

زلزله جامع نبوده و هر یک از آنها به بررسی بخشی از مسائل آن پرداخته‌اند. لذا در این مقاله، تمامی معیارهای تعیین کننده در مکان‌یابی بیمارستان‌ها در شرایط عادی و بحران (زلزله) مشخص و سپس این معیارها با یکدیگر تلفیق و پهنه‌های مناسب برای استقرار این کاربری حساس و مهم تعیین شده‌اند. نتایج حاصل از این تلفیق با وضع موجود بیمارستان‌ها مقایسه و شرایط هر یک از بیمارستان‌ها برای رویارویی با زلزله مشخص شده است.

**روش‌ها:** این تحقیق از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش توصیفی-تحلیلی است. روش جمع‌آوری داده‌ها اسنادی و کتابخانه‌ای می‌باشد. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها برای وزن‌دهی به معیارها فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و ابزار تحلیل، GIS و نوار ابزار تحلیل فضایی است.

**یافته‌ها:** یافته‌های پژوهش شامل تعیین پهنه‌های مناسب برای استقرار بیمارستان‌های شهر تهران، با توجه به معیارهای هم‌جواری، مکانی و دسترسی در شرایط عادی و بحران و همچنین تحلیل بیمارستان‌ها براساس این پهنه‌ها می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان می‌دهد نزدیک به نیمی از بیمارستان‌های تهران در پهنه‌های نامناسب مکان‌یابی شده‌اند که در صورت عدم مقاوم سازی نمی‌توانند نقش حیاتی خود را در زمان بحران ایفا نمایند. بر این اساس، بیمارستان‌ها می‌بایست متناسب با وضعیت پهنه‌ای که در آن واقع شده‌اند، تجهیز و در برابر زلزله مقاوم گردند.

**کلمات کلیدی:** بیمارستان، مکان‌یابی، تحلیل فضایی، همجواری، زلزله.

## پهنه‌بندی شهر تهران به منظور استقرار پهنه بیمارستان‌ها در شرایط عادی و بحران (زلزله)

غزال عبداللهی<sup>۱</sup>، مهین نسترن<sup>۲</sup>، صفورا مختارزاده<sup>۳</sup>، محمود جمشیدی<sup>۴</sup>

۱- نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای دانشگاه هنر اصفهان.

[Email: ghazal.abdollahi@yahoo.com](mailto:ghazal.abdollahi@yahoo.com)

۲- دکترای جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، استادیار گروه شهرسازی دانشگاه هنر

۳- کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای دانشگاه هنر اصفهان.

۴- کارشناس ارشد آمار و کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی.

تاریخ وصول: ۹۰/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۶

### چکیده

**مقدمه:** در میان حوادث و بلایای طبیعی، زلزله، به دلیل غیرقابل پیش بینی بودن، یکی از مخرب‌ترین این بلایا به شمار می‌رود. شهر تهران با جمعیتی در حدود ۷/۸ میلیون نفر دارای توان لرزه‌ای بالا و با گسل‌های فعال و متعدد است. یکی از کاربری‌های مؤثر در کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله، بیمارستان‌ها می‌باشند. بیمارستان‌ها مشکلات متعددی در زمینه موقعیت و مکان قرارگیری‌شان دارند که می‌تواند در شرایط بحران نقش مهم و حیاتی این مراکز را کاهش دهد. تاکنون مطالعات انجام شده در ارتباط با بیمارستان‌ها در شرایط

## مقدمه

نقشه پهنه‌بندی خطر نسبی زمین‌لرزه در ایران (۱) نشان می‌دهد که بیشتر نقاط شهری و غیرشهری کشور در نواحی با خطر نسبی زیاد قرار گرفته‌اند. شهر تهران با جمعیتی در حدود ۷/۸ میلیون نفر و با همه پیچیدگی‌های یک کلانشهر در دامنه‌های کوه‌های البرز، که بخشی از پهنه کوه‌زایی آلپ-همالیا را تشکیل می‌دهد، قرار دارد. این پهنه دارای لرزه‌ای بالا و با گسل‌های فعال و متعدد است. براساس داده‌های زلزله‌های تاریخی، تهران متحمل چندین زلزله شدید با دوره‌های بازگشت ۱۵۰ سال شده است. بنابراین از آنجا که این شهر از سال ۱۲۰۹ خورشیدی تاکنون زلزله مصیبت‌باری را تجربه نکرده است، احتمال اینکه هر لحظه زلزله‌ای ویرانگر با قدرت بالای ۷ ریشتر در این شهر رخ دهد بسیار زیاد است. عامل اصلی وقوع زلزله در تهران وجود چهار گسل اصلی مشا، گسل شمال تهران، گسل شمال و جنوب ری می‌باشد (۲).

خطر زلزله تأسیسات مهمی چون بیمارستان‌ها، مدارس، پادگان‌ها، ادارات دولتی، هلال احمر و مراکز آتش‌نشانی و خطوط آب و گاز و برق را هم در معرض خطر قرار می‌دهد. آیین‌نامه طراحی ساختمان در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)، تعدادی از ساختمان‌ها را در ردیف با اهمیت خیلی زیاد قرار داده است. این ساختمان‌ها باید بتوانند پس از وقوع زلزله شدید قابلیت استفاده بی‌وقفه داشته باشند و خدمات‌رسانی خود را حفظ کنند. از جمله این ساختمان‌ها بیمارستان‌ها هستند.

بیمارستان‌ها می‌توانند در چارچوب یک سیستم منسجم مدیریت بحران و با شکل دادن یک شبکه از بیمارستان‌ها و مراکز اورژانسی هماهنگ، نقش مناسبی را در عملیات امداد و نجات بر عهده بگیرند. بیمارستان‌های تهران با مسائل متعددی از جمله

مشکلات کالبدی، هم‌جواری‌های ناسازگار با سایر کاربری‌ها و مکان نامناسب به لحاظ استقرار روبه‌رو می‌باشند. با توجه به اهمیت نقش بیمارستان‌ها در زمان وقوع زلزله، هریک از این مسائل می‌بایست به طور مفصل بررسی و از این راه مشکلات هر یک از بیمارستان‌های موجود تشخیص داده شود و پیشنهادهایی برای مکان‌های مناسب‌تر ارائه شود.

یکی از مهمترین مشکلات مطالعات پیشین در ارتباط با مکان‌یابی و مدیریت بحران در بیمارستان‌ها، عدم بررسی همه جانبه معیارهای مؤثر در شرایط عادی و بحران (زلزله) برای آنها می‌باشد. در هریک از تحقیق‌های انجام شده بر روی بیمارستان‌ها، فقط به یکی از ابعاد آنها پرداخته شده است و نگاه جامعی به تمامی مسائلی که بیمارستان‌ها در شرایط زلزله با آن مواجه می‌شوند وجود ندارد. برای نمونه، در زیر پژوهش‌های مرتبط با بیمارستان‌ها به صورت اجمالی شرح داده شده است:

- در پروژه ریز پهنه‌بندی لرزه‌ای تهران بزرگ توسط جایکا، بیمارستان‌ها بر اساس ۴ الگوی گسل‌های ری، شمال تهران، مشا و شناور تحلیل و بررسی شده‌اند. در این تحقیق تعداد تأسیسات آسیب‌دیده و نسبت آسیب‌های وارده به بیمارستان‌ها با توجه به هریک از مدل‌های فوق برآورد شده است (۲).

- محمد حسین وحیدنیا و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه مکان‌یابی بیمارستان‌ها توسط ابزار *AHP Fuzzy*، پنج معیار فاصله از دسترسی‌های اصلی، مدت زمان سفر به بیمارستان‌ها، آلودگی محیط زیست، قیمت زمین و تراکم جمعیت را برای مکان‌یابی بیمارستان‌ها در نظر گرفته‌اند و به وسیله ابزار یاد شده این پنج معیار را با یکدیگر تلفیق کرده‌اند. نتایج این تحقیق، مکان‌های مناسبی که هر پنج معیار یاد شده را دارا باشد، مشخص می‌کند (۳).

در شرایط عادی و بحران ایفای نقش نمایند. در این تحقیق، ابتدا، معیارهایی که بتواند به صورت جامع به تمامی مسائل بیمارستان‌ها در شرایط عادی و بحران (زلزله) پاسخ دهد انتخاب شده‌اند و سپس نحوه تلفیق این معیارها برای رسیدن به خروجی مورد نظر شرح داده شده است و در نهایت وضعیت بیمارستان‌های موجود بر اساس مکان‌های بهینه تعیین شده، ارزیابی شده‌اند. بنابراین این مقاله شامل سه مرحله اصلی زیر می‌باشد:

- تعیین معیارهای مناسب، برای تعیین مکان‌های مناسب به منظور استقرار بیمارستان‌ها در شرایط عادی و بحران (زلزله)

- تلفیق معیارها و تعیین مکان‌های بهینه

- تحلیل بیمارستان‌های موجود بر اساس خروجی به دست آمده از تلفیق معیارها

تعیین معیارها و تلفیق آنها در بخش روش و نتایج مربوط به تحلیل بیمارستان‌ها در بخش یافته‌ها آورده شده است. در انتها نتایج مهم و پیشنهاداتی در خصوص یافته‌های به دست آمده، ارائه شده است.

### روش‌ها

این تحقیق از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش توصیفی - تحلیلی است. همچنین روش جمع‌آوری داده‌ها، اسنادی و کتابخانه‌ای می‌باشد. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها برای وزن‌دهی به معیارها، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و ابزار تحلیل، GIS و نوار ابزار تحلیل فضایی<sup>۱</sup> است.

فرآیند پهنه‌بندی شهر تهران بر اساس بحران زلزله، شامل دو بخش اصلی: ۱- تعیین معیارهای مناسب برای استقرار بیمارستان‌ها و ۲- تلفیق این معیارها می‌باشد. با

- روح‌الله زابلی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای وضعیت ریسک در بخش‌های مختلف بیمارستان‌های شهر تهران را بررسی کرده‌اند که در این مطالعه فقط به معیارهای مدیریتی بیمارستان‌ها توجه شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که مدیریت بیمارستان برای توسعه کیفی درمان می‌بایست به مدیریت ریسک توجه ویژه‌ای نشان دهد (۴).

- شهرام توفیقی و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه آسیب‌پذیری سازمانی و مدیریت بخش‌های بستری در مواجهه با بحران به سه عنصر آسیب‌پذیری ساختاری، غیرساختاری و مدیریتی توجه کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بیمارستان‌های مورد مطالعه (بیمارستان‌های علوم پزشکی شهر تهران) از نظر آسیب‌پذیری در وضعیت مطلوبی قرار دارند. عملکرد مدیریت بحران آنها متوسط و ظرفیت پذیرش بخش‌های بحرانی و سیستم‌های اطلاعاتی و سیستم مدیریت بحران نامطلوب می‌باشد. وضعیت آموزش کارکنان، تسهیلات و ملزومات بیمارستان‌ها در سطح متوسط ارزیابی شده است (۵).

- محمد عرب (۱۳۸۸) در طرح تحقیقاتی خود با عنوان «بررسی میزان کمی و کیفی آمادگی بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی تهران برای مقابله با خطر زلزله در سال ۱۳۸۵» اشاره می‌کند که نتایج حاصله حاکی از آن است که میزان آگاهی کلی مدیران بیمارستان‌ها (۴۷/۵۲ درصد)، میزان عملکرد کلی آنان (۵۶/۶۹ درصد) و نیز میزان آمادگی کلی بیمارستان‌های تحت مدیریت آنان در مقابل خطر زلزله (۴۹/۵۴ درصد) در حیطه‌های مورد بررسی بسیار پایین است (۶).

با توجه به توضیحات فوق هدف این پژوهش بررسی تمامی مسائل مهم در تعیین مکان بهینه برای استقرار بیمارستان‌ها است؛ به طوری که بتواند به خوبی

<sup>۱</sup> Spatial Analysis

ناسازگار از یکدیگر است (۸). بر اساس این اصل هم‌جواری‌های بیمارستان‌ها در شرایط عادی و زلزله با سایر کاربری‌ها می‌بایست تحلیل و بررسی شود. (ج) اصل کارایی: کارایی یک کاربری به معنی عملکرد مناسب آن کاربری است. یکی از عوامل با اهمیت در بالا رفتن کارایی یک بیمارستان به ویژه در زمان زلزله، توانایی آن در ارائه خدمات درمانی در کوتاه‌ترین زمان به اطراف خود است. یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در تحقق این امر، دسترسی به بیمارستان‌ها می‌باشد.

با توجه به این توضیحات، معیارهای تعیین شده برای ارزیابی بیمارستان‌ها در شرایط وقوع زلزله در سه دسته معیارهای مکانی، هم‌جواری و دسترسی تقسیم‌بندی شده‌اند. از آنجاکه این ارزیابی برای هر دو شرایط عادی و بحران صورت پذیرفته است، معیارهای مکانی و هم‌جواری در هر دو شرایط بررسی شده‌اند. با توجه به اینکه هم‌جواری‌های بیمارستان‌ها می‌توانند تأثیرات مثبت یا منفی بر روی خطر احتمالی بیمارستان‌ها بگذارند، این معیارها به دو دسته هم‌جواری‌های سازگار و ناسازگار تقسیم می‌شوند. بنابراین در یک جمع‌بندی، معیارها به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند:

- معیارهای مکانی در شرایط عادی
  - معیارهای مکانی در شرایط بحران
  - معیارهای هم‌جواری سازگار در شرایط عادی
  - معیارهای هم‌جواری ناسازگار در شرایط عادی
  - معیارهای هم‌جواری سازگار در شرایط بحران
  - معیارهای هم‌جواری ناسازگار در شرایط بحران
  - معیارهای دسترسی
- هر یک از معیارهای فوق شامل زیرمعیارهایی می‌باشد. تعیین این زیر معیارها با توجه به ویژگی‌های بیمارستان‌ها و نقشی که در زمان بحران می‌بایست، ایفا کنند، تعیین می‌شود. در منابع متعدد معیارهای متنوعی

توجه به اینکه هدف این پروژه بررسی جامع بیمارستان‌ها در شرایط عادی و بحران (زلزله) است، معیارهای تعیین شده نیز می‌بایست واجد این شرایط باشد. بر این اساس، در بخش تعیین معیارها، عوامل مهم و مؤثر در انتخاب مکان بیمارستان‌ها در شرایط عادی و بحران زلزله شرح داده شده و با توجه به این عوامل، معیارها تعیین شده‌اند. در بخش تلفیق، معیارها به داده‌های ورودی در محیط GIS تبدیل و با استفاده از نوار ابزار تحلیل فضایی این لایه‌ها تلفیق شده‌اند. در ادامه روش تعیین معیارها و تلفیق آنها به تفصیل شرح داده شده است:

#### الف. تعیین معیارهای مناسب برای تحلیل بیمارستان‌ها

در این بخش معیارهای مورد نیاز برای تحلیل همه‌جانبه بیمارستان‌ها تعیین می‌شود. برای رسیدن به این امر، ابتدا می‌بایست اصولی که بر اساس آن می‌توان تحلیل همه‌جانبه را تحقق بخشید، مشخص و سپس معیارها را با توجه به این اصول تدوین کرد. تحلیل و ارزیابی بیمارستان‌ها بر اساس سه اصل مهم صورت پذیرفته است: اصل ایمنی، اصل سازگاری و اصل کارایی. به تبع از این اصول، معیارهای مکانی و هم‌جواری و دسترسی و نیز زیر معیارهایی برای این معیارها تعریف شده است. این اصول به صورت زیر تعریف می‌شود:

الف) اصل ایمنی: منظور از ایمنی امن بودن محل در برابر خطر ناشی از بحران است که می‌تواند در خود محل حادث شود و یا در اثر وقوع آنها اطراف محل را متأثر سازد (۷). برای تأمین این ایمنی، مکان استقرار بیمارستان‌ها می‌بایست محلی امن باشد و کمترین خطر را متوجه بیمارستان‌ها نماید.

ب) اصل سازگاری: یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، مکان‌یابی برای کاربری‌های گوناگون در سطح شهر و جداسازی کاربری‌های

برای تحلیل بیمارستان‌ها در زمان زلزله آورده شده است. در این بخش، از این منابع برای تعیین زیرمعیارها استفاده شده است. در جداول شماره ۱ و ۲، آورده شده است.

جدول شماره ۱: معیارهای همجواری تعیین پهنه‌های مناسب برای استقرار بیمارستان‌ها در شرایط عادی و بحران

معیارها	زیر معیارها	ضرورت و اهمیت معیارها	استاندارد	نوع
همجواری سازگار در شرایط عادی	مراکز خدمات پزشکی و دارویی	به منظور تشکیل شبکه درمانی - اورژانسی لازم است بیمارستان‌ها با مراکز خدمات پزشکی و دارویی همجواری مناسب داشته باشند	نزدیک‌ترین فاصله از بیمارستان	نگارنده
	تأسیسات حیاتی	تأسیسات حیاتی تأمین‌کننده نیازهای اولیه بیمارستان‌ها هستند، از این رو بیمارستان‌ها می‌باید در مکانی استقرار یابند که دسترسی مناسبی به آنها داشته باشند	آب گاز برق	نگارنده
همجواری سازگار در شرایط بحران	فضاهای سبز و باز	فضای سبز و باز از یک طرف شرایط مناسبی برای بیماران ایجاد می‌کند و از طرف دیگر در شرایط وقوع زلزله، می‌تواند مکان مناسبی برای اسکان موقت زلزله‌زدگان باشد	۱۰۰ متر	نگارنده
	پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران	با توجه به اینکه یکی از مراکز اسکان آسیب‌دیدگان مراکز پشتیبانی مدیریت بحران می‌باشد، نزدیکی بیمارستان به این مراکز ضروری می‌باشد.	۵۰۰ متر	نگارنده
	تجهیزات شهری (آتش نشانی)	از آنجا که آتش‌نشانی یکی از مراکز بسیار با اهمیت در شرایط بحران زلزله تلقی می‌شود؛ همجواری این کاربری با بیمارستان تأثیر بسزایی در بهبود عملکرد آن در شرایط پس از زلزله دارد.	۲-۵ کیلومتر	(۵)
همجواری‌های ناسازگار در شرایط عادی	تأسیسات حیاتی (آب و گاز)	در شرایط بحران (زلزله)، بیمارستان‌ها می‌بایست دسترسی به تأسیسات حیاتی داشته باشند.		
	کاربری خطرناک	مکان بیمارستان‌ها برای جلوگیری از تبعات کاربری‌های خطرناک در زمان زلزله مانند آتش‌سوزی، می‌بایست از این کاربری‌ها حتی-الامکان به دور باشد.	۲۰۰ متر	(۶)
	تأسیسات خطرناک	پمپ بنزین این تأسیسات می‌توانند منشأ حوادث ناگواری چون انفجار، آتش‌سوزی، نشر آلودگی و ... باشند و همجواری آنها با بیمارستان-ها می‌تواند خطر زیادی در پی داشته باشد. از این رو بیمارستان‌ها می‌بایست در فاصله مناسبی از آنها قرار گیرد	۲۰۰ متر	(۱۱)
	فاصله مناسب از مراکز پرتراکم ...	با توجه به آلودگی مراکز پرتراکم، بیمارستان‌ها می‌بایست در مکان‌هایی قرار گیرند که از این مناطق دور باشند	۲۰ متر از هر طرف	(۱۲)
همجواری ناسازگار در شرایط بحران	گسل‌های اصلی	بیمارستان‌ها برای کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله می‌بایست در خارج از حریم در نظر گرفته شده برای گسل‌های شهر تهران، استقرار یابند.	۳۰۰ متر	(۱۳)
	گسل‌های فرعی		۲۰۰ متر	
	تأسیسات خطرناک	مکان بیمارستان‌ها برای جلوگیری از تبعات کاربری‌های خطرناک در زمان زلزله مانند آتش‌سوزی، می‌بایست از این کاربری‌ها حتی-الامکان به دور باشد.	۲۰۰ متر	(۱۱)
	کاربری خطرناک		۲۰۰ متر	(۱۰)

جدول شماره ۲: معیارهای مکانی و دسترسی تعیین پهنه‌های مناسب برای استقرار بیمارستان‌ها در شرایط عادی و بحران

معیارها	زیر معیارها	ضرورت و اهمیت معیارها	استاندارد	ن
مکانی در شرایط عادی	زمین‌های بایر و قابل تخریب با حداقل متراژ تعیین شده	زمین‌های بایر، هم دارای زیرساخت‌های شهری برای ساختن بیمارستان هستند و هم تغییر کاربری در آنها در صورت عدم مغایرت با قانون آسان‌تر خواهد بود.		۳۱
	زمین‌هایی با قابلیت توسعه آتی	مکان بیمارستان باید دارای فضاهای مناسب برای توسعه فضاهای داخلی بیمارستان باشد و در طول زمان نیز پاسخگوی نیازهای رشد جمعیت باشد.		
	قرارگیری در مکان‌هایی با سطح آب زیرزمینی پایین	بیمارستان‌ها به علت وجود آلودگی‌های فراوان در فاضلابهایشان، باید در مکانی با عمق آب زیرزمینی بالا استقرار یابند تا این فاضلاب‌ها در آب زیر زمینی نفوذ نکند.	عمق ۲۰ متر	۳۲
مکانی در شرایط بحران	قرارگیری در مکان‌هایی با شیب مناسب	قرارگیری روی شیب تند، باعث شدت یافتن نیروهای زلزله و در نتیجه مسدود شدن جزئی یا کامل مسیرها می‌شود. از این رو لازم است بیمارستان‌ها در زمین‌هایی با شیب مناسب استقرار یابند	۳-۶ در صد	۳۳
	قرارگیری در بافت کم تراکم و درشت دانه و دارای فضای باز بیشتر	قرارگیری بیمارستان‌ها در بافت‌های کم تراکم باعث می‌شود که تخریب ناشی از فروریزش ساختمان‌های بلند بر ساختمان بیمارستان حداقل گردد. همچنین پایین بودن احتمال انسداد معابر در این بافت‌ها دسترسی به بیمارستان‌ها را راحت‌تر می‌کند.		
معیارهای دسترسی	مسیرهای پشتیبان سازمان مدیریت بحران	معیار دسترسی مربوط به شرایط ارتباطی بیمارستان با سایر مکان‌ها می‌باشد. این ارتباط علاوه بر شرایط عادی می‌بایست قادر به پاسخگویی به شرایط بحران نیز باشد. سازمان مدیریت بحران، مسیرهای پشتیبانی را تعریف کرده که در شرایط بحران می‌توانند بیشترین عملکرد را داشته باشند.		۳۴

فضایی صورت پذیرفته است. علت استفاده از تحلیل فضایی این است که این نوار ابزار امکان تحلیل مکان‌ها بر اساس معیارهای متفاوت به صورت جداگانه و تلفیق آنها با یکدیگر را فراهم می‌آورد. بر این اساس

ب. تلفیق معیارهای تعیین شده برای تحلیل بیمارستان‌ها  
تلفیق معیارهای در نظر گرفته شده برای پهنه‌بندی شهر تهران، در نرم‌افزار GIS و توسط نوار ابزار تحلیل

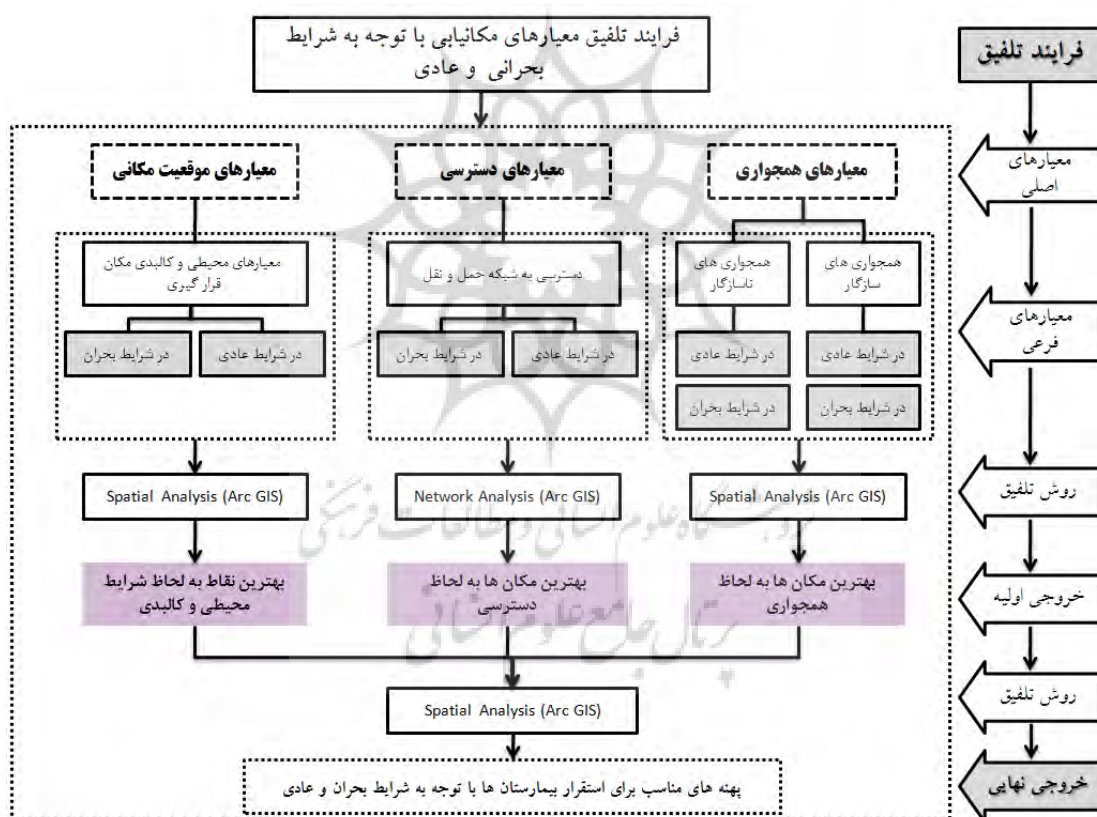
معیارهای تحلیل شده  
- تلفیق لایه‌های تحلیل شده بر اساس وزن  
معیارهای مختلف

معیارهای مورد استفاده در این پژوهش در سه دسته معیارهای مکانی، هم‌جواری و دسترسی تقسیم‌بندی شده‌اند. بر این اساس، فرآیند شرح داده شده در فوق برای هر یک از معیارها به صورت جداگانه صورت پذیرفته است. این تحلیل‌ها ابتدا به صورت جداگانه بوده و سپس نتایج حاصل از آنها با یکدیگر ترکیب شده و در نهایت شهر تهران بر اساس این سه معیار برای استقرار بیمارستان‌ها پهنه‌بندی شده است. نحوه انجام این فرآیند در نمودار شماره ۱ آورده شده است.

در این تحلیل، ابتدا معیارها با توجه به استانداردهای تعیین شده برای آنها تحلیل و سپس لایه‌های اطلاعاتی بر مبنای تحلیل معیارها ارزیابی می‌شوند. پس از این لایه‌های اطلاعاتی بر اساس میزان اهمیتشان برای هدف مورد نظر (در این پژوهش، تحلیل مکان بیمارستان‌ها می‌باشد) با یکدیگر تلفیق می‌شوند. نتیجه حاصل از این تلفیق به ما نشان می‌دهد که در مجموع با در نظر گرفتن کل معیارها، هر یک از مکان‌های شهر تهران برای استقرار بیمارستان‌ها چه شرایطی دارند. با توجه به این توضیحات، مراحل صورت گرفته در این مرحله به صورت زیر می‌باشد:

- تحلیل معیارها بر اساس استانداردهای تعیین شده برای آنها
- تحلیل بستر قرارگیری بیمارستان‌ها بر اساس

نمودار شماره ۱: فرآیند تلفیق معیارهای تعیین پهنه‌های مناسب برای استقرار بیمارستان‌ها



مأخذ: نگارندگان

## ۱. تحلیل معیارها بر اساس استانداردهای تعیین شده برای آنها

در این مرحله هریک از معیارها بر اساس ویژگی‌شان برای استقرار بیمارستان‌ها مناسب یا نامناسب تشخیص داده می‌شوند. تحلیل صورت گرفته بر روی معیارها با استفاده از استانداردها صورت می‌پذیرد. بر این اساس، برای هریک از معیارها، استانداردهایی برای استقرار مناسب بیمارستان‌ها در نظر گرفته و سپس وضع موجود با این استانداردها سنجیده شده است. این سنجش در مرحله اول به صورت کیفی می‌باشد؛ یعنی هریک از معیارها بر اساس نسبتی که با استاندارد در نظر گرفته شده برای آنها دارند، مناسب یا نامناسب تشخیص داده می‌شوند. در مرحله بعد این تحلیل‌های کیفی می‌بایست به تحلیل‌های کمی تبدیل شوند. روش مورد استفاده برای تبدیل تحلیل‌های کیفی به تحلیل‌های کمی، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) می‌باشد. بر این اساس، معیارهای مکانی، بر اساس ویژگی‌هایشان و معیارهای هم‌جواری و دسترسی، بر اساس فاصله‌شان از استاندارد تعیین شده برای آنها امتیازبندی شده‌اند (استاندارد تعیین شده برای هریک از معیارها در مبانی نظری شرح داده شده است). با انجام این فرآیند، هریک از مکان‌های شهر تهران واجد امتیازی می‌شوند که این امتیاز، نشانگر وضعیت آن مکان برای استقرار بیمارستان‌ها می‌باشد.

## ۲. تحلیل بستر قرارگیری بیمارستان‌ها بر اساس معیارهای تحلیل شده

در این مرحله، مکان‌ها بر اساس سه معیار اصلی دسترسی، مکانی و هم‌جواری تحلیل می‌شوند. بر این اساس امتیازهای به دست آمده در مرحله قبل بر اساس ویژگی محل مورد نظر یا بر اساس دوری و نزدیکی به معیارهای هم‌جواری و دسترسی، به هریک از مکان‌های شهر تهران داده می‌شود. برای این کار، لایه‌های

وکتوری موجود در محیط GIS (که بر اساس معیارهای تعیین شده می‌باشد) می‌بایست به لایه‌های رستری تبدیل شوند. علت این تبدیل در این است که لایه‌های رستری از مجموعه‌ای از پیکسل‌ها تشکیل شده که هریک از آنها می‌توانند دربرگیرنده یک عدد باشند یا به بیان دیگر، کمی شوند. بر این اساس، در این مرحله لایه‌های وکتوری به رستری تبدیل می‌شوند تا از این طریق بتوان امتیازهای تعیین شده برای هریک از مکان‌ها را بر اساس عملیات مرحله قبل به آن داد.

## ۳. تلفیق لایه‌های تحلیل شده بر اساس وزن معیارهای مختلف

در این مرحله، لایه‌های رستری که در مرحله قبل امتیازبندی شده‌اند با یکدیگر تلفیق می‌شوند. منظور از تلفیق این است که لایه‌های به دست آمده بر اساس هریک از معیارها، با توجه به میزان اهمیتشان نسبت به یکدیگر با یکدیگر تجمیع شوند. برای تعیین میزان اهمیت هریک از معیارها و زیر معیارهای آنها وزنی برای آنها تعیین می‌شود که این وزن اهمیت آنها را در نسبت با یکدیگر نشان می‌دهد. وزن معیارها از طریق فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) به دست آمده است. با استفاده از این روش معیارها و زیر معیارها با یکدیگر به صورت دودویی مقایسه و ابتدا به صورت کیفی تحلیل می‌شوند؛ سپس این تحلیل‌های کیفی با انجام مراحل به تحلیل‌های کمی تبدیل می‌شوند. در این پژوهش ابتدا معیارهای اصلی شامل دسترسی، هم‌جواری و مکانی با یکدیگر به صورت دودویی مقایسه و وزن آنها نسبت به یکدیگر تعیین شده است و سپس زیرمعیارهای هر یک از این معیارهای کلی با یکدیگر مقایسه دودویی شده و وزن هر یک از آنها به دست آمده است. وزن حاصل شده برای هریک از معیارها و زیرمعیارها در جدول شماره ۳ آورده شده است.



جدول شماره ۳: امتیاز معیارهای اصلی، معیارهای فرعی و زیرمعیارها نسبت به یکدیگر در فرآیند تلفیق آنها

وزن معیارهای اصلی	وزن معیارهای فرعی نسبت به هم	وزن زیر معیارها نسبت به هم	زیر معیارها	معیارهای فرعی	معیارهای اصلی
۰/۳	۰/۴	۰/۶۳	مراکز خدمات پزشکی و دارویی	همجواری	همجواری
		۰/۲۹	آب	سازگار در شرایط عادی	
			گاز	تأسیسات حیاتی	
	۰/۳۳	۰/۰۸	فضاهای سبز و باز	همجواری	
		۰/۴۸	کاربری خطرناک	عادی	
		۰/۳۴	پمپ بنزین	های	
	خطوط انتقال برق فشار بالا		ناسازگار در شرایط عادی		
	۰/۳	۰/۱۸	فاصله مناسب از مراکز پرتراکم ...	ناسازگار در شرایط عادی	
			پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران	همجواری	
	۰/۶۷	۰/۴	۰/۲۲	تجهیزات شهری ( آتش نشانی)	
۰/۱۱			تأسیسات حیاتی ( آب و گاز )	همجواری	
۰/۶		۰/۶۶	گسل‌های اصلی	پهنه‌های خطر	همجواری
		۰/۱۹	گسل‌های فرعی	طبیعی زلزله	ناسازگار در شرایط بحران
			۰/۱۵	تأسیسات خطرناک	شرایط بحران
۰/۳		۰/۴	۰/۶۷	زمینهای بایر و قابل تخریب با حداقل مترهاژ تعیین شده	مکانی در شرایط عادی
			۰/۱۱	زمین‌هایی با قابلیت توسعه آتی	مکانی
	۰/۶	قرارگیری در مکان‌هایی با سطح آب زیرزمینی پایین		قرارگیری در شرایط بحران	
		۰/۴۴	قرارگیری در مکان‌هایی با شیب مناسب	قرارگیری در بافت کم تراکم و درشت دانه و دارای فضای باز بیشتر	مکانی در شرایط بحران
۰/۴		مسیرهای پشتیبان سازمان مدیریت بحران	معیارهای دسترسی	دسترسی	

مأخذ : نگارندگان

باشند. این نتایج در نقشه‌های شماره ۱ تا ۴ آورده شده است.

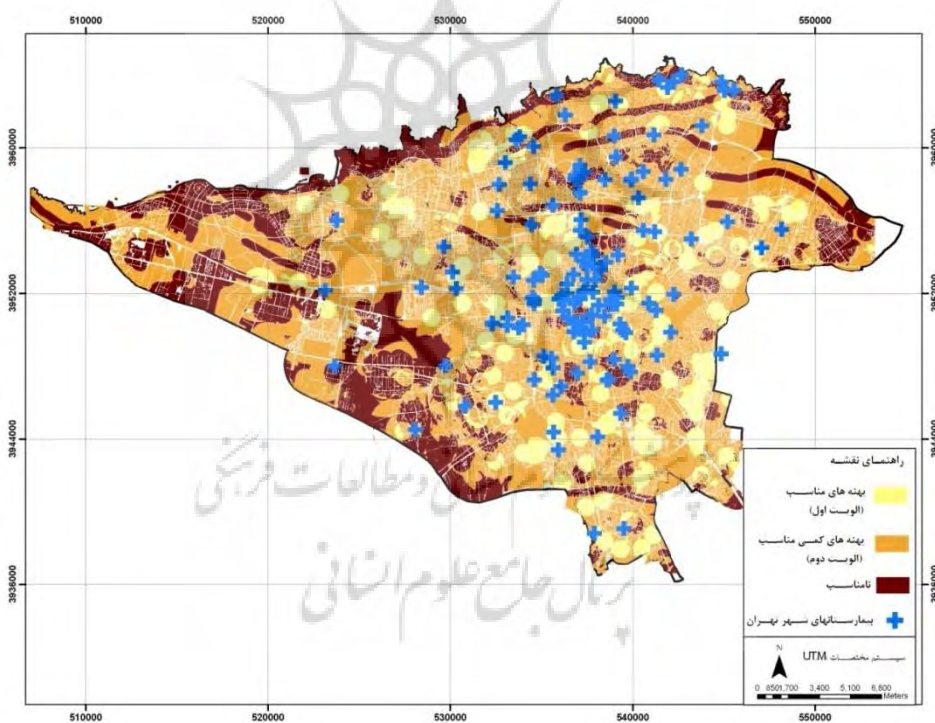
- پهنه‌بندی شهر تهران برای استقرار بیمارستان‌ها بر اساس معیارهای همجواری
- پهنه‌بندی شهر تهران برای استقرار بیمارستان‌ها بر اساس معیارهای مکانی
- پهنه‌بندی شهر تهران برای استقرار بیمارستان‌ها بر اساس معیار دسترسی
- پهنه‌بندی شهر تهران برای استقرار بیمارستان‌ها بر اساس ترکیب کل معیارها (همجواری، مکانی و دسترسی)
- تحلیل بیمارستان‌های موجود بر اساس پهنه بندی نهایی

پس از مشخص شدن وزن هریک از این زیرمعیارها و معیارهای کلی، ابتدا زیر معیارها با هم تلفیق می‌شوند و پهنه‌های مناسب بر اساس هر یک از معیارهای مکانی، هم‌جواری و دسترسی به صورت مجزا مشخص می‌شود؛ سپس با توجه به وزن هر یک از این معیارهای کلی، پهنه‌های به دست آمده با یکدیگر جمع می‌شوند و پهنه‌های مناسب برای استقرار بیمارستان‌ها بر اساس شرایط عادی و بحران به دست می‌آید.

### یافته‌ها

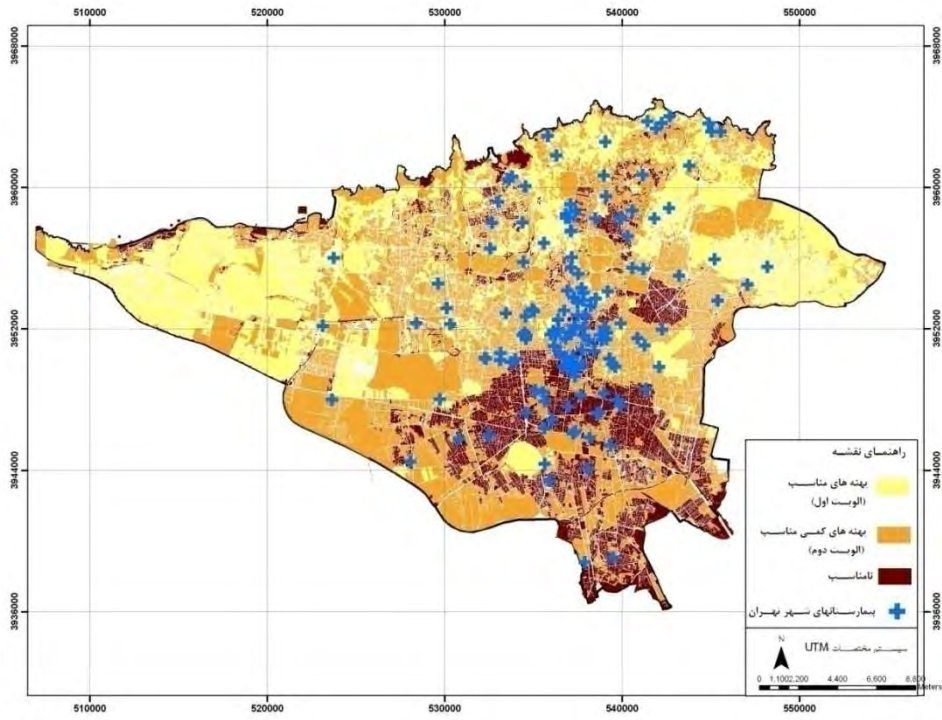
نتایج حاصل از تحلیل‌های انجام شده روی اطلاعات در چهار بخش اصلی زیر قابل تقسیم می-

نقشه شماره ۱: پهنه‌بندی شهر تهران برای استقرار بیمارستان‌ها بر اساس معیارهای همجواری



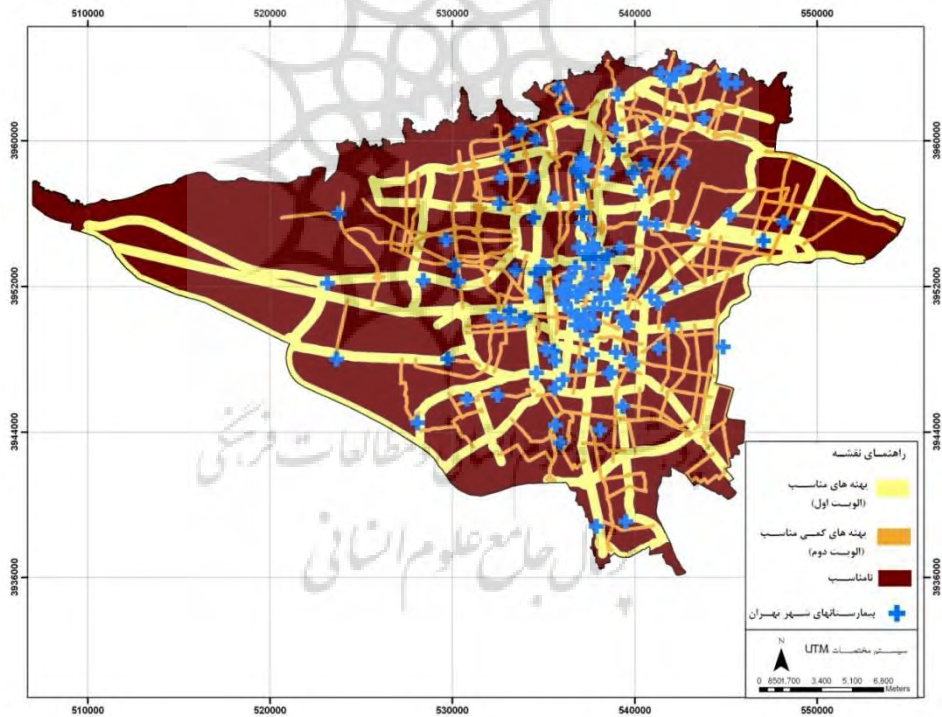
مأخذ: نگارندگان

نقشه شماره ۲: پهنه‌بندی شهر تهران برای استقرار بیمارستان‌ها بر اساس معیارهای مکانی



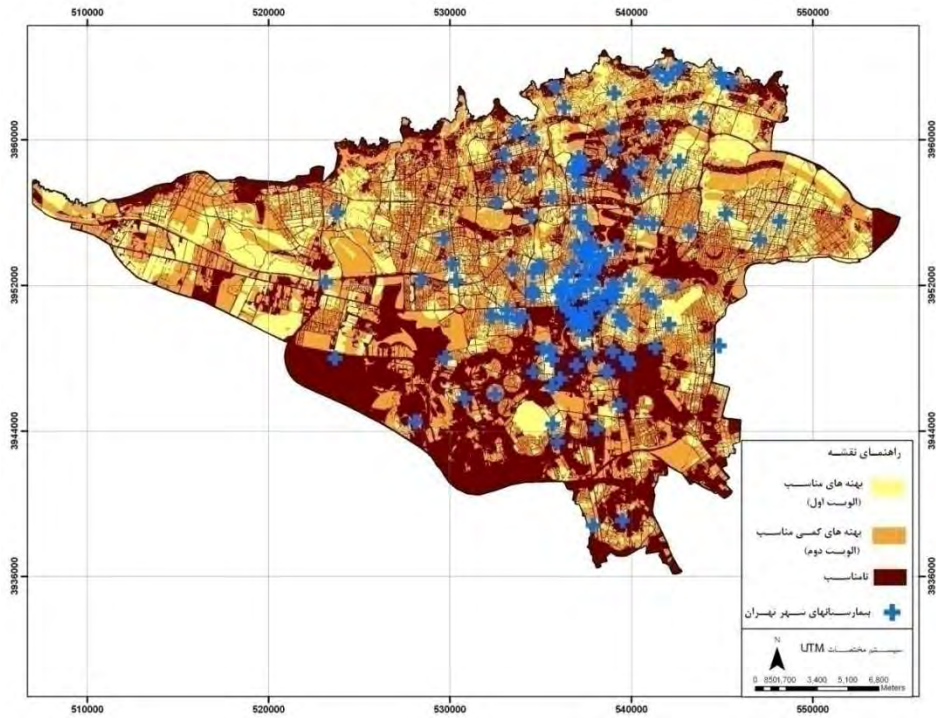
مأخذ نگارندگان

نقشه شماره ۳: پهنه‌بندی شهر تهران برای استقرار بیمارستان‌ها بر اساس معیار دسترسی



مأخذ: نگارندگان

نقشه شماره ۴: پهنه‌بندی شهر تهران برای استقرار بیمارستان‌ها بر اساس ترکیب سه معیار همجواری، مکانی و دسترسی



مأخذ: نگارندگان

پس از تعیین پهنه‌ها بر اساس معیارهای هم‌جواری، مکانی، دسترسی و تلفیق آنها، در این مرحله، شرایط هر یک از بیمارستان‌ها بر اساس این پهنه‌ها سنجیده و وضعیت هر بیمارستان بر اساس معیارها به صورت جداگانه و در کل مشخص شده است. نتایج به دست آمده در این بخش در جدول شماره ۴ نشان داده شده است.

جدول شماره ۴: وضعیت بیمارستان‌های موجود تهران در پهنه‌های تعیین شده بر اساس معیارهای همجواری، مکانی،

دسترسی و ترکیب آنها

تعداد بیمارستان‌های موجود تهران	موقعیت بیمارستان‌ها		موقعیت بیمارستان‌ها		تعداد	انواع پهنه بندی
	موقعیت	موقعیت	موقعیت	موقعیت		
	بیمارستان‌ها در پهنه‌های نامناسب	در پهنه‌های کمی مناسب (اولویت دوم)	بیمارستان‌ها در پهنه‌های مناسب (اولویت اول)	در پهنه‌های مناسب (اولویت اول)		
	تعداد	درصد	تعداد	درصد		
۱۴۶	۳۱	٪۲۱	۶۶	٪۴۵	۴۹	پهنه‌بندی براساس معیار اصلی همجواری
۱۴۶	۵۷	٪۳۹	۷۳	٪۵۰	۱۶	پهنه‌بندی براساس معیار اصلی مکانی
۱۴۶	۵۳	٪۳۶	۳۲	٪۲۲	۶۱	پهنه‌بندی براساس معیار اصلی دسترسی
۱۴۶	۵۹	٪۴۰	۵۰	٪۳۴	۳۷	پهنه‌بندی نهایی بر اساس تلفیق سه معیار همجواری، مکانی و دسترسی

مأخذ: نگارندگان

## بحث و نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از مرحله قبل، تمامی بیمارستان‌های موجود شهر تهران بر روی پهنه‌ها تحلیل شده قرار گرفتند تا وضعیت بیمارستان‌ها بر اساس همجواری‌های سازگار و ناسازگار، شرایط محیطی و کالبدی مکان استقرار و شرایط دسترسی به شبکه امن شهر تهران بررسی شود. همچنین وضعیت بیمارستان‌ها بر اساس پهنه‌های به دست آمده از تلفیق معیارهای همجواری، مکانی و دسترسی نیز بررسی شد تا مشخص شود چه تعداد از بیمارستان‌ها در شرایط بحران در صورت بی‌توجهی به استانداردهای لازم نمی‌توانند نقش حیاتی خود را ایفا کنند.

بر اساس تحلیل‌های انجام شده در جدول شماره ۴، تعداد و درصد بیمارستان‌های مستقر در هر یک از اولویت‌های تعیین شده برای هر یک از معیارهای اصلی همجواری، مکانی و دسترسی به‌طور مجزا و همچنین ترکیب این سه معیار نشان داده شده است. با توجه به این نتایج، نزدیک به نیمی از بیمارستان‌های شهر تهران (۴۰ درصد) با توجه به پهنه‌بندی شهر تهران بر اساس سه معیار ترکیب شده، در پهنه نامناسب قرار می‌گیرند و فقط یک چهارم این بیمارستان‌ها (۲۵ درصد) در پهنه‌های مناسب استقرار یافته‌اند. این امر نشان می‌دهد که در مکان‌یابی بیمارستان‌های تهران به معیارهای معرفی شده در این تحقیق به‌طور جدی توجه نشده است و در شرایط بحران فقط یک چهارم آنها می‌توانند نقش حیاتی خود را در کاهش صدمات جانی و امداد و نجات آسیب دیدگان ایفا کنند.

نتایج پروژه ریز پهنه‌بندی لرزه‌ای تهران بزرگ توسط جایکا (۱۳۸۰) در ارتباط بیمارستان‌ها نشان می‌دهد که به‌طور متوسط ۳۰ درصد بیمارستان‌ها در سطح شهر تهران در اثر زلزله آسیب می‌بینند. در این

تحقیق معیارهای بررسی بیمارستان‌ها، سناریوهای مختلف زلزله و مقاومت ساختمان‌ها در برابر زلزله می‌باشد. مقایسه نتایج این پروژه با تحقیق حاضر نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن معیارهای دیگر علاوه بر گسل‌های اصلی در تحلیل بیمارستان‌ها، تعداد بیشتری از آنها در زمان زلزله دچار آسیب خواهند شد. علاوه بر این، نتایج حاصل از تحقیق محمد عرب (۱۳۸۸) نشان می‌دهد که میزان آگاهی کلی مدیران بیمارستان‌ها (۴۷/۵۲ درصد)، میزان عملکرد کلی آنان (۵۶/۶۹ درصد) و نیز میزان آمادگی کلی بیمارستان‌های تحت مدیریت آنان در مقابل خطر زلزله (۴۹/۵۴ درصد) در حیطه‌های مورد بررسی، بسیار پایین است. نتایج این پروژه به نتایج مقاله حاضر نزدیک است و در هر دو مورد نتیجه‌گیری شده است که بیش از نیمی از بیمارستان‌ها در زمان زلزله مقاومت بالایی ندارند و کارایی آنها در شرایط بحران پایین است. بنابراین تجهیز و استانداردسازی بیمارستان‌های موجود شهر تهران و همچنین مکان‌یابی صحیح این کاربری‌های حساس به‌طوری که در شرایط بحران و عادی بتوانند به خوبی ایفای نقش کنند، امری ضروری و با اهمیت است.

نتایج اصلی زیر که بر اساس دنبال کردن اهداف این مقاله به دست آمده‌اند، قابل توجه است:

۱- برای مکان‌یابی مناسب بیمارستان‌ها به‌طوری که بتوانند در شرایط بحران و عادی ایفای نقش کنند، تعیین معیارهایی که بتواند به نیازهای دسترسی، مکانی و همجواری بیمارستان‌ها در زمان بحران و در شرایط عادی پاسخ دهد، ضروری است. نتایج حاصل از تلفیق معیارهای مکانی، همجواری و دسترسی برای استقرار بیمارستان‌ها در شهر تهران، پهنه‌های مناسب برای استقرار بیمارستان‌ها و اولویت‌بندی مکان استقرار آنها است. این نقشه می‌تواند به انتخاب بهینه مکان استقرار

یکی از حیاتی‌ترین کاربری‌ها در زمان بحران کمک کند.

۲- همچنین با توجه به نتایج حاصل از بررسی وضعیت استقرار بیمارستان‌های موجود در پهنه‌های به‌دست آمده، مکان استقرار تعداد زیادی از بیمارستان‌های موجود با پهنه‌های مناسب برای استقرار بیمارستان‌ها هماهنگی ندارد. بنابراین تعداد زیادی از بیمارستان‌های تهران در مکان نامناسبی واقع شده‌اند که این امر می‌تواند مسبب خطر بیشماری در هنگام زلزله احتمالی شهر تهران شود.

### پیشنهادها

با توجه به نتایج تحقیق پیشنهاد می‌شود:

۱- بیمارستان‌های جدید در مکان‌هایی که برای استقرار بیمارستان‌ها مناسب ارزیابی شده‌اند، قرار بگیرند. این امر باعث می‌شود تا از بسیاری تلفات

جانی و مالی کاسته شود و همچنین بیمارستان‌ها بتوانند در زمان بحران خدمات رسانی مناسب داشته باشند.

۲- تحلیل جامعی بر روی بیمارستان‌های موجود به لحاظ استقامت سازه صورت گیرد و متناسب با مکان‌یابی انجام شده در این تحقیق میزان آسیب‌پذیری هریک از آنها در صورت وقوع زمین لرزه مورد ارزیابی قرار گیرد.

۳- معیارهای این تحقیق می‌تواند به صورت Multi-Hazard تعریف شود تا در صورت بروز هر گونه بحران (زلزله، سیل، جنگ و ...) بیمارستان‌های مکان‌یابی شده بتوانند نقش حیاتی خود را به بهترین نحو ایفا نمایند.

۴- بر اساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق و همچنین بررسی امکانات و تجهیزات بیمارستان‌ها می‌توان به سطح‌بندی بیمارستان‌ها در زمان بحران برای ارائه خدمات اقدام و بیمارستان‌ها را بر اساس سطح قرار گرفته شده، تجهیز کرد.



## References

- 1- International institute of earthquake engineering and seismology, 2005, seismic Hazard Map of Iran, [http://www.iiees.ac.ir/iiees/bank/seis\\_risk.html](http://www.iiees.ac.ir/iiees/bank/seis_risk.html). Accessed 2012/1/10
- 2- JICA (Japan International Cooperation Agency), The Seismic micro zoning project in Tehran, section 4,5, 2001.[In Persian]
- 3- Vahidnia M, Alesheikh A, AliMohammadi A. Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives. *Journal of Environmental Management*, 2009; Volume 90, Issue 10, [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- 4- Zaboli R, Karamali M, Salem M, Rafaati H. The assessment of management risk in deferent division of Tehran Hospitals. *Journal of military physics*, 2010; Vol 12, Number4.[In Persian]
- 5- Zaboli R, Tofighi SH, Seyedin S.H, et al. Organization vulnerability and management of clinical division against crises, *journal of special nurse*, 2009; Vol2 , Number 3. [In Persian]
- 6- Arab M, Hosseini Shokoh M, Rahimi A, et al. The preparedness of Hospitals under coverage of Iran University of Medical Sciences and Health Services against earthquake, *Journal of School Health and Health Research Institute*, 2008; Volume 6, Number 3,4. [In Persian]
- 7- Eslami A, International conference of crises management against natural disasters. Relief and settle centers site selection (Case study: Region one of Tehran Municipality), 2006. [In Persian]
- 8- Saaidinia A, City land use (green book), Tehran: The country' municipalities organization, 1399. [In Persian]
- 9- Hosseini M, et al, Crisis Management, Tehran: Tehran disasters mitigation and management organization, 2007. [In Persian]
- 10- Criterion of establishment of industries, environmental protection agency, approved in 1999
- 11- Safety recommendations and warnings about the stations fuel, <http://125.tehran.ir/LinkClick.aspx?fileticket=hz7g6qA0BWo%3D&tabid=112&mid=663> Accessed January 3, 2012. [In Persian]
- 12- Decree of airlines, electric power transmission distribution Privacy, approved in September 25, 1399 [In Persian]
- 13- Comprehensive plan of Tehran. [In Persian]



## ***Zoning of Tehran city in order to establish hospitals in normal and crisis circumstances (earthquake)***

***Corresponding author: Ghazal Abdollahi, MA student in urban and regional planning, Isfahan Art University, Iran Email: [ghazal.abdollahi@yahoo.com](mailto:ghazal.abdollahi@yahoo.com)***

***Mahin Nastaran, PhD in Geography and Urban Planning, Department of Urban Planning, University of the Arts, Iran***

***Safura Mokhtarzadeh, MA of Urban and Regional Planning Program the Isfahan Art University, Iran***

***Mahmoud Jamshidi, MA of Statistics Master of Geography and Planning, Iran***

***Received: ۲۰۱۱-۱۱-۱۱***

***Accepted: ۲۰۱۲-۰۵-۰۶***

### ***Abstract***

#### ***Introduction:***

*Earthquake is the most destructive disaster among all nature disasters due to its unpredictability. Tehran, with a population of ۷/۸ million people, has high seismic potential with many active faults. Hospitals are one of the most effective land uses in decreasing damages caused by earthquake. Hospitals have so many problems with their locations. Inappropriate locations reduce the efficiency of the hospitals in critical conditions. The studies conducted in hospitals about earthquake situations were not comprehensive up to now and each of them investigates the hospitals from one point. So in this research, the indexes for assessing the hospitals were codified comprehensively and then they were integrated with each other. At the end, the results were compared with the current status of hospitals; the situations of each hospital were specified to cope with earthquake.*

#### ***Methods:***

*In this descriptive and analytical study, data was collected by library and collection of archives and documents. Data was analyzed by Analysis Hierarchical Process (AHP) to weight the criteria using GIS and Spatial Analysis extension for combination of criteria.*

#### ***Findings:***

*According to the results, the most adequate places for Tehran hospitals are adjacent, accessibility and spatial points in normal and crisis situations based on the mentioned zones.*

#### ***Conclusion:***

*The results show that more than half of Tehran hospitals has placed in inappropriate zones. If hospitals don't become resistance, they cannot play their vital role in critical conditions. So, the hospitals must be equipped regarding their problems in adjacent or accessibility or location.*

***Keywords:*** hospital, locate, spatial analysis, adjacent, earthquake