بالا				■
	بالا			■	
	متوسط		■		
	پایین	■			
قوس معبر	بدون قوس				■
	شعاع کم			■	
	شعاع متوسط		■		
	شعاع بالا	■			
سطح ایستایی آب (متر)	زیر ۵	■			
	۵-۱۵		■		
	۱۵-۳۰			■	
	۳۰ به بالا				■
شیب	۰-۶				■
	۶-۹			■	
	۹-۱۵		■		
	۱۵ به بالا	■			
جنس خاک (یا سنگ زیربنا)	ماسه سنگ و مارن		■		
	مارن سبز و خاکستری			■	
فاصله از گسل (متر)	زیر ۲۰۰۰	■			

[1] درجهٔ محصوریت، رابطهٔ بین نسبت عرض به ارتفاع معابر است. معیاری که هم عرض معبر و هم ارتفاع ساختمان‌های مجاور را در بردارد. با بالارفتن درجه محصوریت، یعنی ارتفاع ساختمان‌های مجاور نسبت به عرض معبر، احتمال بسته‌شدن معابر افزایش می‌یابد که در نهایت با آوار شدن ساختمان‌ها بر خیابان، عملیات امداد و نجات مشکل می‌شود.

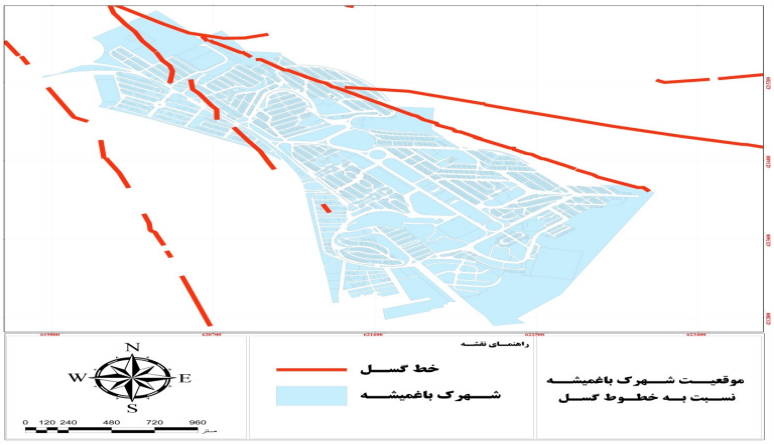
	۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰			■	
	بالای ۴۰۰۰				■
فاصله از مراکز خطر (متر)	زیر ۵۰۰	■			
	۱۰۰۰-۵۰۰		■		
	۲۰۰۰-۱۰۰۰			■	
	۲۰۰۰ به بالا				■
نزدیکی به معابر اصلی	بیشتر از ۲۰۰ متر	■			
	بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر			■	
	کمتر از ۱۰۰				■
فاصله تا مراکز امدادرسانی (متر)	کمتر از ۲۰۰				■
	۵۰۰ تا ۲۰۰			■	
	بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰		■		
	بالای ۱۰۰۰	■			
فاصله از ایستگاه‌های آتش‌نشانی (شعاع عملکرد مفید ایستگاه آتش‌نشانی ۳ دقیقه در نظر گرفته شده است) (متر)	زیر ۱۲۰۰				■
	۲۰۰۰-۱۲۰۰			■	
	۳۰۰۰-۲۰۰۰		■		
	۳۰۰۰ به بالا	■			

محدودهٔ مورد مطالعه

شهر تبریز، به عنوان یکی از پرجمعیت‌ترین شهرهای ایران، به دلیل قرارگرفتن روی پهنه‌های لرزه‌خیز و چند گسل فعال و سابقهٔ زمین‌لرزه‌های شدید به همراه تلفات و خسارات سنگین در طول تاریخ این شهر، همیشه با معضل طبیعی وقوع زلزله روبه‌رو بوده است. در این میان شهرک باغمیشه که در شمال شرقی شهر تبریز در موقعیت جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و ۳۸ درجه و ۴ دقیقه شمالی قرار دارد، جزء آسیب‌پذیرترین نقاط شهر تبریز از نظر قرارگیری در مجاورت گسل‌های فعال شهر است. این شهرک، که از بافت‌های جدید و طراحی‌شده شهر تبریز به حساب می‌آید از اوایل سال ۱۳۷۰ در راستای گسترش شهر به وجود آمده است. و از نظر موقعیت نسبی از سمت شمال مشرف به کوه‌های عون ابن علی، از سمت جنوب به شهرک فرشته، از سمت شرق به شهرک ولیعصر و از سمت غرب به شهرک الهیه است و دو گسل اصلی دقیقاً در دو طرف شمال و جنوب این شهرک قرار دارند (۱۵) و سنگ زیربنای آنها نیز برای ساخت و ساز در آنجا مناسب نیست (سنگ زیربنای منطقه به دو دسته قابل تقسیم است: ۱- ماسه سنگ و مارن و ۲- مارن سبز و خاکستری)؛ در حالی‌که حریم تعیین شده برای این گسل‌ها ۲ کیلومتر است، کل محدودهٔ شهرک در حریم ۵۰۰ متری این گسل قرار دارد. نقشه ۱ محدودهٔ شهرک باغمیشه و موقعیت قرارگیری آن را نسبت به گسل‌های موجود نشان می‌دهد. همان‌طور که ذکر شد، به دلیل جدیدساز بودن این شهرک و ساخت و سازهای انجام شده، یکی از سئوالات اساسی که مطرح می‌شود این است

که با توجه به وضعیت خاص این شهرک و آسیب‌پذیری آن در برابر زلزله میزان کارایی شبکهٔ معابر به کار رفته در آن در هنگام زلزله چه مقدار است و آیا ملاحظات مربوطه در آن مد نظر قرار گرفته است.

نقشهٔ ۱: محدودهٔ شهرک باغمیشه و نحوهٔ قرارگیری گسل‌های فعال نسبت به آن



یافته‌ها

بعد از تعیین زیرمعیارها و کدبندی آنها باید به محاسبهٔ وزن‌های هر یک از معیارها در نرم‌افزار اکسپرت چویس[1] پرداخت. قبل از آن مطابق نقشهٔ شمارهٔ ۲ وضعیت فضایی هر یک از زیر معیارها به طور جداگانه به نمایش در آمده است.

پس از ایجاد ساخت سلسله مراتبی، قدم بعدی ارزیابی عناصر با مقایسه زوجی است. مقایسه زوجی، فرایندی است برای مقایسهٔ اهمیت، ارجحیت یا درست نمایی دو عنصر نسبت به عنصر سطح بالاتر. این امر در نهایت به مقایسهٔ زوجی گزینه‌ها نسبت به هر یک از معیارها و همچنین مقایسهٔ معیارها نسبت به هدف منتهی می‌شود (۱۶). در ادامه وزن معیارها و زیرمعیارها، محاسبهٔ امتیاز نهایی گزینه‌ها و بررسی سازگاری منطقی قضاوت‌ها در جداول شمارهٔ ۱ تا ۴ بررسی شده است.

[1] Expert Choice

نقشهٔ ۲: کارایی شبکهٔ ارتباطی درون شهری براساس هر یک از زیرمعیارها

جدول ۱: ترتیب اهمیت و اولویت (وزن و امتیاز نهایی داده شده) به معیارهای اصلی ارزیابی کارایی شبکهٔ ارتباطی در برابر زلزله

معیارها	وزن هر عامل	ترتیب اهمیت
عوامل طبیعی	۰/۵۳۱	۱
ویژگی سازه	۰/۲۳۷	۲
ویژگی هندسی شبکه	۰/۱۴۱	۳
معیار دسترسی	۰/۰۹۱	۴

جدول ۲: وزن و امتیاز نهایی داده شده به زیرمعیارهای کارایی شبکهٔ معابر با توجه به ویژگی‌های سازه‌ای معبر و نرخ ناسازگاری

معیارها	وزن هر عامل	ترتیب اهمیت
نوع مصالح	۰/۲۶۸	۲
کیفیت ابنیه	۰/۵۲۹	۱
عمر ساختمان	۰/۱۳۴	۳
دانه‌بندی قطعات	۰/۰۶۸	۴

جدول ۳: وزن و امتیاز نهایی داده شده به زیرمعیارهای کارایی شبکهٔ معابر با توجه به ویژگی‌های هندسی و نرخ ناسازگاری

معیارها	وزن هر عامل	ترتیب اهمیت
درجه محصوریت	۰/۷۲۶	۱
گره	۰/۱۷۲	۲
قوس معبر	۰/۱۰۲	۳

جدول ۴: وزن و امتیاز نهایی داده شده به زیرمعیارهای کارایی شبکهٔ معابر با توجه به عوامل طبیعی و محیطی و نرخ ناسازگاری

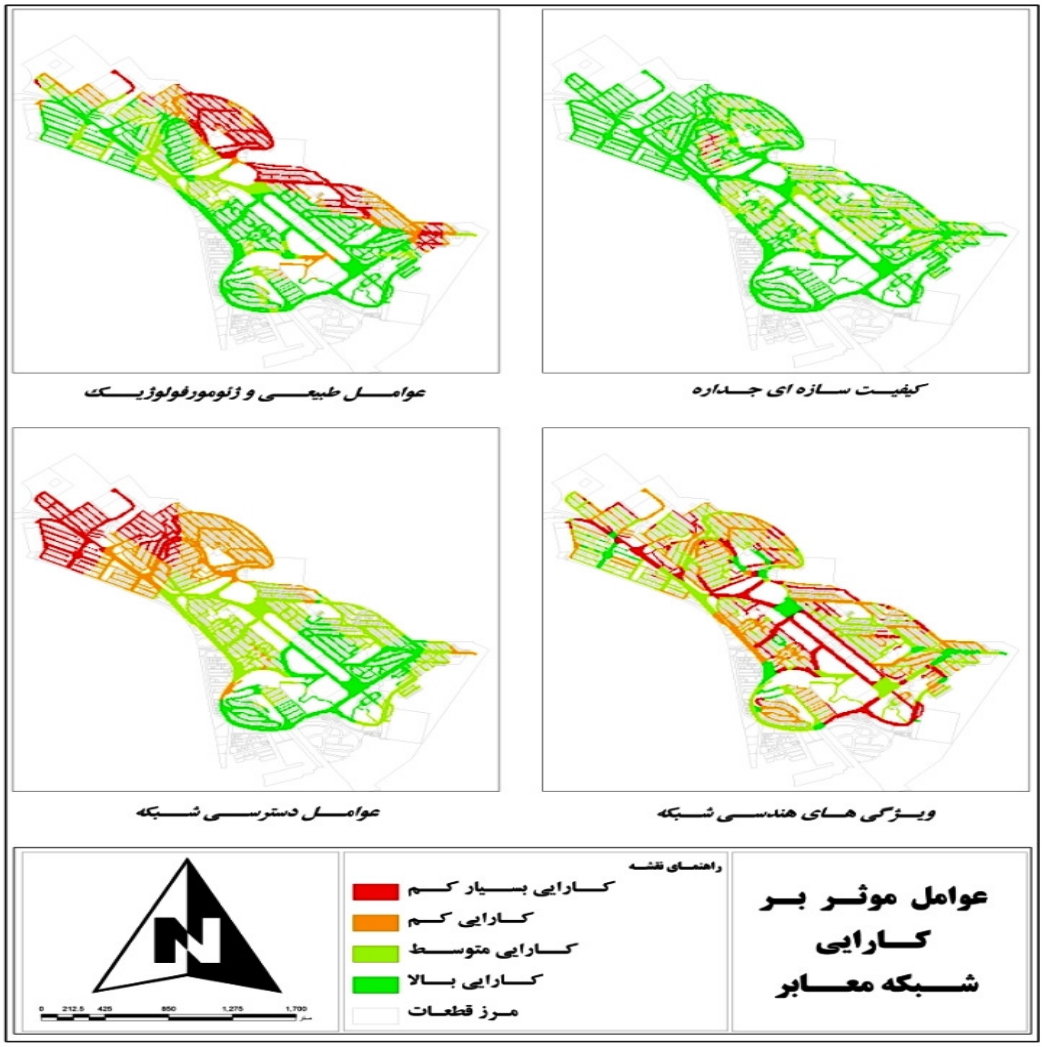
معیارها	وزن هر عامل	ترتیب اهمیت
فاصله از گسل	۰/۵۶۸	۱
جنس خاک	۰/۲۴۲	۲
سطح ایستایی آب زیرزمینی	۰/۱۱۵	۳
شیب	۰/۰۵۷	۴

جدول ۴: وزن و امتیاز نهایی داده شده به زیرمعیارهای کارایی شبکهٔ معابر با توجه به عوامل دسترسی و نرخ ناسازگاری

معیارها	وزن هر عامل	ترتیب اهمیت
فاصله از مراکز خطر	۰/۵۶۸	۱
فاصله از ایستگاه‌های آتش‌نشانی	۰/۲۴۲	۲
فاصله از شبکه‌های ارتباطی اصلی	۰/۱۱۵	۳
فاصله از مراکزدرمانی	۰/۰۵۷	۴

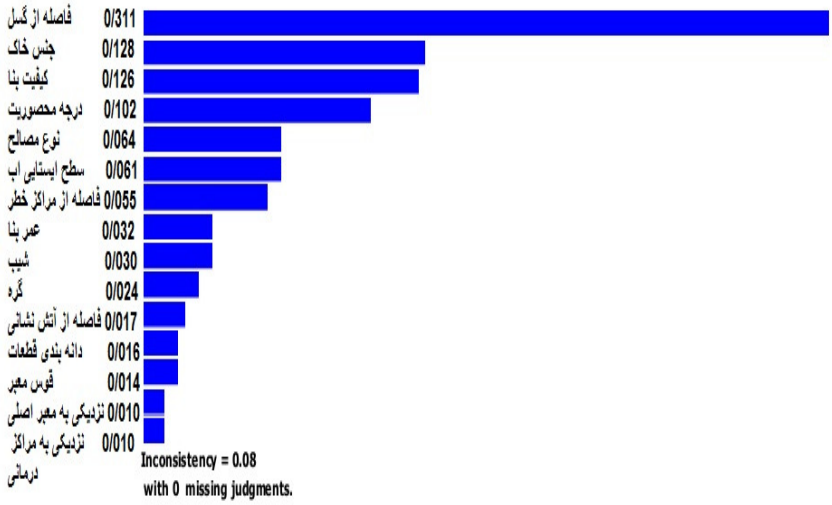
براساس وزن‌های به دست آمده در هر یک از معیارها وضعیت هر یک از معیارها را در شهرک باغمیشه مشخص کرد. بر این اساس، نقشهٔ شمارهٔ ۳ نمایشی از وضعیت آسیب‌پذیری شبکهٔ ارتباطی را برای هر کدام از معیارها به‌طور جداگانه نمایش می‌دهد. البته یک مرحله از فرایند تحلیل سلسله مراتبی باقی مانده است که در آن به‌منظور تهیهٔ نقشهٔ نهایی (منتج از تلفیق تمام زیرمعیارهای مؤثر براساس وزن و اهمیت‌شان با هم) و نتیجه‌گیری بر اساس آن لازم است که نمودار نتایج تلفیقی حاصل از تمامی زیرمعیارها ترسیم شود. در این نمودار حساسیت گزینه‌ها، نسبت به تمام معیارهای موجود در زیر هدف نشان داده می‌شود و تمام زیر معیارها براساس وزن به دست آمده مرتب می‌شوند.

نقشهٔ ۳: ارزیابی کارایی شبکهٔ معابر درون شهری در برابر زلزله در هر یک از معیارهای اصلی

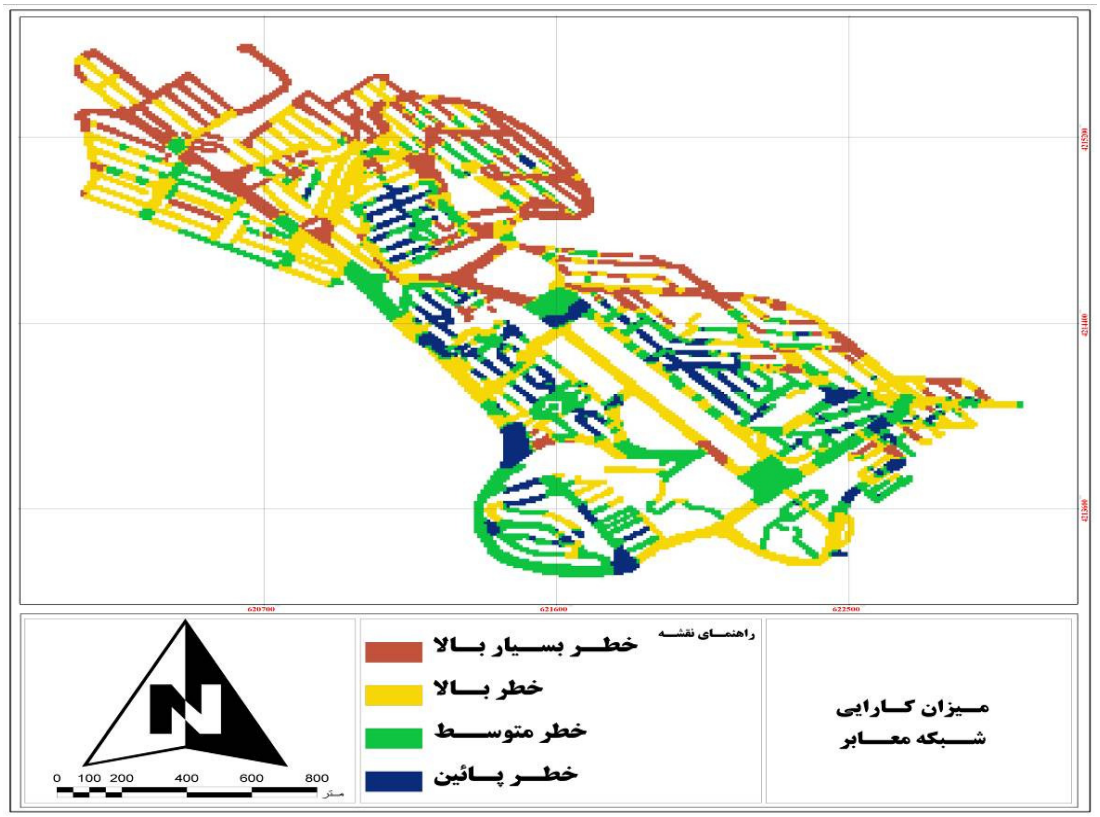


بعد از مقایسهٔ زوجی و محاسبهٔ وزن‌های نسبی گزینه‌ها و معیارها، لازم است تا وزن نهایی هر گزینه محاسبه گردد. در نمودار شمارهٔ ۱ نتایج تلفیقی همه زیرمعیارها با هم به نمایش درآمده است. حال بر مبنای وزن‌های هر کدام از زیر معیارها می‌توان نقشه کلی ارزیابی فضایی کارایی شبکهٔ معابر در برابر زلزله را به نمایش گذاشت که در نقشهٔ شمارهٔ ۴ به نمایش گذاشته شده است.

نمودار۱: نتایج تلفیقی حاصل از تمامی زیرمعیارهای ارزیابی کارایی شبکهٔ معابر درون شهری در برابر زلزله



نقشهٔ ۴: نقشهٔ نهایی تحلیل فضایی کارایی شبکهٔ معابر درون شهری در برابر زلزله



بحث

مسیری می‌تواند در امر امدادرسانی و پناه مؤثر باشد که خود کمترین آسیب را ببیند. داشتن درجهٔ محصوریت کمتر، نزدیکی به مراکز امدادی و خدماتی، دارا بودن بدنه مقاوم و تراکم ساختمانی و جمعیتی کمتر، واقع نشدن در حریم گسل و آسیب‌ندیدن کاربری‌های حساس بدنه از ویژگی‌های شبکهٔ ارتباطی کارا در برابر زلزله است (۹). به عبارتی غیر از ویژگی‌های خود شبکهٔ ارتباطی، شاخص‌های دیگری نیز در میزان کارایی یک شبکهٔ ارتباطی مؤثر هستند که در صورت بی‌توجهی در تجزیه و تحلیل آنها، خطر آسیب‌های ناشی از وقوع زلزله افزایش می‌یابد و امدادرسانی را با مشکلات زیادی مواجه می‌کند (۱۷). در حقیقت در صورتی که حتی با یک شبکهٔ ارتباطی درون شهری مواجه باشیم که مشخصات یک شبکهٔ ارتباطی قابل قبول را دارد، اما کیفیت ابنیهٔ مجاور آن یا دیگر شاخص‌ها همچون معیارهای محیطی در آن رعایت نشده است، شاهد کارایی بالای این شبکه نخواهیم بود. همان‌طور که از نقشهٔ شمارهٔ ۲ مشخص می‌شود، کل شهرک باغمیشه در محدودهٔ حریم گسل‌های فعال شهر قرار گرفته است و از سوی دیگر جنس سنگ زیربنایی که در این منطقه وجود دارد (دو دسته ماسه سنگ و مارن و مارن سبز و خاکستری) چندان برای ساخت و ساز مناسب نیست[1]؛ این امر سبب بالارفتن میزان آسیب‌پذیری شبکه‌های ارتباطی این شهرک می‌شود که خود تأثیر مستقیمی بر کاهش کارایی شبکهٔ ارتباطی در صورت وقوع زلزله خواهد داشت.

رعایت اصول فنّی در طراحی شبکه‌های ارتباطی و کیفیت قابل قبول ساخت از نکات مثبت قابل ذکر در این شهرک است. هرچند فرایندهای برنامه‌ریزی شهری و اصول کاربری اراضی، انتخاب مکان‌هایی که به لحاظ محیطی از آسیب‌پذیری کمتری برخوردار هستند را مّد نظر قرار نداده است و این از نکات ضعف مشهود در باغمیشه است. به عبارتی علی‌رغم این واقعیت که تکنیک‌های کاربری اراضی و دیگر اقدامات برنامه‌ریزی مربوطه باید راهبرد غلبه یا کاهش اثرات مخاطرات طبیعی در نواحی شهری را شامل گردد، اما در عمل شاهد آن هستیم که هنوز در بسیاری از فرایندهای برنامه‌ریزی محلی و رویه‌های مدیریتی شهری این امر مورد غفلت واقع می‌شود (۱۸).

در کل با درنظرگرفتن نقشهٔ شمارهٔ ۴، ۲۳/۵۴ درصد شبکه‌های ارتباطی که در شهرک باغمیشه وجود دارد از کارایی بسیار کمی در مقابل زلزله و ۳۷/۸ درصد از کارایی کم، ۲۸/۸ درصد از کارایی متوسط و ۱۰/۵ درصد از کارایی بالایی برخوردارند.

راهکارهای افزایش کارایی شبکهٔ ارتباطی باغمیشه:

در حال حاضر به جز بعضی از مناطق درون شهرک مانند محدودهٔ خیابان‌های شهریار و خیابان مولانا حد فاصل بین میدان اطلس و میدان ارغوان و خیابان

[1] مارل (مارن یا مرگل) نوعی سنگ رسی است که از نظر مهندسی عمران بدترین نوع خاک برای باربری است و حساسیت فوق‌العاده بالایی نسبت به رطوبت دارد و مقاومت آن با افزایش رطوبت به شدت کاهش می‌یابد و پتانسیل تورم بسیار بالایی دارد. معمولاً به رنگ قرمز کبود و سبز فیروزه ای موجود است. در معرض هوا در عرض یک روز یا حتی چند ساعت از هم گسیخته شده و با فشار اندک دست از هم می‌پاشد. استفاده از آن در کارهای راهسازی ممنوع است و نباید در خاکریزها به‌کار رود (۱۹).

میثاق در ضلع جنوبی میدان ارغوان و همچنین خیابان نسیم و خیابان کاج نرسیده به خیابان امیرکبیر به علت دوربودن از معابر اصلی و در نتیجه عرض کم به نسبت ارتفاع و گره‌های کم که موجب شده شبکهٔ ارتباطی به لحاظ ویژگی‌های هندسی شبکه از کارایی کمتری برخوردار باشد؛ با توجه به نقشهٔ شمارهٔ ۲ میزان محصوریت (نسبت عرض به ارتفاع) و گره در کل شهرک از وضعیت مطلوب برخوردار است، ولی با توجه به وضعیت خاص محیطی این شهرک، باید با جدّیت از افزایش محصوریت خیابان‌ها جلوگیری کرد. به همین ترتیب تراکم جمعیتی و ساختمانی را در کناره معابر کم عرض کاهش داد.

پیش‌بینی یک مرکز پشتیبانی مدیریت بحران که در آن امکان امدادرسانی و بعضی از خدمات درمانی امکان‌پذیر باشد و همچنین به نقاط پر تراکم جمعیتی این شهرک نیز نزدیک باشد، برای افزایش کارایی شبکهٔ ارتباطی لازم به نظر می‌رسد. همچنین باید از ایجاد برج‌ها و ساختمان‌های بلند در این شهرک جلوگیری شود و قوانین سخت‌گیرانه‌تری برای ساخت و ساز در این منطقه به اجرا گذاشته شود؛ تبدیل اراضی بایر به فضاهای باز و سبز به ویژه در محدوده‌های شمال شرقی تا شمال غربی این شهرک و کاهش تراکم ساختمانی از موارد دیگری است که به نظر می‌رسد باید در جهت افزایش کارایی شبکهٔ معابر به آنها توجه شود.

پی‌نوشت

نحوهٔ طبقه‌بندی و کدبندی‌های صورت گرفته و منابع مورد نظر نویسندگان برای این طبقه‌بندی‌ها به شکل زیر است که برای جلوگیری از طولانی‌شدن مطلب در پی‌نوشت آورده شده است:

معیار	توضیحات
سنگ زیربنا	با توجه به سنگ زیربنای منطقه دو دسته ماسه سنگ و مارن و مارن سبز و خاکستری به ترتیب با آسیب بالاو متوسط در نظر گرفته شد.
گسل	حریم تعیین شده برای گسل فعال شهر تبریز ۳ کیلومتر می‌باشد. البته در کار عزیزی و اکبری (۱۳۸۷)؛ در بررسی ملاحظات شهرسازی برای مقابله با زلزله، آنها دسته‌بندی زیر را پیشنهاد کرده‌اند: خطرپذیری بالا ۳۰۰ متر، خطرپذیری متوسط بین ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ متر و خطرپذیری کم بالای ۱۰۰۰ متر. البته همان‌طور که در بالا نیز شرح داده شد کل منطقه در فاصلهٔ کمتر از ۴۰۰ متر نسبت به گسل‌های فعال قرار گرفته‌اند.
معیارهای آسیب‌رسان در جدارهٔ معابر	دسته‌بندی به کار رفته در زیرمعیارهای، معیار جداره معابر براساس آیین نامه ساختمانی و مرکز آمار ایران بوده است؛ در این زمینه همچنین منابع زیر نیز مدنظر بوده است: – بحرینی سیدحسین. (۱۳۷۵). تحلیل و برنامه‌ریزی فضایی– مکانی سکونت گاه‌ها برای کاهش خطر زلزله بنیاد مسکن انقلاب اسلامی؛ – تدوین ضوابط و مقررات شهرسازی به منظور ارتقای ایمنی در برابر زلزله در تهران و تدوین سیاست‌ها و راهبردهای مربوطه برای تهیه طرح جامع تهران (۱۳۸۴)؛ – برنامه‌ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله‌خیز، مرکز مقابله با سوانح طبیعی ایران، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، تهران (۱۳۷۴)؛ – عزیزی، محمد مهدی. اکبری، رضا. (۱۳۸۷) (۲۰).
فاصله از مراکز خطر	در این تحقیق به بررسی فاصله از انواع خطوط انتقال نیرو شامل فاصله از شبکهٔ فوق توزیع برق، خطوط فشار قوی، شیرگاز، شبکهٔ آب‌رسانی و .... پرداخته شد. *خطرپذیری بالا*: همجواری با برق فشار قوی و شیرگاز، *خطرپذیری متوسط*: همجواری با شبکهٔ آبرسانی و فاضلاب. *خطرپذیر کم*: عدم همجواری با کاربری‌های پرانرژی. البته برای بررسی کامل‌تری از معیار زیرساخت پیشنهاد می‌شود که زیرمعیارهای فرسودگی شبکهٔ توزیع گاز و آب نیز در نظر گرفته شود که اطلاعات آن موجود نبود.
کارایی شبکهٔ معابر با توجه به دسترسی	در زمینه این معیار منابع زیر مد نظر قرار گرفته است: – نورائی و همکاران (۱۳۹۰)؛ – مختارزاده و همکاران(۱۳۹۰)؛ – شیعه و همکاران(۱۳۹۰)؛ – باغوند و همکاران(۱۳۸۵)؛
نسبت سطح معابر به سطح ساخته‌شده	رابطه بین نسبت عرض به ارتفاع معابر و انسداد آن به این صورت است که بیشترین حالت انسداد براثر ریزش جداره ساختمان‌ها در معابری اتفاق افتاده که نسبت عرض به ارتفاع مابین ۱ و ۰/۵ بوده است. بیشترین حالت عدم انسداد نیز در معابری اتفاق افتاده که عرض آن دو برابر جداره یا بیشتر بوده است. در این زمینه منابع زیر مورد توجه بوده است: – ستوده، بابک. (۱۳۸۰) (۲۱).

References

1. Fan, Yueyue Liu, Changzheng. Lee, Renee; Kiremidjian, Anne S. 2010. *Highway Network Retrofit under Seismic Hazard*. Journal of infrastructure systems © asce / september 2010 pp 180- 190
2. D'Albe Fournier. 1982. *An approach to earthquake risk management*. Eng. Struct., 1982, Vol. 4, July. © Butterworth & Co. (Publishers) Ltd
3. Aghamohammadi, H. 2005. *Design and implementation of a GIS system for decreasing earthquake disaster damages*, M.Sc. thesis, K.N.Toosi University of technology, Ira; [In Persian]
4. Yung-Lung Lee, Ming-Chin Ho, Tsung-Cheng Huang, Cheng-An Tai. 2007. *Urban Disaster Prevention Shelter Vulnerability Evaluation Considering Road Network Characteristics*, 2nd International Conference on Urban Disaster Reduction November 27~29, 2007.
5. Furuta, Hitoshi; Nakatsu, Koichiro. 2011. *Apllication of Evalutionary Computing Restoration & Prevention Problems*. Proceeding of the ICVRAM & ISUMA 2011 conference.
6. Tzeng, G. H. & Chen, Y. W. 1998, *Implementing an effective schedule for reconstructing post-earthquake road-network based on asymmetric traffic assignment-an application of genetic algorithm*, International Journal of Operations and Quantitative Management, 4(3), 229–46.
7. Habibi, K; Shieh, E; Torabi, K. *The Role of Physical Planning in Mitigating Urban Vulnerability against Earthquake*. 2009. Armanshahr Journal, autumn and winter 2010. Number 3, 23-31; [In Persian]
8. Huang, S; Zhu, J; Zhong, G. Apllication of theory of graphs to reliability analysis of network of lifeline engineering. 1996. Proc of The 12th World analysis of network of lifeline engineering.
9. Shieh, E; Habibi, K; Torabi, K. *Investigating of Urban Stre ets Network Vulnerability Against Earthquake, using of IHWP & GIS*; the Case STUDY : the 6TH Zone of Tehran. 2010. Baghe Nazar Sci. & Tech. 13, 35-48; [In Persian]
10. Nooraie, H. Rezaie, N; Abbaspour, R. 2011. *Spatial Analysis of the Performance of Communication Network after an Earthquake Considering Passive Defence Aspect*. Passive Defence Sci. & Tech. 2011,3, 151-160; [In Persian].
11. *Municipality 10 of Tehran city*. 2012. http://region10.tehran.ir.
12. Saaty, T. L. *Hierarchies and Priorities.* 1981. Thinking with Models: Mathematical Models in the Physical, Biological, and Social Sciences."; Pergamon Press: Ox-ford, 1981.
13. Code for Seismic. *Design of Building, Earthquake Return Periods*. The design earthquake return periods specified 2011. byGB50011-2001.
14. Ding, Yi; Wang, Xiao; Xu; Jing qiang. 2011. *Application of the Access Reliability Transportation System After an Earthquake in Fuzhou City*. 2471 ICCTP 2011©ASCE 2011.
15. Zare, Mehdi. 2001. *Earthquake risk and building in the North Tabriz Fault Frontage. Research Bulletin of Seismology and Earthquake Engineering*, summer and autumn 2001, Number 2, 23-31; [In Persian]
16. Poryazdanparast. 2011. Available from: http://sharnameh.ir [In Persian]
17. Igarashi, A; Yamada, Y; Noda, S. *Performance Evalution Method of Highway Transportation Systems During Post disaster period*. 1989. Procc of the 9th World Conference on Earthquake Engineering. Japan assn. Earthquake Disaster Prevention. Tokyo, Vol VII. 153-158.
18. Caiado, Gonçalo; Macário, Rosário, Sousa Oliveira, Carlos. *A New Paradigm in Urban Road Network Seismic Vulnerability: From a Link-by-link Structural Approach to an Integrated Functional Assessment*. 2011. The 8th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management-ISCRAM 2011, Lisbon, Portugal, www.iscramlive.org/ISCRAM2011.
19. Pettijohn, F. J. *Sedimentary Rocks*. 1957. Harper& Brothers New York, p. 410.
20. Azizi M, Akbari. Reza. 2009. *Urban development points in measuring urban valunerability aginst earthquake.* Honar haye Ziba 34, 25-36.
21. Sotoudeh, B. 2000, *Landuse planning to increase the safety of the cities against earthquake, case of Bagh Ferdoss neighborhood.* Shiraz University.

The Analysis of Spatial Performance of Communication Network for Relief after an Earthquake (Case study: Baghmishe Town in Tabriz)

Corresponding author: Mohammadali Saleki Maleki, *MA in urban planning, consulting engineers water Razhan Zagros, Iran* ***Email****: salekimaleki@gmail.com*
Mojtaba Valibeigi, *Department of urban development, engineering education, Buin-Zahra, Iran*
Masoumeh Ghasemi*, MA in Urban Planning, University of Tabriz, Iran*

Received: *2013-04-17* ***Accepted:*** *2013-11-14*

Abstract

Background: *Road networks are key lifelines for the community, and improving their efficiency is critical to the availability of road access after earthquakes. The effectiveness of urban transportation systems after earthquakes has a significant impact on disaster relief performance. Urban road network has been recognized as an important factor in rescue and relief activities after a catastrophic event like an earthquake. Rapid impact assessment of urban road network performance after earthquakes is crucial for initiating effective emergency response because roads are important for the rescue activation. A proper disaster management plan requires that such studies be completed ahead of time before a devastating event to have a thorough understanding of the situation and to plan especially for emergency activities.*

Methods: *This paper presents a GIS-based multi-criteria decision analysis approach for evaluating spatial performance of Baghmishe town's communication networks after earthquake. Although Baghmishe town is a newly constructed area, it has been as the most vulnerable region in Tabriz city due to locate in the vicinity of active faults. Thus, one of key questions that arise is investigation of spatial performance of communication network in the region. The multi-criteria decision framework considers environmental and human-built factors that are combined by integration of analytical hierarchy process (AHP) to determine criteria weights, the weights in GIS are applied to have been more accuracy the performance analysis of communication networks. The methodology has four major steps such as identification of effective factors; using these factors in an analytical hierarchy process and spatial showing them and finally producing a map for spatial assessment of effectiveness communication network in Baghmishe town. This enabled the selection of strengthening solutions that meet the performance requirements for the Baghmishe Town's road networks.*

Findings*: According to the results, only 40% had high and 60% poor performance respectively of the total area of communication network.*

Conclusion: *The results showed that density of buildings and population should be reduced at narrow passageways. Also, severely avoided increasing enclosed degree and constructing height building.Another approach which must be considered is as follows: to predict a disaster management center and change the barren land into green spaces especially in line west north to east north of Town and approve of sever regulation for construction.*

Keywords: *performance of communication network, earthquake, relief activities, Disaster Management*