

# ارزیابی چندمعیاره‌ی شاخص‌های شهرسازی در معابر از دیدگاه پتانسیل پیاده‌روی

الهام طاهری امیری<sup>۱</sup>، محمد طالعی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک - دانشگاه صنعتی خواجه

نصیرالدین طوسی

etaheri69@yahoo.com

<sup>۲</sup> دانشیار دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

taleai@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت دی ۱۳۹۳، تاریخ تصویب آبان ۱۳۹۵)

## چکیده

هدف این تحقیق، بررسی شاخص‌های مکانی مناسب جهت ارزیابی معابر از منظر پتانسیل پیاده روی می باشد. در این تحقیق از تلفیق تحلیل‌های مبتنی بر سیستم اطلاعات مکانی (GIS)<sup>۱</sup> و سنجش از راه دور و روش‌های تحلیل چندمعیاره AHP<sup>۲</sup> و TOPSIS<sup>۳</sup> استفاده شده است. شاخص‌های مکانی شامل: سطح اتصال با سایر معابر، دسترسی به زیرساخت‌های حمل و نقل عمومی، اختلاط کاربری، چگالی واحد‌های مسکونی و سبزی‌نگی می باشند. جهت تعیین اهمیت شاخص‌ها از کارشناسان شهرسازی و مردم، نظرسنجی صورت پذیرفت. مدلسازی ارائه شده، برای معابر نواحی هفت و دو منطقه‌ی یک شهر تهران پیاده سازی گردید. پس از انجام تحلیل‌های مورد نیاز و پیاده سازی مدل در منطقه‌ی مطالعاتی، بر اساس نظر کارشناسان، در میان خیابان‌های اصلی، خیابان‌های ولیعصر، درکه و رشیدالدین فضل الله و از میان خیابان‌های فرعی، خیابان‌های دانشجو، گرمی و البرز کوه؛ و بر اساس نظر مردم، در میان خیابان‌های اصلی، خیابان‌های ولیعصر، اوین و درکه و در میان خیابان‌های فرعی، خیابان‌های دانشجو، گرمی و سید محمد شریفی منش، بالاترین تناسب را برای پیاده روی از منظر شاخص‌های این تحقیق دارا هستند. بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق می توان معابر مختلف را از منظر این شاخص‌ها ارزیابی نمود و برای بهبود معابر از دیدگاه پتانسیل پیاده روی در آینده برنامه ریزی کرد. به علاوه از طریق رتبه بندی صورت گرفته می توان معابری که نیاز بیشتری به بهبود داشته و اولویت بالاتری دارند را شناسایی نمود.

**واژگان کلیدی:** پتانسیل پیاده روی، شاخص‌های شهرسازی، تحلیل‌های چند معیاره مکانی، GIS

\* نویسنده رابط

<sup>۱</sup> Geospatial Information System

<sup>۲</sup> Analytic Hierarchy Process

<sup>۳</sup> Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution

## ۱- مقدمه

پیاده روی طبیعی ترین شکل جابجایی انسان در سفرهای شهری است. اصولاً بخش عمده ای از سفرهای درون شهری به صورت پیاده انجام می شود و هر سفر شهری سواره هم حداقل در دو انتهای خود با پاره سفرهای پیاده تکمیل می گردد [۶]. پیاده روی از منظر سلامت جسمی و روانی جامعه، کاهش تردد وسایل نقلیه برای حمل و نقل، سودمندی های زیست محیطی از جمله کاهش آلودگی هوا و آلودگی های صوتی، صرفه جویی در مصرف انرژی، افزایش روابط متقابل اجتماعی میان شهروندان، افزایش امنیت اجتماعی و در کل بهبود کیفیت زندگی، حائز اهمیت می باشد. طبق گزارشات رئیس دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۶۰ درصد مردم ایران تحرک کافی در زندگی را ندارند. این درحالیست که طبق تحقیقات، مضرات بی تحرکی از مصرف سیگار بدتر بوده و یکی از چهار مولفه ی مهم در بروز بیماری های غیر واگیردار می باشد [۳۳].

از دلایل عدم علاقه به پیاده روی، نبود معابر مناسب و جذاب برای پیاده روی است. پیاده روهای موجود از لحاظ طراحی شهری، امکانات و مبلمان شهری و ویژگی های بصری مناسب نیستند. به این ترتیب انجام تحقیقاتی که مشکلات معابر از این منظر را کشف و برای بهبود آنها راهکارهایی ارائه دهد، بسیار ضرورت می یابد. اولین اقدام در راستای نیل به این هدف، تعیین شاخص های فضایی تاثیرگذار در تشویق شهروندان به پیاده روی و ارائه ابزار تحلیلی مناسب جهت سنجش تناسب پیاده روهای موجود بر اساس این شاخص ها می باشد. این مفهوم تحت عنوان قابلیت پیاده روی به معنی میزان مناسب بودن یک محیط مشخص برای پیاده روی، تعریف می گردد [۲۰]. شاخص قابلیت پیاده روی عبارت از اندازه گیری معیارهای موثر طراحی شهری در ارتقای استفاده از حمل و نقل غیر موتوری شامل پیاده روی و دوچرخه سواری به عنوان جایگزین رانندگی است [۲۵].

در سالهای اخیر پژوهش های بسیاری در حوزه پیاده روی، در نقاط مختلف دنیا صورت گرفته است. دسته ای از مطالعات صورت گرفته در این حوزه، شامل مطالعات نظری می باشند که صرفاً به ذکر سودمندی های پیاده روی، موانع موجود و در نهایت کشف و معرفی شاخص ها و

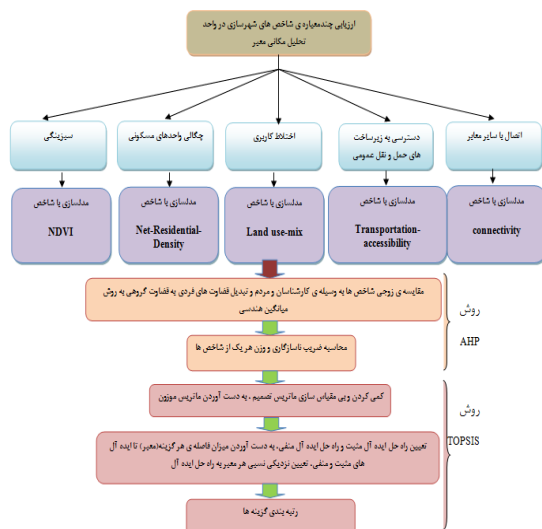
اولویت بندی آنها در تاثیرگذاریشان بر افزایش میزان پیاده روی و مواردی از این قبیل پرداخته شده است. بحرینی و همکاران (۱۳۸۹) اهمیت معیارهای محیطی موثر بر میزان پیاده روی را جمع بندی نمودند. مطالعه ی آنها به صورت پیمایشی و نمونه گیری بصورت خوشه ای تصادفی در ۹ خوشه مسکونی در قسمت های مختلف شهر جدید هشتگرد انجام گرفت. در نهایت این نتیجه منتج شد که فاصله خانه تا محل کار و مراکز خرید بیشترین تاثیر را بر روی میزان پیاده روی خانوارها دارد [۱]. رضازاده و همکاران (۱۳۹۰) به کشف مولفه های تاثیرگذار در پیاده مداری محله از منظر ساکنین پرداختند. آنها برای استخراج روابط از فن پرسشگری از ۲۰۰ ساکن محله چیدر استفاده کردند. تحلیل روابط و مدلسازی توسط آزمون های همبستگی و رگرسیون خطی انجام پذیرفت. در نهایت این نتیجه منتج شد که ویژگی های کالبدی، ترافیکی و شبکه راه ها بر تناوب پیاده روی موثرند، در حالیکه کیفیت محیطی محله و ابعاد اجتماعی آن نقش بسزایی در خوشایندی پیاده روی ندارند [۵]. تحقیقاتی مانند [۱۳]؛ [۲۷]؛ [۱۴] به صورت مشابه با تحقیقات قبلی، عوامل تاثیرگذار بر پیاده روی را بررسی کرده و نشان داده اند که طراحی شهری مناسب، کیفیت و کمیت پیاده روی را بهبود می بخشد.

دسته ای دیگر از مطالعات شامل در نظر گرفتن یکسری شاخص های شهرسازی و اندازه گیری آنها در منطقه ی مطالعاتی و ارزیابی معابر موجود می باشد. در این تحقیقات که تاحدودی از روش های بازبینی میدانی و نظرسنجی برای بررسی ویژگی های محیطی منطقه و تعیین مقادیر این شاخص ها، استفاده شده است، از ابزارهای مکانی و تحلیل های مبتنی بر GIS برای اندازه گیری دقیق، کمی و مکانی شاخص ها استفاده نشده است. Parsons Brinckerhoff Quade and Douglas, Inc (۱۹۹۳) سهولت عبور از خیابان ها، استمرار و پیوستگی پیاده روها و وضعیت توپوگرافی منطقه را در چند معبر نمونه مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیده اند که بهبود وضعیت پیاده روها، استفاده از خودروها را به میزان ده درصد کاهش می دهد [۲۴]. Sutikno, et al (۲۰۱۳) با هدف برآورد سطح تناسب یک معبر در شهرمالانگ در استرالیا و برنامه ریزی برای بهبود آن معبر، از شاخص های وضعیت فیزیکی پیاده روها، اتصال پیاده روها با

کارشناسان، به عنوان نوآوری این تحقیق محسوب می گردد. بر اساس نتایج پیاده سازی مدل در منطقه مطالعه موردی، این نوآوری موجب بهبود نتایج ارزیابی قابلیت پیاده روی معابر مختلف، گردیده است.

## ۲- مواد و روش تحقیق

در این تحقیق ابتدا یکسری مطالعات کتابخانه ای شامل بررسی اسناد، مقالات و پایان نامه های مربوط با موضوع تحقیق صورت پذیرفت. سپس بر اساس مطالعات، شاخص های مناسب به همراه روش سنجش آنها تعیین شد. در مرحله ی بعد داده های مورد نیاز جمع آوری و سپس ویرایش و آماده سازی داده ها صورت پذیرفت. در ادامه اجرای شاخص ها و پیاده سازی مدل در منطقه ی مطالعاتی به منظور ارزیابی عملکرد مدل پیشنهادی تحقیق، انجام گردید. در واقع به منظور ارزیابی چندمعیاره معابر از دیدگاه پتانسیل پیاده روی، به کمی سازی شاخص های توصیفی در حوزه ی شهرسازی و در نهایت ارائه ی مدلی برای ارزیابی مکانی شاخص ها در این حوزه پرداخته شد. شاخص های مدل مذکور، اتصال معابر، دسترسی مناسب به زیرساخت های حمل و نقل عمومی، اختلاط کاربری ها در همسایگی معابر، چگالی واحدهای مسکونی و فضای سبز در همسایگی معابر می باشند که در نهایت با استفاده از روش های AHP و TOPSIS به تلفیق معیارها و رتبه بندی معابر پرداخته شد. در شکل ۱، روند کلی مدلسازی ارائه شده است.



شکل ۱- روند کلی مدلسازی قابلیت پیاده روی مورد استفاده در این تحقیق

خیابان های اصلی، سهولت عبور و مرور، عرض موثر پیاده روها و وضعیت سایه در پیاده روها، استفاده کرده اند (۲۸). Kelly, et al (۲۰۱۱) از سه روش برای بررسی وضعیت پیاده روی در یکی از معابر شهر Leeds در انگلستان استفاده کردند. هدف از این کار مقایسه سه روش و فهم بهتر وضعیت پیاده روی در منطقه ی مطالعاتی بود. یکی از روش ها، پرس و جو از عابرین در حال پیاده روی بود که طی آن این طور نتیجه گیری شد که از منظر آنها معابر زیادی در سطحی پایین تر از حد استاندارد قرار دارند. روش بعدی استفاده از stated preference بود که طی آن اهمیت نسبی ۹ نمونه از شاخصهای پیاده روی تعیین و مشخص شد که ابتدا بایستی کدام یک از شاخصها جهت بهبود وضعیت پیاده روی تقویت شود و روش بعدی استفاده از فناوری موبایل بود که طی آن مسائل و تعاملاتی که عابران پیاده با آن درگیر هستند، مشخص گردید (۱۶).

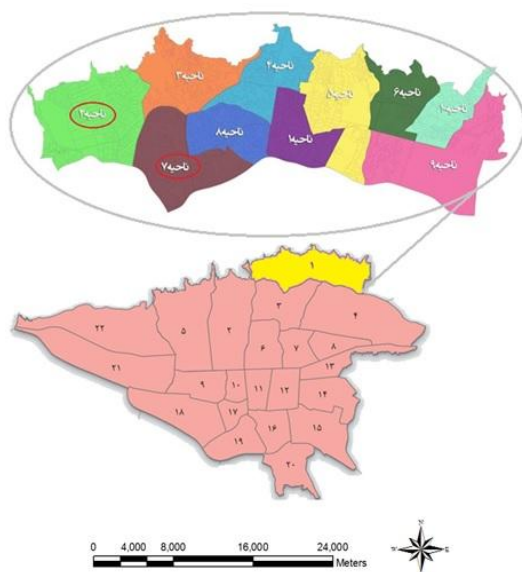
با توجه به نمونه های اشاره شده، در اکثر تحقیقات پیشین ارزیابی معابر از طریق فنون و روشهای بازبینی میدانی، پخش پرسشنامه و تحلیل های آماری صورت پذیرفته و بررسی شاخص ها به صورت کیفی بوده است. در برخی تحقیقات که شاخص ها به صورت کمی وارد شده اند (۲۳)؛ [۹]؛ [۱۹]؛ [۱۸]، ارزیابی در سطح معابر نبوده و بلوکهای ساختمانی مختلف، به عنوان کوچکترین واحد مکانی مورد ارزیابی، در یک یا چند محله از این منظر مقایسه شده و در کلاسهای مختلف از پتانسیل بالا تا پایین دسته بندی شده اند.

هدف این تحقیق، ارزیابی مکانی شاخص های کیفی موجود در حوزه ی شهرسازی با کمک ابزار و تحلیل های مکانی مبتنی بر GIS و سنجش از دور می باشد. همچنین ارزیابی قابلیت پیاده روی به صورت ریزدانه و مبتنی بر فنون تحلیل چندمعیاره و در سطح هر قطعه معبر شهری، به عنوان کوچک ترین واحد مکانی، انجام پذیرفته است. در همین راستا، ۵ شاخص اتصال با سایر معابر، دسترسی به زیرساخت های حمل و نقل عمومی، اختلاط کاربری، چگالی واحدهای مسکونی و سبزیگی مدلسازی شدند. سنجش مناسب و عددی شاخص ها با کمک ابزار و تحلیل های مکانی، مدلسازی این شاخصها در سطح ریز دانه (معیار) و همچنین تلفیق شاخص ها در یک فرایند تصمیم گیری جبرانی بر اساس نظرسنجی از عموم مردم و

## ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

مدل مورد استفاده در این مقاله، در نواحی دو و هفت منطقه یک شهر تهران (شکل ۲) پیاده سازی شد. جمعیت این منطقه در حدود ۱۲۳ هزار نفر می باشد. این منطقه در طول جغرافیایی ۵۱ درجه شمالی و عرض ۳۵ درجه شرقی در سیستم تصویر UTM قرار دارد. در شکل ۳ نقشه ی شبکه ی معابر و گره های منطقه مطالعاتی نمایش داده شده است. منطقه ی مطالعاتی در موقعیتی قرار دارد که کاربری های متنوعی مانند دانشگاه، ساختمان تجاری، رستوران، بیمارستان و مناطق مسکونی را شامل می شود و معابر موجود در آن از منظر شیب، فضای سبز، دسترسی به کاربری ها و سایر شاخص ها در سطوح متفاوتی قرار دارند. داده های مورد استفاده در این تحقیق شامل اطلاعات مکانی و توصیفی منطقه ی مطالعاتی می باشد. این اطلاعات کاربری قطعه زمین ها، موقعیت ایستگاه های مترو، اتوبوس، تاکسی و شبکه معابر شهری منطقه یک تهران است که داده های مطالعات طرح جامع و تفصیلی شهر تهران در سال ۱۳۹۰ می باشند. همچنین از تصاویر ماهواره ای ۴ باندی WorldView2 با قدرت تفکیک ۲/۴ متر در تحقیق استفاده شده است که از شرکت سنچس از دور بصیر دریافت گردید. برخی اطلاعات تکمیلی نیز از سایت شهرداری تهران [۳۴] استخراج شد. در الگوی طرح تفصیلی منطقه مطالعاتی این تحقیق، به چهار موضوع ساختار کالبدی اصلی منطقه، پهنه بندی استفاده از اراضی منطقه، اصلاح حدود و تقسیمات داخلی منطقه و توسعه و اصلاح شبکه معابر اصلی پرداخته شده است. در حوزه ی توسعه و اصلاح شبکه معابر اصلی، سلسله مراتب شبکه معابر اصلی از لحاظ ترافیکی و سلسله مراتب نظام حرکت از لحاظ کارکردی مورد بررسی قرار گرفته است. در بررسی سلسله مراتب نظام حرکت از لحاظ کارکردی برای تعدادی از معابر اصلی منطقه، زیرساخت های حمل و نقل عمومی در اطراف معبر، میزان تردد سواره و عابر پیاده ، میزان دسترسی به کاربری های مختلف، فضای سبز در اطراف معبر و فضای پارکینگ موجود در منطقه گزارش داده شده است. بنابراین وضعیت معابر از لحاظ نظام حرکت، از مسائل حائز اهمیت در حوزه ی برنامه ریزی شهری محسوب می شود. در جدول ۱ اطلاعات مربوط به وضعیت پیاده روی در برخی معابر مهم منطقه بر اساس طرح تفصیلی آمده است.

همانطور که ملاحظه می شود، میزان پیاده روی در اکثر معابر کم ارزیابی شده که می تواند ناشی از ناکارآمدی و وضعیت نامناسب پیاده روها در منطقه مطالعاتی باشد [۲].



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی منطقه ی مطالعاتی

جدول ۱- وضعیت پیاده روی در معابر مهم منطقه مطالعاتی [۲]

نام خیابان	ولیعصر	مقدس- اردبیلی	زعفرانیه	ولنجک
عرض پیاده رو (متر)	۵	۳	۵	۳
کیفیت عبور پیاده	پر تردد	تردد محلی	کم تردد	کم تردد
نام خیابان	دانشجو	تابناک	اکبری	فرشته
عرض پیاده رو (متر)	۴	۵	۲	۲
کیفیت عبور پیاده	کم تردد، تردد بیشتر در نزدیکی دانشگاه	بدون تردد	کم تردد	کم تردد

## ۲-۲- معیارها و شاخص های ارزیابی

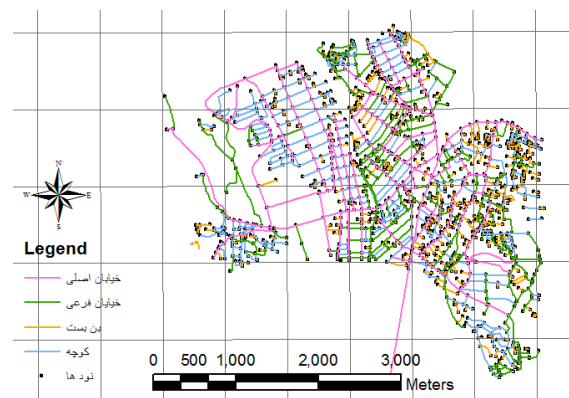
شاخص های مورد بررسی در این تحقیق سطح اتصال با سایر معابر، دسترسی به زیرساخت های حمل و نقل عمومی، اختلاط کاربری ، چگالی واحدهای مسکونی و سبزینگی می باشند که در ادامه به توضیح هر یک پرداخته می شود.

شاخص میزان اتصال معابر، به مستقیم بودن لینک ها و چگالی تقاطع ها در شبکه های جاده ای اشاره می کند. یک شبکه جاده ای مناسب شامل لینک های کوتاه بسیار، تقاطع های زیاد و بن بست های کم، می باشد (۲۹). چگالی های بالاتر از لحاظ تقاطع، مردم را با پتانسیل های بالاتری از لحاظ مسیرهای مناسب برای رفت و آمد مواجه می سازد، دسترسی به معابر اصلی را تسهیل می کند و احتمال پیاده روی را افزایش می دهد (۱۹).

در تحقیقات پیشین برای مدلسازی شاخص اتصال خیابانها روش های مختلفی به کار برده شده است. در (۱۱) برخی از این روشها به همراه نام محققان و تحقیقات مربوطه آمده است. در این تحقیق به منظور تولید یک شاخص ریزدانه در سطح هر یک از قطعه معابر مورد ارزیابی، معابر با استفاده از تحلیل شبکه به یک گراف با تعدادی نود و لینک تبدیل شد (شکل ۳)، سپس درجه ی هر نود محاسبه و در نهایت اتصالات هر معبر با استفاده از درجه نودهای ابتدایی، میانی و پایانی با استفاده از رابطه ۱، محاسبه گردید. منظور از درجه یک نود، تعداد لینک (یال) هایی است که نود بر روی آن ها قرار دارد.

$$connectivity = \sum_n (degree(i))_J \quad (1)$$

که در آن  $degree(i)$  = تعداد لینک ها (یالها) ی واقع بر روی نود  $i$  ام و  $n$  شمارنده ی تعداد نودهای موجود بر روی معبر  $J$  است.



شکل ۳- شبکه معابر و گره های نواحی دو و هفت منطقه یک شهر تهران

۲-۲-۲- شاخص دسترسی به زیرساخت های حمل و نقل عمومی<sup>۲</sup>

دسترسی به زیرساخت های حمل و نقل عمومی از جمله ایستگاههای مترو و تاکسی و اتوبوس، پتانسیل پیاده روی برای یک معبر را افزایش می دهد. در زمینه ی دسترسی، تحقیقات متعددی صورت گرفته و مدل های مختلفی ارائه شده است. Wang, et al (۲۰۱۳) مدل اصلی در محاسبه ی دسترسی و نمونه روابط مورد استفاده را جمع بندی کرده اند. این مدلها شامل Travel Cost, Minimum Distance, Gravity potential, Cumulative Opportunity, Container Index می باشند (۳۰). به طور کلی در مدل های استفاده شده برای دسترسی مکانی، پارامترهای فاصله، وزن و تعداد تسهیلات مطرح می باشند که با توجه به هدف تحقیق از هر یک از این پارامترها در مدلسازی استفاده می گردد. برای تعیین اثر فاصله یکی از روش ها، استفاده از مدل های ثقل میناست که در آنها از طریق اختصاص دهی توان منفی به فاصله (۱۵)؛ (۷) و یا استفاده از توابع نمایی (۱۷)، اثر فاصله مدلسازی می گردد. روش دیگر تعریف یک حد آستانه مکانی مشخص با توجه به اهداف مسئله می باشد (۲۰)؛ (۷). با توجه به اینکه در این تحقیق، ارزیابی بر اساس هر معبر صورت می گیرد و لازم است وجود و یا عدم وجود زیرساخت های حمل و نقل مختلف در طول هر معبر مشخص و ارزیابی گردد، تعریف یک حد آستانه مناسب تر به نظر رسید و با توجه به در نظر گرفتن تعداد تسهیلات و امتیاز آنها در مدل مورد استفاده در تحقیق موحدی (۱۳۹۲)، برای اندازه گیری دسترسی از این مدل مطابق رابطه ۲ استفاده شد. در این مدل دسترسی به زیرساخت های حمل و نقل عمومی در فاصله تحت شبکه کمتر از ۵۰۰ متر محاسبه گردید و امتیاز هر نوع زیرساخت با مشورت با کارشناس مربوطه تعیین گردید. این امتیاز برای ایستگاه های مترو، ایستگاههای اتوبوسرانی و ایستگاههای تاکسیرانی به ترتیب ۰،۵، ۰،۳ و ۰،۲ تعیین شد.

$$transportation - accessibility = \sum_{i=1}^3 S_i \cdot (N_i)_J \quad (2)$$

<sup>۲</sup> Transportation accessibility

<sup>۱</sup> connectivity

$N_i$  = تعداد زیرساخت‌های حمل و نقل عمومی از نوع  $i$  در فاصله تحت شبکه کمتر از ۵۰۰ متر در مجاورت معبر  $J$ ، امتیاز زیرساخت حمل و نقل عمومی از نوع  $i$  =  $S_i$  = شماره انواع سه‌گانه زیرساخت‌های حمل و نقل عمومی شامل ایستگاه‌های مترو، تاکسی و اتوبوس

### ۲-۲-۳- شاخص اختلاط کاربری<sup>۱</sup>

اختلاط کاربری‌ها در اطراف یک معبر منجر به دسترسی افراد به کاربری‌های مختلف مانند رستوران‌ها، مراکز خرید، خواروبار فروشی‌ها و پارک‌ها و در نتیجه بالا رفتن انگیزه پیاده‌روی می‌گردد. در آمریکا نشان داده‌اند که احتمال پیاده‌روی برای ساکنین همسایگی‌های با کاربری‌های متفاوت مانند مغازه‌های خوار و بار فروشی، رستوران‌ها و یا پارک‌های محلی، نسبت به افرادی که در همسایگی واحدهای کاربری پهن‌آور با یک نوع کاربری، زندگی می‌کنند، به میزان سه برابر بیشتر است ([۱۰]). برای سنجش اختلاط کاربری، مدل‌های مختلفی از جمله تعادل Herfindahl-Hirschman، ضریب جینی، آنتروپی و Atkinson وجود دارد ([۳]). شاخص افت جینی (رابطه ۳) به دلیل اینکه قادر به در نظر گرفتن بیش از دو نوع کاربری در محاسبات جهت اندازه‌گیری تنوع کاربری‌ها می‌باشد، برای ارزیابی در این تحقیق انتخاب گردید. کاربری‌های در نظر گرفته شده در این تحقیق شامل کاربری‌های مسکونی، مختلط، تجاری، آموزشی، بهداشتی، درمانی، اداری، نظامی، مذهبی، فرهنگی، خدمات عمومی، فضای سبز، ورزشی، تفریحی، صنعتی و تولیدی، حمل و نقل، تاسیسات و تجهیزات شهری و سایر می‌باشد.

$$landuse - mix = \frac{\left\{ -\sum_k [(p_i) (\ln p_i)] \right\}}{\ln(k)} \quad (3)$$

$K$  = تعداد انواع کاربری‌های واقع بر روی هر معبر و  
 $P_i$  = نسبت مجموع مساحت هر کدام از کاربری‌ها به مجموع مساحت کل کاربری‌های واقع بر روی هر معبر

### ۲-۲-۴- شاخص چگالی واحدهای مسکونی<sup>۲</sup>

چگالی بالاتر واحدهای مسکونی به معنی وجود افراد بیشتر با هدف سکونت می‌باشد که با افزایش امکان

مراوده‌های اجتماعی منجر به تشویق بیشتر افراد به پیاده‌روی می‌گردد. چگالی بالای واحدهای مسکونی منجر به موجودیت تسهیلات بیشتر برای ساکنین، کوتاهی مسیرهای بین تسهیلات و بالا رفتن پتانسیل پیاده‌روی در معبر می‌گردد ([۱۹]).

در این تحقیق اندازه‌گیری این شاخص از طریق شاخص تراکم از نوع نسبت مساحت آن صورت پذیرفت. به این صورت که این شاخص از تقسیم مجموع مساحت مسکونی کلیه بلوک‌های واقع بر معبر، بر مجموع مساحت کل بلوک‌های مذکور، اندازه‌گیری شد (رابطه ۴).

$$net - residential - density = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (4)$$

$A_i$  = مساحت کل کاربری‌ها در بلوک  $i$  در مجاورت معبر  $J$ ،  $S_i$  = مساحت کاربری مسکونی در بلوک  $i$  در مجاورت معبر  $J$   
 $n$  = تعداد بلوک‌ها در مجاورت معبر

### ۲-۲-۵- شاخص سبزی‌نگی<sup>۳</sup>

وجود فضای سبز در اطراف معابر موجب زیباتر شدن چشم انداز معابر، بهبود وضعیت هوا و در مجموع افزایش سلامت جسمی و روانی عابرین پیاده می‌گردد. تحقیقات متعددی در زمینه فضاهای سبز صورت گرفته است که در اکثریت آنها برای سنجش میزان فضای سبز از اندازه‌گیری میزان دسترسی به پارک‌ها و فضاهای سبز استفاده شده است. ([۲۶]؛ [۲۱]؛ [۲۰]؛ [۳۲]؛ [۲۲]؛ [۱۲]). برای محاسبه سبزی‌نگی، شاخص‌های متعددی وجود دارد. در درگاه اینترنتی ([۳۵]) تحقیقات مختلف در زمینه معرفی شاخص‌های سبزی‌نگی و روابط مربوطه آمده است. از میان شاخص‌های موجود بهترین و کاربردی‌ترین شاخص، NDVI می‌باشد که در این تحقیق از طریق باندهای مادون قرمز (NIR) و قرمز (R) تصاویر ماهواره‌ای WorldView2 مطابق با رابطه ۵ محاسبه می‌گردد. در نهایت شاخص سبزی‌نگی برای هر معبر از میانگین گیری مقادیر NDVI در همسایگی آن معبر محاسبه شد.

<sup>۱</sup> Landuse\_mix  
<sup>۲</sup> Net Residential Density

<sup>۳</sup> Greenness

محدوده ی همسایگی برای هر معبر با استفاده از بافرهایی متناسب با عرض معبر تعیین گردید. مقادیر بافرها در محدوده ی ۵۰-۱۰ متر قرار داشتند.

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (5)$$

### ۲-۳- تحلیل چندمعیاره

### ۲-۳-۱- استاندارد سازی ماتریس تصمیم گیری (N)

پس از مدل سازی تک تک شاخص ها، نیاز به تلفیق آنها و رتبه بندی معابر بر این اساس، می باشد. تکنیک های تجزیه و تحلیل چندمعیاره، ابزارهای شناخته شده پشتیبان تصمیم گیری هستند که در ارتباط با تصمیم گیری در مسائل پیچیده، استفاده می شوند [۴]. این تحلیل ها برای تصمیم گیری در شرایطی که معیارهای متضاد، انتخاب بین گزینه ها را با مشکل مواجه سازد، مورد استفاده قرار می گیرد و کاربردهای متعددی در علوم مختلف دارد. در این تحقیق به منظور وزن دهی به معیارها و رتبه بندی گزینه ها (معايير)، از روش چند معیاره ی ترکیبی AHP and TOPSIS استفاده شده است.

روش AHP، توسط پروفیسور Saaty در اوایل دهه ی ۱۹۷۰ ارائه شد. ایده ی اصلی آن تبدیل یک مسئله ی پیچیده به سطوحی ساده تر می باشد؛ به نحوی که تصمیم گیران بتوانند ساده تر و بهتر تصمیم گیری نمایند. AHP به یکسری ارزیاب جهت تعیین اهمیت نسبی معیارها از طریق مقایسه ی زوجی بین آنها نیازمند می باشد. همین امر موجب قابلیت اطمینان بالای نتایج و خطای پایین در تصمیم گیری ها می شود. یکی از مزیت های فرایند تحلیل سلسله مراتبی امکان بررسی سازگاری در قضاوت های انجام شده در تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها است. مکانیزمی که برای بررسی سازگاری در قضاوت ها در نظر گرفته شده است محاسبه ی ضریبی به نام ضریب سازگاری است. چنانچه این ضریب کوچکتر یا مساوی ۰,۱ باشد سازگاری در قضاوت ها مورد قبول است در غیر این صورت باید در قضاوت ها تجدید نظر شود. TOPSIS، تکنیک تعیین ارجحیت گزینه ها بر اساس نزدیکی به یک حالت ایده آل می باشد که یکی از روش های تحلیل چند معیاره است. ایده ی اصلی آن بر این اساس است که ابتدا یک گزینه ی ایده آل مثبت و یک گزینه ی ایده آل منفی تعیین شده، سپس کلیه ی گزینه ها براساس میزان نزدیکی به حالت ایده آل مثبت و دوری از حالت ایده آل منفی رتبه بندی می شوند [۳۱].

با توجه به اینکه ماتریس تصمیم شامل مقادیر شاخص های مختلف می باشد، ابتدا بایستی مقادیر شاخص ها بدون مقیاس گردد. جهت بی مقیاس سازی از روش نرم مطابق با رابطه ۶ استفاده می شود. در این تحقیق ۵ شاخص و ۴۳۳ گزینه وجود دارد، لذا ابعاد ماتریس تصمیم ۴۳۳ در ۵ می باشد.

$$n'_{ij} = \frac{n_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^5 n_{ij}^2}} \quad (6)$$

### ۲-۳-۲- محاسبه ماتریس وزن

بدین طریق کلیه ی ستون های ماتریس تصمیم گیری دارای واحدهای طول مشابه می شوند و می توان به راحتی آنها را با یکدیگر مقایسه نمود.

$$a_{12} = [a_{12}^1 \times a_{12}^2 \times \dots \times a_{12}^5]^{\frac{1}{5}} \quad (7)$$

ماتریس وزن با استفاده از روش AHP تشکیل گردید. در مرحله اول ابتدا ماتریس های قضاوت بر اساس مقایسه زوجی بین معیارها توسط ارزیاب ها تشکیل گشته سپس بعد از انجام نظرسنجی به منظور تبدیل قضاوت های فردی جمع آوری شده به قضاوت گروهی از میانگین هندسی قضاوت های فردی (A) بر اساس رابطه ۷ استفاده شد.

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^5 a_{ij}}} \quad (8)$$

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^5 a'_{ij}}{5} \quad (9)$$

$$CL_i^* = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (15)$$

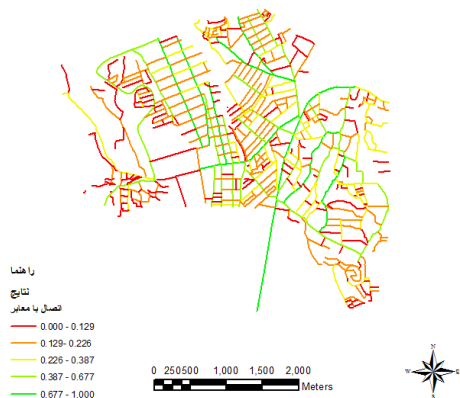
هر چه مقدار  $CL^*$  برای یک معبر بزرگتر باشد، آن گزینه رتبه ی بالاتری خواهد داشت. به این ترتیب ۴۳۳ معبر بر اساس مقادیر  $CL^*$ ، رتبه بندی شدند.

### ۳- نتایج پیاده سازی مدل

پس از انجام تحلیل های بیان شده در بخش مواد و روش تحقیق و تعیین مقادیر شاخص ها، نتایج اجرای مدلسازی پیشنهادی این تحقیق در منطقه مطالعه موردی به شرح زیر می باشد. به منظور تحلیل بهتر، در نمایش نتایج هر یک از شاخص ها، نرمال سازی مقادیر بر اساس روش مبتنی بر دامنه، مطابق رابطه ۱۶ صورت پذیرفت.

$$X_{Normal} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (16)$$

$X$  = مقدار مورد نظر برای نرمال سازی  $X_{min}$  = کمترین مقدار موجود برای شاخص ارزیابی  $X_{max}$  = بیشترین مقدار موجود برای شاخص ارزیابی،  $X_{Normal}$  = مقدار نرمال شده در شکل ۴ شاخص اتصال معابر ارائه شده و مشخص است که میزان اتصال برای خیابان های اصلی و فرعی بیشتر و برای کوچه ها کمتر است. واضح است که خیابان های اصلی و فرعی به دلیل داشتن طول بیشتر و موقعیتشان، اتصال بیشتری با سایر معابر دارند. در میان معابر اصلی، خیابان های ولیعصر، ولنجک و تختی بالاترین و خیابان های گلریزان، آیت الله طالقانی و ساسان، پایین ترین میزان اتصال را دارند و در میان معابر فرعی، خیابان های محمد شریفی منش، دانشجو و حسن اکبری، بالاترین و خیابان های موسوی مطلق، کوی دانشگاه و نسترن، پایین ترین میزان اتصال را دارند.



شکل ۴- نقشه معیار اتصال معابر (کلاسه بندی به روش شکست طبیعی)

سپس بزرگترین مقدار ویژه محاسبه گشت. جهت محاسبه این مقدار ابتدا بردار مقادیر ویژه محاسبه شده و سپس میانگین آنها مطابق با رابطه ۱۰ به عنوان  $\lambda_{max}$  در نظر گرفته شد.

$$\lambda_{max} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \frac{(Aw)_i}{w_i} \quad (10)$$

در انتها ضریب ناسازگاری (CI) بر اساس رابطه ۱۱ محاسبه گردید.

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - m)}{m - 1} \quad (11)$$

### ۲-۳-۳- تشکیل ماتریس تصمیم بی مقیاس شده موزون

این ماتریس از حاصلضرب ماتریس بی مقیاس شده  $N$  در ماتریس قطری وزن ها ( $W$ ) بر اساس رابطه ۱۲ محاسبه شد.

$$C_{433 \times 5} = N_{433 \times 5} \cdot W_{5 \times 5} \quad (12)$$

### ۲-۳-۴- تعیین حالت ایده آل مثبت و منفی

بزرگترین مقدار برای هر شاخص به عنوان مقدار ایده آل مثبت و کوچکترین مقدار برای آن به عنوان مقدار ایده آل منفی در نظر گرفته شد.

### ۲-۳-۵- تعیین فاصله

تعیین فاصله تا حالت ایده آل مثبت بر اساس رابطه ۱۳ انجام شد.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^5 (c_{ij} - u_j)^2} \quad (13)$$

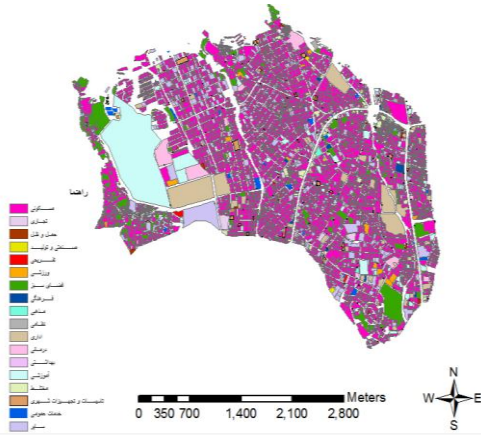
تعیین فاصله تا حالت ایده آل منفی نیز بر اساس رابطه ۱۴ محاسبه گردید.

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^5 (c_{ij} - v_j)^2} \quad (14)$$

### ۲-۳-۶- تعیین نزدیکی نسبی یک گزینه به راه حل ایده آل

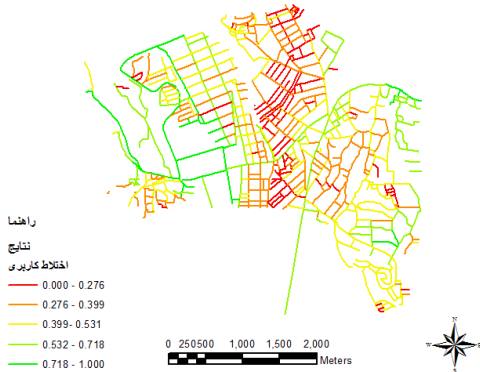
این کمیت نیز بر اساس رابطه ی ۱۵ محاسبه شد.





شکل ۷- نقشه‌ی پراکندگی کاربری‌های نواحی دو و هفت منطقه یک شهر تهران

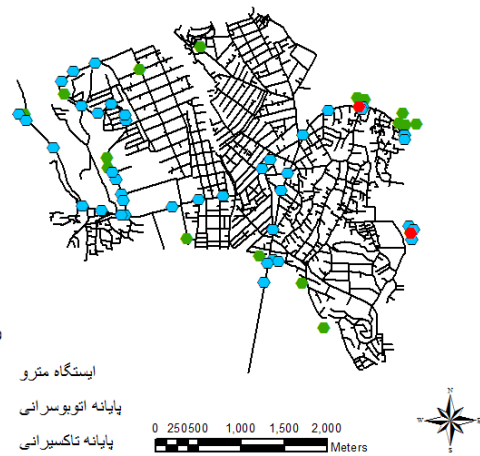
در شکل ۸ نتایج برای شاخص اختلاط کاربری‌های واقع در معابر مختلف، آمده است. با توجه به شکل ۸ و بر اساس مدلسازی صورت گرفته، در نواحی غربی و شرقی منطقه، تنوع کاربری بالاتری دیده می‌شود. از طرفی با توجه به نحوه ی پراکندگی کاربری‌ها در شکل ۷، در بخش‌های مرکزی، غالب کاربری‌ها مسکونی می‌باشد، در حالیکه در نواحی غربی و شرقی کاربری‌های غیرمسکونی با تنوع بیشتری دیده می‌شوند. بر این اساس، در میان خیابان‌های اصلی، خیابان‌های یمین، آیت الله طالقانی و رشیدالدین فضل الله، بالاترین میزان اختلاط و خیابان‌های فیروزکوه، اکبری و روستاییان کمترین میزان اختلاط را دارند. در میان معابر فرعی، خیابان‌های دانشجو، چهارم غربی و گرمی، بالاترین و خیابان‌های شیراز، مرجان و اسپندار، پایین‌ترین میزان اختلاط کاربری را دارند.



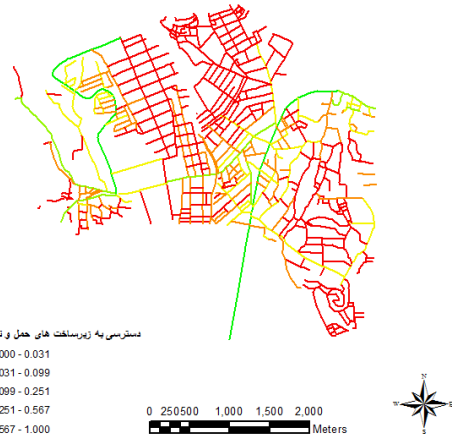
شکل ۸- نقشه‌ی معیار اختلاط کاربری‌ها (کلاسه‌بندی به روش شکست طبیعی)

در شکل ۹ نتایج ارزیابی شاخص چگالی واحدهای مسکونی ارائه شده است. با توجه به شکل ۹، معابر موجود در مناطق مرکزی و شرقی منطقه ی مورد مطالعه، بالاترین میزان چگالی مسکونی و مناطق غربی کمترین میزان آن را

شکل ۵ وضعیت ایستگاههای مترو، اتوبوس و تاکسی را در منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد. مطابق با شاخص دسترسی به زیرساخت‌های حمل و نقل عمومی (شکل ۶) مشخص است که خیابان‌های ولیعصر، دانشجو، درکه، مقدس اردبیلی و معابر متصل به آنها دسترسی بالاتری به زیرساخت‌های حمل و نقل دارند. در میان معابر اصلی، خیابان‌های ولیعصر، اوین و درکه بالاترین و خیابان‌های کوروش، ساسان و بهزادی پایین‌ترین میزان دسترسی را دارند و در میان معابر فرعی، خیابان‌های دانشجو، گرمی و سید محمد شریفی منش بالاترین و خیابان‌های سینایی، مژگان و طاهری، پایین‌ترین میزان دسترسی را دارند.



شکل ۵- موقعیت ایستگاههای مترو، تاکسی و اتوبوس نواحی دو و هفت منطقه یک شهر تهران

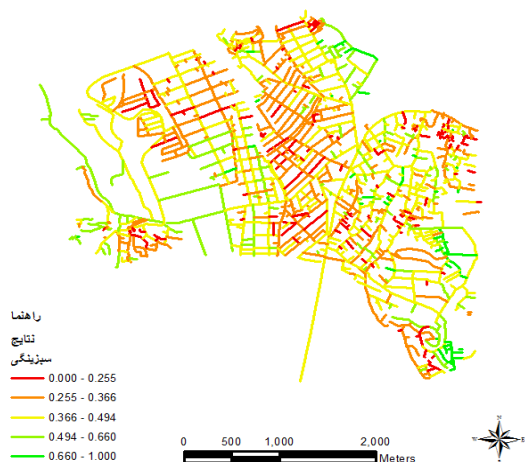


شکل ۶- نقشه ی معیار دسترسی به زیرساخت‌های حمل و نقل عمومی ( کلاسه بندی به روش شکست طبیعی)

در شکل ۷ نقشه ی چگونگی پراکندگی کاربری‌های مختلف در منطقه ی مطالعاتی نمایش داده شده است. با توجه به وجود اطلاعات زیربنای کاربری‌ها، اختلاط کاربری با استفاده از شاخص افت (آنتروپی) محاسبه شد.

در جدول ۲، برای هر معیار درصد معابر متعلق به هر کلاس محاسبه و ارائه شده است.

پس از محاسبه ی مقادیر شاخص ها برای هر یک از معابر، از تلفیق روش های AHP و TOPSIS برای رتبه بندی نهایی معابر استفاده گردید. برای وزن دهی به شاخص ها از روش مقایسه ی زوجی استفاده شد. به این منظور پرسشنامه ای تهیه گردید و توسط ۱۰ نفر از کارشناسان شهرسازی و ۱۶ نفر از مردم عادی تکمیل شد. لازم به ذکر است در پرسشنامه در ارتباط با هر یک از معیارها و اهمیت آنها در پیاده روی برای افراد توضیحاتی ارائه گردید.



شکل ۱۱- نقشه ی معیار شاخص سبزیگی (کلاس بندی به روش شکست طبیعی)

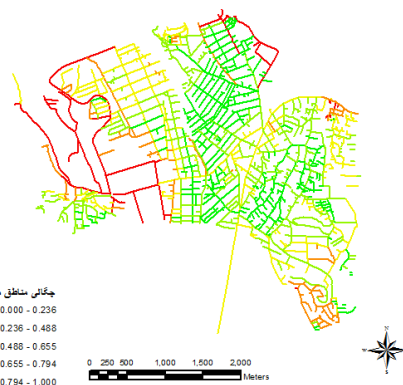
جدول ۲- درصد معابر واقع در کلاسهای پنج گانه برای هر معیار

نام شاخص	خیلی پایین	پایین	متوسط	بالا	خیلی بالا
اتصال معابر	۰,۱۶	۰,۵۷	۰,۲۰	۰,۰۵	۰,۰۲
دسترسی به زیرساختهای حمل و نقل عمومی	۰,۶۷	۰,۲۱	۰,۱۰	۰,۰۲	۰,۰۰۶
اختلاط کاربری	۰,۲۱	۰,۳۰	۰,۳۱	۰,۱۳	۰,۰۶
چگالی مناطق مسکونی	۰,۰۶	۰,۱۱	۰,۲۱	۰,۳۱	۰,۳۱
سبزیگی	۰,۱۹	۰,۲۵	۰,۲۹	۰,۱۷	۰,۱۰

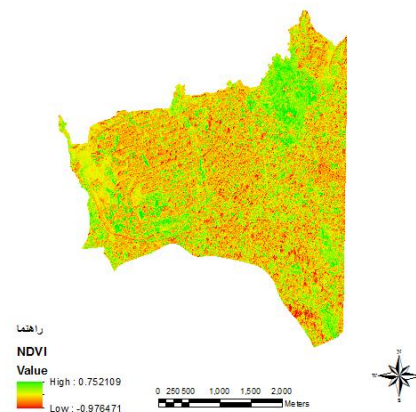
در این تحقیق به منظور تبدیل قضاوت های فردی جمع آوری شده به قضاوت گروهی (برای هر مقایسه ی زوجی) از میانگین هندسی قضاوت های فردی استفاده شده است.

دارا هستند که با توجه به تنوع کاربری های ارائه شده در شکل ۷ منطقی می باشد. در میان خیابان های اصلی، خیابان های فیروزکوه، روستاییان و محمودیه، بالاترین چگالی و خیابان های عدالت، رشیدالدین فضل الله و آیت الله طالقانی پایین ترین میزان چگالی را دارا می باشند و در میان معابر فرعی، خیابان های شیراز، اسپندار و دامپزشکی بالاترین و خیابان های کوی دانشگاه، زارع بیگی و البرزکوه، کمترین میزان چگالی واحد های مسکونی را دارند.

در شکل ۱۰ نتایج محاسبه ی شاخص سبزیگی، محاسبه شده بر اساس رابطه ۵، با استفاده از تصویر ماهواره ای منطقه دیده می شود. در شکل ۱۱ نتایج پیاده سازی این شاخص برای معابر آمده است. در میان خیابان های اصلی، خیابان های کوروش، رشیدالدین فضل الله و آیت الله طالقانی بالاترین میزان سبزیگی و خیابان های عدالت، اکبری و محمودیه پایین ترین میزان سبزیگی را دارا هستند و در بین خیابان های فرعی، خیابان های البرزکوه، مهدیه و شقایق بالاترین و خیابان های آبان، ناهید و یگانه پایین ترین میزان سبزیگی را دارا میباشند.



شکل ۹- نقشه ی معیار چگالی مناطق مسکونی



شکل ۱۰- میزان سبزیگی موجود در نواحی دو و هفت منطقه یک شهر تهران

کارشناسان، خیابان های درکه، ولیعصر و رشیدالدین فضل الله، بالاترین و خیابان های تیمسار قرنی، اکبری و فیروزکوه پایین ترین امتیاز را از منظر پتانسیل پیاده روی دارا هستند. در میان خیابان های فرعی، خیابان های دانشجو، کرمی و سید محمد شریفی منش، بالاترین و خیابان های مرجان، شهریار و شارستان پایین ترین امتیاز را بر اساس نظر مردم و بر اساس نظر کارشناسان خیابان های دانشجو، کرمی و البرزکوه، بالاترین و خیابان های مرجان، شهریار و اسپندار، پایین ترین امتیاز را از منظر پتانسیل پیاده روی دارا هستند.

جدول ۵- لیست ده خیابان اصلی و فرعی برتر

خیابان های اصلی		خیابان های فرعی	
نظرات کارشناسان	نظرات مردم	نظرات کارشناسان	نظرات مردم
درکه	ولیعصر	دانشجو	دانشجو
ولیعصر	اوین	کرمی	کرمی
رشیدالدین فضل الله	درکه	البرزکوه	سید محمد شریفی منش
یمن	شهرداری	بنفشه	زارع بیگی
شهرداری	سالار	طاهری	صفای اصفهانی
آیت الله طالقانی	مقدس اردبیلی	زارع بیگی	بعثت
دوم	خیام	دشت یار	ملکی
اوین	شهید جهان پهلوان تختی	شیراز	کوی دانشگاه
یکم	رشیدالدین فضل الله	چهارم غربی	حسین سلیمان زاده
مقدس اردبیلی	شهید مرتضی فیاضی	محمد شریفی منش	مبشر

ضریب ناسازگاری و اوزان بدست آمده از نظرسنجی مردمی و کارشناسان شهرسازی در روش AHP، در جداول ۳ و ۴ آمده است. در هر دو وزن دهی، شاخص های اتصال و چگالی واحد های مسکونی در اولویت های پایین قرار گرفته اند. درحالی که مطابق نظر مردم دسترسی به زیر ساخت های حمل و نقل از بیشترین میزان اهمیت برخوردار است، از نظر کارشناسان این شاخص دارای اهمیت کمی است. ضرایب ناسازگاری برای هر دو حالت کمتر از ۰،۱ می باشد که نمایانگر سطح قابل قبول از قضاوت های گروهی می باشد.

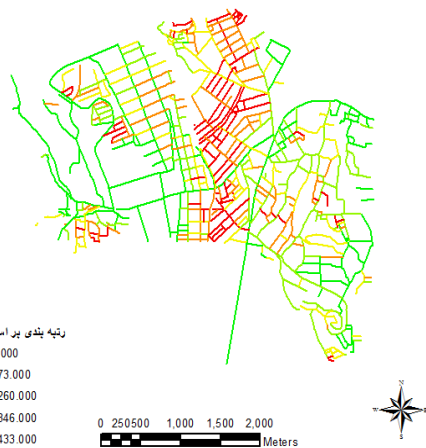
جدول ۳- اوزان شاخص ها بر اساس نظرسنجی از مردم		جدول ۴- اوزان شاخص ها بر اساس نظرسنجی از کارشناسان	
رتبه بندی شاخص ها بر اساس نظرسنجی از مردم	وزن شاخصها	رتبه بندی شاخص ها بر اساس نظرسنجی از کارشناسان	وزن شاخصها
دسترسی به زیرساخت های حمل و نقل	۰،۳۹	اختلاط کاربری ها	۰،۵۰
اختلاط کاربری ها	۰،۲۱	سبزینگی	۰،۳۲
سبزینگی	۰،۱۹	دسترسی به زیرساخت های حمل و نقل	۰،۰۸
اتصالات با سایر معابر	۰،۱۸	اتصالات با سایر معابر	۰،۰۸
چگالی واحدهای مسکونی	۰،۰۳	چگالی واحدهای مسکونی	۰،۰۲

(ضریب ناسازگاری: ۰،۰۴) (ضریب ناسازگاری: ۰،۰۷)

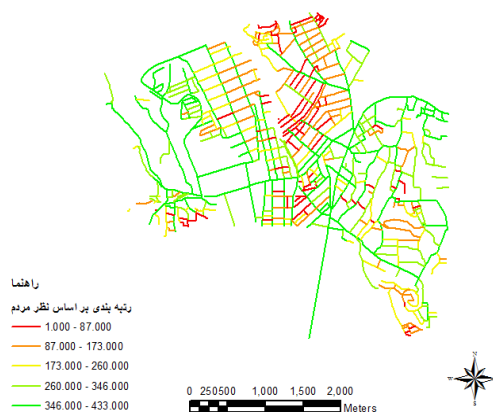
در مرحله ی بعد، معابر به عنوان گزینه ها در روش تاپسیس بر اساس وزن شاخص ها (که با استفاده از متد AHP محاسبه گردید)، مقادیر مربوط به هر شاخص و نزدیکی به حالت ایده آل و دوری از حالت غیر ایده آل، رتبه بندی شدند. نتایج این رتبه بندی برای ۴۳۳ معبر موجود بر اساس نظرسنجی مردمی و کارشناسان در اشکال ۱۲ و ۱۳ آمده است.

در جدول ۵، ده خیابان با امتیاز بالاتر برای هر یک از معابر فرعی و اصلی و بر اساس اولویت بندی مبتنی بر هر دو نظرسنجی، مقایسه شده اند.

بر اساس وزنه های معیار حاصل از نظرات مردم، در میان خیابان های اصلی، خیابان های ولیعصر، اوین و درکه بالاترین و خیابان های تیمسار قرنی، طوسی و شهید امیرابراهیم دربندی پایین ترین امتیاز و بر اساس اوزان



شکل ۱۲- رتبه بندی بر اساس نظر کارشناسان



شکل ۱۳- رتبه بندی بر اساس نظر مردم

#### ۴- نتیجه گیری و پیشنهادات

هدف از این تحقیق ارزیابی مکانی چند معیاره ی شاخص های شهرسازی در معابر از دیدگاه پتانسیل پیاده روی بود. به این منظور ابتدا با مطالعه تحقیقات پیشین صورت گرفته، شاخص های تاثیرگذار در پیاده روی تعیین و از میان آنها، ۵ شاخص انتخاب و در واحد تحلیل معبر، پیاده سازی گردید. انتخاب شاخص ها بر اساس قابلیت سنجش آنها با توجه به ابزارهای مکانی موجود و داده های در دسترس، انجام شد. به این ترتیب ۵ شاخص اتصال با معابر، دسترسی به زیرساختهای حمل و نقل عمومی، سبزینگی، چگالی واحدهای مسکونی و اختلاط کاربری بر روی معابر نواحی دو و هفت منطقه ی یک شهر تهران پیاده سازی شد و مقادیر شاخص ها برای هر یک از معابر محاسبه گردید. به منظور تلفیق و رتبه بندی نهایی، از روش AHP برای وزن دهی به شاخص ها و از روش TOPSIS برای تلفیق شاخص ها و رتبه بندی معابر استفاده شد. برای مقایسه ی زوجی شاخص ها، از افراد کارشناس و غیرکارشناس، نظرسنجی صورت پذیرفت. واضح است که افراد عادی بر اساس نیاز روزمره خود در پیاده روی و کارشناسان شهرسازی بر اساس دانش شهرسازی، نظرشان را عنوان می کنند. هدف از این کار مقایسه ی اختلاف میان

نظرات این دو گروه در یک فرایند تصمیم گیری گروهی می باشد. در هر دو نظر سنجی شاخص های اتصال با سایر معابر و چگالی واحدهای مسکونی کم اهمیت ترین بودند. کارشناسان بر اساس ضوابط ایده آل شهرسازی اقدام به اظهار نظر کرده اند و بیشتر وزن را به تنوع کاربری ها و سبزینگی داده اند ولیکن شهروندان با توجه به شرایط محلی و نیازهای روزمره خود به معیارهای دسترسی به زیرساخت های حمل و نقل عمومی ارزش بیشتری داده اند، در رده بعدی آنها نیز تنوع کاربری ها را در اولویت قرار دادند. وجود تفاوت در دیدگاه دو گروه از قبل قابل پیشبینی بوده است. لازم به ذکر است که در تحقیقات پیشین صورت گرفته در حوزه پیاده روی به مواردی مانند وجود سیستم های حمل و نقل عمومی یا سبزینگی موجود در همسایگی ها توجه چندانی نشده بود؛ درحالیکه در نظرسنجی مردمی و کارشناسی در این تحقیق این دو شاخص در رده های بالای اهمیت قرار گرفتند. در نهایت بر اساس وزن شاخص ها و امتیاز معابر در هر یک از آنها، رتبه بندی برای معابر صورت گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق می توان معابر مختلف را از منظر این شاخص ها ارزیابی نمود و برای بهبود معابر از دیدگاه پتانسیل پیاده روی در آینده برنامه ریزی کرد. به علاوه از طریق رتبه بندی صورت گرفته می توان معابری که نیاز بیشتری به بهبود داشته و اولویت بالاتری دارند را شناسایی نمود. شاخص هایی مانند عرض پیاده رو، آلودگی هوا، شیب، وضعیت سایه، وضعیت نور، خط دید پیاده رو ها و امنیت از جمله شاخص های بسیار مهم و تاثیرگذار هستند که به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات مکانی مناسب، در این مقاله پیاده سازی نشدند. همچنین توسعه سامانه های توصیه گر مبتنی بر پیشنهاد مسیر پیاده روی بر اساس مشخصه های از قبلی هدف سفر، سن، علایق کاربر، زمان غیره، به صورت شخصی و به عنوان یک سرویس مکانی، می تواند به عنوان زمینه تحقیقات آتی مورد توجه قرار گیرد.

#### مراجع

- [1] Bahraini, H., Khosravi, H. (2010). "Spatial criteria affecting the walkability and health". Honar-Ha-Ye-Ziba Memara-Va-Shahrsazi, No. 43, PP. 5-16.
- [2] Tehran Urban Reserch and Plannng Center (TURPC) (2005). "Ditailed development plan for 1<sup>st</sup> municipal region of Tehran".
- [3] Ghasem J. (2011). "Development of a model to evaluate the effects of urban mixed land use on the basis of the spatial indicators and analysis". M.Sc. Thesis, K.N.Toosi University of technology.
- [4] Rajabi, M., Mansourian, A., Taleai, M. (2011). "Comparing Study Between AHP, AHP\_OWA and Fuzzy AHP\_OWA Multi-Criteria Decision Making Methods for Site Selection of Residential Complexes in Tabriz-Iran". Jounal of Enviromental Studies. No. 37(57), PP. 77-92

- [5] Rezazadeh, R., Zebardast, A., Oskouee, L. (2011). "Objective evaluation of walkability and factors affecting neighborhoods". Journal of urban management. No. 28, PP. 297-313.
- [6] Shadabmehr, H. (2012). "Feasibility study for developing pedestrians in the city of Mashhad". Urban planning and management conference. Mashhad.
- [7] Movahedi, H. (2013). "Locating of Urban District and Neighborhood Centers by using of Mixed Land Use Concepts". M.Sc. Thesis, K.N.Toosi University of technology.
- [8] Aczel, J., Saaty, T.L. (1983) . "Procedures for synthesizing ratio judgements." Journal of Mathematical psychology, No. 27(1), PP. 93-102.
- [9] Bhattarai, P. (2007). "A GIS Based Walkability Analysis." Independent Study, August 2007, Department of Urban &Regional Planning, University at Buffalo.
- [10] Cervero,R, Radish, C. (1996). "Travel choices in pedestrian versus automobile oriented neighborhoods." Transport Policy, No. 3, PP.127-141.
- [11] Dill, J. (2004). "Measuring Network Connectivity for Bicycling and Walking." presented at 83<sup>rd</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board, January 11–15, Washington, DC.
- [12] Grahn, P., Stigsdotter, U.A. (2003). "Landscape Planning and stress." Urban Forestry and Urban Greening.Vol.2, No. 2(1), PP.1-18.
- [13] Hodgson, F.C. (1994). "Pedestrian safety and pedestrian crossing strategies." Presented at the 26<sup>th</sup> Annual Conference of the Universities Transport Study Group, January 1994, University of Leeds.
- [14] Hodgson, F.C., Page, M. Tight, M.R. (2004). "A review of factors which influence pedestrian use of the streets." Task 1 report for an EPSRC funded project on measuring pedestrian accessibility. Working Paper, Institute of Transport studies, University of Leeds, Leeds, UK.
- [15] Karst T., Wee,B. (2004). "Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions." Journal of Transport Geography, No. 12, PP.127-140.
- [16] Kelly, C.E., Tight, M.R., Hodgson, F.C., Page, M.W. (2011)." A comparison of three methods for assessing the walkability of pedestrian environment." Journal of Transport Geography, No. 19, PP.1500-1508.
- [17] La Rosa, D. (2013). "Accessibility to greenspaces: GIS based indicators for sustainable planning in a dense urban context." Ecological Indicators, No. 42, PP. 122-134.
- [18] Leslie, E., Saelens, B., Frank, L., Owen, N., Bauman, A., Cofee, N., Huago, G. (2005)." Residents perception of walkability attributes in objectively different neighbourhoods: a pilot study" Health & Place, No.11, PP. 227-236.
- [19] Leslie, E., Butterworth, I., Edwards, M. (2006). "The Next Steps." The 7<sup>th</sup> International Conference on Walking and Liveable Communities, October 23-25 2006, Melborn, Australia.
- [20] Lwin, K., Murayama,Y. (2010). "Modelling of urban green space walkability: Eco-friendly walk score calculator." Computers, Environment and Urban Systems, No. 35, PP. 408-420.
- [21] Mahon, J.R., Miller, R.W. (2003). "Identifying high-value greenspace prior to land development." journal of Arborculture, No. 29(1), PP. 25-33.
- [22] Mass,J., Verheji, R.A., Groenewegen, P.P., de Vries, S. (2006). "Green space, urbanity and health: How strong is the relation?." Journal of Epidemiology and Community Health, No. 60(7), PP. 587-592.
- [23] Mantri,A. (2008). "A GIS Based Approach to Measure Walkability of a Neighborhood", M.Sc. Thesis, the College of Design, Architecture, Art &Planning, Hderabad, India.
- [24] Parsons Brinckerhoff Quade and Douglas, Inc. (1993). "Making the Land Use Transportation Air Quality Connections" National Transportation Library, 1000 Friends of Oregon, Portland, Vol. 4A.
- [25] Rattan,A., Campese, A., Eden,Ch. (2012) . "Modelling Walkability" Regional Municipality of Halton, Ontario, Canada, Winter 2012, Esri.com, PP.30-33.
- [26] Roehr,D., Laurenz,J. (2008). "Green surfaces in the city context" Paper presented at ecocity world summit, 21-26 April 2008, San Francisco.
- [27] Sisiopiku, V.P., Akin,D. (2003). "Pedestrian behaviours at and perceptions towards various pedestrian facilities: an examination based on observation and surve data." Transportation Research Part F, No. 6(4), PP. 249-274.
- [28] Sutikno,F.R., Surjono, A., Kurniawan, E.B. (2013) ."Walkability and pedestrian perceptions in Malang City emerging business corridor." Procedia Environmental Sciences, No. 17, PP. 424-433.
- [29] Victoria Transport Policy Institute. (2010). "Roadway Connectivity Creating More Connected Roadway and Pathway Networks".

- [30] Wang, D., Brown, G., Mateo-Babiano, I. (2013). "Beyond Proximity: an integrated model of accessibility for public parks" Asian Journal of Social Sciences & Humanities, No. 3(3), PP. 486-498.
- [31] YU, J., WANG, L., GONG, X. (2013). "Study on the Status Evaluation of Urban Road Intersections Traffic Congestion Base on AHP-TOPSIS Modal" Social and Behavioral Sciences, No. 96(2013), PP- 609-616.
- [32] Zhang, I., Wang, H., (2006). "Planning an ecological network of Xiamen Island (China) using landscape metrics and network analysis." Landscape and Urban Planning, No. 78(4), PP. 449-456.
- [33] <http://www.salamatnews.com>
- [34] <http://www.tehran.ir>
- [35] <http://www.indexdatabase.de>