Archive of SID

مکان‌یابی بهینه پایگاه‌های اسکان موقت زلزله‌زدگان با رویکرد فازی

(مطالعه موردی: شهر تبریز)

ابوالفضل قنبری[1]، محمدعلی سالکی ملکی[2]، معصومه قاسمی[3]

۱.نویسندهٔ مسئول: استادیار گروه پژوهش‌های جغرافیای دانشگاه تبریز Email: a_ghanbari@tabrizu.ac.ir

۲. کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تبریز

۳. کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تبریز

دریافت: ۹۱/۸/۷ پذیرش: ۹۲/۵/۲۵

چکیده

مقدمه: مخاطرات طبیعی از مهم‌ترین عوامل تخریب سکونتگاه‌های انسانی محسوب می‌شوند. زلزله یکی از خطرناک‌ترین بلایای طبیعی عصر حاضر است که همواره اهمیت خود را به‌طور عینی نمایان کرده است. زلزله حادثه‌ای طبیعی است که با توجه به میزان بزرگی خود می‌تواند در مدت کوتاهی فاجعه‌ای عظیم بیافریند. در این میان تبریز یکی از شهرهای بزرگ و مهم ایران است که در نقشه پهنه‌بندی خطر زلزله ایران در جایگاه با خطر بسیار بالا قرار دارد. طرح ریز پهنه‌بندی خطر زلزله شهر تبریز که توسط شرکت تهران پادیر انجام شده است در شرایط حداکثری، ۴۲۶ هزار نفر تلفات انسانی را پیش‌بینی کرده است. چنین پتانسیل لرزه‌ای همراه با وجود بافت‌های فرسوده و حاشیه‌ای از یک طرف و وجود سوابق زلزله‌های تاریخی، یک فاجعه عظیم انسانی را در این شهر قابل پیش‌بینی می‌کند. راهبرد اصلی و ابتدایی مدیریت بحران برای کاهش اثرات زیان‌بار پس از وقوع زلزله، احداث پایگاه‌های اسکان موقت برای اسکان زلزله‌زدگان است. شناخت پتانسیل‌های لرزه‌خیزی شهر تبریز همراه با موقعیت استراتژیک آن و حضور بیش از یک میلیون و شش‌صد هزار نفر جمعیت در آن لزوم ایجاد پایگاه‌های اسکان موقت و امداد نجات را در شهر تبریز به اثبات می‌رساند.

روش‌ها: در این تحقیق برای شناسایی اراضی مناسب به‌منظور احداث پایگاه‌های اسکان موقت ۷ معیار طبیعی و انسانی انتخاب شد. با استفاده از مدل FUZZY-TOPSIS و تلفیق لایه‌ها در محیط ARC GIS نقشه تناسب سازگاری استخراج و در نهایت با توجه به معیارهای مساحت، تناسب ابعاد، سازگاری کاربری و مالکیت مکان‌های بهینه انتخاب گردید.

یافته‌ها: در فرایند تحقیق مشخص شد که ۷ هکتار از اراضی، متشکل از ۴ پارک در بخش مرکزی و حاشیه‌ای شهر به‌عنوان بهترین مکان‌ها و با سازگاری بسیار بالا،۱۷۰هکتار با سازگاری بالا و ۱۳۳۹ هکتار با سازگاری متوسط انتخاب شدند که این میزان به هیچ‌وجه جوابگوی جمعیت شهر تبریز نیست.

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق حاکی از عدم توزیع و پراکنش منطقی و اصولی فضاهای باز و مناسب برای احداث پایگاه‌های اسکان موقت زلزله‌زدگان در شرایط پس از وقوع زلزله است و در صورت وقوع زلزله در شهر تبریز مدیریت شهری و قطعاً اراضی شهر جوابگوی اسکان زلزله‌زدگان نخواهد بود.

کلمات کلیدی: مکان بهینه، اسکان موقت، AHP، تبریز.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مخاطرات طبیعی از مهم‌ترین عوامل تخریب سکونتگاه‌های انسانی شناخته شده‌اند (۱). حوادث طبیعی بدون آنکه بشر تأثیرگذاری مستقیم بر آن داشته باشد، اتفاق می‌افتد و زندگی اجتماعی انسان را به خطر می‌اندازد. حوادثی که به‌طور سالانه بیش از ۱۵۰۰۰۰ نفر تلفات انسانی و بیش از ۱۴۰ میلیارد دلار خسارت مالی بر کشورهای در حال توسعه در بردارد (۲). زلزله یکی از خطرناک‌ترین بلایای طبیعی عصر حاضر است که همواره اهمیت خود را به‌طور عینی نمایان کرده است. زلزله حادثه‌ای طبیعی است که بر اساس میزان بزرگی خود می‌تواند در مدت کوتاهی فجایع عظیمی بیافریند (۳). نقشه پهنه‌بندی خطر نسبی زمین‌لرزه در ایران، حاکی از آن است که بیشتر نقاط شهری و غیر رسمی این کشور در نواحی با خطر نسبی زیاد قرار گرفته است (۴). در این میان شهر تبریز نیز یکی از شهرهای بزرگ و مهم ایران است که در جایگاه پهنه با خطر بسیار بالا قرار دارد (۵). یکی از عمده دلایل معرفی تبریز به‌عنوان یکی از خطرناک‌ترین شهرهای ایران از نظر خطر زلزله، مجاورت این شهر با گسل تبریز است. این گسل که از بخش‌های شمال خاوری، شمال و شمال باختری شهر تبریز عبور می‌کند، به دلیل وقوع زمین‌لرزه‌های متعدد تاریخی و دوازده بار تخریب کامل شهر تبریز از گسل‌های شناخته شده زمین‌لرزه‌ای ایران است. این گسل که زمانی با محدوده شهری تبریز فاصله داشت، هم اکنون بر اثر گسترش ساخت و ساز و شهرک‌سازی روی حریم آن، از میان شهرک‌های جدید ساخته شده و در حال احداث در شمال تبریز عبور می‌کند (۶). طرح ریز پهنه‌بندی خطر زلزله شهر تبریز که توسط شرکت تهران پادیر انجام شده در شرایط حداکثری، ۴۲۶ هزار تلفات انسانی را برای زلزله تبریز پیش‌بینی کرده است (۷). امکان چنین پتانسیل لرزه‌ای همراه با وجود بافت‌های فرسوده و حاشیه‌ای و نیز سابقهٔ زلزله‌های تاریخی، وقوع یک فاجعه عظیم انسانی را در این شهر قابل پیش‌بینی می‌کند. یک واقعیت اساسی در مورد این سوانح این است که در مواجهه با چنین سوانحی در لحظهٔ وقوع، کار چندانی نمی‌توان انجام داد؛ این درحالی‌ست که تأثیرات آنها را می‌توان با برنامه‌ریزی از قبل خنثی کرد یا به حداقل رساند (۸).

راهبرد اصلی و ابتدایی مدیریت بحران برای کاهش اثرات زیان‌بار پس از وقوع زلزله، احداث پایگاه‌های اسکان موقت برای اسکان زلزله‌زدگان است. بنابراین، در برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری در شهرهای زلزله‌خیزی مانند تبریز باید به مکان‌یابی کاربری‌های متناسب با خطر زلزله همچون پایگاه‌های امداد و نجات و اسکان موقت متناسب با تعداد جمعیت و شرایط جغرافیایی شهر مبادرت ورزید.

هدف مقالهٔ حاضر، مکان‌یابی بهینه پایگاه‌های اسکان موقت در شرایط پس از وقوع زلزله در شهر تبریز است و در راستای این هدف به شناسایی نواحی بحرانی شهر از نظر زلزله پرداخته و شهر را از نظر سازگاری اراضی آن برای احداث پایگاه‌های اسکان موقت بررسی کرده است. با توجه به هدف، فرض اصلی مقاله بر این است که به دلیل کمبود چنین فضاهایی در صورت وقوع یک زلزله، شهر توانایی پاسخگویی و اسکان زلزله‌زدگان را در سطح وسیع

www.SID.ir

Archive of SID

دارا نیست و در صورت پذیرش فضاهای باز شهر به عنوان مکان‌هایی برای استقرار زلزله‌زدگان، پراکنش این مکان‌ها در شهر بهینه و متوازن نیست و بسیاری از این فضاها نمی‌توانند آنچنان که باید جوابگوی اسکان زلزله‌زدگان باشند.

روش‌ها

برای شناسایی اراضی مناسب برای احداث پایگاه‌های اسکان موقت ابتدا باید معیارها و فاکتورهای مؤثر و مهم در انتخاب مکان بهینه این پایگاه‌ها را شناسایی کرد. در این مقاله پس از مطالعات کتابخانه‌ای و استفاده از نظر کارشناسان مختلف در زمینه‌های برنامه‌ریزی شهری، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، مدیریت شهری و... ۷ معیار شناسایی و انتخاب شد از جمله: فاصله از مراکز خطرناک زلزله، سازگاری کاربری اراضی شهری، شیب، فاصله از مراکز عمده جمعیتی، دسترسی به شبکه معابر شهری، فاصله از مراکز امدادرسانی و بهداشتی و فاصله از مراکز امنیتی.

در انتخاب معیارها دقت کافی به عمل آمد تا بتوان یک دید جامع و سیستمی نسبت به انتخاب محل انجام داد.

واضح و مشخص است که نمی‌توان تمامی عوامل و معیارها را در یک درجه اهمیت در نظر گرفت. لذا، باید با استفاده از مدل‌های تحلیل تصمیم‌گیری معیارها را امتیازدهی کرد. در این خصوص تلفیقی از مدل‌های AHP-FUZZY & TOPSIS به عنوان مدل ارزش‌دهی معیارها انتخاب شد که مراحل محاسبه اوزان نهایی در بخش‌های بعدی به‌طور مفصل بحث خواهد شد. در مرحله بعد با تلفیق معیارهای ذکر شده و فازی‌سازی داده‌ها با استفاده از توابع تحلیل نرم‌افزار ARC GIS به همپوشانی لایه‌ها پرداخته شد که نتیجه آن استخراج نقشهٔ نهایی است که نشان‌دهنده اراضی مناسب برای احداث پایگاه‌های اسکان موقت است. با توجه به اینکه صرفاً اراضی و فضاهای باز شهری و در موارد محدودی سالن‌ها و فضاهای باز مربوط به کاربری‌های خدماتی از جمله کاربری ورزشی، پایانه‌های مسافربری و... قابلیت تبدیل به مکان‌های اسکان موقت را دارند، از میان پهنه‌ها و نواحی مناسب، مکان‌های مناسب از میان فضاهای باز انتخاب شد. در این مکان‌یابی، فضاهای باز نیز از نظر بهینه‌بودن طبقه بندی شد. لذا، عواملی از قبیل تناسب مساحت، ابعاد، سازگاری کاربری و مالکیت نیز در نظر گرفته شد؛ بدین‌صورت که اراضی بالای یک هکتار با ابعاد متناسب، رعایت سازگاری و مالکیت آن به عنوان اراضی مناسب انتخاب شدند. در بحث سازگاری، فضاهای سبز عمومی در اولویت و اراضی بایر با کاربری‌های مختلف در آخرین اولویت قرار گرفت. دلیل این اولویت‌بندی نیز مسائل حقوقی و اجرایی است. از نظر مالکیت نیز اراضی با مالکیت عمومی و دولتی به دلیل سهولت مالکیت و بهره‌برداری نسبت به اراضی خصوصی در اولویت قرار گرفت. در نهایت با رعایت نکات فوق مکان‌های مناسب برای احداث پایگاه‌های اسکان موقت به‌صورت دقیق با محدوده مشخص انتخاب شد.

www.SID.ir

Archive of SID

مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

روش AHP توسط ساعتی پیشنهاد شد (۹) که روشی انعطاف‌پذیر و کمّی برای انتخاب میان گزینه‌ها مبتنی بر عملکرد نسبی آنها نسبت به چند معیار مورد علاقه است (۱۰). AHP تصمیم‌گیری‌های پیچیده را از طریق یک ساختار گزینه‌ها در یک چارچوب سلسله مراتبی حل می‌کند، و اساس روش AHP مبتنی بر مقایسات زوجی یا دو به دویی آلترناتیوها و معیارهای تصمیم‌گیری است. کاربرد آن بر سه اصل استوار است: الف) برپایی یک ساختار و قالب رده‌ای برای مسئله؛ ب) برقراری ترجیحات از طریق مقایسات خروجی (به‌صورت نرخ نهایی جانشینی)؛ ج) برقراری سازگاری منطقی از اندازه‌گیری. AHP به‌طور گسترده برای حل مشکلات تصمیم‌گیری‌های پیچیده استفاده می‌شود (۱۱). همان‌گونه که در جدول شمارهٔ ۱ دیده می‌شود، پس از تعیین معیارها و تشکیل سلسله مراتب تصمیم‌گیری وزن هر معیار با استفاده از مقایسات زوجی با توجه به نظر کارشناسی به‌دست آمده است (جدول شمارهٔ ۲).

مدل تاپسیس فازی

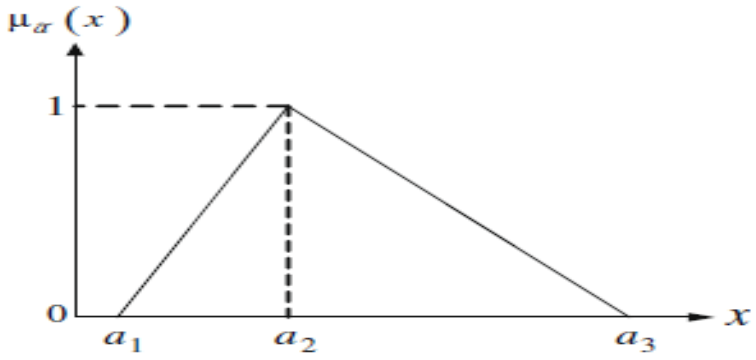
روش تاپسیس[1] ابتدا در سال ۱۹۸۱ به وسیله هانگ و یون[2] ارائه گردید. در این روش، که معیاری برای درجه‌بندی و اولویت‌بندی عوامل است، میزان فاصله یک عامل با عامل ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی سنجیده می‌شود. بهترین گزینه یا عامل باید نزدیک‌ترین عامل به ایده‌آل مثبت و دورترین عامل به ایده‌آل منفی باشد. به‌طور خلاصه عامل ایده‌آل مثبت از بهترین ارزش‌ها و عامل ایده‌آل منفی از بدترین ارزش‌ها تشکیل شده است (۱۲).

چن و همکاران در سال ۲۰۰۷ روش تاپسیس را بر اساس مجموعه فازی ارزش مقداری در تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری توسعه دادند، آنها این روش را در محیط تصمیم‌گیری گروهی بررسی کردند. در این تحقیق از اعداد مثلثی فازی استفاده شد.(۱۳) اعداد مثلثی اعدای هستند که به‌طور مستقیم برای تصمیم‌گیران استفاده می‌شود و محاسبه را آسان می‌کند. علاوه بر این، با استفاده از مدل‌سازی فازی مثلثی ثابت شده است که فرموله‌کردن مسائل، راهی مؤثر برای تصمیم‌گیری با اطلاعات در دسترسی که ذهنی و غیردقیق هستند می‌باشد (۱۴). در کاربردهای عملی، شکل مثلثی تابع عضویت اغلب به نمایندگی از اعداد فازی استفاده می‌شود (۱۵). در این پژوهش از اعداد فازی مثلثی در Fuzzy-TOPSIS استفاده شده است (طبق جدول‌های شمارهٔ ۲ و ۳). در شکل شمارهٔ ۱ عدد فازی مثلثی به صورت (a_1, a_2, a_3) نشان داده شده است.

[1].Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)
[2]. Hwang & Yoon

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شمارهٔ ۱: اعداد فازی مثلثی a

درجه عضویت هر کدام از این اعداد مطابق رابطهٔ ۱:

$$triangle(a_1,a_2,a_3)=\begin{cases}0 & x<a_1\\ \dfrac{x-a_1}{a_2-a_1} & a_1\le x\le a_2\\ \dfrac{a_3-x}{a_3-a_2} & a_2\le x\le a_3\\ 0 & x>a_3\end{cases} \qquad (1)$$

اگر $\tilde{a}(a_1,a_2,a_3)$ و $\tilde{b}(b_1,b_2,b_3)$ دو عدد مثلثی باشند، روابط ریاضی این دو عدد به‌صورت زیر ارائه می‌شود.

$$\tilde{a}(+)\tilde{b}=(a_1,a_2,a_3)(+)(b_1,b_2,b_3)=[(a_1+b_1),(a_2+b_2),(a_3+b_3)] \qquad (2)$$

$$\tilde{a}(-)\tilde{b}=(a_1,a_2,a_3)(-)(b_1,b_2,b_3)=[(a_1-b_1),(a_2-b_2),(a_3-b_3)] \qquad (3)$$

$$\tilde{a}(\times)\tilde{b}=(a_1,a_2,a_3)(\times)(b_1,b_2,b_3)=[(a_1\times b_1),(a_2\times b_2),(a_3\times b_3)] \qquad (4)$$

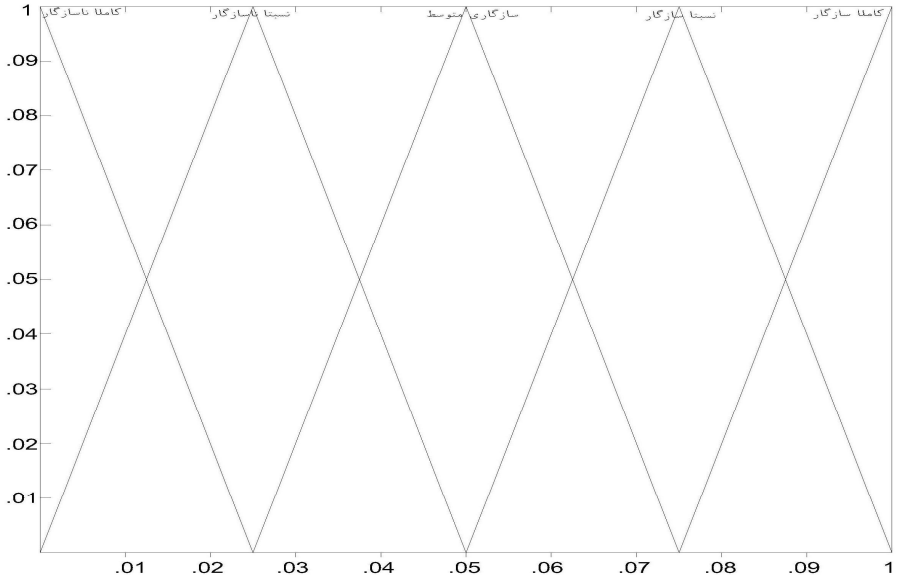
www.SID.ir

Archive of SID

$$\tilde{a}(\div)\tilde{b} = (a_1, a_2, a_3)(\div)(b_1, b_2, b_3) = [(a_1 \div b_1), (a_2 \div b_2), (a_3 \div b_3)] \qquad (5)$$

$$k\tilde{a} = (ka_1, ka_2, ka_3) \qquad (6)$$

طبق شکل شمارهٔ ۲، بُعد متغیرهای زبانی تبدیل به اعداد مثلثی شده است.



شکل شمارهٔ ۲: ارزش‌های زبانی برای متغیرهای زبانی

در این مرحله پس از تبدیل متغیرهای زبانی به اعداد مثلثی این اعداد را به وزن معیارهای مکان‌یابی که از طریق روش AHP با نظر کارشناسی به‌دست آمده است ضرب کرده تا وزن فازی به‌دست آید.

پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری با مؤلفه‌های عددی فازی در مرحله بعد با استفاده از روش تاپسیس فاصله هر یک از معیارهای مکان‌یابی از ایده‌آل مثبت و منفی به‌دست آمده است. لازم به ذکر است که برای هر معیار لایه‌های اطلاعاتی فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی ایجاد می‌شود و به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

اگر $W = (w_1, \ldots, w_m)$ بردار وزن معیارها با شرط $\sum_{j=1}^{m} W_j = 1$ باشد، که با استفاده از مقایسات زوجی به‌دست آمده است و T ماتریس تصمیم‌گیری برای مکان‌یابی پایگاه‌های اسکان موقت می‌باشد که در آن $\tilde{a}_{ij}$ عدد مثلثی است که ارجحیت طبقه iام معیار jام نسبت به باقی طبقات را بر اساس نظر کارشناسی نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

$$T = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1j} \\ \tilde{a}_{21} & \tilde{a}_{22} & \dots & \tilde{a}_{2j} \\ \vdots & \vdots & \dots \vdots & \vdots \\ \tilde{a}_{i1} & \tilde{a}_{i2} & \dots & \tilde{a}_{ij} \end{bmatrix} \qquad (7)$$

با ضرب W_j در هر کدام از مؤلفه‌های ستون jام ماتریس T بر اساس رابطهٔ ۸ ماتریس V با مؤلفه‌های $\tilde{v}_{ij} = (W_j(\times)\tilde{a}_{ij})$ شکل می‌گیرد. از آنجا که اعداد فازی مورد استفاده دارای یک مقیاس هستند نیازی به نرمالیزه کردن نیست.

رابطه‌های ۹ و ۱۰ به ترتیب بردار گزینه‌های ایده‌آل‌های مثبت و منفی ماتریس V را نشان می‌دهند.

$$A^{+} = (\tilde{v}_1^{\max}, \tilde{v}_2^{\max}, \dots, \tilde{v}_j^{\max}) \qquad (9)$$

$$A^{-} = (\tilde{v}_1^{\min}, \tilde{v}_2^{\min}, \dots, \tilde{v}_j^{\min}) \qquad (10)$$

با تفریق هر کدام از مؤلفه‌های ماتریس V از $\tilde{v}_j^{\max}$ رابطهٔ ۱۱ و تقسیم مجموعه مؤلفه‌های هر عدد فازی بر ۳ رابطهٔ ۱۲ به‌دست می‌آید. ماتریس فاصله از ایده‌آل مثبت ($D^+ = (d_{ij}^+)$) یعنی رابطه ۱۴ از رابطهٔ ۱۲ و ۱۳ حاصل می‌شود که در این رابطه‌ها d_{ij}^+ فاصله طبقه iام معیار jام از ایده‌آل مثبت jام است.

$$\tilde{d}_{ij}^{+} = \tilde{v}_j^{\max} (-) \tilde{v}_{ij} \qquad (12)$$

$$d_{ij}^{+} = \frac{d_{ij2}^{-} + d_{ij2}^{-} + d_{ij2}^{-}}{3} \qquad (13)$$

$$D^{+} = \begin{bmatrix} d_{11}^{+} = \frac{d_{11_2}^{+} + d_{11_2}^{+} + d_{11_2}^{+}}{3} & d_{12}^{+} & \dots & d_{1j}^{+} \\ d_{21}^{+} & d_{22}^{+} & \dots & d_{2j}^{+} \\ \vdots & \vdots & \dots \vdots & \vdots \\ d_{i1}^{+} & d_{i2}^{+} & \dots & d_{ij}^{+} \end{bmatrix} \qquad (14)$$

ماتریس فاصله از ایده‌آل منفی (D^-) یعنی رابطهٔ ۱۷ نیز از طریق رابطه‌های ۱۵ و۱۶ به‌دست می‌آید که در این رابطه‌ها d_{ij}^- فاصله طبقه iام معیار jام از ایده‌آل منفی jام است.

www.SID.ir

Archive of SID

$$\tilde{d}_{ij}^{-} = \tilde{v}_{ij}(-)\tilde{v}_{j}^{\min} \qquad (15)$$

$$d_{ij}^{-} = \frac{d_{iJ}^{\pm\,\tilde{d}_{1}}}{3} \qquad (16)$$

$$D^{-} = \begin{bmatrix} d_{11}^{-} = \dfrac{d_{11_{2}}^{\pm\,\tilde{d}_{112}}}{3} & d_{12}^{-} & \cdots & d_{1j}^{-} \\ d_{21}^{-} & d_{22}^{-} & \cdots & d_{2j}^{-} \\ \vdots & \vdots & \cdots\ \vdots & \vdots \\ d_{i1}^{-} & d_{i2}^{-} & \cdots & d_{ij}^{-} \end{bmatrix} \qquad (17)$$

نزدیکی نسبی هر گزینه نسبت به راه‌حل ایده‌آل (RCi) با استفاده از رابطهٔ ۱۸ به‌دست می‌آید. با تلفیق لایه‌های ایده‌آل مثبت و منفی در محیط GIS، لایه نهایی شکل می‌گیرد و اولویت‌بندی نهایی گزینه‌ها بر اساس آن انجام می‌شود. در این رابطه m تعداد معیارهاست.

$$RC_i = \frac{\sum_{j=1}^{m} d_{ij}^{-}}{\sum_{j=1}^{m} d_{ij}^{-} + \sum_{j=1}^{m} d_{ij}^{+}} \qquad (18)$$

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌ها

نتایج طرح ریز پهنه‌بندی خطر زلزله در شهر تبریز نشان می‌دهد که ۳۰ درصد اراضی محدودهٔ شهر و ۶۰ درصد اراضی محدودهٔ ساخته‌شدهٔ شهر به‌خصوص بخش‌های مرکزی و مهم در پهنه‌هایی با آسیب‌پذیری بالا قرار دارند و با توجه به جمعیت ۱۶۹۵۰۹۴ نفری شهر تبریز (۱۶)، ۷۶۲۷ هکتار زمین برای احداث پایگاه‌های اسکان موقت به‌صورت پراکنده در قسمت‌های مختلف شهر مورد نیاز است. از آنجا که صرفاً فضاهای باز و اندکی از کاربری‌ها از جمله سالن‌های ورزشی و اماکن عمومی از قبیل پایانه‌ها قابلیت تبدیل به پایگاه‌های اسکان موقت را دارند، با توجه به محاسبات انجام شده، ۹۱۸۷ هکتار از اراضی شهر قابلیت تبدیل به پایگاه‌های اسکان موقت را دارند که از این تعداد ۶/۳ درصد دارای سازگاری مناسب، ۴۵/۵ درصد سازگاری متوسط و بقیه اراضی تقریباً نامناسب و ناسازگار هستند. در خوش‌بینانه‌ترین حالت ۴۷۱۹ هکتار از اراضی شهر را می‌توان قابل تبدیل به مراکز اسکان موقت به حساب آورد که این مقدار زمین صرفاً ۶۲ درصد جمعیت شهر را پشتیبانی می‌کند. از طرفی با توجه به معیارهای ارزیابی و انتخاب محل مناسب برای احداث این پایگاه‌ها از جمله مساحت، ابعاد، کاربری و مالکیت از بین این اراضی، اراضی مناسب انتخاب شد که مساحت این اراضی مجموعاً ۱۵۱۵ هکتار است که از این میان، ۶ هکتار که شامل چهار پارک به نام‌های شقایق در محله ایده‌لو با مساحت ۲۱۹۸۱ متر مربع، چشم‌انداز در محله سیلاب با مساحت ۱۹۰۴۵ متر مربع، آزادگان در محله سرخاب به مساحت ۱۶۵۶۶ و یک پارک محلی در شهرک ارم با مساحت ۱۲۵۶۵ متر مربع است که به‌عنوان بهترین و سازگارترین اراضی با اولویت اول انتخاب شدند. لازم به ذکر است که هر چهار محلهٔ ذکر شده جزء محلات اسکان غیر رسمی شهر هستند و در پهنه‌بندی خطر زلزله جزء مناطق با خطر آسیب‌پذیری بسیار بالا به شمار می‌روند. طبق آخرین آمارهای سرشماری و استفاده از بلوک‌های آماری ۲۷۶۵۰۰ نفر در این قسمت از شهر زندگی می‌کنند که این مقدار زمین ۱۵۵۸ نفر و چیزی کمتر از ۵ هزارم درصد از جمعیت این بخش را می‌تواند پشتیبانی کند. ۱۷۰ هکتار از اراضی نیز به عنوان اراضی با سازگاری مناسب و با اولویت دوم و ۱۳۳۹ هکتار از اراضی با سازگاری متوسط و اولویت سوم انتخاب شدند که موقعیت مکانی آنها در نقشه شمارهٔ ۲ مشخص شده است. نکته قابل توجه عدم پراکنش و توزیع عادلانه فضاهای باز و عمومی قابلیت تبدیل به پایگاه‌های اسکان موقت است. به‌طوری که بیش از نیمی از جمعیت شهر در پهنه‌های آسیب‌پذیری بالای خطر زلزله زندگی می‌کنند؛ در حالی که سهم این مناطق از فضاهای باز کمتر از ۳۰ درصد است و مطمئناً این میزان فضای باز جوابگوی کل جمعیت آن نخواهد بود.

نتایج کلی حاکی از نبود تناسب بین میزان آسیب‌پذیری شهر در مقابل زلزله و فضاهای قابل تبدیل به پایگاه‌های اسکان موقت است که در صورت وقوع زلزله در شهر تبریز مسئولان مدیریت شهری با یک فاجعه غیرقابل جبران مواجه خواهند شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شمارهٔ ۱: ماتریس مقایسهٔ دوتایی معیارهای ارزیابی

معیار	فاصله از مراکز خطر زلزله	سازگاری کاربری اراضی	شیب زمین	فاصله از مراکز عمده جمعیتی	دسترسی به شبکهٔ معابر	فاصله از مراکز امدادی	فاصله از مراکز امنیتی
فاصله از مراکز خطر زلزله	۱	۲	۳	۳	۳	۵	۷
سازگاری کاربری اراضی	–	۱	۲	۳	۴	۵	۶
شیب زمین	–	–	۱	۲	۲	۴	۵
فاصله از مراکز عمده جمعیتی	–	–	–	۱	۲	۳	۴
دسترسی به شبکه معابر	–	–	–	–	۱	۴	۹
فاصله از مراکز امدادی	–	–	–	–	–	۱	۵
فاصله از مراکز امنیتی	–	–	–	–	–	–	۱

جدول شمارهٔ ۲: وزن معیارها با استفاده از مقایسهٔ زوجی با توجه به نظر کارشناسی

معیارها	فاصله از مراکز خطر زلزله	سازگاری کاربری اراضی	شیب زمین	فاصله از مراکز عمده جمعیتی	دسترسی به شبکه معابر	فاصله از مراکز امدادی	فاصله از مراکز امنیتی
وزن	.۳۰۷	.۲۴۶	.۱۵۰	.۱۱۱	.۱۰۹	.۰۵۱	.۰۲۵

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شمارهٔ ۳: محاسبه فاصلهٔ معیارها از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی

فاصله از مراکز خطر زلزله														
V*			d˜_ij^+			v-			d˜_ij^-					
a1	a2	a3	a1	a2	a3	a1	a2	a3	a1	a2	a3	D*	D-
0.23025	0.307	0.307	0	0	0	0	0	0.07675	0.23025	0.31	0.23025	0	0.255833
0.23025	0.307	0.307	0.07675	0.07675	0	0	0	0.07675	0.1535	0.23	0.23025	0.051167	0.204667
0.23025	0.307	0.307	0.1535	0.1535	0.07675	0	0	0.07675	0.07675	0.15	0.15350	0.127917	0.127917
0.23025	0.307	0.307	0.23025	0.23025	0.1535	0	0	0.07675	0	0.08	0.07675	0.204667	0.051167
0.23025	0.307	0.307	0.23025	0.307	0.23025	0	0	0.07675	0	0	0.00000	0.255833	0

سازگاری کاربری اراضی														
V*			d˜_ij^+			v-			d˜_ij^-					
a1	a2	a3	a1	a2	a3	a1	a2	a3	a1	a2	a3	D*	D-
0.1845	0.246	0.246	0	0	0	0	0	0.06150	0.1845	0.25	0.18450	0	0.205
0.1845	0.246	0.246	0.0615	0.0615	0	0	0	0.06150	0.123	0.18	0.18450	0.041	0.164
0.1845	0.246	0.246	0.123	0.123	0.0615	0	0	0.06150	0.0615	0.12	0.12300	0.1025	0.1025
0.1845	0.246	0.246	0.1845	0.1845	0.123	0	0	0.06150	0	0.06	0.06150	0.164	0.041
0.1845	0.246	0.246	0.1845	0.246	0.1845	0	0	0.06150	0	0	0.00000	0.205	0

www.SID.ir

Archive of SID

شیب

D-		$d\tilde{}_{ij}^{-}$				v^{-}			$d\tilde{}_{ij}^{+}$			V*		
	D*	a3	a2	a1		a3	a2	a1	a3	a2	a1	a3	a2	a1
0.125	0	0.11250	0.15	0.1125		0.03750	0	0	0	0	0	0.15	0.15	0.1125
0.1	0.025	0.11250	0.11	0.075		0.03750	0	0	0	0	0	0.15	0.15	0.1125
0.0625	0.0625	0.07500	0.08	0.0375		0.03750	0	0	0.0375	0.075	0.075	0.15	0.15	0.1125
0.025	0.1	0.03750	0.04	0		0.03750	0	0	0.075	0.1125	0.1125	0.15	0.15	0.1125
0	0.125	0.00000	0	0		0.03750	0	0	0.1125	0.15	0.1125	0.15	0.15	0.1125

فاصله از مراکز عمده جمعیتی

D-		$d\tilde{}_{ij}^{-}$				v^{-}			$d\tilde{}_{ij}^{+}$			V*		
	D*	a3	a2	a1		a3	a2	a1	a3	a2	a1	a3	a2	a1
0.0925	0	0.08325	0.11	0.08325		0.02775	0	0	0	0	0	0.111	0.111	0.08325
0.074	0.0185	0.08325	0.08	0.0555		0.02775	0	0	0	0.02775	0.02775	0.111	0.111	0.08325
0.04625	0.04625	0.05550	0.06	0.02775		0.02775	0	0	0.02775	0.0555	0.0555	0.111	0.111	0.08325
0.074	0.0185	0.02775	0.03	0		0.02775	0	0	0.0555	0.08325	0.08325	0.111	0.111	0.08325
0.0925	0	0.00000	0	0		0.02775	0	0	0.08325	0.111	0.111	0.111	0.111	0.08325

www.SID.ir

Archive of SID

دسترسی

V*			d˜_ij^+			v-			d˜_ij^-				
a1	a2	a3	a1	a2	a3	a1	a2	a3	a1	a2	a3	D*	D-
0.08175	0.109	0.109	0	0	0	0	0	0.02725	0.08175	0.11	0.08175	0	0.090833
0.08175	0.109	0.109	0.02725	0.02725	0	0	0	0.02725	0.0545	0.08	0.08175	0.018167	0.072667
0.08175	0.109	0.109	0.0545	0.0545	0.02725	0	0	0.02725	0.02725	0.05	0.05450	0.045417	0.045417
0.08175	0.109	0.109	0.08175	0.08175	0.0545	0	0	0.02725	0	0.03	0.02725	0.072667	0.018167
0.08175	0.109	0.109	0.08175	0.109	0.08175	0	0	0.02725	0	0	0.00000	0.090833	0

فاصله از مراکز امدادی

V*			d˜_ij^+			v-			d˜_ij^-				
a1	a2	a3	a1	a2	a3	a1	a2	a3	a1	a2	a3	D*	D-
0.03825	0.051	0.051	0	0	0	0	0	0.01275	0.03825	0.05	0.03825	0	0.0425
0.03825	0.051	0.051	0.01275	0.01275	0	0	0	0.01275	0.0255	0.04	0.03825	0.0085	0.034
0.03825	0.051	0.051	0.0255	0.0255	0.01275	0	0	0.01275	0.01275	0.03	0.02550	0.02125	0.02125
0.03825	0.051	0.051	0.03825	0.03825	0.0255	0	0	0.01275	0	0.01	0.01275	0.034	0.0085
0.03825	0.051	0.051	0.03825	0.051	0.03825	0	0	0.01275	0	0	0.00000	0.0425	0

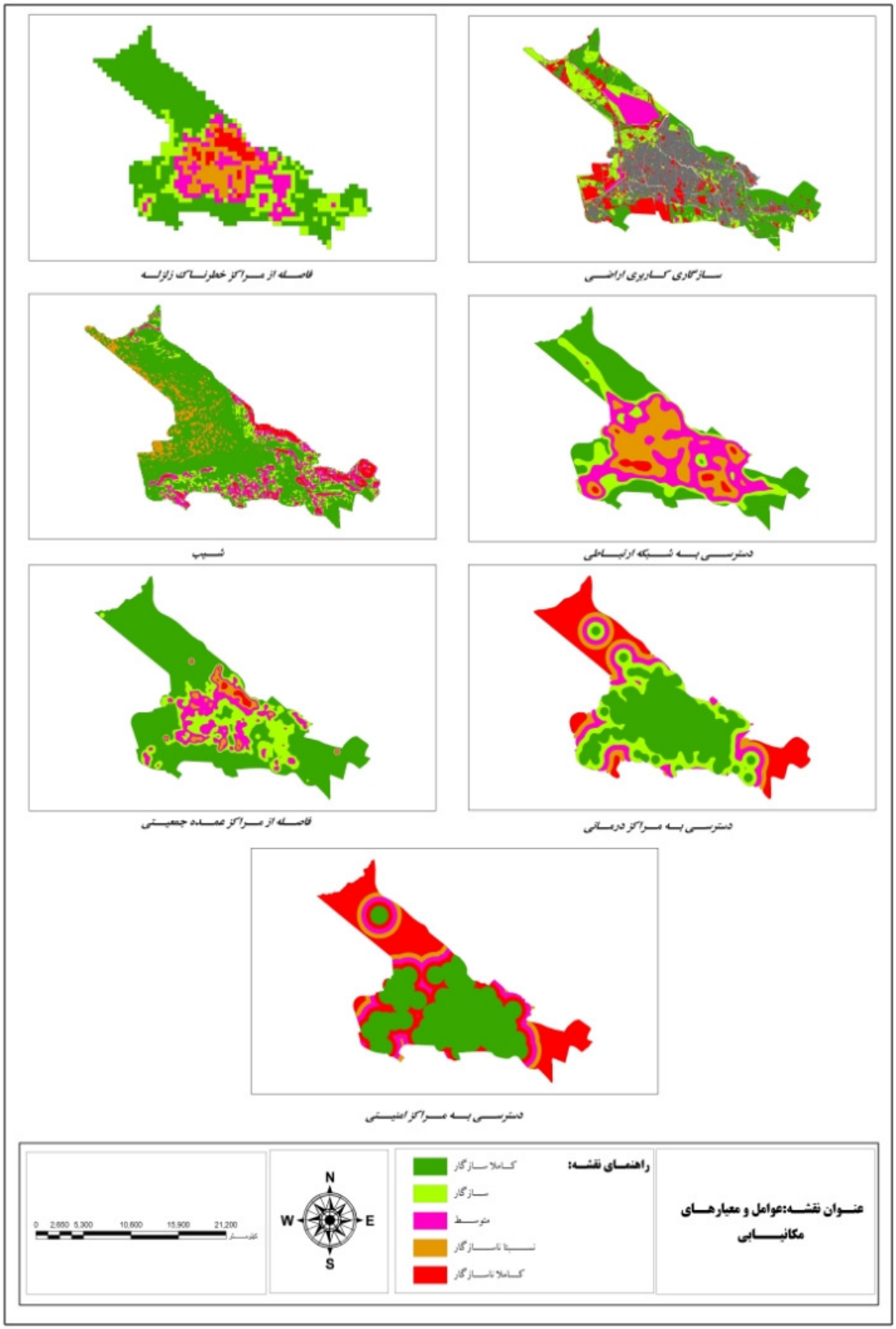
www.SID.ir

Archive of SID

فاصله از مراکز امنیتی													
V*			d̃_ij^+			v-			d̃_ij^-				
a1	a2	a3	a1	a2	a3	a1	a2	a3	a1	a2	a3	D*	D-
0.01875	0.025	0.025	0	0	0	0	0	0.00625	0.01875	0.03	0.01875	0	0.020833
0.01875	0.025	0.025	0.00625	0.00625	0	0	0	0.00625	0.0125	0.02	0.01875	0.004167	0.016667
0.01875	0.025	0.025	0.0125	0.0125	0.00625	0	0	0.00625	0.00625	0.01	0.01250	0.010417	0.010417
0.01875	0.025	0.025	0.01875	0.01875	0.0125	0	0	0.00625	0	0.01	0.00625	0.016667	0.004167
0.01875	0.025	0.025	0.01875	0.025	0.01875	0	0	0.00625	0	0	0.00000	0.020833	0

www.SID.ir

Archive of SID



نقشه شمارهٔ ۱: عوامل و معیارهای مؤثر در انتخاب مکان بهینه برای احداث پایگاه‌های اسکان موقت

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات انجام شده نشان‌دهندهٔ پتانسیل بالای لرزه‌خیزی و آسیب‌پذیری در شهر تبریز است. با توجه به اسکان بیش از ۴۰۰ هزار نفر در مناطق حاشیه‌نشین و بافت‌های فرسوده شهری، احتمال وقوع یک فاجعه انسانی در شهر تبریز به عنوان یکی از قطب‌های صنعتی و فرهنگی کشور قابل پیش‌بینی است. نتایج این پژوهش از یک سو بیانگر کمبود فضاهای مناسب برای اسکان موقت زلزله‌زدگان و از سوی دیگر، پراکنش غیرمنطقی و غیراصولی آنهاست. مساحت فضاهای کاملاً سازگار و مناسب ۷ هکتار، اراضی با سازگاری متوسط ۱۷۰ هکتار و اراضی با سازگاری نامناسب ۱۳۳۹ هکتار است که این میزان جوابگوی جمعیت ۱۶۹۵۰۹۴ نفری شهر تبریز نخواهد بود. از طرفی فضاهای موجود نیز از نظر مساحت و ابعاد در وضعیت مناسبی قرار ندارند و میانگین مساحت آنها ۲ هکتار است که برای قراردادن تجهیزات جانبی پایگاه‌های اسکان کافی نیست.

پیشنهادات

با توجه به عنوان تحقیق و نتایج به‌دست آمده، پیشنهادات زیر را می‌توان ارائه داد:

۱) توجه به مخاطرات طبیعی و شرایط لرزه‌خیزی شهرها حین تهیه طرح‌های توسعه شهری از قبیل طرح‌های جامع شهری توسط مشاوران طرح؛

۲) مکان‌یابی پایگاه‌های اسکان موقت بر اساس نیاز نواحی مختلف در مرحله تهیهٔ طرح‌های توسعه شهری؛

۳) استفاده از فنّاوری‌های نوین از جمله سیستم اطلاعات جغرافیایی و استانداردهای شهرسازی در مکان‌یابی و مطالعات پایگاه‌های اسکان موقت؛

۴) احداث پایگاه‌های اسکان موقت توسط نهادهای مسئول مدیریت شهری از قبیل شهرداری‌ها؛

۵) تجهیز پایگاه‌های اسکان موقت بر اساس استانداردهای مربوطه با مشارکت نهادهای امدادی از قبیل هلال‌احمر؛

۶) احداث باند فرود هلی‌کوپتر برای امدادرسانی هوایی در شرایط انسداد شبکه معابر؛

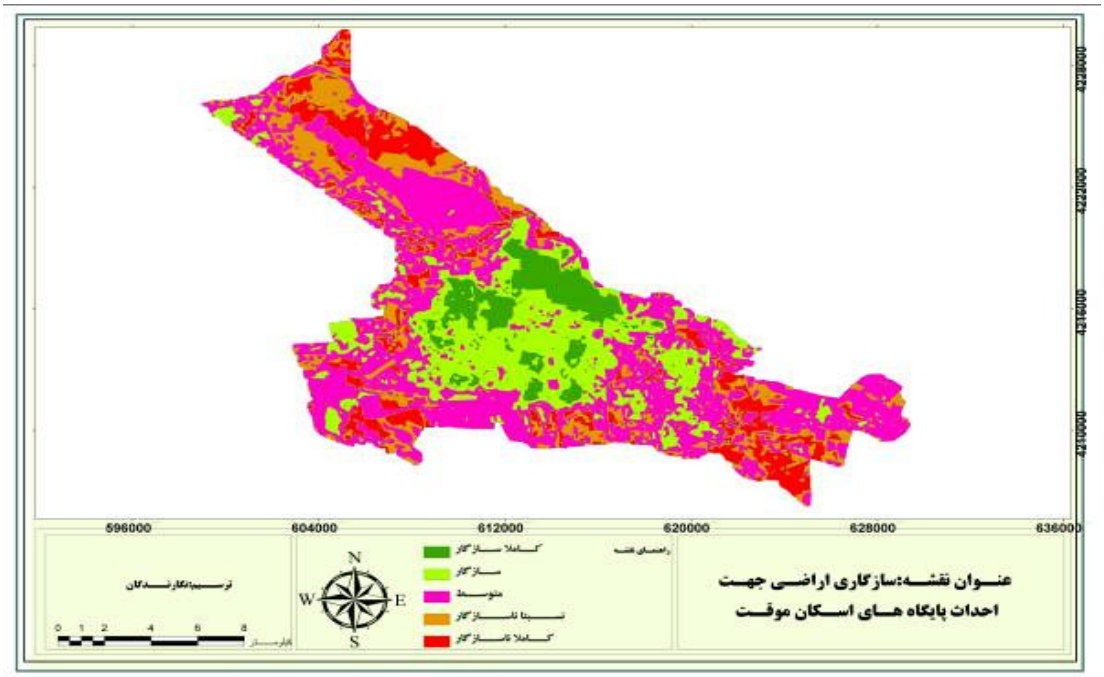
۷) تأمین و احداث فضاهای مورد نیاز و پیرامونی پایگاه‌های اسکان موقت از جمله مراکز امنیتی و مراکز ذخیره مواد غذایی؛

۸) تبدیل فضاهای اسکان موقت به فضاهای چند عملکردی از قبیل فضاهای سبز، ورزشی، تفریحی، و... برای جلوگیری از رکود این فضاها و استفاده بهینه از زمین؛

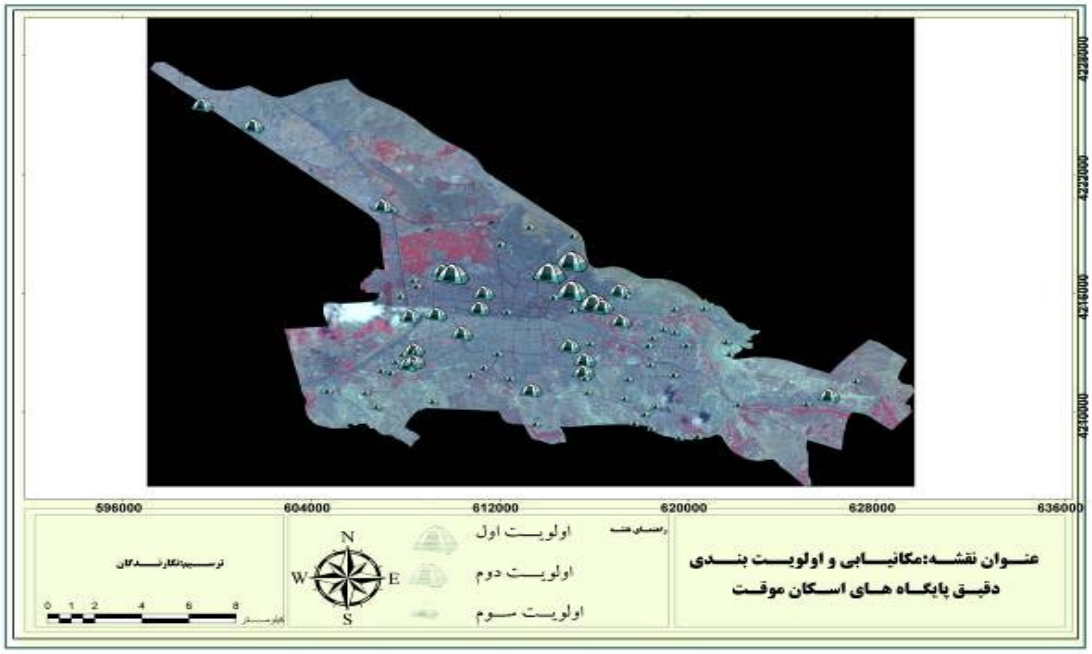
۹) طراحی و تجهیز فضاهای باز و سبز شهر، برای قابلیت تبدیل‌شدن به مراکز اسکان موقت در شرایط بحرانی.

www.SID.ir

Archive of SID



نقشه شمارهٔ ۲: سازگاری اراضی برای احداث پایگاه‌های اسکان موقت



نقشه شمارهٔ ۳ : مکان‌یابی و اولویت‌بندی دقیق پایگاه‌های اسکان موقت

www.SID.ir

Archive of SID

References

1- Karemisale M., *Urban planning Disaster Management*, 1st Disaster Management Conference, Tehran, 2006, [in Persian].

2- Disaster, *Payam e Helal, Journal of Iranian red crescent society*, 2006 - 12-121, [in Persian].

3- Gadiry M, *The Application of Urban Planning Method (land use) in Reducing Urban Vulnerability to Earthquake Hazard, Department Geography and Urban Planning*, Tarbiat Modarres University, 2002, [in Persian]

4- Building and Housing Research Center, 1999, [in Persian]

5- Mahmoudzadeh H., *Assessment and Zoning Degree of Physical Fitness in Tabriz Using GIS*, Geometrics 1385 Conference, 2006, [in Persian]

6- Zare M, *Earthquake Risk and Building in Tabriz Fault Zone and a Zone of Faulting Earthquake Faults of Iran, International Institute of Earthquake Engineering and Seismology*, 2001, 2-3, 46-57 [in Persian]

7- *Project of Seismic Micro zoning of Tabriz*, Tehran Padir Consulting Engineers, 2010, [in Persian]

8- *Undro, Guidelines for Disaster Prevention*, Vol. 1, Pre- Disaster Physical Planning of Human Settlements. 1976

9- Saaty, T. L., *The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority Setting,* Resource Allocation, McGraw-Hill, New York, NY, 1980

10- Linkov I., Satterstrom, F.K., Stevens, J., Ferguson, E., Pleus, R.C., Multi-criteria *Decision Analysis and Environmental Risk Assessment for Nanomaterials*. Journal of Nanoparticle Research 9, 543–554, 2007

11- Saleki M., Manochehre a, Ahar h, *Assessment and Seismic Zonation Tabriz Using Fuzzy Logic Using GIS, Eleventh Congress of Iranian Geographers*, Tehran, 2011, [in Persian].

12- Wang, Y. M., & Elhag, T. M. S., *FUZZY TOPSIS Method Based on Alpha Level Sets with an Application to Bridge Risk Assessment*, Expert Systems with Applications, Vol. 31, PP: 309–319, 2006

13- Chang, Y. H., Chung, H. Y., & Wang, S. Y. (2007). A survey and optimization-based evaluation of development strategies for the air cargo industry. International Journal of Production Economics, 106, 550–562.

14- Zimmerman, H. J., *FUZZY Sets Theory and its Applications,* Boston، Kluwer Academic Publisher, 1996

15- Xu, Z. S., & Chen, J. *An Interactive Method for FUZZY Multiple Attributes Group Sciences,* Vol. 177, PP: 248–263, 2007

16- Statistical Center of Iran, http://www.amar.org.ir

www.SID.ir