نشریه علمی علوم و فنون نقشه‌برداری، دوره ۱۲، شماره ۴، صفحه ۹۱ تا ۱۰۶، خرداد ماه ۱۴۰۲- مقاله پژوهشی

توسعه رویکردی برای ایجاد نقشه عدالت مکانی سلامت شهری و اعتبارسنجی از طریق اطلاعات مکانی داوطلبانه (مطالعه موردی: منطقه ۶ کلانشهر تهران)

زینب نیسانی سامانی*[۱]، علی اصغر آل شیخ[۲]، ایمان زندی[۳]

[۱] دانشجوی دکتری سیستم‌های اطلاعات مکانی، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
zeinab.neisani@email.kntu.ac.ir

[۲] استاد، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
alesheikh@kntu.ac.ir

[۳] دانشجوی دکتری سیستم‌های اطلاعات مکانی، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی، دانشکدگان فنی، دانشگاه تهران
imanzandi.dgh@ut.ac.ir

(تاریخ دریافت: اردیبهشت ماه ۱۴۰۲، تاریخ تصویب: خرداد ماه ۱۴۰۲)

چکیده

عدالت مکانی سلامت شهری (USEH) ارتباط نزدیکی با استانداردهای کیفیت زندگی و سطح توسعه یافتگی شهری دارد. ارزیابی آن در عملکرد وضعیت بهداشت عمومی و برنامه ریزی شهری بسیار اهمیت دارد. هدف این پژوهش توسعه رویکردی برای تهیه و ارزیابی نقشه USEH با استفاده از دو مجموعه داده شامل اطلاعات مکان مرجع و اطلاعات مکانی داوطلبانه (VGI) می‌باشد. تا دقت نقشه‌های حاصل از هر دو نوع مجموعه داده مشخص شود. این پژوهش در منطقه ۶ کلانشهر تهران انجام شده‌است. در این تحقیق، ابتدا معیارهای موثر بر میزان USEH تعیین گردید. نقشه معیارها با تحلیل‌های مکانی و تصمیم‌گیری چند معیاره و نقشه نهایی USEH با تلفیق نقشه معیارها تهیه شد. به منظور اعتبارسنجی نقشه تهیه شده، مجددا نقشه USEH براساس اطلاعات VGI ارائه‌شده توسط شهروندان تولید گردید و با نقشه حاصل از داده‌های مرجع مورد مقایسه قرار گرفت. میزان USEH برای شهروندان در ۵ سطح، از بسیار مناسب تا بسیار نامناسب طبقه‌بندی شده‌است. براساس نقشه USEH بدست‌آمده از داده‌های مرجع، تقریباً ۶۲ درصد از منطقه مورد مطالعه دارای عدالت مکانی مناسب یا بسیار مناسب بوده‌است. مقایسه نقشه حاصل از VGI با نقشه مرجع، میزان ۷۲ درصد مطابقت را نشان داد. تعیین و ارزیابی USEH برای مناطق مختلف با استفاده از روش‌ها و فناوری‌های نوین یک گام اصلی جهت کمک به تصمیم‌گیران حوزه سلامت به منظور مدیریت و تخصیص منابع می‌باشد. انتظار می‌رود نتایج تحقیق حاضر به عنوان یک معیار مهم جهت تصمیم‌گیری در حوزه سلامت و افزایش عدالت مکانی در برخورداری شهروندان از امکانات و مولفه‌های سلامت مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: عدالت مکانی سلامت شهری، اطلاعات مکانی داوطلبانه، سیستم استنتاج فازی، تصمیم‌گیری چند معیاره، خدمات درمانی.

* نویسنده رابط

۱- مقدمه

عدالت در دسترسی شهروندان به خدمات بهداشتی و درمانی از اهداف اصلی در سیاست‌های بهداشت عمومی و برنامه‌ریزی شهری است [۱] که در سال‌های اخیر نیز در سیاست‌های سلامت کشورهای درحال توسعه بسیار مورد توجه قرار گرفته‌است [۲]. مراقبت‌های بهداشتی و توزیع منابع در این حوزه به اهداف تعیین شده در سیاست‌های سلامت وابسته است [۳, ۴]. در واقع تخصیص منابع باید به گونه‌ای باشد که همواره سلامت و رفاه عمومی جامعه به طور مناسب برقرارباشد [۵]. در این راستا بسیاری از کشورها تفاوت‌های نظام‌مند و ناعادلانه‌ای را تجربه می‌کنند که به آن‌ها نابرابری‌های سلامت گویند [۴]. درک عوامل مهمی مانند دسترسی به موقع به خدمات بهداشت و درمان گامی اساسی برای دستیابی به عدالت مکانی سلامت است [۶]. طبق مطالعات انجام شده، علاوه بر تعیین موقعیت مکانی مناسب مراکز درمانی و بهداشتی به منظور دسترسی شهروندان به آنها، معیارهای دیگری مانند تراکم و توزیع مراکز درمانی و بهداشتی [۲]، و آلودگی هوا [۷, ۸] نیز باید در نظر گرفته شود [۹]. در این راستا استفاده از روش‌های مبتنی بر سیستم اطلاعات مکانی[۱] و تحلیل‌های مکانی نتایج موثری به منظور دسترسی به عدالت مکانی سلامت ارائه می‌دهند [۱۰] که در نتیجه آن‌ها مدل‌سازی دقیق دسترسی شهروندان به امکانات بهداشتی و درمانی در شهرهای بزرگ نیز بدست می‌آید [۱۱]. اطلاعات مکانی داوطلبانه[۲] یک روش جمع‌آوری اطلاعات مکانی توسط افراد به طور داوطلبانه است که تحت شبکه اینترنت و تلفن‌های همراه انجام می‌شود. مشارکت مردم به عنوان حسگرهای شهروندی، نسل جدیدی از داده‌های مکانی و نقشه‌های عدالت مکانی سلامت را ارائه می‌دهند که جمع‌آوری آن‌ها از مجموعه داده‌های سازمانی ممکن است دشوار باشد [۱۲]. بررسی عدالت مکانی سلامت در تسهیلات عمومی شهری به عنوان یک مسئله اساسی در سال‌های اخیر مورد توجه است. به علت اهمیت مراکز درمانی و بهداشتی در سیاست‌های بهداشتی و برنامه‌ریزی شهری، ارزیابی عدالت مکانی سلامت شهری[۳] یک موضوع بسیار مهم بوده و براساس مطالعات قبلی، مؤلفه اصلی در عدالت مکانی سلامت شهری، دسترسی مکانی مناسب به خدمات سلامت است. در ادامه به بررسی مطالعات صورت‌گرفته در زمینه بررسی عدالت مکانی پرداخته می‌شود.

اسماعیل زاده و معصومی [۱۳] به منظور بررسی عدالت مکانی خدمات بهداشتی در استان اردبیل، از روش تصمیم‌گیری چند معیاره ویکور[۴] استفاده کرده‌اند. نتایج مطالعه نشان داد که مراکز درمانی و بهداشتی توزیع مناسبی در سطح استان ندارند. منصور [۱۴] در کشور عربستان نسبت‌ها و دسترسی به امکانات بهداشتی عمومی را مطالعه نموده‌است و الگوهای مکانی توزیع خدمات و فاصله افراد تا خدمات بهداشتی را با استفاده از روش میانگین نزدیکترین همسایه[۵] انجام داده‌است. در این مطالعه، چندین منطقه از نظر امکانات بهداشتی بررسی شد و مناطق بسیاری با تأمین بهداشت عمومی پایین تشخیص داده شد. لیو و همکاران [۱۵] الگوی مکانی دسترسی در مناطق روستایی چین را به طور جامع از طریق تحلیل مکانی و ضریب تغییرات، تحلیل نموده‌اند. در این تحقیق ناسازگاری مکانی معیارهای تأثیرگذار با استفاده از مدل رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی ارزیابی شده‌است. وایت هد و همکاران [۴] در مطالعه‌ای به بررسی عدالت مکانی و دسترسی به مراکز مراقبت‌های بهداشتی در نیوزلند پرداخته‌اند. در این مطالعه از رگرسیون لجستیک دو جمله‌ای برای بررسی سوابق بیماران مراجعه کننده به مراکز بهداشتی و میزان فاصله خدمات پزشکی به محل سکونت بیماران استفاده شده‌است. این مطالعه نشان داد که فاصله مراکز درمانی در ساختار شهری و روستایی نامناسب است. ژانگ و همکاران [۱۶] یک روش تقاضا محور به منظور تحلیل عدالت مکانی در دسترسی به یک سیستم مراقبت بهداشتی چند سطحی در چین پیشنهاد نموده‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که تفاوت معناداری در دسترسی مکانی به سطوح مختلف مراقبت‌های بهداشتی وجود دارد. نیسانی سامانی و آل شیخ [۳] در مطالعه‌ای به بررسی نابرابری در خدمات مراقبت‌های بهداشتی براساس ترجیحات شهروندان پرداخته‌اند. در فرایند تصمیم‌گیری این مطالعه عدم قطعیت‌هایی که در هر مرحله از تصمیم‌گیری با استفاده از روش ویکور فازی وجود دارد، در نظر گرفته‌شد. لی و همکاران [۱۲] در مطالعه‌ای یک زیرساخت مکانی برای نقشه

۱ Geospatial Information System (GIS)
۲ Volunteered Geographic Information (VGI)
۳ Urban Spatial Equity of Health (USEH)
۴ VIKOR
۵ Average Nearest Neighbor

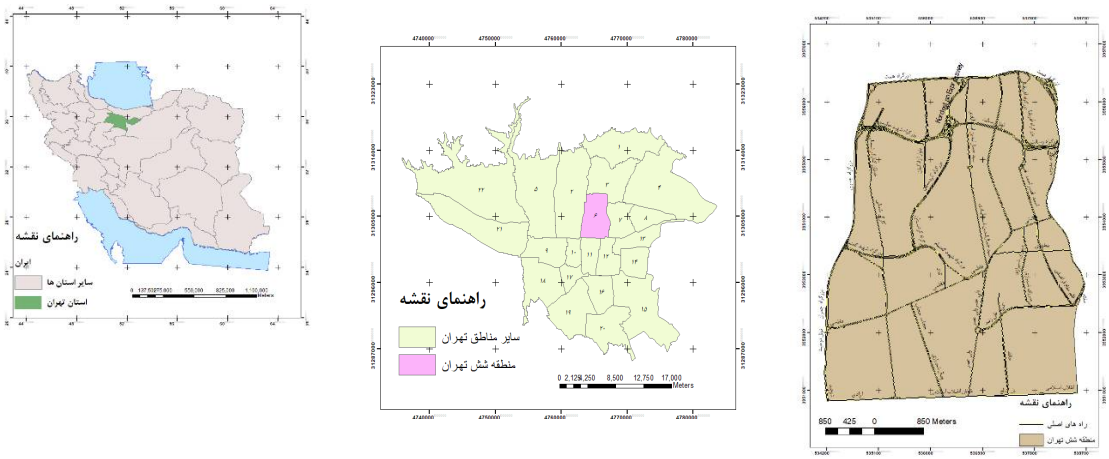
مشارکتی را ارائه داده‌اند. این مطالعه در منطقه شهری شیکاگو با استفاده از مفاهیم اطلاعات مکانی داوطلبانه، اصول طراحی مشارکتی، سرویس‌های اینترنتی مکانی و با استفاده از نرم افزارهای رایگان و منبع باز انجام شد. محمدی منش و همکاران [۱۷] در مطالعه‌ای عدالت در دسترسی به خدمات سلامت را در ایران در دوره شیوع بیماری کوید-۱۹ بررسی کرده‌اند. در نتیجه این مطالعه در بین استان‌های ایران توزیع منابع عادلانه نیست. در این راستا باید سیاست و برنامه ریزی برحسب نیاز جامعه و تخصیص منابع موجود باشد. تحقیقاتی [۱۸, ۱۹, ۲۰] نیز به بررسی عدالت مکانی در توزیع مکان بیمارستان‌های شهری پرداخته‌اند. این تحقیقات با روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر سیستم‌های اطلاعات مکانی، به مکانیابی مراکز بیمارستانی جدید به منظور افزایش سطح عدالت مکانی در دسترسی به خدمات بیمارستانی پرداخته‌اند.

همان طور که بیان شد، در مطالعات قبلی برای ارزیابی وضعیت دسترسی مکانی به خدمات سلامت و بهداشت از معیارهای دسترسی [۲۱] و روش‌های آماری [۲۲] و تحلیل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی استفاده شده‌است [۲۳, ۲۴]. همچنین، در این مطالعات چارچوب جامعی برای نقشه عدالت مکانی مورد توجه قرارنگرفته‌است و بیشتر وضعیت دسترسی مکانی به خدمات سلامت بررسی شده‌است. از دیگر ویژگی‌های این تحقیقات تمرکز کمتر بر معیارهای تراکم، توزیع خدمات بهداشتی و درمانی و آلودگی هوا و عدم بررسی همزمان در کاربرد معیارهای تراکم و توزیع مراکز درمانی و آلودگی هوا را می‌توان نام برد.

در این مقاله روش پیشنهادی جهت ارزیابی وضعیت عدالت دسترسی به مراکز درمانی و بهداشتی در منطقه ۶ تهران انجام شده‌است. در این مطالعه عوامل موثر در تعیین وضعیت دسترسی شهروندان به مراکز درمانی و بهداشتی چهار معیار اصلی شامل: دسترسی به مراکز درمانی و بهداشتی، آلودگی هوا، تراکم و توزیع مراکز درمانی و بهداشتی است. در حوزه دسترسی مکانی ۴ زیرمعیار شامل فاصله تا مراکز بهداشتی و درمانی [۲۵]، فاصله تا جاده‌های اصلی، فاصله تا فضاهای سبز [۲۶] و فاصله تا ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی [۲۷] می‌باشد. این تحقیق در دو مرحله کلی انجام شده‌است در مرحله اول نقشه عدالت مکانی سلامت شهری با داده‌های مرجع تولید شد و در مرحله دوم این نقشه از طریق اطلاعات مکانی داوطلبانه تولید شد. در نهایت این مطالعه دو نقشه با هم مقایسه شدند. نوآوری‌های اصلی این مقاله ادغام معیارهای دسترسی مکانی، در نظر گرفتن آلودگی هوا و تراکم و توزیع مراکز درمانی و بهداشتی ، با استفاده از سیستم استنتاج فازی ممدانی و مقایسه آن با نقشه عدالت مکانی سلامت شهری حاصل از داده‌های داوطلبانه می‌باشد.

۲- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش منطقه ۶ در مرکز شهرتهران، پایتخت ایران می‌باشد (شکل ۱). منطقه ۶ با بیش از ۲۸۰ هزار نفر جمعیت، شانزدهمین منطقه پرجمعیت شهر تهران است. از این جمعیت، ۱۷/۸ درصد بالای ۶۵ سال و ۹/۲ زیر ۱۵ سال سن دارند.

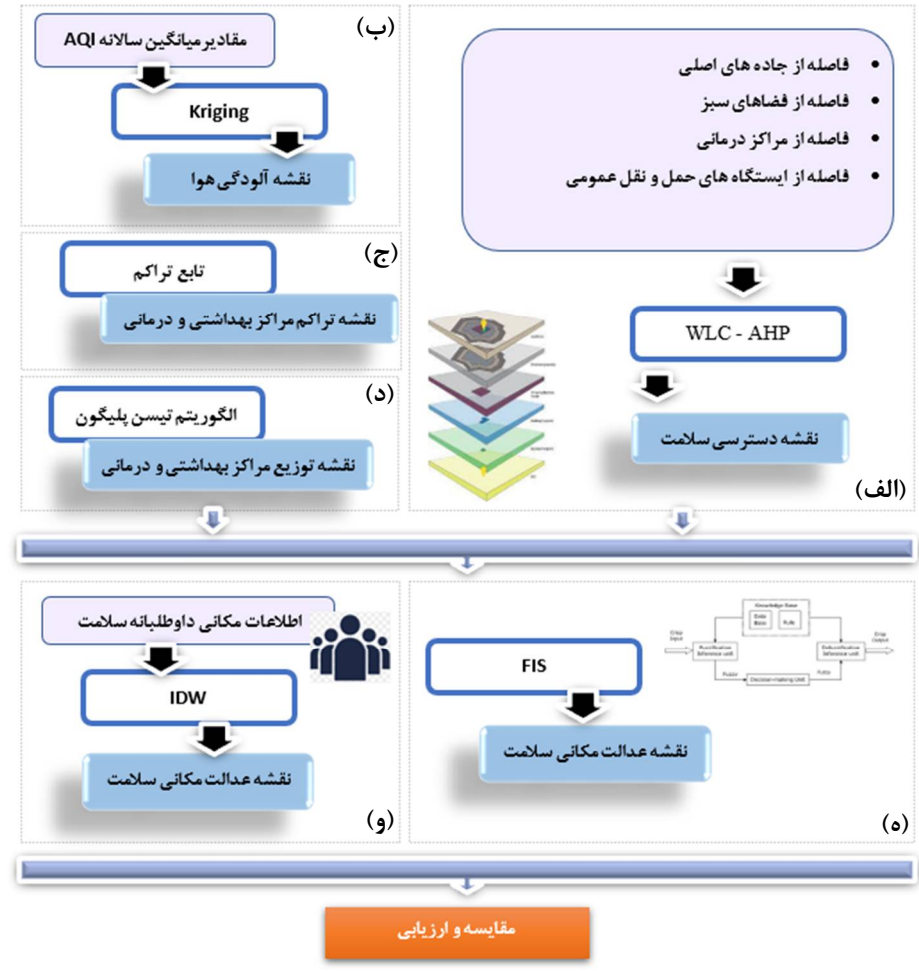


شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

به عبارتی ۲۷ درصد جمعیت این منطقه نیاز مهم به خدمات درمانی و بهداشتی دارند. در این منطقه تعداد ۳۲ بیمارستان، ۶۸ مرکز درمانی قرار دارد و حدود ۲۹ درصد منطقه دارای کاربری مسکونی بوده و بیش از ۳۰ درصد آن ادارات و مراکز تجاری هستند. این منطقه بیش از ۲۲/۵ درصد تعداد بیمارستان‌ها و حدود ۲۴ درصد از تعداد تخت‌های بیمارستانی کلانشهر تهران را به خود اختصاص داده‌است. این توزیع امکانات بیمارستانی موجب شده‌است تا به ازای هر ۱۰۰۰ نفر جمعیت ۲۳/۲ تخت بیمارستانی وجود داشته باشد.

۳- روش پیشنهادی

در این بخش روش پیشنهادی به منظور تهیه نقشه عدالت مکانی سلامت شهری می‌باشد و یک فرآیند شش مرحله‌ای (شکل ۲) دارد. به منظور تهیه نقشه عدالت مکانی سلامت شهری استفاده از داده‌های مرجع، ابتدا معیارها و زیر معیارها بررسی و انتخاب شدند. معیارهای در نظر گرفته شده جهت تهیه نقشه عدالت مکانی سلامت شهری با استفاده از داده‌های مرجع شامل: دسترسی مکانی، آلودگی هوا، تراکم و توزیع مراکز درمانی و بهداشتی است. معیار دسترسی مکانی شامل ۴ زیرمعیار است.



شکل ۲- نمودار روش تحقیق. الف) نقشه دسترسی مکانی، ب) نقشه آلودگی هوا، ج) نقشه تراکم مراکز درمانی و بهداشتی ، د) نقشه توزیع مراکز درمانی و بهداشتی. ه) ادغام نقشه‌های تولید شده و تهیه نقشه عدالت مکانی با داده‌های مرجع ، و) ایجاد نقشه عدالت سلامت با داده‌های VGI

به‌منظور ایجاد نقشه معیار دسترسی مکانی، ابتدا وزن زیر معیارهای موثر شامل: فاصله از جاده‌های اصلی، فاصله از فضاهای سبز، فاصله تا مراکز درمانی و بهداشتی و فاصله از ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی، با روش وزندهی AHP محاسبه شد. پس از آن لایه‌های مکانی زیرمعیارها با روش WLC تلفیق گردید. به منظور تهیه نقشه معیار آلودگی هوا،

اطلاعات شاخص کیفیت هوا[1] ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا با روش کریجینگ[2] درون‌یابی شد. به منظور تهیه نقشه‌های تراکم و توزیع مراکز درمانی و بهداشتی به ترتیب از تحلیل‌های تراکم[3] و چندضلعی‌های تیسن[4] در نرم افزار ArcGIS استفاده شده‌است.

در پایان انجام مرحله اول تحقیق، نقشه معیارهای تولید شده با استفاده از سیستم استنتاج فازی، ادغام شدند و نقشه عدالت مکانی سلامت شهری با استفاده از داده‌های مرجع بدست آمد. در مرحله دوم تحقیق، تهیه نقشه عدالت مکانی سلامت شهری با استفاده از داده‌های VGI انجام می‌گیرد. در این مرحله نظرات داوطلبان درمورد برابری دسترسی به مراکز درمانی و بهداشتی به صورت VGI در سامانه تحت وب اخذ شد. تعداد ۵۰ داوطلب نظر خود را در مورد وضعیت برابری دسترسی به مراکز درمانی و بهداشتی منطقه سکونت خود اعلام کردند. سپس اطلاعات دریافتی با استفاده از روش وزن دهی معکوس فاصله[5] (IDW)، درونیابی شد. در نهایت، نقشه‌های عدالت مکانی سلامت شهری که در دو مرحله تحقیق تهیه شده‌است، بررسی شد.

۳-۱-معیارهای ارزیابی عدالت مکانی سلامت شهری

براساس بررسی پژوهش‌های پیشین و دردسترس بودن داده‌ها معیارهایی به شرح زیر، برای انجام مطالعه حاضر در نظر گرفته شده‌است.

۳-۱-۱- دسترسی مکانی به مراکز سلامت

برای اطمینان از دسترسی مطلوب به امکانات شهری، تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان شهری، عدالت مکانی در دسترسی به خدمات درمانی و بهداشتی را بررسی نموده‌اند [۲۸]. در دسترسی مکانی معمولاً فاصله کوتاه‌تر نشان‌دهنده دسترسی بهتر است [۲۹ و ۳۰]. در علوم مرتبط با سلامت، دسترسی به مراکز درمانی و بهداشتی (شامل بیمارستان‌ها، مراکز درمانی، داروخانه‌ها و بخش‌های اورژانس) یکی از شاخص‌های اصلی عدالت در سلامت است. در ایجاد دسترسی به عدالت مکانی سلامت ۴ عامل موثرتر شناخته شده‌اند. این ۴ عامل شامل فاصله تا مراکز درمانی، فاصله تا راه‌های اصلی، فاصله تا فضاهای سبز و فاصله تا ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی است.

۳-۱-۲- تراکم و توزیع مراکز درمانی و بهداشتی

یکی از معیارها در مدل‌سازی عدالت مکانی سلامت، تراکم و توزیع مراکز درمانی و بهداشتی است. تراکم به تعداد مراکز درمانی و بهداشتی در هر کیلومترمربع مربوط می‌شود. توزیع فضایی بر اساس نسبت مراکز درمانی و بهداشتی در هر بخش شهری در یک منطقه محاسبه می‌گردد [۲۸, ۳۱].

۳-۱-۳- شاخص کیفیت هوا

شاخص کیفیت هوا معیاری از کیفیت هوا است که به صورت روزانه گزارش می‌شود و میزان سلامت هوا برای گروه‌های مختلف را نشان می‌دهد [۳۲]. این عامل میزان تأثیر آلودگی هوا بر سلامت شهروندان را براساس ۵ آلاینده اصلی هوا، از جمله آلودگی ذرات معلق، مونوکسیدکربن، ازن سطح زمین، دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن محاسبه می‌کند. هدف از شاخص کیفیت هوا نظارت بر کیفیت هوای محلی و درک تأثیر آن بر سلامت انسان است [۳۲, ۳۳]. به منظور درک آسان‌تر شاخص کیفیت هوا، میزان این شاخص متناسب با خطری که برای سلامت انسان دارد در ۶ طبقه تقسیم بندی می‌شود (جدول ۱).

۳-۲- روش تحلیل سلسله مراتبی

روش AHP متداول‌ترین روش تصمیم‌گیری چند معیاره برای حل مسائل پیچیده می‌باشد [۳۰]. در این روش یک مسئله به چند زیرمسئله در سطوح سلسله مراتبی طبقه‌بندی می‌شود. هر سطح شامل مجموعه‌ای از معیارها می‌باشد. سطح اول هدف مسئله، سطح میانی معیارهای ارزیابی و سطح پایین گزینه‌های موجود به منظور رسیدن به هدف می‌باشند. در AHP معیارها و گزینه‌ها به صورت دو به دو مقایسه می‌شوند که در انجام این فرایند از اعداد مقایسه‌ای ۱ تا ۹ استفاده می‌شود. هر کدام از این اعداد بیانگر یک مفهوم مقایسه‌ای می‌باشد، به عنوان مثال عدد ۱ در مقایسه بین دو معیار بیانگر اهمیت یکسان هر دو معیار و عدد ۹

۱ Air Quality Index (AQI)
۲ Kriging
۳ Density
۴ Thiessen Polygon
۵ Inverse Distance Weighting (IDW)

بیانگر اهمیت بالاتر است. روش AHP در ۳ مرحله شامل مقایسات زوجی، محاسبه وزن معیارها و بررسی سازگاری مقایسات انجام شده‌است و سپس قابلیت اطمینان وزن‌های بدست آمده را محاسبه می‌کند [۳۰].

جدول ۱- طبقات مختلف مقادیر AQI و سطوح سلامت مرتبط

مقادیر AQI	سطوح سلامت	توضیح مقادیر
۰ - ۵۰	خوب	کیفیت هوا رضایت بخش است و آلودگی هوا هیچ خطری ندارد یا خطر کمی دارد.
۵۱ - ۱۰۰	متوسط	آلودگی کم است، اگرچه برخی از آلاینده‌ها، ممکن است برای سلامت مضر باشد.
۱۰۱ – ۱۵۰	ناسالم برای گروه‌های آسیب‌پذیر	امکان تاثیر روی گروه‌های آسیب‌پذیر از جمله افراد مبتلا به بیماری‌های ریوی، کودکان و سالمندان وجود دارد.
۱۵۱ - ۲۰۰	ناسالم	ممکن است اثرات زیان آوری بر سلامت همه شهروندان داشته باشد.
۲۰۱ - ۳۰۰	بسیار ناسالم	آلودگی هوا ممکن است اثرات جدی بر سلامتی عموم افراد داشته باشد.
۳۰۱ - ۵۰۰	خطرناک	برای سلامتی همه شهروندان خطرناک است.

۳-۳- روش ترکیب خطی وزندار

WLC از روش‌های رایج در تصمیم‌گیری چندمعیاره و براساس مفهوم میانگین وزندار طراحی شده‌است. در این روش ابتدا وزن هر معیار تصمیم‌گیری تعیین می‌شود و سپس با ضرب وزن در مقدار آن معیار، امتیاز نهایی برای هر گزینه محاسبه می‌شود. پس از تعیین امتیاز نهایی تمام گزینه‌ها، گزینه‌ای که بالاترین امتیاز را بدست آورد به عنوان بهترین گزینه انتخاب می‌شود [۳۴].

۴-۳- سیستم استنتاج فازی

سیستم استنتاج فازی، کاربرد تئوری منطق فازی است. تفاوت اصلی بین مجموعه‌های فازی و مجموعه‌های کلاسیک مفهوم درجه عضویت است. در منطق کلاسیک، عضویت در یک مجموعه مفهومی کاملاً قطعی و دقیق است در حالی که در منطق فازی، تابع عضویت مقادیر پیوسته بین ۰ و ۱ را به عنوان درجه عضویت در نظر می‌گیرد [۳۵، ۳۶].

۵-۳-تهیه نقشه‌ها

۱-۵-۳- نقشه عدالت مکانی سلامت شهری

در این تحقیق از سه مجموعه داده اصلی برای ایجاد نقشه عدالت مکانی سلامت شهری استفاده شده‌است و شامل داده‌های مکانی برای ایجاد نقشه دسترسی مکانی، نقشه رستری آلودگی هوا و نقشه بدست‌آمده از داده‌های مکانی داوطلبانه می‌باشد. داده‌های مربوط به دسترسی، تراکم و توزیع از نقشه‌های ۱:۲۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه شده‌است. این داده‌ها شامل کاربری‌ها و عوارض شهری از جمله فضاهای سبز، مراکز درمانی و بهداشتی ، ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی و خدمات اطراف مراکز درمانی و بهداشتی است. داده‌های آلودگی هوا بر اساس درونیابی کل ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا شهرداری تهران می‌باشد.

۲-۵-۳- نقشه دسترسی مکانی سلامت

برای دستیابی به نقشه دسترسی مکانی به مراکز سلامت، در گام اول وزن زیر معیارها از طریق مقایسات زوجی انجام شده توسط کارشناسان محاسبه شده‌است. بدین منظور مقایسات زوجی از طریق پرسشنامه و مصاحبه با کارشناسان جمع‌آوری شده‌است. کارشناسان شامل ۱۴ پزشک عمومی، ۱۴ شهرساز و ۲۲ بیمار در رده سنی بین ۱۸ تا ۷۰ سال بوده‌اند. به منظور تهیه ماتریس مقایسات زوجی نهایی جهت استفاده در محاسبات روش AHP، ماتریس مقایسات زوجی ارائه‌شده توسط کارشناسان با روش میانگین هندسی با هم تلفیق شده‌اند. در نهایت محاسبات روش AHP در محیط برنامه نویسی MATLAB انجام شد. وزن نهایی زیر معیارهای دسترسی مکانی سلامت در جدول ۲ است.

جدول ۲- اختصاص وزن‌ها به معیارهای مختلف

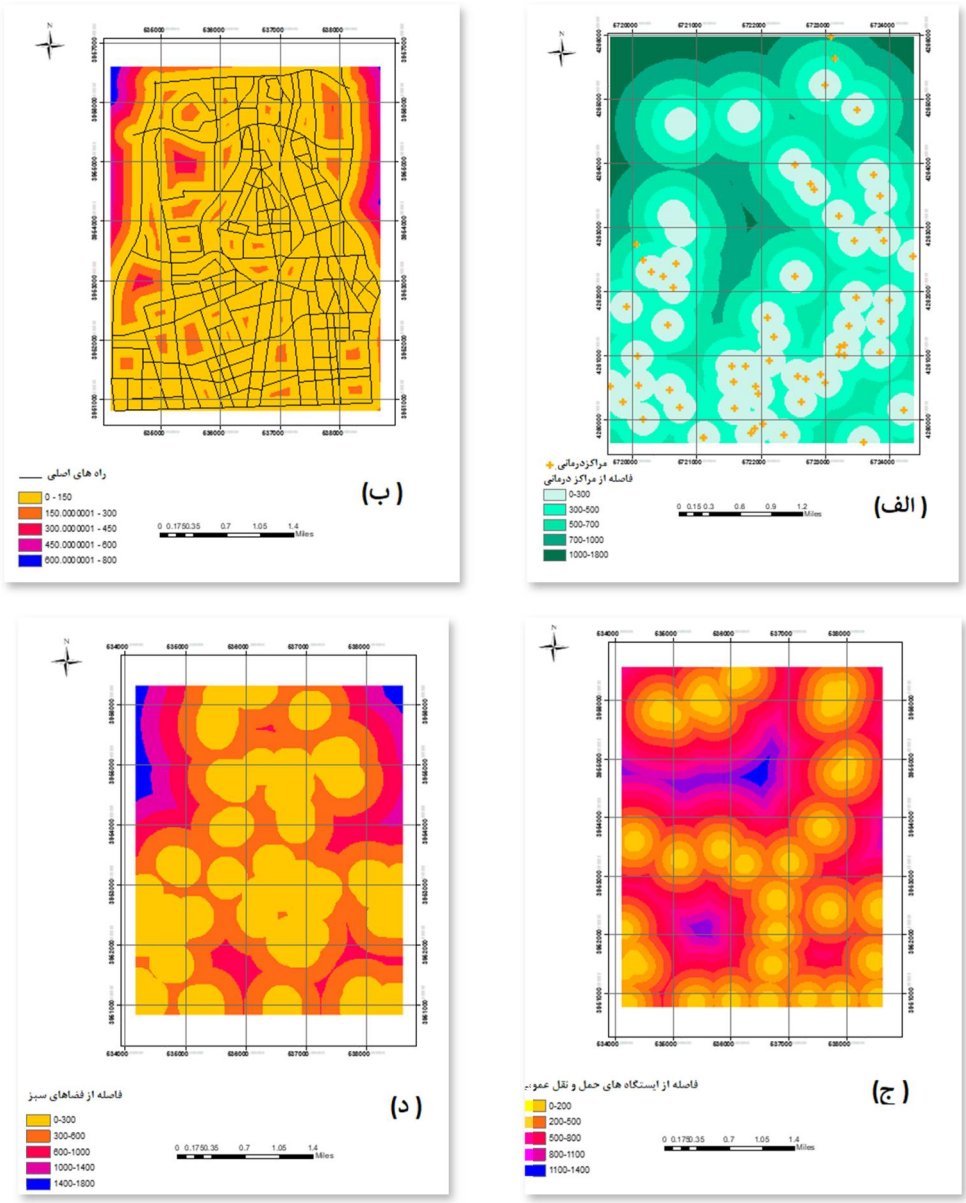
معیارها	وزن
فاصله مراکز درمانی	۰/۲۵
فاصله از جاده‌های اصلی	۰/۱۸
فاصله از فضاهای سبز	۰/۱۳
فاصله از ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی	۰/۱۹

مطابق جدول ۲، معیار زمان طی‌شده تا مراکز درمانی به عنوان مهمترین معیار و کیفیت خدمات در دسترس به عنوان کم اهمیت‌ترین معیار در نظر گرفته شده‌است. به منظور

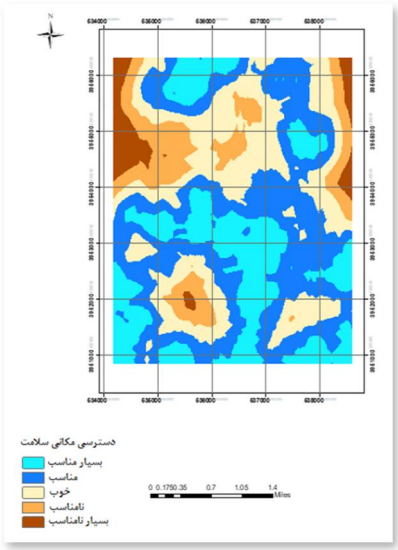
ارزیابی قابلیت اطمینان وزن‌های تولید شده میزان نرخ ناسازگاری برای نتایج روش AHP محاسبه شده‌است، که این مقدار برابر با ۰/۰۰۸ بوده و با توجه به اینکه از حد آستانه ۰/۱ کمتر است، وزن‌های بدست‌آمده قابل اطمینان هستند.

مطابق جدول ۲، معیار زمان طی‌شده تا مراکز درمانی به عنوان مهمترین معیار و کیفیت خدمات در دسترس به عنوان کم اهمیت‌ترین معیار در نظر گرفته شده‌است. به منظور ارزیابی قابلیت اطمینان وزن‌های تولیدشده میزان نرخ ناسازگاری برای نتایج روش AHP محاسبه شده‌است، که این مقدار برابر با ۰/۰۰۸ بوده و با توجه به اینکه از حد آستانه ۰/۱ کمتر است، وزن‌های بدست آمده قابل اطمینان هستند.

در گام دوم با استفاده از نقشه کاربری اراضی منطقه ۶ تهران و تحلیل‌های مکانی تحلیل شبکه و فاصله اقلیدسی، نقشه زیرمعیارهای معیار دسترسی مکانی در محیط نرم افزار ArcGIS تهیه شد (شکل ۳). در گام سوم با در نظر گرفتن وزن‌های بدست آمده از گام اول و لایه مکانی زیرمعیارها به روش WLC با استفاده از ابزار Raster Calculator در محیط ArcGIS با هم تلفیق شده و نقشه معیار دسترسی مکانی سلامت بدست امد (شکل ۴).



شکل ۳- نقشه‌های ۴ زیرمعیار دسترسی به خدمات سلامت: الف) فاصله از مراکز درمانی، ب) فاصله از راه‌های اصلی، ج) فاصله از ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی، د) فاصله از فضاهای سبز.



شکل ۴- نقشه دسترسی مکانی سلامت

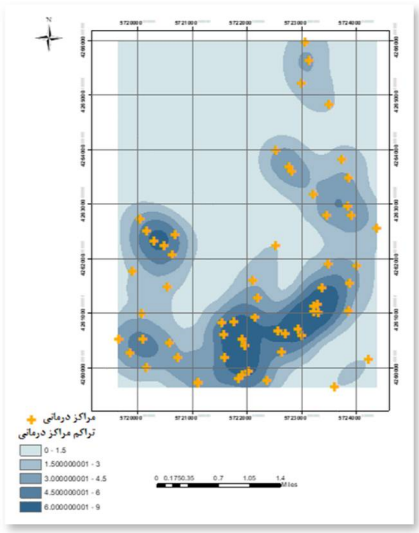
۳-۵-۳- نقشه‌های تراکم و توزیع مراکز درمانی و بهداشتی

برای تهیه لایه مکانی معیارهای تراکم و توزیع مکانی مراکز درمانی و بهداشتی ابتدا اراضی با کاربری بهداشتی و درمانی منطقه ۶ شهر تهران از نقشه کاربری اراضی استخراج شد. سپس، با استفاده از تحلیل‌های تراکم و توزیع در ArcGIS، نقشه‌های تراکم و توزیع مراکز درمانی و بهداشتی تهیه شد (شکل ۵).

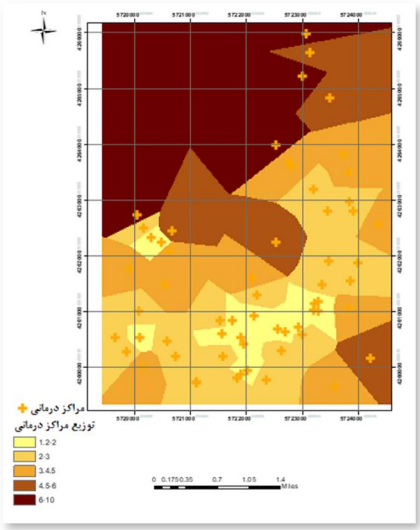
۳-۵-۴- نقشه شاخص کیفیت هوا

به منظور تهیه لایه مکانی معیار AQI، ابتدا اطلاعات این شاخص در طول یک سال از ابتدای آذر ۱۴۰۰ تا انتهای آبان ۱۴۰۱ برای تمام ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوای شهرداری تهران، از سایت شرکت کنترل کیفیت هوای شهرداری تهران [۳۸] در قالب فایل اکسل تهیه شد. پس از تصحیح مقادیر جا افتاده به روش‌های آماری و محاسبه میانگین سالانه از اطلاعات هر ایستگاه در نهایت اطلاعات به فرم لایه نقطه‌ای وارد محیط ArcGIS شدند. آنگاه با استفاده از ابزار درونیابی Kriging، لایه معیار AQI محاسبه شد (شکل ۶).

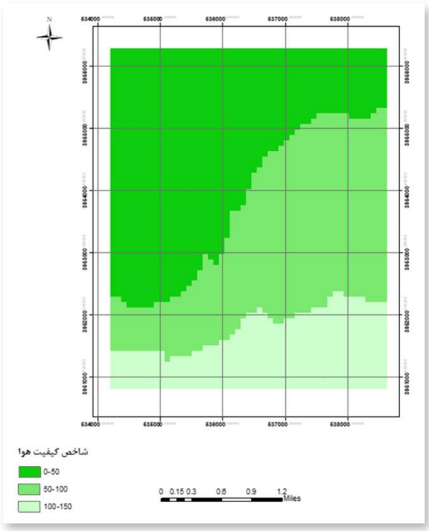
(الف)



(ب)



شکل ۵- الف) تراکم مراکز درمانی، ب) توزیع مراکز درمانی

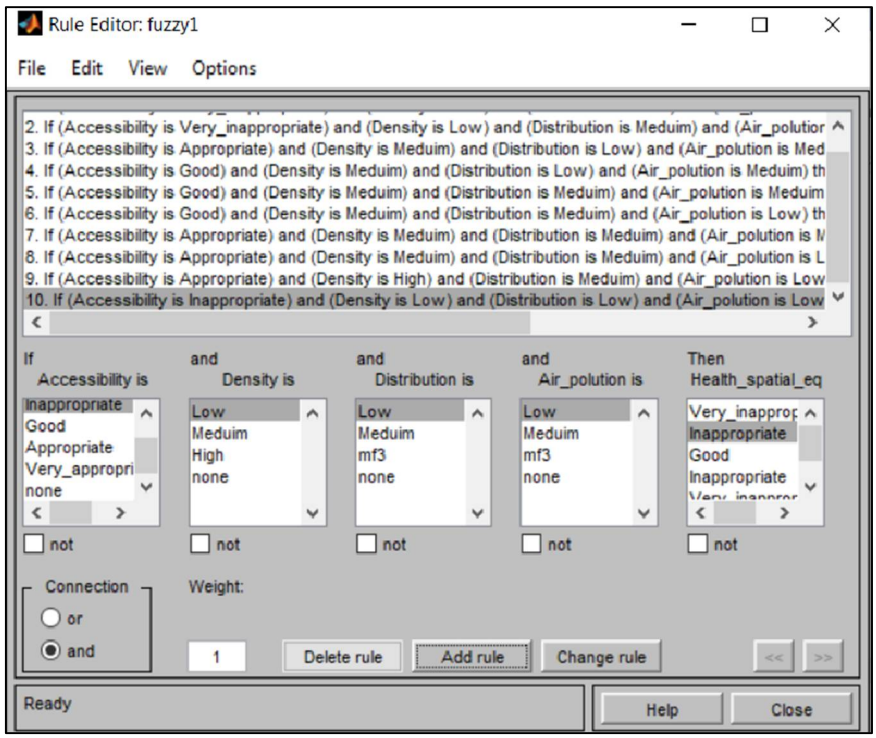


شکل ۶- نقشه معیار AQI

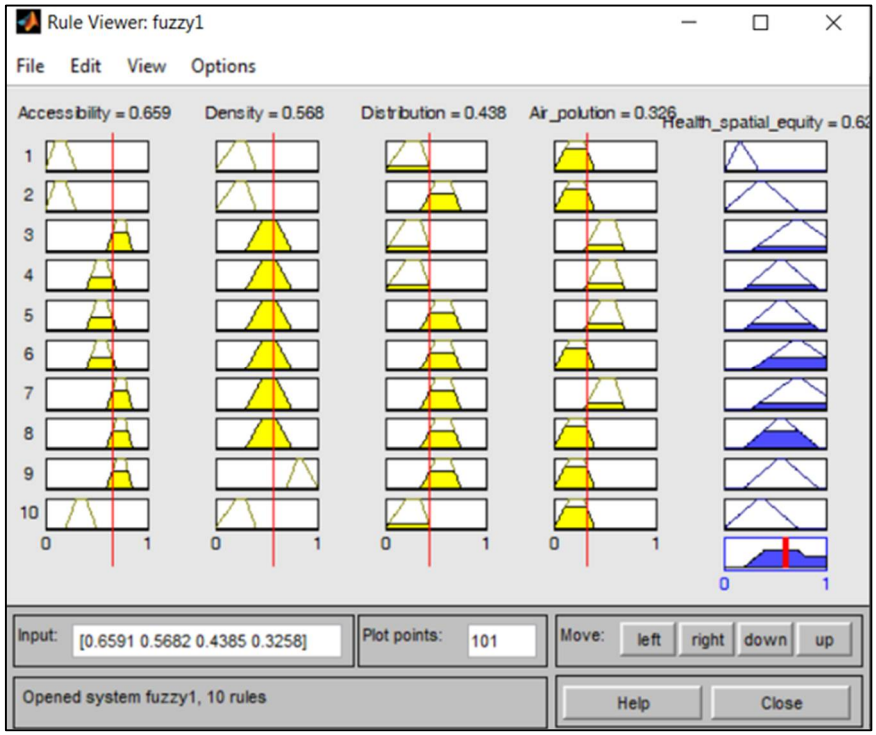
۳-۵-۵- نقشه عدالت مکانی سلامت شهری

به منظور تهیه نقشه عدالت مکانی سلامت شهری، لایه‌های مکانی تهیه شده برای ۴ معیار دسترسی، تراکم و توزیع مراکز درمانی و بهداشتی و AQI با هم تلفیق شده‌است. به منظور تلفیق لایه‌های مذکور ابتدا با مشورت با کارشناسان تعداد ۱۰ قانون طراحی شده‌است (شکل ۷-الف) و پس از آن با طراحی توابع عضویت فازی برای هر معیار (شکل ۷-ب)، یک سیستم استنتاج فازی در محیط برنامه‌نویسی MATLAB پیاده‌سازی شد. در گام بعد، تمام سلول‌های منطقه مورد مطالعه به عنوان ورودی به سیستم پیشنهادی وارد شد و میزان برابری دردسترسی به مراکز بهداشتی و درمانی برای آن‌ها محاسبه گردید.

(الف)

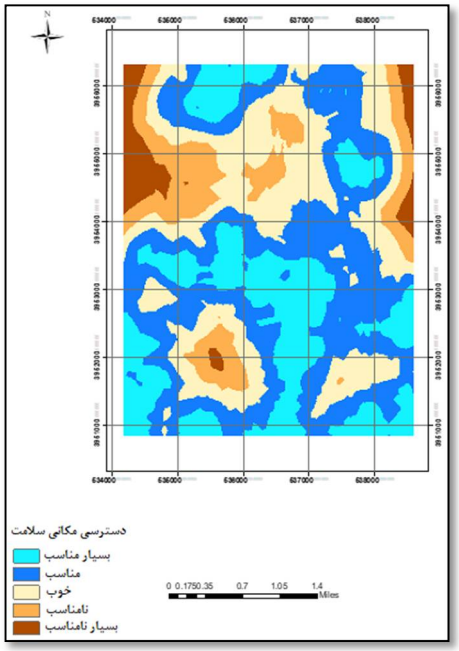


(ب)



شکل ۷- الف) قوانین طراحی شده، ب) توابع عضویت فازی طراحی شده برای معیارها

مجددا نتایج در قالب نقشه تهیه شد (شکل ۸). مطابق شکل ۸ نیمه جنوبی منطقه ۶ عمدتا از عدالت مکانی سلامت شهری بالایی برخوردار است. مناطق شمالی منطقه از عدالت مکانی در خدمات سلامت شهری پایین برخوردارند. نتایج با واقعیات منطقه و تراکم مراکز درمانی و بهداشتی در نیمه‌جنوبی منطقه تطابق دارد. شمال غرب و شمال شرق منطقه ۶ عموماً دسترسی نامناسبی به مراکز درمانی و بهداشتی دارند در حالی که قسمت جنوبی منطقه دارای دسترسی مناسب‌تری است. با توجه به تراکم و توزیع مراکز درمانی و بهداشتی و سطوح آلودگی هوا در این مناطق، عدالت مکانی سلامت متفاوت است.

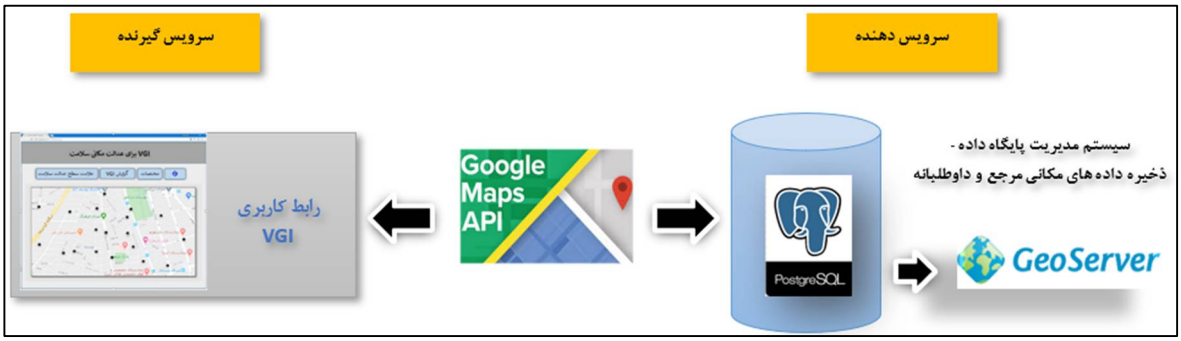


شکل ۸- نقشه USEH تهیه شده براساس داده‌های مرجع

اگرچه وضعیت عدالت مکانی بسیار با دسترسی مرتبط می‌باشد. براساس داده‌های مرجع و سیستم استنتاج فازی طراحی‌شده، دسترسی به مراکز درمانی و بهداشتی، تراکم و توزیع آن‌ها و سطوح آلودگی هوا، عدالت مکانی سلامت در تقریباً ۶۲ درصد منطقه مورد مطالعه «مناسب» یا «بسیار مناسب»، در ۲۰ درصد «خوب» و در ۱۸ درصد «نامناسب» یا «بسیار نامناسب» می‌باشد. طبقه‌بندی «نامناسب» و «بسیار نامناسب» در شمال غرب و شمال شرق منطقه مورد مطالعه مشاهده می‌شود.

۳-۵-۶-تهیه نقشه عدالت مکانی سلامت شهری با استفاده از VGI

در تهیه نقشه عدالت مکانی سلامت شهری با استفاده از داده‌های VGI اولین گام، اخذ داده‌ها از داوطلبان می‌باشد. به منظور دریافت داده‌های داوطلبان یک رابط کاربری تحت وب براساس معماری سرویس‌گیرنده[۱]- سرویس‌دهنده[۲] طراحی شده‌است (شکل ۹). معماری سرویس‌دهنده از سه قسمت شامل یک پایگاه داده مکانی برای ذخیره داده‌های مکانی، VGI و سرور مکانی است. داوطلبان برای ورود اطلاعات با مراجعه به وبسایت (شکل ۱۰)، نقاط مورد نظر خود را انتخاب می‌کنند. در ورود اطلاعات میزان عدالت مکانی سلامت شهری مکان مورد نظر را با اعدادی بین ۱ تا ۵ که به ترتیب متناظر با عدالت مکانی سلامت شهری «بسیارنامناسب»،«نامناسب»،«متوسط»،«مناسب»و«بسیار مناسب» است تعیین می‌کنند. جدول ۳ مشخصات داوطلبان را نشان می‌دهد.



شکل ۹- معماری سیستم VGI

۱ Client

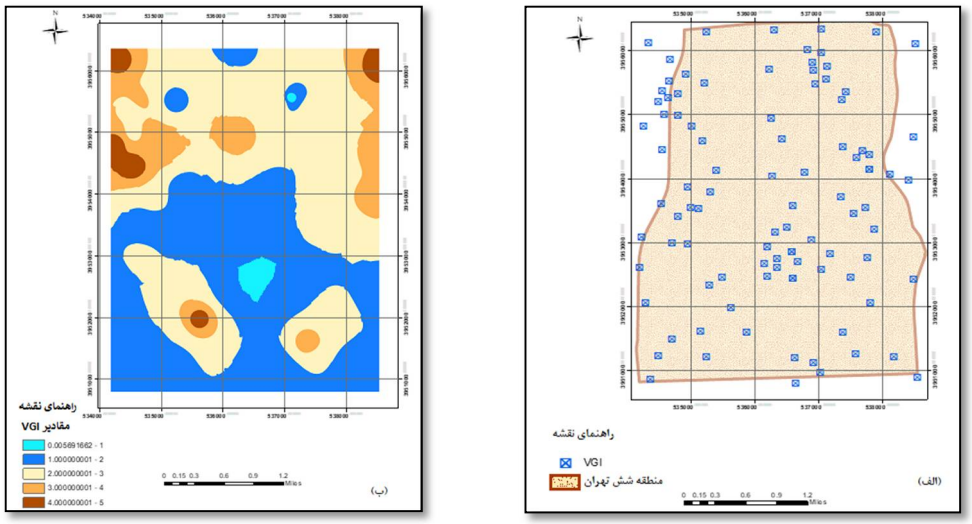
۲ Server

شکل ۱۰- رابط کاربری گرافیکی وبسایت VGI

جدول ۳- خلاصه مشخصات داوطلبان

جنسیت		سن			تحصیلات		
زن	مرد	۲۰ - ۴۰	۴۰ – ۶۰	بالاتر از ۶۰	دبیرستان	دیپلم تا لیسانس	کارشناسی ارشد-دکتری
۲۶	۲۴	۱۶	۲۱	۱۳	۴	۱۸	۲۸

شکل ۱۱-الف، نقاط تعیین‌شده توسط داوطلبان را نشان می‌دهد. پس از جمع‌آوری نظرات داوطلبان، اطلاعات مکان‌های تعیین‌شده توسط آن‌ها و سطح عدالت مکانی در خدمات سلامت شهری تخصیص داده شده به آن‌ها از وبسایت طراحی‌شده استخراج و به منظور استفاده در محیط ArcGIS مناسب‌سازی شدند. آنگاه نقشه عدالت مکانی سلامت شهری با استفاده از ابزار درون‌یابی IDW در محیط ArcGIS تهیه شد و مجددا در ۵ سطح بسیار نامناسب، نامناسب، متوسط، مناسب و بسیارمناسب طبقه‌بندی شدند (شکل ۱۱-ب). همانگونه که در شکل مشاهده می‌شود، نقشه عدالت مکانی سلامت شهری تهیه‌شده با استفاده از داده‌های VGI، شباهت زیادی به نقشه تهیه شده با استفاده از داده‌های مرجع دارند. در این نقشه نیز مناطق جنوبی عمدتا در دو نوع «بسیار مناسب» و «مناسب» طبقه‌بندی شده‌اند. همچنین، مناطق شمالی عمدتا در طبقه «خوب» به پایین طبقه‌بندی شده‌اند.



شکل ۱۱- الف) موقعیت مکانی داده‌های VGI در مورد میزان USEH، ب) نقشه USEH تهیه شده بر اساس VGI

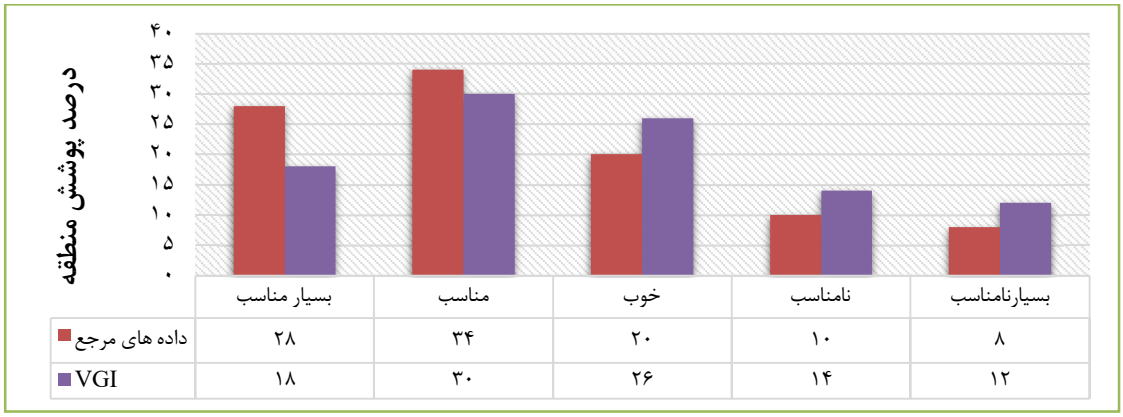
۴-ارزیابی نتایج

۴-۱-مقایسه نقشه USEH حاصل از داده‌های مرجع و VGI

در این قسمت نقشه عدالت مکانی سلامت شهری حاصل از دو مجموعه داده مرجع و VGI مورد مقایسه و ارزیابی قرار می‌گیرد. درصد پوشش منطقه در طبقات مختلف عدالت مکانی سلامت شهری در شکل ۱۲، نشان داده می‌شود. براساس نقشه حاصل از داده‌های مرجع ۲۸ درصد از منطقه مورد مطالعه از عدالت مکانی در خدمات سلامت شهری «بسیار مناسب» برخوردار است. در حالی که در نقشه حاصل از داده‌های VGI، تنها ۱۸ درصد از منطقه در این طبقه قرار گرفته‌است. بر اساس هر دو مجموعه داده، طبقه «خوب» عدالت مکانی سلامت شهری تقریبا یکسان بوده‌است و بیشترین پوشش در سطح منطقه را داشته‌است. بر اساس هر دو مجموعه داده، درصد نسبتا کمی از منطقه در طبقه عدالت مکانی سلامت شهری «بسیار نامناسب» قرار گرفته‌است.

در ادامه به منظور ارزیابی نتایج حاصل از مجموعه داده VGI بر اساس مجموعه داده مرجع، سه معیار ارزیابی رایج شامل دقت[۱]، یادآوری[۲]، و امتیاز-F1[۳] استفاده شد. معیار دقت نرخ تشخیص‌های درست از یک طبقه به تمام تشخیص‌های آن طبقه می‌باشد. معیار یادآوری نرخ تشخیص‌های درست در هر طبقه به تمام نمونه‌های آن طبقه می‌باشد. این معیار میزان درستی طبقه‌بندی در زمانی که داده‌ها در یک طبقه مشخص باشند را بیان می‌کند. F1-Score، میانگین هارمونیک دو معیار ارزیابی دقت و یادآوری است و نسبت به دقت، معیار بهتری است. در روابط ریاضی معیارهای ارزیابی، مثبت صحیح[۴] تعداد سلول‌هایی است که طبقه عدالت مکانی سلامت شهری آن‌ها در هر دو نقشه تهیه شده با استفاده از هر دو مجموعه داده مرجع و VGI در یک طبقه مشخص باشد. مثبت کاذب[۵] بیانگر تعداد سلول‌هایی است که طبقه عدالت مکانی سلامت شهری آن‌ها در دو نقشه تهیه شده با استفاده از دو مجموعه داده مرجع و VGI در یک طبقه مشخص نباشد. منفی کاذب[۶] بیانگر تعداد سلول‌های است که طبقه عدالت مکانی سلامت شهری آن‌ها در مجموعه داده VGI به اشتباه تعیین شده باشد [۳۹].

معیارهای ارزیابی محاسبه شده برای طبقات مختلف عدالت مکانی سلامت شهری در جدول ۴ نشان داده می‌شود. داده‌های VGI در تشخیص طبقه عدالت مکانی سلامت شهری به ترتیب در طبقه «مناسب»، «متوسط»، «بسیار مناسب»، «نامناسب» و «بسیار نامناسب» از دقت بالاتری برخوردار بوده‌اند. به عبارتی داده‌های VGI طبقه «مناسب» را بهتر و طبقه «بسیار نامناسب» را بدتر از سایر طبقات تشخیص داده‌است. معیار یادآوری، توانایی داده‌های VGI در تشخیص طبقه درست سلول‌های یک طبقه عدالت مکانی سلامت شهری را نشان می‌دهد. به صورت کلی داده‌های VGI در تشخیص طبقه عدالت مکانی سلامت شهری «مناسب» عملکرد بسیار بالایی داشته‌اند. در حالی که در تشخیص طبقه عدالت مکانی سلامت شهری «بسیار نامناسب» عملکرد قابل قبولی نداشته‌اند.



	بسیار مناسب	مناسب	خوب	نامناسب	بسیارنامناسب
داده های مرجع	۲۸	۳۴	۲۰	۱۰	۸
VGI	۱۸	۳۰	۲۶	۱۴	۱۲

شکل ۱۲- مقایسه درصد پوشش داده‌های مرجع و VGI

۱ Precision
۲ Recall
۳ F1-Score
۴ True positive
۵ False positive
۶ False negative

جدول ۴- ارزیابی دقت نقشه USEH حاصل از داده‌های VGI

سطوح عدالت مکانی سلامت	دقت	یادآوری	امتیاز-F1
بسیار مناسب	۷۳/۰	۸۷/۰	۷۹/۰
مناسب	۸۹/۰	۸۶/۰	۸۷/۰
خوب	۷۶/۰	۷۴/۰	۷۵/۰
نامناسب	۷۱/۰	۷۸/۰	۷۳/۰
بسیار نامناسب	۶۷/۰	۶۹/۰	۶۸/۰

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

گسترش شهرها و افزایش جمعیت موجب ایجاد محدودیت در ارائه منابع و خدمات می‌گردد. اولین گام جهت افزایش کیفیت خدمات، توزیع مناسب و عادلانه منابع است. از مهمترین خدمات شهری، خدمات بهداشتی و درمانی است که بر تمام جنبه‌های زندگی شهروندان موثر می‌باشد. بنابراین ضروری است تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران حوزه سلامت جهت بهبود عدالت در برخورداری از امکانات بهداشتی و درمانی، براساس اطلاعات علمی و دقیق به تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری اقدام نمایند. یکی از الزامات تصمیم‌گیری در این حوزه تعیین میزان عدالت مکانی سلامت در مناطق شهری است. تحقیق حاضر با هدف ارائه یک چارچوب علمی و اجرایی جهت تهیه اطلاعات عدالت مکانی سلامت شهری به صورت نقشه انجام شده‌است. تحقیق حاضر استفاده از دانش شهروندان را در کنار داده‌های مرجع پیشنهاد می‌کند. به منظور تهیه نقشه عدالت مکانی سلامت شهری در منطقه ۶ کلانشهر تهران، ابتدا براساس داده‌های مرجع، نقشه عدالت مکانی سلامت شهری تهیه شده‌است و سپس اطلاعات مربوط به عدالت مکانی سلامت شهری به صورت اطلاعات مکانی داوطلبانه اخذ شد. براساس این اطلاعات نقشه عدالت مکانی سلامت شهری مجددا تهیه شده‌است. به منظور تهیه نقشه عدالت مکانی سلامت شهری با استفاده از داده‌های مرجع، ابتدا معیارهای موثر بر عدالت مکانی سلامت شهری تعیین و لایه مکانی آن‌ها تهیه شده‌است. پس از آن با استفاده از سیستم استنتاج فازی، لایه‌ها با هم تلفیق شد و نقشه عدالت مکانی سلامت شهری بدست آمد. نتایج این قسمت از تحقیق نشان داد که نیمه جنوبی منطقه ۶ از عدالت مکانی بالا و مناطق شمالی منطقه از عدالت مکانی خدمات درمانی و بهداشتی پایین برخوردارند. نتایج با واقعیات منطقه و تراکم مراکز درمانی و بهداشتی در نیمه جنوبی منطقه تطابق دارد. شمال غرب و شمال شرق منطقه ۶ دسترسی نامناسبی به مراکز درمانی و بهداشتی دارند در حالی که قسمت جنوبی منطقه دارای دسترسی مناسب است. در قسمت دوم تحقیق با اخذ نظرات داوطلبان در ارتباط با سطح عدالت مکانی سلامت شهری در قسمت‌های مختلف منطقه ۶، مجددا نقشه عدالت مکانی سلامت شهری تهیه شد. در این نقشه نیز مناطق جنوبی عمدتا در طبقه مناسب و بسیار مناسب و مناطق شمالی عمدتا در طبقه خوب به پایین طبقه‌بندی شده‌اند.

مقایسه نقشه‌های عدالت مکانی سلامت شهری حاصل از دو منبع داده مرجع و داوطلبانه بیانگر تطابق معنادار نتایج است. به صورت کلی نتایج حاصل از هر دو رویکرد بیانگر میزان عدالت مکانی سلامت شهری مناسب و بسیار مناسب در نیمه جنوبی منطقه و میزان عدالت مکانی سلامت شهری خوب به پایین در نیمه شمالی منطقه بوده‌است. میزان تطابق نقشه‌های عدالت مکانی سلامت شهری حاصل از دو مجموعه داده برابر با ۶۲ درصد تخمین زده شد. حال آنکه در این تحقیق تنها از اطلاعات تعداد ۵۰ داوطلب استفاده شده‌است و با افزایش تعداد داوطلبان قطعا نتایج بهبود قابل توجهی خواهند داشت. تحقیق حاضر علاوه بر تهیه نقشه عدالت مکانی سلامت شهری برای منطقه مورد مطالعه با استفاده از داده‌های مرجع، این نقشه را براساس نظرات شهروندان نیز تهیه کرده‌است.

در کشورهای توسعه‌یافته دانش و نظرات داوطلبان در حوزه‌های مختلف همچون مدیریت شهری، مدیریت بحران، مدیریت و کنترل بیماری‌ها و موارد دیگر استفاده می‌شود. این اطلاعات معمولا بسیار کارآمد و کم هزینه می‌باشند که می‌توانند در سطوح مختلف به عنوان مکمل اطلاعات مرجع که به صورت رسمی تهیه می‌شود، در نظر گرفته شود. بنابراین، توصیه می‌شود در موارد مختلف از جمله تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری در حوزه سلامت، این اطلاعات استفاده شوند. نکته موجود در اخذ و استفاده از این اطلاعات مکانمند بودن

آن‌ها و به تبع آن افزایش بهره‌وری و کارآمدی اطلاعات داوطلبانه مکانی می‌باشد. به عنوان پیشنهاد برای تحقیقات آینده موارد زیر توصیه می‌گردد: از معیارهای موثر دیگر در داده‌های مرجع، همچون آلودگی‌های زیست محیطی، کیفیت خدمات بهداشتی و درمانی، داده‌های ترافیک، سن افراد و تراکم جمعیت در هر منطقه استفاده شود. سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به منظور وزندهی و تلفیق لایه‌های مکانی به کار برده شود. در تحقیق حاضر آلودگی هوا به عنوان یکی از معیارهای عدالت مکانی سلامت شهری در نظر گرفته شده‌است که با استفاده از اطلاعات سنجش آلودگی هوای ایستگاه‌های شهرداری تهران مدلسازی شده‌است، پیشنهاد می‌گردد علاوه بر این اطلاعات از اطلاعات ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوای سازمان محیط زیست جهت تکمیل و تدقیق نقشه تولید شده استفاده گردد و همچنین، از نظرات تعداد بیشتری از شهروندان جهت تهیه نقشه عدالت مکانی سلامت شهری استفاده گردد.

مراجع

[1] Lu C, Zhang Z, Lan X. (2019). Impact of China's referral reform on the equity and spatial accessibility of healthcare resources: a case study of Beijing. Social science & medicine. 235: 112386.

[2] Corburn J, Cohen AK. (2012). Why we need urban health equity indicators: integrating science, policy, and community. PLoS medicine. 9(8): 1-7.

[3] Neisani Samani Z, Alesheikh A.A. (2019). Uncertainty Modelling of Citizen-Centered Group Decision Making Using Fuzzy-VIKOR Case Study: Site Selection of Healthcare Services. The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 42: 809-14.

[4] Whitehead J, Pearson AL, Lawrenson R, Atatoa-Carr P. (2019). Spatial equity and realised access to healthcare–a geospatial analysis of general practitioner enrolments in Waikato, New Zealand. Rural and remote health. 19(4).

[5] Mishra S, Sahu PK, Sarkar AK, Mehran B, Sharma S. (2019). Geo-spatial site suitability analysis for development of health care units in rural India: Effects on habitation accessibility, facility utilization and zonal equity in facility distribution. Journal of Transport Geography. 78: 135-49.

[6] Harris RB, Cormack DM, Stanley J. (2013). The relationship between socially-assigned ethnicity, health and experience of racial discrimination for Māori: analysis of the 2006/07 New Zealand Health Survey. BMC public health. 13(1): 1-11.

[7] Ni J, Qian T, Xi C, Rui Y, Wang J. (2016). Spatial distribution characteristics of healthcare facilities in Nanjing: Network point pattern analysis and correlation analysis. International journal of environmental research and public health. 13(8): 833.

[8] Ramzi AI, El-Bedawi MA. (2019). Towards integration of remote sensing and GIS to manage primary healthcare centers. Applied Computing and Informatics. 15(2): 109-113.

[9] Pierangeli I, Nieuwenhuijsen MJ, Cirach M, Rojas-Rueda D. (2010). Health equity and burden of childhood asthma-related to air pollution in Barcelona. Environmental Research. 186: 109067.

[10] Shin K, Lee T. (2018). Improving the measurement of the Korean emergency medical System's spatial accessibility. Applied geography. 100: 30-38.

[11] Lee J, Miller HJ. (2019). Analyzing collective accessibility using average space-time prisms. Transportation Research Part D: Transport and Environment. 69: 250-264.

[12] Kolak M, Steptoe M, Manprisio H, Azu-Popow L, Hinchy M, Malana G, Maciejewski R. (2020). Extending Volunteered Geographic Information (VGI) with geospatial software as a service: Participatory asset mapping infrastructures for urban health. In Geospatial technologies for urban health, Springer. 209-230.

[13] Ismailzadeh, H, Masoumi, L. (2014). Spatial justice analysis of the cities of Ardabil province in terms of health-treatment indicators using the Vikor model. Urban Management Studies. 7(23), 94-104 (In persian).

[14] Mansour S. (2016). Spatial analysis of public health facilities in Riyadh Governorate, Saudi Arabia: A GIS-based study to assess geographic variations of service provision and accessibility. Geo-spatial Information Science. 19(1): 26-38.

[15] Liu S, Qin Y, Xu Y. (2019). Inequality and influencing factors of spatial accessibility of medical facilities in rural areas of China: a case study of Henan Province. International journal of environmental research and public health. 16(10): 1833.

[16] Zhang S, Song X, Wei Y, Deng W. (2019). Spatial equity of multilevel healthcare in the metropolis of Chengdu, China: a new assessment approach. International journal of environmental research and public health. 16(3): 493.

[17] Mohammadi manesh G, Ahmadnejad E, Nemati A, Asadi-Lari M. (2022). Equity on access to health care services among COVID-19 cases and related deaths in Iran: a sub-national survey. jha. 25 (1) :80-91

[18] Vahidnia MH, Alesheikh AA, Alimohammadi A. (2009). Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives. Journal of environmental management. 90(10): 3048-3056.

[19] Zandi I, Pahlavani P. (2021). Spatial Modeling and Prioritization of Potential Areas for Determining Location of Hospitals by a GIS-Based Multi-Criteria Decision-Making Analyses: A Case Study of the 5th District of Tehran. Town and Country Planning. 13(1): 247-280. (In Persian).

[20] Zandi I, Pahlavani P, Bigdeli B. (2021). Combining CRITIC Objective Weighting Method with CODAS and VIKOR Methods for Selecting Prospect Hospital Sites (Case Study: The Fifth District of Tehran). Geography and Urban Space Development. 7(2): 41-63. (In Persian)

[21] Hu R, Dong S, Zhao Y, Hu H, Li Z. (2013). Assessing potential spatial accessibility of health services in rural China: a case study of Donghai County. International journal for equity in health. 12(1): 1-11.

[22] Powell LM, Slater S, Chaloupka FJ, Harper D. (2006). Availability of physical activity–related facilities and neighborhood demographic and socioeconomic characteristics: a national study. American journal of public health. 96(9): 1676-1680.

[23] Dell'Ovo M, Capolongo S, Oppio A. (2018). Combining spatial analysis with MCDA for the siting of healthcare facilities. Land Use Policy. 76: 634-644.

[24] Alzouby AM, Nusair AA, Taha LM. (2019). GIS based multi criteria decision analysis for analyzing accessibility of the disabled in the Greater Irbid Municipality Area, Irbid, Jordan. Alexandria Engineering Journal. 58(2): 689-698.

[25] Consortium Equitable, Pramesh CS, Seshadri DV, Fernandez E, Rao G, Dutta M, Mohan P. (2021). Healthcare in post-COVID India: A call for a decentralized healthcare system. Journal of Family Medicine and Primary Care. 10. 4337. 10.4103/jfmpc.jfmpc_2032_21.

[26] Hunter RF, Cleary A, Braubach M. (2019). Environmental, health and equity effects of urban green space interventions. In Biodiversity and health in the face of climate change, Springer. 381-409.

[27] Lee J, Miller HJ. (2019). Analyzing collective accessibility using average space-time prisms. Transportation Research Part D: Transport and Environment. 69: 250-264.

[28] Ashik FR, Mim SA, Neema MN. (2020). Towards vertical spatial equity of urban facilities: An integration of spatial and aspatial accessibility. Journal of Urban Management. 9(1): 77-92.

[29] Todd A, Copeland A, Husband A, Kasim A, Bambra C. (2015). Access all areas? An area-level analysis of accessibility to general practice and community pharmacy services in England by urbanity and social deprivation. BMJ open. 5(5): e007328.

[30] Saaty TL. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. International journal of services sciences. Jan 1;1(1):83-98.

[31] Mulyanto J, Kunst AE, Kringos DS. (2020). The contribution of service density and proximity to geographical inequalities in health care utilisation in Indonesia: A nation-wide multilevel analysis. Journal of Global Health. 10(2).

[32] Habibi R, Alesheikh AA, Mohammadinia A, Sharif M. (2017). An assessment of spatial pattern characterization of air pollution: A case study of CO and PM2. 5 in Tehran, Iran. ISPRS international journal of Geo-information. 6(9): 270.

[33] Reshadat S, Saeidi S, Zangeneh A, Almasi A, Rahimi Naderi S, Teimouri R, Teimouri R, Gholami Kiaee K, Khezeli M. (2021). Survey on the indexes of health equity in the physical environment and infrastructures of Kermanshah province, Iran. Journal of the Egyptian Public Health Association. 96(1): 1-10.

[34] Malczewski J. (2011). Local weighted linear combination. Transactions in GIS. 15(4): 439-55.

[35] Mamdani EH. (1977). Application of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic synthesis. IEEE transactions on computers. 26(12): 1182-1191.

[36] Neisani Samani Z, Karimi M, Alesheikh A.A. (2020). Environmental and infrastructural effects on respiratory disease exacerbation: a LBSN and ANN-based spatio-temporal modelling. Environmental monitoring and assessment. 192(2): 1-7.

[37] https://air.tehran.ir/

[38] Berger A, Guda S. (2020). Threshold optimization for F measure of macro-averaged precision and recall. Pattern Recognition. 102: 107250.

[39] Das D, Naskar R. (2022). Image Splicing Detection Using Feature Based Machine Learning Methods and Deep Learning Mechanisms. In International Conference on Computational Intelligence in Pattern Recognition, Springer, Singapore