نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال سیزدهم، شماره ۲۹، تابستان ۹۲

به کارگیری آنالیز خوشه‌بندی خاکستری در مدلسازی مکانیابی پارکینگ‌های عمومی شهری مطالعه موردی؛ پهنه‌بندی منطقه ۶ شهر تهران

دریافت مقاله:۹۱/۴/۲۱ پذیرش نهایی: ۹۱/۹/۲۷
صفحات: ۱۷۸-۱۵۹

سهام میرزایی ترک: دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشگاه تهران
Email: Smirzaei67@ut.ac.ir.com
غدیر عشورنژاد: دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشگاه تهران [1]
Email: ashournejad@ut.ac.ir
حسنعلی فرجی سبکبار: دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی دانشگاه تهران
Email: hfaraji@ut.ac.ir

چکیده

با رشد شهرنشینی و افزایش وسایل نقلیه در دهه‌های اخیر ترافیک به یک معضل جدی برای شهرهای بزرگ تبدیل شده است. پارکینگ‌ها به عنوان یکی از مهمترین زیرساخت‌های شهری نقش مهمی در کاهش پارک حاشیه‌ای و روانی ترافیک ایفا می‌کنند. این تحقیق با استفاده از مدل آنالیز خوشه‌بندی خاکستری بدنبال ارائه مدلی بهینه در جهت پهنه‌بندی فضای شهری از دیدگاه مطلوبیت استقرار پارکینگ‌ها می‌باشد و پس از شناسایی معیارهای مؤثر در این زمینه از فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی جهت وزن‌دهی به این معیارها استفاده شده است. این تحقیق در منطقه شش شهر تهران با مراکز زیاد جاذب سفر و نقش فرا منطقه‌ای جهت پهنه‌بندی این منطقه و پیشنهادات آتی اجرا شد. بر اساس مشاهدات میدانی مدل مورد نظر مورد ارزیابی قرار گرفت و از ضریب گاما جهت تعیین میزان همگونی میان نتایج بدست آمده در مدل و نتایج مشاهدات استفاده شد که نتایج حاصل ضریبی برابر با ۰/۹۰۴ را نشان می‌دهد که از رابطه قوی بین دو متغیر حکایت می‌کند. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که مدل خوشه‌بندی خاکستری با کمک گرفتن از توابع آنالیز GIS دارای دقت و سرعت قابل قبولی در زمینه پهنه‌بندی و تصمیم گیری‌های گوناگون مکانی می‌باشد.

کلید واژگان: پارکینگ، سیستم اطلاعات جغرافیایی، فرایند سلسله مراتبی فازی، آنالیز خوشه‌بندی خاکستری

---

[1]. **نویسنده مسئول:** تهران، خیابان انقلاب، خیابان وصال، کوچه آذین، دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران، ساختمان شماره ۲، طبقه پنجم، گروه سنجش از دور و GIS

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

مقدمه

با ظهور انقلاب صنعتی در قرن هجدهم، شهرها مرکز تمرکز جمعیت و فعالیت‌های تکنولوژیک شد (قنبری و احد نژاد، ۱۳۸۸: ۱۸۵). با رشد شهر نشینی و افزایش تعداد وسایل نقلیه موتوری در دهه‌های اخیر، ترافیک شهری به یکی از معظلات جدی شهرهای بزرگ تبدیل شده است. با ایجاد اخلال در معابر شهری و خیابان‌ها که جزئی از سیستم ارتباط شهری هستند، کل سیستم شهری با مشکل مواجه شده و شرایط زندگی در آن سخت می‌شود. از این رو سیستم حمل و نقل شهری برای مدیریت جابجایی انسان و کالا در شهرها بوجود آمد. کارکرد سیستم‌های حمل و نقل شهری به وجود زیرساخت‌های لازم، قرارگیری اجزای مختلف آن و نیز هماهنگی این اجزا با یکدیگر وابسته می‌باشد. یکی از مهمترین زیرساخت‌های حمل و نقل شهری پارکینگ‌های عمومی هستند که نقش عمده‌ای در کاهش پارک حاشیه‌ای و روانی ترافیک ایفا می‌کنند (کریمی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۲). انتخاب محل مناسب برای احداث پارکینگ‌های عمومی باعث افزایش کارایی آنها می‌شود (کریمی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۲). در مکانیابی پارکینگ‌های عمومی توزیعی مناسب است که با توجه به کاربری‌های پیرامون، با قرار گرفتن در فاصله مناسب باعث دسترسی بهینه افراد به آن شود (قنبری و قاضی عسکر نائینی، ۱۳۹۰: ۱۸۳). نامناسب بودن محل پارکینگ‌ها و پراکندگی غیراصولی آنها باعث می‌شود که پارکینگ‌ها کارایی خود را از دست داده و باعث افزایش ترافیک شوند که این امر می‌تواند پیامدهایی چون افزایش تصادفات، افزایش مصرف سوخت، افزایش آلودگی هوا و آلودگی صوتی را بدنبال داشته باشد (کریمی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۲).

امروزه مکان‌یابی پارکینگ‌های عمومی در ایران بصورت سنتی و بازدیدهای میدانی صورت می‌گیرد. روش سنتی بسیار زمان‌بر می‌باشد. مکان‌یابی پارکینگ‌ها تحت تأثیر معیارها و متغیرهای مختلفی است که در نظر گرفتن تمامی آنها در قالب روش‌های سنتی و نقشه‌های کاغذی مشکل می‌باشد و در نظر نگرفتن تمامی پارامترهای موثر در مکان‌یابی پارکینگ‌ها باعث عدم کارایی مناسب این پارکینگ‌ها می‌شود، لذا لازم است در مکان‌یابی پارکینگ‌ها از سیستم-هایی استفاده شود که توانایی تجزیه و تحلیل تعداد زیادی پارامتر را بطور همزمان داشته باشند (طالبی، ۱۳۸۹: ۱۲۰).

تهران و شبکه حمل و نقل بسیاری از شهرها در حال حاضر با مشکل اساسی کمبود پارکینگ جهت کاربری مسکونی و سایر کاربری‌ها روبرو بوده و بارگذاری فعالیت‌ها بدون توجه به این کاربری سبب گردیده که این مساله به تدریج بعنوان یک معضل شهری خود را بروز دهد. این مشکل در نقاط پرتراکم که از کاربری‌های چندگانه شهری بویژه کاربری ادری - تجاری و

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

گذران اوقات فراغت برخوردارند خود را به شکل حادی نمایان می‌سازد. (مشکینی و همکاران، ۱۳۹۰: ۵).

درزمینه مکان‌یابی پارکینگ‌های عمومی مطالعات زیادی صورت گرفته است. کریمی و همکاران (۱۳۸۷) در مقاله خود با عنوان مدل‌سازی مکان‌یابی پارکینگ‌های عمومی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی با تأکید بر مقایسه روش‌های وزن‌دهی و تلفیق لایه‌ها، از یک روش رتبه‌ای با عنوان وزن‌دهی همبستگی آماری و از ۳ روش تحلیل سلسله مراتبی۱ (AHP) با عنوان‌های روش تحلیل سلسله مراتبی فازی۲ (FAHP)، روش تحلیل سلسله مراتبی سه درجه‌ای۳ و روش تحلیل سلسله مراتبی ساختار یافته۴ برای وزن دهی لایه‌ها استفاده نموده و از روش‌های تلفیق همپوشانی شاخص، ضرب فازی، جمع فازی و گامای فازی جهت تلفیق لایه‌ها استفاده نمودند که نتایج روش تلفیق همپوشانی را بهترین روش تلفیق و وزن‌های حاصل از روش FAHP را بهترین روش وزن‌دهی پارامترهای مکان‌یابی پارکینگ‌ها نشان می‌دهد.

در مقاله ای با عنوان تصمیم‌گیری قطعی و فازی در مکان‌یابی پارکینگ‌های عمومی طبقاتی، از روش AHP برای وزن‌دهی لایه‌ها و از بین روش تصمیم‌گیری قطعی از روش بولین و از بین تصمیم‌گیری غیر قطعی روش میانگین‌گیری وزنی درجه‌ای۵ (OWA) را استفاده شد(متکان و همکاران، ۱۳۸۸). بررسی روش‌های مختلف مکان‌یابی در مدیریت احداث پارکینگ‌های عمومی با استفاده از GIS پرداخته شد. در ابتدا میزان نیاز به پارکینک بررسی و سپس اقدام به وزن‌دهی لایه‌ها با استفاده از روش AHP نمودند. از دو روش تصمیم‌گیری قطعی (روش بولین) و تصمیم‌گیری غیر قطعی (روش وزن‌دهی چندگانه و فازی) برای ترکیب لایه‌ها استفاده و نتایج حاصله از این روش‌ها را با هم مقایسه نمودند. در این مطالعه از بین روش‌های ترکیب لایه‌ها، روش منطق فازی بهترین نتایج را فراهم کرد(قنبری و همکاران،۱۳۹۰).

در مطالعه ای با عنوان ارائه روشی مناسب جهت مکانیابی پارکینگ‌های عمومی از روش AHP برای وزن‌دهی و روش تصمیم‌گیری قطعی (روش بولین) و روش‌های تصمیم‌گیری غیر قطعی OWA و ترکیب خطی وزن‌دار۶ (WLC) برای تلفیق لایه‌ها استفاده نموده و نتایج را با

۱-Analytic Hierarchy Process

۲- Fuzzy Analytic Hierarchy Process

۳-AHP three degree

۴-Structured AHP

۵-Ordered Weighted Average

۱-Weighted Linear Combination

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

هم مقایسه نمودند. از میان الگوریتم‌های متفاوت روش OWA روش "ریسک کم و دارای توازن" مناسب‌ترین روش معرفی شد(قاضی عسکری نائینی و ورشوساز، ۱۳۸۳).

در مقاله ای با عنوان مکان‌گزینی بهینه پارکینگ‌های طبقاتی شهر تهران، مطالعه مورد منطقه ۷ شهرداری تهران، از روش FAHP برای وزن‌دهی و مدل‌های تلفیق همپوشانی شاخص، ضرب فازی، جمع فازی و گامای فازی برای تلفیق لایه‌ها استفاده و در نهایت دو روش همپوشانی و جمع فازی را روش‌های مناسب و روش ضرب فازی را به عنوان ضعیف‌ترین روش برای مکان‌یابی پارکینگ معرفی شد(طالبی،۱۳۸۹).

هدف کلی این تحقیق ارائه مدلی با استفاده از مدل آنالیز خوشه‌بندی خاکستری[۱] (GCA) به منظور پهنه‌بندی فضای شهری جهت استقرار پارکینگ‌های عمومی شهری می‌باشد.

روش تحقیق

با توجه به اهداف تحقیق ابتدا معیارهای مؤثر در مکان‌گزینی پارکینگ‌های شهری بر اساس تحقیقات پیشین شناسایی و با نظرات کارشناسان تکمیل و متناسب با معیارها، داده‌های مکانی سطح منطقه از طریق پیمایش برداشت شد. وزن هر کدام از معیارها پس از تکمیل پرسشنامه مقایسه زوجی از سوی کارشناسان به وسیله فرآیند سلسله مراتبی فازی مشخص گردید و از مدل آنالیز خوشه‌بندی خاکستری (GCA) جهت مدل‌سازی فضایی و پهنه‌بندی بر اساس شعاع تأثیرگذاری هر کدام از شاخص‌ها استفاده شد. از نرم‌افزار MATLAB برای انجام محاسبات مدل فرآیند سلسله مراتبی فازی و از نرم‌افزار ArcGIS 9.3 برای مدل سازی و تحلیل فضایی استفاده گردید.

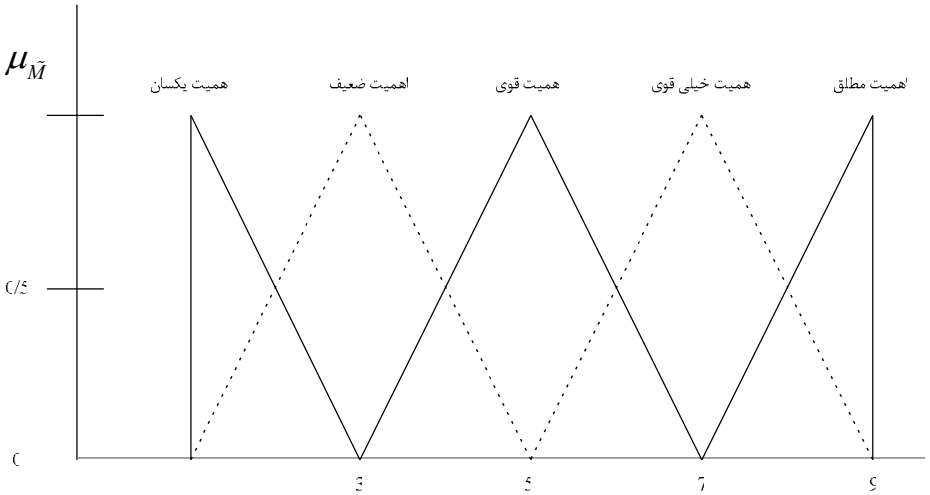
فرآیند سلسله مراتبی فازی (Fuzzy AHP)

چانگ ادغام فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) با ترکیب فازی روش تحلیل توسعه‌ای (FAHP فازی) را پیشنهاد نموده است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (Fuzzy AHP) متدلوژی نسبتاً جدیدی است که توسط لارهوون و پدریکز توسعه داده شد و AHP را برای حالتی که به محیط‌های فازی و مبهم منجر می‌شد بسط داد. AHP فازی توانایی سر و کار داشتن با عدم اطمینان و نسبی بودن در قضاوت‌های انسانی را دارد (خسروانجم و دیگران، ۱۳۹۰: ۶۰). به عبارت بهتر، استفاده از مجموعه‌های فازی، سازگاری بیشتری با توضیحات زبانی و بعضاً مبهم انسانی دارد و بنابراین بهتر است که با استفاده از مجموعه‌های فازی (بکارگیری

[۲]-Gray Cluster Analysis

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

اعداد فازی) به پیش‌بینی بلند مدت و تصمیم‌گیری در دنیای واقعی پرداخت. به طور مثال در شکل (۱) تابع عضویت فازی برای متغیرهای زبانی نشان داده شده است (عطائی، ۱۳۸۹: ۱۰۴ و ۱۰۵)



شکل (۱) تابع عضویت فازی برای متغیرهای زبانی

در ادامه روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی از دیدگاه چانگ بیان می‌شود. اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی هستند. مفاهیم و تعاریف فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی بر اساس روش تحلیل توسعه‌ای تشریح می‌گردد (عالم تبریز و باقرزاده‌آذر، ۱۳۸۸: ۷۳-۷۱؛ مؤمنی، ۱۳۸۹: ۲۵۲-۲۵۰). دو عدد مثلثی $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ و $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ که در شکل(۲) رسم شده‌اند را در نظر بگیرید.

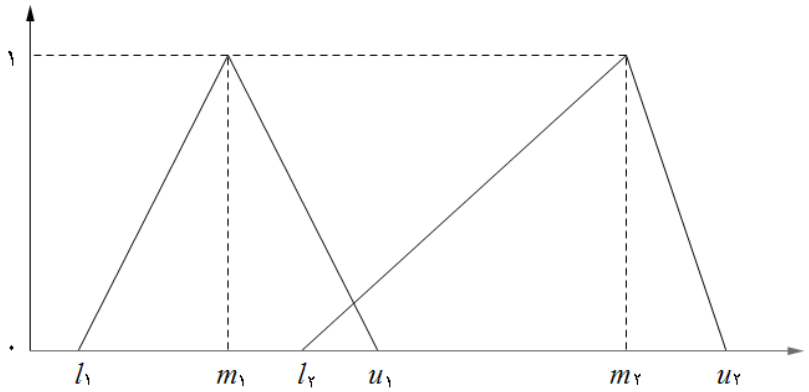
عملگرهای ریاضی آن به صورت روابط (۱)، (۲) و (۳) تعریف می‌شود:

$$M_1 + M_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (۱)$$

$$M_1 * M_2 = (l_1 * l_2, m_1 * m_2, u_1 * u_2) \quad (۲)$$

$$M_1^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1}\right), \qquad M_2^{-1} = \left(\frac{1}{u_2}, \frac{1}{m_2}, \frac{1}{l_2}\right) \quad (۳)$$

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



شکل(۲) اعداد مثلثی M_1 و M_2

باید توجه داشت که حاصل ضرب دو عدد فازی مثلثی، یا معکوس یک عدد فازی مثلثی، دیگر یک عدد فازی مثلثی نیست. این روابط، فقط تقریبی از حاصل ضرب واقعی دو عدد فازی مثلثی و معکوس یک عدد فازی مثلثی را بیان می‌کنند. در روش تحلیل توسعه‌ای، برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی، مقدار S_k، که خود یک عدد مثلثی است، به صورت رابطه(۴) محاسبه می‌شود:

$$S_k = \sum_{j=1}^{n} M_{kj} * \left[\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} M_{ij}\right]^{-1} \qquad (۴)$$

که k بیانگر شماره سطر و i و j به ترتیب نشان‌دهنده گزینه‌ها و شاخص‌ها هستند.

در روش تحلیل توسعه‌ای، پس از محاسبه S_kها، باید درجه بزرگی آن‌ها را نسبت به هم به دست آورد. به طور کلی اگر M_1 و M_2 دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی M_1 بر M_2، که با $V(M_1 \geq M_2)$ نشان داده می‌شود، به صورت رابطه(۵) تعریف می‌شود:

$$\begin{cases} V\left(M_1 \geq M_2\right) = 1 & if\ m_1 \geq m_2 \\ V\left(M_1 \geq M_2 = hgt(M_1 \cap M_2\right) & otherwise \end{cases} \qquad (۵)$$

هم چنین داریم: $hgt\left(M_1 \cap M_2\right) = \frac{u_1 - l_2}{\left(u_1 - l_2\right) + (m_2 - m_1)}$ میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از k عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه (۶) به دست می‌آید:

$$V\left(M_1 \geq M_2, \dots, M_K\right) = V\left(M_1 \geq M_2\right), \dots, V(M_1 \geq M_K) \qquad (۶)$$

برای محاسبه وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسه زوجی به صورت رابطه(۷) عمل می‌شود:

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

$$W'(X_i) = Min\{V(S_i \geq S_k)\}, \quad ,k = ۱,۲,\dots,n. \quad k \neq i \qquad (۷)$$

بنابراین، بردار وزن[1] شاخص‌ها به صورت رابطه(۸) خواهد بود:

$$W'(X_i) = \left[W'\left(C_۱\right), W'\left(C_۲\right), \dots, W'(C_n)\right]^T \qquad (۸)$$

که همان بردار ضرایب غیر بهنجار فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی است. به کمک رابطه(۹) نتایج غیر بهنجار به دست آمده از رابطه (۸) بهنجار می‌شود. نتایج بهنجار[2] شده حاصل از رابطه (۹)، W نامیده می‌شود.

$$W_i = \frac{w_i'}{\sum w_i'} \qquad (۹)$$

سیستم خاکستری

در دنیای واقعی سیستم‌های فراوانی وجود دارند که با یکسری اجزاء و روابط بین آنها به صورت پویا در حال فعالیت‌اند. برای شناخت، تصمیم‌گیری و استفاده از این سیستم‌ها لازم است که روابط بین اجزاء آنها به درستی مورد بررسی قرارگیرد تا به شناخت قابل قبولی از آن دست پیدا کرد. در تئوری سیستم و تئوری کنترل اغلب از رنگ‌ها برای بیان میزان شناخت و اطلاع از اجزاء سیستم و روابط حاکم بر آن استفاده می‌شود (Wiecek et al, 2005). برای مثال منظور از سیستم سیاه فقدان کامل اطلاعات از اجزاء درونی یک سیستم است و مفهوم سیستم سفید آگاهی کامل از اجزاء داخلی و روابط آنها در سیستم است. همچنین منظور از سیستم خاکستری فقدان یکسری اطلاعات و یا عدم اطمینان از صحت و دقت این اطلاعات از روابط درون سیستم است. بر مبنای این تعریف می‌توان چنین نتیجه گرفت که، بیشتر سیستم‌های شناخته شده در جهان واقعی از نوع سیستم‌های خاکستری هستند. از این رو برای شناخت و تصمیم‌گیری در مورد این سیستم‌ها می‌بایست به صورت عدم اطمینان با آنها روبه رو شد. هر چند به نظر می‌رسد که اعداد خاکستری مشابه با اعداد فازی هستند اما تفاوت اساسی بین اعداد خاکستری با اعداد فازی در آن است، که در اعداد خاکستری مقدار دقیق عدد نامشخص است، اما بازه‌ای که مقدار آن عدد را در بر می‌گیرد معلوم است، یا به تعبیر دیگر مقدار دقیق بال چپ و راست عدد معین و معلوم است. در حالی که در یک عدد فازی مقدار دقیق بال چپ

[1]. Weight vector
[2]. Normalized

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

و راست عدد معلوم نیست و از یک تابع عضویت تبعیت می‌کند (محمدی و مولایی، ۱۳۸۹: ۱۳۰).

خوشه‌بندی خاکستری یکی از اجزاء تئوری خاکستری است. این روش بر پایه توابع سفیدکننده۱ ارزش‌های خاکستری۲ قرار گرفته است. آنالیز خوشه‌بندی خاکستری یک روش آماری خاکستری بوده که به بررسی ارزش شاخص‌های مورد بررسی مربوط به اهداف مورد نظر در طبقات خاکستری (طبقات از پیش تعیین شده براساس ترجیحات نخبگان) می‌پردازد و در آخر نیز در مورد تعلق این اهداف به هرطبقه قضاوت و تصمیم‌گیری می‌کند (Wiecek et al 2008). در واقع در این روش n نمونه مورد نظر با نماد (j) با استفاده از m شاخص مورد بررسی با نماد (i) در p طبقه خاکستری با نماد (k) قرار می‌گیرد.

در زیر مراحل کلاسیک این سیستم طبقه‌بندی به طور خلاصه آورده شده است (Wiecek et al 2008; Deng,1989 ; فرجی سبکبار و دیگران، ۱۳۹۱: ۲۸).

۱- اندازه‌گیری ارزش شاخص‌ها در نمونه‌های مورد نظر (d_{ij})

۲- مشخص کردن مقدار ویژه هر طبقه خاکستری (λ_{ik})

۳- بی‌مقیاس سازی : در این مرحله برای از بین بردن تأثیر واحد اندازه‌گیری معیارها بر نتایج تحلیل، داده‌ها با استفاده از رابطه‌های ۱۰ و۱۱ نرمال می‌شوند.

$$x_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sum_{j=1}^{N} d_{ij}} \qquad (۱۰)$$

$$y_{ik} = \frac{\lambda_{ik}}{\sum_{k=1}^{P} \lambda_{ik}} \qquad (۱۱)$$

در روابط بالا

x_{ij} مقدار نرمال شده شاخص iام در نمونه jام

d_{ij} مقدار اندازه‌گیری شده شاخص iام در نمونه jام

y_{ik} مقدار نرمال شده حد طبقه kام مربوط به شاخص iام

λ_{ik} مقدار استاندارد حد طبقه kام مربوط به شاخص iام

۱- Whitening function

۲ – ارزش خاکستری یا عدد خاکستری می‌تواند به عنوان عددی با اطلاعات نامطمئن تعریف شود که در یک بازه‌ی مشخص قرار می‌گیرد. به طور مثال : رتبه معیارها در یک تصمیم‌گیری که به صورت یک متغیر زبانی بیان می‌شوند، می‌تواند به صورت اعداد بازه‌ای بیان گردد. این بازه اعداد به صورت اعداد نامطمئن است که همان اعداد خاکستری هستند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

P تعداد طبقات و N تعداد نمونه‌ها

۴- مشخص کردن توابع عضویت سفید کننده $f_i^k(xij)$ در طبقات خاکستری که برای این پژوهش عموماً بر سه نوع اند.

- توابعی که مربوط به طبقات با کران پایین نامشخص و کران بالای مشخص هستند.

$\otimes \epsilon(-\infty, \bar{a}]$

$$f_i^1(xij) = \begin{cases} 1 & , \quad \otimes \in (-\infty, \lambda_{i1}] \\ \dfrac{\lambda_{i2} - x_{ij}}{\lambda_{i2} - \lambda_{i1}} & , \quad \otimes \in (\lambda_{i1}, \lambda_{i2}] \\ 0 & , \quad \otimes \notin (-\infty, \lambda_{i2}] \end{cases}$$

- توابعی که مربوط به طبقات با کران پایین و بالای مشخص هستند.

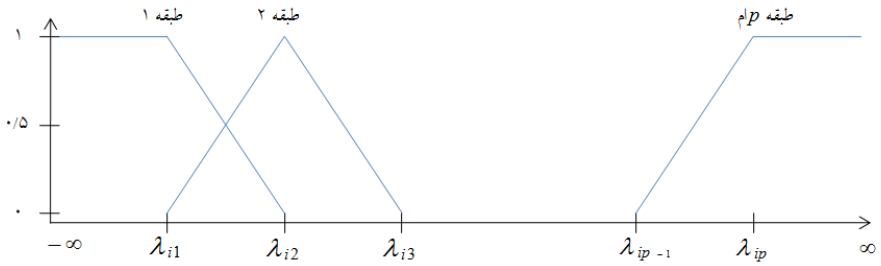
$\otimes \epsilon[\underline{a}, \bar{a}]$

$$f_i^2(xij) = \begin{cases} \dfrac{x_{ij} - \lambda_{i1}}{\lambda_{i2} - \lambda_{i1}} & , \quad \otimes \in (\lambda_{i1}, \lambda_{i2}] \\ \dfrac{\lambda_{i3} - x_{ij}}{\lambda_{i3} - \lambda_{i2}} & , \quad \otimes \in (\lambda_{i2}, \lambda_{i3}] \\ 0 & , \quad \otimes \notin (\lambda_{i1}, \lambda_{i3}] \end{cases}$$

- توابعی که مربوط به طبقات با کران پایین مشخص و کران بالای نامشخص هستند.

$\otimes \epsilon[\underline{a}, \infty)$

$$f_i^k(xij) = \begin{cases} 0 & , \quad \otimes \notin (\lambda_{ip-1}, \infty) \\ \dfrac{x_{ij} - \lambda_{ip-1}}{\lambda_{ip} - \lambda_{ip-1}} & , \quad \otimes \in (\lambda_{ip-1}, \lambda_{ip}] \\ 1 & , \quad \otimes \in (\lambda_{ip}, \infty) \end{cases}$$



شکل(۳) نمودار مثلثی حد طبقات و میزان تعلق آن‌ها به هر طبقه (شاخص‌هایی که بهترین حالت آن‌ها کمترین مقدار را دارد)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

۵- محاسبه وزن مربوط به هر شاخص η_{ik}

۶- محاسبه ضریب خوشه‌بندی (Clustering Coefficient) α_{jk} با استفاده از رابطه

$$\alpha_{jk} = \sum_{i=1}^{m} f_{ik}\,(x_{ij})\,\eta_{ik} \qquad (۱۲)$$

۷- تشکیل بردار مربوط به میزان عضویت هر نمونه به p طبقه خاکستری α_j

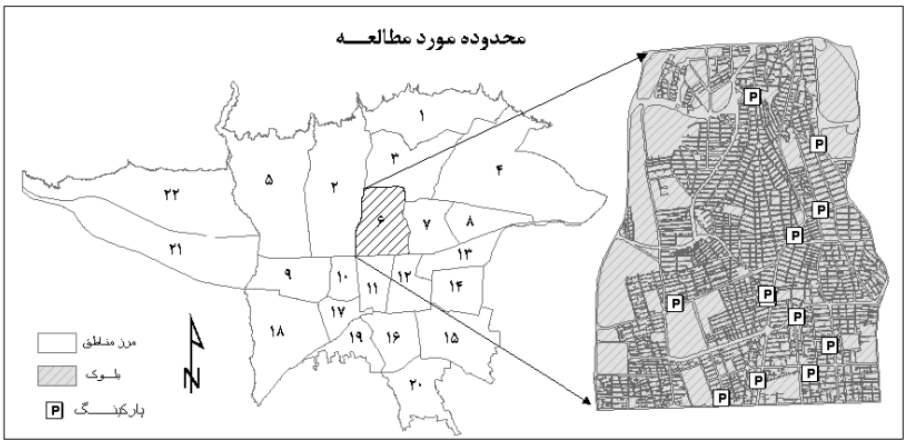
$$\alpha_j = \{\alpha_{j1}, \alpha_{j2}, \ldots, \alpha_{jp}\} \qquad (۱۳)$$

۸- اعلام درجه کیفیت هر نمونه (طبقه‌ای که هر نمونه بیشترین عضویت را در آن دارد) β_{kj}

$$\beta_{kj} = \max_{k=1}\{\alpha_j\} \qquad (۱۴)$$

محدوده و قلمرو پژوهش

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش منطقه شش شهرداری تهران است که با جمعیت ۲۳۱۰۲۴ نفر و وسعت ۲۱۴۴ هکتار از سمت شمال به بزرگراه همت، از سمت جنوب به محور انقلاب – آزادی، در مرز شرقی توسط بزرگراه مدرس و از سمت غرب به بزرگراه شهید چمران محدود شده است(شکل۴). این منطقه در شرایط کنونی مطابق با مرزهای مصوب و رسمی به شش ناحیه و نوزده محله تفکیک و مرزبندی شده است و یکی از پرازدحام‌ترین و در عین حال تجاری‌ترین مناطق تهران می‌باشد.



شکل (۴) محدوده و قلمرو پژوهش و توزیع پارکینگ‌های موجود در آن

عمده‌ترین ویژگی منطقه شش از یک سو قرارگیری آن در مرکز شهر تهران و از سوی دیگر استقرار مهم ترین کاربری‌های اداری خدماتی با مقیاس عملکردی فرامنطقه‌ای، شهری و حتی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

ملی در آن می‌باشد (مشکینی و همکاران، ۱۳۹۰: ۵). در این منطقه ۱۴ پارکینگ عمومی وجود دارد که در این تحقیق جهت مدلسازی منطقه بدون در نظر گرفتن آن‌ها پهنه‌بندی صورت گرفته است.

یافته های تحقیق

گام اول: شناسایی فاکتورهای مؤثر در مکان‌یابی پارکینگ‌ها و تعیین اوزان آن‌ها با استفاده از FAHP

معیارهای مختلفی در مکان‌یابی پارکینگ‌ها موثر می‌باشند. بطور کلی در این پژوهش با استفاده از نظر کارشناسان و مطالعات پیشین (طالبی، ۱۳۸۹؛ قنبری و قاضی عسکر نائینی، ۱۳۹۰؛ کریمی و همکاران، ۱۳۸۷؛ متکان و همکاران، ۱۳۸۸؛ مشکینی و همکاران، ۱۳۹۰ و قاضی عسکری نایینی و ورشوساز، ۱۳۸۳) معیارها به ۳ کلاس تقسیم شدند (جدول ۲).

فاصله پارکینگ از مراکز جاذب سفر باید طوری باشد که استفاده کنندگان از پارکینگ، کم-ترین پیاده روی را برای رسیدن به این مراکز داشته باشند (متکان و همکاران، ۱۳۸۸: ۲۱۰). چنانچه فاصله پیاده روی تا محل پارک خودرو امر مهمی نبود هیچ وقت مسئله ایجاد پارکینگ عمومی مطرح نمی‌شد، چرا که افراد با طی مسیر طولانی‌تر می‌توانستند خودروهای خود را در محل‌های مناسب پارک نمایند (روستایی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۶۸؛ و شاهی، ۱۳۷۹: ۳۰-۲۵). معیار فاصله از مراکز جذب سفر مهمترین معیار در مکان‌یابی پارکینگ از دیدگاه متخصصین ترافیک و شهرسازی شناخته می‌شود (قنبری و قاضی عسکر نائینی، ۱۳۹۰: ۱۸۶؛ کریمی و همکاران ۱۳۸۷: ۱۴).

واقع شدن پارکینگ‌های عمومی در نزدیکی خیابان‌هایی با تردد زیاد باعث سهولت و افزایش پارک وسایل نقلیه در این پارکینک‌ها می‌شود و در صورتی که این امر همراه با مدیریت پارک حاشیه‌ای خودروها در خیابان‌ها باشد، سبب سهولت تردد در خیابان‌های مجاور می‌گردد (قنبری و قاضی عسکر نائینی، ۱۳۹۰: ۱۸۷). بدین جهت خیابان‌های منطقه مطالعاتی بر اساس عملکرد ترافیکی، عرض خیابان‌ها و حجم رفت و آمد آن و همچنین میزان جریمه‌های پلیس راهنمایی ورانندگی در مورد تخلفاتی چون پارک دوبله و پارک ممنوع به ۳ سطح دسترسی به شرح زیر طبقه‌بندی شدند:

- **خیابان‌های با سطح دسترسی ۱**

این خیابان‌ها دارای بارترافیکی شدید و سنگین، همراه باعرض کم و میزان جریمه در موارد پارک در مناطق ممنوع و پارک دوبله بسیار بالا است. در میزان برآورد پارک حاشیه‌ای مجاز،

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

خیابان‌های فوق فاقد پارک حاشیه‌ای و تمام فضای خیابان برای عبور و مرور در نظر گرفته می‌شود.

• خیابان‌های با سطح دسترسی ۲

این خیابان‌ها دارای بار ترافیکی متوسط، همراه با عرض مناسب و میزان جریمه متوسط تا کم هستند. در این خیابان‌ها پارک حاشیه‌ای در یک باند خیابان که از ترافیک کمتری برخوردار است در نظر گرفته می‌شود.

• خیابان‌های با سطح دسترسی ۳

بار ترافیکی این خیابان‌ها روان و عرض آن‌ها مناسب است. میزان جریمه دراین خیابان‌ها کم و حتی فاقد جریمه‌اند. در میزان برآورد پارک حاشیه‌ای مجاز، در هر دو باند آن، پارک حاشیه-ای در نظر گرفته می‌شود.

هر چقدر تراکم جمعیت در شهر کمتر و به طور متعادل در سطح شهر توزیع شده باشد، میزان جمعیت بهره‌مند از منابع و تخصیص امکانات بیشتر خواهد شد و بالعکس تراکم جمعیتی بالا در شهر به معنای افزایش تقاضای هر نوع کالا و خدمات محسوب می‌شود. در تراکم‌های پایین فضای بیشتری جهت احداث پارکینگ یا حتی پارک خودرو در حاشیه‌ی معابر وجود دارد (روستایی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۶۸). در ارزش‌گذاری تراکم جمعیت جهتی برای مکان‌یابی پارکینگ، لایه‌ای که بالاترین تراکم را دارد بیشترین ارزش را بخود می‌گیرد.

در ادامه محاسبات مدل AHPفازی تنها بر روی زیرمعیارها معابر به عنوان یک نمونه بیان می‌گردد. به منظور اجرای مقایسات زوجی تصمیم‌گیرندگان، مقیاس زبان‌شناسی برای اعداد مثلثی مورد استفاده قرار گرفته است و با استفاده از نتایج پرسشنامه‌ها، ماتریس ارزیابی فازی ارائه شده است(جدول ۱).

جدول (۱) ماتریس ارزیابی فازی زیرمعیارهای فاصله از معابر

	معابر درجه ۱	معابر درجه ۲	معابر درجه ۳
معابر درجه ۱	(۱،۱،۱)	(۲، ۳/۲، ۱)	(۳، ۵/۲، ۲)
معابر درجه ۲	(۱/۲، ۲/۳، ۱)	(۱،۱،۱)	(۲/۳، ۱، ۳/۲)
معابر درجه ۳	(۱/۳، ۲/۵، ۱/۲)	(۲/۳، ۱، ۳/۲)	(۱،۱،۱)

با استفاده از رابطه(۴) خواهیم داشت:

$$S_1 = (4\ ,5\ ,6) \times (0.08\ ,0.099\ ,0.122) = (0.32\ ,0.495\ ,0.732)$$
$$S_2 = (2.166\ ,2.666\ ,3.5) \times (0.08\ ,0.099\ ,0.122) = (0.173\ ,0.264\ ,0.427)$$
$$S_3 = (1.999\ ,2.4\ ,3) \times (0.08\ ,0.099\ ,0.122) = (0.16\ ,0.238\ ,0.366)$$

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

با استفاده از این بردارها و رابطه(۵)، ارزش‌های زیر را محاسبه می‌کنیم:

$$V(S_1 \geq S_2) = 1 \,, V(S_2 \geq S_1) = \frac{u_2 - l_1}{(u_2 - l_1) + (m_1 - m_2)} = \frac{0.107}{0.338} = 0.3165$$

$$V(S_1 \geq S_3) = 1 \,, V(S_3 \geq S_1) = \frac{u_3 - l_1}{(u_3 - l_1) + (m_1 - m_3)} = \frac{0.046}{0.303} = 0.1518$$

$$V(S_2 \geq S_3) = 1 \,, V(S_3 \geq S_2) = \frac{u_3 - l_2}{(u_3 - l_2) + (m_2 - m_3)} = \frac{0.193}{0.219} = 0.8812$$

در نهایت با استفاده از رابطه(۷)، خواهیم داشت:

$$V(S_1 \geq S_2, S_3) = Min\,(1,1) = 1$$
$$V(S_2 \geq S_1, S_3) = Min\,(0.3165,1) = 0.3165$$
$$V(S_3 \geq S_1, S_2) = Min\,(0.1518,0.8812) = 0.1518$$

بنابراین، بردار وزنی به صورت $W'(1\,,0.3165\,,0.1518)^t$ محاسبه می‌گردد.

سپس با توجه به بردارهای وزنی بعد از نرمال‌سازی(نسبت هر کدام از اوزان غیر بهنجار بر جمع اوزان غیر بهنجار) در رابطه(۹) خواهیم داشت:

$$W = (0.681\,,0.2156\,,0.1034)$$

این فرایند برای معیارهای اصلی و زیرمعیارهای فاصله از مراکز جذب سفر محاسبه شد و وزن نهایی با نرمال کردن وزن هر کدام از زیر معیارها به وزن معیارهای اصلی بدست آمد(جدول۲).

جدول(۲) معیارهای موثر و اوزان حاصل از آن ها در مکان یابی پارکینگ های شهری

معیارها	فاصله از مراکز جذب سفر					فاصله از معابر			جمعیت
وزن معیار	۰.۵۳۶۵					۰.۳۱۲۲			۰.۱۵۱۳
زیر معیار	مراکز اقتصادی‌وتجاری	مراکز بهداشتی‌و درمانی	مراکز تفریحی	مراکز اداری	مراکز و آموزشی فرهنگی	معابر درجه ۱	معابر درجه ۲	معابر درجه ۳	تراکم جمعیت
وزن زیرمعیار (نرمال نشده)	۰.۳۲۳۶	۰.۰۹۹۸	۰.۱۳۶۱	۰.۲۴۱۲	۰.۱۹۹۲	۰.۶۸۱	۰.۲۱۵۶	۰.۱۰۳۴	۰.۱۵۱۳
وزن نهایی (نرمال شده)	۰.۱۷۳۶	۰.۰۵۳۵	۰.۰۷۳۰	۰.۱۲۹۴	۰.۱۰۶۹	۰.۲۱۲۶	۰.۰۶۷۳	۰.۰۳۲۳	۰.۱۵۱۳

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

گام دوم: مدل‌سازی فضایی و پهنه‌بندی با استفاده از روش خاکستری

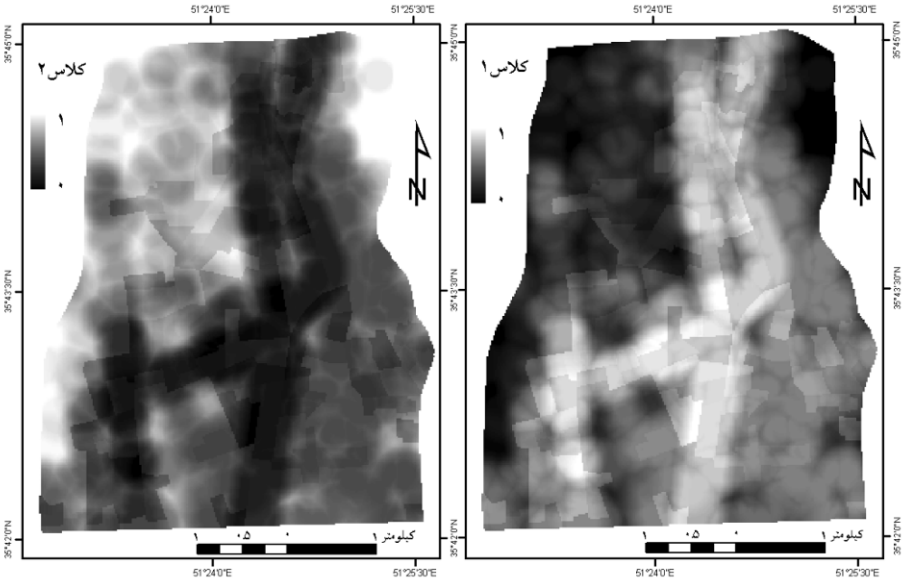
جهت مدلسازی فضایی و پهنه‌بندی منطقه، شعاع بالقوه تأثیرگذاری هر کدام از متغیرها در یک ناحیه مفروض، از تحقیقات پیشین استفاده شد و حدود طبقات بر اساس آن تعیین شد. طبقات مربوط به هر معیار در ۲ طبقه به صورتی که در جدول(۳) آمده است، در نظر گرفته شد. در خصوص معیار جمعیت بر اساس تراکم متوسط منطقه، حدود طبقات تعیین گردید.

جدول (۳) طبقات مربوط به معیارها

معیار	فاصله از مراکز جذب سفر			فاصله از معابر	جمعیت
زیر معیار	مراکز اقتصادی‌وتجاری	مراکز اداری	سایر موارد...	فاصله از معابر با درجات متفاوت(درجه ۱، ۲ و ۳)	تراکم جمعیت(نفر در کیلومتر مربع)
طبقه ۱	≤ ۱۰۰m	≤ ۱۵۰m	≤ ۲۰۰m	≤ ۲۰۰m	≥ ۲۰۵۰۰
طبقه ۲	≥ ۳۵۰m	≥ ۳۰۰m	≥ ۳۵۰m	≥ ۳۵۰m	≤ ۱۱۵۰۰

بدلیل همسان بودن واحد اندازه‌گیری(متر) در تمامی شاخص‌ها به جزء شاخص جمعیت، عملیات بی‌مقیاس‌سازی بر روی این شاخص‌ها اعمال شد و با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS تمامی مراحل روش خاکستری بر روی داده‌ها اعمال شد و اوزان بدست آمده از مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی در آن اعمال گشت که میزان نهایی تعلق هر نمونه به هر یک از ۲ طبقه خاکستری به صورت نقشه‌های کلاس ۱ و ۲ در شکل(۵) آورده شده است. گام نهایی در این تحقیق قضاوت در مورد طبقه‌ای بود که هر پیکسل در آن قرار گرفته است. برای این منظور طبق رابطه (۱۴) طبقه‌ای که هر پیکسل بیشترین عضویت را در آن داشت به عنوان درجه مطلوبیت آن پیکسل تعیین شد، که نتیجه آن در شکل(۶) نشان داده شده است. کلاس ۱ مناطق مطلوب جهت احداث پارکینگ‌های عمومی در دامنه‌ای از صفر تا یک و در مقابل آن کلاس ۲ مناطق غیر مطلوب و بی‌نیاز از احداث پارکینگ‌های عمومی را نشان می‌دهد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد(شکل۶) که ۶۳ درصد منطقه بدون در نظر گرفتن وضعیت معابر در کلاس ۱ و ۳۷ درصد در کلاس ۲ قرار گرفته است.

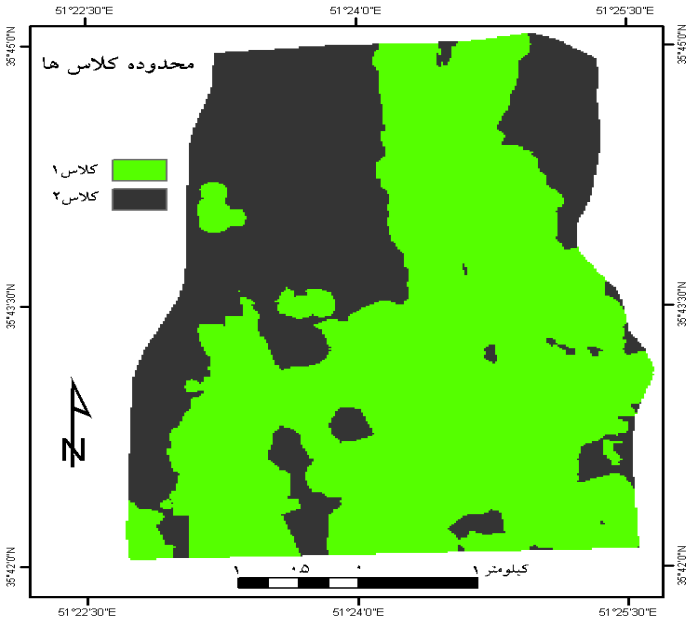
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



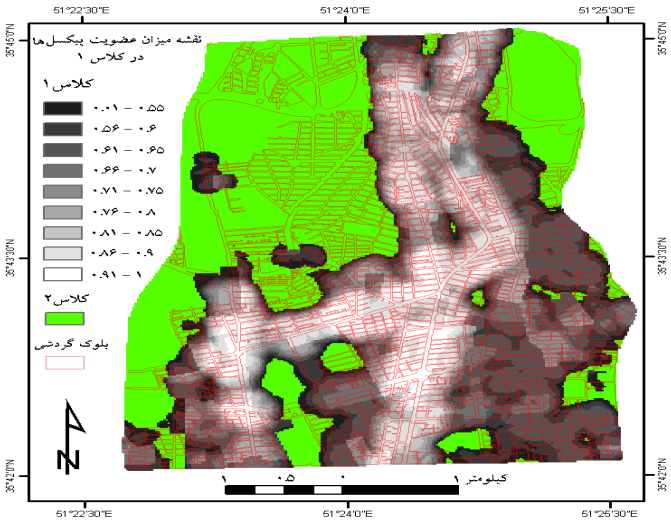
شکل(۵)میزان نهایی تعلق هر نمونه به هر یک از ۲ طبقه خاکستری

نتایج(شکل۷) نشان‌دهنده این موضوع می‌باشد که امتداد خیابان کارگر شمالی از میدان انقلاب تا بزرگراه جلال آل احمد، امتداد خیابان فاطمی از تقاطع خیابان کارگر شمالی تا خیابان ولیعصر(عج)، امتداد خیابان ولیعصر از خیابان انقلاب تا شهید همت و امتداد خیابان سید جمال‌الدین اسد آبادی بیشترین نیاز به احداث پارکینگ‌های عمومی در آن‌ها احساس می‌شود. در این میان تقاطع خیابان کارگر شمالی و بلوار کشاورز، تقاطع خیابان کارگر شمالی و خیابان فاطمی و بالاتر از آن تا بیمارستان مرکز قلب، میدان ولیعصر تا تقاطع فاطمی با این خیابان، تقاطع بلوار کشاورز و خیابان فلسطین، تقاطع خیابان فاطمی با خیابان‌های هشت بهشت و کاج و تقاطع خیابان‌های ولیعصر(عج) و خیابان سید جمال‌الدین اسد آبادی به عنوان مهم‌ترین مناطق احداث پارکینگ‌های عمومی در این منطقه شناسایی شده‌اند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



شکل(۶) محدوده کلاس‌ها



شکل(۷) نقشه نهایی میزان عضویت پیکسل‌ها در کلاس ۱

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

جهت ارزیابی نتایج مدل با وضعیت ترافیکی منطقه مورد مطالعه با فرض عدم وجود پارکینگی در منطقه مورد مطالعه در هر دو کلاس نقاطی به صورت تصادفی انتخاب و با استفاده از روش پیمایشی مورد مشاهده و بازدید قرار گرفتند که شواهد کار در جدول(۴) ارائه شده است. ارزش صفر برای نقاط انتخابی در کلاس ۲ به عنوان نقاط بی‌نیاز از احداث پارکینگ و نقاط انتخابی در کلاس ۱ پس از طبقه‌بندی بر اساس انحراف معیار در ۵ کلاس با ارزش ۱ تا ۵ اختصاص داده شد. طبقه‌بندی نتایج مشاهدات میدانی نیز به صورت کیفی در دامنه‌ای از اعداد ۰ تا ۵ رتبه‌بندی شدند به طوری که عدد ۰ مناطق بی‌نیاز از احداث و استقرار پارکینگ و عدد ۵ مناطقی با بالاترین نیاز احداث پارکینگ را بر اساس مشاهدات میدانی نشان می‌دهد. از ضریب گاما در نرم‌افزار SPSS جهت تعیین میزان همگونی میان نتایج بدست آمده در مدل و نتایج مشاهدات استفاده شد که نتایج حاصل ضریبی برابر با ۰/۹۰۴ با Significance کمتر از ۵ درصد را نشان می‌دهد که از رابطه قوی بین دو متغیر حکایت می‌کند.

جدول (۴) ارزیابی نتایج مدل بر اساس مشاهدات میدانی

کلاس	نقاط نمونه	ارزش مدل	ارزش میدانی	توضیحات
۲	تقاطع خیابان‌های ابطحی و آزادگان	۰	۱	دارای عرض خیابان مناسب و بار ترافیکی خیلی کم می‌باشد و مراکز جاذب سفر خاصی ندارد.
۲	تقاطع خیابان‌های ایرانشهر و اراک	۰	۰	عرض خیابان مناسب و بدون بار ترافیک
۲	تقاطع خیابان جهان‌آرا و بزرگ‌راه شهدای گمنام	۰	۱	بدلیل مسکونی بود منطقه و عرض مناسب خیابان نیاز بالایی به احداث پارکینگ ندارد.
۲	تقاطع بزرگ‌راه شهید بهائی و خیابان ۲۲ بهمن	۰	۰	تراکم جمعیت پایین و عرض خیابان مناسبی و ترافیکی ندارد.
۱	تقاطع خیابان‌های حافظ و انقلاب	۱	۲	خیابان انقلاب دارای ترافیک روان می‌باشد که بیشتر ترافیک عبوری می‌باشد.
۱	تقاطع خیابان‌های طالقانی و وصال	۱	۱	در این نقطه ترافیک بسیار پایین می‌باشد و در کنار دانشگاه تهران می‌باشد که خود دانشگاه دارای پارکینگ اختصاصی می‌باشد.
۱	تقاطع خیابان‌های دکتر محمد قریب و نصرت	۱	۰	این نقطه ترافیکی ندارد و در ضمن پارکینگ کاوه که در مرز بین منطقه ۱۱ در نزدیکی این نقطه می‌باشد که تاثیر زیادی در کاهش ترافیک می‌باشد.
۱	تقاطع خیابان‌های شهروز و سید جمال‌الدین اسد آبادی	۱	۲	خیابان سید جمال‌الدین اسد آبادی دارای عرض بسیار کم و ترافیک بالایی می‌باشد.
۱	تقاطع خیابان‌های بهاران و خالد استامبولی	۲	۱	عرض خیابان مناسب می‌باشد و ترافیک بیسار کمی دارد.
۱	تقاطع خیابان‌های قائم مقام فراهانی و استاد مطهری	۲	۳	خیابان مطهری دارای ترافیک بالایی می‌باشد ولی عرض آن نیز مناسب می‌باشد و نیاز به احداث پارکینگ بالایی دارد.
۱	تقاطع بلوار کشاورز و خیابان دائمی	۲	۲	ترافیک بلوار کشاورز تقریبا بالا و عرض خیابان آن نیز مناسب می‌باشد.
۱	تقاطع خیابان‌های فاطمی و اعتمادزاده	۲	۱	بدلیل نزدیکی به مرکز نظامی ترافیکی ندارد. و مرکز نظامی نیز دارای پارکینگ اختصاصی می‌باشد.
۱	تقاطع خیابان‌های سید جمال الدین اسدآبادی و هجدهم	۳	۴	این قسمت از خیابان سید جمال الدین اسدآبادی دارای ترافیک بسیار بالایی می‌باشد و عرض کم و نیاز به احداث پارکینگ بالایی دارد.
۱	تقاطع خیابان میرزای شیرازی و بلوار کریم خان	۳	۲	تعداد خودروهای عبوری بالا می‌باشد ولی عرض خیابان مناسب و ترافیک بسیار پایینی دارد.
۱	تقاطع خیابان کارگر شمالی و خیابان دو	۳	۴	بدلیل عرض کم خیابان کارگر شمالی و نزدیکی به مرکز قلب تهران دارای بار ترافیکی بسیار بالایی می‌باشد و نیازمند احداث پارکینگ می‌باشد.
۱	تقاطع خیابان‌های گاندی و پالیزوانی	۳	۲	بدلیل مسکونی بودن منطقه ترافیک بسیار پایین دارد.
۱	تقاطع خیابان‌های سید جمال الدین اسد آبادی و ۳۹	۴	۵	این قسمت از خیابان سید جمال الدین اسدآبادی دارای بیشترین بار ترافیکی این خیابان می‌باشد و عرض آن نیز کم می‌باشد و نیاز به احداث پارکینگ بسیار بالایی دارد.
۱	تقاطع خیابان‌های ولی‌عصر و طالقانی	۴	۵	هر دو خیابان دارای بار ترافیکی بالایی می‌باشند و این بار ترافیکی در خیابان ولی‌عصر بدلیل عرض کم

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

ادامه جدول ٤

				بیشتر است و نیاز شدیدی به احداث پارکینگ دارند.
۱	تقاطع خیابان‌های کارگر شمالی و ادوارد براون	۴	۴	بدلیل نزدیکی به میدان انقلاب دارای ترافیک بالا و متقاضی بالایی برای پارکینگ می‌باشد.
۱	تقاطع خیابان‌های شهید بهشتی و احمد قیصر	۴	۴	این خیابان بدلیل قرارگیری بین بزرگراه مدرس و خیابان‌ولی‌عصر دارای ترافیک بسیار بالایی می‌باشد.
۱	تقاطع خیابان‌های ولی‌عصر و سیدجمال الدین اسد آبادی	۵	۵	بدلیل اینکه حجم بالایی از خودروها از خیابان فاطمی وارد خیابان ولی‌عصر می‌شوند این مکان دارای ترافیک بالایی می‌باشد.
۱	تقاطع خیابان‌های فاطمی و کارگر	۵	۵	بدلیل قرار گیری بین مرکز قلب و پارک لاله که جاذب سفر می‌باشند بار ترافیکی بالایی دارد.
۱	تقاطع خیابان‌های شهامتی و ولی‌عصر	۵	۴	بدلیل وجود مراکز تجاری و بازار در نزدیک این مکان میزان مراجعات زیاد است.
۱	تقاطع خیابان‌های کاج و فاطمی	۵	۵	بدلیل قرار گیری چند وزارتخانه و سازمان دولتی و ترافیک عبوری نیاز بالایی به احداص پارکینگ دارد.

نتیجه‌گیری

عدم توانایی در بکارگیری کلیه پارامترهای مؤثر در مکانیابی به طور همزمان در روش‌های سنتی و تجربی، مکانیابی غیر مطلوب را بدنبال دارد. از اینرو استفاده از GIS با توانایی تلفیق تعداد زیادی پارامتر جهت دستیابی به نتایج مطلوب ضروری است. با توجه به اینکه نتایج به کارگیری روش‌ها و مدل‌های مختلف مکانیابی در شرایط و مکان‌های مختلف ممکن است متفاوت باشد، بهترین روش، روشی است که با توجه به شرایط و محدودیت‌های محلی بهترین نتیجه را ارائه کند. مخصوصاً اگر تصمیم‌گیری با قطعیت و با میزان ریسک‌پذیری پایین انجام شود، نتایج حاصله به شدت از شرایط محلی تأثیر می‌پذیرد(متکان و همکاران، ۱۳۸۸: ۲۲۱). نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که مدل خوشه‌بندی خاکستری با کمک گرفتن از توابع آنالیز GIS دارای دقت و سرعت قابل قبولی در زمینه پهنه‌بندی و تصمیم گیری‌های گوناگون مکانی می‌باشد. علاوه بر این استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی با استفاده از مجموعه‌های فازی، سازگاری بیشتری با توضیحات زبانی و بعضاً مبهم انسانی دارد و در صورت انتخاب متخصصان تقریباً هم سطح و با دانش و تخصص کافی در این مورد می‌توان به نتایج قابل قبولی دست یافت.

منابع و ماخذ

۱. خسروانجم، داود، الهی شعبان، چاوشینی، رسول و شایان، علی (۱۳۹۰) **نقش فنآوری اطلاعات در طراحی و پیاده سازی مدیریت دانش در مخابرات با تکنیک AHP فازی**، مجله مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، شماره ۱۷، ۷۱-۵۹.

۲. روستایی، شهریور، قنبری، حکیمه، کاظمی زاد، شمس‌الله و نوریان، رحیمه (۱۳۹۰) **ارائه الگوی بهینه مکان‌یابی پارکینگ‌های محله‌ای با استفاده از روش AHP و GIS مطالعه**

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

موردی: منطقه ۳ و ۴ شهرداری تبریز. فصلنامه جغرافیا و توسعه دانشگاه سیستان و بلوچستان ، شماره ۲۳، ۱۸۲-۱۶۷.

۳. شاهی، جلیل (۱۳۷۹) **مهندسی ترافیک**، انتشارات نشر دانشگاهی، تهران.

۴. طالبی، رضا (۱۳۸۹) **مکان‌گزینی بهینه پارکینگ‌های طبقاتی شهر تهران، مطالعه مورد منطقه ۷ شهرداری تهران**. مجله مدیریت شهری سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور، شماره ۲۶، ۱۲۳-۱۲۰.

۵. عالم تبریز، اکبر و باقرزاده آذر، محمد (۱۳۸۸) **تلفیق** ANP **فازی و** TOPSIS **تعدیل شده برای گزینش تأمین کننده راهبردی**، پژوهش‌های مدیریت دانشگاه سیستان و بلوچستان، دوره۲، شماره ۳، ۱۸۱-۱۴۹.

۶. عطائی، محمد (۱۳۸۹) **تصمیم‌گیری چند معیاره فازی**، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، چاپ اول، ۵۹-۴۷.

۷. فرجی سبکبار، حسنعلی، عشورنژاد، غدیر، رحیمی، سعید و فرهادی‌پور احمد (۱۳۹۱) **ارزیابی ظرفیت دستگاه‌های خودپرداز در شعب بانک‌ها و مؤسسات مالی و اعتباری با استفاده از (ANP) و (GCA) مطالعه موردی: حد واسط میدان انقلاب تا میدان فردوسی خیابان انقلاب تهران**، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، دوره۴، شماره ۱۴، ۴۲-۲۳.

۸. قاضی عسکری نایینی، آرمان و ورشوساز، مسعود (۱۳۸۳) **ارائه روشی مناسب جهت مکانیابی پارکینگ عمومی**. همایش ژئوماتیک سازمان نقشه برداری تهران، دوره ۸، ۹-۲.

۹. قنبری، حکیمه و احد نژاد، محسن (۱۳۸۸)، **ایمنی در معابر شهری با تأکید بر نقش مکان گزینی بهینه پارکینگ‌ها در کاهش حوادث ترافیکی**، همایش جامعه ایمن، شهرداری تهران، دوره ۲، ۱.

۱۰.مشکینی، ابوللفضل، حاصل طلب، محسن، یاپینگ، غراوی بای، محمد و علوی، سید علی (۱۳۹۰) **تعیین موقعیت بهینه فضا – مکانی پارکینگ‌های طبقاتی با رویکرد MCDM-GIS، مطالعه موردی منطقه ۶ شهرداری تهران**، فصل نامه جغرافیایی آمایش محیط دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملای، شماره ۱۳، ۸-۲.

۱۱.کریمی، وحید، عبادی، حمید و احمدی، سلمان (۱۳۸۷) **مدل‌سازی مکانیابی پارکینگ-های عمومی با استفاده از GIS با تاکید بر مقایسه روش‌های وزن دهی و تلفیق لایه‌ها**، مجله دانشکده فنی دانشگاه تبریز، جلد ۳۸ شماره ۳، ۱۲-۱۸.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

۱۲.متکان، علی اکبر، شکیبا، علی رضا، پورعلی، سید حسین و عبادی، عیسی (۱۳۸۸) **تصمیم‌گیری قطعی و فازی در مکان‌یابی پارکینگ‌های عمومی طبقاتی**. مجله علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی، سال ششم، شماره سوم، ۲۲۱-۲۱۰.

۱۳. محمدی، علی و مولایی، نبی (۱۳۸۹) **کاربرد تصمیم‌گیری چند معیاره خاکستری در ارزیابی عملکرد شرکت‌ها**، نشریه مدیریت صنعتی دانشگاه تهران، دوره ۲، شماره ۴، ۱۴۲-۱۲۵.

۱۴. قنبری، سیروس و قاضی عسکر نائینی، آرمان (۱۳۹۰) **ارزیابی روش‌های مختلف مکان‌یابی در مدیریت احداث پارکینگ‌های عمومی در مرکز تجاری شهر اصفهان با استفاده از GIS**، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی دانشگاه اصفهان، شماره ۲، ۱۹۳-۱۸۳.

۱۵.مومنی، منصور، (۱۳۹۰) **مباحث نوین تحقیق در عملیات**، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، چاپ اول.

Deng, Julong (1989) ***Introduction to grey system theory***, Journal of Grey System, Vol.1, NO. 1, pp. 1–24.

Wiecek MargaretM, Ehrgott Matthias, Fadel Georges,Figueira José Rui, (2008) ***Multiple criteria decision making for engineering,*** OMEGA - The International Journal of Management Science, Vol. 36, NO. 3, pp. 337-339.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]