GES	Journal of Geography and Environmental Studies, 12 (45), Spring 2023 https://ges.iaun.iau.ir ISSN: 2008-7845 20.1001.1.20087845.1402.12.45.12.4

Research Paper

Future Research in Assessing the Vulnerability of the Road Network of Region 2 of Tehran Municipality and its Efficiency Against Earthquakes

Amiri, Pouya
PhD Student in Geography and Urban Planning, Larestan Branch, Islamic Azad University, Larestan Iran.
E-Mail: po.amiri@gmail.com
Afifi, Mohammad Ebrahim (Corresponding Author)
Assistant Professor, Department of Geography, Larestan Branch, Islamic Azad University, Larestan, Iran.
E-Mail: afifi.ebrahim6353@gmail.com
Moghli, Marzieh
Associate Professor, Department of Geography, Larestan Branch, Islamic Azad University Larestan, Iran.
E-Mail: mmoghali@yahoo.com

Abstract:

The use of futures research methods can be one of the best techniques of optimal management in the future in which a critical moment may occur. In order to reduce the damage and losses caused by earthquakes, the necessary preparation is obtained with the help of futurology. The aim of the present study was to evaluate the vulnerability of the road network in District 2 of Tehran Municipality and its efficiency against earthquakes. The research method was descriptive-analytical. Criteria considered in the study were 8 land use criteria, number of floors (building height), building quality, building density, degree of enclosure, passage width, population density, distance from the fault. Information layers were prepared by documentary-field method. In the IHWP method, they were ranked, scored and processed in the GIS environment by the Delphi method. In the ANP method, it was evaluated by experts in super decision. The results show that the vulnerability class length in the IHWP model has the highest length in the very high vulnerability class with a length of 63.121 km and the very low vulnerability class with a length of 3.961 km. In the ANP method, the very low vulnerability class with a length of 135.35 km has the highest length and the medium vulnerability class with a length of 11.329 has the lowest length. In this method, the vulnerability class is very high, with a length of 40.94 km, in the second priority in terms of vulnerability length. In IHWP model, vulnerable areas in the center and a small part of the south in Azadi, North Rudaki, Niayesh streets and in ANP model, vulnerable areas in the south and a small part of the north of region 2 in Jannah highway, Habibollah street , Yadegar Imam Highway, Shadmehr, Niayesh Gharbi, Behboodi, Parcham, Nosrat Gharbi streets. The results of field visits to selected areas in both models showed higher accuracy of IHWP method than AHP.

Key Words: Futurology, Vulnerability of Road Network, Region 2 of Tehran Municipality, ANP, IHWP.

Citation: Amiri, P.; Afifi, E.; Moghli, M. (2023), Future Research in Assessing the Vulnerability of the Road Network of Region 2 of Tehran Municipality and its Efficiency Against Earthquakes, Journal of Geography and Environmental Studies, 12 (45), 6-19. Dor: 20.1001.1.20087845.1402.12.45.12.4

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author (s), with publication rights granded to Journal of Geography and Environmental Studies. This is an open – acsses article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

20.1001.1.20087845.1402.12.45.12.4

مقاله پژوهشی

آینده پژوهی در ارزیابی آسیب پذیری شبکه معابر منطقه ۲ شهرداری تهران و میزان کارایی آن در برابر زلزله

پویا امیری

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران.

محمد ابراهیم عفیفی*

استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران.

مرضیه موغلی

دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران.

چکیده

استفاده از روش‌های آینده‌پژوهی می‌تواند یکی از بهترین فن‌های مدیریت بهینه، در آینده‌ای باشد که ممکن است در آن هر لحظه بحرانی رخ دهد. به‌منظور کاهش خسارات و تلفات ناشی از وقوع زلزله با کمک علم آینده‌پژوهی آمادگی لازم کسب می‌شود. تحقیق حاضر باهدف آینده‌پژوهی در ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه معابر منطقه ۲ شهرداری تهران و میزان کارایی آن در برابر زلزله انجام پذیرفته است. روش تحقیق، توصیفی- تحلیلی مکانی بوده است. معیارهای در نظر گرفته شده در پژوهش، ۸ معیار کاربری زمین، تعداد طبقات (ارتفاع ساختمان)، کیفیت بنا، تراکم ساختمان، درجه محصوریت معابر، عرض معبر، تراکم جمعیت، فاصله از گسل بود. لایه‌های اطلاعاتی با روش اسنادی- میدانی آماده شد. درروش IHWP، با روش دلفی رتبه‌بندی، امتیازدهی و در محیط GIS، پردازش شدند. درروش ANP، توسط کارشناسان در super decision ارزش‌گذاری شد. نتایج نشان داد طول طبقه آسیب‌پذیری در مدل IHWP، در کلاس آسیب‌پذیری خیلی زیاد ۶۳,۱۲۱ کیلومتر بیشترین طول و کلاس آسیب‌پذیری خیلی کم با ۳,۹۶۱ کیلومتر کمترین طول را داراست. در روش ANP، کلاس آسیب‌پذیری خیلی کم، با ۱۳۵,۳۵ کیلومتر بالاترین طول و کلاس آسیب‌پذیری متوسط با ۱۱,۳۲۹ کمترین طول را داراست. در این روش طبقه آسیب‌پذیری خیلی زیاد، با طول ۴۰,۹۴ کیلومتر در درجه اولویت دوم ازنظر طول آسیب‌پذیری قرار دارد. در مدل IHWP، مناطق آسیب‌پذیر در مرکز و قسمت کمی از جنوب در خیابان‌های آزادی، رودکی شمالی، نیایش غربی و در مدل ANP مناطق آسیب‌پذیر به‌صورت متمرکز در جنوب و قسمت کوچکی از شمال منطقه ۲ در بزرگراه جناه، خیابان حبیب‌الله، بزرگراه یادگار امام، خیابان‌های شادمهر، نیایش غربی، بهبودی، پرچم، نصرت غربی قرار دارد. نتایج بازدید میدانی مناطق انتخابی در دو مدل نشان از دقت بالاتر روش IHWP نسبت به AHP داشته است.

کلمات کلیدی: آینده‌پژوهی، آسیب‌پذیری شبکه معابر، منطقه ۲ شهرداری تهران، ANP، IHWP.

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۰۶/۰۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۷/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۹

نویسنده مسئول: ابراهیم عفیفی، استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران، afifi.ebrahim6353@gmail.com

بیان مسئله

زلزله از جمله مخاطراتی است که هر ساله جان هزاران نفر را در سرتاسر جهان تهدید کرده و انسان همواره در طول تاریخ راهکارهایی برای مقابله با خطرات ناشی از آن انتخاب نموده است. زلزله هنگامی تبدیل به سانحه می‌شود که راهکارهای مناسبی در جهت کاهش خطرات و تلفات در هنگام وقوع و بعد آن وجود نداشته باشد. این موضوع با دخالت‌های نسنجیده‌ی انسانی در محیط‌های طبیعی، ازجمله ساخت وسازهای بی رویه در حریم گسل‌ها، تمرکز ساختمانی، کمبود فضاهای باز، همچنین عدم رعایت استانداردهای جهانی در ساخت و سازها، تراکم و توزیع نامناسب جمعیت، عدم تناسب زیر ساخت‌ها و کاربری‌های شهری و آموزش ناکافی شهروندان و... تشدید می‌شود (زنگی آبادی و تبریزی، ۱۳۸۵: ۱۱۷). ایران بخشی از کمربند کوهزایی آلپ هیمالیا قفقاز به عنوان آخرین و جوان‌ترین نواحی کوهزایی جهان شناخته می‌شود. فلات ایران از نظر وقوع زلزله یکی از فعال‌ترین مناطق جهان بوده و از هر ۱۵۳ زلزله مخربی که در دنیا اتفاق افتاده ۱۷,۶ درصدآن مربوط به ایران بوده است (حبیبی، ۱۳۸۷: ۱۰۹). یکی از مهم‌ترین عوامل در کاهش خطر زلزله وجود آمادگی قبلی جامعه برای برخورد با پدیده زلزله می‌باشد. (Kates، 51:1977). در ایران و در سال‌های اخیر، به خصوص بعد از وقوع زلزله‌های رودبار و بم و سرپل ذهاب، فعالیت‌های نسبتاً قابل توجهی در ابعاد مختلف مدیریت بحران، زلزله وکاهش آسیب‌های آن صورت گرفته است. با این وجود، در طرح‌های شهری، عدم توجه جدی به موضوع مدیریت بحران وآسیب‌پذیری شهرها درمقابل زلزله امری مشهود به نظر می‌رسد.

زلزله می‌تواند نظم ترافیکی را بر هم زند، جریان عرضه‌ی کالا را کند نماید و ارائه‌ی خدمات اورژانسی و ایمنی را با موانع جدی مواجه کند. مدیریت و پایش ترافیک در شرایط وقوع زلزله در فضای شهری، نیاز به برنامه‌های مدیریت بحران ویژه‌ای دارد (Nujima & Sugito، 11:2000). در زلزله‌های اخیر به دلیل آسیب پذیری شبکه‌ی ارتباطی، رفت و آمد وسایل نقلیه غیر ممکن شده است، فعالیت‌های شهری از بین رفته است و توانایی بازسازی اضطراری شهر غیرممکن گردیده است (Liu et al، 2003: 530). معابر و شبکه دسترسی، یکی از مهمترین و اساسی‌ترین عناصر شهر هستند که اتصال بین فضاهای و فعالیت‌های مختلف شهری را مهیا می‌کنند. یکی از مهمترین نقش‌های شبکه حمل و نقل شهری، حفظ کارایی و پاسخگویی در وضعیت بحران و اضطرار است، طوری که دسترسی به داخل بافت‌های مسکونی و پایگاه‌های اساسی و حیاتی جهت انجام اقدامات فوری امداد نجات، پس از وقوع بحران را مهیا کنند، در عین حال بستر لازم، برای انجام اقدامات بازسازی و مرمت را تأمین کنند. تهران به عنوان یکی از شهرهای مهم ایران به واسطه قرار گرفتن چندین گسل فعال در اطراف و درون آن از ریسک بالایی در برابر خطر زلزله برخوردار است و این موضوع تقریباً شامل تمامی مناطق و محلات شهر می گردد. توجه به مسئله ارتقاء تاب آوری شهر تهران از ابعاد مختلف آن، در برابر زلزله امری حیاتی است. حال سؤالی که به وجود می‌آید این است که چگونه می‌توان در شهری مانند تهران که از معابر بسیار زیاد و در هم تنیده تشکیل شده، شبکه‌ای را تعریف و طراحی نمود که بتواند در صورت بروز حادثه کارایی خود را حفظ کند تا حیات شهر از بین نرود؟

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

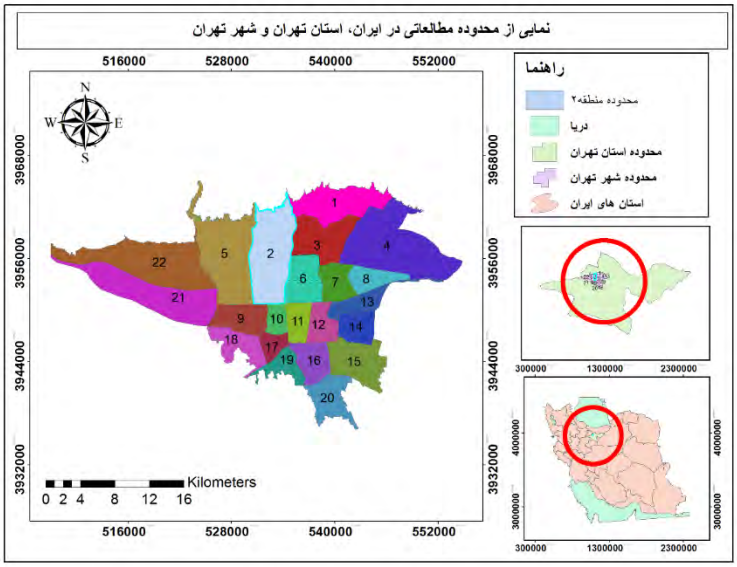
به منظور کاهش خسارات و تلفات ناشی از وقوع زلزله با کمک علم آینده پژوهی که هدف اصلی آن برنامه ریزی و داشتن پیش آگاهی است به کسب آمادگی لازم جهت مقابله با زلزله پرداخت می‌شود. با توجه به ماهیت بحران‌های طبیعی و روند مدیریت آنها در بستر زمان، قبل از برنامه‌ریزی و کسب آمادگی برای بحران‌ها با نگاه آینده پژوهانه باید یک ارتباط منطقی و کاربردی بین نوع آینده و ماهیت بحرانهای طبیعی در بستر زمان برقرار کرد. پژوهش‌هایی نیز در این زمینه انجام پذیرفته است. (ترکانلو و خاجی،۱۳۹۵: ۱)، امکان پیش‌بینی مکان زلزله در مناطقی مانند کشورمان با روش‌های حل معکوس و داده‌های میان لرزه‌ای را مورد بررسی قرار دادند. (Martinelli،2014: 877) در مقاله‌ای ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمانها و ارائه سناریوهای آسیب برای شهرهای

ایتالیا، را مورد بررسی قرار داد. با ارائه سناریوهای زلزله در شدت‌های مختلف به تخمین و مدل سازی خسارات ناشی از زلزله‌های احتمالی پرداخته شد. (Anand et al،2015: 11)، در پژوهشی به مرور، مکان یابی‌های محل اسکان موقت آسیب‌دیدگان پس از بحران پرداختند. (مدیری و همکاران،۱۳۹۶: ۱۴۳)، مدل‌سازی آسیب‌پذیری مناطق شهری در زمان وقوع زلزله را در منطقه ۳ کلانشهر تهران بررسی کردند. نتایج نشان داد ۳۶,۲ درصد از کل مساحت منطقه در وضعیت آسیب‌پذیری خیلی زیاد و زیاد قرار دارد. (گلی مختاری و همکاران،۱۳۹۷: ۱۰۵)، به ارزیابی میزان آسیب‌پذیری محدوده شهری کاشان در برابر خطر زلزله با استفاده از مدل IHPW پرداختند. (Li et al ،2017: 302)، در شهر شانگهای چین، بررسی و برنامه‌ریزی پناهگاه‌های زلزله را به صورت سلسله مراتبی در قالب مطالعه موردی انجام دادند. (خدادادی و همکاران،۱۳۹۹: ۹۳)، تحلیل آسیب‌پذیری شهری در برابر مخاطره زلزله با روش ELECTRE FUZZY در کلانشهر کرج انجام دادند. نتایج حاصله حاکی از آسیب پذیر بودن مناطق ۶، ۸، ۱، ۷ شهرداری کرج در برابر زلزله بود. (نوری و همکاران، ۱۳۹۹: ۱)، آینده پژوهی مدیریت ریسک در شهرها را با تاکید بر آسیب پذیری خطرات زلزله انجام دادند. (دانا و همکاران،۱۳۹۹: ۱۶۶)، ارزیابی آسیب‌پذیری نواحی منطقه ۸ شهرداری تهران در برابر زلزله را انجام دادند. (ژاله وچاره جو، ۱۴۰۰: ۸۳)، سنجش و پهنه بندی میزان تاب آوری کالبدی محلات شهری در برابر زلزله را در منطقه ۱۲ تهران بررسی کردند. (امجد و سلطانی، ۱۴۰۰: ۱۷)، راهبردهایی به منظور کاهش آسیب‌پذیری بافت‌های تاریخی در برابر زلزله در بافت تاریخی یزد ارائه دادند. (Jena et al، ۲۰۱۹: ۲۳)، به ارزیابی ریسک زلزله با استفاده از شبکه عصبی و روند سلسله مراتبی تحلیلی در استان آچه اندونزی پرداخت. (حسین زاده و همکاران، ۱۴۰۰: ۶۷)، به توسعه مدل پویای مدیریت بحران زلزله در تهران با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم (SD) پرداختند. (زنگی آبادی و دادبود،۱۴۰۰: ۲۳)، تحلیل فضایی خوشه‌های آسیب‌پذیر بافت کالبدی شهر گرگان در برابر زلزله را با استفاده از آمار فضایی بررسی کردند. از آن جایی که آینده پژوهی مشتمل بر مجموعه تلاش‌هایی است که با واکاوی منابع، الگوها و عوامل تغییر یا ثبات، به تجسم آینده‌های بالقوه و برنامه ریزی برای آنها می‌پردازد لذا در این پژوهش به آینده پژوهی در ارزیابی آسیب پذیری شبکه معابر منطقه ۲ شهرداری تهران و میزان کارایی آن در برابر زلزله تا مناطق پرخطر از نظر آسیب پذیری شناسایی و الگوهای بهبود آینده تبیین گردد.

مواد و روش‌ها

• معرفی محدوده مطالعاتی

محدوده مطالعاتی منطقه ۲ شهر تهران می‌باشد. شهر تهران در ۵۱ درجه و ۶ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۱ دقیقه عرض شمالی قرارگرفته است و ارتفاع آن از سطح آب‌های آزاد بین ۱۸۰۰ متر در شمال تا ۱۲۰۰ متر در مرکز و ۱۰۵۰ متر در جنوب متغیّر است (تاریخچه تهران،۱۳۸۷؛۱۰۳). تهران از ۲۲ منطقه تشکیل‌شده است. مرتفع ترین قسمت منطقه ۱ در ارتفاع ۱۶۶۶ متر واقع است. مساحت این منطقه ۴۹۹۶,۸۵ هکتار است. در شکل ۱، محدوده مطالعاتی در ایران و تهران نشان داده شده است.



شکل (۱): نمایی از محدوده مطالعاتی

• روش تحقیق

با استفاده ار روش تحقیق توصیفی و کاربردی الگوی مناسبی از آسیب پذیری لرزه‌ای به دست آمد. جهت دستیابی به نتایج عملی و مناسبی در جهت روشن شدن این الگو، از مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای استفاده شد. اطلاعات موردنیاز تحقیق شامل اطلاعات مکانی و غیرمکانی می‌باشد. اطلاعات مکانی دو دسته نقشه‌های شهری موجود از منطقه و مشاهدات میدانی شامل بازدید از منطقه جهت شناسایی ویژگی‌های منطقه و تطبیق با نقشه‌های موجود بود. اطلاعات غیرمکانی و توصیفی از مطالعات کتابخانه‌ای و مراجع داخلی تهیه گردید.

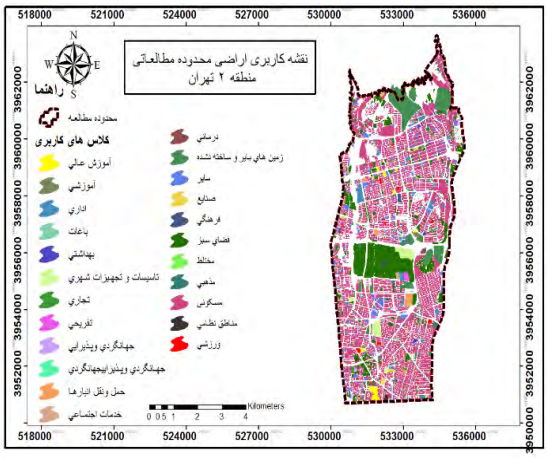
• داده‌ها

❖ تدوین پرسش‌نامه شاخص‌های انتخاب‌شده در تشخیص آسیب‌پذیری معابر در زلزله و تعیین فرض وزن‌دهی

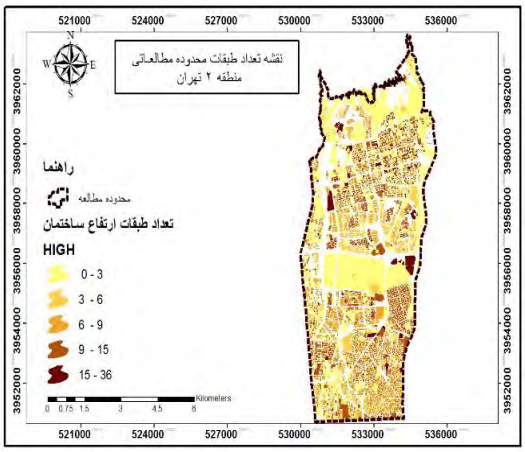
بر اساس پیشینه مطالعاتی و نیازها و ملاحظات محیط شناسی قلمرو پژوهش، عوامل تاثیر گذار مشخص شد که در شکل‌های ۲ تا ۹، ارائه شده است. در ادامه برای ۸ شاخص آماده شده، فرضیه‌هایی مورد بررسی قرار گرفت. شاخص‌ها بر اساس روش دلفی رتبه بندی شدندو سپس معکوس رتبه‌ی هر لایه برای وزن آن لایه در مدل IHWP منظور گردید. بر این اساس، بااهمیت‌ترین شاخص از نظر آسیب‌پذیری عدد هشت و کم اهمیت‌ترین عدد ۱ را دریافت کرد که در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱): شاخص‌های انتخاب شده و فرض‌های وزن دهی در IHWP

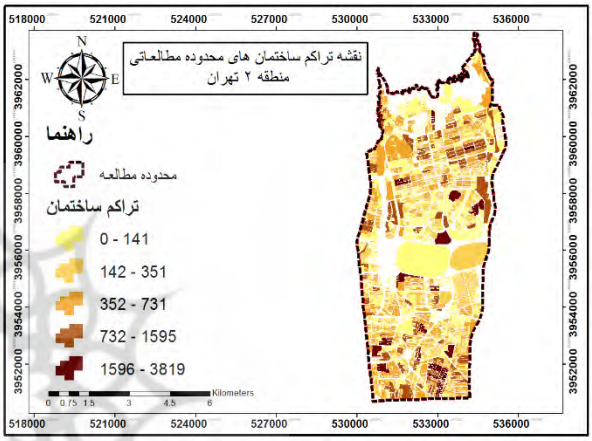
نام شاخص	میانگین رتبه شاخص براساس مدل دلفی	معکوس رتبه	فرض‌های وزن دهی
عرض شبکه معابر	۴	۷	هرچه عرض شبکه معابر کمتر= آسیب پذیری بیشتر
تراکم ساختمان	۵	۶	هرچه تراکم ساختمانی کمتر=آسیب پذیری کمتر
درجه محصوریت	۱	۱۰	هرچه درجه محصوریت کمتر=آسیب پذیری کمتر
تراکم جمعیت مسکونی	۶	۵	هرچه تراکم جمعیت کمتر= آسیب پذیری کمتر
تعداد طبقات	۷	۴	هرچه تعداد طبقات بیشتر= آسیب پذیری بیشتر
فاصله از گسل	۲	۹	هرچه فاصله از گسل دورتر= آسیب پذیری کمتر
کیفیت بنا	۳	۸	هرچه کیفیت ابنیه بهتر= آسیب پذیری کمتر
کاربری زمین	۸	۳	هرچه کاربری کم خطرتر= آسیب پذیری کمتر



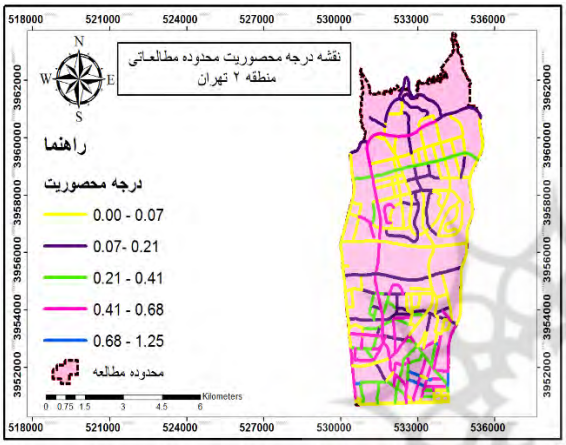
شکل (۲): نقشه کاربری اراضی محدوده مطالعاتی



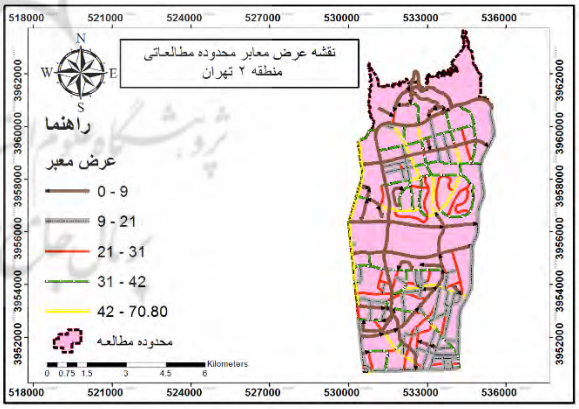
شکل (۳): نقشه تعداد طبقات (ارتفاع ساختمان‌های) محدوده مطالعاتی



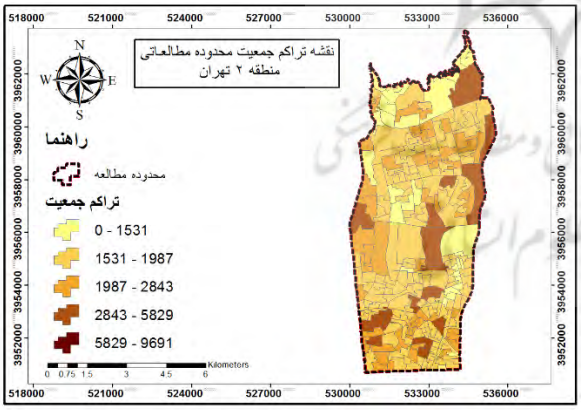
شکل (۴): نقشه تراکم ساختمان‌های محدوده مطالعاتی



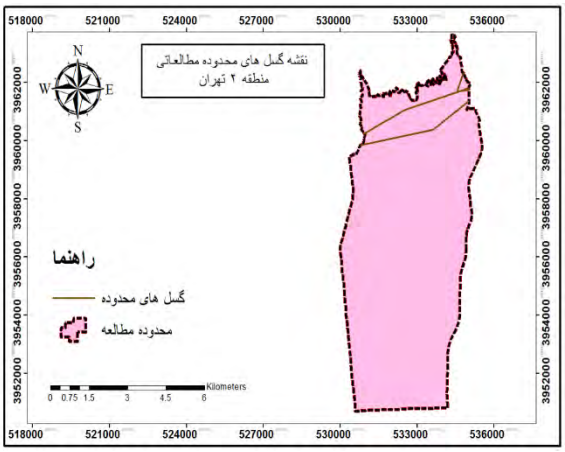
شکل (۵): نقشه درجه محصوریت معابر محدوده مطالعاتی



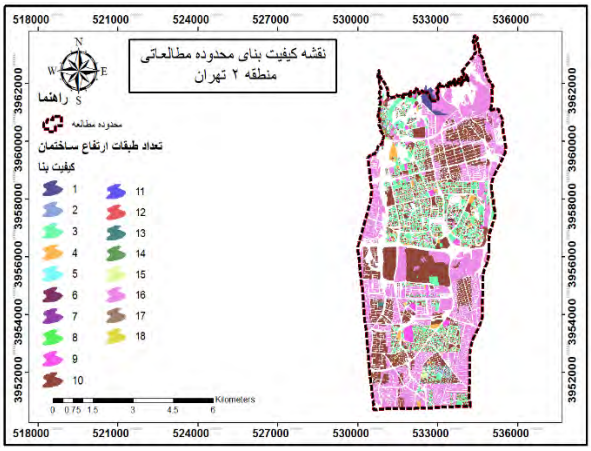
شکل (۶): نقشه عرض معابر محدوده مطالعاتی



شکل (۷): نقشه تراکم جمعیت محدوده مطالعاتی



شکل (۸): نقشه گسل‌های محدوده مطالعاتی



شکل (۹): نقشه کیفیت بنا محدوده مطالعاتی

جدول (۲): کلاس‌های نقشه کیفیت بنا

ردیف مطابق راهنمای نقشه	نام کلاس
۱	آشیانه و سایبان با پایه‌های فلزی و ستونهای بتون آرمه با هر نوع سقف
۲	اسکلت آجر با ستونهای وسط فلزی یا بتون از سه طبقه به بالا با هر نوع سقف
۳	اسکلت آجر یا بلوک سیمانی یا سنگ با ستونهای وسط فلزی با هر نوع سقف
۴	اسکلت بتون آرمه با هر نوع سقف
۵	اسکلت خشت با مخلوط آجر با سنگ لاشه با سقف شیروانی یا تیرآهن
۶	اسکلت خشت خام یا گل با سقف خشتی
۷	اسکلت خشت خام یا گل با سقف شیروانی
۸	اسکلت خشت خام یا گل با سقف چوبی
۹	اسکلت فلزی از چهار طبقه به بالا با هر نوع سقف
۱۰	اسکلت فلزی تا سه طبقه با هر نوع سقف
۱۱	اسکلت قطعات پیش ساخته چوبی با هر نوع سقف
۱۲	اسکلت چوب با سقف صاف یا شیب دار
۱۳	انبار اسکلت آجر یا بلوک سیمانی یا سنگ با دهانه بیش از ۲ متر با سقف خرپای فلزی
۱۴	انبار اسکلت فلزی و مصالح بنایی با دهانه بیش از ۴ متر با سقف خرپای فلزی
۱۵	انبار با اسکلت پیش ساخته سوله یا مشابه و مصالح بنایی با دهانه بیش از ۴ متر با هر نوع سقف
۱۶	سالن با اسکلت فلزی یا بتون آرمه با هر نوع سقف
۱۷	سالن با مصالح ساختمانی آجر یا سنگ یا بلوک سیمانی با عرض بیش از ۸ متر با هر نوع سقف
۱۸	نامشخص

❖ محاسبه امتیاز لایه‌های انتخاب شده با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP)

در این مرحله امتیاز هر یک از شاخص‌ها و دسته‌بندی آنها با استفاده از رابطه ۱ و ۲، محاسبه می‌گردد:

رابطه ۱) $X=D/N$

X: امتیاز اولیه هر شاخص، D: امتیاز به دست آمده از مدل دلفی، N: تعداد کلاس‌های هر شاخص

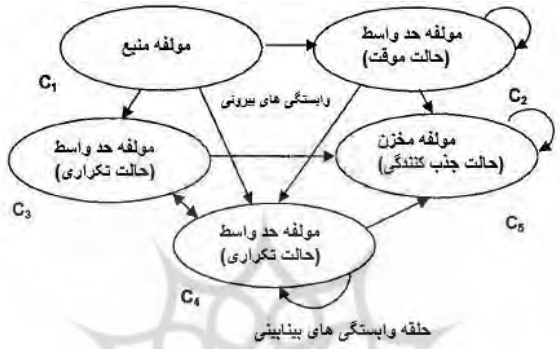
رابطه ۲) $J=D-(N-i)X$

J: امتیاز به دست آمده برای طبقه بندی هر شاخص

i: عدد اختصاص داده شده برای هر شاخص

❖ محاسبه امتیاز لایه‌های انتخاب شده با استفاده از روش تحلیل شبکه (ANP)

واژه ANP مخفف عبارت ANP[1] به معنی فرایند تحلیل شبکه است. فرایند تحلیل شبکه یا ANP یکی دیگر از تکنیک‌های تصمیم گیری است که شباهت زیادی به روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP دارد. روش تحلیل شبکه‌ای به وسیله ساعتی و تاکی زاوا در سال ۱۹۸۶ پیشنهاد شد. روش ANP تعمیم روش AHP است. در مواردی که سطوح پایینی روی سطوح بالایی اثرگذارند و یا عناصری که در یک سطح قرار دارند مستقل از هم نیستند، دیگر نمی‌توان از روش AHP استفاده کرد. تکنیک ANP شکل کلی‌تری از AHP است، اما به ساختار سلسله‌مراتبی نیاز ندارد و در نتیجه روابط پیچیده‌تر بین سطوح مختلف تصمیم را به صورت شبکه ای نشان می‌دهد و تعاملات و بازخوردهای میان معیارها و آلترناتیوها را در نظر می‌گیرد. یک نمونه مثال از حالت شبکه از کتاب ساعتی و وارگاس سال ۱۹۹۸ صفحه ۹ در شکل ۱۰، ارائه شده است:



شکل (۱۰): تحلیل شبکه ANP

یافته‌های تحقیق

در جدول ۳، جداول شاخص‌های انتخاب شده همراه با طبقه‌بندی هر شاخص و امتیاز آنها در IHWP، آورده شده است. اعداد داخل پرانتز شاخص‌ها امتیاز به دست آمده از مدل دلفی (D)، و اعداد داخل پرانتز طبقه‌بندی هر شاخص، رقم اختصاص داده شده برای طبقه‌بندی‌های مختلف آن‌ها (i)، می‌باشد. در نهایت امتیاز مربوط به هر طبقه از شاخص‌ها محاسبه شده است.

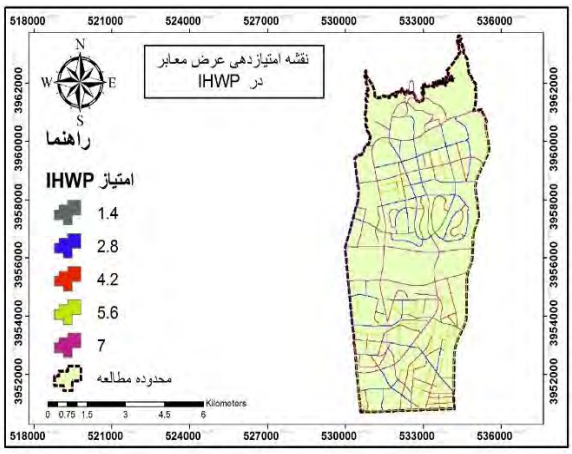
- یافته‌های تبدیل معیارها به فرمت رستر و اعمال امتیاز کلاس‌های IHWP در نقشه‌ها

معیارهای کاربری زمین، تعداد طبقات(ارتفاع ساختمان)، کیفیت بنا، تراکم ساختمان، درجه محصوریت معابر، عرض معبر، تراکم جمعیت، به دلیل برداری بودن با داشتن کلاس‌های متفاوت با دستورpolygon to raster تبدیل به داده‌های رستری شد. لازم به توضیح است که لایه‌های تبدیل شده همگی همانند کلاس‌های ارائه شده در بخش آماده‌سازی می‌باشند تنها تفاوت آن‌ها با لایه‌های ارائه شده در فرمت لایه‌هاست. برای لایه خطی مانند گسل نقشه حریم با تابع Euclidean Distance تهیه شد و سپس با امتیازات IHWP ارزش گذاری شدند. در شکل‌های ۱۱ تا ۱۸، نقشه‌های آماده شده نشان داده شده است.

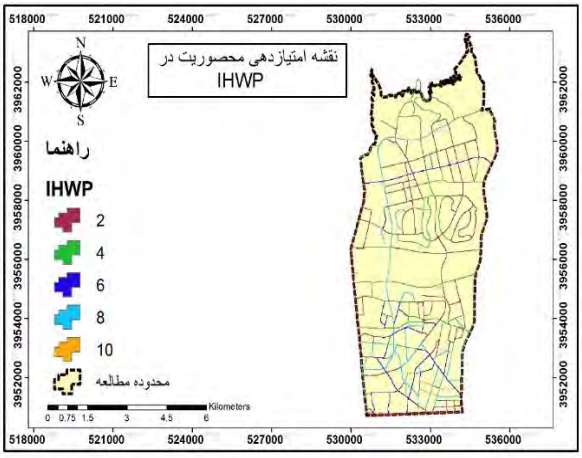
[1] - Analytical Network Process

جدول (۳): طبقه‌بندی و امتیازدهی شاخص‌های آسیب پذیری معابر

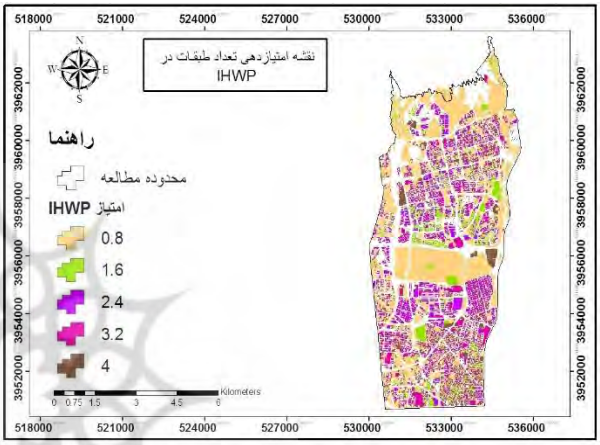
نام شاخص	زیرشاخص	طبقه بندی	امتیاز
کاربری زمین(۳)	زمین‌های بایر و ساخته نشده، فضای سبز، باغات	خیلی کم خطر(۱)	۰,۶
	فرهنگی، ورزشی، تفریحی، جهانگردی وپذیرایی جهانگردی	کم خطر(۲)	۱,۲
	سایر، خدمات اجتماعی، مذهبی، بهداشتی	متوسط(۳)	۱,۸
	تاسیسات و تجهیزات شهری، درمانی، اداری، مناطق نظامی، مختلط	پرخطر(۴)	۲,۴
	صنایع، مسکونی، جهانگردی وپذیرایی، حمل ونقل انبارها، تجاری، آموزشی، آموزش عالی	خیلی پرخطر(۵)	۳
عرض شبکه معابر(۷)	۱۰-۰	خیلی پرخطر(۵)	۷
	۲۰-۱۰	پرخطر(۴)	۵,۶
	۳۰-۲۰	متوسط(۳)	۴,۲
	۵۰-۳۰	کم خطر(۲)	۲,۸
	۷۰,۸۰-۵۰	خیلی کم خطر(۱)	۱,۴
تراکم ساختمان(۶)	۲۰۰-۰	خیلی کم خطر(۱)	۱,۲
	۶۰۰-۲۰۰	کم خطر (۲)	۲,۴
	۱۰۰۰-۶۰۰	متوسط(۳)	۳,۶
	۲۰۰۰-۱۰۰۰	خطر زیاد(۴)	۴,۸
	۳۸۱۹ -۲۰۰۰	خطر خیلی زیاد(۵)	۶
درجه محصوریت(۱۰)	۰,۰۷-۰	خیلی کم خطر (۱)	۲
	۰,۲۱-۰,۰۷	خطر کم(۲)	۴
	۰,۴۱-۰,۲۱	متوسط(۳)	۶
	۰,۶۸-۰,۴۱	خطر زیاد(۴)	۸
	۱,۲۵-۰,۶۸	خطر خیلی زیاد(۵)	۱۰
تراکم جمعیت مسکونی(۵)	۱۵۰۰-۰	خیلی کم خطر (۱)	۱
	۳۰۰۰-۱۵۰۰	کم خطر (۲)	۲
	۴۵۰۰-۳۰۰۰	متوسط(۳)	۳
	۶۰۰۰-۴۵۰۰	خطر زیاد(۴)	۴
	۹۶۹۱-۶۰۰۰	خطر خیلی زیاد(۵)	۵
تعداد طبقات(۴)	۳-۰	خیلی کم خطر (۱)	۰,۸
	۶-۳	کم خطر (۲)	۱,۶
	۹-۶	متوسط(۳)	۲,۴
	۱۵-۹	خطر زیاد(۴)	۳,۲
	۳۶-۱۵	خطر خیلی زیاد(۵)	۴
فاصله از گسل(۲)	۱۰۰۰-۰	خطر خیلی زیاد(۵)	۲
	۲۰۰۰-۱۰۰۰	خطر زیاد(۴)	۱,۶
	۳۰۰۰-۲۰۰۰	متوسط(۳)	۱,۲
	۴۰۰۰ -۳۰۰۰	کم خطر (۲)	۰,۸
	۹,۴۸۰,۸۴ -۴۰۰۰	خیلی کم(خطر ۱)	۰,۴
کیفیت بنا(۸)	اسکلت خشت با مخلوط آجر با سنگ لاشه با سقف شیروانی یا تیرآهن؛ اسکلت خشت خام یا گل با سقف خشتی؛ اسکلت خشت خام یا گل با سقف شیروانی؛ اسکلت خشت خام یا گل با سقف چوبی؛	خیلی زیاد(۵)	۸
	اسکلت آجر با ستونهای وسط فلزی یا بتون از سه طبقه به بالا با هر نوع سقف؛ اسکلت قطعات پیش ساخته چوبی با هر نوع سقف؛ اسکلت چوب با سقف صاف یا شیب دار؛	زیاد(۴)	۶,۴
	آشیانه و سایبان با پایه‌های فلزی و ستونهای بتون آرمه با هر نوع سقف؛ اسکلت آجر یا بلوک سیمانی یا سنگ با ستونهای وسط فلزی با هر نوع سقف؛ اسکلت فلزی از چهار طبقه به بالا با هر نوع سقف؛ انبار با اسکلت پیش ساخته سوله یا مشابه و مصالح بنایی با دهانه بیش از ۴ متر با هر نوع سقف	متوسط(۳)	۴,۸
	انبار اسکلت فلزی و مصالح بنایی با دهانه بیش از ۴ متر با سقف خرپای فلزی؛ سالن با مصالح ساختمانی آجر یا سنگ یا بلوک سیمانی با عرض بیش از ۸ متر با هر نوع سقف؛ اسکلت بتون آرمه با هر نوع سقف، اسکلت فلزی تا سه طبقه با هر نوع سقف؛ انبار اسکلت آجر یا بلوک سیمانی یا سنگ با دهانه بیش از ۲ متر با سقف خرپای فلزی	کم(۲)	۳,۲
	سالن با اسکلت فلزی یا بتون آرمه با هر نوع سقف	خیلی کم(۱)	۱,۶



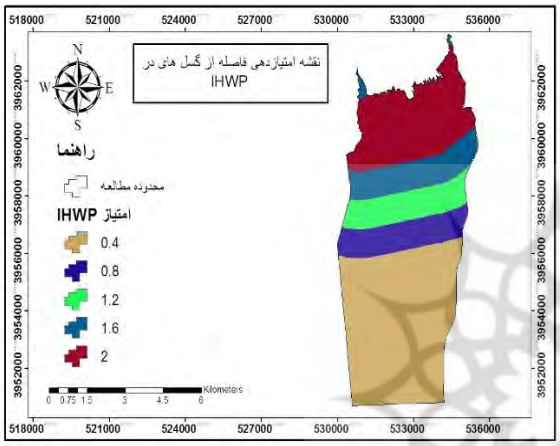
شکل (۱۱): نقشه امتیازدهی عرض معابر در IHWP



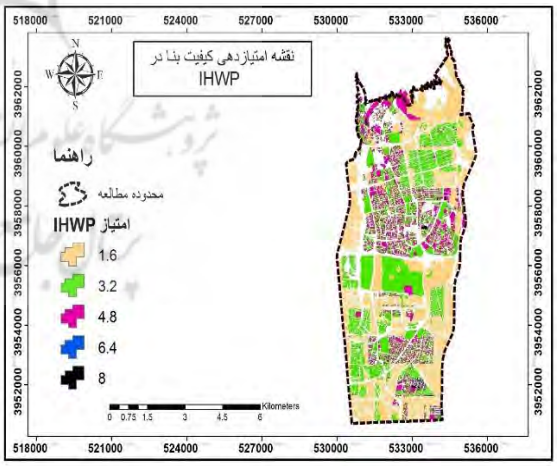
شکل (۱۲): نقشه امتیازدهی درجه محصوریت در IHWP



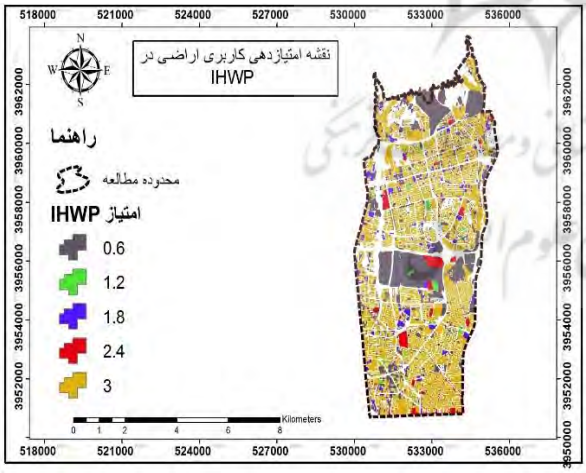
شکل (۱۳): نقشه امتیازدهی تعداد طبقات (ارتفاع) در IHWP



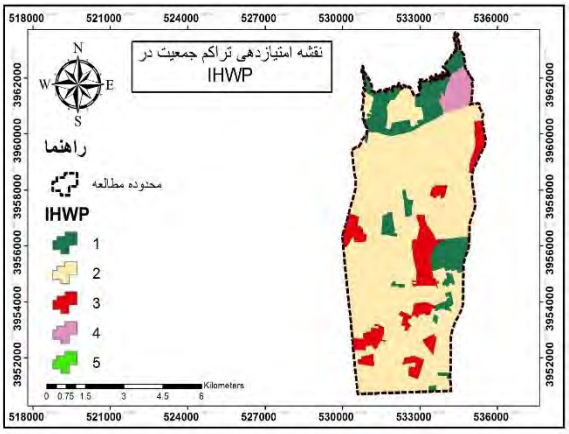
شکل (۱۴): نقشه امتیازدهی فاصله از گسل در IHWP



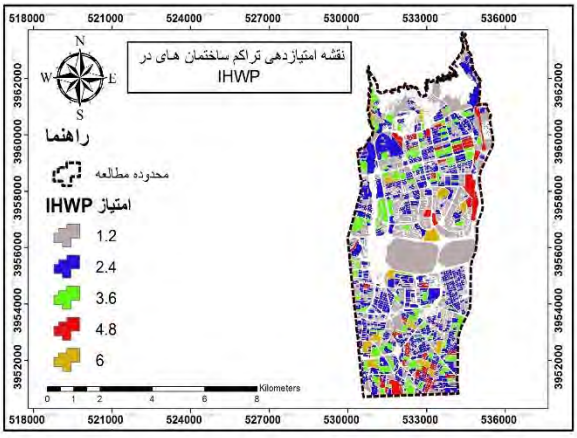
شکل (۱۵): نقشه امتیازدهی کیفیت بنا در IHWP



شکل (۱۶): نقشه امتیازدهی کاربری اراضی در IHWP



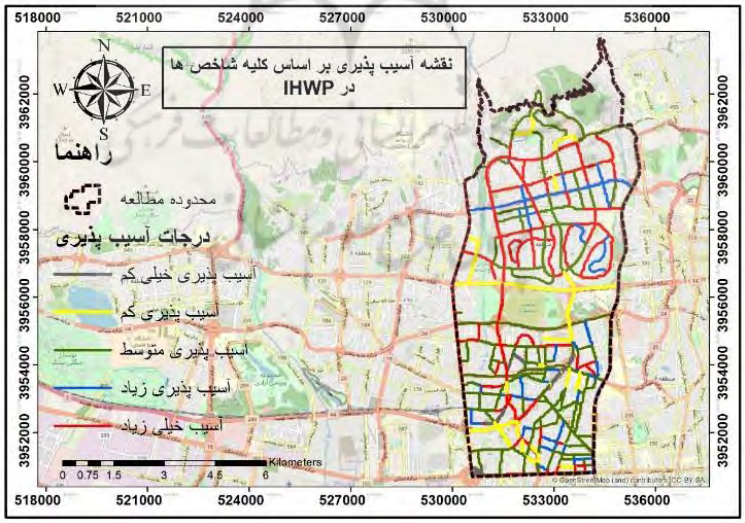
شکل (۱۷): نقشه امتیازدهی تراکم جمعیت در IHWP



شکل (۱۸): نقشه امتیازدهی تراکم ساختمان در IHWP

- یافته‌های تلفیق لایه‌ها در مدل IHWP

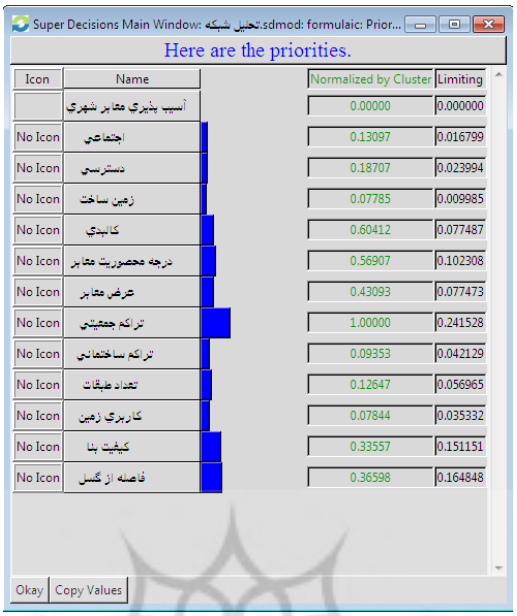
در این مرحله باRaster Calculator ستون‌های امتیازی مربوط به هر کدام از لایه‌ها جمع می‌شوند. به این ترتیب، مجموع ستونهای مربوط به ۸ لایه اطلاعاتی برای هرکدام از معابر یا قطعات جداره آنها به دست آمد که امتیاز هر یک را به لحاظ تأثیر در میزان آسیب‌پذیری مشخص می‌کند. در این جا، عملیات جبری داده‌ها در یک مرحله صورت گرفته است. سرانجام، از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی نقشه نهایی آسیب پذیری ناحیه تهیه شده و بر اساس آن سطوح و ضریب آسیب‌پذیری لرزه‌ای شبکه معابر تحلیل گردید. تحلیل مذکور در قالب نقشه آسیب پذیری بر اساس شاخص‌های مربوط به خود معابر و نقشه آسیب‌پذیری بر اساس شاخص‌های مربوط به معیارهای کالبدی، اجتماعی، زمین ساخت به شکل جداگانه ارائه شد و در نهایت نقشه جامع آسیب‌پذیری بر اساس تلفیق هر دو نقشه مذکور (شکل ۱۹) ارائه شد که نشان دهنده آسیب پذیری شبکه معابر محدوده مورد مطالعه در برابر زلزله می باشد.



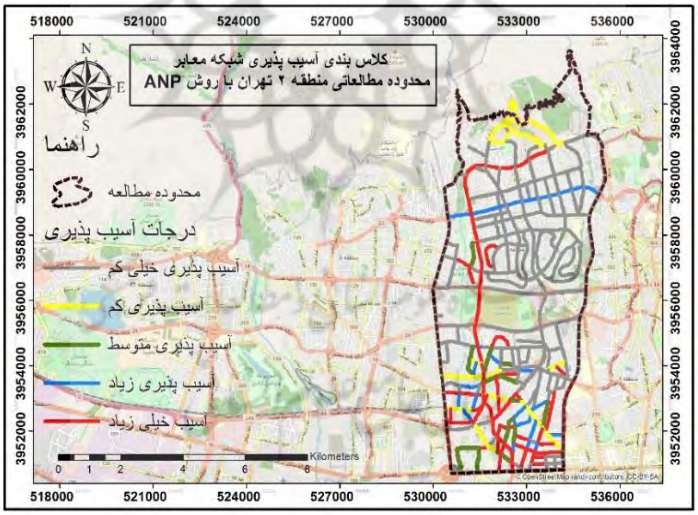
شکل (۱۹): نقشه آسیب پذیری بر اساس کلیه شاخص‌ها در IHWP

- یافته‌های وزن دهی به معیارها و زیرمعیارهای ANP در Super Decisions

هدف نهایی از تحلیل، انتخاب بهترین گزینه[1] (بهترین مکان یا بهترین پیکسل)، بر مبنای رتبه‌بندی آنها از طریق‌ارزیابی چند معیار اصلی است. در این مدل پس از بدست آوردن وزن هر معیار، توسط از گزینه Raster Calculator وزن‌های بدست آمده جهت تلفیق لایه‌ها اعمال شده و نقشه پهنه‌بندی نهایی حاصل به صورت شکل ۲۱، بدست آمد.



شکل (۲۰): وزن نهایی به دست آمده در Super Decisions پس از نرمال سازی

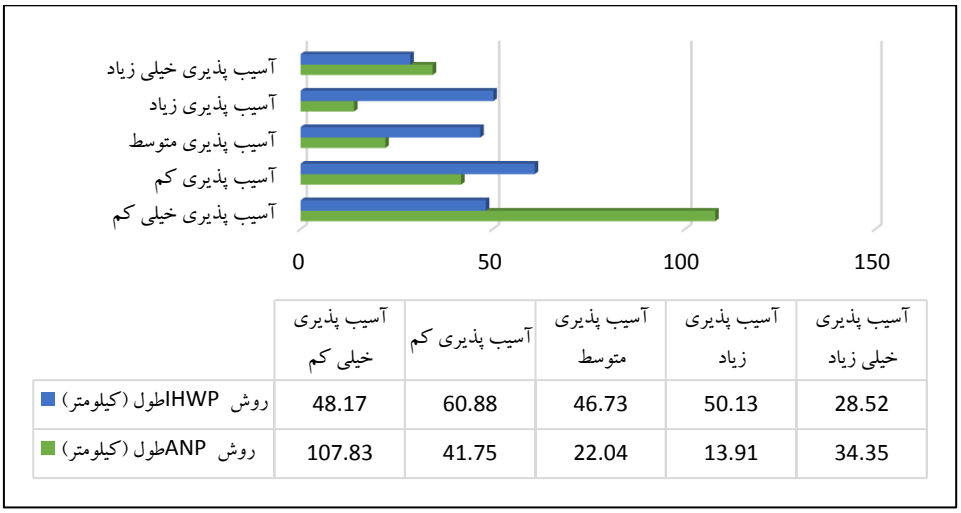


شکل (۲۱): کلاس بندی آسیب پذیری شبکه معابر محدوده مطالعاتی منطقه ۲ تهران با روش ANP

- مقایسه روش IHWP و ANP

پس از ایجاد نقشه آسیب پذیری دو مدل IHWP و ANP طول طبقات آسیب پذیری به دست آمد. نتایج نشان داد طول طبقه آسیب پذیری در مدل IHWP، در کلاس آسیب پذیری خیلی زیاد با ۶۳,۱۲۱ کیلومتر بیشترین و کلاس آسیب پذیری خیلی کم با ۳,۹۶۱ کیلومترکمترین طول را داراست. در روش ANP، کلاس آسیب پذیری خیلی کم، با ۱۳۵,۳۵ کیلومتر بالاترین طول و کلاس آسیب پذیری متوسط با ۱۱,۳۲۹ کمترین طول را داراست. در این روش طبقه آسیب پذیری خیلی زیاد، با ۴۰,۹۴ کیلومتر در درجه الویت دوم از نظر طول آسیب پذیری قرار دارد.

[1] Alternative



	آسیب پذیری خیلی کم	آسیب پذیری کم	آسیب پذیری متوسط	آسیب پذیری زیاد	آسیب پذیری خیلی زیاد
روش IHWPطول (کیلومتر)	48.17	60.88	46.73	50.13	28.52
روش ANPطول (کیلومتر)	107.83	41.75	22.04	13.91	34.35

شکل (۲۲): مقایسه درجات آسیب پذیری ۲ روش ANP و IHWP

نتیجه‌گیری

در مدل IHWP، مناطق آسیب پذیر در مرکز و قسمت کمی از جنوب در خیابان‌های آزادی، رودکی شمالی، نیایش غربی، توحید، صالحیان، زنجان، بزرگراه یادگار امام، بلوار صالحی، بزرگراه شیخ فضل الله نوری، گلاب، خیابان سازمان آب، بزرگراه اشرف اصفهانی قرار گرفته است. در مدل ANP مناطق آسیب‌پذیر به صورت متمرکز در جنوب و قسمت کوچکی از شمال منطقه ۲ در بزرگراه جناه، خیابان حبیب الله، بزرگراه یادگار امام، خیابان‌های شادمهر، نیایش غربی، بهبودی، پرچم، نصرت غربی، بزرگراه چمران، خیابان کوثر دوم، خیابان‌های پاتریس لومومبا، ملکوتی، خوشرو، استوار، فروزان فر، بلوار صالحی، خیابان اکبری، همایون شهر، خیابان یکم، بزرگراه شیخ فضل الله نوری، بلوار کاشانی پور، خیابان تهران ویلا، خیابان جهانی نصب، خیابان پردیس، خیابان سپهر، خیابان البرز، خیابان خارزم، گل افشان جنوبی، خیابان ستارخان، خیابان گلاب، حسین مردی، صفاریه، خیابان شهید صحرایی، قرار دارد. نتایج بازدید میدانی مناطق انتخابی در دو مدل نشان از دقت بالاتر روش IHWP نسبت به AHP داشته است.

منابع

امجد، محمد.، سلطانی، ایرج.،(۱۴۰۰)، راهبردهایی به منظور کاهش آسیب‌پذیری بافت‌های تاریخی در برابر زلزله مطالعه‌ی موردی: بافت تاریخی شهر یزد، مدیریت بحران، دو فصلنامه پژوهشی، صص ۱۷-۳۲.

تاریخچه تهران(۱۳۸۷)، (ویراست ویرایش دوم)، تهران: مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی.

ترکانلو، ابراهیم، خاجی، ناصر،(۱۳۹۵). امکان سنجی پیش‌بینی مکان وقوع زلزله‌های آینده با استفاده از حل معکوس داده‌های میان لرزه ای. نهمین کنگره ملّی مهندسی عمران، ۲۱ و ۲۲ اردیبهشت ۱۳۹۵، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

حبیبی، کیومرث.، (۱۳۸۷)، تعیین عوامل سازه‌ای/ ساختمانی مؤثر در آسیب‌پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از Fuzzy Logic&GIS، هنرهای زیبا، ۳۳، دانشگاه تهران، ۲۷-۳۶.

حسین زاده، مهناز.، احمدی، علی.، صمدی فروشانی، مرضیه.،(۱۴۰۰)، توسعه مدل پویای مدیریت بحران زلزله در تهران با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم (SD)، مخاطرات محیط طبیعی، دوره دهم، شماره ۲۷، صص ۶۷ – ۹۰.

خدادادی، فاطمه.، انتظاری، مژگان.، ساسانپور، فرزانه.، (۱۳۹۹)، تحلیل آسیب پذیری شهری در برابر مخاطره زلزله با روش FUZZY ELECTRE (مطالعه موردی: کلانشهر کرج)، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیستم، شماره ۵۶، صص ۹۳-۱۱۳.

دانا، تورج.، الله آهی زاده، بهاره.، حمصی، امیرهومن.، آقامحمدی، حسین.، (۱۳۹۹)، ارزیابی آسیب پذیری نواحی منطقه ۸ شهرد اری تهران در برابر زلزله، فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران/ دورهٔ دهم، شمارهٔ دوم،صص۱۶۵-۱۷۵.

زنگی آبادی، علی، دادبود، عبدالرضا.،(۱۴۰۰)، تحلیل فضایی خوشه‌های آسیب‌پذیر بافت کالبدی شهر گرگان در برابر زلزله (با استفاده از آمار فضایی)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره پنجاه و سوم، شماره ۱، صص ۲۳ -۳۴.

زنگی آبادی، علی، تبریزی، نازنین،(۱۳۸۵). زلزله‌ی تهران و ارزیابی فضایی آسیب‌پذیری مناطق شهری، پژوهش‌های جغرافیایی، دوره ۳۸، شماره ۵۶، تابستان ۱۳۸۵، صص ۱۱۵-۱۳۰.

ژاله، مسعود.، چاره جو، فرزین.، (۱۴۰۰)، سنجش و پهنه‌بندی میزان تاب‌آوری کالبدی محلات شهری در برابر زلزله نمونه مورد مطالعه منطقه ۱۲ تهران، مدیریت بحران، دو فصلنامه پژوهشی، شماره نوزدهم، صص ۸۳-۹۸.

گلی مختاری، لیلا.، شکاری بادی، علی.، بشکنی، زهرا.، (۱۳۹۶)، ارزیابی میزان آسیب پذیری محدوده شهری کاشان در برابر خطر زلزله با استفاده از مدل IHPW، مجله مخاطرات طبیعی، دوره هفتم، شماره ۱۶، تابستان ۱۳۹۷، صص ۱۲۶-۱۰۵.

مدیری، مهدی.، شاطریان، محسن.، حسینی، سیداحمد.، مدل سازی آسیب پذیری مناطق شهری در زمان وقوع زلزله (نمونه موردی: منطقه سه کلانشهر تهران)، مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال ششم، شماره ۱۳، صص ۱۴۳-۱۶۴.

نوری، حسن.، عزت پناه، بختیار.، ولیزاده، رضا.، (۱۳۹۹)، آینده پژوهی مدیریت ریسک در شهرها با تأکید بر آسیب پذیری خطرات زلزله، فصلنامه مطالعات مدیریت شهری، سال دوازدهم، شماره چهل و دوم، صص۳۹-۵۱.

Anand A, Jethoo AS, Sharma G. (2015 Jun 10). Selection of temporary rehabilitation location after disaster: a review.European Scientific Journal, ESJ; 11(10),pp10-22.

Jena،Ratiranjan., Biswajeet Pradhan ،Ghassan Beydoun ،Nizamuddin ،Ardiansyah ،Hizir Sofyan d, Muzailin Affan،(2019), Integrated model for earthquake risk assessment using neural network and analytic hierarchy process: Aceh province, Indonesia, journal homepage: www.elsevier.com/locate/gsf.

ktt ssRRddd Pijkkk 99999197979FFFmm Rllll e to Mmmttt The cccc ff Ressss trcctinn follwwigg Disaster,ed.Eugene J.Hass.Roberts W.kates and Marten Bowden,The MTT press.Massachusetts,PP45-59.

Li H, Zhao L, Huang R, Hu Q. (2017 Jan 16). Hierarchical earthquake shelter planning in urban area: a case for Shanghai in China. International Journal of Disaster Risk Reduction,pp306-323.

Liu, Bin., & ET ai (2003, October).The Restoration Planning of Road Network in Earthquake Disasters, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.4, 526 - 539.

Martinelli A., Cifani G., 2014, Bulding Vulnerability Assessment and Damage Scenarios in Celano(Italy) Using a Quick Survey Data-based Methodology, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 28, 875-889.

Nojima, N., & Sugito, M., (2000). Simulation and Evaluation of Post-Earthquake Functional Performance of Transportation Network, 12 WCEE,PP11, 1927/7/A.

نحوه ارجاع به مقاله:

امیری، پویا؛ عفیفی، ابراهیم؛ موغلی، مرضیه (۱۴۰۲)، آینده‌پژوهی در ارزیابی آسیب پذیری شبکه معابر منطقه ۲ شهرداری تهران و میزان کارایی آن در برابر زلزله، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، ۱۲ (۴۵)، ۱۹-۶، Dor: 20.1001.1.20087845.1402.12.45.12.4

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author (s), with publication rights granded to Journal of Geography and Environmental Studies. This is an open – acsses article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.