پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۴
ص. ۲۶۴-۲۴۹

ارزیابی نحوهٔ استقرار فضاهای آموزشی با استفاده از مدل تلفیقی تاپسیس و آنتروپی شانون

مریم معینی‌فر*- استادیار گروه شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، ایران
علی شکوهی- استادیار گروه شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان، ایران
زهرا شیخی- کارشناس ارشد شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین، ایران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۶/۰۲ تأیید نهایی: ۱۳۹۲/۱۰/۱۳

چکیده

فضاهای آموزشی، از مهم‌ترین کاربری‌های شهری محسوب می‌شود و تعیین بهینهٔ مکان استقرار مدارس، از جملهٔ وظایف برنامه‌ریزان شهری است. در سال‌های اخیر، افزایش ضریب شهرنشینی، زمینهٔ استقرار نامناسب فضاهای آموزشی را فراهم کرده است. برای استقرار مناسب و منطقی این‌گونه مکان‌ها، به‌کارگیری روش‌های علمی، امری ضروری است. ارزیابی نحوهٔ استقرار مدارس متوسطهٔ دخترانه در ناحیهٔ ۲ شهر زنجان، با استفاده از مدل تلفیقی تاپسیس و آنتروپی شانون و با معیارهای سرانهٔ فضای باز و کلاس درس، دسترسی، قدمت و امنیت ترافیکی انجام می‌گیرد. این پژوهش، کاربردی و روش آن توصیفی- تحلیلی است. هدف مقاله، تحلیل و ارزیابی نحوهٔ استقرار فضاهای آموزشی مقطع متوسطهٔ ناحیهٔ ۲ شهر زنجان و به دنبال آن، دستیابی به الگویی بهینه به‌منظور استقرار مطلوب فضاهای آموزشی، افزایش کارایی و تسهیل در بهره‌برداری آن‌ها در سطوح مختلف است. نتایج نشان می‌دهد که مکان فعلی اکثر مدارس مورد مطالعه، با استانداردهای لازم برای فضاهای آموزشی مطابقت ندارد. مدارس مستقر در مرکز ناحیه، دارای ظرفیت پایین فضای باز و کلاس درس هستند و بعضی مدارس نیز سازگاری نسبتاً اندکی با کاربری‌های همجوار دارند. بیشترین ناسازگاری، مربوط به استقرار مدارس در جوار خیابان‌های پرتردد و ایجاد مشکل‌های متعدد از جمله آلودگی صوتی، آلودگی هوا و تصادف دانش‌آموزان با خودروهای عبوری است. یافته‌های پژوهش، بیانگر غلبهٔ ضعف‌ها بر قابلیت‌های این مدارس است. در ماتریس نهایی وزن‌دهی ملاحظه شد که شش مدرسه از مجموع دوازده مدرسه، کمترین میزان برخورداری را دارند.

کلیدواژه‌ها: رتبه‌بندی مدارس، شهر زنجان، مدارس متوسطه، مدل آنتروپی شانون، مدل تاپسیس.

* نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۲۲۳۶۸۴۹۶
Email: maryammoinifarp@yahoo.com

مقدمه[۱]

شهر، فضای تجلی قدرت اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و فرهنگی محسوب می‌شود. مدیریت و برنامه‌ریزی برای فضاهای شهری، امروزه به دیدگاه‌های پویا و نظام‌یافته نیاز دارد تا با ابزارها و راهبردهای تدوین‌شده، محرک‌های شهری، شناسایی و در جهت پیشبرد اهداف، تحریک شوند (صالحی، ۱۳۸۷: ۴).

کیفیت مطلوب آموزش، وابسته به شیوهٔ صحیح آن و نیز داشتن فضاهای آموزشی مناسب است (شجاعی، ۱۳۸۱: ۵). داشتن فضاهای آموزشی مطلوب و نحوهٔ آرایش صحیح فضایی آن‌ها در جهت پاسخگویی به نیازها، احتیاج به شناسایی اجزای محیط طبیعی، خطوط ارتباطی و... ، ترکیب هوشمندانهٔ آن‌ها و تعیین طرح نهایی در جهت مکان‌یابی اصولی مدارس ضرورت دارد و بررسی و تجزیه و تحلیل دقیق و همه‌جانبه‌ای را می‌طلبد؛ بنابراین، رهیافت پایه برای مکان‌یابی محل استقرار هر فعالیت، مستلزم درنظرگرفتن مجموعه‌ای از عوامل محدودکننده، مانند شیب زیاد، ارتفاع‌های بالا، کمبود منابع مالی و... و نیز عوامل تقویت‌کننده مانند موقعیت جغرافیایی، دسترسی به منابع، راه‌ها، اراضی هموار و... است (فرجی سبکبار، ۱۳۸۴: ۳۳۷)؛ بنابراین، حاصل بررسی وضع موجود، آگاهی از کمیت و کیفیت مسائل و امکانات منطقهٔ مورد مطالعه است که درواقع، عاملی مؤثر در مکان‌یابی قلمداد می‌شود (بحرینی، ۱۳۸۲: ۳۳۷). استقرار مکان‌های آموزشی مقطع متوسطه، از یک سو به‌لحاظ تأثیرهای زیادی که بر کمیت و کیفیت آموزش می‌گذارد و از سوی دیگر به‌دلیل بار مالی زیاد، شایستهٔ بررسی گسترده‌ای است؛ بنابراین، تعیین معیارهای مناسب برای انتخاب بهترین مکان به‌عنوان مرکز خدمات‌رسان، امری الزامی است (قاضی‌زاده، ۱۳۷۳: ۱۴۹). در پژوهش حاضر، با ارزیابی نحوهٔ استقرار فضاهای آموزشی متوسطهٔ دخترانه در وضع موجود، تلاش شده است تا مسائل و مشکل‌های این مدارس شناسایی شود و با معیارهای دسترسی، امنیت ترافیکی، قدمت، سرانهٔ فضای باز و سرانهٔ کلاس درس، یک رتبه‌بندی اصولی انجام گیرد.

مبانی نظری

زندگی در جهان امروزی، به اندیشهٔ نو برای زیستن نیاز دارد. امروزه توسعهٔ منابع انسانی، عاملی بنیادین و پیش‌نیازی ضروری برای دستیابی به توسعهٔ پایدار است (مطیعی لنگرودی و دیگران، ۱۳۹۰: ۶۹). اندیشهٔ انسان در جهت سازماندهی محیط زیست و استفادهٔ بهینه از امکانات، از دیرباز در بین جوامع انسانی مطرح بوده است، اما به دنبال تحول صنعت، افزایش سرعت، کوتاه‌شدن مسافت‌ها، ایجاد ارتباطات جمعی و... ، برنامه‌ریزی مکانی به‌صورت علمی مطرح شد که مسائل مکان بهینه برای آن را با توجه به روابط متقابل و همه‌جانبهٔ سیستم‌های اقتصادی، اجتماعی و فیزیکی درنظر می‌گیرد و تمامی تأثیرهای متقابل این عوامل را در جهت ایجاد نظامی منسجم در استقرار فعالیت‌ها و امکانات شناسایی می‌کند (صالحی، ۱۳۸۷: ۹۲).

تعیین نحوهٔ توزیع مراکز خدماتی، مسئله‌ای است که اغلب، برنامه‌ریزان با آن سروکار دارند و تلاش می‌کنند که تخصیص منابع و خدمات را هدایت کنند. در برنامه‌ریزی، توزیع متعادل، مستلزم تعیین مکان منابع و تسهیلات به‌گونه‌ای است که همهٔ اقشار جامعه به‌صورت متعادل به آن‌ها دسترسی پیدا کنند (شیخی، ۱۳۹۲: ۶۳). برای ارزیابی نحوهٔ استقرار و مکان‌یابی فضاهای آموزشی، مدل‌های مختلفی وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از: جاذبه، دسترسی هنسن، هاف، لاری، الوت و تاپسیس[۲] (تقوایی و رخشانی‌نسب، ۱۳۸۹: ۷۶). با توجه به مدل‌های رایج در مکان‌یابی کاربری‌ها، هریک برای دستیابی به اهداف مورد نظر، راهکارهای متفاوت و گاه مشابهی را عنوان کرده‌اند. بعضی از مدل‌ها مانند هنسن، مکان‌هایی

---

۱. این مقاله، برگرفته از پایان‌نامهٔ «ارزیابی نحوهٔ استقرار فضاهای آموزشی» در مقطع کارشناسی ارشد، به راهنمایی دکتر مریم معینی‌فر و مشاورهٔ دکتر علی شکوهی در دانشکدهٔ معماری و شهرسازی دانشگاه آزاد واحد قزوین است.

2. Technique For Order Preferences by Similarity to Ideal Solution

هستند که برای پیش‌بینی مکان جمعیت طراحی شده‌اند. این مدل در تحلیل سیستم‌های شهری کاربرد مناسبی دارد و پایهٔ بسیاری از سازوکارهای تخصیص در مدل‌های تعامل فضایی است. از مزایای مدل جاذبه، ساختار ساده و قابل فهم، کاربرد سادهٔ آن برای هر حوزهٔ شهری و نیاز به اطلاعات اندک است (زیاری و دیگران، ۱۳۹۲: ۳). مدل الوت، مدل انعطاف‌پذیری است که در کمترین زمان، انگاره‌ای از الگوهای مختلف زمین را از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی به‌دست می‌دهد تا تغییر و ترکیب، به‌روزکردن و انتخاب الگوی کاربری زمین به‌آسانی میسر شود. مدل هاف، توانمندی بالایی در تعیین مرز مناطق تجاری با مناطق همجوار دارد. این مدل قادر است احتمال خرید فردی در محل خاص را تخمین بزند. مدل لاری به‌دلیل سادگی، ساختار علت و معلولی نیرومند و نیازهای اطلاعاتی محدود، از معدود مدل‌های کاربری زمین است که برای برآورد اشتغال و جمعیت، کارایی مناسب و بالایی دارد (پورمحمدی، ۱۳۹۰: ۶۵).

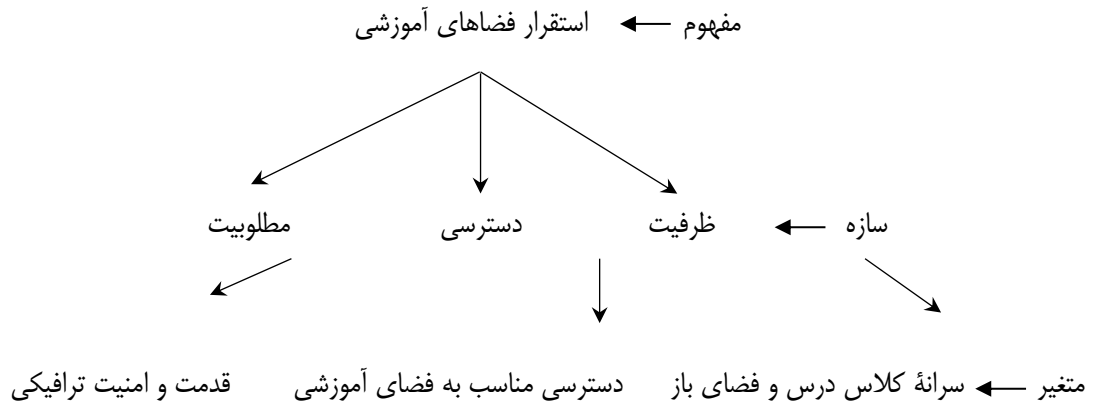
با توجه به مدل‌های فوق، مدل تاپسیس انعطاف‌پذیرتر است و شاخص‌های آن از بین چندین معیار استخراج شده است (آگروال و ورما، ۱۳۷۱: ۲۷۱۵). کارایی مدل تاپسیس در بخش‌های مختلف، از جمله پاسخ به سرمایه‌گذاری‌های مالی در جلوبردن و مطلوب‌ساختن سیستم‌های مختلف است (کیم و دیگران، ۱۳۷۶: ۲۶)، مدل تاپسیس در صنعت رباتیکی، کارایی بالایی دارد و برای دسترسی‌های شبکه‌ای به‌کار رفته است (چایو و پارکان، ۱۳۷۴: ۲۳۱). به‌طور کلی، در دهه‌های گذشته، مدل تاپسیس برای ارزیابی و انتخاب نواحی، رقابت میان کمپانی‌ها، ارزیابی‌های دارای ریسک، انتخاب بهترین روش دسترسی به مکان‌های خدمات‌رسان، انتخاب ربات‌ها، حل مسائل خارج از توان، ارزیابی‌های مشتری‌مدار، انتخاب مکان‌های نگهداری اسلحه و سلاح، به‌کارانداختن سیستم‌های جداکننده، ارزیابی برتری‌ها و... به‌کار رفته است (جیان و دیگران، ۱۳۸۹: ۳۶۱).

در سال‌های گذشته، تلفیق مدل تاپسیس با منطق فازی، موجب توسعه و تکمیل آن شده است (چا و جانگ، ۱۳۸۲: ۴۱)؛ به‌طوری‌که در ایران، مکان‌یابی تسهیلات صنعتی خودروسازی گروه بهمن، با استفاده از منطق فازی و تاپسیس با عوامل، معیارها و محدودیت‌های شناسایی‌شده در این مدل، به دو دستهٔ عوامل ذهنی و محدودیت‌های عینی با معیارهای دسترسی، ظرفیت مکان و ترکیب هزینه و زمان، رتبه‌بندی مناسبی برای ده منطقهٔ مورد نظر به‌منظور احداث کارخانه انجام داده است. در گذشته، بیشترین استفاده از تاپسیس، برای تصمیم‌گیری در مورد مسائل واقعی جهان بود. امروزه فرایندهای آنالیز و سلسله‌مراتبی AHP و تلفیق آن با تاپسیس برای انتخاب بهترین مکان به‌کار گرفته شده است که با ترکیب آن با سامانهٔ GIS برای اجرا از سوی شرکت‌ها درجهت حل بهینهٔ مسائل، بهره‌برداری شده است (جیان و دیگران، ۱۳۸۹: ۳۶۴). بررسی و رتبه‌بندی درجهٔ توسعه‌یافتگی شهرستان‌های استان خراسان رضوی با استفاده از مدل تاپسیس با معیارهای جمعیتی، کالبدی و زیربنایی، اقتصادی و فرهنگی به‌خوبی نابرابری در سطوح توسعهٔ بین شهرستان‌ها را تأیید کرده است (زیاری و دیگران، ۱۳۹۲: ۲۸).

با وجود قابلیت‌های بسیار زیاد مدل‌های مذکور، نواقص عمدهٔ مدل‌های رایج، توصیف‌نکردن مناسب رفتارهای فردی و اجتماعی است؛ بنابراین، به‌دلیل ناتوانی مدل‌های ارزیابی و مکان‌یابی در تعامل فضایی که به‌طور عمده، ثابت و کلی بودند، ضرورت ساخت مدل‌های تلفیقی آشکار شده است. از اواخر دههٔ ۱۹۸۰، با پیشرفت قدرت محاسباتی و تلفیق مدل‌های مختلف، بسیاری از کاستی‌ها برای ارزیابی و انتخاب مناطق خدمات‌رسان، مرتفع شده است (زیاری و دیگران، ۱۳۹۲: ۴). در مقالهٔ حاضر، استفاده از روش جدید با تلفیق مدل تاپسیس و آنتروپی شانون[1] برای تجزیه و تحلیل مکانی ساده، توانایی بالایی برای ارزیابی سریع و صحیح شاخص‌ها در مدت کوتاه به‌وجود آورده است. زیربنای مفهومی مشترک مدل مورد استفاده، تلاش برای مشخص‌کردن هرچه دقیق‌تر مراکز برخوردار در فضای مورد بحث، همراه با تعامل بین عوامل مختلف است.

1. Shannon Entropy Model

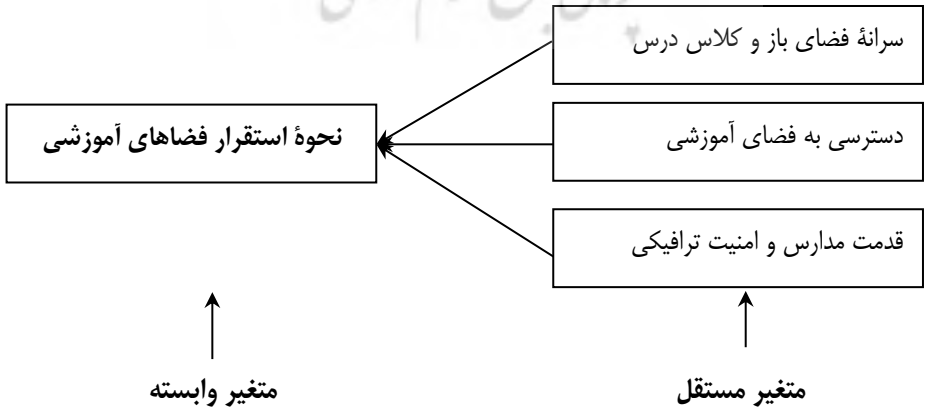
فرایند مفهوم‌سازی و عملیاتی‌کردن موضوع مقاله، در شکل ۱ مشخص شده است:



شکل ۱. فرایند مفهوم‌سازی و عملیاتی‌کردن نحوهٔ استقرار فضاهای آموزشی

براساس فرایند مفهوم‌سازی از طریق سازه‌های ظرفیت، دسترسی و مطلوبیت، چارچوب نظری موضوع تدوین می‌شود. ظرفیت، یعنی هر سطح از ساختار فضای شهری، ظرفیت‌پذیری مناسبی از فعالیت را دارد (پورمحمدی، ۱۳۹۰: ۱۱۵) که در مقالهٔ حاضر، با ارزیابی سرانهٔ کلاس درس و فضای باز برای مدارس مورد مطالعه، میزان ظرفیت مدارس مشخص می‌شود. دسترسی مناسب، عاملی مؤثر در ارتقای کارایی فضای آموزشی است و با توجه به اهمیت آن برای جمعیت دانش‌آموزی، ارزیابی می‌شود. مطلوبیت، سازگاری کاربری‌ها و مناسب‌بودن محل استقرار فضای آموزشی است (مرجع شهرسازی، ۱۳۹۱: ۱۹). در این مقاله، با متغیرهای میزان قدمت ساختمان و امنیت ترافیکی و ترددی به فضای آموزشی، میزان مطلوب‌بودن هر فضای آموزشی ارزیابی می‌شود. در ادامه، چارچوب نظری موضوع ترسیم شده است:

بنابراین، براساس ارتباط میان متغیرهای مستقل، هرچه سرانه‌های کلاس درس و فضای باز بالاتر باشد، نحوهٔ استقرار فضاهای آموزشی، مطلوب‌تر خواهد بود. دسترسی مناسب به فضای آموزشی، نوسازبودن مدرسه و امنیت فضای آموزشی، از دیگر دلایل استقرار مطلوب فضای آموزشی است.



شکل ۲. چارچوب نظری موضوع

روش پژوهش

رویکرد حاکم بر فضای پژوهش حاضر، کیفی و کمی و نوع آن، کاربردی است. جامعه و نمونهٔ آماری در این پژوهش، کل جمعیت دانش‌آموزی ناحیهٔ ۲ شهر زنجان به تفکیک حوزه و بلوک، با معیارهای دسترسی، مطلوبیت (امنیت ترافیکی و قدمت) و ظرفیت (سرانهٔ فضای باز و سرانهٔ کلاس درس) است. در این مقاله، نمونه، معادل جامعهٔ آماری است. روش پژوهش، توصیفی- تحلیلی است و گردآوری اطلاعات مورد نیاز پژوهش، از طریق مطالعه‌های دقیق کتابخانه‌ای و استفاده از اسناد و مدارک، مشاهده، پرسشنامه و برداشت‌های میدانی برای ثبت اطلاعات بوده است که در آن، به بررسی وضعیت محدودهٔ مورد مطالعه پرداخته شده است و سپس برای تجزیه و تحلیل یافته‌ها از مدل تاپسیس و آنتروپی شانون، به شکل زیر و به‌صورت تلفیقی بهره گرفته شده است.

برای رتبه‌بندی بخش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، روش‌های مختلی وجود دارد که الزاماً نتایج یکسانی ندارند. یکی از روش‌های رتبه‌بندی که قدرت بالایی در تفکیک گزینه‌ها دارد، «تکنیک رتبه‌بندی ترجیح‌ها براساس شباهتشان به راه حل ایده‌آل» است که به‌اختصار با نام تاپسیس شناخته می‌شود (زیاری و دیگران، ۱۳۹۲: ۲۳).

تکنیک تاپسیس به‌عنوان یکی از اعضای خانوادهٔ MCDM[1] یا تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، امروزه در رتبه‌بندی مفاهیم مختلف در علوم گوناگون جایگاه ویژه‌ای یافته است (اولسون، ۱۳۸۳: ۱). مدل تاپسیس در حل مسائل چندمعیاره بر روش‌های دیگر برتری دارد و برای اولین‌بار هوانگ آن را به‌کار برد (یونگ و هوانگ، ۱۳۷۴: ۲۷۷). این مدل به ورودی‌های دقیق و محدود برای تصمیم‌گیری‌های سازنده و مناسب نیازمند است و شاخص‌ها نیز به وزن‌دهی مناسب احتیاج دارند؛ بنابراین، مدل تاپسیس توانایی پاسخ به تقاضاهای متعدد کاربران را دارد و کارایی آن بالاست (هوانگ و دیگران، ۱۳۷۲: ۹۰). البته شایان ذکر است که گاهی در به‌کارگیری روش‌های چندگانه، کارایی لازم را ندارد (زاناکیس و سولومون، ۱۳۷۷: ۵۰۸).

مفروضات زیربنایی روش تاپسیس

۱. برای هر شاخص باید همواره مقادیر بالاتر، بهتر باشند و مقادیر پایین‌تر، بدتر یا برعکس؛ به این معنا که مطلوبیت هر شاخص، با افزایش مقدار به‌طور یکنواخت، افزایش یا کاهش یابد.

۲. فاصلهٔ هر گزینه از ایده‌آل (یا از ایده‌آل منفی) ممکن است به‌صورت فاصلهٔ اقلیدسی (از توان دوم) یا به‌صورت مجموع قدر مطلق از فواصل خطی (معروف به فواصل بلوکی) محاسبه شود که این امر به میزان تبادل و جایگزین در بین شاخص‌ها بستگی دارد (اصغرپور، ۱۳۸۳: ۲۶۰- ۲۶۲).

مدل آنتروپی شانون

از این مدل، برای تجزیه و تحلیل و تعیین مقدار پدیدهٔ رشد بی‌قوارهٔ شهری یا کاربری‌های شهر استفاده می‌شود. ساختار کلی مدل به شرح زیر است:

$$H = \sum Pi \times ln(pi)$$

در رابطهٔ بالا:

H: مقدار آنتروپی شانون

Pi: نسبت مساحت ساخته‌شدهٔ (تراکم کلی مسکونی) منطقهٔ i به کل مساحت ساخته‌شدهٔ مجموع مناطق

1. Multi Criteria Decision Making

N: مجموع مناطق

ارزش مقدار آنتروپی شانون از صفر تا 1n(n) است. مقدار صفر، بیانگر توسعهٔ کاربری‌ها یا توسعهٔ فیزیکی بسیار متراکم (فشرده) شهر است. مقدار آنتروپی شانون 1n(n)، بیانگر توسعهٔ پراکندهٔ کاربری‌های شهر یا توسعهٔ فیزیکی شهر است. زمانی که ارزش آنتروپی از مقدار 1n(n) بیشتر باشد، رشد بی‌قوارهٔ شهری (اسپرال) اتفاق افتاده است (پوراحمد و محمدپور، ۱۳۸۹: ۱۰).

تلفیق دو مدل مذکور (تاپسیس و آنتروپی شانون) در شش مرحله، به‌صورت سلسله‌مراتبی زیر انجام گرفته است:

الف) روش انجام تحقیق در مدل تلفیقی تاپسیس و آنتروپی شانون

گام ۱: تبدیل ماتریس تصمیم‌گیری موجود به ماتریس بدون مقیاس، با استفاده از فرمول

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}^{2}}}$$

گام ۲: ایجاد ماتریس بدون مقیاس موزون

برای این کار، ماتریس مرحلهٔ پیشین در وزن هریک از معیارها (بردار w) ضرب می‌شود تا ماتریس بدون مقیاس موزون به‌دست آید. بدین‌ترتیب:

$$v = N_{D\cdot W} = \begin{vmatrix} v_{11,\dots} & v_{1j,\dots} & v_{1n} \\ v_{m1,\dots} & v_{nj\dots} & v_{nm} \end{vmatrix} W = \{w_1, w_2, \dots\} \approx DM \text{ (مفرض از}$$

ب) ماتریس بی‌مقیاس‌شدهٔ وزین

درواقع، ND ماتریسی است که امتیازهای شاخص‌ها در آن، «بی مقیاس» و قابل مقایسه است و Wn*n ماتریسی است قطری که فقط عناصر قطر اصلی آن غیر صفرند.

گام ۳: مشخص‌کردن راه حل ایده‌آل و راه حل ایده‌آل منفی

برای گزینهٔ ایده‌آل، +A و برای گزینهٔ ایده‌آل منفی، -A را تعریف می‌کنیم:

$$\text{گزینهٔ ایده‌آل} = A^{+}\{(\max v_{ij} \mid j \in J), (\min v_{ij} \mid j \in J') \mid i = 1,2,\dots, m)\}$$

$$= \{v_1^{+}, v_2^{+}, \dots, v_j^{+}, \dots, v_n^{+}\}$$

$$\text{گزینهٔ ایده‌آل منفی} = A^{+}\{(\max v_{ij} \mid j \in J), (mix v_{ij} \mid j \in J') \mid i = 1,2,\dots, m)\}$$

$$= \{v_1^{-}, v_2^{-}, \dots, v_j^{-}, \dots, v_n^{-}\}$$

گام ۴: محاسبهٔ اندازهٔ جدایی (فاصله)

فاصلهٔ گزینهٔ i ام با ایده‌آل، با استفاده از روش اقلیدسی، بدین قرار است:

$$d_{i+} = \text{فاصلهٔ گزینهٔ i ام از ایده‌آل} = \{\sum_{i=1}^{n} (v_{ij} - v_j^{+})^2\}^{0.5}; i = 1,2,\dots, m$$

$$d_{i-} = \text{فاصلهٔ گزینهٔ I ام از ایده‌آل منفی} = \{\sum_{i=1}^{n} (v_{ij} - v_j^{-})^2\}^{0.5}; i = 1,2,\dots, m$$

گام ۵: محاسبهٔ نزدیکی نسبی Ai به راه حل ایده‌آل

این نزدیکی نسبی، بدین‌صورت تعریف می‌شود:

$$cl_{۱+} = \frac{d_{i+}}{d_{i+} + d_{i-}} :\leq cl_i + \leq ۱; i = ۱,۲,..., m$$

ملاحظه می‌شود که اگر $A_i = A^+$ شود، $d_i = ۰$ است و خواهیم داشت: $CI_{i^+} = ۱$

و درصورتی‌که $A_۱ = A^-$، آن‌گاه $CI_{i^+} = ۰, d_i = ۰$ خواهد شد؛ بنابراین، هراندازه گزینهٔ $d_i = 0$ باشد، $CI_{i+}=0$ خواهد بود. پس هراندازه گزینهٔ Ai به راه حل ایده‌آل (A+) نزدیک‌تر باشد، ارزش cI_{i+} به واحد نزدیک‌تر خواهد بود.

گام ۶: رتبه‌بندی گزینه‌ها

براساس ترتیب نزولی می‌توان گزینه‌های موجود از مسئلهٔ مفروض را رتبه‌بندی کرد.

ج) روش ضریب پراکندگی

یکی از روش‌های اساسی برای به‌دست‌آوردن نابرابری منطقه‌ای، روش ضریب پراکندگی است. با استفاده از این روش می‌توان مشخص ساخت که هر شاخص تا چه حد به‌طور نامتعادل در بین مناطق توزیع شده است. ساختار کلی فرمول بدین‌شرح است (کلانتری، ۱۳۸۷: ۱۲۹):

$$CV = \frac{\sqrt{\sum_{i=۱} (xi - \bar{x})^۲}}{\frac{\sum_{i=۱} x_i}{n}}$$

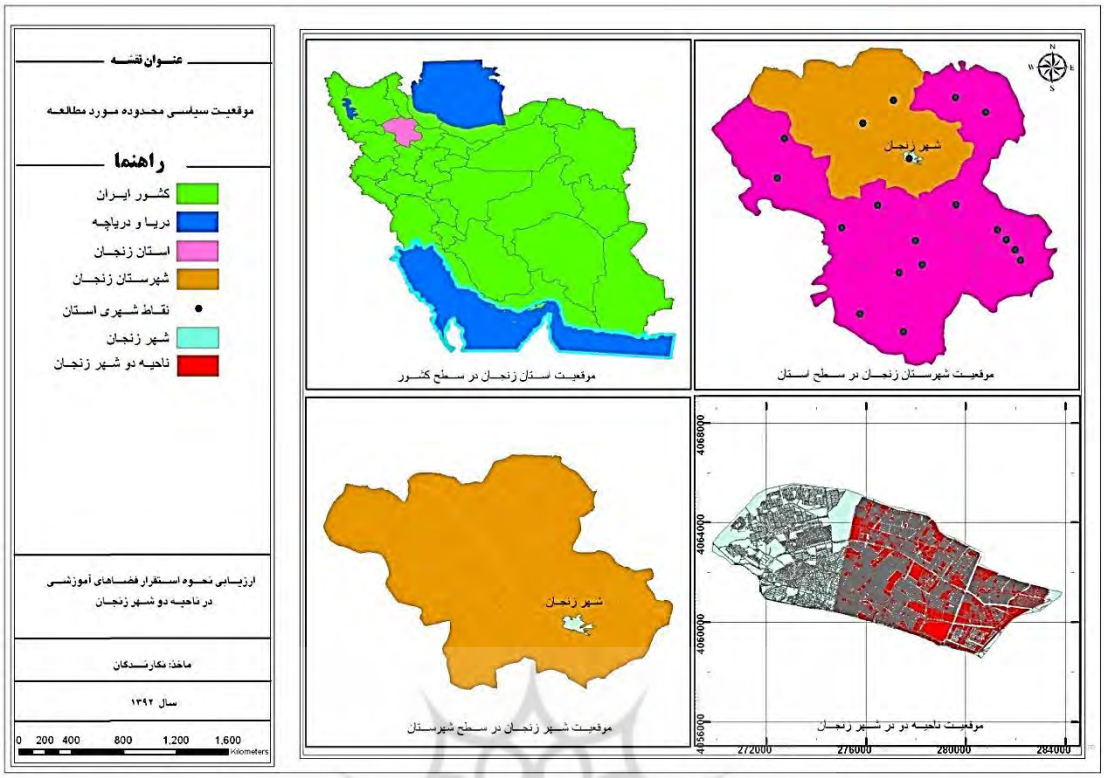
در رابطهٔ ذکرشده، CV ضریب پراکندگی، Xi مقدار یک متغیر در منطقه‌ای خاص، $\overline{X}$ مقدار متوسط همان متغیر و N تعداد مناطق است.

مقدار بالای ضریب پراکندگی (CV) نشان‌دهندهٔ نابرابری بیشتر در توزیع شاخص‌ها در بین مناطق است (زیاری و دیگران، ۱۳۸۹: ۲۵).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

شهر زنجان در موقعیت ۴۸ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۴ دقیقهٔ طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقهٔ عرض شمالی و در فاصلهٔ ۳۳۰ کیلومتری شهر تهران قرار گرفته است. شهر زنجان، مرکز استان زنجان است. این شهرستان از سمت شمال به شهرستان طارم، از جنوب به شهرستان خدابنده، از غرب به شهرستان ماهنشان و از سمت شرق به شهرستان ابهر در محدودهٔ استان زنجان محدود می‌شود و از سطح دریا ۱۶۶۳ متر ارتفاع دارد. شهر زنجان درحال حاضر، به‌عنوان یک کانون مهم جمعیتی در استان مطرح است که حدود یک‌سوم جمعیت استان را به خود اختصاص داده است (شکوهی، ۱۳۸۲: ۳۴). شکل ۳ وضعیت سیاسی استان زنجان را ترسیم کرده است.



شکل ۳. وضعیت سیاسی استان زنجان

بحث و یافته‌ها

با توجه به چارچوب نظری، ارزیابی نحوهٔ استقرار فضاهای آموزشی با استفاده از مدل تلفیقی تاپسیس و آنتروپی شانون، برای شناسایی، تبیین و تجزیه و تحلیل وضعیت مدارس متوسطهٔ دخترانهٔ ناحیهٔ ۲ شهر زنجان انجام شده است. ابتدا ویژگی‌های کالبدی، اقتصادی و اجتماعی تعریف شده‌اند و سپس با استفاده از مدل تلفیقی تاپسیس و آنتروپی شانون، در شش مرحله به‌صورت سلسله‌مراتبی تجزیه و تحلیل شده‌اند و سرانجام راهبردها و راهکارهای ساماندهی و برون‌رفت از وضعیت موجود ارائه شده است.

رتبه‌بندی مدارس متوسطهٔ دخترانه در ناحیهٔ ۲ شهر زنجان با مدل تاپسیس و آنتروپی شانون

برای رتبه‌بندی مدارس مورد مطالعه و تعیین میزان برخورداری، از مدل تاپسیس و آنتروپی شانون استفاده شده است. شاخص‌های به‌کاررفته در رتبه‌بندی مناطق عبارتند از: قدمت و سازه، سرانهٔ کلاس درس، سرانهٔ فضای باز، دسترسی و امنیت ترافیکی. در این پژوهش، به تعیین مدارس متوسطهٔ دخترانهٔ برخوردار یا مدارس متوسط و... در ناحیهٔ ۲ شهر زنجان پرداخته می‌شود.

به‌منظور تشکیل اولین ماتریس داده‌ها در مدل تاپسیس، از آمار و اطلاعات ادارهٔ آموزش و پرورش ناحیهٔ ۲ در سال ۱۳۹۲ استفاده شده است. در این ماتریس، شاخص‌ها در قسمت سطر و مدارس متوسطهٔ دخترانه در ستون آن منظور می‌شود. مجموع امتیاز هر شاخص، به‌عنوان داده‌های جدول ماتریس اول مدل تدوین می‌شود. شایان ذکر است که امتیازهای متعلق به هر مدرسه، در ماتریس اول از طریق برداشت‌های دقیق میدانی از تمام مدارس، پرسشنامهٔ پرشده از سوی تمام مدیران و معاونان آموزشی و تعدادی از معلمان این مدارس و نیز پرسشنامه‌ای به‌دست آمده است که به‌صورت تصادفی از ۱۲۰ دانش‌آموز مدارس متوسطهٔ دخترانه اخذ شده است.

جدول ۱. ماتریس داده‌های اولیهٔ مدل تاپسیس (ماتریس اول)

شاخص	امنیت ترافیکی	دسترسی	سرانهٔ فضای باز	سرانهٔ کلاس درس	قدمت
میثاق	۸	۴	۳	۵	۵
معارف	۶	۸	۶	۹	۶
روغنی زنجانی	۹	۶	۵	۴	۷
باهنر	۸	۶	۹	۵	۵
عصمت	۴	۸	۳	۵	۲
مهدیه	۶	۷	۹	۶	۶
رضوان	۸	۵	۷	۸	۸
میلاد	۸	۶	۴	۹	۷
بهارستان	۷	۴	۹	۸	۸
عفاف	۶	۹	۳	۵	۶
پروین اعتصامی	۴	۸	۹	۵	۶
هاجر	۶	۷	۴	۶	۴
مجموع ستون‌ها به توان ۲	$\sum_{i=1}^{12}(a_{ij})^2 = ۵۶۲$	$\sum_{i=1}^{12}(a_{ij})^2 = ۵۳۶$	$\sum_{i=1}^{12}(a_{ij})^2 = ۴۹۳$	$\sum_{i=1}^{12}(a_{ij})^2 = ۵۰۳$	$\sum_{i=1}^{12}(a_{ij})^2 = ۴۴۰$
مجموع ستون‌ها	$\sum_{i=1}^{12}a_{ij} = ۸۰$	$\sum_{i=1}^{12}a_{ij} = ۷۸$	$\sum_{i=1}^{12}a_{ij} = ۷۱$	$\sum_{i=1}^{12}a_{ij} = ۷۵$	$\sum_{i=1}^{12}a_{ij} = ۷۰$

منبع: نگارندگان

برای تشکیل ماتریس دوم، همهٔ داده‌های ستونی ماتریس اول، بر جذر مجموع ستون‌ها به توان ۲ تقسیم می‌شود و در این ماتریس قرار می‌گیرد.

برای تشکیل ماتریس سوم، هریک از درایه‌های واقع در ستون‌های ماتریس اول بر مجموع ستون‌های ماتریس اول تقسیم می‌شوند و حاصل در ستون‌های جدول سوم قرار می‌گیرد.

جدول ۲. ماتریس توانی مدل تاپسیس (ماتریس دوم)

شاخص	امنیت ترافیکی	دسترسی	سرانهٔ فضای باز	سرانهٔ کلاس درس	قدمت
میثاق	۰/۳۳۷	۰/۱۷۲۷	۰/۱۳۵	۰/۲۲۲۹	۰/۲۳۸۴
معارف	۰/۲۵۳۱	۰/۳۴۵۵	۰/۲۷۰۲	۰/۴۰۱۲	۰/۲۸۶۰
روغنی زنجانی	۰/۳۷۹۶	۰/۲۵۹۱	۰/۲۲۵۲	۰/۱۷۸۳	۰/۳۳۳۷
باهنر	۰/۳۳۷	۰/۲۵۹۱	۰/۴۰۵۳	۰/۲۲۲۹	۰/۲۳۸۴
عصمت	۰/۱۶۸۷	۰/۳۴۵۵	۰/۱۳۵	۰/۲۲۲۹	۰/۰۹۵۳
مهدیه	۰/۲۵۳۱	۰/۳۰۲۳	۰/۴۰۵۳	۰/۲۶۷۵	۰/۲۸۶۰
رضوان	۰/۳۳۷	۰/۲۱۲۵	۰/۳۱۵۳	۰/۳۵۶۷	۰/۳۸۱۴
میلاد	۰/۳۳۷	۰/۲۵۹۱	۰/۱۸۰۱	۰/۴۰۱۲	۰/۳۳۳۷
بهارستان	۰/۲۹۵۲	۰/۱۷۲۷	۰/۴۰۵۳	۰/۳۵۶۷	۰/۳۸۱۴
عفاف	۰/۲۵۳۱	۰/۳۸۸۷	۰/۱۳۵	۰/۲۲۲۹	۰/۲۸۶۰
پروین اعتصامی	۰/۱۶۸۷	۰/۳۴۵۵	۰/۴۰۵۳	۰/۲۲۲۹	۰/۲۸۶۰
هاجر	۰/۲۵۳۱	۰/۳۰۲۳	۰/۱۸۰۱	۰/۲۶۷۵	۰/۱۹۰۷

منبع: نگارندگان

جدول ۳. ماتریس بی‌مقیاس‌شدهٔ مدل تاپسیس (ماتریس سوم)

شاخص	امنیت ترافیکی	دسترسی	سرانهٔ فضای باز	سرانهٔ کلاس درس	قدمت
میثاق	۰/۱	۰/۰۵۱۳	۰/۰۴۲۳	۰/۰۶۶۶	۰/۰۷۱۴
معارف	۰/۰۷۵	۰/۱۰۲۶	۰/۰۸۴۵	۰/۰۱۲	۰/۰۸۵۷
روغنی زنجانی	۰/۱۱۲۵	۰/۰۷۶۹	۰/۰۷۰۴۲	۰/۰۵۳	۰/۰۱
باهنر	۰/۱	۰/۰۷۶۹	۰/۱۲۲۶	۰/۰۶۶۶	۰/۰۷۱۴
عصمت	۰/۰۵	۰/۱۰۲۶	۰/۰۴۲۳	۰/۰۶۶۶	۰/۲۸۵۷
مهدیه	۰/۰۷۵	۰/۸۹۷۴	۰/۱۲۶۷	۰/۰۸	۰/۰۸۵۷
رضوان	۰/۱	۰/۰۶۴	۰/۰۹۸۵۹	۰/۱۰۶۶	۰/۱۱۴۳
میلاد	۰/۱	۰/۰۷۶۹	۰/۰۵۶۳	۰/۱۲	۰/۰۱
بهارستان	۰/۰۸۷۵	۰/۰۵۱۳	۰/۱۲۶۷	۰/۱۰۶۶	۰/۱۱۴۳
عفاف	۰/۰۷۵	۰/۱۱۵۴	۰/۰۴۲۳	۰/۰۶۶۶	۰/۰۸۵۷
پروین اعتصامی	۰/۰۵	۰/۱۰۲۶	۰/۱۲۶۷	۰/۰۶۶۶	۰/۰۸۵۷
هاجر	۰/۰۷۵	۰/۸۹۷۴	۰/۰۵۶۳	۰/۰۸	۰/۰۵۷۱۴

منبع: نگارندگان

برای تشکیل ماتریس چهارم، ابتدا سطربندی‌های لازم در مدل آنتروپی شانون انجام می‌گیرد. در این روش، وزن هریک از شاخص‌ها به‌دست می‌آید؛ به‌طوری‌که درنهایت، مجموع این وزن‌ها باید عدد یک باشد.

$$K = \frac{۱}{\ln ۱۲} = ۰/۴۰۲۴$$

$$E_j = -\mathrm{k}\sum p_{ij}\ Ln\ \mathrm{p_{ij}}$$

$$E_۱ = -۰/۴۰۲۴(۴\times ۰/۱\times ln۰/۱ + ۴\times ۰/۰۷۵\times ln۰/۰۷۵ + ۲\times ۰/۰۵\times ln۰/۰۵ + ۰/۰۸۷۵\times ln۰/۰۸۷۵ + ۰/۱۱۲۵\times ln۰/۱۱۲۵) = ۰/۹۸۸۵۵$$

$$E_۲ = -۰/۴۰۲۴(۲\times ۰/۰۵۱۳\times ln۰/۰۵۱۳ + ۳\times ۰/۱۰۲۶\times ln۰/۱۰۲۶ + ۳\times ۰/۰۷۶۹\times ln۰/۰۷۶۹ + ۲\times ۰/۰۸۹۷۴\times ln۰/۰۸۹۷۴ + ۰/۰۶۴\times ln۰/۰۶۴ + ۰/۱۱۵۴\times ln۰/۱۱۵۴) = ۰/۹۸۷۹$$

$$E_۳ = -۰/۴۰۲۴(۳\times ۰/۰۴۲۳\times ln۰/۰۴۲۳ + ۲\times ۰/۰۵۶۳\times ln۰/۰۵۶۳ + ۴\times ۰/۱۲۶۷\times ln۰/۱۲۶۷ + ۰/۰۷۰۴۲\times ln۰/۰۷۰۴۲ + ۰/۰۹۸۵۹\times ln۰/۰۹۸۵۹ + ۰/۰۸۴۵\times ln۰/۰۸۴۵) = ۰/۹۶۴۳$$

$$E_۵ = -۰/۴۰۲۴(۲\times ۰/۰۷۱۴\times ln۰/۰۷۱۴ + ۴\times ۰/۰۸۵۷\times ln۰/۰۸۵۷ + ۲\times ۰/۱\times ln۰/۱ + ۰/۰۵۷۱۴\times ln۰/۰۵۷۱۴ + ۲\times ۰/۱۱۴۳\times ln۰/۱۱۴۳ + ۰/۰۲۸۵۷\times ln۰/۰۲۸۵۷) = ۰/۹۸۴۵۵$$

جدول ۴. ماتریس بی‌مقیاس‌شدهٔ وزین در مدل آنتروپی شانون (ماتریس چهارم)

شاخص	امنیت	دسترسی	سرانهٔ فضای باز	سرانهٔ کلاس درس	قدمت
E_j	۰/۹۸۸۵	۰/۹۸۷۹	۰/۹۶۴۳	۰/۹۸۵۱	۰/۹۸۴۵
$D_j = ۱ - E_j$	۰/۰۱۱۵	۰/۰۱۲۱	۰/۰۳۵۷	۰/۰۱۴۹	۰/۰۱۵۵
$W_j = \frac{\mathrm{E_j}}{\mathrm{D_j}}$	۰/۱۲۸	۰/۱۳۵	۰/۳۹۸	۰/۱۶۶	۰/۱۷۳

جدول ۵. ماتریس وزین در مدل آنتروپی شانون (سطر آخر ماتریس چهارم)

امنیت	دسترسی	سرانهٔ فضای باز	سرانهٔ کلاس درس	قدمت
۰/۱۲۸	۱/۳۵۰	۰/۳۹۸۰	۱/۶۶۰	۱/۷۳۰

مجموع=۱

برای تشکیل ماتریس پنجم (ماتریس بی‌مقیاس‌شدهٔ وزین)، درایه‌های ماتریس دوم در ماتریس چهارم (ماتریس قطری که درایه‌های واقع در قطر اصلی آن، همان ماتریس چهارم و سایر درایه‌ها صفر است) ضرب می‌شود.

جدول ۶. ماتریس بی‌مقیاس‌شدهٔ وزین مدل تاپسیس و آنتروپی شانون (ماتریس پنجم)

شاخص	امنیت ترافیکی	دسترسی	سرانهٔ فضای باز	سرانهٔ کلاس درس	قدمت
میثاق	۰/۴۳۱۴	۰/۰۲۳۳۱	۰/۰۵۳۷	۰/۰۳۷۰	۰/۰۴۱۲۴
معارف	۰/۰۳۲۴	۰/۰۴۶۶۴	۰/۱۰۷۵۴	۰/۰۶۶۶	۰/۰۴۹۵
روغنی زنجانی	۰/۰۳۴۹۸	۰/۰۳۴۹۸	۰/۰۸۹۶	۰/۰۲۹۶	۰/۰۵۷۷۳
باهنر	۰/۴۳۱۴	۰/۰۳۴۹۸	۰/۱۶۱۳۱	۰/۰۳۷۰	۰/۰۴۱۲۴
عصمت	۰/۰۲۱۵۹	۰/۰۴۶۶۴	۰/۰۵۳۷	۰/۰۳۷۰	۰/۰۱۶۴۹
مهدیه	۰/۰۳۲۴	۰/۰۴۰۸۱	۰/۱۶۱۳	۰/۰۴۴۴۱	۰/۰۴۹۵
رضوان	۰/۴۳۱۴	۰/۰۲۹۱۵	۰/۱۲۵۵	۰/۰۵۹۲۱	۰/۰۶۵۹۸
میلاد	۰/۴۳۱۴	۰/۰۳۴۹۷	۰/۰۷۱۶۸	۰/۰۶۶۶	۰/۰۵۷۷۳
بهارستان	۰/۰۳۷۷۸	۰/۰۲۳۳۱	۰/۱۶۱۳	۰/۰۵۹۲۱	۰/۰۶۵۹۸
عفاف	۰/۰۳۲۳۹	۰/۰۵۲۴	۰/۰۵۳۷۳	۰/۰۳۷۰	۰/۰۴۹۵
پروین اعتصامی	۰/۰۲۱۵۹	۰/۰۴۶۶	۰/۱۶۱۳۱	۰/۰۳۷۰	۰/۰۴۹۵
هاجر	۰/۰۳۲۳۹	۰/۰۴۰۸	۰/۰۷۱۶۸	۰/۰۴۴۴	۰/۰۳۲۹۹

منبع: نگارندگان

حال در هر ستون، بیشترین مقادیر به‌دست می‌آید. سپس فاصلهٔ هریک از درایه‌ها از این مقادیر کم می‌شود و به توان ۲ می‌رسد. سپس مجموع هر سطر حساب می‌شود و از آن‌ها جذر گرفته می‌شود.

$$d_1^+ = \sqrt{(۰/۰۴۳۱۴-۰/۰۴۸۶)^۲ + (۰/۰۲۳۳۱-۰/۰۵۲۴)^۲ + (۰/۰۵۳۷-۰/۱۶۱۳)^۲ + (۰/۰۳۷-۰/۰۶۶۶)^۲ + (۰/۰۴۱۲۴-۰/۰۶۵۹۸)^۲} = ۰/۱۱۸۰۷۶$$

$$d_2^+ = \sqrt{(۰/۰۳۲۴-۰/۰۴۸۲)^۲ + (۰/۰۴۶۶۴-۰/۰۵۲۴)^۲ + (۰/۱۰۷۵۴-۰/۱۶۱۳)^۲ + (۰/۰۶۶۶-۰/۰۶۶۶)^۲ + (۰/۰۴۹۵-۰/۰۶۵۹۸)^۲} = ۰/۰۵۸۷۹۱۱۸۰۷۶$$

$$d_3^+ = \sqrt{(۰/۰۴۸۶-۰/۰۴۸۶)^۲ + (۰/۰۳۴۹۸-۰/۰۵۲۴)^۲ + (۰/۰۸۹۶-۰/۱۶۱۳)^۲ + (۰/۰۲۹۶-۰/۰۶۶۶)^۲ + (۰/۰۵۷۷۳-۰/۰۶۵۹۸)^۲} = ۰/۰۸۲۹۵$$

$$d_4^+ = \sqrt{(۰/۰۴۳۱۴-۰/۰۴۸۶)^۲ + (۰/۰۳۴۹۸-۰/۰۵۲۴)^۲ + (۰/۱۶۱۳-۰/۱۶۱۳)^۲ + (۰/۰۳۷-۰/۰۶۶۶)^۲ + (۰/۰۴۱۲۴-۰/۰۶۵۹۸)^۲} = ۰/۰۴۲۶۷$$

$$d_5^+ = \sqrt{(۰/۰۲۱۵۹-۰/۰۴۸۶)^۲ + (۰/۰۴۶۶۴-۰/۰۵۲۴)^۲ + (۰/۰۵۳۷-۰/۱۶۱۳)^۲ + (۰/۰۳۷-۰/۰۶۶۶)^۲ + (۰/۰۱۶۴۹-۰/۰۶۵۹۸)^۲} = ۰/۱۲۵۱۶$$

$$d_6^+ = \sqrt{(۰/۰۳۲۴-۰/۰۴۸۶)^۲ + (۰/۰۴۰۸۱-۰/۰۵۲۴)^۲ + (۰/۱۶۱۳-۰/۱۶۱۳)^۲ + (۰/۰۴۴۴۱-۰/۰۶۶۶)^۲ + (۰/۰۴۹۵-۰/۰۶۵۹۸)^۲} = ۰/۰۳۴۰۶۹$$

$$d_7^+ = \sqrt{(۰/۰۴۳۱۴-۰/۰۴۸۶)^۲ + (۰/۰۲۹۱۵-۰/۰۵۲۴)^۲ + (۰/۱۲۲۵-۰/۱۶۱۳)^۲ + (۰/۰۵۹۲۱-۰/۰۶۶۶)^۲ + (۰/۰۶۵۹۸-۰/۰۶۵۹۸)^۲} = ۰/۰۴۳۶۶$$

$$d_8^+ = \sqrt{(۰/۰۴۳۱۴-۰/۰۴۸۶)^۲ + (۰/۰۳۴۹۷-۰/۰۵۲۴)^۲ + (۰/۰۷۱۶۸-۰/۱۶۱۳)^۲ + (۰/۰۶۶۶-۰/۰۶۶۶)^۲ + (۰/۰۵۷۷۳-۰/۰۶۵۹۸)^۲} = ۰/۰۹۱۸۳$$

$$d_9^+ = \sqrt{(۰/۰۳۷۷۸-۰/۰۴۸۶)^۲ + (۰/۰۲۳۳۱-۰/۰۵۲۴)^۲ + (۰۱۶۱۳-۰/۱۶۱۳)^۲ + (۰/۰۵۹۲۱-۰/۰۶۶۶)^۲ + (۰/۰۶۵۹۸-۰/۰۶۵۹۸)^۲} = ۰/۰۳۱۹۰۴$$

$$d_{10}^+ = \sqrt{(۰/۰۳۲۳۹-۰/۰۴۸۶)^۲ + (۰/۰۵۲۴-۰/۰۵۲۴)^۲ + (۰/۰۵۳۷-۰/۱۶۱۳)^۲ + (۰/۰۳۷-۰/۰۶۶۶)^۲ + (۰/۰۴۹۵-۰/۰۶۵۹۸)^۲} = ۰/۱۱۳۹۳۷$$

$$d_{11}^+ = \sqrt{(۰/۰۲۱۵۹-۰/۰۴۸۶)^۲ + (۰/۰۴۶۶-۰/۰۵۲۴)^۲ + (۰/۱۶۱۳-۰/۱۶۱۳)^۲ + /(۰..۰۳۷-۰/۰۶۶۶)^۲ + (۰/۰۴۹۵-۰/۰۶۵۹۸)^۲} = ۰/۰۴۳۷۱$$

$$d_{12}^+ = \sqrt{(۰/۰۳۲۳۹-۰/۰۴۸۶)^۲ + (۰/۰۴۰۸-۰/۰۵۲۴)^۲ + (۰/۰۷۱۶-۰/۱۶۱۳)^۲ + (۰/۰۴۴۴-۰/۰۶۶۶)^۲ + (۰/۰۳۲۹۹-۰/۰۶۵۹۸)^۲} = ۰/۱۰۰۱۲۲۸$$

حال در فرایند زیر، فاصلهٔ هر درایه از کمترین مقدار در هر ستون به‌دست می‌آید و به توان ۲ می‌رسد. سپس مجموع این مقادیر– که در یک سطر هستند– با هم جمع می‌شوند و از این حاصل جمع، جذر گرفته می‌شود. براساس این فواصل، رتبه‌بندی نهایی صورت می‌گیرد.

$$d_1^- = \sqrt{(۰/۰۴۳۱۴-۰/۰۲۱۵۹)^۲ + (۰/۰۲۳۳۱-۰/۰۲۳۳۱)^۲ + (۰/۰۵۳۷-۰/۰۵۳۷)^۲ + (۰/۰۳۷-۰/۰۲۹۶)^۲ + (۰/۰۴۱۲۴-۰/۰۱۶۴۹)^۲} = ۰/۰۳۳۶۴$$

$$d_{۲}^{-}=\sqrt{(۰/۰۳۲۴-۰/۰۲۱۵۹)^{۲}+(۰/۰۴۶۶۴-۰/۰۲۳۳۱)^{۲}+(۰/۱۰۷۵-۰/۰۵۳۷)^{۲}+(۰/۰۶۶۶-۰/۰۲۹۶)^{۲}+(۰/۰۴۹۵-۰/۰۱۶۴۹)^{۲}}=۰/۰۷۷۵۵$$

$$d_{۳}^{-}=\sqrt{(۰/۰۴۸۶-۰/۰۲۱۵۹)^{۲}+(۰/۰۳۴۹۸-۰/۰۲۳۳۱)^{۲}+(۰/۰۸۹۶-۰/۰۵۳۷)^{۲}+(۰/۰۲۹۶-۰/۰۲۹۶)^{۲}+(۰/۰۵۷۷۳-۰/۰۱۶۴۹)^{۲}}=۰/۰۶۲۰۹$$

$$d_{۴}^{-}=\sqrt{(۰/۰۴۳۱۴-۰/۰۲۱۵۹)^{۲}+(۰/۰۳۴۹۸-۰/۰۲۳۳۱)^{۲}+(۰/۱۶۳۱-۰/۰۵۳۷)^{۲}+(۰/۰۳۷-۰/۰۲۹۶)^{۲}+(۰/۰۴۱۲۴-۰/۰۱۶۴۹)^{۲}}=۰/۱۱۳۳۳۸$$

$$d_{۵}^{-}=\sqrt{(۰/۰۲۱۵۹-۰/۰۲۱۵۹)^{۲}+(۰/۰۴۶۶۴-۰/۰۲۳۳۱)^{۲}+(۰/۰۵۳۷-۰/۰۵۳۷)^{۲}+(۰/۰۳۷-۰/۰۲۹۶)^{۲}+(۰/۰۱۶۴۹-۰/۰۱۶۴۹)^{۲}}=۰/۰۲۴۴۷۵$$

$$d_{۶}^{-}=\sqrt{(۰/۰۳۲۴-۰/۰۲۱۵۹)^{۲}+(۰/۰۴۰۸۱-۰/۰۲۳۳۱)^{۲}+(۰/۱۶۱۳-۰/۰۵۳۷)^{۲}+(۰/۰۴۴۴۱-۰/۰۲۹۶)^{۲}+(۰/۰۴۹۵-۰/۰۱۶۴۹)^{۲}}=۰/۱۱۵۳۶$$

$$d_{۷}^{-}=\sqrt{(۰/۰۴۳۱۴-۰/۰۲۱۵۹)^{۲}+(۰/۰۲۹۱۵-۰/۰۲۳۳۱)^{۲}+(۰/۱۲۵۵-۰/۰۵۳۷)^{۲}+(۰/۰۵۹۲۱-۰/۰۲۹۶)^{۲}+(۰/۰۶۵۹۸-۰/۰۱۶۴۹)^{۲}}=۰/۰۹۴۷۶$$

$$d_{۸}^{-}=\sqrt{(۰/۴۳۱۴-۰/۰۲۱۵۹)^{۲}+(۰/۰۳۴۹۷-۰/۰۲۳۳۱)^{۲}+(۰/۰۷۱۶۸-۰/۰۵۳۷)^{۲}+(۰/۰۶۶۶-۰/۰۲۹۶)^{۲}+(۰/۰۵۷۷۳-۰/۰۱۶۴۹)^{۲}}=۰/۰۶۳۱۷$$

$$d_{۹}^{-}=\sqrt{(۰/۰۳۷۷۸-۰/۰۲۱۵۹)^{۲}+(۰/۰۲۳۳۱-۰/۰۲۳۳۱)^{۲}+(۰/۱۶۱۳-۰/۰۵۳۷)^{۲}+(۰/۰۵۹۲۱-۰/۰۲۹۶)^{۲}+(۰/۰۶۵۹۸-/۰۱۶۴۹)^{۲}}=۰/۱۲۳۱۵$$

$$d_{۱۰}^{-}=\sqrt{(۰/۰۳۲۳۹-۰/۰۲۱۵۹)^{۲}+(۰/۰۵۲۴-۰/۰۲۳۳۱)^{۲}+(۰/۰۵۳۷۳-۰/۰۵۳۷)^{۲}+(۰/۰۳۷۰-۰/۰۲۹۶)^{۲}+(۰/۰۴۹۵-۰/۰۱۶۴۹)^{۲}}=۰/۰۴۵۹$$

$$d_{۱۱}^{-}=\sqrt{(۰/۰۲۱۵۹-۰/۰۲۱۵۹)^{۲}+(۰/۰۴۶۶-۰/۰۲۳۳۱)^{۲}+(۰/۱۶۱۳۱-۰/۰۵۳۷)^{۲}+(۰/۰۳۷-۰/۰۲۹۶)^{۲}+(۰/۰۴۹۵-۰/۰۱۶۴۹)^{۲}}=۰/۱۱۵۲$$

$$d_{۱۲}^{-}=\sqrt{(۰/۰۳۲۳۹-۰/۰۲۱۵۹)^{۲}+(۰/۰۴۰۸-۰/۰۲۳۳۱)^{۲}+(۰/۰۷۱۶-۰/۰۵۳۷)^{۲}+(۰/۰۴۴۴-۰/۰۲۹۶)^{۲}+(۰/۰۳۲۹۹-۰/۰۱۶۴۹)^{۲}}=۰/۰۳۵۱۳$$

برای رتبه‌بندی نهایی، فاصله از مقادیر حداقل، بر مجموع فاصله از مقادیر حداکثر و حداقل تقسیم می‌شود و براساس اعداد به‌دست‌آمده، رتبه‌بندی نهایی صورت می‌گیرد.

$$cl_{۱}=\frac{d_{۱}^{-}}{d_{۱}^{-}+d_{۱}^{+}}=۰/۲۲۱۷ \qquad cl_{۲}=\frac{d_{۲}^{-}}{d_{۲}^{-}+d_{۲}^{+}}=۰/۵۶۸۸ \qquad cl_{۳}=\frac{d_{۳}^{-}}{d_{۳}^{-}+d_{۳}^{+}}=۰/۴۲۸۰۸$$

$$cl_{۴}۴=\frac{d_{۴}^{-}}{d_{۴}^{-}+d_{۴}^{+}}=۰/۷۲۶۴۸۸ \qquad cl_{۵}=\frac{d_{۵}^{-}}{d_{۵}^{-}+d_{۵}^{+}}=۰/۱۶۳۵۶ \qquad cl_{۶}=\frac{d_{۶}^{-}}{d_{۶}^{-}+d_{۶}^{+}}=۰/۷۷۰۹$$

$$cl_{۷}=\frac{d_{۷}^{-}}{d_{۷}^{-}+d_{۷}^{+}}=۰/۶۸۹۵۶ \qquad cl_{۸}=\frac{d_{۸}^{-}}{d_{۸}^{-}+d_{۸}^{+}}=۰/۴۰۷۵۴۸ \qquad cl_{۹}=\frac{d_{۹}^{-}}{d_{۹}^{-}+d_{۹}^{+}}=۰/۷۹۴۲۳۹$$

$$cl_{۱۰}=\frac{d_{۱۰}^{-}}{d_{۱۰}^{-}+d_{۱۰}^{+}}=۰/۲۸۷۲ \qquad cl_{۱۱}=\frac{d_{۱۱}^{-}}{d_{۱۱}^{-}+d_{۱۱}^{+}}=۰/۷۲۴۹ \qquad cl_{۱۲}=\frac{d_{۱۲}^{-}}{d_{۱۲}^{-}+d_{۱۲}^{+}}=۰/۲۵۹۷۳$$

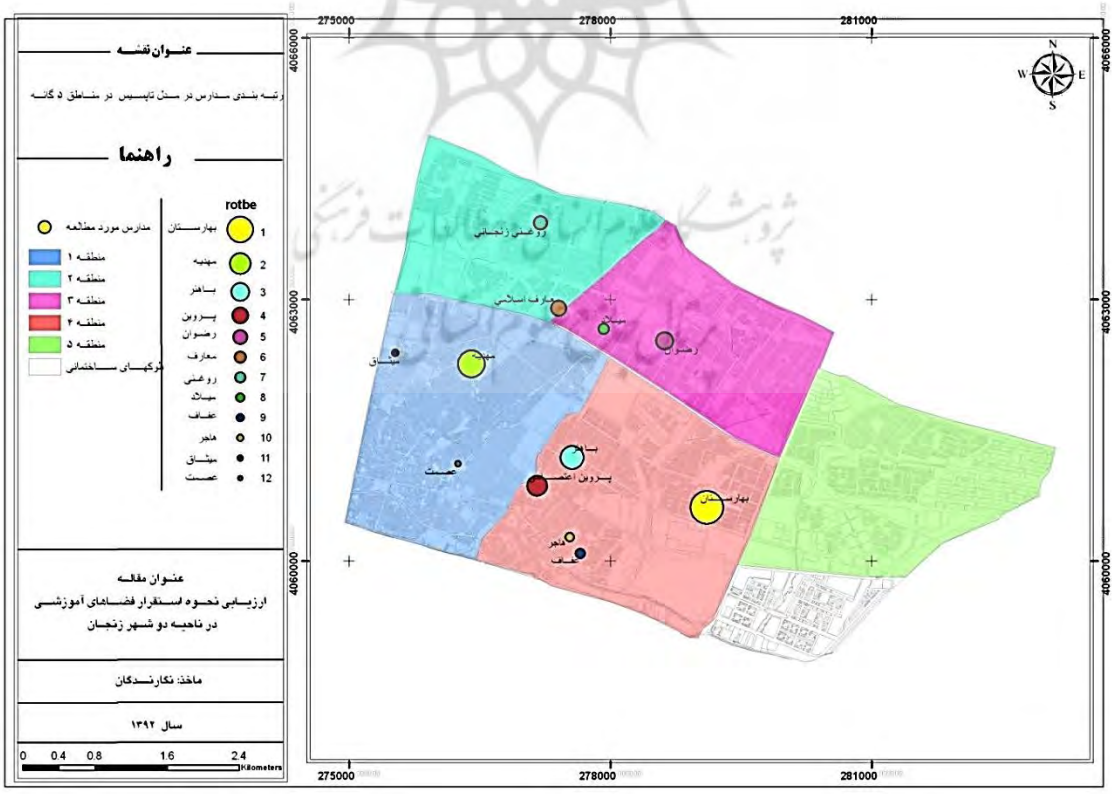
با توجه به ماتریس نهایی و فرایند طی‌شده برای رتبه‌بندی مدارس مورد مطالعه در ناحیهٔ ۲ شهر زنجان، ملاحظه می‌شود که دبیرستان بهارستان با کسب ۰/۷۹۴۲ امتیاز، در جایگاه اول فرایند رتبه‌بندی است. این دبیرستان به‌دلیل داشتن امکانات مناسب و مورد نیاز دانش‌آموزان، وضعیت مطلوبی دارد. دبیرستان مهدیه با کسب ۰/۷۷۰۹ امتیاز، در مرتبهٔ دوم رتبه‌بندی قرار گرفته است. در رتبهٔ سوم و چهارم، دبیرستان‌های باهنر و پروین اعتصامی، با امتیازهای نزدیک هم قرار گرفته‌اند. این دو دبیرستان به‌ترتیب امتیازهای ۰/۷۲۶۵ و ۰/۷۲۴۹ دارند. رتبهٔ پنجم، متعلق به دبیرستان رضوان با ۰/۶۲۸۹ امتیاز است. دبیرستان معارف در شمال ناحیهٔ ۲ با کسب ۰/۵۶۸۸ امتیاز، در رتبهٔ ششم قرار گرفته است. دبیرستان روغنی زنجانی نیز که در شمال ناحیهٔ ۲ واقع شده، با کسب ۰/۴۲۸۰ امتیاز در رتبهٔ هفتم قرار گرفته است. رتبهٔ هشتم، متعلق به دبیرستان میلاد است که دارای ۰/۴۰۷۵ امتیاز است. دبیرستان عفاف که در سمت جنوب ناحیهٔ ۲ و در یک ساختمان نسبتاً قدیمی قرار گرفته است، با کسب ۰/۲۸۷۲ امتیاز در رتبهٔ نهم قرار گرفته است. دبیرستان هاجر با کسب ۰/۲۵۹۷ امتیاز در جایگاه دهم رتبه‌بندی واقع شده است. ساختمان این دبیرستان نیز قدیمی است. دبیرستان میثاق

با کسب ۰/۲۲۱۷ امتیاز در مکان یازدهم رتبه‌بندی قرار گرفته است. این دبیرستان محوطه‌ای بسیار کوچک، تراکم دانش‌آموزی بالا در کلاس درس و دسترسی نسبتاً نامناسب دارد. در آخرین مرتبه، دبیرستان عصمت با کسب ۰/۱۶۳۶ امتیاز واقع شده است. این دبیرستان که در سال ۱۳۴۸ احداث شده است، قدیمی‌ترین دبیرستان دخترانهٔ ناحیهٔ ۲ شهر زنجان است و به‌دلیل مکان استقرار، تردد بالای خودروها و ایجاد انواع مزاحمت برای دانش‌آموزان و معلمان، مطلوبیت لازم برای فضای آموزشی را ندارد.

جدول ۷. ماتریس رتبه‌بندی نهایی مدل تاپسیس و آنتروپی شانون (ماتریس ششم)

رتبه	امتیاز	نام مدرسه	شاخص
۱۱	۰/۲۲۱۷	میثاق	۱
۶	۰/۵۶۸۸	معارف	۲
۷	۰/۴۲۸۰	روغنی زنجانی	۳
۳	۰/۷۲۶۸	باهنر	۴
۱۲	۰/۱۶۳۵۶	عصمت	۵
۲	۰/۷۷۰۹	مهدیه	۶
۵	۰/۶۲۸۹۵	رضوان	۷
۸	۰/۴۰۷۵	میلاد	۸
۱	۰/۷۹۴۲	بهارستان	۹
۹	۰/۲۸۷۲	عفاف	۱۰
۴	۰/۷۲۴۹	پروین اعتصامی	۱۱
۱۰	۰/۲۵۹۷	هاجر	۱۲

منبع: نگارندگان



نقشهٔ ۱. رتبه‌بندی مدارس در مناطق پنج‌گانهٔ شهر زنجان

نتیجه‌گیری

نتیجهٔ وزن‌دهی ماتریس نهایی در مرحلهٔ ششم نشان می‌دهد که امتیاز کل حداقل برخورداری (۰/۱۶۳۵)، نسبت به بیشترین میزان برخورداری (۰/۷۹۴۲)، در سطح بسیار بالایی قرار دارد که نشان‌دهندهٔ غلبهٔ ضعف‌ها بر قابلیت‌هاست و بیانگر این است که از قابلیت‌های موجود، در جهت غلبه بر ضعف‌ها به‌درستی استفاده نشده است. در مقابل، مدارسی که امتیاز میانه دارند و نسبتاً برخوردار محسوب می‌شوند، زمینه‌ای مساعد برای ارتقای جایگاه فضای آموزشی و کاستن از مشکلات دارند. بیشترین مشکل در فضاهای آموزشی، علاوه بر ساختمان و محوطهٔ غیر استاندارد، مربوط به موقعیت استقراری آن و نبود دسترسی آسان دانش‌آموزان به فضاهای آموزشی است.

با توجه به فرایند طی‌شده، پیشنهادهای زیر برای کاستن از مشکل‌های موجود و ارتقای جایگاه مدارس ارائه می‌شود:

- با توجه به اینکه مؤلفه‌های زیادی در ساخت و احداث مدرسه مؤثر است، پیشنهاد می‌شود در ساخت و احداث فضای آموزشی، صرفاً یک عامل، مثلاً تعداد دانش‌آموزان یا مستهلک‌بودن فضای موجود یا سال احداث درنظر گرفته نشود؛ بلکه همهٔ عوامل و مؤلفه‌ها به‌صورت سیستمی ارزیابی شوند و سپس به ساخت مدرسه اقدام شود.
- بعضی از فضاهای آموزشی موجود، به‌لحاظ استقرار در جوار کاربری‌های ناسازگار، به‌ویژه محورهای با ترافیک بالا قرار گرفته‌اند و با توجه به غیر محتمل‌بودن امکان تغییر کاربری فضاهای همجوار و نیز نبود امکان انتقال واحدهای آموزشی از محل موجود به مکانی مناسب، ساده‌ترین و مقرون به‌صرفه‌ترین راهکارهای عملی در جهت حل معضل همجواری‌های نامناسب، استفاده از شیشه‌های دوجداره، کاشت نهال متراکم برای کاهش آلودگی صوتی، محوطه‌سازی مناسب، ایجاد ورودی و نمای مناسب و... است.
- گاهی دست‌اندرکاران، با وجود کمبود فضا و ضرورت فضای آموزشی، در فضای محدود مدارس، سالن ورزش و اجتماعات یا نمازخانه می‌سازند. این ساخت‌وسازها علاوه بر افزایش تراکم دانش‌آموزان در فضای باز، سبب ایجاد چشم‌انداز نامناسب و همچنین کاهش فضای باز می‌شود. راهکارهای این مشکل، افزایش فضا و بالابردن استاندارد فضای باز از طریق خرید زمین یا ساختمان‌های همجوار مدارس و روش دیگر هم ایجاد یک مدرسهٔ دیگر در شعاع دسترسی همان مدرسه برای کاهش تراکم دانش‌آموزان است و درنهایت، تغییر مکان بعضی از مدارسی که با روش‌های بالا امکان ساماندهی آن‌ها وجود نداشته باشد. این کار باید از طریق مکان‌یابی اصولی و با توجه به معیارهای فضاهای آموزشی در مکان بهینه و مطلوب انجام شود.

منابع

۱. اصغرپور، محمدجواد، ۱۳۸۳، **تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره**، نشریه پژوهش دانشگاه تهران، شمارهٔ ۲.

۲. بحرینی، سید حسین، ۱۳۸۲، فرایند طراحی شهری، انتشارات دانشگاه تهران، تهران

۳. پوراحمد، احمد، حسام، مهدی، آشور، حدیثه و صابر محمدپور، ۱۳۸۹، **تحلیلی بر الگوی گسترش فضایی- کالبدی شهر گرگان با استفاده از مدل آنتروپی شانون و هلدرن**، مجلهٔ پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال اول، شمارهٔ ۳.

۴. پورمحمدی، محمدرضا، ۱۳۹۰، **برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری**، چاپ هفتم، سمت، تهران.

۵. تقوایی، مسعود و حمیدرضا رخشانی‌نسب، ۱۳۸۹، **تحلیل و ارزیابی مکان‌گزینی فضاهای آموزشی شهر اصفهان**، فصلنامهٔ برنامه‌ریزی و آمایش فضا، سال چهاردهم، شمارهٔ ۶۸.

۶. زیاری، کرامت‌الله، عشق‌آبادی، فرشید، ممدوحی، امیررضا و رحمت‌الله فرهودی، ۱۳۹۲، **مدل‌سازی الگوهای رفتاری سفرهای کار و خدمات ساکنان شهر تهران**، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، سال چهل‌وپنجم، شمارهٔ ۱.

۷. زیاری، کرامت‌الله، مهدنزاد، حافظ و فریاد پرهیز، ۱۳۸۸، **مبانی و تکنیک‌های برنامه‌ریزی شهری**، انتشارات دانشگاه بین‌المللی چابهار، چابهار.

۸. شجاعی، علیرضا، ۱۳۸۱، **فضاهای آموزشی، قواعد و معیارها**، انتشارات آذر، تهران.

۹. شکوهی، علی، ۱۳۸۲، **بررسی مسائل اقتصادی، اجتماعی و کالبدی انبوه‌سازی مسکن در شهر زنجان**، فصلنامهٔ انبوه‌سازان انبوه‌سازان مسکن، سال سوم، شمارهٔ ۹ و ۱۰.

۱۰. شیخی، زهرا، ۱۳۹۲، **ارزیابی نحوهٔ استقرار فضاهای آموزشی و مکان‌یابی آن در شهر زنجان**، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد قزوین، قزوین.

۱۱. صالحی، رحمان، ۱۳۸۷، **ساماندهی مدارس ناامن کنار جاده‌ای به کمک GIS**، نوسازی مدارس استان زنجان، زنجان.

۱۲. فرجی سبکبار، حسنعلی، ۱۳۸۴، **مکان‌یابی واحدهای خدمات بازرگانی با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (GIS)**، فصلنامهٔ پژوهش‌های جغرافیایی، شمارهٔ ۵۱، صص ۱۲۸– ۱۳۵.

۱۳. قاضی‌زاده، بهرام، ۱۳۷۷، **اصول و معیارهای طراحی فضاهای آموزشی**، انتشارات سازمان نوسازی مدارس، تهران.

۱۴. کلانتری، خلیل، ۱۳۸۷، **توسعهٔ منطقه‌ای و برنامه‌ریزی (تئوری و تکنیک)**، خوشبین، تهران.

۱۵. مزینی، منوچهر، ۱۳۸۱، **سیمای شهر**، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

۱۶. مطیعی لنگرودی، سیدحسن و دیگران، ۱۳۹۰، **تأثیر بازگشت مهاجران به روستاها در بهبود معیشت ساکنان**، فصلنامهٔ پژوهش‌های جغرافیایی، شمارهٔ ۷۸.

۱۷. مهندسان مشاور طرح و راهبرد پویا، ۱۳۹۱، **مرجع شهرسازی**، آذرخش، تهران.

18. Agrawal, V. P, Verma, A. and Agarwal, S., 1992, **Computer-aided Evaluation and Selection of Optimum Grippers**, International Journal of Production Research, Vol. 30, No. 11, pp. 2713-2732.

19. Asgharpour, M. J., 2004, **Multi-criteria Decision-making Techniques**, Journal of publications Research Tehran University, No. 2. *(In Persian)*

20. Bahraini, S. H., 2004, The Urban Design Process, University of Tehran press , Tehran. (In Persian)

21. Cha, Y. and Jung, M., 2003 , **Satisfaction Assessment of Multi-objective Schedules Using Neural Fuzzy Methodology**, International Journal of Production Research, Vol. 41, No. 8, pp. 1831-1849.

22. Chau, O.L, and Parkan, C., 1995, **Selection of a Manufacturing Process with Multiple Attributes: A case study**, Journal of Engineering Technology Management, No. 12,219-237.

23. Consulting Engineers of Dynamic Strategy, 2012, **Reference Urban Development**, Azarakhsh, Tehran. *(In Persian)*

24. Ghazizadeh, B., 1994, **Instructional Design Principles and Standards, Modernization of Schools**, Organization of Schools Renovation. *(In Persian)*

25. Hwang, C. L., Lai, Y. J. and Liu. T. Y., 1993, **A New Approach for Multiple Objective Decision Making**, Computers & Operations Research, No. 20, pp. 889-899.

26. Jiang, J., Wu Chen, Y., Wang Chen, Y. and Wei Tang, D., 2010, **TOPSIS with Belief Structure for Group Belief Multiple Criteria Decision Making**, International Journal of Automation and Computing, Issue 3, pp. 359-364.

27. Kalantari, K., 2008, **Regional Development and Planning (Theory and Techniques),** Khoshbin Publications, Tehran. *(In Persian)*

28. Kim, G., Park, C. and Yoon, K. P., 1997, **Identifying Investment Opportunities for Advanced Manufacturing System with Comparative-Integrated Performance Measurement**, International Journal of Production Economics, No. 50, pp. 23-33.

29. Olson, D. L., 2004, **Comparison of Weights in TOPSIS Models,** Department of Management, CBA. University of Nebraska. Lincoln, U.S.A.

30. Motiei Langroodi, S., et al, 2011, **The Impact of Return Migration to Rural Residents Improve Livelihoods,** Human Geography Research of Tehran University, No. 78. *(In Persian)*

31. Pourahmad, A., Hessam, M., Asshoora, H. and Mohammadpour, S., 2010, **Analysis of the Pattern of Space**, Gorgan Physical Models Using Shannon's Entropy and Holdern, Research Urban Planning, Vol. 1, No. 3. *(In Persian)*

32. Pourmohammadi, M., 2011, **Urban Land Use Planning, 7th** Ed, Samt, Tehran. *(In Persian)*

33. Salehi, R., 2008, **Schools Unsafe Roadside Assistance Organization in GIS Province**, Renovating Schools Province. *(In Persian)*

34. Shojaei, A., 2002, **Learning Spaces**, **Rules and Index**, Azar Publications, Tehran. *(In Persian)*

35. Shokouhi, A., 2003, **Economic Issues, Social and Physical Mass Housing in the City Zanjan**, Journal of Mass Housing, Vol. 3, No. 9 and 10. *(In Persian)*

36. Sheikhi, Z., 2013, **Evaluation of Educational Establishment and its Location in the City of Zanjan**, M.A Thesis, Faculty of Architecture, Qazvin Azad University, Qazvin. *(In Persian)*

37. Faraji Sabokbar, H., 2005, **Locating Business Services Units Using Analysis Hierarchical (GIS),** Geographical Research Quarterly, No. 51, pp. 125 to 138. *(In Persian)*

38. Taghvaei, M., Rakhshani Nasab, H., 2010, **Analysis and Evaluation of Location of Educational Facilities in Isfahan**, Modarres Journal, Vol. 14, No. 3. *(In Persian)*

39. Yoon, K. and Hwang, C. L., 1995, **Multiple Attribute Decision Making:** An Introduction, Sage, Thousand Oaks, CA,

40. Zanakis, S. H., Solomon, A., Wishart, N. and Dublish, S., 1998, **Multi-attribute Decision Making: A Simulation Comparison of Selected Methods**, European Journal of

41. Operational Researches, No. 107, pp. 507-529.

42. Ziyari, K., Mahdnejad, H., Parhiz, F., 2009, **Principles and Techniques of Planning**, City of Chabahar International University, Chabahar. *(In Persian)*

43. Ziyari, K., Eshgabadi, F., Mamdouhi, A. R. and Farhoodi, R., 2013, **Modeling Travel Behavior Patterns and Residents of Tehran,** Tehran University Research in Human Geography, Vol. 45, No. 1. *(In Persian)*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی