تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۱۸

تعیین منطقه مناسب برای افزایش تراکم در شهر قزوین بر اساس مدل‌های تصمیم‌گیری AHP و TOPSISو VIKOR [۱]

بهرام امین‌زاده گوهرریزی[۲]، فاطمه بهرامی هیدجی[۳] *

چکیده

تراکم ساختمانی به‌عنوان نسبت سطح زیربنای ساختمان (در تمام طبقات) به مساحت قطعه زمین مسکونی، موضوع مهمی در برنامه‌ریزی شهری و مدیریت زمین است. امروزه به دلیل کمبود منابع و برای کاهش هزینه‌های توسعه شهری و ارائه خدمات مطلوب‌تر و در عین حال اقتصادی‌تر، توجه به متراکم شدن جمعیت و به تبع آن افزایش تراکم ساختمانی بیشتر شده است. اینکه چه معیارهایی در تعیین تراکم مؤثرند و میزان تأثیر آنها چه اندازه است، موضوع مهمی است که باید در تعیین تراکم به آنها توجه شود. از آنجایی که معیارهای کمی و کیفی متعددی در تعیین تراکم تأثیرگذارند، لذا ضروری است برای تلفیق و ترکیب معیارها از سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری استفاده کنیم. هدف از این تحقیق، شناخت معیارهای مؤثر بر تراکم ساختمانی و در نهایت تعیین منطقه مناسب برای افزایش تراکم در شهر قزوین می‌باشد. در این مقاله برای بالا بردن ضریب اطمینان از سه روش AHP، TOPSISو VIKOR برای وزن‌دهی معیارها و اولویت‌بندی مناطق استفاده شد و اولویت‌بندی مناطق با هر سه روش به ترتیب مهدیه، امامزاده حسین، مینودر، آزادگان، بابایی و امامزاده علی به دست آمد.

واژگان کلیدی: تراکم، ویکور، تاپسیس، ای اچ پی، قزوین.

---

۱. مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد با موضوع مقایسه کارایی مدل‌های تصمیم‌گیری (TOPSIS) و (VIKOR) و (AHP) در حل مسائل شهری (نمونه موردی تعیین منطقه مناسب برای افزایش تراکم در شهر قزوین) می باشد.

۲. دانشیار شهرسازی، عضو هیئت علمی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین.

۳. نویسنده مسئول، کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)، پست‌الکترونیک: bahrami.fatemeh2012@gmail.com، شماره تماس:۰۹۱۹۹۵۵۲۵۷۲

مقدمه

امروزه، افزایش جمعیت و به وجود آمدن فعالیت‌های جدید در ساختار شهرها باعث شده است تا شهرها رشد کنند که غالباً این رشد به صورت رشد از پیرامون شهرها نمودار می‌شود، که عوارض مختلفی از جمله؛ از بین رفتن باغات و منابع، صرف هزینه‌های زیاد، فرسوده شدن بافت‌های درونی، از دست رفتن انسجام بافت و... را به همراه دارد. همین امر ضرورت اتخاذ یک تصمیم مناسب را برای ظرفیت‌یابی توسعه درون‌زا آشکار می‌سازد. تراکم ساختمانی به‌عنوان نسبت سطح زیربنای ساختمان (در تمام طبقات) به مساحت قطعه زمین مسکونی، موضوع مهمی در برنامه‌ریزی شهری و مدیریت زمین است. با افزایش جمعیت و مهاجرت‌های گسترده به شهر، امکان برنامه‌ریزی دقیق جهت دست یافتن به نیازهای مختلف اشتغال، سکونت، آموزش، بهداشت و ... کاهش یافته‌است. در نتیجه گسترش بی‌رویه و کنترل نشده شهرها، آسیب زیادی به بافت شهر از لحاظ انسجام فضایی و همچنین پراکندگی مناسب خدمات وارد کرده است. با توجه به اهمیت حفظ منابع طبیعی و کاهش آثار زیست‌محیطی توسعه بی‌رویه شهرها، توسعه میان‌افزا به‌عنوان یکی از رویکردهای شهرسازی مطرح شده است. در نتیجه به جای گسترش افقی شهرها، رشد آن‌ها در محدوده موجود و با حداکثر استفاده از امکانات اراضی توسعه یافته واقع در محدوده شهر اولویت دارد. بنابراین انتخاب مکان مناسب برای افزایش تراکم در شهرها اهمیت می‌یابد.

در ساخت ساختمان‌های بلند، آنچه قبل از هر چیز ضروری می‌نماید، این که مطالعاتی با در نظر گرفتن مکانی بهینه جهت بلندمرتبه‌سازی انجام شود. متأسفانه در سال‌های اخیر که شاهد رونق بلندمرتبه‌سازی در کشورمان هستیم، کمتر به در نظر گرفتن مکانی مناسب، به‌منظور بلندمرتبه‌سازی توجه می‌شود. بی‌توجهی به این‌گونه مسائل، نتایج منفی و زیان‌باری بیش از اثرات مثبت بلندمرتبه‌ها به همراه خواهد داشت (عادلی و سردر، ۱۳۹۰: ۲).

به دلیل اینکه مسائل شهری پیچیده‌اند و متغیرهای زیادی بر آنها تأثیر می‌گذارند، این امر نوعی چالش را برای برنامه‌ریزان و مدیران شهری در پی خواهد داشت. عوامل تأثیرگذار در مسائل شهرها طیف وسیعی مانند محیط‌زیست شهری، حمل‌ونقل شهری، سلامت و ایمنی شهری و مسکن شهری را شامل می‌شود که تأثیر فزاینده‌ای در پیچیدگی مسائل مذکور دارد.

در همین ارتباط، سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS[۱]) یک فرصت برای پشتیبانی از تصمیمات مدیران است، که از تعامل، انعطاف‌پذیری و توانایی‌های فنی سامانه‌های اطلاعاتی که به صورت خاص برای توسعه راه‌حل مسائل مدیریتی طراحی شده‌اند استفاده می‌کند (قلمبر دزفولی، ۱۳۹۴: ۹).

که در این پژوهش، انتخاب مکان مناسب برای افزایش تراکم در شهر قزوین را با سه مدل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)[۲]، الگوریتم تکنیک رتبه‌بندی بر اساس تشابه به حد ایده‌آل (TOPSIS[۳]) و جواب توافقی بهینه (VIKOR[۴]) انجام می‌دهیم.

در این پژوهش به سؤالات زیر پرداخته می‌شود:

معیارهای تأثیرگذار در تعیین تراکم ساختمانی کدامند؟

---

۱. Decision Support System

۲. Analytic Hierarchy Process

۳. The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution

۴. Vlse Kriterijumsk Optimizacija Kompromisno

بر اساس معیارهای به دست آمده و با استفاده از مدل‌های ذکر شده کدام مناطق شهر قزوین دارای قابلیت افزایش تراکم می‌باشند؟

مبانی‌نظری و پیشینه پژوهش

سابقه و پیشینهٔ مسئله تراکم شهری به شهرهای دوران باستان برمی‌گردد. به‌طوری‌که در دوره‌های مختلف تاریخی، شهرهایی که با محدودیت‌های توسعه، از قبیل محدودیت زمین، محصوریت شهر، سیستم‌های دفاعی غیرقابل انعطاف و غیره، روبرو بوده‌اند، به صورت عمودی متراکم می‌شده‌اند. انگارهٔ «شهر با اندازهٔ محدود» با توجه به مباحث اجتماعی و مسائل دیگر، پی‌درپی در طول تاریخ مطرح بوده است (سویزی و همکاران، ۱۳۹۴: ۴).

تراکم مفهوم کلیدی در برنامه‌ریزی شهری و معماری برای پیش‌بینی و کنترل کاربری اراضی است و تحت تأثیر تاریخ، فرهنگ و زمینه‌های اجتماعی، نگرش‌های سیاسی و اقتصادی قرار گرفته است. این مفهوم در ادبیات تخصصی رشته برنامه‌ریزی شهری در چارچوب مبحث برنامه‌ریزی کاربری زمین تحت عنوان یکی از مقولات آئین‌نامه منطقه‌بندی مورد بحث قرار می‌گیرد. منظور از تراکم ساختمانی همان نسبت سطح زیربنا یا FAR[1] می‌باشد. در قرن حاضر تشدید مسائلی از قبیل افزایش جمعیت، نیاز به اسکان در شهرها، فکر استفاده بهتر از زمین با توجه به جایگزینی تراکم جمعیت در زمین کمتر، بازسازی و نوسازی و عمران شهری، تقاضای مردم برای سکونت و یا کار در محل خاصی و جلوگیری از گسترش شهرها و ... جزء عواملی محسوب می‌شوند که افزایش تراکم ساختمانی در شهرها را مورد تأکید و تشویق قرار داده‌اند.

FAR یا تراکم ساختمانی، گذشته از نوع ارتباط آن با تراکم جمعیتی، به‌عنوان ابزاری جهت تحقق تراکم جمعیتی طرح‌های توسعه شهر می‌باشد و چون عمدتاً افزایش تراکم در محیط‌های ساخته شده معنی می‌یابد، میزان افزایش تراکم نیز باید با توجه به عوامل مؤثر بر تراکم و عوامل تأثیرپذیر از تراکم تعیین گردد (قربانی و جعفری، ۱۳۹۴: ۲۵۴).

تراکم در طراحی شهری نیز بر هر سه بعد محیط مصنوع یعنی عملکرد، فرم و معنی آن اثر زیادی دارد. این تأثیر از طریق میزان فعالیت کاربری‌ها در بعد عملکردی و روش‌های کنترل حجم، ارتفاع و فواصل ابنیه؛ در بعد فرم، از طریق ابعاد عملکرد؛ و در بعد معنایی و محیط مصنوع صورت می‌پذیرد.

تراکم ساختمانی برابر است با نسبت سطح زیربنای ساختمان (در تمام طبقات) به مساحت قطعه زمین. تراکم ساختمانی با مفاهیمی از قبیل «سطح زمین»، «سطح اشغال ساختمان»، «سطح زیربنا»، «ضریب سطح زیربنا» و «ضریب فضای باز» مرتبط است (شعله، ۱۳۸۷: ۳۶).

تراکم تعداد یا مساحت (هر عنصر مورد بررسی) در یک فضا (یا سطح) تراکم آن عنصر در آن فضا یا سطح نامیده می‌شود، از این‌رو تراکم را می‌توان به‌عنوان یک سیستم اندازه‌گیری که ما را قادر می‌سازد تا به یک شکل ریاضی و ساده تعداد افراد، واحد مسکونی و ... را در یک سطح معین محاسبه کند؛ تعریف کرد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۶).

تراکم در واقع میزان پراکندگی و فشردگی یک عامل را در یک محدودهٔ فضایی تعیین می‌کند. عامل قابل بررسی در تراکم می‌تواند متفاوت باشد. اما نکته ثابت در تراکم «واحد فضایی» است (نعمت اللهی، ۱۳۹۵: ۲۶).

عوامل تأثیرگذار در تعیین تراکم ساختمان

با مطالعه منابع مختلف و بررسی نظرات کارشناسان معیارهای تأثیرگذار در تعیین تراکم به دست آمد که عبارتند از:

---

[1]. Floor area ratio

متوسط قیمت زمین و متوسط اجاره‌بها: قیمت زمین و مسکن معمولاً دارای رابطه مستقیم با تراکم است. به عبارت دیگر، هر چه قیمت زمین و مسکن بالاتر باشد، تراکم شهری نیز بیشتر است (عزیزی و آراسته، ۱۳۹۰: ۸).

سرانه معابر: در تعیین نسبت مطلوب بین زمین موجود که برای کاربری خصوصی تفکیک می‌شود و مجموع زمینی که به خدمات و تأسیسات اختصاص می‌یابد، عاملی که معمولاً بر هزینه قطعات می‌افزاید، عرض معابر است. استانداردهای ابعاد معبر نیز تأثیر زیادی بر هزینه توسعه زمین دارد (عزیزی، ۱۳۸۸: ۵۰-۵۱).

دسترسی به حمل‌ونقل عمومی: برای اینکه تراکم زیاد بتواند از خدمات روزمره و کارا برخوردار باشد، حمل و نقل عمومی کارا ضروری است. در تراکم پایین که متکی به اتومبیل شخصی یا پیاده‌روی زیاد برای اقشار کم‌درآمد است، نمی‌توان انتظار یک سیستم حمل‌ونقل مناسب را داشت. به‌همین دلیل، تراکم در توسعه شهری از جمله توسعه مسکونی، اگر بخواهد جنبه پایدار داشته باشد به‌صورت یک مسأله مهم درمی‌آید. اما در تراکم زیاد که فضای معابر آن محدود است، به یک شبکه حمل‌ونقل عمومی کارآمد نیاز دارد. تراکم‌های مسکونی بر تعداد و انواع سفرها و وسایل سفر تأثیر می‌گذارد. هرچه شهرها یا محلات شهری متراکم‌تر شوند، تعداد سفرهای‌های هر فرد با اتومبیل شخصی کاهش می‌یابد (آکیولی و داویدسون، ۱۳۹۰: ۲۰).

دسترسی (فاصله تا مرکز اصلی شهر و مراکز ناحیه‌ای): مراکز شهری بسته به شرایط زمانی و مکانی مختلف، می‌توانند با داشتن امکاناتی نظیر دسترسی به مراکز کار، مراکز خرید و دسترسی آسان‌تر به حمل‌ونقل عمومی، به مکان‌های جاذب جمعیت تبدیل شوند؛ و یا بالعکس با وجود مسائلی مثل تراکم بیش از حد ترافیک، تخریب محیطی، مساکن بی‌رونق، فقدان دسترسی به فضای باز و نابودی زیرساخت‌ها به نقاطی با تراکم ساختمانی و جمعیتی کم مبدل شوند. همین ساختار ممکن است در مراکز ناحیه‌ای بخصوص در کلان شهرها نیز وجود داشته باشد (عزیزی و آراسته، ۱۳۹۰: ۸).

مساحت بلوک شهری: بلوک‌های شهری از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در شکل‌دهی به ساختار و فرم شهرها هستند. مساحت بلوک‌ها به عوامل مختلف اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی مرتبط است. وجود این عوامل در کنار هم نقش عمده‌ای در تعیین تراکم ساختمانی دارد و می‌تواند بر فشردگی یا گستردگی یک بلوک شهری اثرگذار باشد (عزیزی و آراسته، ۱۳۹۰: ۸).

سرانه فضای سبز، سرانه پارکینگ سطحی و سرانه تأسیسات و تجهیزات و سرانه زمین بایر: تخصیص سرانه فضا، سطح، فعالیت و کاربری در شهر بدون تعریف تراکم جمعیتی و ساختمانی نمی‌تواند میسر شود. در تراکم شهری موزون و متعادل است که می‌توان به سرانه‌های درخور و منعطف برای فضاهای شهری دست یافت. بسنده کردن به تعیین سرانه‌های شهری به‌گونه‌ای عام و از طریق آنها تراکم شهری را رقم زدن در عمل به نابسامانی شهر منجر می‌گردد. سطح موردنظر فعالیت‌های شهری و به‌طور کلی شهر به معنای جمع جبری سطوح به دست آمده از حاصل ضرب سرانه در جهت مورد نظر کاربری نخواهد بود و بدین‌ترتیب تدوین سرانه‌های شهری به ناگزیر تابعی از رویکردی انگاره‌ای به مفهوم تراکم شهری می‌شود، انگاره‌ای که در آن روابط بین تراکم - اندازه، تراکم - سطح، تراکم - کاربری، تراکم - ظرفیت، تراکم - سرانه، تراکم - آستانه، تراکم، جمعیت، تراکم - فعالیت و ... به درستی بیان شده باشد (عزیزی، ۱۳۸۸: ۲۵۷-۲۵۸).

تعداد آثار تاریخی: توجه به آثار تاریخی محدوده حائز اهمیت است. زیرا این نوع ابنیه به دلیل مقیاس تأثیرگذار خود می‌تواند موجب تضعیف دید و اهمیت آثار تاریخی شود (کریمی مشاور و همکاران، ۱۳۸۹: ۹۱).

– مساحت باغات: از دیگر مواردی که در تراکم ساختمانی تأثیرگذارند مساحت باغات موجود می‌باشد، زیرا توسعه در آن‌ها مجاز نمی‌باشد.

متوسط مساحت قطعات: **افزایش تراکم، کاملاً با افزایش مساحت قطعه مرتبط است و قطعات بزرگ‌تر امکان افزایش تراکم را فراهم می‌آورد.**

فاصله از گسل، جنس سنگ مادر و عمق آب‌های زیرزمینی، معیارهایی هستند که در تعیین تراکم تأثیرگذارند (عابدینی و کریمی، ۱۳۹۵: ۱۰).

پیشینهٔ تحقیق

در افزایش تراکم ساختمانی این عقیده وجود دارد که این سیاست می‌تواند برخی از مشکلات ناشی از توسعهٔ پراکندهٔ شهری را که باعث افزایش هزینه‌ها، تخریب اراضی کشاورزی، آلودگی هوا، هدر رفت انرژی و ... می‌شود به حداقل برساند. یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی شهری رسیدن به وضعیتی است که انواع امکانات و فضاهای شهری به‌اندازهٔ کافی و به‌نحو مطلوب در دسترس جمعیت قرار گیرد. حصول این امر، با ایجاد تعادل منطقی بین تراکم ساختمانی، جمعیت و ظرفیت‌های شهر صورت می‌گیرد. همان‌طور که امروزه مشاهده می‌شود بارگذاری بیش از ظرفیت شهرها باعث تشدید مشکلات زیست‌محیطی، ترافیک، نبودِ تعادل بین بارگذاری موجود و امکانات و ... شده است. بنابراین ظهور چنین پیامدهایی لزوم بررسی شاخص‌های مؤثر در تعیین بارگذاری تراکم ساختمانی براساس ظرفیت‌های شهر را مشخص می‌سازد. به برخی از تحقیقات انجام‌گرفته در این زمینه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

اوه[۱] و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای برای توسعه‌های جدید اطراف سئول ابتدا هفت عامل را برای تعیین ظرفیت قابل‌تحمل محدودهٔ مورد بررسی خود انتخاب کرده‌اند. شاخص‌های انرژی، فضای سبز (عوامل تعیین‌کننده برای ظرفیت قابل‌تحمل زیست‌محیطی)، راه، مترو، آب موردنیاز، شبکهٔ فاضلاب و دفع آب‌های سطحی (عوامل تعیین‌کنندهٔ آستانهٔ تحمل تسهیلات شهری) به‌عنوان شاخص‌های این مطالعه معرفی شده‌اند. در مرحلهٔ بعدی با یکپارچه‌سازی شاخص‌ها برمبنای هدف اصلی تحقیق، یعنی دست‌یابی به توسعهٔ پایدار و کیفیت مناسب آب‌وهوا، مجموعهٔ ارزیابی ظرفیت قابل‌تحمل برای محدوده تعیین شده است. در تحلیل هریک از شاخص‌ها، پشتیبانی جمعیتی و درصد تراکم ساختمانی قابل‌تحمل برآورد شده و نسبت به وضعیت کنونی طرح، تحلیل و مقایسه شده است و در نهایت میزان توان توسعه و تراکم اضافی که در طرح برای محدوده پیش‌بینی شده است، در هریک از بخش‌های محدوده به دست آمده و پیشنهادهای مناسب برای افزایش کیفیت زندگی در محدودهٔ موردنظر ارائه شده است.

عادلی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی با عنوان «مکانیابی ساختمان‌های بلند مسکونی در قزوین با استفاده از فرآیند سلسله مراتبی (AHP) و GIS[۲]» با بررسی و تعیین ضوابط و معیارهای کمی و کیفی در مکان‌گزینی بهینه برای بلند مرتبه‌ها به این نکته اشاره می‌کنند که هر معیار دارای ارزشی متفاوت در فرآیند مکانیابی است، و همچنین در هر شهر با توجه به شرایط خاص محلی، اولویت اقتصادی، اجتماعی، محیط طبیعی و وضعیت تاریخی و ... با شهر دیگر متفاوت است. در این پژوهش از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (A.H.P) به‌عنوان ابزاری در جهت مشخص کردن وزن معیارها و از سیستم اطلاعات جغرافیایی (G.I.S) به‌عنوان ابزاری برای تلفیق، تحلیل و نمایش داده‌های مکانی با توجه

---

۱. Oh

۲: Geographic Information System

به وزن به دست آمده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، در فرآیند مکان‌یابی استفاده شد و نشان داد که بلندمرتبه‌سازی در شهر قزوین بدون توجه به معیارهای اساسی مکانیابی درحال انجام است و مکان‌های کنونی انتخاب شده برای بلندمرتبه‌سازی در این شهر تنها برای سود و منفعت مالی و اقتصادی انتخاب شده‌اند.

حسینی (۱۳۹۰) در پایان‌نامه‌ای با عنوان «تعیین روش مناسب برنامه‌ریزی تراکم ساختمانی در بافت‌های ساخته‌شدهٔ شهری (نمونهٔ موردی: محلات گلدشت معالی‌آباد و ولی عصر قصرالدشت شهر شیراز» در ابتدا به تعیین حد نهایی تراکم ساختمانی براساس ویژگی‌های قطعات پرداخته و سپس جمعیت‌پذیری تراکم پیشنهادی محاسبه شده و با حداکثر تراکم جمعیتی به‌دست‌آمده براساس محدودیت‌های خدماتی در مقیاس محله مقایسه شده است و در نهایت براساس ظرفیت شریان‌های اصلی و فرعی و با نگاه به سازمان فضایی پیشنهادی شهر، تحقق‌پذیری تراکم تعیین‌شده در مراحل قبل ارزیابی شده است.

حسینی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان «ارائهٔ روشی برای تعیین حداکثر تراکم ساختمانی در مقیاس قطعات مسکونی» با بررسی و تعیین شاخص‌های اثرگذار بر تراکم ساختمانی (در مقیاس قطعات مسکونی) در بافت‌های ساختهٔ شهری، روشی کاربردی در چگونگی تعیین تراکم ساختمانی براساس محدودیت‌های کالبدی قطعات شهری ارائه داده‌اند. این روش در محلهٔ ولی‌عصر قصرالدشت در شهر شیراز بررسی شده و نتایج زیر حاصل شده است: ۱- ضوابط پیشنهادی طرح‌های توسعهٔ شهری شهر شیراز در حوزهٔ تراکم پشتوانهٔ علمی کافی ندارد؛ ۲- عامل اصلی در تعیین تراکم ساختمانی، طول سایه‌اندازی ابنیه و فضای باز به‌ازای هر واحد مسکونی است و تراکم ساختمانی، سطح اشغال و تعداد طبقات می‌تواند مقادیر متفاوتی داشته باشند.

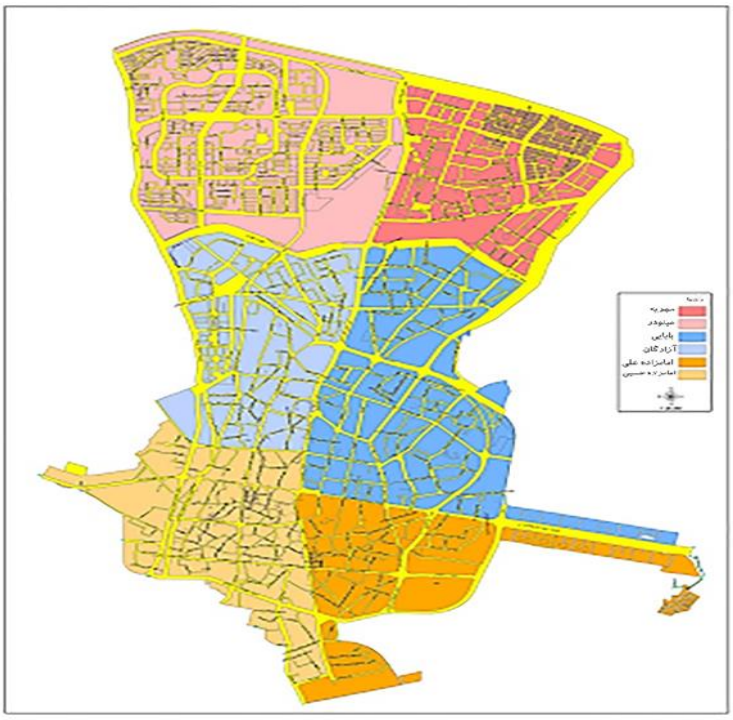
سویزی و همکاران (۱۳۹۳) در مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی شاخص‌های تراکم مطلوب شهری با استفاده از مدل A.H.P به این نتیجه می‌رسند که اگر معیارهای اقتصادی شامل قیمت زمین و مسکن، نرخ مالکیت، درآمد و شاخص‌های فرهنگی- اجتماعی مانند قومیت ساکنین، امنیت اجتماعی محله و همچنین معیارهای کالبدی همچون ایمنی (حفاظت در برابر آتش سوزی)، شبکه معابر (حجم ترافیک یا ظرفیت شبکه - نسبت عرض معبر به ارتفاع)، فرم و منظر شهری (توده- فضا، تعداد طبقات یا ارتفاع ساختمان‌ها) و تأسیسات شهری، در یک منطقه شهری رعایت شود، آن منطقه از شهر تراکم بیشتری خواهد یافت.

معرفی محدوده مورد مطالعه

استان قزوین در دامنه‌های سلسله جبال البرز و فلات پهناور ایران با مساحتی برابر ۱۵۷۴۶٫۵۷ کیلومتر مربع که کمتر از یک درصد از مساحت کشور است، قرار دارد. موقعیت جغرافیایی این استان در ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه الی ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۲۵ دقیقه الی ۳۶ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. این استان از شمال به استان‌های مازندران و گیلان و از جنوب و جنوب غربی به استان‌های مرکزی و همدان و از غرب به استان زنجان و از شرق به استان تهران محدود می‌شود.

مناطق کوهستانی عموماً دارای روند غربی- شرقی بوده و نواحی شمالی، غربی و جنوبی قزوین را دربرگرفته‌اند. اتوبان تهران - قزوین و اتوبان زنجان - قزوین، جاده قدیم تهران - قزوین و قزوین - زنجان و جاده‌های آسفالته قزوین- رشت، زیاران- طالقان، قزوین- همدان و جاده بوئین زهرا و راه‌آهن سراسری تهران - قزوین و تبریز و جلفا و ترکیه بر اهمیت این منطقه افزوده است (مهندسین مشاور شهرو برنامه، ۱۳۹۰: ۱).

در این مقاله مکان مناسب برای افزایش تراکم در نواحی مورد مطالعه قرار می‌گیرد که شهر قزوین مطابق تصویر زیر به شش ناحیه به نام‌های مهدیه، مینودر، بابایی، آزادگان، امامزاده علی و امامزاده حسین تقسیم می‌شود.



شکل (۱): نقشه ناحیه‌بندی قزوین

ماخذ: طرح تفصیلی قزوین

مواد و روش‌ها

روش این پژوهش ازنوع توصیفی تحلیلی است و روش گردآوری اطلاعات در آن بر پایه مطالعات کتابخانه‌ای و مطالعات طرح‌های شهرسازی مربوط به قزوین، استفاده از پرسشنامه، مشاهده میدانی و بهره‌گیری از نظرات کارشناسان می‌باشد. به‌منظور پیدا کردن مکان مناسب برای افزایش تراکم از سه مدل AHP و TOPSIS و VIKOR استفاده شده است. روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخابهای عاقلانه و هدفمند مفیدند. به‌طور کلی تعداد معیارها و گزینه ها اجازه نمی‌دهد که تصمیم‌گیرنده انتخاب منطقی انجام دهد. برای این منظور روش تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند کمک قابل توجهی داشته باشد (Caterino et al, 2008: 1). برای مقایسه گزینه‌ها و معیارها و زیرمعیارها از نرم افزار expert choice بهره گرفته شده است.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) روشی است منعطف، قوی و ساده برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. مزیت دیگر فرآیند تحلیل سلسله مراتبی این است که ترکیبی از معیارهای کمی و کیفی سروکار دارد (زبردست، ۱۳۸۸: ۲۰).

مراحل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی:

۱- ایجاد ساختار سلسله مراتبی: در مرحله ایجاد ساختار سلسله مراتبی اهداف، شاخص‌ها، گزینه‌ها و ارتباط میان آنها تشریح می‌شود. در این قسمت با تجزیه مسائل مشکل و پیچیده، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی آن‌ها را به شکلی ساده، که با ذهن و طبیعت انسان مطابقت داشته باشد، تبدیل می‌کند (پورطاهری، ۱۳۹۳: ۷۹).

۲- محاسبه وزن(ضریب) اهمیت شاخص‌ها: در مرحله محاسبه وزن اهمیت شاخص‌ها ضرایب اهمیت شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها، دوبه دو با یکدیگر مقایسه می‌شوند. برای مقایسه و قضاوت از جدول ۹ کمیتی ساعتی، استفاده می‌شود که در آن با توجه به هدف بررسی، شدت برتری شاخص i نسبت به شاخص j تعیین می‌شود (پورطاهری، ۱۳۹۳: ۷۹).

جدول ۱: مقیاس مقایسه‌های زوجی در روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

رده بندی شمارشی	قضاوت شهودی
۱	ترجیح یکسان
۳	ترجیح متوسط
۵	ترجیح قوی
۷	ترجیح بسیار قوی
۹	ترجیح بی اندازه
۲، ۴، ۶، ۸ ارزش هایی میانی هستند.	
ماخذ: اصغر پور، ۱۳۷۷.	

۳- محاسبه وزن (ضریب) اهمیت زیرشاخص‌ها: بعد از محاسبه ضریب اهمیت شاخص‌ها، ضریب اهمیت زیرشاخص‌های هر یک از شاخص‌ها محاسبه می‌شود (پورطاهری، ۱۳۹۳: ۸۲).

۴- تعیین ضریب اهمیت ظرفیت‌ها (گزینه‌ها): بعد از تعیین ضرایب اهمیت معیارها و زیر معیارها اهمیت ظرفیت‌ها (گزینه‌ها) تعیین می‌شود. در این قسمت، ارجحیت هر یک از ظرفیت‌ها (گزینه‌ها) در ارتباط با هر یک از زیرمعیارها و اگر شاخصی، زیرشاخصی نداشته باشد، مستقیماً خود شاخص قضاوت و داوری می‌شود. (پورطاهری، ۱۳۹۳: ۸۲).

۵- تعیین امتیاز نهایی ظرفیت‌ها (گزینه‌ها): در مرحله تعیین امتیاز نهایی ظرفیت‌ها از تلفیق اهمیت شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها در ارتباط با هدف پژوهش و ضرایب اهمیت (امتیاز) ظرفیت‌ها، امتیاز نهایی هر یک از ظرفیت‌ها تعیین خواهد شد. برای این کار از تابع زیر به‌عنوان اصل ترکیب سلسله مراتبی ساعتی که منجر به یک بردار اولویت، با در نظر گرفتن همه قضاوت‌ها در تمامی سطوح سلسله مراتبی می‌شود، استفاده خواهد شد. (پورطاهری، ۱۳۹۳: ۸۲)

$$\text{امتیاز نهایی ظرفیت J} = \sum_{k=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} W_k W_i \, (g_{ij}) \qquad (۱):$$

۶- بررسی سازگاری در قضاوت‌ها: یکی از مزیت‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده برای تعیین ضریب اهمیت شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها است. به عبارت دیگر در تشکیل ماتریس مقایسه دودویی معیارها، میزان رعایت سازگاری در قضاوت‌ها، مهم است. وقتی اهمیت شاخص‌ها نسبت به یکدیگر برآورد می‌شود؛ احتمال ناهماهنگی در قضاوت‌ها وجود دارد. یعنی اگر A_i از A_j و A_j از A_k مهم‌تر باشد، قاعدتاً باید

A_i از A_k مهم‌تر باشد. اما علیرغم همه کوشش‌ها، رجحان‌ها و احساس‌های مردم غالبا ناهماهنگ و نامتعددند. مکانیزمی که ساعتی برای بررسی ناسازگاری در قضاوت‌ها در نظر گرفته است، محاسبه ضریبی به نام ضریب ناسازگاری است که از تقسیم شاخص ناسازگاری به شاخص تصادفی بودن، حاصل می‌شود. چنانچه این ضریب کوچک‌تر یا مساوی ۰/۱ باشد، سازگاری در قضاوت‌ها مورد قبول است، و گرنه باید در قضاوت‌ها تجدیدنظر شود. به عبارت دیگر ماتریس مقایسه دودویی شاخص‌ها باید مجدداً تشکیل شود (پورطاهری، ۱۳۹۳: ۸۳).

تاپسیس

تاپسـیس به‌عنوان یک روش تصمیم‌گیری چند شاخصه، روشی ساده ولی کارآمد در اولویت‌بندی محسوب می‌شود (پورطاهری، ۱۳۹۳: ۱۱۷).

مرحله اول: تشکیل ماتریس داده‌ها بر اساس n آلترناتیو و k شاخص متناسب با رابطه ۲ :

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (۲)$$

مرحله دوم:استاندارد کردن داده‌ها از طریق تابع (۳) و تشکیل ماتریس استاندارد (۴):

$$r_j = \frac{a_j}{\sqrt{\sum_{k=1}^{n} a_{kj}^2}} \quad :(۳)$$

$$R_i = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{11} & \dots & r_{11} \\ r_{11} & r_{11} & \dots & r_{11} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ r_{11} & r_{11} & \dots & r_{11} \end{bmatrix} \quad :(۴)$$

مرحله سوم: تعیین وزن هر یک از شاخص‌ها (V_I) متناسب با شکل زیر و بر اساس $\sum_{i=1}^{n} W_i = 1$. در این راستا شاخص‌های با اهمیت بیشتر، وزن بالاتری نیز دارند (پورطاهری، ۱۳۹۳: ۱۱۸-۱۱۹).

$$W_i = \begin{bmatrix} W_1 I_{11} & W_2 I_{12} & \dots & W_n I_{1n} \\ W_1 I_{21} & W_2 I_{22} & \dots & W_n I_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ W_1 I_{m1} & W_2 I_{m2} & \dots & W_n I_{mn} \end{bmatrix} \quad :(۵)$$

مرحله چهارم: تعیین فاصله i امین گزینه از گزینه ایدئال(بالاترین عملکرد هر شاخص) که آن را با (A^*) و به صورت تابع زیر نشان می‌دهند (پورطاهری، ۱۳۹۳: ۱۲۰).

$$A^* = \{\left(max_i V_{ij} | j \epsilon J \right), \left(min_i V_{ij} | j \epsilon J' \right)\} \quad (۶)$$
$$A^* = \{ V_1^*, V_2^*, \dots, V_n^* \}$$

مرحله پنجم: تعیین فاصله iامین گزینه حداقل (پایین ترین عملکرد هر شاخص) که آن را با (A^-) و به صورت تابع زیر نشان می‌دهند (پورطاهری، ۱۳۹۳: ۱۲۰).

$$A^* = \{\left(min_i V_{ij} | j \epsilon J \right), \left(max_i V_{ij} | j \epsilon J' \right)\} \quad (۷)$$
$$A^- = \{ V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^- \}$$

مرحله ششم: تعیین معیار فاصله‌ای برای گزینه ایده‌آل (S_i^*) و گزینه حداقل (S_i^-) که از طریق توابع زیر محاسبه می‌شوند (پورطاهری، ۱۳۹۳: ۱۲۰).

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^*)^2} \quad (۸)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad (۹)$$

مرحله هفتم: تعیین ضریبی که برابر است با فاصله گزینه حداقل S_i^- تقسیم بر مجموع فاصله گزینه حداقل S_i^- و فاصله گزینه ایده‌آل S_i^* که آن را با (C_i^*) نشان داده و از رابطه زیر محاسبه می‌شود (پورطاهری، ۱۳۹۳: ۱۲۰).

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (۱۰)$$

مرحله هشتم: رتبه بندی گزینه‌ها بر اساس میزان C_i^*. میزان فوق بین $0 \leq C_i^* \leq 1$ در نوسان است. در این راستا $C_i^* = 1$ نشان دهنده بالاترین رتبه و $C_i^* = 0$ نیز نشان دهنده پایین‌ترین رتبه است (پورطاهری، ۱۳۹۳: ۱۲۰).

ویکور

تکنیک ویکور (VIKOR) یکی از پر کاربردترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد که به طور سیستماتیک قادر است گزینه‌های موجود را با توجه به معیارهای مورد نظر اولویت‌بندی کند. با توجه به قابلیت‌های بالای این

روش محققان مختلف از این تکنیک برای مدل‌سازی مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره بهره برده‌اند. (طهاری مهرجردی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۹)

روش VIKOR شامل مراحل زیر می‌باشد:

۱) بی‌مقیاس سازی ماتریس تصمیم با استفاده از رابطه زیر:

$$f_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \quad (۱۱):$$

در این مرحله مانند روش تاپسیس ماتریس داده‌ها را تشکیل داده و ماتریس استاندارد را به دست می‌آوریم.

۲) تعیین راه حل ایده آل مثبت (A^+) و راه حل ایده آل منفی (A^-) با استفاده از روابط زیر:

$$A^+ = \{(max f_{ij} | j \in J)\ or\ (min f_{ij} | j \in J) | i = 1, 2, \dots, m\} = \{f_1^+, f_2^+, \dots, f_j^+, \dots, f_n^+\} \quad (۱۲):$$

$$A^- = \{(min f_{ij} | j \in J)\ or\ (max f_{ij} | j \in J) | i = 1, 2, \dots, m\} = \{f_1^-, f_2^-, \dots, f_j^-, \dots, f_n^-\} \quad (۱۳):$$

۳) محاسبه مقدار مطلوب (S_i) و مقدار نامطلوب (R_i) برای هر یک از گزینه‌ها با استفاده از روابط زیر:

$$s_i = \sum_{j=1}^{n} w_j (f_j^+ - f_{ij}) / (f_i^+ - f_j^-) \quad (۱۴):$$

$$R_i = max_j [w_j (f_j^+ - f_{ij}) / (f_i^+ - f_j^-)] \quad (۱۵):$$

که در روابط بالا S_i و R_i به ترتیب به عنوان مقدار مطلوب و نامطلوب هر یک از گزینه ها و w_j به‌عنوان وزن هریک از معیارها محسوب می‌شود. وزن معیارها معمولاً از طریق شیوه‌های مختلف وزن‌دهی از جمله روش آنتروپی و ANP[۱]، AHP و ... بدست می‌آید.

۴) محاسبه شاخص VIKOR با استفاده از رابطه زیر:

$$Q_i = v \left[\frac{S_i - S^+}{S^- - S^+}\right] + (1 - v) \left[\frac{R_i - R^+}{R^- - R^+}\right] \quad (۱۶)$$

که در رابطه بالا Q_i به‌عنوان مقدار شاخص VIKOR برای گزینه i ام؛ $R^+ = MinR_i$، $R^- = MaxR_i$، $S^+ = MinS_i$، $S^- = MaxS_i$ و v به عنوان وزن ماکزیمم مطلوبیت گروهی که معمولا ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود (طهاری مهرجردی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۹-۱۱۰).

۵) رتبه‌بندی گزینه‌ها: گزینه‌ای که کمترین وزن، تکنیک VIKOR به آن تخصیص داده است، بهترین گزینه از لحاظ تکنیک VIKOR می‌باشد (طهاری مهرجردی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۱۰).

---

[۱] : Analytical Network Process

تجزیه و تحلیل داده‌ها

ابتدا وضعیت شاخص‌های مؤثر در تعیین تراکم را در نواحی شش‌گانه قزوین، که بر اساس مطالعات طرح‌های مختلف شهر قزوین و شاخص‌هایی مانند متوسط قیمت و متوسط اجاره بر اساس مشاهدات میدانی و جمع‌آوری اطلاعات از نواحی مختلف به دست آمده‌اند بررسی می‌شوند:

جدول (۲): شاخص‌های مؤثر در تعیین تراکم

اطلاعات	مهدیه	مینودر	بابایی	آزادگان	امامزاده علی	امامزاده حسین
متوسط تعداد طبقات	۱/۳	۱/۵	۲/۴	۱/۸	۱/۶	۱/۴
متوسط قیمت هر متر مربع(تومان)	۲۴۰۰۰۰۰	۱۷۰۰۰۰۰	۲۵۴۰۰۰۰	۱۹۷۰۰۰۰	۱۴۰۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰۰
متوسط اجاره‌بها(تومن)	۷۸۰۰۰۰	۴۴۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۵۲۰۰۰۰	۳۳۰۰۰۰	۲۱۰۰۰۰
فاصله از مرکز شهر(به متر)	۵۱۸۴	۵۳۴۶	۲۲۷۴	۱۹۹۲	۱۱۱۴	۷۵۲
تعداد ایستگاه بر جمعیت	۰/۰۰۰۹۸	۰/۰۰۰۶۷	۰/۰۰۰۸۳	۰/۰۰۰۸۵	۰/۰۰۰۶۴	۰/۰۰۰۴۸
متوسط مساحت قطعات	۲۰۲	۲۶۷	۲۳۲	۱۳۷	۱۶۳	۱۵۷
پارکینگ سطحی	۰	۰/۰۳۵۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۷	۰/۰۷۹	۰/۴۵۸
سرانه معابر	۳۹/۷۵	۱۸/۲۴	۱۷/۲۷	۱۶/۷۱	۱۴/۲۲	۲۳/۱۳
سرانه تاسیسات و تجهیزات	۰/۸۵۴۴	۰/۲۵۷۴	۰/۳۲۲۷	۰/۳۹۴۴	۰/۴۱۸۷	۱/۹۰۲۳
سرانه فضای سبز	۲/۵	۲/۸۵۹۲	۲/۸۶۳۶	۱/۰۶۷۷۷	۰/۶۱۰۵	۰/۴۱۹۸
تعداد آثار تاریخی	۱	۰	۳	۴	۱۳	۳۱
سرانه زمین بایر نسبت به مساحت	۰/۲۹۷۷	۰/۲۶۶	۰/۰۸۴	۰/۲۰۹	۰/۱۲۶	۰/۰۹
مساحت باغات نسبت به مساحت محدوده	۰	۰/۰۱۶	۰/۰۲۷۳	۰/۰۱۱۰	۰/۰۸۸۵	۰/۰۲۴۷

ماخذ: نگارنده.

معیارهای دیگری که در تعیین تراکم مؤثرند عبارتند از جنس سنگ مادر که تقریباً در همه ناحیه‌ها به یک صورت (خاک‌های عمیق با بافت‌های ریز بدون سنگریزه بر روی مواد آهکی) می‌باشد.

معیار دیگر فاصله از گسل می‌باشد که این معیار نیز مانند معیار پیشین برای تمام ناحیه‌ها به یک صورت می‌باشد.

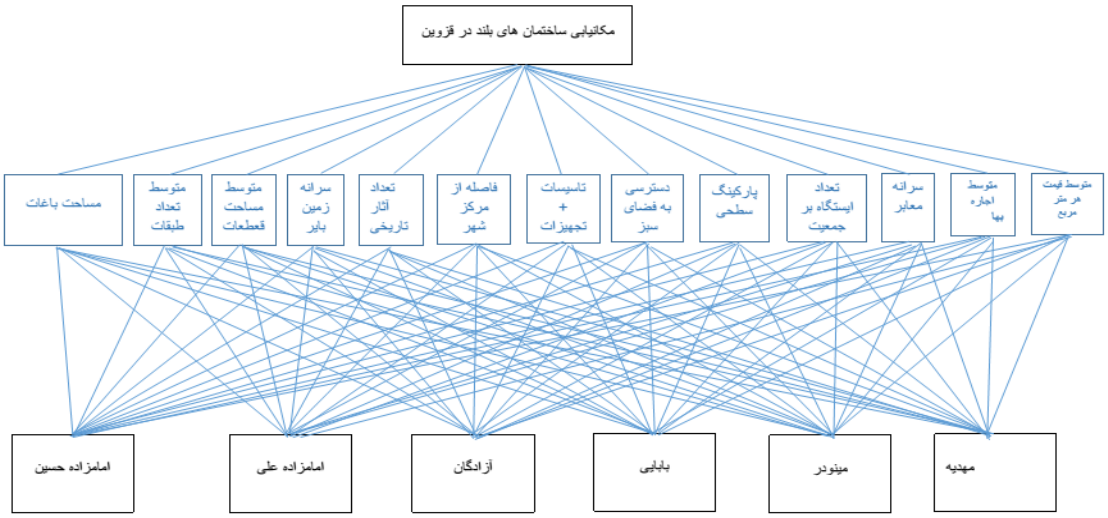
عمق آب‌های زیرزمینی نیز معیار دیگری می‌باشد که متاسفانه اطلاعاتی در مورد آن پیدا نشد.

در صورت متفاوت بودن معیار جنس سنگ مادر و فاصله از گسل برای نواحی مختلف و در صورت در دسترس بودن اطلاعات عمق آب‌های زیرزمینی این سه معیار نیز همانند معیارهای دیگر که در ادامه مشاهده می‌شود، توسط هر سه روش به کار گرفته می‌شدند.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

مراحل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی:

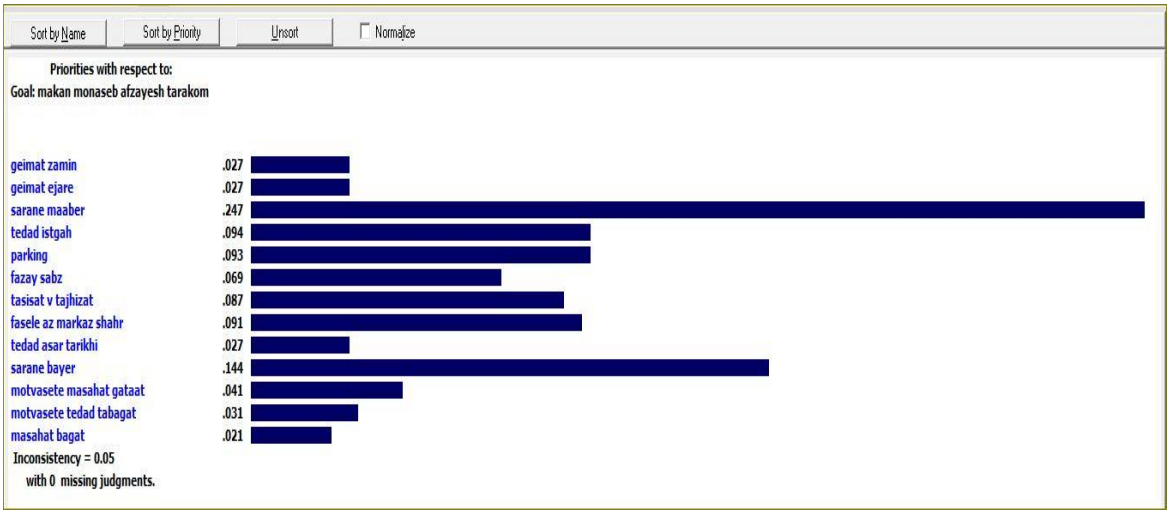
۱- ایجاد ساختار سلسله مراتبی:



شکل (۲): درخت سلسله مراتبی برای تعیین ناحیه مناسب برای افزایش تراکم

ماخذ: نگارنده.

۲- محاسبه وزن (ضریب) اهمیت شاخص‌ها: در این مرحله نظرات کارشناسان با استفاده از پرسشنامه دریافت گردید.



شکل (۳): وزن معیارها

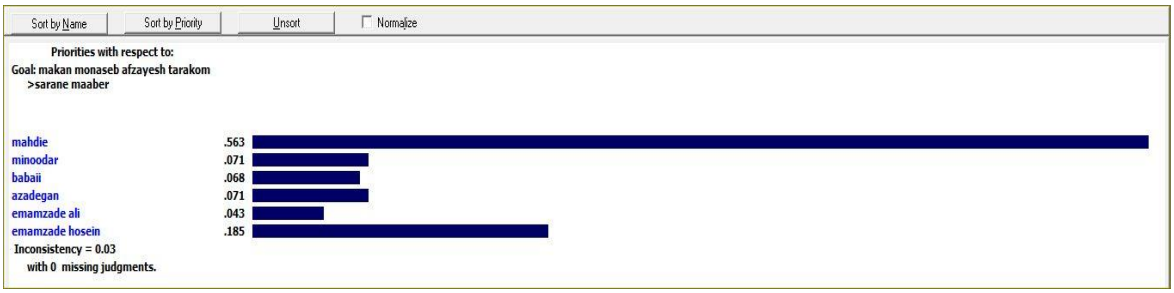
ماخذ: نگارنده.

۳- محاسبه وزن (ضریب) اهمیت زیرشاخص‌ها: در این پژوهش هیچ کدام از شاخص‌ها زیر شاخص نداشت.

۴- تعیین ضریب اهمیت ظرفیت‌ها (گزینه‌ها): در این قسمت به‌عنوان مثال محاسبه ضریب اهمیت گزینه‌ها در نسبت با معیار قیمت زمین و سرانه معابر در زیر نشان داده شده است، که ضریب اهمیت همه ناحیه‌ها در نسبت با بقیه شاخص‌ها نیز به همین صورت محاسبه می‌شود:

شکل (۴): ضریب اهمیت گزینه‌ها در نسبت با معیار قیمت زمین

ماخذ: نگارنده.



شکل (۵): ضریب اهمیت گزینه‌ها در نسبت با معیار سرانه معابر

ماخذ: نگارنده.

۵- تعیین امتیاز نهایی ظرفیت‌ها (گزینه‌ها):

جدول (۳): امتیاز نهایی گزینه‌ها

ناحیه	امتیاز
مهدیه	۰/۲۷۸
مینودر	۰/۱۴۹
بابایی	۰/۱۳۱
آزادگان	۰/۱۴۶
امامزاده علی	۰/۱۱۰
امامزاده حسین	۰/۱۸۵

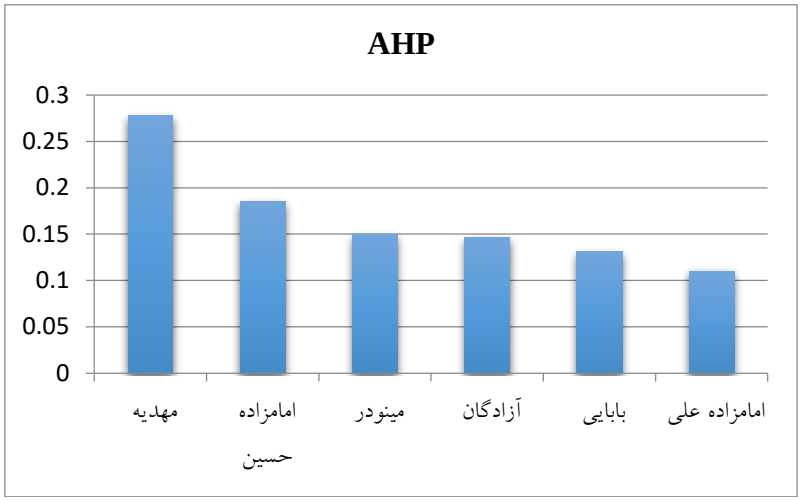
ماخذ: نگارنده.

۶- بررسی سازگاری در قضاوت‌ها:

چون مراحل روش AHP توسط نرم‌افزار (Expert choice) اکسپرت چویس انجام گرفت و این نرم‌افزار سازگاری قضاوت‌ها را نیز انجام می‌دهد در هیچ مرحله‌ای ضریب ناسازگاری از ۰/۱ بیشتر نبود.

همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌شود با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی رتبه‌بندی ناحیه‌ها برای افزایش تراکم به ترتیب مهدیه با وزن ۰/۲۷۸ رتبه اول ، امامزاده حسین با وزن ۰/۱۸۵ رتبه دوم، مینودر با وزن ۰/۱۴۹ رتبه سوم،

آزادگان با وزن ۰/۱۴۶ رتبه چهارم، بابایی با وزن ۰/۱۳۱ رتبه پنجم و در نهایت امامزاده علی با وزن ۰/۱۱۰ رتبه ششم را دارا می‌باشند.



شکل (۶): رتبه‌بندی نواحی برای افزایش تراکم با استفاده از روش AHP

ماخذ: نگارنده.

تاپسیس

مرحله اول: تشکیل ماتریس داده‌ها؛ اطلاعات به دست آمده برای شاخص‌های مختلف در جدول زیر وارد می‌شوند.

جدول (۴): ماتریس داده‌ها

ناحیه	مساحت باغات	متوسط تعداد طبقات	متوسط مساحت قطعات	سرانه زمین بایر	تعداد آثار تاریخی	فاصله از مرکز	سرانه تاسیسات و تجهیزات	سرانه به فضای سبز	پارکینگ سطحی	تعداد ایستگاه اتوبوس بر جمعیت	سرانه معابر	متوسط اجاره بها (هزار تومان)	متوسط قیمت هر متر مربع (۱۰۰ تا ۱۰۵ متر)
مهدیه	۰	۱/۳	۲۰۲	۰/۲۹۸	۱	۵۱۸۴	۰/۸	۲/۵	۰	۰/۰۰۰۹۸	۴۰	۷۸۰	۲۴۰۰
مینودر	۰/۰۱۶	۱/۵	۲۶۷	۰/۲۶۶	۰	۵۳۴۵	۰/۲۶	۲/۸	۰/۰۳۵	۰/۰۰۰۶۷	۱۸	۴۴۰	۱۷۰۰
بابایی	۰/۰۲۷۳	۲/۴	۲۳۱	۰/۰۸۴	۳	۲۲۷۴	۰/۳۲	۲/۹	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۰۸۳	۱۷	۱۰۰۰	۲۵۴۰
آزادگان	۰/۰۱۱	۱/۸	۱۳۷	۰/۲۰۹	۴	۱۹۹۲	۰/۳۹	۱/۱	۰/۰۰۶۸	۰/۰۰۰۸۵	۱۷	۵۲۰	۱۹۷۰
امامزاده علی	۰/۰۸۸۵	۱/۶	۱۶۳	۰/۱۲۶	۱۳	۱۱۱۴	۰/۴۲	۰/۶	۰/۰۷۸۳	۰/۰۰۰۶۴	۱۴	۳۳۰	۱۴۰۰
امامزاده حسین	۰/۰۲۴۷	۱/۴	۱۵۶	۰/۰۹	۳۱	۷۵۲	۱/۹	۰/۴	۰/۴۵۷۸	۰/۰۰۰۴۸	۲۳	۲۱۰	۱۲۰۰

ماخذ: نگارنده.

مرحله دوم: برای اینکه بتوان داده‌های مختلف را با هم قابل مقایسه نمود مطابق فرمول ذکر شده در بخش قبل داده‌ها استاندارد می‌شوند.

جدول (۵): ماتریس استاندارد

ناحیه	مساحت باغات	متوسط تعداد طبقات	متوسط مساحت قطعات	سرانه زمین بایر	تعداد آثار تاریخی	فاصله از مرکز	سرانه تاسیسات و تجهیزات	سرانه به فضای سبز	پارکینگ سطحی	تعداد ایستگاه اتوبوس بر جمعیت	سرانه معابر	متوسط اجاره بها (هزار تومان)	متوسط قیمت هر متر مربع (۱۰۰ تا ۱۰۰ متر)
مهدیه	۰	۰/۳۱	۰/۴۲	۰/۶۲	۰/۰۳	۰/۶۴	۰/۳۷	۰/۵۱	۰	۰/۵۳	۰/۷۰	۰/۵۲	۰/۵۱
مینودر	۰/۱۶	۰/۳۶	۰/۵۵	۰/۵۵	۰	۰/۶۶	۰/۱۲	۰/۵۷	۰/۰۸	۰/۳۶	۰/۳	۰/۲۹	۰/۳۶
بابایی	۰/۲۸	۰/۵۷	۰/۴۸	۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۵۹	۰/۰۰۶	۰/۴۵	۰/۳	۰/۶۷	۰/۵۴
آزادگان	۰/۱۱	۰/۴۳	۰/۲۸	۰/۴۳	۰/۱۲	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۰۱	۰/۴۶	۰/۳	۰/۳۵	۰/۴۲
امامزاده علی	۰/۹۰	۰/۳۸	۰/۳۴	۰/۲۶	۰/۳۸	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۳۴	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۳
امامزاده حسین	۰/۲۵	۰/۳۴	۰/۳۲	۰/۱۹	۰/۹۱	۰/۰۹	۰/۸۷	۰/۰۸	۰/۹۸	۰/۲۶	۰/۴۰	۰/۱۴	۰/۲۵

ماخذ: نگارنده.

مرحله سوم: وزن هر یک از شاخص‌ها با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و نظرات کارشناسان محاسبه می‌شود.

جدول (۶): وزن شاخص‌ها

	مساحت باغات	متوسط تعداد طبقات	متوسط مساحت قطعات	سرانه زمین بایر	تعداد آثار تاریخی	فاصله از مرکز	سرانه تاسیسات و تجهیزات	سرانه به فضای سبز	پارکینگ سطحی	تعداد ایستگاه اتوبوس بر جمعیت	سرانه معابر	متوسط اجاره بها (هزار تومان)	متوسط قیمت هر متر مربع (۱۰۰ تا ۱۰۰ متر)
وزن معیار	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۱	۰/۱	۰/۲۵	۰/۰۳	۰/۰۳

ماخذ: نگارنده

جدول (۷): ضرب وزن معیارها در امتیازهای استاندارد شده

ناحیه	مساحت باغات	متوسط تعداد طبقات	متوسط مساحت قطعات	سرانه زمین بایر	تعداد آثار تاریخی	فاصله از مرکز	سرانه تاسیسات و تجهیزات	سرانه به فضای سبز	پارکینگ سطحی	تعداد ایستگاه اتوبوس بر جمعیت	سرانه معابر	متوسط اجاره بها (هزار تومان)	متوسط قیمت هر متر مربع (۱۰۰ تا ۱۰۰ متر)
مهدیه	۰	۰/۰۱	۰/۰۱۷	۰/۰۸۹	۰/۰۰۱	۰/۰۵۸	۰/۰۳۲	۰/۰۳۵	۰	۰/۰۴۹	۰/۱۷۴	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴
مینودر	۰/۰۰۳	۰/۰۱۱	۰/۰۲۳	۰/۰۷۹	۰	۰/۰۶	۰/۰۱۰	۰/۰۳۹	۰/۰۰۷	۰/۰۳۴	۰/۰۷۸	۰/۰۰۸	۰/۰۱
بابایی	۰/۰۰۶	۰/۰۱۸	۰/۰۲	۰/۰۲۵	۰/۰۰۲	۰/۰۲۵	۰/۰۱۳	۰/۰۴۱	۰/۰۰۱	۰/۰۴۲	۰/۰۷۴	۰/۰۱۸	۰/۰۱۴
آزادگان	۰/۰۰۲	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲	۰/۰۶۲	۰/۰۰۳	۰/۰۲۲	۰/۰۱۶	۰/۰۱۵	۰/۰۰۱	۰/۰۴۳	۰/۰۷۴	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱
امامزاده علی	۰/۰۱۹	۰/۰۱۲	۰/۰۱۴	۰/۰۳۷	۰/۰۱۰	۰/۰۱۲	۰/۰۱۷	۰/۰۰۸	۰/۰۱۶	۰/۰۳۲	۰/۰۶۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸

امامزاده حسین	۰/۰۰۵	۰/۰۱۰	۰/۰۱۳	۰/۰۲۷	۰/۰۲۵	۰/۰۰۸	۰/۰۷۶	۰/۰۰۱	۰/۰۹۱	۰/۰۲۴	۰/۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷

ماخذ: نگارنده

مرحله چهارم، مرحله پنجم، مرحله ششم:

جدول (۸): تعیین شاخص S_i^*

	S_i^*
مهدیه	۰/۱۱۳۱۸۷
مینودر	۰/۱۵۳۸۵۶
بابایی	۰/۱۶۳۵۳۷
آزادگان	۰/۱۵۳۴۶۶
امامزاده علی	۰/۱۶۳۴۶۶
امامزاده حسین	۰/۱۱۰۲۰۶

ماخذ: نگارنده.

جدول (۹): تعیین شاخص S_i^-

	S_i^-
مهدیه	۰/۱۴۱۳۷
مینودر	۰/۰۷۴۴۷۴
بابایی	۰/۰۶۲۳۴۳
آزادگان	۰/۰۶۵۰۹۵
امامزاده علی	۰/۰۵۴۷۵۳
امامزاده حسین	۰/۱۳۰۵۸۳

ماخذ: نگارنده.

مرحله هفتم:

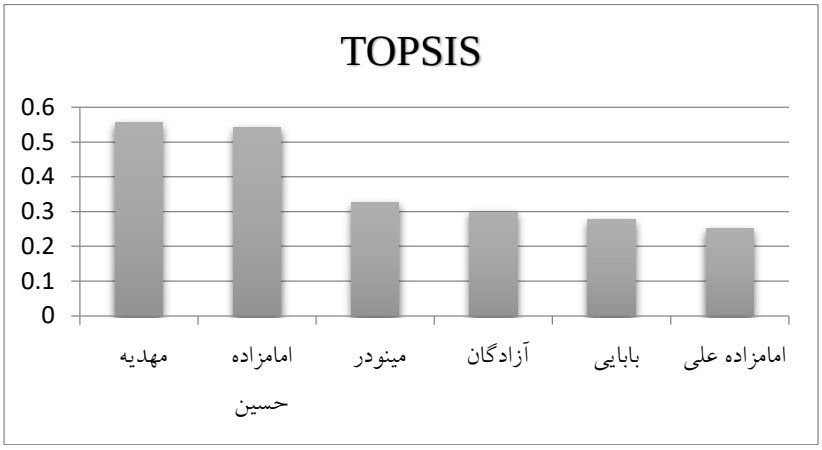
جدول (۱۰): تعیین ضریب C_i^*

	S_i^-
مهدیه	۰/۵۵۵۳۵۸
مینودر	۰/۳۲۶۱۶۹
بابایی	۰/۲۷۶۰۰۱
آزادگان	۰/۲۹۷۸۳۴
امامزاده علی	۰/۲۵۰۹۰۸
امامزاده حسین	۰/۵۴۲۳۱۵

ماخذ: نگارنده

مرحله هشتم: رتبه‌بندی گزینه‌ها

با استفاده از روش تاپسیس رتبه‌بندی گزینه‌ها به ترتیب مهدیه با وزن ۰/۵ رتبه اول، امامزاده حسین با وزن ۰/۵۴ رتبه دوم، مینودر با وزن ۰/۳۳ رتبه سوم، آزادگان با وزن ۰/۲۹۷ رتبه چهارم، بابایی با وزن ۰/۲۸ رتبه پنجم و در نهایت امامزاده علی با وزن ۰/۲۵ رتبه ششم را کسب کردند.



شکل (۱۱): رتبه‌بندی نواحی برای افزایش تراکم با استفاده از روش TOPSIS

ماخذ: نگارنده

ویکور

روش VIKOR شامل مراحل زیر می‌باشد:

مرحله اول: در این مرحله مانند روش تاپسیس ماتریس داده‌ها را تشکیل داده و ماتریس استاندارد را به دست می‌آوریم.

مرحله دوم: تعیین راه حل ایده‌آل مثبت (A^+) و راه‌حل ایده‌آل منفی (A^-)

جدول (۱۱): راه‌حل ایده‌آل مثبت

	مساحت باغات	متوسط تعداد طبقات	متوسط مساحت قطعات	سرانه زمین بایر	تعداد آثار تاریخی	فاصله از مرکز	سرانه تاسیسات و تجهیزات	سرانه به فضای سبز	پارکینگ سطحی	تعداد ایستگاه اتوبوس بر جمعیت	سرانه معابر	متوسط اجاره بها	متوسط قیمت هر متر مربع
A^+	۰	۰/۳۱	۰/۵۵	۰/۶۲	۰	۰/۰۹	۰/۸۷	۰/۵۹	۰/۹۸	۰/۵۳	۰/۷۰	۰/۶۷	۰/۵۴

ماخذ: نگارنده.

جدول (۱۲): راه‌حل ایده‌آل منفی

مساحت باغات	متوسط تعداد طبقات	متوسط مساحت قطعات	سرانه زمین بایر	تعداد آثار تاریخی	فاصله از مرکز تجهیزات	سرانه تاسیسات و	سرانه به فضای سبز	پارکینگ سطحی ـ جمعیت	تعداد ایستگاه اتوبوس	سرانه معابر	متوسط اجاره بها ماهیانه	متوسط قیمت هر متر	A^-
۰/۹۱	۰/۵۷	۰/۲۸	۰/۱۷	۰/۹۱	۰/۶۶	۰/۱۲	۰/۰۸	۰	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۱۴	۰/۲۵	

ماخذ: نگارنده.

مرحله سوم: محاسبه مقدار مطلوب (S_i) و مقدار نامطلوب (R_i) برای هر یک از گزینه‌ها

جدول (۱۳): محاسبه S_i و R_i

R_i	S_i
۰/۰۹۳	۰/۲۸۲
۰/۲۰۹	۰/۶۰۱
۰/۲۱۸۵	۰/۶۴۹
۰/۲۱۸۵	۰/۶۳۸
۰/۲۴۷	۰/۷۷۲
۰/۱۶۱۵	۰/۵۸۹

ماخذ: نگارنده.

که در روابط بالا S_i و R_i به ترتیب به‌عنوان مقدار مطلوب و نامطلوب هر یک از گزینه‌ها و w_j به‌عنوان وزن هر یک از معیارها محسوب می‌شود. وزن معیارها معمولاً از طریق شیوه‌های مختلف وزن‌دهی از جمله روش آنتروپی و ANP[۱]، AHP و ... به دست می‌آید.

مرحله چهارم: محاسبه شاخص VIKOR

جدول (۱۴): مراحل مصاحبه شاخص Q_i

Q_i	$R_i - R^+ / R^- - R^+ (R_i - R^+ / R^- - R^+)(1 - v)$	$R_i - R^+$
۰	۰	۰
۰/۴۴۳۵۲	۰/۱۱۸۲۶	۰/۲۳۶۵۲
۰/۵۰۱۷	۰/۱۲۷۹۴	۰/۲۵۵۸۹
۰/۴۹۰۸۴	۰/۱۲۷۹۴	۰/۲۵۵۸۹
۰/۶۵۷	۰/۱۵۷	۰/۳۱۴

[۱] : Analytical Network Process

۰/۳۸۳۰۵	۰/۰۶۹۸۳	۰/۱۳۹۶۷	۰/۰۶۸۵

ماخذ: نگارنده

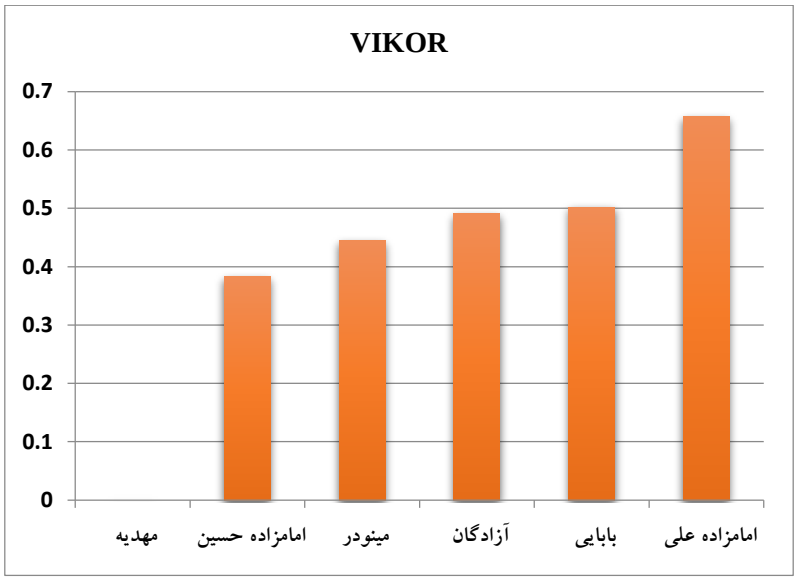
مرحله پنجم: رتبه‌بندی گزینه‌ها

جدول ۱۵: شاخص R, S, Q

Q		S		R	
۰/۶۵۷	امامزاده علی	۰/۷۷۲۳۶	امامزاده علی	۰/۲۴۷	امامزاده علی
۰/۵۰۱۷	بابایی	۰/۶۴۸۵۳	بابایی	۰/۲۱۸۵	بابایی
۰/۴۹۰۸۴	آزادگان	۰/۶۳۷۸۷	آزادگان	۰/۲۱۸۵	آزادگان
۰/۴۴۳۵۲	مینودر	۰/۶۰۰۹۶	مینودر	۰/۲۰۹	مینودر
۰/۳۸۳۰۵	امامزاده حسین	۰/۵۸۹۱۵	امامزاده حسین	۰/۱۶۱۵	امامزاده حسین
۰	مهدیه	۰/۲۸۱۹۱	مهدیه	۰/۰۹۳	مهدیه

ماخذ: نگارنده

همانطور که مشاهده می‌کنیم در این روش نیز ترتیب گزینه‌ها به صورت مهدیه، امامزاده حسین، مینودر، آزادگان، بابایی و امامزاده علی است.



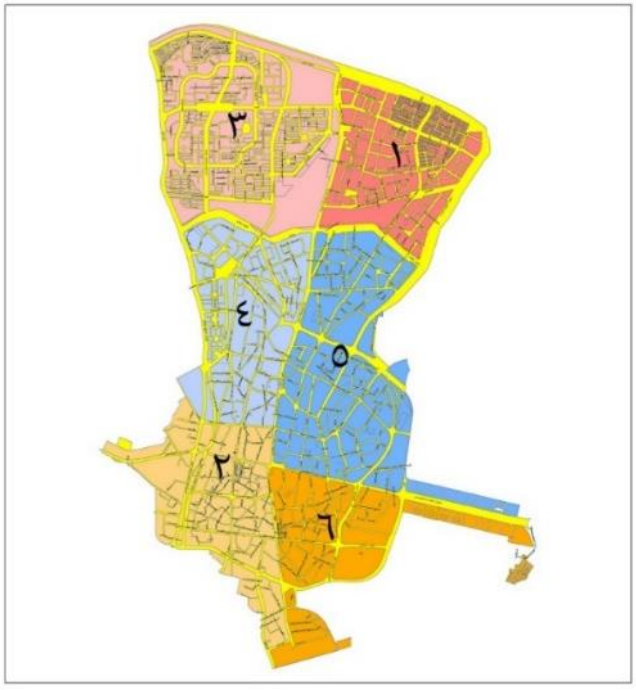
شکل (۸): رتبه بندی نواحی برای افزایش تراکم با استفاده از روش VIKOR

ماخذ: نگارنده.

با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی رتبه‌بندی ناحیه‌ها برای افزایش تراکم به ترتیب مهدیه با وزن ۰/۲۷۸ رتبه اول، امامزاده حسین با وزن ۰/۱۸۵ رتبه دوم، مینودر با وزن ۰/۱۴۹ رتبه سوم، آزادگان با وزن ۰/۱۴۶ رتبه چهارم، بابایی با وزن ۰/۱۳۱ رتبه پنجم و در نهایت امامزاده علی با وزن ۰/۱۱۰ رتبه ششم را دارا می‌باشند.

با استفاده از روش تاپسیس رتبه‌بندی گزینه‌ها به ترتیب مهدیه با وزن ۰/۵۵ رتبه اول، امامزاده حسین با وزن ۰/۵۴ رتبه دوم، مینودر با وزن ۰/۳۳ رتبه سوم، آزادگان با وزن ۰/۲۹۷ رتبه چهارم، بابایی با وزن ۰/۲۸رتبه پنجم و در نهایت امامزاده علی با وزن ۰/۲۵رتبه ششم را کسب کردند.

در روش ویکور نیز ترتیب گزینه‌ها به‌صورت مهدیه با وزن ۰، امامزاده حسین ۰/۳۸۳۰۵، مینودر ۰/۴۴۳۵۲، آزادگان ۰/۴۹۰۸۴، بابایی ۰/۵۰۱۷ و امامزاده علی ۰/۶۵۷ است.



تصویر (۹): اولویت‌بندی نواحی

ماخذ: نگارنده.

بحث و نتیجه‌گیری

عدم برخورد اصولی با مقوله تراکم ساختمانی به‌عنوان یکی از ابزارهای مهم شهرسازی در کنترل و توسعه شهری اثرات منفی متعددی خواهد داشت. عدم توجه به شیوه‌های علمی و شاخص‌های مؤثر در مکانیابی و ساخت بلندمرتبه‌ها باعث جانمایی نادرست آن‌ها در شهر شده، و مشکلات متعددی را برای ساکنین ایجاد کرده و همچنین باعث نابسامانی سیما و منظر شهر شده است. با مکانیابی مناطق مناسب برای افزایش تراکم می‌توان این مشکلات را کاهش داد. همانگونه که قبلاً اشاره شد شهرها سیستم‌های بسیار پیچیده‌ای هستند، که عوامل مختلفی بر رشد و توسعه آن‌ها تأثیر می‌گذارند، که مطالعه و بررسی چنین سیستم‌هایی بدون استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری کار بسیار دشوار و حتی غیرممکن است. به همین دلیل در این پژوهش از مدل‌های AHP و TOPSIS و VIKOR به‌منظور تعیین منطقه مناسب برای افزایش تراکم بهره گرفته شده است. به نظر می‌رسد که استفاده از هر یک از مدل‌ها به تنهایی نیز برای این منظور کافی است، اما برای بالا بردن درجه اطمینان و رسیدن به نتیجه‌ای قاطعانه از هر سه روش استفاده شد، و در انتها نتایج با همدیگر مقایسه شد.

در این مقاله در ابتدا معیارهای مؤثر در تعیین مکان مناسب برای افزایش تراکم بررسی شد. آنگاه به تعیین منطقه مناسب برای افزایش تراکم در شهر قزوین با استفاده از سه روش AHP و TOPSIS و VIKOR پرداخته شد. همانطور

که مشاهده شد علی‌رغم اینکه امتیاز نهایی گزینه‌ها توسط هر سه روش با هم متفاوت است، اما اولویت‌بندی نهایی توسط آن‌ها با هم یکسان و به ترتیب مهدیه، امامزاده حسین، مینودر، آزادگان، بابایی و امامزاده علی است. در واقعیت نیز همین ترتیب‌بندی قابل انتظار بود، چون جهت توسعه شهر قزوین به سمت شمال شهر می‌باشد، و بیشتر ساخت‌وسازهای جدید در این نواحی صورت می‌گیرد. اما قرارگیری ناحیه امامزاده حسین در رتبه دوم که این ناحیه در بافت قدیم قرار دارد، مورد انتظار نبود. از دلایلی که می‌توان برای اولویت دوم این منطقه برشمرد سرانه بالای معابر و پارکینگ، سرانه بالای فضای سبز و تأسیسات باوجود قرارگیری در بافت تاریخی و وجود زمین‌های کشاورزی در اطراف آن می‌باشد. به عبارتی این منطقه از شرایط مناسبی برای افزایش تراکم برخوردار است.

ساختار فضایی فعلی شهر قزوین، علاوه بر محور شرقی – غربی شهر که ارتباط آن را با محیط بیرونی سازمان می‌دهد از دو مرکز قدیم و جدید (تجاری– اداری) تشکیل می‌شود که از طریق بلوار نوروزیان به یکدیگر پیوند خورده‌اند. این در حالی است که مرکز قدیمی شهر به‌مراتب اهمیت و پیچیدگی عملکردی بیشتری دارد. اما از نظر هویتی، مرکز جدید، کاملاً ناموفق ظاهر شده است که انتظار می‌رود با اقدامات شهرسازی مناسب این مرکز نیز رونق بگیرد. در آن صورت به دلیل ساختار دوگانه فضایی شهر باید نوع نگاه و برخورد با این دو مرکز نیز با هم متفاوت باشد. یکی دیگر از نتایج این بود که منطقه مهدیه که در پیرامون مرکز جدید واقع شده به عنوان اولویت اول برای افزایش تراکم مشخص شده است به‌گونه‌ای که بیشتر ساخت و سازهای جدید در آن صورت می‌گیرد. این منطقه از نظر سرانه معابر تأثیر زیادی در تعیین تراکم دارد، همچنین از نظر معیار تعداد ایستگاه نسبت به جمعیت و سرانه زمین بایر رتبه اول را داراست، فاصله تا مرکز شهر و تعداد آثار تاریخی نیز در آن کم است. انتظار می‌رود افزایش تراکم در این قسمت به صورت مجموعه‌سازی صورت گیرد نه به صورت تک بنا که اکنون مشاهده می‌شود، تا در کنار صرفه اقتصادی، صرفه اجتماعی نیز داشته باشد. اولویت دوم برای افزایش تراکم ناحیه امامزاده حسین در پیرامون مرکز قدیم است. افزایش تراکم در این ناحیه باید به صورت فشرده‌سازی صورت گیرد تا علاوه بر تعیین تراکم، انسجام بافت تاریخی این ناحیه نیز حفظ گردد.

پیشنهادها

– معیارهای مختلفی در تعیین منطقه مناسب برای افزایش تراکم تأثیر دارند که هر کدام از این معیارها وزن متفاوتی دارند، یعنی اهمیت همه معیارها به یک اندازه نیست، مثلا تأثیر سرانه معابر بیشتر از سایر معیارهاست.

– با توجه به اینکه معیارهای کمی و کیفی متفاوتی بر تعیین منطقه مناسب برای افزایش تراکم تأثیر دارند، لازم است تا از ابزارهای مناسبی برای محاسبه اهمیت معیارها و تلفیق، تحلیل، جمع‌بندی و نمایش نتایج استفاده گردد. در این پژوهش از سه مدل AHP، TOPSIS و VIKOR استفاده کردیم.

– استفاده از هر کدام از سه مدل AHP، TOPSIS یا VIKOR در حل مسائل شهری می‌تواند قابل اطمینان باشد. چون همانطور که در این تحقیق مشاهده کردیم هرسه به جواب‌های یکسانی رسیدند.

– اولویت اول برای افزایش تراکم ناحیه مهدیه است که در پیرامون مرکز جدید است. انتظار داریم افزایش تراکم در این قسمت به صورت مجموعه‌سازی باشد نه به صورت تک بنا که اکنون شاهد آن هستیم، تا در کنار صرفه اقتصادی، صرفه اجتماعی نیز داشته باشد. اولویت دوم برای افزایش تراکم ناحیه امامزاده حسین در پیرامون مرکز قدیم است.

افزایش تراکم در این ناحیه باید به صورت فشرده‌سازی صورت گیرد تا در کنار افزایش تراکم انسجام بافت تاریخی این قسمت نیز حفظ گردد.

با تعیین منطقه مناسب برای افزایش تراکم با اصول علمی و بر اساس معیارهای مؤثر بر تراکم می‌توان از صرف هزینه‌های زیاد، از بین رفتن باغات و منابع، فرسوده شدن بافت‌های درونی، از دست رفتن انسجام بافت و... جلوگیری کرد.

منابع

- آکیولی، کلودیو، داویدسون، فوربس؛ (۱۳۹۰)، «*تراکم در توسعه شهر*»، نجما اسمعیل پور، علیرضا اشتیاقی، تهران: آرمانشهر.
- اصغرپور، محمد جواد؛ (۱۳۷۷). «*تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره*»، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران.
- پورطاهری، مهدی؛ (۱۳۹۳). «*کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه در جغرافیا*»، چاپ چهارم، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).
- حسینی، سیدسامان؛ پیمان پژوهش‌فر؛ فرهاد سالاروند و فاطمه کهریزی؛ (۱۳۹۲)، «مقایسه مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه برای انتخاب مکان انبار»، *دومین کنفرانس ملی مهندسی صنایع و سیستم‌ها*، نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، گروه مهندسی صنایع.
- حسینی، محمد حسین، حسین پور، محمد، سلطانی، علی، اردشیری، مهیار؛ (۱۳۹۲)، «ارائه روشی برای تعیین حداکثر تراکم ساختمانی در مقیاس قطعات مسکونی»، *فصلنامه مدیریت شهری، شماره ۳۱، ۲۷-۴۰*.
- حسینی، محمد حسین؛ (۱۳۹۰)، «*تعیین روش مناسب برنامه‌ریزی تراکم ساختمانی در بافت‌های ساخته شده شهری (نمونه موردی: محلات گلدشت معالی‌آباد و ولی‌عصر قصرالدشت شهر شیراز)*»، *کارشناسی ارشد*، دانشگاه شیراز .
- زبردست، اسفندیار؛ (۱۳۸۸). «*روش‌های ارزیابی در شهرسازی*»، تهران: دانشگاه تهران.
- سویزی، امیر، غفاری، مرضیه، سعادت، الهام؛ (۱۳۹۳)، «ارزیابی شاخص‌های تراکم مطلوب شهری با استفاده از مدل A.H.P (نمونه موردی: محله توسعه و روستائیان- شهر زرین‌شهر- شهرستان لنجان- استان اصفهان)»، *همایش ملی معماری، عمران و توسعه نوین شهری تبریز*،۱-۱۴.
- شعله، مهسا؛ (۱۳۸۷)، «تبیین مفهوم تراکم به عنوان ابزار شهرسازی در طرح‌های مسکن»، *فصلنامه مدیریت شهری*، ۲۱، ۳۵-۴۴.
- طحاری مهرجردی، محمدحسین؛ میرغفوری، سیدحبیب‌الله، شاکری، فاطمه؛ بابایی‌میبدی، حمید؛ (۱۳۹۱)، «ارایه راهکارهای ارتقای عملکرد در بخش دولتی با رویکرد BSC، ANP فازی و VIKOR»، *بهبود مدیریت*، سال ششم، (۱): ۱۰۵-۱۲۷.
- عابدینی، اصغر؛ کریمی، رضا؛ (۱۳۹۵)، «ظرفیت سنجی بارگذاری تراکم ساختمانی (مطالعهٔ موردی: شهر ارومیه)»، *مطالعات و پژوهش های شهری و منطقه‌ای*، ۸ (۲۸): ۱-۲۰.
- عادلی، زینب، سردره، علی اکبر؛ (۱۳۹۰)، «مکانیابی ساختمان‌های بلند مسکونی در قزوین با استفاده از فرآیند سلسله مراتبی (AHP) و G.I.S»، *سومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت شهری، ۱-۱۲*.
- عزیزی، محمدمهدی؛ آراسته،مجتبی؛ (۱۳۹۰)، «تبیین پراکنده‌رویی شهری بر اساس شاخص تراکم ساختمانی مطالعه موردی شهر یزد»، *هویت شهر*، ۵ (۸): ۵-۱۵.
- عزیزی، محمد مهدی؛ (۱۳۸۸)، «*تراکم در شهرسازی: اصول و معیارهای تعیین تراکم شهری*»، تهران: موسسه انتشارات دانشگاه تهران.
- قربانی، رسول، جعفری، فیروز. (۱۳۹۲)، «بررسی و تحلیل جایگاه تراکم ساختمانی در طرح‌های توسعه شهری شهر تبریز»، *نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۱۹ (۵۳): ۲۵۳-۲۷۶.
- قلمبر دزفولی، راما؛ (۱۳۹۴). «نظام پشتیبان تصمیم (DSS) در مدیریت شهری تهران با تأکید بر حوزه شهرسازی»، *دانش شهر*، شماره ۳۱۱، ۱-۸۵.
- کریمی‌مشاور، مهرداد؛ منصوری، سیدامیر؛ ادیبی، علی‌اصغر؛ (۱۳۸۹)، «رابطهٔ چگونگی قرارگیری ساختمان‌های بلندمرتبه و منظر شهری»، *باغ نظر*، ۷ (۱۳): ۸۹-۹۹.
- مهندسین مشاور شهر و برنامه، (۱۳۹۰). طرح توسعه و عمران شهر قزوین.

– نعمت‌اللهی، سیمین‌دخت؛ (۱۳۹۵)، «بررسی و تحلیل فروش مازاد تراکم ساختمانی نمونه موردی: کوی ولیعصر شهر تبریز»، *نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ۷ (۲۴): ۲۳-۴۲.

– Caterino, N. Iervolino, I. Manfredi, G. Cosenza, E (2008). "A COMPARATIVE ANALYSIS OF DECISION MAKING METHODS FOR THE SEISMIC RETROFIT OF RC BUILDINGS", The 14th World Conference on Earthquake Engineering, China.

Oh K., Jeong Y., Lee D., Lee, W., Choi, J., (2005), "Determining Development Density Using the Urban Carrying- Capacity Assessment System", Landscape and Urban Planning, No. 73, pp. 1–15.