

مقایسه و ارزیابی روش‌های رتبه‌ای و AHP در مکان‌یابی پارکینگ‌ها (مطالعه موردی: ناحیه ۴ منطقه ۱۵ تهران)

دربافت مقاله: ۱۳۹۰/۴/۱۶ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۶/۲۸

صفحات: ۱۱۱-۱۲۹

هیمن شهابی: دانشجوی دکترا از دور و GIS، گروه سنجش از دور، دانشگاه یوتی ام مالزی^۱

Email: himanshahabi@gmail.com

صادق بزرگ: دانشجوی دکترا جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه پیام نور تهران

Email: s_barzegar1386@yahoo.com

سروش کیهان‌فرد: دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت ساخت، دانشگاه یوتی ام مالزی

Email: s.keyhanfard@gmail.com

سعید کیهان‌فرد: دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات یزد

Email: Saeed_keyhanfard@yahoo.com

چکیده

یکی از مهمترین زیرساختهای سیستم حمل و نقل، پارکینگ‌ها هستند که نقش عمده‌ای در کاهش پارک حاشیه‌ای و روانی ترافیک ایفا می‌کنند. پارکینگ‌ها زمانی می‌توانند کارایی لازم را داشته باشند که در مکان مناسبی احداث شوند. مدیریت پارکینگ یکی از مهمترین ابزار در مدیریت شهری است. سیستم اطلاعات جغرافیایی که علم و فناوری تجزیه و تحلیل داده‌های مکان مرجع می‌باشد، توانایی تلفیق تعداد زیادی پارامتر را به صورت همزمان دارد. سیستم اطلاعات جغرافیایی، سیستمی مناسب جهت تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره مانند مکان‌یابی می‌باشد. از مشکلات رایج در فرآیندهای مکان‌یابی با استفاده از GIS، انتخاب روش وزن دهی و روش تلفیق مناسب لایه‌ها می‌باشد. در این مقاله ضمن ارائه الگوی مناسب جهت مکان‌یابی بهینه پارکینگ در ناحیه ۴ منطقه ۱۵ تهران بوسیله GIS به مقایسه روش‌های مختلف وزن دهی لایه‌های مکان‌یابی پارکینگ، نیز پرداخته شده است. با استفاده از روش‌های وزنده‌ی نظیر همبستگی آماری، AHP Three degree Fuzzy AHP و Structured AHP چهار سناریوی مکان‌یابی پارکینگ ایجاد شده و برای تبدیل مساحت سناریو در هر

۱. نویسنده مسئول: مازندران-شهرستان سوادکوه-زیآب-شهرک فرهنگیان

کلاس به امتیاز، مساحت‌های به دست آمده برای هر سناریو را با توجه به روش‌های استاندارد کردن به سه کلاس مطلوبیت بالا، متوسط و پایین تقسیم گردید. در نهایت با توجه به روش‌های محاسبه شده، سناریوی دوم یعنی روش وزندهی Fuzzy AHP مناسبترین سناریو در مکان یابی پارکینگ در منطقه مورد مطالعه بود.

کلید واژگان: تصمیم‌گیری چند معیاره، همبستگی آماری، روش AHP Three Degree Structured AHP، روش Fuzzy AHP

مقدمه

رشد سریع جمعیت و افزایش تملک وسایل نقلیه شخصی، شلوغی و افزایش حجم ترافیک شهرها را بدنیال دارد. در چنین شهرهایی سیستم حمل و نقل درون شهری اهمیت بیشتر یافته و به نحوی طراحی می‌گردد که حداکثر کارایی را در سرویس دهی به شهروندان داشته باشد. جهت روان شدن حرکت وسایل نقلیه موتوری، ترافیک در سطح معابر شهری به یکی از معضلات شهرهای بزرگ تبدیل شده است. لذا یکی از دغدغه‌های فکری مدیران شهری حل معضل ترافیک بخصوص در شهرهای بزرگ می‌باشد.

جهت روان شدن حرکت وسایل نقلیه و حل معضل ترافیک اقدامات زیادی از جمله احداث زیر ساختهای حمل و نقل شهری مانند راههای ارتباطی، زیر گذرها و روگذرها و گسترش حمل و نقل عمومی از قبیل مترو و اتوبوسهای شهری، توسط مدیران شهری صورت گرفته است (Hobbs, 1974:155) .

نیاز به مدیریت، مکان یابی و قیمت گذاری پارکینگ‌ها جهت سازماندهی ترافیک شهری، تسریع و سهولت حمل و نقل درون شهری از مقولات مهم در طراحی سیستم ترافیک درون شهری است، که توجه به آن ضروری به نظر می‌رسد (Louis, 1973:20).

در این راستا احداث پارکینگ‌های متعدد در مجاورت معابر شهری، به منظور جلوگیری از پارکهای طولانی و بی مورد در کنار خیابانها، یکی از اقدامات موثر در کاهش ترافیک می‌باشد. ترافیک یکی از بزرگ‌ترین معضلات شهر تهران است که سبب هدر رفتن سالانه میلیون‌ها ساعت از وقت شهروندان و با آلوده‌سازی هوا سبب تحمیل بار اقتصادی سنگین بر بدن جامعه و دولت می‌شود. ریشه معضل ترافیک وجود انبوه خودروهای سواری در این شهر است که می‌رود

تا خیابان‌های آن را به پارکینگ بزرگی تبدیل کند. ترافیک و آلودگی هوا که در پی آن می‌آید دو معضلی هستند که در ارتباط تنگاتنگ با هم بوده و هر دو از یک منشاء سرچشمه می‌گیرند (گزارش مطالعات جامع حمل و نقل شهری تهران، ۱۳۸۰: ۱۱۸).

احداث پارکینگ‌ها زمانی با افزایش کارایی و دستیابی به اهداف مورد نظر همراه می‌شود که کلیه پارامترهای موثر در احداث پارکینگ‌ها مد نظر قرار گرفته شود. یکی از مهمترین پارامترهای موثر در احداث پارکینگ‌ها، مکان احداث آنها است. نامناسب بودن محل پارکینگ‌ها و پراکندگی غیراصولی آنها نه تنها باعث عدم کارایی این پارکینگ‌ها می‌شود بلکه افزایش ترافیک شهری و در نتیجه افزایش مدت زمان سفرهای درون شهری و افزایش آلودگی هوا را نیز به دنبال دارد (قاضی عسگر نایینی، ۱۳۸۳: ۲۸).

هم اکنون مکان‌یابی پارکینگ در کشور ما به صورت سنتی صورت می‌گیرد که این امر باعث عدم کارایی مناسب این پارکینگ‌ها می‌شود. از اینرو لازم است در مکان‌یابی بهینه پارکینگ‌ها از سیستمهای جدیدی که توانایی تجزیه و تحلیل تعداد زیادی پارامتر را بطور همزمان دارند استفاده شود. یکی از این سیستمهای سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) است. یکی از مسایل مهم در زمینه تلفیق پارامترها با استفاده از GIS، تعیین اهمیت نسبی پارامترها و انتخاب روش وزنده‌ی مناسب می‌باشد.

از جمله کارهای انجام شده در این زمینه می‌توان به مطالعات وینت^۱ در زمینه پارکینگ اشاره کرد او مطالعاتی را در مورد نیازهای برخی از شهرهای آمریکا به پارکینگ‌های جدید با استفاده از GIS انجام داد (Weant, 1978:89).

در زمینه مقایسه روش‌های وزنده‌ی به لایه‌های مکان‌یابی می‌توان به مطالعات یانگ مانلون^۲ اشاره کرد. وی با هدف مکان‌یابی فضاهای سبز در دونگوان^۳ چین با استفاده از GIS به مقایسه روش‌های وزنده‌ی پرداخت.

یانگ^۴ در مطالعات خود از روش‌های مختلف وزنده‌ی مانند رتبه‌ای و AHP استفاده کرد (Yang Manlun, 2005: 48). هدف این تحقیق مکان‌یابی پارکینگ با استفاده از GIS با تأکید بر مقایسه روش‌های وزنده‌ی می‌باشد. مطالعه موردنی این تحقیق ناحیه^۴ ۱۵ منطقه از نواحی

¹. Weant

². Yang Manlun

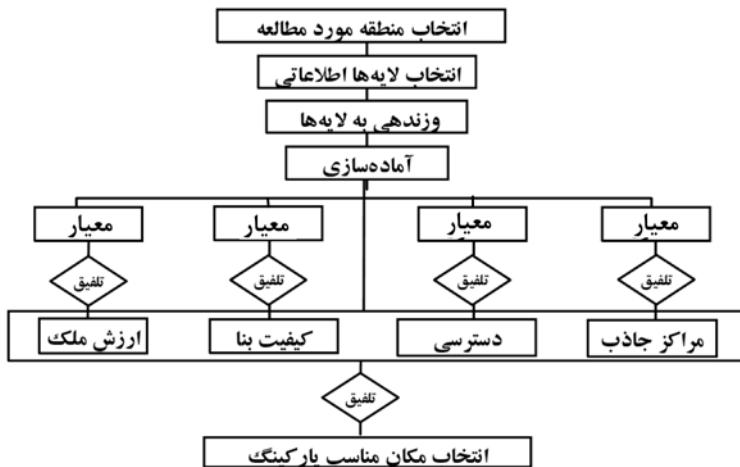
³. Dongguan

⁴. Yang

ترافیکی تهران می‌باشد که در این زمینه از نتایج مطالعات جامع حمل و نقل تهران استفاده شده است (گزارش مطالعات جامع حمل و نقل شهری تهران، ۱۳۸۰).

مواد و روش‌ها

به مظور مکان یابی پارکینگ در GIS ابتدا می‌بایست منطقه مورد مطالعه و سپس پارامترهای موثر در مکان یابی پارکینگ، تعیین شود. در ادامه این پارامترها وزنده‌ی و لایه‌های اطلاعاتی با توجه به وزنهای محاسبه شده و توابع تحلیلی GIS آماده می‌شوند. سپس لایه‌های آماده شده با یکدیگر تلفیق شوند. شکل ۱ مراحل مختلف مکان یابی پارکینگ را نشان می‌دهد.



شکل (۱) مراحل مکان یابی پارکینگ با استفاده از GIS (قاضی عسگر نایینی، ۱۳۸۳)

انتخاب منطقه مورد مطالعه برای مکان یابی پارکینگ

منطقه مورد مطالعه در این مقاله ناحیه ۴ در منطقه ۱۵ تهران است. مساحت منطقه ۱۵ برابر ۳۵۴۳/۶ هکتار می‌باشد. شمال این ناحیه از میدان بسیج آغاز و در امتداد شرقی بزرگراه امام رضا (ع) ادامه می‌یابد. قسمت شرقی آن انتهای خط محدوده قانونی شهر تهران در انتهای شهرک رضویه را شامل می‌شود و قسمت غربی آن پارک پامچال و شرکت واحد اتوبوسرانی قرار دارد که به میدان بسیج منتهی می‌گردد. در جنوب آن در امتداد لبه انتهایی شهر و حاشیه کوه

بی‌بی شهربانو قرار دارد. مساحت ناحیه ۴ برابر $\frac{765}{3}$ هکتار می‌باشد (گزارش مطالعات جامع حمل و نقل شهری تهران، ۱۳۸۰).

طول انواع معابر منطقه ۱۵ بیش از ۱۵۳ کیلو متر بوده و همچنین مساحت سطح سواره رو آن ۱۷۲۴ هزار متر مربع می‌باشد. طول خیابانهای تندراه شهری در منطقه ۱۵ حدود ۱۲ درصد از کل معابر تندراه شهری در تهران را شامل می‌شود که نشان دهنده درصد بالای بزرگراه در این منطقه است.

این بزرگراهها تا حدودی از بار ترافیکی منطقه کاسته است اما باعث چند پاره شدن منطقه و از بین رفتن سلسله مراتب و سیمای شهری شده است. از طرفی درصد بالای خیابانهای از نوع دسترسی و درصد کم خیابانهای از نوع شریانی درجه ۱ و ۲، علاوه بر اینکه باعث به وجود آمدن مشکلات ترافیکی در برخی از نقاط این منطقه در سطح محلات شده است، ارتباط سلسله مراتبی شبکه را نیز از بین برده است. مساحت سطح آسفالت خیابانهای رده دسترسی تا بزرگراه، ۶ درصد از کل مساحت سطح آسفالت را در کل تهران در همین رده از انواع خیابانها تشکیل می‌دهد. همچنین مساحت سطح آسفالت این رده از خیابانها، $\frac{5}{8}$ درصد از مساحت کل منطقه (مساحت محدوده شهری) و $\frac{1}{3}$ درصد از کل حریم این منطقه را تشکیل می‌دهند. سرانه مالکیت اتومبیل سواری برای جمعیت ساکن منطقه در سالهای ۱۳۸۰، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ به ترتیب ۶۱ در هزار، ۶۷ در هزار و ۷۸ در هزار برآورد گردیده است (گزارش مطالعات جامع حمل و نقل شهری تهران، ۱۳۸۰).

تعیین فاکتورهای موثر در مکان‌یابی پارکینگ

با توجه به دیدگاه کارشناسان ترافیک و شهرسازی پارامترهای موثر در مکان‌یابی پارکینگ در چهار کلاس اصلی تقسیم بندی شده است که هر کلاس شامل چندین زیر کلاس است (قاضی عسگر نایینی، ۱۳۸۳: ۷۴). کلاس‌های اصلی عبارتند از:

- فاصله از مراکز جاذب سفر: مهمترین پارامترها در مکان‌یابی پارکینگ محسوب می‌شود که شامل زیر کلاس‌های مراکز تجاری، اداری، خدماتی، تفریحی و توریستی می‌باشد.

- دسترسی: این کلاس شامل لایه خیابانها با سطح دسترسی ۱، ۲، ۳ و ۴ می‌باشد که تقسیم بندی خیابانها در ۴ سطح با توجه به ترافیکی عبوری و عرض خیابانها صورت گرفته است.

- ارزش ملک: این کلاس شامل لایه اطلاعاتی پلاک ساختمانی می باشد که هرپلاک ساختمانی به پنج دسته خیلی گران، گران، متوسط، خیلی ارزان و ارزان تقسیم بندی شده است.
- کیفیت بنا: این کلاس شامل لایه های اطلاعاتی پلاک ساختمانی می باشد که هر پلاک ساختمانی به سه دسته بناهای کلنگی و خرابه ها، بناهای قابل نگهداری و بناهای نوساز تقسیم بندی شده است (Jiaxi, 2003: 36).

وزندهی به معیارها و زیرمعیارها

از مشکلات رایج تصمیم گیریهای چندمعیاره، اهمیت متفاوت معیارها و زیرمعیارها برای تصمیم گیران است از اینرو اطلاعاتی در مورد اهمیت نسبی هر یک از این معیارها و زیرمعیارها نسبت به هم مورد نیاز است. استخراج و تعیین وزن، گامی مهم در استخراج معیارهای تصمیم گیری است. وزن داده شده به صورت یک عدد در ارزیابی دخالت داده می شود که این عدد بیانگر اهمیت نسبی آن معیار نسبت به سایر معیارها است. معمولاً وزنها به صورتی که مجموع آنها برابر یک شود، نرمالیزه می شوند. روشهای وزندهی مختلفی جهت ارزیابی اهمیت معیارها وجود دارد که تفاوت این روشها در اصول تئوری، دقت، سهولت کاربرد و قابل فهم بودن آنها برای تصمیم گیران می باشد. روشهای وزندهی که در این تحقیق استفاده شده است شامل روشهای رتبه ای و AHP می باشد که خود این روشها به شیوه های مختلفی اجرا می شوند. در این تحقیق به تعدادی از آنها و نتایج وزندهی به پارامترهای مکان یابی پارکینگ با استفاده از این روشها اشاره شده است. در این تحقیق فقط نتایج وزندهی به چهار لایه اصلی آورده شده است.

روشهایی که در این پژوهش در امر مکان یابی پارکینگ استفاده شده است عبارتند از:

روش رتبه ای

ساده‌ترین روش برای ارزیابی وزن معیارها مرتب سازی و رتبه بندی آنها براساس اهمیت و اولویتهای تصمیم گیرنده است. در این روش، رتبه بندی به دو صورت امکان پذیر است که شامل رتبه بندی صعودی (اهمیت برتر=۱، اهمیت دوم=۲ و...) و رتبه بندی معکوس (کم

اهمیت ترین=۱، کم اهمیت بعدی=۲...) می‌باشد (Kligman et al , 2002: 65). این رتبه بندی جهت انجام آنالیزهای بعدی مناسب نبوده و لازم است که برای هر معیار یک وزن عددی نرمال تعلق گیرد. در روش رتبه‌ای برای تبدیل رتبه بندی به وزن عددی نرمال، روش‌های مختلفی وجود دارد که در این تحقیق از روش همبستگی آماری جهت محاسبه بردار وزن استفاده شده است. در این روش از نظرات کارشناسی برای رتبه بندی پارامترها استفاده می‌شود. بدین صورت که از چندین کارشناس خواسته می‌شود معیارهای مورد نظر را مطابق با دانش خود، دوباره رتبه بندی نمایند. در ادامه با جمع بندی نظر تمام کارشناسان، ماتریسی تشکیل می‌گردد که درایه a_{ij} آن بیانگر درصدی از کارشناسان است که به پارامتر i رتبه j امداده اند. در ادامه این ماتریس در ماتریس رتبه بندی اولیه ضرب شده و وزن نهایی معیارها بدست می‌آید. در جدول شماره ۱ نتایج وزندهی به لایه‌های مکان‌یابی به روش همبستگی آماری آورده شده است.

جدول(۱) نتایج وزندهی به روش همبستگی آماری

پارامتر	کیفیت بنا	ارزش ملک	سطح دسترسی	فاصله از مراکز جاذب سفر
وزن	۰/۱۱۹	۰/۲۰۸	۰/۲۷۷	۰/۳۹۶

روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

این روش بر اساس نحوه تحلیل انسان از مسائل فازی توسط ساتی^۱ پیشنهاد گردید (قدسی پور، ۱۳۸۱: ۳۷). روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی مبتنی بر سه اصل تجزیه، قضاوت مقایسه ای و ترکیب اولویتها می‌باشد. اصل تجزیه نیاز به تجزیه مسائل تصمیم گیری به عناصر مختلف به صورت سلسله مراتبی دارد. یعنی مرحله اول ایجاد ساختار درختی برای معیارها وزیر معیارها است.

اصل قضاوت مقایسه ای نیز به مقایسه دو تایی عناصر موجود در یک سطح ساختار سلسله مراتبی اشاره دارد به این ترتیب که عناصر هر سطح نسبت به عناصر همان سطح به صورت دو تایی براساس جدول شماره ۲ مقایسه شده و اهمیت نسبی آنها محاسبه می‌شود. این وزنها می‌توانند به صورت فردی محاسبه شده باشد و یا تلفیقی از قضاوت کارشناسان باشد که در این

^۱. Saaty

حال جهت ترکیب نظرات مختلف کارشناسان، جوابها با استفاده از میانگین هندسی تبدیل به یک جواب می شود (قدسی پور، ۱۳۸۱: ۳۹). بعد از انجام مقایسه دوتایی و استفاده از میانگین هندسی برای میانگین گیری از نظرات کارشناسان، اعداد مقایسه دوتایی حاصل در قالب ماتریسی با عنوان ماتریس مقایسه آورده می شود. در این ماتریس داریه a_{ij} نتیجه مقایسه معیار i ام با معیار j ام با توجه به جدول شماره ۲ می باشد (قدسی پور، ۱۳۸۱: ۴۱).

جدول (۲) مقدار عددی قضاوت ها

مطوبیت بین فواصل قبلی	مطلوبیت یکسان	کمی مهمتر	مطلوبیت قوی	مطلوبیت خیلی قوی	کاملاً مهمتر	اهمیت یک معیار نسبت به دیگری	مقدار عددی
۸۰ و ۴۰ عو۲	۱	۳	۵	۷	۹		

در ادامه با استفاده از رابطه (۱) مقادیر ویژه ماتریس مقایسه محاسبه گردید.

$$\{(A - \max \lambda \times I) \times W = 0\} \quad (1)$$

که در آن I ماتریس همانی و W بردار وزن معیارها و A ماتریس مقایسه می باشد که بردار وزن محاسبه می شود. امروزه این روش تحت عنوان AHP nine-degree مورد استفاده قرار می گیرد. مشکلات موجود در این روش باعث بوجود آمدن روش‌های جدید AHP گردید. در ادامه این تحقیق روش‌های جدید AHP و علت بوجود آمدن این روشها و نتایج وزنده‌ی به لایه های مکان یابی پارکنیگ با استفاده از این روشها آورده شده است.

روش تحلیل سلسله مراتبی فازی Fuzzy AHP

یکی از مشکلات اساسی در روش معمول AHP اعتماد کامل به نظر کارشناسی می باشد. از این رو در این روش به نظر کارشناسان یک عدد اختصاص داده می شود. در صورتیکه در روش Fuzzy این مشکل رفع شده و نظر کارشناسان به صورت بازه ای از اعداد، که نشانگر عدم اعتماد کامل به نظر کارشناسی می باشد، وارد فرآیند وزنده می شود که از آنها به عنوان اعداد فازی مثلثی یاد می شود که شامل سه عدد وزن متواالی از جدول شماره ۲ می باشند (Tam, 2003:56). در این روش بردار وزن با استفاده از رابطه (۲) قابل محاسبه می باشد.

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} (m_{ij} - l_{ij}) \times \lambda \times w_j - w_i + l_{ij} \times w_j \leq 0, i = 1, \dots, n-1; j = 2, \dots, n : j \succ i \\ (u_{ij} - m_{ij}) \times \lambda \times w_j - w_i + u_{ij} \times w_j \leq 0, i = 1, \dots, n-1; j = 2, \dots, n : j \succ i \\ \sum w_i = 1, w_i > 0, i = 1, 2, \dots, n \end{array} \right.$$

در رابطه ۲ وزنهای محاسبه شده برای دو پارامتر I_i ، J هستند که از روش AHP در رابطه $2 w_i, w_j$ سه عدد متولی از جدول شماره ۲ هستند که نتیجه مقایسه دو پارامتر I_i ، J بحسب nine-degree می‌آیند.

$I_{ij} \succ m_{ij} \succ u_{ij}$ توسط کارشناسان می‌باشند. بردار وزن حاصله برای پارامترهای مکان‌یابی پارامترهای مکان‌یابی پارکینگ با استفاده از این روش مطابق جدول شماره ۳ می‌باشد.

جدول (۳) نتایج وزندهی به روش Fuzzy AHP

پارامتر	کیفیت بنا	ارزش ملک	سطح دسترسی	فاصله از مراکز جاذب سفر
وزن	۰/۸۵	۰/۱۵۸	۰/۲۷۵	۰/۴۸۲

روش تحلیل سلسه مراتبی سه درجه‌ای AHP three-degree

یکی دیگر از مشکلات روش ۹ درجه‌ای اینست که کارشناسانی که مورد سؤال قرار می‌گیرند بایستی در هر سؤال تبحر کافی برای انتخاب یکی از ۹ درجه را داشته باشند اما انتخاب یک عدد از بین ۹ عدد نیاز به خبرگی و مهارت در زمینه AHP دارد در صورتیکه اکثر سؤال شوندگان فقط در زمینه مورد سؤال خبره هستند و در مورد AHP چندان مهارتی ندارند. لذا روش سه درجه‌ای پیشنهاد گردید. در این روش ماتریس مقایسه با سه عدد صفر، یک و دو پر می‌شود. در این روش صفر یعنی کم اهمیت تر، یک یعنی اهمیت یکسان و دو یعنی اهمیت بیشتر. در این روش بعد از ایجاد ماتریس مقایسه، ماتریس دیگری به نام ماتریس قضاوت ساختاری R ایجاد می‌شود (Malczewski, 1999: 28). ماتریس R با استفاده از ماتریس مقایسه و رابطه (۳) محاسبه می‌شود :

(۳)

$$r_{ij} = \begin{cases} \left(\frac{K_i - K_j}{K_{\max} - K_{\min}} \times (b_m - 1) + 1 \right) & (K_i \geq K_j) \\ 1 / \left(\frac{K_i - K_j}{K_{\max} - K_{\min}} \times (1 - b_m) + 1 \right) & (K_i \leq K_j) \end{cases}$$

در این رابطه r_{ij} عنصر سطر i عنصر و ستون j از ماتریس R می‌باشد K_i, K_j به ترتیب مجموع سطر i, j از ماتریس مقایسه می‌باشند. در فرمول بالا $b_m = K_{\max} + K_{\min}$ است. بعد از تشکیل ماتریس R با استفاده رابطه ۱ بردار وزن نرمالیزه شده بدست می‌آید (Weant, 1978: 29). در جدول شماره ۴ بردار وزن محاسبه شده با استفاده از روش AHP three-degree نشان داده شده است.

جدول (۴) نتایج وزندهی به روش AHP three-degree

پارامتر	کیفیت بنا	ارزش ملک	سطح دسترسی	فاصله‌از مراکز جاذب سفر
وزن	۰/۰۴۸	۰/۱۰۸	۰/۲۵۶	۰/۵۸۸

روش تحلیل سلسه مراتبی ساختار یافته Structured AHP

از آنجاییکه در روش ۹ درجه‌ای بین تمامی پارامترها دو به دو مقایسه صورت می‌گیرد در نتیجه با افزایش پارامترها تعداد مقایسات به سرعت افزایش می‌یابد. برای کاهش تعداد مقایسات روش ساختار یافته ارائه شد. در این روش ابتدا با یکی از روش‌های ساده، رتبه پارامترها مشخص می‌شود یعنی پارامترها از مهمترین تا کم اهمیت ترین پارامتر رتبه بندی می‌شوند. مقایسه دوتایی در این روش بین همه پارامترها انجام نمی‌گیرد بلکه فقط بین دو پارامتری که از لحاظ رتبه پشت سر هم هستند مقایسه انجام می‌گیرد به همین دلیل در پر کردن ماتریس باید پارامترها به ترتیب از مهمترین تا کم اهمیت ترین پارامتر با یکدیگر مقایسه شوند و به همین ترتیب نیز در ماتریس نوشته شوند. عدد سازی مقایسات دیگر مطابق جدول شماره ۲ نیست بلکه به این صورت است که در هر سطر ماتریس مقایسه اگر دو پارامتر هم اهمیت باشند عدد سطر قبلی در این سطر نوشته می‌شود. مقایسه یک پارامتر با خودش نتیجه ۱ را ارائه می‌دهد. اگر یکی از پارامترها کمی مهمتر از بعدی باشد عدد سطر قبل بعلاوه ۱ می‌شود و در سطر مورد نظر نوشته می‌شود و اگر یکی از پارامترها خیلی مهمتر از بعدی باشد عدد سطر قبل بعلاوه ۲

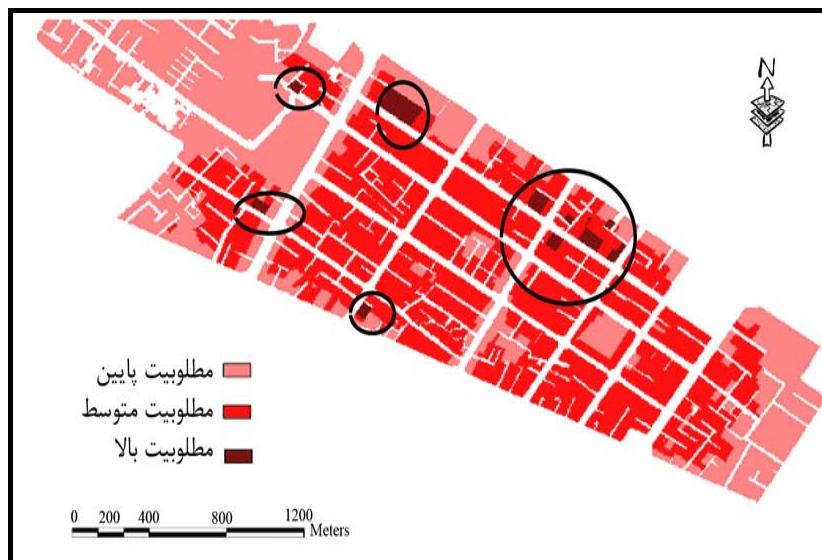
می‌شود و در سطر مورد نظر نوشته می‌شود. عناصر نظیر در دو طرف قطر اصلی دارای وزنهای معکوس می‌باشند (McShane William & Roger, 1990: 166). برای محاسبه بردار وزن، اعداد موجود در هر سطر ماتریس را در یکدیگر ضرب کرده و حاصلضرب به توان $1/n$ می‌رسد که n تعداد پارامترهاست. جواب حاصل وزن پارامتر مربوط به آن سطر می‌شود البته این وزنها را در پایان باید نرمالیزه کرد تا بردار وزن نهایی بدست آید (Yang Manlun, 2005: 67). در جدول شماره ۵ بردار وزن محاسبه شده با استفاده از این روش نشان داده شده است.

جدول (۵) نتایج وزندهی به روش AHP

پارامتر	کیفیت بنا	ارزش ملک	سطح دسترسی	فاصله از مراکز جاذب سفر
وزن	۰/۰۶۶	۰/۱۴۷	۰/۲۴۰	۰/۵۴۷

سناریوهای مختلف مکان‌یابی پارکینگ

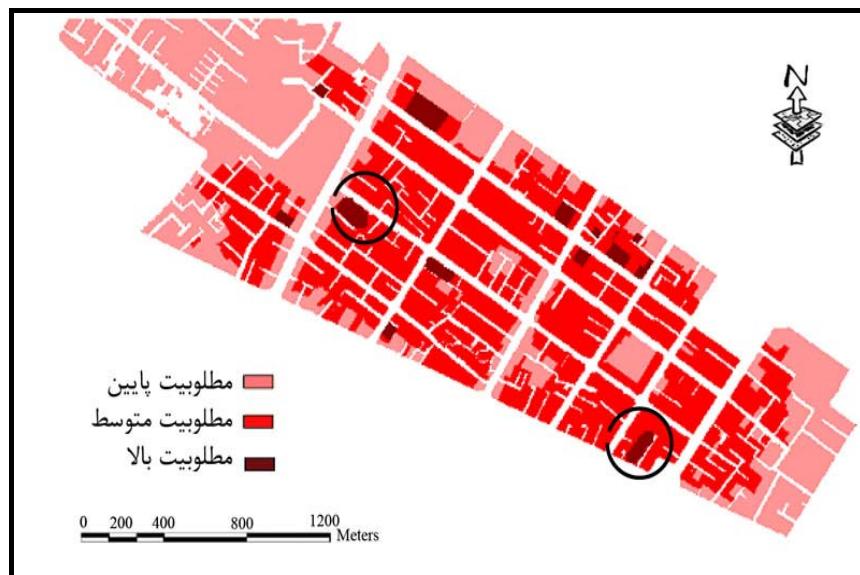
بعد از وزندهی به تمام لایه‌های مکان‌یابی پارکینگ به چهار روش معرفی شده در بخش ۳ و آماده کردن لایه‌های مکان‌یابی با استفاده از GIS، این لایه‌ها را با استفاده از روش همپوشانی شاخص با یکدیگر تلفیق کرده و به این ترتیب با توجه به چهار روش وزندهی، چهار سناریوی مکان‌یابی پارکینگ تولید می‌شود. مستقل بودن پارامترها علت انتخاب روش همپوشانی شاخص برای تلفیق لایه‌ها می‌باشد. سناریوی اول از تلفیق لایه‌هایی که به روش همبستگی آماری وزندهی شدند، بوجود آمده (شکل شماره ۴) و به ترتیب لایه‌های سناریوی دوم با روش Fuzzy AHP (شکل شماره ۵)، سناریوی سوم با روش AHP three-degree (شکل شماره ۶) و سناریوی چهارم با روش Structured AHP (شکل شماره ۷) وزندهی شدند.



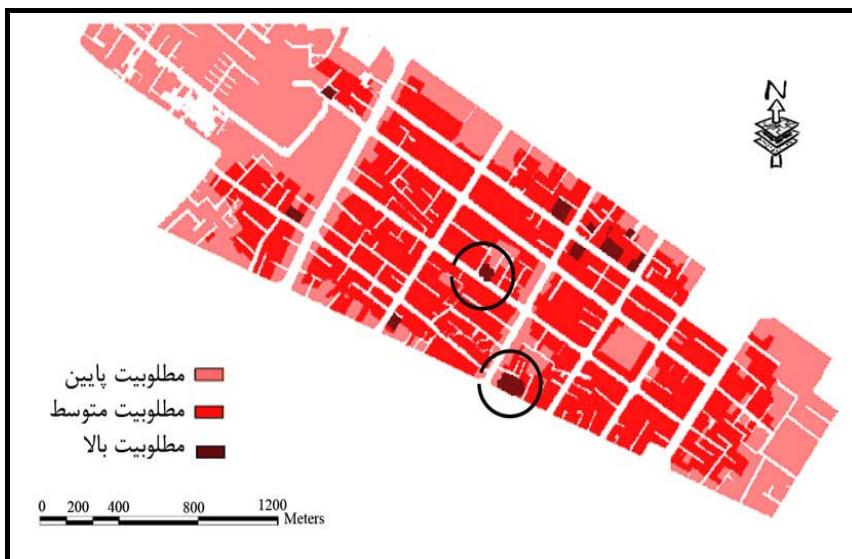
شکل (۲) سناریوی اول: تلفیق و وزندهی لایه ها به روش همبستگی آماری



شکل (۳) سناریوی دوم: تلفیق و وزندهی لایه ها به روش Fuzzy AHP



شکل (۴) سناریوی سوم: تلفیق و وزندهی لایه‌ها به روش AHP three-degree



شکل (۵) سناریوی چهارم: تلفیق و وزندهی لایه‌ها به روش Structured AHP

بعد از تلفیق لایه ها به روش همپوشانی شاخص ارزش مکانهای مختلف در هر سناریو بین ۰ تا ۱ نرمالیزه می شود، سپس این ارزشها به سه کلاس (۰/۷۵ تا ۰/۰) و (۰/۰ تا ۰/۵) و (۰/۵ تا ۰/۷۵) تقسیم بندی می شوند. کلاس اول شامل مکانهایی با مطلوبیت بالا، کلاس دوم شامل مکانهایی با مطلوبیت متوسط و کلاس سوم شامل مکانهایی با مطلوبیت پایین می شود. در شکل های ۴، ۵، ۶ و ۷ سه کلاس ذکر شده در هر چهار سناریو نشان داده شده اند.

انتخاب سناریوی مناسب مکان یابی

جهت انتخاب سناریوی مناسب برای مکان یابی از شاخص مساحت بیشتر در کلاس با ارزش بیشتر استفاده می شود. برای مقایسه بین سناریوها با توجه به شاخص مساحت، ابتدا مساحت‌های هر سناریو در هر کلاس مشخص می شود. سپس با توجه به مساحت، امتیازی برای سناریو محاسبه می شود. برای هر کلاس نیز با توجه به نظر کارشناسی وزنی در نظر گرفته می شود. با محاسبه میانگین وزنی ارزش سناریو در هر کلاس، امتیازی برای سناریو محاسبه می شود که این امتیاز معیار سناریوها محسوب می شود. جدول شماره ۶ بیانگر مساحت پارکینگ در سناریوهای مختلف می باشد.

جدول (۶) مساحت پارکینگ در سناریوهای مختلف

کلاس	مساحت سناریو ۱ (متر مربع)	مساحت سناریو ۲ (متر مربع)	مساحت سناریو ۳ (متر مربع)	مساحت سناریو ۴ (متر مربع)
مطلوبیت بالا	۱۵۱۷۵	۲۷۷۸۸	۲۲۴۴۶	۲۵۲۴۹
مطلوبیت متوسط	۶۹۵۳۷۳	۷۲۰۵۰۱	۷۱۶۵۸۰	۶۹۸۴۲۲
مطلوبیت پایین	۶۴۵۸۵۹	۶۱۰۹۲۱	۶۱۷۳۸۱	۶۳۲۷۳۶

برای تبدیل مساحت سناریو در هر کلاس به امتیاز، باید مساحتها به یکی از روش‌های استاندارد کردن، به امتیاز استاندارد شده، تبدیل شوند. روش‌های استاندارد کردن هر یک از کلاسها به صورت زیر می باشد.

روش Goal standardization برای کلاس مطلوبیت بالا

این روش استاندارد کردن برای کلاس مطلوبیت بالا مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش مساحتها توسط دو مساحت Min Goal ، Max Goal استاندارد می شود. در این تحقیق برای Min GOAL تأمین ۱۰۰٪ تقاضای پارکینگ ناحیه مورد مطالعه در ساعت اوج و برای

Goal تامین ۶۰٪ تقاضای پارکینگ در ساعت اوج در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه در ناحیه مورد مطالعه ۷۷۱۰ فضای پارکینگ مورد نیاز است و در نظر گرفتن ۲۵ متر مربع فضا برای هر پارکینگ بیشترین مساحت مطلوب ۱۹۲۷۵۰ مترمربع و کمترین مساحت مطلوب ۱۱۵۶۵۰ مترمربع می‌شود. اما از آنجایی که هدف احداث پارکینگ‌های طبقاتی است و معمولاً تعداد طبقات پنج در نظر گرفته می‌شود لذا حداکثر و حداقل مساحت مطلوب بین ۲۳۱۳۰ و

38550 متر مربع می‌شود. حال با استفاده از این مساحتها و رابطه

$$z_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

در آن i امتیاز استاندارد شده i امین سناریو، x_i مساحت i امین سناریو در کلاس مطلوبیت بالا، $x_{\max} = 38550$ ، $x_{\min} = 23130$ می‌باشد، امتیاز سناریوها در کلاس مطلوبیت بالا استاندارد می‌شود (Shari & Herwijnen, 2003: 17).

روش Interval standardization برای کلاس مطلوبیت متوسط

در این روش که برای کلاس مطلوبیت متوسط استفاده می‌شود، از بیشترین و کمترین مساحت موجود در کلاس مطلوبیت متوسط، برای استاندارد کردن مساحتها استفاده می‌شود.

بدین منظور با استفاده از رابطه

$$z_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

امین سناریو، x_i مساحت i امین سناریو در کلاس مطلوبیت متوسط، کمترین مساحت در این کلاس برای x_{\min} و بیشترین مساحت در این کلاس برابر x_{\max} می‌باشد، امتیاز سناریوها در کلاس مطلوبیت متوسط استاندارد می‌شود (Papacostas & Prevedouros, 2004: 479).

روش Maximum standardization برای کلاس مطلوبیت پایین

در این روش سناریوهایی که در کلاس مطلوبیت پایین مساحت کمتری دارند امتیاز بیشتری

می‌گیرند. در این روش استاندارد کردن از رابطه

$$z_i = 1 - \frac{x_i}{x_{\max}}$$

استاندارد شده i امین سناریو، x_i مساحت i امین سناریو در کلاس مطلوبیت پایین، و بیشترین مساحت در این کلاس x_{\max} می‌باشد؛ برای استاندارد کردن امتیاز سناریوها استفاده می‌گردد (Palomas & jamet, 2000: 86).

بعد از استاندارد کردن ارزش هر سناریو در هر کلاس و محاسبه وزن هر کلاس، برای مقایسه سناریوها با یکدیگر کافیست میانگین وزنی هر سناریو در هر کلاس را با استفاده از رابطه (ارزش سناریو در کلاس \times وزن کلاس) \sum محاسبه شود. جدول شماره ۷ ارزش استاندارد شده هر سناریو را در هر کلاس و وزن هر کلاس را نشان می دهد و جدول شماره ۸ وزنهای محاسبه شده برای هر سناریو را نشان می دهد.

با توجه به وزنهای محاسبه شده سناریوی دوم یعنی روش وزندهی Fuzzy AHP نسبت به سایر سناریوها مناسب تر می باشد.

جدول (۷) ارزش سناریوها در هر کلاس و وزن کلاس ها

کلاس	ارزش سناریو ۱ در کلاس	ارزش سناریو ۲ در کلاس	ارزش سناریو ۳ در کلاس	ارزش سناریو ۴ در کلاس	وزن کلاس
مطلوبیت بالا	۰	۰/۳۰۲	۰	۰/۱۳۷	۰/۶۱۱
مطلوبیت متوسط	۰	۱	۰/۸۴۴	۰/۱۲۱	۰/۲۷۸
مطلوبیت پایین	۰	۰/۰۵۴	۰/۰۴۴	۰/۰۲۰	۰/۱۱۱

جدول (۸) وزن هر سناریو در مکان یابی پارکینگ

سناریو	سناریو ۱	سناریو ۲	سناریو ۳	سناریو ۴
وزن	۰	۰/۴۶۹	۰/۲۴	۰/۱۲

نتیجه گیری

در حال حاضر مکان یابی پارکینگ، به روش سنتی انجام می گیرد که عدم توانایی در بکارگیری کلیه پارامترهای موثر در مکان یابی به طور همزمان و زمان بر بودن از مهمترین معایب آن محسوب می گردد، که این معایب باعث عدم کارایی مناسب پارکینگهای احداث شده می شود. استفاده از ابزارهای مناسب، همچون GIS که توانایی تلفیق تعداد زیادی از معیارها و وزندهی آنها را به طور همزمان داشته باشد، روز به روز افزایش می یابد. موضوع کلی پژوهش

حاضر، مکان‌یابی پارکینگ در ناحیه ۴ منطقه ۱۵ تهران با استفاده از پارامترهای موثر در مکان‌یابی پارکینگ شامل مراکز جذب، دسترسی، کیفیت بنا و ارزش ملک می‌باشد. طول انواع معابر منطقه ۱۵ بیش از ۱۵۳ کیلو متر بوده و همچنین مساحت سطح سواره رو آن ۱۷۳۴ هزار متر مربع می‌باشد. طول خیابانهای تندراه شهری در منطقه ۱۵ حدود ۱۲ درصد از کل معابر تندراه شهری در تهران را شامل می‌شود که نشان دهنده درصد بالای بزرگراه در این منطقه است. این بزرگراهها تا حدودی از بار ترافیکی منطقه کاسته است اما باعث چند پاره شدن منطقه و از بین رفتن سلسله مراتب و سیمای شهری شده است. از طرفی درصد بالای خیابانهای از نوع دسترسی و درصد کم خیابانهای از نوع شریانی درجه ۱ و ۲، علاوه بر اینکه باعث به وجود آمدن مشکلات ترافیکی در برخی از نقاط این منطقه در سطح محلات شده است، ارتباط سلسله مراتبی شبکه را نیز از بین برده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که روش‌های وزنده‌ی رتبه‌ای در مقایسه با روش AHP در مکان‌یابی پارکینگ در منطقه مورد مطالعه از کارایی کمتری برخوردار بوده و مساحت اراضی مناسب برای احداث پارکینگ با توجه به شاخص‌های پذیرفته شده در آن کمتر می‌باشد. همچنین از میان روش‌های AHP، Fuzzy، دارای بیشترین دقیق و انعطاف در این پژوهش می‌باشد. اما با افزایش پارامترها، مقایسه‌های دوتایی به سرعت بیشتر شده و از دقت کار کاسته می‌شود. همچنین روش‌های سه درجه‌ای و ساختاریافته در مواردی که تعداد پارامترها زیاد هستند کارکرد مناسبتری نسبت به روش Fuzzy AHP دارند.

در نهایت با توجه به روش‌های محاسبه شده، سناریوی دوم یعنی روش وزنده‌ی Fuzzy AHP مناسبترین سناریو در امر مکان‌یابی پارکینگ در منطقه مورد مطالعه بود.

با توجه به یافته‌های تحقیق استفاده و بکارگیری از روش‌های AHP می‌تواند پشتوانه مناسبی را برای تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری در عرصه‌های مدیریت شهری فراهم آورده و تصمیم‌گیران را در مکان‌یابی محل‌های خدمات عمومی یاری نماید.

منابع و مأخذ

۱. فرهادی گوگه، رودابه (۱۳۷۹) *تجزیه و تحلیل توزیع مکانی و مکانیابی مدارس با استفاده از GIS*. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.
۲. قاضی عسگر نایینی، آرمان (۱۳۸۳) *مکان یابی پارکینگ با استفاده از GIS*. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی.
۳. قدسی پور، سید حسن (۱۳۸۱) *فرایند تحلیل سلسه مراتبی AHP*. انتشارات دانشگاه امیر کبیر.
۴. گزارش مطالعات جامع حمل و نقل شهری تهران (۱۳۸۰)، کتاب چهارم مطالعات پارکینگ.

C.M.Tam, Thomas K.L.Tong, (2003) *Comparing non Structural Fuzzy Decision Support System and AHP in Decision Making for Construction Problems*.from World Wide Web: www .elsevier. com /locate/ejor.

Hobbs. F. D, (1974) *Traffic planning & engineering*, Pergamon press, Oxford. New York, pp.155-193.

Jiaxi. Liu, (September 2003) *Multi-Functioned Parking Facility's Site Selection In Tourist Towns*, Case study of Changyang, China, INTERNATIONAL INSTITUTE FOR GEO-INFORMATION SCIENCE AND EARTH OBSERVATION ENSCHEDE, THE NETHERLANDS.

Kligman. Ricardo, M. Ryan McDevitt, Todd Withee, (2002) *Application of GIS to a Parking Study in Newton Sponsoring Agency: City of Newton Department of Public Works Engineering Division*, submitted to the Faculty of WORCESTER POLYTECHNIC INSTITUTE, Date: April E-mail: www.wpi.edu/~mrmcd.

Liu. Chong, (2005) *Research Assistance, Institute of Transportation Engineering*, Tsinghua University, “STUDY ON A PARKING PLANNING METHOD BASED ON GIS: A CASE ANALYSIS”, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp 900- 906,

Louis J, Pingnataro, (1973) *Traffic Engineering theory and concept*, Perntice-Hall, Inc, Englewood cliffs, New Jersey, pp.120-132.

Malczewski , J.(1999) *GIS and Multi Criteria Decision Analysis*, 1th edition. John Wiley & Sons INC.

McShane William R, Roger P. Roess, (1990) *Traffic engineering*, Polytechnic University.

Palomas. Diaz & jamet, (2000) *Car parking policy issues and guidance information systems in Nigerian Cities* ,URBAN Transportation and Environment, Samuel Iyiola oni, University of Lagos,

Papacostas. C.S. and Prevedouros. P.D, (2004) *Transportation Engineering and Planning*, 3 rd Ed, university of Hawaii at Manoa, Honolulu, pp.479-497.

Sharifi, A .and M. v. Herwijnen, (2003) *Spatial Decision Support Systeyyym*. ITC.

Weant, R.A. (1978) *Parking Garage Planning and Operation*. ENO Foundation for Transportation INC. Email: liudeer98@tsinghua.edu.cn, Jersey 07632, pp.166-192. Nigeria.

Yang Manlun (2005) *Suitability Analysis of Urban Green Space System Based on GIS*, M.S.c Thesis. ITC.