



پتانسیل سنجی توسعه پهنه های آموزشی سبز با تاکید بر توسعه پایدار (مطالعه موردی: منطقه ۲ شهر تهران)

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۳/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۶/۳۱

مریم رباطی

استادیار، گروه تخصصی ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران. m.robati@srbiau.ac.ir (نویسنده مسئول)

فری ناز بونسی

دانشجوی کارشناسی ارشد گروه تخصصی ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
far_u3003@yahoo.com

سید مسعود منوری

دانشیار، گروه تخصصی ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. monavarism@yahoo.com

چکیده

مقدمه و هدف پژوهش: توسعه فضاهای آموزشی و اجرایی که بصورت تعاملی با محیط زیست گسترش یافته است به عنوان یک نیاز ملی مطرح می‌باشد؛ بدین منظور پتانسیل سنجی توسعه فضاهای آموزشی مبتنی بر محیط زیست و مدارس سبز می‌تواند گامی بلند در جهت رسیدن به توسعه پایدار باشد، که حفظ محیط زیست کشوریکی از ارکان آن است.

روش انجام پژوهش: در فاز اول که شامل گردآوری اطلاعات می‌باشد از روش توصیفی-پیمایشی طی دو مرحله مطالعه میدانی و دفتری بهره گرفته شده است. و با بهره‌گیری پرسنل خبره و پرسشنامه‌ها تکمیل گردیده و بعد از دسته‌بندی وارد فاز دوم و تحلیل‌های کامپیوتری شده است. در این مرحله ۷ معیار اصلی شامل شاخص‌های انسانی، اجتماعی، کاربری اراضی، آموزشی، محیط زیستی، جمعیت و مدارس سبز استخراج گردیده. در فاز دوم با استفاده از سه رویکرد تصمیم‌محور شامل روش‌های فازی-پرامیته، فازی-مراتبی چندمعیاری و BWM، ضرایب و درجه اولویت عوامل و معیارهای ارزیابی تعیین شده است. ضرایب تاثیر بدست آمده از این رویکردها بعد از نرمال‌سازی؛ بصورت لایه-های مختلف اطلاعاتی وارد محیط GIS گردیده و نقشه‌های پتانسیل سنجی برای منطقه ۲ تهران تهیه شده است.

یافته‌های پژوهش: شاخص‌های محیط زیستی و آموزشی بالاترین امتیاز و سپس شاخص‌های کاربری اراضی و اجتماعی به ترتیب رتبه‌های بعدی را از آن خود کرده‌اند. برپایه نتایج حاصل می‌توان بیان نمود که در حال حاضر ۳ مدرسه سبز در این ناحیه وجود دارد که توانسته است بصورت کمر بند میانی منطقه ۲ را پوشش دهد.

نتیجه گیری: با تکیه بر دستاوردهای این تحقیق می‌توان دریافت که باید شاخص‌های مدارس سبز منطبق با شرایط اجتماعی، زیست محیطی و اقتصادی ایران بومی سازی شود و در صورت امکان الگویی جامع از توسعه مدارس سبز در منطقه ۲ تهران با تکیه بر سازگاری محیط و همچنین ایجاد تعامل با محیط زیست برای مناطق بدون پوشش (مورد نیاز) با همکاری سازمان محیط زیست، آموزش و پرورش تهیه گردد. هم چنین پایگاه داده‌ای جامع برای کل شهر تهران آماده‌سازی شود. علاوه بر آن ساخت مدارس زیست محیطی و یا تبدیل مدارس معمولی به مدارس سبز با توجه به بحران انرژی و گرمایش زمین در دستور کار سازمان توسعه و نوسازی مدارس قرار گیرد.

واژگان کلیدی: مدارس سبز، GIS، تحلیل سلسله مراتبی-فازی (AHP)، پرامیته، BWM

مقدمه

گسترش شهرنشینی و توسعه تمدن نوین شهری سبب گردیده تا مدیریت و برنامه‌ریزی در مباحث شهری بصورت جامعی مورد توجه متخصصین حیطه برنامه‌ریزی شهری باشد. امروزه در اثر شهرنشینی بدون برنامه نابسامانی‌هایی در استفاده از کاربری زمین از جمله کاربری‌های علمی و آموزشی؛ تجاری؛ اداری؛ مسکونی و... ایجاد شده است. این مسئله در کشورهای جهان سوم که هسته مدیریت پیوسته و منسجم وجود ندارد بطورکاملاً مشهودی قابل مشاهده است. از سوی دیگر عدم توجه به شرایط محیطی و مد نظر قرار دادن تعاملات اجتماعی با محیط زیست سبب می‌شود این فاصله بیشتر و بیشتر گردد. Cetin G., Nisan S. (2010) در میان کاربری‌های شهری، کاربری آموزشی به عنوان یکی از کاربری‌های عمومی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و می‌توان ادعا نمود که تا حد بسیار زیادی سایر کاربری‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد چه بسا امکان-سنجی، پهنه‌بندی و مدیریت نادرست این نوع از کاربری‌ها می‌تواند توسعه نابسامان شهری را تشدید نموده و در صورتی که این امر درست و اصولی انجام گیرد، ما را در تحقق اهداف طرح جامع شهری یاری خواهد نمود (Ramli et al ۲۰۱۲). بطورکلی مهمترین دستاورد اجتماعی و فرهنگی هر شهر که انسجام نسل-های آتی را در پی داشته و ارتقا کیفیت شهرنشینی را تضمین می‌کند، ساماندهی کاربری آموزشی در شهرها می‌باشد. عملکرد نامناسب و پراکنش غیراصولی کاربری چنین کاربری‌های در سطح شهر سبب کاهش توانمندی در مدیریت پهنه شهری و توسعه پایدار شهر می‌گردد. (میبودی و همکاران، ۱۳۹۵). از این روی بکارگیری رویکردهایی که امکان مدیریت پهنه و ساماندهی پهنه-های مختلف شهر را در طی اصول چشم‌انداز توسعه پایدار شهری دارا باشد همواره مورد توجه بوده است.

بیان مسئله

مدارس سبز یکی از رویکردهای نوین در مدیریت کاربری‌های آموزشی بشمار می‌روند که با اولویت تعاملی با محیط زیست بنا گردیده‌اند. این مدارس با مدنظر قرار دادن تمامی اعضای ضوابط و استانداردهای محیط زیستی درگیر در فضاهای آموزشی، اقدام به آموزش مهارت‌های زیست محیطی پرداخته و در تأسیس مدرسه نیز تمامی اصول رعایتی محیط زیست مدنظر بوده است (Olsson et al 2019) مدارس سبز با نیل به اهداف

آموزشی هدفمند با ترکیب کردن دانش‌های بومی و جهانی به چارچوبی نظام‌مند و متناسب با اسناد بالادستی سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس، به عنوان نقشه راه نظام آموزشی در توسعه پایدار؛ بنا گردیده است. پیاده‌سازی چنین مدرسی امکان افزایش کیفیت آموزش تعاملی را ارائه می‌نماید. بنابراین ایجاد مدارس سبز هم جنبه‌های عملیاتی درون مدرسه‌ای همچون افزایش فضاهای سبز متناسب با شرایط محیطی، استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر، کاهش مصرف انرژی، مدیریت پسماندها، بازیافت و مدیریت پهنه آب و حمل‌ونقل را در برمی‌گیرد و هم جنبه‌های نظری آموزش و پرورش دانش آموزان و اولیای آنها و تعمیم این اصول به جامعه به عنوان شیوه جدید زندگی را مدنظر قرار می‌دهد (Zhao et al ۲۰۱۹). با این که در کشور ایران مشکلات بسیاری پیش روی چنین رویکردهای می‌باشد، نبود مکان‌یابی‌های مناسب، مدیریت نادرست، عدم استقرار مراکز آموزشی مبتنی بر فعالیت و عملکرد، عدم سازگاری با شرایط محیط شهری، مکان‌یابی نامناسب، تغییرات کاربری‌های دیگر به کاربری‌های آموزشی بدون توجه به شرایط شهری و محیط و... این مسئله بخصوص در زمینه عدم توجه به توزیع پهنه‌های آموزشی مناسب و اصولی مراکز آموزشی، موجب کاهش کارایی نظام آموزش، ایجاد مشکلات برای محصلین، تحمیل بار مالی مضاعف بر نظام آموزشی و خانواده‌ها گردیده و عامل بازدارنده در توسعه پایدار شهری می‌گردد (اسلامیه و همکاران، ۱۳۹۸).

در ارزیابی و امکان‌سنجی به منظور طراحی و مکان-یابی پهنه‌های آموزشی به عنوان یکی از کاربری‌های عمومی شهری مولفه‌هایی همچون شعاع عملکرد، در دسترس بودن، ابعاد تفکیکی، سازگاری کاربری، تناسب مکانی و... تاثیر قابل توجهی دارند که در این میان نقش طرح‌های کالبدی، سازگاری کاربری اراضی، نمای شهری و... اساسی و غیرقابل اغماض می‌باشد. در چنین ارزیابی‌های، سیستم اطلاعات جغرافیایی و نرم‌افزار ArcGIS^۱ کاربرد بسیار موفقی در زمینه برنامه‌ریزی کاربری‌های شهری، توسعه پهنه‌های مختلف، تهیه نقشه-های پایه و کاربردی دارد. این ابزار توانمند با دارا بودن قابلیت‌های مختلف تحلیل و پردازش‌های سریع و دقیق مکان‌یابی و جانمایی، کاربری‌های مناسب را مشخص نموده و عوامل دخیل در این مبانی را لحاظ می‌نماید (Zhao et al ۲۰۱۹). در این مطالعه با بکارگیری این ابزار ارزیابی اقدام به تحلیل و ارزیابی توسعه فضاهای

آموزشی در مناطق خاصی از تهران پرداخته شده است. بدین منظور از رویکردهای ارزیابی و اولویت‌بندی معیارهای موثر در توسعه فضاهای آموزشی بهره گرفته خواهد شد. در این راستا از رویکرد تحلیل فرآیندی فازی چندمعیاری (MCDMFuzzy) بصورت تلفیقی با Promethee که منطق تصمیم‌گیری چندمعیاری فازی است و تکنیک تصمیم‌گیری بهترین-بدترین (BWM)^۲ بهره‌گرفته می‌شود در نهایت نتایج بعد از تهیه توسط رویکردهای Promethee و (BWM) بصورت تحلیل سلسله مراتبی-فازی آماده گردیده و در GIS وارد می‌شود.

اهمیت و هدف پژوهش

باتوجه به تراکم شهری و مهاجرت‌پذیری شهرهای مختلف، پاسخگویی به نیازهای شهروندان باید عملکردها و کارکردهای مختلف شهری و کاربری‌های گوناگون را در خود داشته باشد، زیرا کاربری‌های شهری هر کدام به نوبه خود می‌تواند پاسخگوی نیازهای روزمره شهروندان باشد و بایستی هر عملکردی در مکان مناسب خود قرار گیرد تا کارایی بیشتری در رفع نیازمندی‌های مردم داشته باشد. هریک از عملکردهای شهری بسته به نوع کاربری شهری متغیر بوده و نیازمند مکانیابی، اجراء پوشش صحیح و... تحت توسعه نظام‌مند پایداری شهری می‌باشد. در نتیجه مکان قرارگیری آنها از یکسو متأثر از نیاز به فضا و از سوی دیگر تحت تأثیر مکانیسم شرایط محیطی شهری است. در این میان کاربری‌های آموزشی و مراکز آموزش بخصوص مدارس از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، بطوریکه تمامی کاربری‌های محیط شهری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین، دانش در زمینه توسعه فضاهای آموزشی می‌تواند در تدوین طرح ارزیابی کاربری زمین در سندهای چشم‌انداز و توسعه پایدار شهری بکار برده شود. از سوی دیگر، جایگزینی رویکردهای نوین آموزشی مانند مدارس سبز بجای روش‌های سنتی متداول می‌تواند در ایجاد هدف‌مندی آموزشی مناطق شهری کمک شایانی داشته باشد. این مسئله نیز بر روی نظام‌مندی برنامه‌ریزی شهری به لحاظ اقتصادی، اجتماعی و مدیریتی بسیار پر اهمیت است.

در ارتباط با ارزیابی توسعه و مکان‌یابی فضاهای آموزشی، پژوهش‌های مختلفی توسط محققین گوناگون در سراسر دنیا انجام شده که عموماً در برگیرنده مباحث مکان‌یابی و کاربری اراضی می‌باشد. در سطوح بین‌المللی در رابطه با مدیریت و جانمایی ساختاری فضاهای آموزشی، سازمان یونسکو^۴ طی تحقیقات گسترده‌ای

سطوح مختلف حوزه نفوذ هر یک از مدارس در نقاط شهری را بر اساس فاصله و زمان تعیین نموده و مناطق کمبود و مازاد مدارس با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی تعیین و با تحلیل‌های شبکه، مسیرهای پهنه برای دسترسی به فضاهای آموزشی مشخص کرده است. با این حال هنوز مسئله نگرش‌های زیست محیطی بصورت مستقل در کارگروه آموزش وارد نگردیده است (et al. Zhao, 2019). در سال ۱۹۷۲ برگزاری اولین کنفرانس جهانی سازمان ملل متحد در استکهلم، توجه و نگرانی گسترده‌ی جهانیان را نسبت به مسئله‌ی تخریب محیط زیست به خود جلب کرد و با تصویب بیانیه‌ی محیط زیست، ۱۱۳ کشور جهان به نقش آموزش و آگاه کردن مردم و شناساندن موضوعات زیست‌محیطی به آنان تاکید ورزیدند. در سال ۱۹۷۵ میلادی به منظور پیگیری کامل توصیه‌های کنفرانس استکهلم در زمینه‌ی نقش آموزش، کارگاه بین‌المللی آموزش مبتنی بر محیط زیست و توسعه‌ی یونسکو در بلگراد یوگسلاوی تشکیل شد و در این کارگاه اصول و خطوط برنامه‌ی جهانی آموزش محیط زیست تهیه گردید (et al., 2019 Olsson).

در اصل لازم است ارزیابی و تجزیه و تحلیل به عنوان جزئی از فرایند برنامه‌ریزی و تدوین طرح‌های کاربری اراضی شهری در بطن طرح‌های شهری و نگرش-های شهرسازی نوین قرار گیرد تا رفاه هرچه بیشتر ساکنان از طریق اصلاح اشتباهات، مطابق با نیازهای آنان تأمین شده و از خسارت و زیان‌های احتمالی بر جامعه از این بابت جلوگیری می‌شود. با این حال هرگونه عدم سازگاری در برنامه‌ریزی‌ها می‌تواند سبب گسستگی در برنامه‌ها شده و ناسازگاری‌های بیشتری را سبب می‌شود. در این مطالعه با مدنظر قرار دادن چنین حساسیتی بر روی فضاهای آموزشی، ارزیابی و تحلیلی برای توسعه فضاهای آموزشی نوین مانند مدارس سبز برای منطقه ۲ تهران مورد بررسی قرار گرفته است. در منطقه مورد بررسی، به دلیل دارا بودن بافت متراکم و گسترش بدون برنامه، جانمایی برای کاربری‌های مختلف انجام شده است. این مسئله در کاربری‌های آموزشی و تراکم نامناسب مدارس نیز به چشم می‌خورد. از سوی دیگر کمبود اطلاعات مناسب و تناسب فضاهای آموزشی بخصوص فضاهای آموزشی سبز از جمله سایر مشکلات منطقه بشمار می‌آید. این مسئله سبب گردیده تا تمرکز بر روی جانمایی و پتانسیل سنجی فضاهای آموزشی سبز در منطقه مورد بررسی مورد توجه این پژوهش باشد.

ادبیات پژوهش

ذاتی دانش آموزان به عناصر مختلف طبیعت، ادراک و فراگیری به روش‌های مختلف از تجربه، درک و شهود و تعامل مستقیم دانش آموزان با محیط زیست طبیعی گرفته تا برنامه‌های آموزشی سازمان یافته در حیطه شناختی، عاطفی و روانی- حرکتی به دنبال تغییرات تدریجی باور و رفتار دانش آموزان و در نهایت تغییرات بنیادی و پایدار در رفتار و شکل گیری اخلاق محیط زیستی آنها هستند. آرمان مدارس جامع محیط زیستی، پرورش نوجوانانی است که هم از حقوق محیط زیستی خویش آگاه گردند و هم بدانند که به عنوان یک انسان یا جاندار خردمند، چه باید‌ها و نبایدهایی در برابر زیست بوم و حفظ موهبت‌های طبیعی بر عهده دارند؛ دانستگی دوسویه‌ای که سبب می‌شود تا یادگیرندگان در چنین مدرسی، نوجوانانی اخلاق مدار و برخوردار از سواد محیط زیستی بوده و بتوانند به بهترین شیوه‌ی تعامل با محیط‌زیست خود یاد بگیرند (Veselinovska., 2010).

پیشینه تحقیق

الف) پیشینه تحقیق داخل کشور:

صالحی و رضاعلی (۱۳۸۴) ساماندهی فضایی مکان- های آموزشی مقطع متوسطه شهر زنجان را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام داده و الگوی مطلوب برای سامان بخشی واحدهای آموزش مقطع متوسطه پسرانه شهر زنجان را ارائه و راه‌کارهایی برای دسترسی جمعیت دانش آموزی به نواحی فاقد دسترسی پیشنهاد نموده‌اند (صالحی و رضاعلی، ۱۳۸۴).

تقوایی و رخشانی‌نسب (۱۳۸۵) در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی مکان‌گزینی مدارس متوسطه و پیش دانشگاهی شهر اصفهان از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه برای سنجش تعاملی مکان‌گزینی وضع- موجود مدارس بهره گرفته و به این نتیجه رسیده‌اند که رابطه مکان‌گزینی وضع- موجود فضاهای آموزشی با معیارهای مکان‌یابی، اختلاف زیادی دارد (تقوایی و رخشانی‌نسب، ۱۳۸۵).

صالحی و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از GIS اقدام به ارائه طرح ساماندهی فضاهای مکانی آموزشی برای مقاطع متوسطه شهر زنجان نموده است. این محققین طی ارائه الگوی مطلوب برای ساماندهی بخشی از واحدهای آموزشی مقطع متوسطه پسرانه شهر زنجان، راه‌کارهای دسترسی اصولی دانش‌آموزان نواحی فاقد دسترسی بویژه نیمه‌شمالی شهر را به مدارس و همچنین ساماندهی نوسازی مدارس واقع در مرکز شهر را پیشنهاد نمودند (صالحی و همکاران، ۱۳۸۶).

امروزه یکی از بزرگترین دغدغه‌ها در مدیریت کلانشهرهای جهان مسائل مختلف زیست‌محیطی است. مشکلاتی از قبیل آلودگی هوا، مدیریت پسماندهای شهری، آلودگی منابع آب و مصرف بی‌رویه انرژی در اغلب موارد ناشی از عدم آگاهی شهروندان از رفتار صحیح شهروندی است. از سوی دیگر، عموماً راهکارهای رفع بحران‌های زیست‌محیطی بدون حساسیت و مشارکت شهروندان بی‌اثر مانده و یا حتی با مقاومت اجتماعی روبرو می‌گردد. بدین ترتیب، می‌توان با اطمینان بیان کرد که تنها راهکار ریشه‌ای و اساسی در حل مسائل زیست‌محیطی و ارتقاء سطح محیط‌زیست جوامع، آموزش و فرهنگ‌سازی شیوه صحیح زندگی شهروندی است و از همین رو، جامعه جهانی بر آموزش به عنوان بعد سوم توسعه پایدار تاکید می‌نماید (Giannopoulou et al., 2019).

مدرسه سبز^۵ یک برنامه بین‌المللی است که از سال ۱۹۹۴ توسط بنیاد آموزش محیط زیست^۶ که یک سازمان بین‌المللی غیرانتفاعی است راه اندازی گردیده است. این برنامه در ۶۹ کشور از جمله ایران اجرا می‌شود. هدف از این برنامه افزایش آگاهی دانش‌آموزان نسبت به مسائل محیط‌زیستی از طریق درگیر نمودن آنها در رویدادهای کلاسی، مدرسه و اجتماعی سبز است. دانش‌آموزان به همراه معلمان خود در قالب گروه‌های محیط زیستی در فرایند ترویج مدیریت محیط زیست در مدارس مشارکت می‌کنند. این گروه‌ها مدیریت محیط زیست را در مدرسه مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و ضمن اصلاح برنامه آموزشی مدرسه خود، تجربه‌های خود را با جوامع محلی و همسایگان در میان می‌گذارند. مدرسی که موفق به اجرای این برنامه شوند پرچم سبز را دریافت می‌کنند. مدارس سبز در دنیا با واژگان دیگری همچون «مدارس سالم»، «مدارس پایدار» و «مدارس» دارای عملکرد بالاتر نیز شناخته شده‌اند. در ایران نیز در پی هماهنگی‌های به عمل آمده بین وزارت آموزش و پرورش و سازمان حفاظت از محیط‌زیست در رابطه با ضرورت و بهره‌برداری پایدار از منابع و حفظ محیط- زیست و نگرش زیست‌محیطی به توسعه، طرح مدارس جامع محیط زیستی در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته و جامع به معنی آن است که در این مدارس تمامی جنبه‌های آموزشی، پرورشی، سلامت، ایمنی و ساختاری باهم مدنظر قرار می‌گیرند. مدارس جامع محیط‌زیستی (مدارس جم) با بهره‌گیری از گرایش‌های

تقی‌پور و همکاران (۱۳۹۷) تأثیر چندرسانه‌ای آموزش محیط زیست بر میزان یادگیری و انگیزش پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان پایه سوم در مدارس سبز تهران را مورد ارزیابی قرار داده و با بکارگیری رویکرد تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل آماری؛ معیارهای اصلی در این زمینه را شناسایی و ارائه نمودند (تقی‌پور و همکاران، ۱۳۹۷).

بارشادت و همکاران (۱۳۹۸) طی مقاله‌ای با استفاده از روش تحقیق توصیفی-تحلیلی و ترکیبی از روش‌های زمینه‌یاب و تحلیل محتوا و مقایسه‌ای مبتنی بر تکنیک AHP ۷ مؤلفه و ۴۶ شاخص که ۱۹ شاخص تحت تأثیر عوامل محیطی قرار داشته را تعریف نموده‌اند که در پیاده‌سازی مدارس سبز باید در مدارس کشور پیاده سازی گردد (بارشادت و همکاران، ۱۳۹۴).

کریمی (۱۳۹۸) به بررسی عوامل جامعه شناختی مؤثر بر رفتار زیست‌محیطی (با تکیه بر رفتار مصرف آب) در شهر زنجان پرداخت. نتایج تحقیق حاکی از آن بود که رفتار مصرف آب از عواملی نظیر دانش زیست محیطی، آگاهی در مورد مصرف آب، نگرش زیست-محیطی، نگرش نسبت به مصرف آب و میزان دینداری افراد تأثیر می‌پذیرد (کریمی، ۱۳۹۸).

ب) پیشنهاد تحقیق خارج از کشور:

کارلو^۷ (۲۰۱۰) در پژوهشی با عنوان «آموزش زیست محیطی به عنوان یک واسطه برای انتقال یادگیری در کودکان» که به روش نیمه‌تجربی بر روی ۴۵ کودک پایه سوم انجام داد، به این نتیجه رسید که کودکانی که با یک برنامه درسی و روش تدریس مناسب از جانب مربیان و با هدف آموزش آموزه‌های زیست-محیطی قرار گرفته‌اند، از نظر دانش، نگرش و رفتار نسبت به گروه کنترل، به رشد قابل توجهی دست‌یافته بودند (Carole, 2010).

گوردون (۲۰۱۰) با معرفی نتایج و دستاوردهای پیاده‌سازی مدارس سبز به منظور جایگزینی و مکان‌یابی، اولویت ساخت را برای فضاهای آموزشی بصورت سازگار با محیط‌زیست دانسته است. ایشان بیان داشت برای مکان‌یابی ساختمان‌هایی که با دوره عمر ۵۰ تا ۶۰ سال می‌باشند، تأثیرات زیست‌محیطی آنها بر محیط قابل توجه است. همچنین بسته به نوع کاربری آن‌ها می‌تواند عواقب بسیاری را نیز بهمراه داشته باشد. نتایج حاصل از این مطالعه که شرایط مهم بر اجرای مناسب مدارس سبز در ایالات متحده را مورد بررسی قرار داده است؛ مشخص

شعاعی و عسکری (۱۳۸۸) طی انجام مطالعه‌ای مبتنی بر آسیب‌شناسی کاربری آموزشی برای مقطع دبیرستان شهر ایلام، از ابزار GIS استفاده نمودند. ایشان در مقاله خود با توجه به قابلیت‌های این ابزار بر تحلیل عاملی و همچنین ارزیابی موقعیت کاربری‌ها، شعاع دسترسی و آستانه جمعیتی را برای این مقطع از شهرستان مورد ارزیابی قرار دادند. در این راستا با توجه به معیارهای ارزیابی کاربری اراضی (ماتریس سازگاری، مطلوبیت و ظرفیت)، توزیع ناموزون فضاهای آموزشی و مکان‌یابی نامناسب آن‌ها را عاملی برای بحران‌های مدیریت شهری نشان داده است (شعاعی و عسکری، ۱۳۸۸).

فرهادی و همکاران (۱۳۹۱) طی پژوهشی تحت عنوان تجزیه و تحلیل توزیع فضایی و مکان‌یابی مدارس منطقه ۶ شهر تهران با استفاده از GIS، مکان‌گزینی مدارس ابتدایی منطقه ۶ تهران مورد ارزیابی قرار گرفته و به این نتیجه رسیده‌اند که مکان اکثر ساختمان‌های آموزشی دولتی مقطع ابتدایی در منطقه مورد مطالعه با معیارهای مورد نظر مطابقت زیادی ندارد، همچنین نتایج تحقیق نشان می‌دهد که با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌توان امکانات مناسبی برای تجزیه و تحلیل وضع فعلی مدارس فراهم آورد و با توجه به معیارهای تاسیس مدرسه، مکان‌هایی را که با کمبود یا تراکم فضای آموزشی مواجه‌اند تشخیص داد (فرهادی و همکاران، ۱۳۹۱).

محمدی و همکاران در سال ۱۳۹۱ با مدنظر قرار دادن توزیع ناعادلانه فضاهای آموزشی در شهر کازرون، اقدام به تعیین مکان‌های مناسب و انتخاب بهترین گزینه در اجرای فضاهای آموزشی دوره راهنمایی با استفاده از روش‌های GIS. تحلیل سلسله مراتبی و مدل هم‌پوشانی شاخص‌ها (IO) نمودند. این محققین با استفاده از تکنیک AHP، شش معیار اصلی طراحی را برای مکان-یابی بیان داشتند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱).

ستارپور (۱۳۹۲) از رویکرد سلسله مراتبی فازی (FAHP) برای مکان‌یابی مدارس ابتدایی شهر بندرعباس با مد نظر قرار دادن دسترسی کل شهر به مدارس برابر دستورالعمل‌های موجود، استفاده نمود. این محقق با تعیین مناطق کمبود و لحاظ نمودن عوامل شهری مناسب در مکان‌یابی مناطق جدید آموزشی بهره گرفته و عواملی چون راه‌های دسترسی، مناطق ویژه، کاربری‌های عمومی و... را به عنوان مبنای تحقیق خود قرار داده است (ستارپور، ۱۳۹۲).

چندرسانه‌ای تولید شده توسط نرم‌افزار فلش نسبت به روش سنتی در میزان یادگیری مؤثرتر و رضایت بیشتری را از یادگیری به همراه است (Wang, 2010).

وانگ و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از منطق فازی اقدام به ارزیابی پارامتریک ساختمان‌های سبز و برآورد میزان موفقیت بکارگیری دستورالعمل‌های کاربری سازگار با محیط‌زیست برای بهبود شرایط موجود در مغولستان نموده است. این محققین با معرفی توانمندی‌ها و قابلیت‌های ساختارهای سبز در ایجاد کاربری‌های تمامی، بیان داشتند که منطق فازی یکی از موفق‌ترین روش‌ها در تحلیل مکانی و پتانسیل‌سنجی است (Wang et al., 2011).

المنسن و هورتن^۹ (۲۰۱۱) پژوهشی تحت عنوان چندرسانه‌ای انگیزشی: بررسی انگیزش و یادگیری دانش آموزان هنگام استفاده از چندرسانه‌ای در محیط یادگیری غنی‌شده انجام داده‌اند. آنها به بررسی تأثیر محیط چندرسانه‌ای روی یادگیری و انگیزش علوم دانش‌آموزان پایه ششم و رابطه بین انگیزش و یادگیری آنها پرداختند. تحلیل داده‌ها نشان داد که یادگیری و انگیزش دانش‌آموزان بطور معناداری از پیش‌آزمون افزایش می‌یابد. همچنین رابطه مثبتی بین نمره انگیزش و یادگیری آنها دیده شد (Olmanson and Horton, 2011).

ژانت و همکاران (۲۰۱۴) با ارزیابی میدانی و رویکرد پرسشنامه‌ای و شهودی برای مقاطع ۵ام تا ۸ام راهنمایی برای دروس مانند ریاضی، هنر، زیست‌شناسی بصورت تلفیقی در مدارس سبز نشان دادند که آموزش سبز جایگاه مناسب‌تر و نتایج بهتری را به لحاظ آموزش نسبت به مراکز آموزشی سنتی دارد. این محققین به منظور ارزیابی خود از روش تحلیل AHP بهره‌گرفته‌اند (et Ghent al., 2014).

ریکینسون و همکاران (۲۰۱۶) طی مقاله‌ای با مطرح نمودن سوالی تحت عنوان «چه پارامترهای در مدارس سبز تاثیرگذار است و ما از کجا بدانیم؟»، اقدام به ارزیابی پارامترها و عوامل درگیر در توسعه پایدار مدارس و فضاهای آموزشی سبز در ایالت ویکتوریا در استرالیا نمودند. این محققین با مراجعه و تبیین برنامه مدارس پایدار و سازگار با محیط‌زیست، تاثیر و اهمیت پارامترهای تعاملی با اکوسیستم را در محیط زیست، برنامه‌های آموزشی، دستاوردها و کارکردهای شهری را نسبت به پیاده‌سازی مدارس مورد توجه قرار داده و طی اولویت‌بندی پارامتریک و تعیین خصوصیات موثر نقش

گرفته‌ده که هرچه میزان تعامل با اکوسیستم در مدارس سبز به لحاظ آموزش، تاسیسات، طراحی‌ها، مدیریت انرژی و... بالا باشد؛ دستاوردهای بهتری را سبب می‌گردد (Gordon, 2010).

سارمنتو و توماس (۲۰۱۰) طی مقاله‌ای از رویکرد واکاوی سلسله‌مراتبی برای شناسایی و مکان‌سنجی ساختمان‌هایی با کاربری سبز استفاده نمودند. ایشان با تعریف معیارها و اولویت‌های سنجش تعاملی با محیط زیست، اقدام به شناسایی موقعیت‌های مناسب با همپوشانی برای ساختمان‌های سبز نموده است (Sarmiento and Thomas, 2010).

کتین و ناینس^۸ (۲۰۱۰) پژوهشی را با عنوان افزایش آگاهی زیست‌محیطی دانش‌آموزان انجام داده‌اند که هدف از آن بررسی تأثیر روش‌های جدید در برنامه‌ی درسی زیست‌شناسی بر میزان آگاهی‌های دانش‌آموزان می‌باشد. روش این پژوهش از نوع آزمایشی نیمه‌تجربی و جامعه آماری آن دانش‌آموزان پایه‌ی نهم شهر بالیکسیر (یکی از استان‌های ترکیه) بود. پس از آموزش گروه آزمایش و کنترل در طول ۵ هفته، نتایج نشان داد که روش‌های جدید آموزشی در بالا بردن آگاهی‌های زیست-محیطی دانش‌آموزان از روش‌های سنتی موثرتر است (Cetin and Nisan, 2010).

وانگ (۲۰۱۰) در پژوهشی که با عنوان «مزایای چندرسانه‌ای آموزش مهارت» صورت گرفت، بیانگر این مطلب است که استفاده از فناوری‌های چندرسانه‌ای در آموزش و پرورش معلمان قادر است به نتیجه‌نهایی شبیه‌سازی و کمک به دانش‌آموزان در بکارگیری دانش آموخته شده از کتاب‌های درسی بپردازد و نتیجه این فناوری‌ها برای جبران کمبود روش‌های سنتی ضروری است. این مطالعه به منظور توسعه یادگیری تدریس پلت فرم آنلاین با استفاده از منابع چندرسانه‌ای فلش، فراهم کردن ویژگی‌های تعاملی و یکپارچه کردن در روابط کاری آسان، به طراحی کمک کامپیوتر در این مطالعه از طریق پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل استفاده شده است. در این آزمون‌ها شناخت حرفه‌ای مورد استفاده دانش‌آموزان، عامل شناخت مهارت‌ها، سطح رضایت از یادگیری در طول فرآیند یادگیری مورد آزمون قرار گرفته است. تفاوت معناداری بین گروه‌های آزمایشی و کنترل در مورد شناخت حرفه‌ای و یا عمل شناخت یافت شده است. تفاوت معنی‌دار در رضایت از یادگیری، نشان می‌دهد که در گروهی که با روش سنتی آموزش دیده‌اند بوده است. نتایج بیانگر این مطلب است که

گائو و همکاران (۲۰۱۹) طی مقاله‌ای نقش ساختارها و استراتژی‌های سازگار با محیط زیست را برای چین مورد بررسی قرار دادند. ایشان با بکارگیری رویکرد تلفیقی SWOT-AHP مبتنی بر تحلیل فرآیندی سلسله مراتبی و تکنیک سنجش فرصت‌ها و تهدیدها، موانع و شرایط پیش روی اجرای کاربری‌های سبز را مورد توجه قرار دادند (Guo et al., 2019).

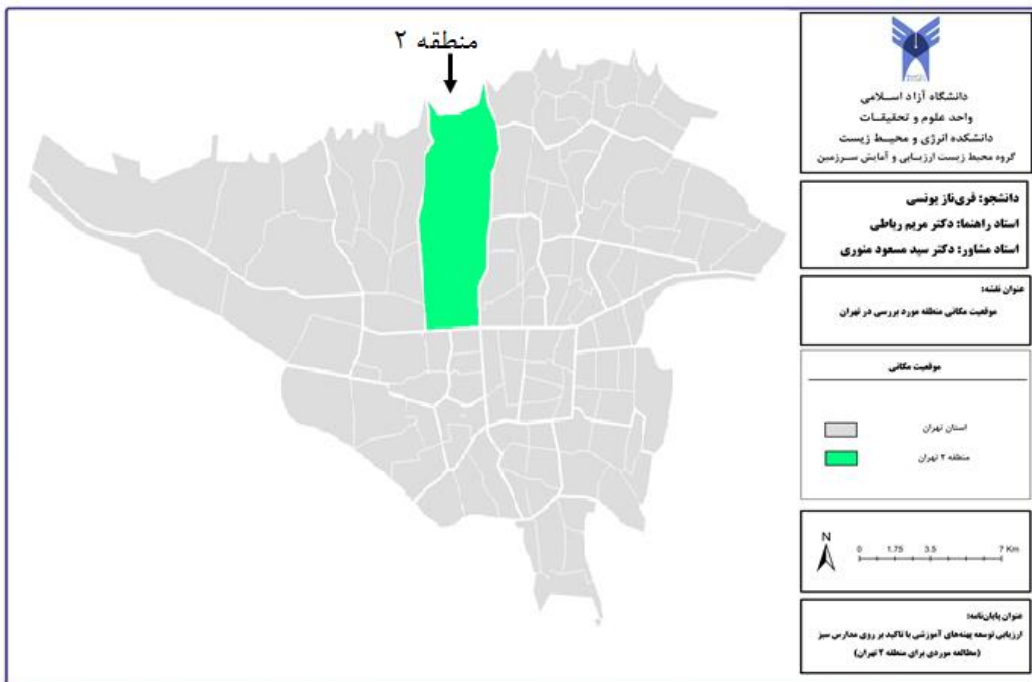
منطقه مورد مطالعه

منطقه ۲ تهران یکی از مناطق شهری تهران است که در شمال شرقی میدان آزادی؛ از مرکز تا شمال تهران ادامه دارد. این منطقه از جنوب به خیابان آزادی، از غرب به بزرگراه اشرفی اصفهانی و بزرگراه محمدعلی جناح و از شرق به بزرگراه شهید چمران محصور است. منطقه ۲ شامل محله‌های پونک، آریاشهر (صادقیه)، شهرآرا، ستارخان، فرحزاد، گیشا، شهرک ژاندارمری (مرزداران)، شهرک غرب، سعادت آباد و طرشت می‌شود. منطقه ۲ دارای ۲۱ محله و ۹ ناحیه می‌باشد. شکل (۲) موقعیت مکانی منطقه مورد بررسی را نشان داده است. جمعیت این منطقه براساس سرشماری سال ۱۳۹۵ ایران، ۷۰۱،۳۰۳ نفر (۲۳۹،۷۴۲ خانوار) شامل ۳۴۳،۰۳۳ مرد و ۳۵۸،۲۷۰ زن است (سبزیلیان و همکاران، ۱۳۹۰).

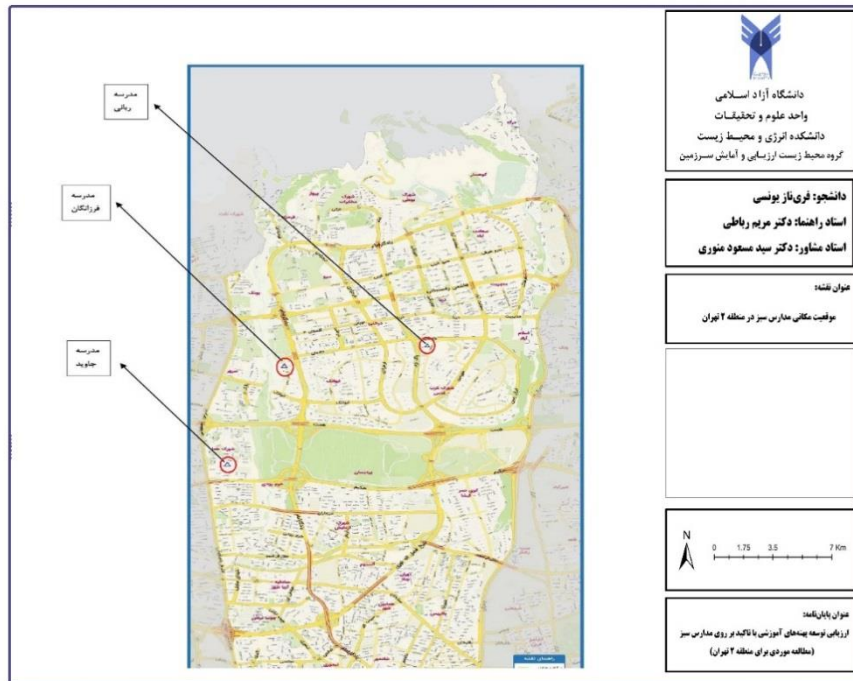
هر کدام را مورد ارزیابی قرار دادند (onRickins et al., 2016).

ایوان و همکاران (۲۰۱۸) با مطالعه جامع بر روی ایالت بالی در هنگ‌کنگ، اقدام به شناسایی و تعریف خصوصیات مدارس سبز و امکان‌سنجی پیاده‌سازی این مدارس در ایالت مذکور پرداختند. این محققین با در نظر گرفتن دوره پیش دبستانی و دانش‌آموزان در محدوده سنی ۵ تا ۷ سال، معیارهای لازم برای پیاده‌سازی مدارس سازگار با محیط‌زیست و نقش آموزش زیست-محیطی را بر روی معیارها با رویکرد تحلیل سلسله مراتبی وزن‌دار مورد ارزیابی قرار دادند (al et Iwan, ۲۰۱۸).

سامانلی‌اگلو (۲۰۱۹) طی مطالعه‌ای تأثیرات پتانسیل‌سنجی مربوط به سبزی‌سازی ساختارها و تغییرات کاربری سنتی را به کاربری‌های سبز مورد توجه قرار داد. این محقق با بکارگیری رویکرد تلفیقی Fuzzy AHP- VIKOR اقدام به تحلیل فرآیندی و تعریف استراتژی‌های مدیریتی و اجرایی مبتنی بر واکاوی فازی پارامترهای مطرح در سازگاری کاربری‌های شهری برای فضاهای آموزشی استانبول نموده است (Samanlioglu, 2019).



شکل ۲: موقعیت مکانی منطقه ۲ در تهران
(منبع: سایت شهرداری منطقه ۲)



شکل ۳: موقعیت مکانی مدارس سبز موجود در منطقه ۲
(منبع: سایت شهرداری منطقه ۲)

روش پژوهش

سیستم پرامیته-فازی: روش پرامیته یکی از روش‌های فرارتابه‌بندی که توسط برانز و همکاران طی سالین مختلف از ۱۹۸۴ تا ۱۹۸۶ ارائه گردیده است. این روش نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری دارای مفروضات کمتری بوده؛ نیازمند برآورد مطالعات میدانی جامع‌تری می‌باشد. به لحاظ مبنایی فهم و کاربرد این روش به مراتب آسان‌ترین رویکرد در بین تصمیم‌گیری‌های چندمعیاری است. این روش برای مسائلی با چندگزینه محدود و تعدادی معیار گاه متضاد، مناسب است، از این رو در گروه روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه قرار می‌گیرد. با این حال محدودیت برای گزینه‌های ارزیابی یک اهمیت بوده که این مسئله به عنوان یکی از معایب این روش به‌شمار می‌آید. به باور ماکاریس و همکاران (۲۰۰۴) به کارگیری پرامیته مستلزم در اختیار داشتن اطلاعاتی درباره اهمیت (وزن) نسبی معیارها و تابع ترجیح تصمیم‌گیرندگان است. در این روش، از توابع ترجیحی مختلفی برای مقایسه سهم گزینه‌ها در هر شاخص استفاده می‌شود. پرامیته با ارائه این توابع ترجیحی، فرصت دستیابی به تعریفی واقعی‌تر از معیارهای تصمیم را فراهم می‌آورد. این موضوع، سبب گردیده در تصمیم‌گیری‌ها اطلاعات ورودی باید جامع باشد، کمبود اطلاعات ورودی سبب ایجاد عدم قطعیت-

شکل (۳) موقعیت مکانی مدارس سبز موجود در منطقه ۲ را نشان داده است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌گردد، ۳ مدرسه سبز بنام‌های مدرسه سبز ربانی، مدرسه فرزنانگان و مدرسه جاوید در منطقه ۲ موجود می‌باشد. بطور کلی کل مدارس موجود در شهر تهران ۲۲۶۹ مدرسه می‌باشد که در مقاطع پیش دبستانی- ابتدایی- متوسطه دوره اول و دوم - هنرستان فنی حرفه ای- هنرستان کار و دانش برای پسران و دختران دسته‌بندی شده است. از این میان ۲۰۰ مدرسه در منطقه ۲ تهران ثبت گردیده است. از میان ۲۲۶۹ مدرسه شهر تهران ۱۲ مدرسه سبز وجود دارد که از این میان سهم منطقه ۲، سه مدرسه سبز می‌باشد. مدرسه ربانی به طور شاخص در منطقه ۲ و در بین تمام مدارس در کشور رتبه برتر را از نظر شاخص‌های محیط زیستی دارا می‌باشد. اولین نیروگاه فتو ولتائیک که به صورت صفحات خورشیدی در این مجموعه احداث گردیده است که علاوه بر استفاده روزانه، سالانه چندین مگاوات برق نیز به شبکه سراسری کشور اهدا می‌کند دلیلی متقن و محکم برای توسعه این مدارس در تهران و سراسر ایران می‌باشد.

جریان خروجی، برابر با مجموع مقادیر پیکان‌هایی است که از یک گره (گزینه) خارج می‌شوند. بنابراین معیاری را برای نمایش برتری این گره بر سایر گره‌ها در اختیار قرار می‌دهد.

- گام پنجم: به عنوان معیار سنجش ضعف گزینه $a_t \in A$ ، جریان ورودی به این گزینه را به شرح رابطه (۳-۱۰) می‌باشد.

$$\Phi^-(a_t) = \frac{1}{T-1} \cdot \sum_{\substack{t'=1 \\ t' \neq t}}^n \pi(a_t, a_{t'}) \quad \text{رابطه (۳)}$$

جریان ورودی برابر با مجموع مقادیر پیکان‌هایی است که به یک گره وارد می‌شوند. بنابراین معیاری را برای نمایش برتری سایر گره‌ها بر این گره در اختیار قرار می‌دهد.

- گام ششم: با توجه به جریان‌های ورودی و خروجی به هر گزینه، آنها را رتبه‌بندی کنید. اصولاً، هر چه جریان‌های خروجی از یک گزینه بیشتر از جریان‌های ورودی به آن گزینه باشد، رتبه آن گزینه بالاتر خواهد بود. این مسئله توسط رابطه (۳-۱۱) قابل بیان است.

$$\Phi(a_t) = \Phi^+(a_t) - \Phi^-(a_t) \quad \text{رابطه (۴)}$$

اگرچه روابط فوق در رتبه‌بندی کامل توسط نسخه-های ۱ و ۲ پرامیته قابل استفاده می‌باشند، اما وجود عدم قطعیت در توسعه تابع ترجیح و همچنین گزینش معیارها؛ انتخاب بهینه و اولویت‌بندی مناسب را دچار خطا می‌نماید. در این راستا از منطق فازی بهره گرفته شده است، بطوریکه هرکدام از عوامل بصورت جداگانه وارد مراحل فازی‌سازی، تحلیل و استنتاج، غیرفازی‌سازی گردیده و در نتیجه میزان عدم قطعیت‌ها بصورت قابل توجهی کاسته می‌گردد. بدین منظور از ماژول وجعبه ابزار فازی در نرم‌افزار متلب استفاده شده است. نتایج حاصله می‌تواند بصورت لایه‌های اطلاعاتی در نرم‌افزار GIS وارد گردیده و نقشه‌های پتانسیل و توسعه مورد نظر استخراج گردد.

های فراوانی در تحلیل می‌گردد که این مسئله نیز در جای خود به عنوان یک عیب بشمار می‌آید اما بکارگیری منطق فازی در کاهش این عدم قطعیت‌ها یک مزیت قابل توجه منطق فازی بوده که توانسته بصورت تلفیقی نقش قابل توجهی در بهبود تصمیم‌گیری توسط مدل‌های پرامیته را فراهم نماید. (Balin and Baracli, 2018).

پیاده‌سازی به روش پرامیته-فازی بصورت گام‌های زیر صورت می‌پذیرد:

- گام اول: به ازای هر معیار j ، تابع ترجیح $p_j(d)$ تعیین می‌گردد.

- گام دوم: بردار اهمیت نسبی $W^T = (w_1, w_2, \dots, w_k)$ را برای معیارها تعریف نموده و اگر اهمیت معیارها یکسان باشد، درایه‌های این بردار برابر خواهند بود. البته، لزومی به نرمال بودن مقادیر بردار اهمیت نسبی $(\sum_{k=1}^K w_k = 1)$ نمی‌باشد.

- گام سوم: به ازای هر زوج-گزینه $a_t, a_{t'} \in A$ ، رابطه فرارته‌بندی π را بصورت زیر تعریف می‌گردد:

$$\pi = \begin{cases} A \times A \rightarrow [0,1] \\ \pi(a_t, a_{t'}) = \sum_{k=1}^K w_k \cdot [p_k(f_k(a_t)) - f_k(a_{t'})] \end{cases} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه فوق، $\pi(a_t, a_{t'})$ شاخصی که شدت ارجحیت گزینه a_t بر گزینه $a_{t'}$ را از تصمیم‌گیرنده، ضمن توجه همزمان به همه معیارهای تصمیم‌گیری نشان می‌دهد. اصولاً این شاخص برابر با میانگین موزون توابع ترجیح $p_j(d)$ است و می‌توان آن را روی نموداری موسوم به نمودار ارزش فرارته‌بندی^{۱۱} نمایش داد.

- گام چهارم: به عنوان معیار سنجش قدرت گزینه $a_t \in A$ ، جریان خروجی از این گزینه را به شرح رابطه (۳-۹) می‌باشد.

$$\Phi^+(a_t) = \frac{1}{T-1} \cdot \sum_{\substack{t'=1 \\ t' \neq t}}^n \pi(a_t, a_{t'}) \quad \text{رابطه (۲)}$$

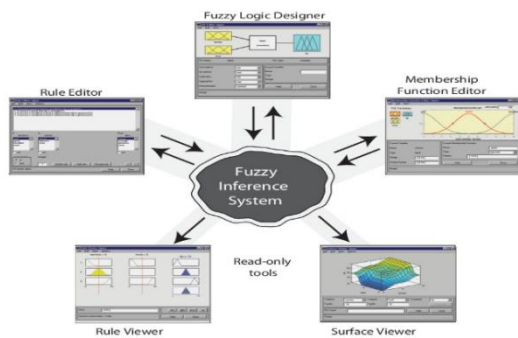
جدول ۱: توصیف پنج ارزش زبانی برای مدل فازی-پرامیته

ماتریس مبنای فازی	توصیف ارزش زبانی	ردیف
(۴، ۵، ۶)	شاخص خیلی بالا (VHI)	۱
(۳، ۴، ۵)	شاخص بالا (HI)	۲
(۲، ۳، ۴)	شاخص متوسط (MI)	۳
(۱، ۲، ۳)	شاخص پایین (LI)	۴
(۰، ۱، ۲)	شاخص خیلی پایین (VLI)	۵

جدول ۲: ماتریس پایه وزن‌دهی معیاری توسط رویکرد فازی-پرامیته

معیار / شاخص	انسانی	اجتماعی	کاربری اراضی	آموزشی	زیست محیطی	جمعیت	مدارس سبز
انسانی	(۱،۱،۱)	(۱،۲،۲،۳)	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	(۳،۲،۱،۱)	(۳،۲،۲،۱)	(۳،۲،۱،۱)	(۳،۲،۱،۱)
اجتماعی	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	(۱،۱،۱)	(۱،۲،۳،۴)	(۱/۱،۴/۱،۳/۱،۲)	(۱،۲،۳،۴)	(۱/۱،۴/۱،۳/۱،۲)	(۱،۲،۳،۴)
کاربری اراضی	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	(۱/۱،۴/۱،۳/۱،۲)	(۱،۱،۱)	(۱/۱،۴/۱،۳/۱،۲)	(۱،۲،۲،۳)	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)
آموزشی	(۱،۲،۲،۳)	(۱،۲،۳،۴)	(۱،۲،۳،۴)	(۱،۱،۱،۱)	(۱،۲،۲،۳)	(۱،۲،۳،۴)	(۱،۲،۳،۴)
زیست محیطی	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	(۱،۲،۳،۴)	(۱،۱،۱،۱)	(۱،۲،۲،۳)	(۱،۲،۳،۴)
جمعیت	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	(۱/۱،۴/۱،۳/۱،۲)	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	(۱/۱،۴/۱،۳/۱،۲)	(۱،۲،۲،۳)	(۱،۱،۱،۱)	(۱،۲،۲،۳)
مدارس سبز	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	(۱/۱،۴/۱،۳/۱،۲)	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	(۱/۱،۴/۱،۳/۱،۲)	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	(۱،۱،۱،۱)
وزن نهایی	۰/۱۸۳۳	۰/۱۲۵۲	۰/۰۷۶۲	۰/۲۵۰۹	۰/۱۰۶۶	۰/۱۱۱۲	۰/۱۴۶۶

روش *BWM*: این روش یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که به منظور وزن‌دهی عوامل و معیارهای تصمیم‌گیری به کار می‌رود. در روش بهترین-بدترین (*BWM*) بهترین و بدترین شاخص‌ها و معیارها توسط تصمیم‌گیرنده مشخص می‌شود و سپس مقایسه زوجی بین هر کدام از این دو شاخص، که بهترین-بدترین می‌باشند، با دیگر شاخص‌ها صورت می‌گیرد. آنگاه مساله تبدیل به یک مساله برنامه‌ریزی خطی شده و وزن شاخص‌ها به صورتی بدست آید که تفاوت‌های مطلق اوزان حداقل گردد. در این روش فرمولی برای محاسبه نرخ ناسازگاری و با هدف بررسی اعتبار و اطمینان مقایسات در نظر گرفته شده است. این روش بررسی سازگاری مقایسات از نظر ساختار تا حدودی شبیه روش بررسی نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی روش *AHP* است. بکارگیری رویکرد *BWM* برای ایجاد وزن‌دهی‌های بهینه این امکان را فراهم می‌نماید که امکان حداکثر-حداقل را برای ضرایب تاثیر وزن‌دار و همچنین تغییرات فراوانی ضرایب (نسبت تغییرات) برای وزن‌های ایجاد می‌نماید. در این مطالعه از روش فوق برای بهبود وزن‌های ماتریس‌های تصمیم اولیه مربوط به معیارها استخراجی از سیستم خبره و اطلاعات جمع‌آوری شده از متخصصین بصورت پرسشنامه بهره گرفته خواهد شد. اگرچه رویکرد منطق فازی توانایی پوشش کاملی بر وزن‌دهی و تعیین بهینه ضرایب تاثیر دارد، اما بکارگیری روش *BWM* نیز در ابتدای ارزیابی برای بهبود نتایج ورودی تحلیل و کاهش خطاهای توابع ترجیح مناسب خواهد بود.



شکل ۱: ماهیت عملیات فازی در متلب
(Sivanandam et al., 2007)

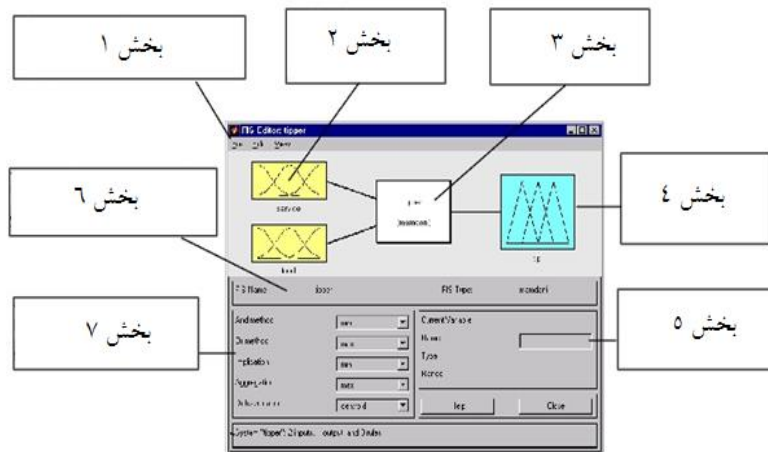
وظیفه هر بخش به شرح زیر است: (Sivanandam

et al., 2007)

- بخش ۱: این بخش اجازه ذخیره، بازیابی، ویرایش و فراخوانی عملیات فازی را می‌دهد،
بخش ۲: با انتخاب این بخش هر یک از متغیرهای ورودی بصورت توابع عضویت مربوطه باز شده و تغییرات لازم در آنها تعریف و اعمال می‌گردند،
بخش ۳: این بخش مربوط به قوانین فازی، تعریف یا ویرایش قوانین و هسته قانونمند تصمیم‌گیر فازی می‌باشد،

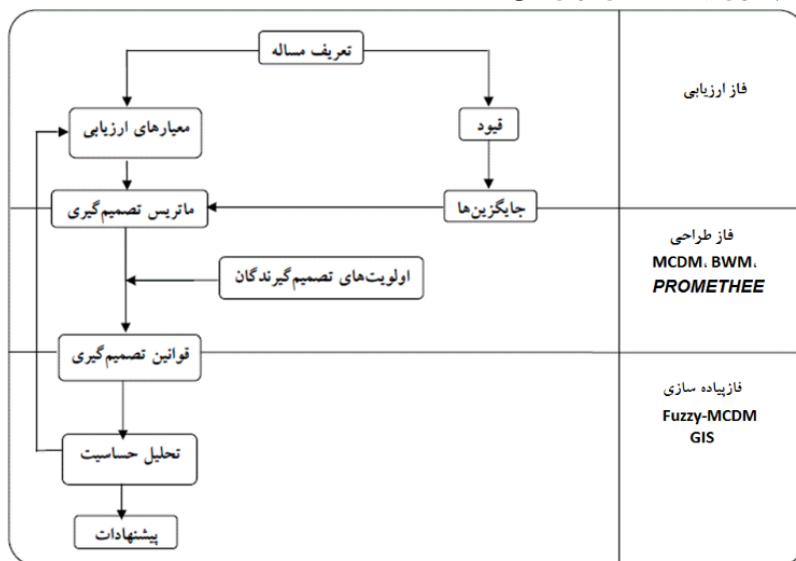
توسط خبره یا کاربر رتبه بندی می گردد. این اطلاعات نیز از طریق ارزیابی میدانی و پرسشنامه ای جمع آوری و سپس با روش BWM بصورت مناسبی وزن دهی شده است. برخلاف رویکرد کلاسیک چندمعیار در منطق فازی داده های ورودی می تواند در تعداد تابع n معقول که برای یک بازه مشخص تعریف گردیده است در تحلیل وارد گردند معمولاً این توابع بصورت مثلثی، ذوزنقه و گاوسی تعریف می شوند که برای هر دو سیستم اطلاعات ورودی و همچنین خروجی قابل تعریف است. سیستم استنتاج فازی (در این مطالعه ممدانی) از روی این تعداد ورودی ها، محدوده تعریفی برای هر کدام از پارامترها را در خروجی رده بندی می کند.

بخش ۴: با کلیک روی یکی از متغیرهای خروجی این بخش می توانید توابع عضویت مربوطه باز کرده و تغییرات لازم در آنها اعمال نمایید،
بخش ۵: این بخش مربوط نام گذاری، ویرایش و تغییرات نام متغیرهای ورودی و خروجی است،
بخش ۶: این بخش تغییرات فازی در سیستم استنتاج را بر روی عملیات فازی نشان می دهد،
بخش ۷: این بخش مراحل نهایی تحلیل را نمایش می دهد. به منظور تعریف متغیرهای ورودی و خروجی با انتخاب آیکن های زرد و آبی که در شکل (۴) نشان داده شده است استفاده می شود. لازم به ذکر می باشد که خروجی نرم افزار برابر با طبقه بندی توصیفی ارائه شده



شکل ۵: وظایف و شرح بخش های مختلف جعبه ابزار عملیات فازی در متلب (Sivanandam et al., 2007)

چهار چوب تصمیم گیری چندمعیاری برای این مطالعه

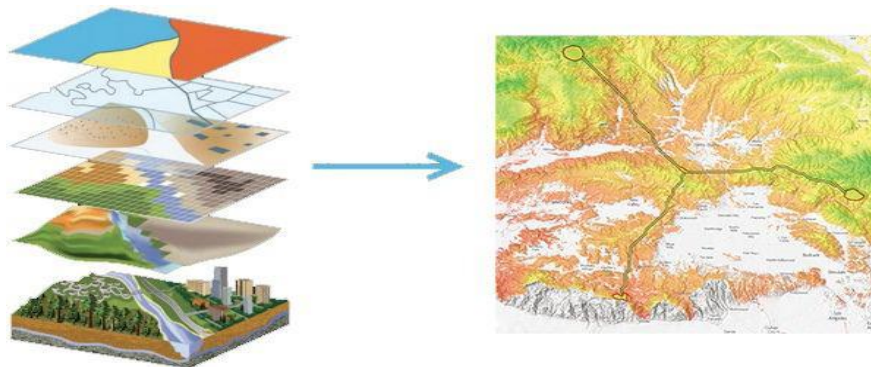


شکل ۶: فازهای مختلف ارزیابی و تحلیل توسعه مکانی در این مطالعه

ارزیابی معیاری تحقیق

عوامل بصورت جداگانه ایجاد گردیده، خصوصیات و ویژگی‌های مکانی هر عامل برای منطقه مورد بررسی تحت شعاع دسترسی مناسب برای هر مدرسه در سطوح مختلف بدست آمده است. در مرحله بعدی با ایجاد ماتریس‌های کاربری آموزشی سبز مبنی بر همجواری کاربری‌های آموزشی، مقیاس‌بندی و ایجاد پلیگن‌های آموزشی بصورت لایه‌های اطلاعاتی پایه در تهیه نقشه‌های توپولوژی در محیط GIS تعریف گردیده و تحلیل‌های حساسیت و پهنه‌بندی آموزشی سبز در این نرم‌افزار وارد شده است. پس از ایجاد لایه‌های اطلاعاتی مبنا، نتایج بصورت لایه-بندی شده در نرم‌افزار تحلیل گردیده و نتایج بصورت نقشه‌های GIS استخراج شده است. (شکل ۷).

به منظور ارزیابی در این تحقیق از معیارهای مختلف کاربری اراضی، سنجش میدانی و شرایط محیطی بهره گرفته شده است. بدین منظور ابتدا با انجام مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای (پرسشنامه)، معیارهای اولیه ارزیابی شناسایی و طبقه‌بندی گردیده است (جدول ۳). سپس این اطلاعات با استفاده از مدل‌های BWM و پرامیته-فازی اولویت‌بندی گردیده و بعد از کاهش عدم-قطعیت‌های ارزیابی توسط مدل‌های فازی، اطلاعات بصورت لایه‌های اطلاعاتی در نرم‌افزار GIS وارد شده است. سپس با ایجاد لایه‌های رقومی مدارس سبز و شاخص‌های ارزیابی به‌همراه داده‌های توصیفی فازی‌سازی شده از پایگاه اطلاعات جغرافیایی که توسط هر کدام از



شکل ۷: روند تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در GIS

جدول ۳: معیارها و زیرمعیارهای مورد بررسی در این مطالعه

ردیف	معیار	زیرمعیار	توصیف شاخصی	نوع	مراجع
۱	شاخص‌های انسانی	مدیریت مصرف انرژی	مدیریت در کاهش مصرف یا بهینه مصرف کردن شاخص‌های انرژی	کمی	جواری و همکاران (۱۳۸۹)، Gordon (2010), Kahraman et al. (2019)
		مدیریت مصرف آب	مدیریت در کاهش مصرف یا بهینه مصرف کردن شاخص‌های آب	کمی	
		مدیریت تردد و ترابری	کاهش و مدیریت بکارگیری خودروها و تردهای شهری آیین شهری	کمی	
		رویکردهای بازیافت	استفاده از مدیریت بهینه و روش‌های سازگار با محیط‌زیست جهت کاهش و بازیابی پسماند	کمی	
۲	شاخص‌های اجتماعی	موقعیت مدارس	تأثیرات تعاملی مدارس سبز نسبت به محیط پیرامون	کمی	تقی پور و همکاران (۱۳۹۷)، Behzadian et al. (2010), Cetin and Nisan (2010), Edwards (2006)
		سطح کیفیت اجتماعی منطقه	تأثیرات ناشی از میزان پذیرش عمومی نسبت به مدارس سبز	کیفی	
		مسائل مالی	تمامی تمهیدات اجتماعی برای کاهش یا بهینه‌سازی مالی و اقتصادی سبز بکار گیرد، اطلاق می‌گردد.	کمی	
۳	شاخص‌های کاربری اراضی	اولویت‌انگیزی	تمامی عوامل موثر در ایجاد نگرش احساسی مثبت نسبت به تعاملات سبز بین مدارس سبز-دانش-آموزان و خانواده	کیفی	حسن‌زاده (۱۳۹۵)، جواری و همکاران
		نزدیکی به فضاهای آموزشی	میزان تعامل چندجانبه بین مدارس مختلف و مدارس سبز در منطقه	کمی	

ردیف	معیار	زیرمعیار	توصیف شاخصی	نوع	مراجع
		نزدیکی به فضاهای اداری	میزان تردد و محدودسازی توسط فضاهای غیر مناسب مانند ادارات و...	کمی	(۱۳۸۹)، فرج زاده و سرور (۱۳۸۱)،
		کاربری های سازگار	به تمامی فضاهای سازگار با محیط زیست مانند آتش - نشانی ها، فضاهای سبز، سینما و... اطلاق می شود.	کیفی	Wang et al. (2011), Zhang et al. (2009),
		کاربری های ناسازگار	به تمامی فضاهای ناسازگار با محیط زیست مانند واحدهای تجاری، بانکها، مراکز پلیس، کارگاهها صنعتی، هتل ها، کارگاههای ساختمانی، و...	کیفی	
		طراحی پایدار	بکارگیری تمامی تمهیداتی که در راستای بهره - مندی از کاربری های سبز باشد. مانند طراحی نور، بکارگیری نور طبیعی، وضعیت ساختمان ها و...	کمی	
۴	شاخص های آموزشی	دانش جنسیتی	نسبت دانش آموزان برای تحصیل در مدارس سبز بر امکانات موجود	کمی	تقی پور و همکاران (۱۳۹۷)،
		سطح سواد و تحصیلات	سطح سواد مریبان و همچنین میزان نقش آن ها در آموزش سبز	کمی	Behzadian et al. (2010), Cetin and Nisan (2010), Edwards (2006)
		آشنایی مریبان با مسائل	میزان آشنایی مریبان با مسائل زیست محیطی، توانایی انتقال و بهبود	کمی	
		نسبت وجود مدارس به کل	به تعداد مدارس سبز نسبت به کل مدارس شهر	کمی	
۵	شاخص های زیست محیطی	آلودگی محیط	به تمامی آلودگی های ایجاد شده که به محیط زیست آسیب می رساند. مانند فاضلاب، پساب، آلودگی هوا، دود، زباله و...	کمی	بشیرزاده (۱۳۹۲)، صالحی (۱۳۹۳)،
		منابع آلاینده	به مجموعه مناطقی که عامل ایجاد آلودگی می - باشند. مانند گورستان، تصفیه خانه فاضلاب، لندفیل زباله، مراکز درمانی و بیمارستانی، مراکز صنعتی، کشتارگاهها و...	کمی	Aloraini (2012), Behzadian et al. (2010) Carole (2010), Edwards (2006), Gordon (2010), Iwan et al. (2018), Margalit and Rubin (2016)
		مراکز زیست محیط مینا	سازمان ها و مراکز سبز که عامل توسعه شرایط زیست محیطی هستند مانند جنگلداری، آتشنشانی، منابع طبیعی و...	کمی	
۶	شاخص های جمعیت	نسبت جمعیت باسواد	نسبت افراد جامعه که باسواد به بیسواد که بتوانند فواید فعالیت و حساسیت محیط زیست را درک نمایند.	کمی	اسلامیه و همکاران (۱۳۹۸)، حسن زاده (۱۳۹۵)،
		نسبت سن افراد	نسبت سن افراد جامعه که باسواد به بیسواد که بتوانند فواید فعالیت و حساسیت محیط زیست را درک نمایند.	کمی	Wang (2009), Wang (2010), Rickinson et al. (2016)
		نسبت پذیرش مدارس به کل جمعیت	به نسبت پذیرش جامع مدارس سبز به کل جمعیت شهری اطلاق می شود.	کمی	
۷	شاخص های اختصاصی مدارس سبز	مدیریت پسماند	کاهش تولید پسماندهای جامد شهری و بازیافت و باز استفاده	کیفی	
		مدیریت پساب	کاهش تولید حجم فاضلاب و پساب بصورت مبدا محور	کمی	
		حفاظت زیست - محیطی	ارتقای دانش و بهبود روابط اجتماعی، مبارزه با حیوان آزاری و جنگل آزاری، افزایش حفاظت محیط زیست پیرامونی	کیفی	Zhang et al. (2009), Wright (2008), Wang et al. (2011), Iwan et al. (2018), Margalit and Rubin (2016)
		مدیریت منابع و انرژی	صرفه جویی در انرژی، منابع اولیه و مدیریت بهینه در بازگردانی به محیط زیست	کیفی	
		کیفیت داخلی	کنترل آلایندهی در محیط خانه مانند دودسیگار، کاهش مصرف مواد غیر قابل تجزیه و مصنوع، مدیریت پلاستیک و...	کیفی	
		پایداری سایت	بهبود کیفیت و سبک زندگی در مجتمع های مسکونی بر مبنای محیط زیست	کیفی	

(منبع: نگارنده)

توصیف آماری جامعه آماری و نمونه

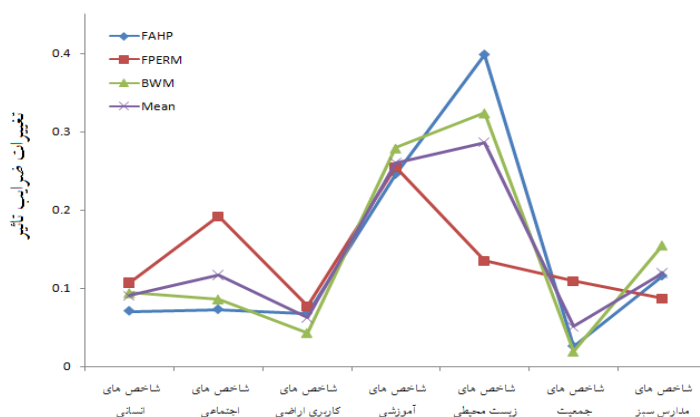
در مطالعه حاضر از مجموعه آماری کل مدارس سبز موجود در منطقه ۲ تهران که به عنوان مبنای ارزیابی مطرح گردیده است. از سیستم خبره ۲۰ نفری که به عنوان نمونه پاسخگو می‌باشد استفاده شده است. بکارگیری جامعه نمونه پرسنل خبره علاوه بر کاهش نیاز به حجم نمونه بالا، می‌تواند اطلاعات مناسب پایه را برای مدل‌های فازی محور تهیه نماید.

نتایج

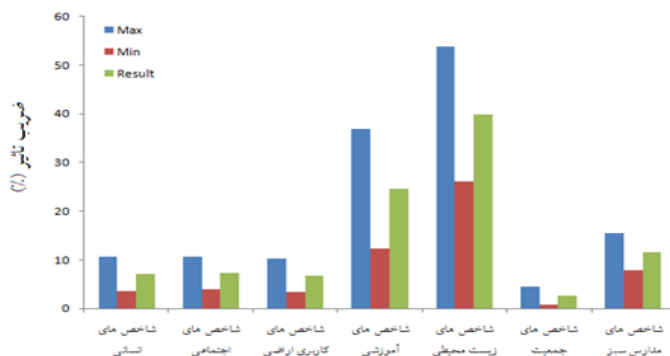
باتوجه به رویکردهای تصمیم محور بکار گرفته شده در این مطالعه که در سه گروه روش‌های پرامیته-فازی،

فازی-مراتبی چندمعیاری و مدل BWM قابل دسته-بندی است؛ شاخص‌های مورد بررسی ارزیابی شده و ضرایب تاثیر استخراج گردیده است. بدین منظور ابتدا روابط معیاری برای هر سه روش استخراج گردیده و نمودار تغییرات ضرایب تاثیر برای تابع هدف ترسیم شده است. این مسئله در شکل (۸) نشان داده شده است. سپس با میان‌یابی ضرایب تاثیر، این ضرایب بصورت فاکتورهای ارزشیابی حساسیت وارد محیط GIS گردیده و نقشه‌های پتانسیل‌سنجی مدارس سبز از آن‌ها استخراج شده است.

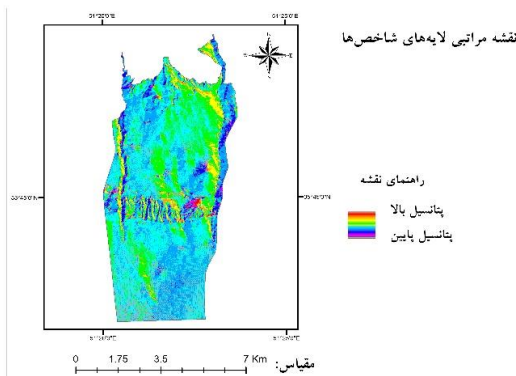
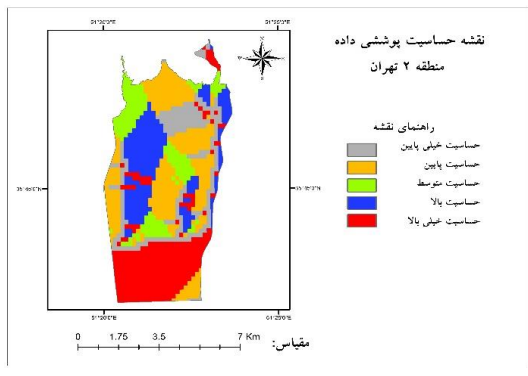
تابع هدف = شاخص‌های انسانی × ۰/۱۰۷ + شاخص‌های اجتماعی × ۰/۱۹۲ + شاخص‌های کاربری اراضی × ۰/۰۷۷ + شاخص‌های آموزشی × ۰/۲۵۵ + شاخص‌های زیست محیطی × ۰/۱۳۵ + شاخص‌های جمعیت × ۰/۱۰۹ + شاخص‌های مدارس سبز × ۰/۰۸۷	رابطه پرامیته-فازی:
تابع هدف = شاخص‌های انسانی × ۰/۰۷۱ + شاخص‌های اجتماعی × ۰/۰۷۳ + شاخص‌های کاربری اراضی × ۰/۰۶۸ + شاخص‌های آموزشی × ۰/۲۴۶ + شاخص‌های زیست محیطی × ۰/۳۹۹ + شاخص‌های جمعیت × ۰/۰۲۶ + شاخص‌های مدارس سبز × ۰/۱۱۶	رابطه فازی-مراتبی:
تابع هدف = شاخص‌های انسانی × ۰/۰۹۴ + شاخص‌های اجتماعی × ۰/۰۸۶ + شاخص‌های کاربری اراضی × ۰/۰۴۳ + شاخص‌های آموزشی × ۰/۲۷۹ + شاخص‌های زیست محیطی × ۰/۳۲۴ + شاخص‌های جمعیت × ۰/۰۱۹ + شاخص‌های مدارس سبز × ۰/۱۵۵	رابطه BWM:



شکل ۸: نمودار میان‌یابی برای مدل‌های تصمیم محور (منبع: نگارنده)

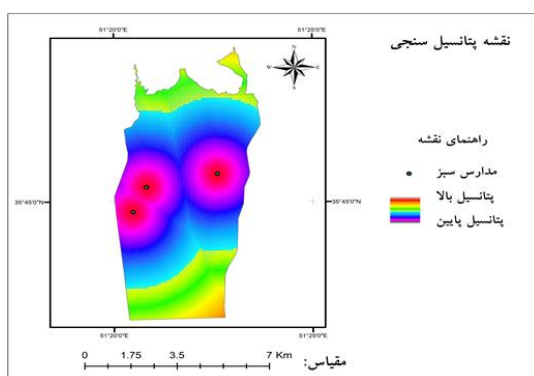


شکل ۹: نمودار تغییرات معیارهای اصلی در تحلیل FAHP (منبع: نگارنده)

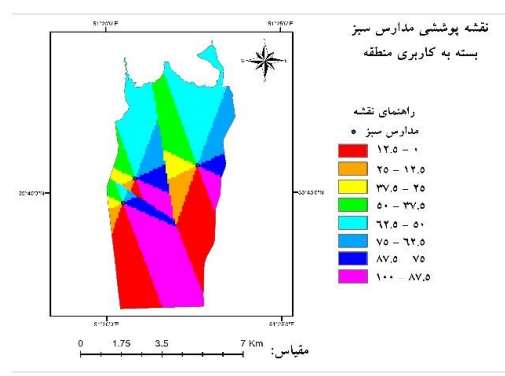


شکل ۱۱: نقشه حساسیت پوششی داده برای منطقه ۲ تهران

شکل ۱۰: نقشه توزیع سلسله مراتبی شاخص‌ها در منطقه ۲ تهران



شکل ۱۳: نقشه پتانسیل سنجی موثر مدارس سبز در منطقه ۲ تهران



شکل ۱۲: نقشه شاخص‌های پوشش کاربری مدارس سبز در منطقه ۲

مراجع گوناگون، مولفه‌های ارزیابی استخراج می‌شود. در این مطالعه ۷ مولفه اصلی شامل شاخص‌های انسانی، شاخص‌های اجتماعی، شاخص‌های کاربری اراضی، شاخص‌های آموزشی، شاخص‌های محیط زیستی، شاخص‌های جمعیت و شاخص‌های مدارس سبز شناسایی و دسته‌بندی گردیده است که هر مولفه خود به زیرمعیارهای گوناگونی قابل طبقه‌بندی می‌باشد. سپس با تکیه بر این مولفه‌ها، پرسشنامه‌های پرسنل خبره برای ارزیابی‌های سلسله مراتبی و تصمیم‌محور زیرنظر استاد راهنما تهیه شده است. با تکمیل این پرسشنامه‌ها، اطلاعات مربوط به ماتریس‌های پایه و تحلیل‌های کامپیوتری بدست آمده است که مربوط به فاز دوم مطالعه در این پژوهش می‌گردد. در فاز دوم مطالعات، با دسته‌بندی اطلاعات حاصل از فاز اول توسط سه رویکرد تصمیم محور شامل روش پرامیته-فازی، فازی-مراتبی چندعاملی و BWM ضرایب تاثیر و ماتریس‌های اولویت‌بندی معیاری برای شاخص‌های مورد بررسی تهیه شده است. این رویکردها منجر به محاسبه

با برآورد شدن ضرایب تاثیر میانه این ضرایب بر لایه‌های معیاری اعمال گردیده و توسط ماژول فازی در محیط GIS وارد می‌شود. بدین منظور از اطلاعات مکانی منطقه ۲ تهران و همچنین موقعیت GPS مدارس سبز منطقه ۲ بهره گرفته شده است. در این راستا با در نظر گرفتن اطلاعات شهری و کاربری شهری منطقه ۲؛ خصوصیات شاخص‌ها بصورت لایه‌های اطلاعاتی در GIS وارد و تحلیل شده است. اشکال (۱۰) تا (۱۳) نتایج ارزیابی پتانسیل سنجی را نشان داده است.

مطالعه حاضر به عنوان مطالعه موردی و کاربردی به منظور پتانسیل سنجی توسعه پهنه‌های آموزشی با تاکید بر روی مدارس سبز برای منطقه ۲ تهران پیاده‌سازی شده است. در این راستا دو فاز گردآوری اطلاعات و پیاده‌سازی مدل‌های تصمیم‌محور صورت گرفته است. در فاز اول با بکارگیری روش‌های اکتشافی (توصیفی-پیمایشی) اطلاعات مربوط به شاخص‌ها و معیارهای ارزیابی طی دو مرحله بررسی‌های کتابخانه‌ای و میدانی برآورد شده است. بدین منظور ابتدا با مراجعه به منابع و

روابط توابع هدف گردیده که این توابع نقش هر عامل و میزان حساسیت و درجه اهمیت آن را برای هدف مطالعه مشخص نموده است. با توجه به نتایج حاصل از این روش‌ها، ضرایب طبقه‌بندی شده و بصورت فاکتورهای میان‌ه‌ضرایب نرمال‌سازی گردیده است. این ضرایب نرمال‌سازی شده بصورت لایه‌های اطلاعاتی وارد محیط GIS شده و نقشه‌های پتانسیل سنجی و حساسیت پوششی داده برای منطقه ۲ تهران تهیه شده است.

یافته‌های تحقیق

یافته‌های تحقیق که بر اساس شاخص‌های توسعه فضاهای آموزشی مبتنی بر مدارس سبز در منطقه ۲ تهران استخراج گردید پس از بررسی نظر کارشناسان و تجزیه و تحلیل به صورت زیر بدست آمد:

برپایه نتایج حاصل از بررسی‌های توصیفی-پیمایشی، ۷ شاخص و معیار اصلی بصورت شاخص‌های انسانی، شاخص‌های اجتماعی، شاخص‌های کاربری اراضی، شاخص‌های آموزشی، شاخص‌های زیست محیطی، شاخص‌های جمعیت و شاخص‌های مدارس سبز برای توسعه فضاهای آموزشی سبز در منطقه ۲ تهران شناسایی گردیده که هر عامل خود به زیرمعیارهای مختلفی قابل دسته‌بندی می‌باشد.

برپایه نتایج حاصل از مدل فازی-پرامیته به روش Promethee 2 برای تعیین مشخصه‌های ضروری ماتریس تصمیم، شاخص‌های آموزشی (رتبه اول) و شاخص‌های اجتماعی (رتبه دوم) می‌باشد. در این میان کاربری اراضی کمترین رتبه را به خود اختصاص داده است.

برپایه نتایج حاصل از مدل فازی-مراتبی چندمعیاری مهمترین اولویت پارامتری مربوط به شاخص‌های زیست-محیطی و پس از آن شاخص‌های آموزشی می‌باشد. این شاخص‌ها در مدیریت بهینه و ساماندهی جامع محیط-زیستی در مدارس سبز یک اولویت بوده و بنیاد مدارس

سبز برپایه آموزش مبتنی بر محیط زیست استوار است. اگرچه در مدل پرامیته نیز اهمیت این دو شاخص جزء مولفه‌های برتر دسته‌بندی شده؛ اما در مدل حاضر شاخص اجتماعی در رتبه ۴ قرار گرفته است. این مسئله نشان دهنده اهتمام بیشتر مدل فرآیندی به مسئله محیط زیست و آموزش زیست‌محیطی است.

برپایه نتایج حاصل از مدل BWM، شاخص‌های محیط‌زیست و آموزش به عنوان مهمترین و حساس‌ترین فاکتورها برآورد شده است که با نتایج مدل فازی-مراتبی چندمعیاری هم‌خوانی خوبی دارد. این مسئله نشان دهنده دقت عملکردی مدل فازی-مراتبی چندمعیاری است.

اولویت بندی شاخص‌ها نشان می‌دهد که شاخص‌های محیط زیستی و آموزشی بالاترین امتیاز و سپس شاخص‌های کاربری اراضی و اجتماعی به ترتیب رتبه‌های بعدی را از آن خود کرده‌اند. نتایج تفکیکی برای هرمدل در جدول (۴) قابل مشاهده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از نقشه پتانسیل‌سنجی مدارس سبز برای منطقه ۲ تهران می‌توان بیان نمود که در حال حاضر ۳ مدرسه در این ناحیه وجود دارد که توانسته است بصورت کمربند میانی منطقه ۲ را پوشش دهد. این مسئله اگرچه سبب هم‌پوشانی قابل توجهی در بخش میانی گردیده است اما نیاز به احداث مدارس در بخش‌های شمالی و جنوبی را نادیده گرفته است. بطورکلی باتوجه به دستاورد این پایان‌نامه در بخش پتانسیل‌سنجی مدارس، بخش جنوبی و شمالی منطقه ۲ تهران نیازمند احداث مدارس سبز بوده و این مسئله در بخش جنوبی ناحیه بصورت بیشتری قابل مشاهده می‌باشد.

جدول (۴): نتایج تفکیکی رتبه بندی شاخص‌ها در مدل‌های تصمیم محور

رتبه بندی شاخص‌ها	مدل فازی-پرامیته	مدل فازی-مراتبی معیاری	مدل BWM
شاخص‌های محیط زیستی	۳	۱	۱
شاخص‌های آموزشی	۱	۲	۲
شاخص‌های کاربری اراضی	۷	۵	۶
شاخص‌های اجتماعی	۲	۴	۵
شاخص‌های مدارس سبز	۶	۳	۳
شاخص‌های انسانی	۴	۶	۴
شاخص‌های جمعیت	۵	۷	۷

(منبع: نگارنده)

پیشنهادات تحقیق

با تکیه بر دستاوردهای این پایان نامه و همچنین مشاهدات میدانی صورت گرفته و همکاری بامدارس سبز، موارد کاربردی زیر پیشنهاد می گردد:

- شاخص های مدارس سبز منطبق با شرایط اجتماعی، زیست محیطی و اقتصادی ایران بومی سازی شود.

- در صورت امکان الگویی جامع از توسعه مدارس سبز در منطقه ۲ تهران با تکیه بر سازگاری محیط و همچنین ایجاد تعامل با محیط زیست برای مناطق بدون پوشش (مورد نیاز) با همکاری سازمان محیط زیست، آموزش و پرورش تهیه گردد.

- در صورت امکان پیشنهاد می شود که پایگاه داده ای جامع برای کل شهر تهران آماده سازی شود. این مسئله با تکیه بر توسعه فضایی مدارس سبز مبتنی بر GIS قابل پیاده سازی خواهد بود. نتایج این پایان نامه نیز می تواند بخشی از پایگاه داده کل شهر محسوب گردد.

- ساخت مدارس زیست محیطی و یا تبدیل مدارس معمولی به مدارس سبز با توجه به بحران انرژی و گرمایش زمین در دستور کار سازمان توسعه و نوسازی مدارس قرار گیرد.

- انتظار می رود از مطالعات میدانی و جامعه آماری کل مدارس شهرستان تهران برای تهیه پایگاه داده بهره گرفته شده و رویکردهایی جایگزینی مدارس سبز بجای مدارس معمول راه یابی گردد.

- به کارگیری نیروهای متخصص و دوستدار محیط زیست در گزینش دبیران مدارس سبز مورد توجه قرار گیرد.

فهرست منابع

اصغری پور، م. (۱۳۹۳). تصمیم گیری چندمعیاره. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۴۰۰ ص.
اسلامیه، ف.، اولادیان، م.، صفری، م. (۱۳۹۸). طراحی الگوی مفهومی مدارس سبز در ایران. فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت مدرسه، ۷(۲): ۶۰-۸۱.
بارشادت، ن.، شعاعی، ح.، رضوانی، ع. (۱۳۹۸). تبیین مؤلفه ها و شاخص های پایداری محیطی فضاهای آموزشی ایران با تأکید بر سیستم های ارزیابی فضاهای سبز آموزشی. محیط شناسی، ۴۵(۱): ۱۷۱-۱۹۲.
بخشی، م.، پناهی، ر.، ملائی، ز.، کاظمی، ح.، محمدی، د. (۱۳۹۰). ارزیابی وضعیت نوآوری در منطقه جنوب غرب آسیا و تعیین جایگاه ایران با استفاده از روش تصمیم گیری پرومیتی. فصلنامه علمی-پژوهشی سیاست علم و فناوری، ۳(۳): ۱۹-۳۱.

بشیرزاده، ت. (۱۳۹۲). سیستم های سبزعمودی: راه حلی جهت کاهش اثرات منفی زندگی مدرن درمقیاس ساختمان و شهر. همایش ملی معماری، شهرسازی و توسعه پایدار با محوریت از معماری بومی تا شهر پایدار، مشهد، خراسان رضوی.

تقوایی، م.، رخشانی نسب، ح. (۱۳۸۵). ارزیابی مکان-گزینه مدارس متوسطه و پیش دانشگاهی شهر اصفهان. نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا، ۴(۱۰۱-۱۱): ۳۳-۵۶.

تقی پور، ب.، علی آبادی، خ.، پورروستایی اردکانی، س. (۱۳۹۷). تأثیر چندرسانه ای آموزش محیط زیست بر میزان یادگیری و انگیزش پیشرفت تحصیلی دانش آموزان پایه سوم در مدارس سبز تهران. فصلنامه فن-آوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی، ۹(۲): ۲۷-۴۳.

حسن زاده، ر. (۱۳۹۵). مکان یابی مراکز آموزشی با استفاده از روش های تحلیل مکانی و تصمیم گیری های چندمعیاری در مناطق کوهستانی سرد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر رجایی، تهران، ایران.

جواری، م.، شهیوندی، ا.، الله دادی، ن.، سلطانی، م. (۱۳۸۹). جغرافیایی در مکان یابی مراکز آموزش عالی (GIS) استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (نمونه موردی: دانشگاه پیام نور خرم آباد). دوفصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی منطقه ای، ۱۱(۱): ۳-۲۲.

ذولفقاری، ح. (۱۳۹۱). مبانی محیط زیست. انتشارات دانشگاه کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

سازمان محیط زیست کشور (۱۳۹۲). دستورالعمل مدارس محیط زیستی، معاون دفتر ارزیابی زیست محیطی سازمان حفاظت محیط زیست، واحد انتشارات، تهران، ایران.

سبزعلیان، م.، بقیری، م.، قویدل، م. (۱۳۹۰). بانک اطلاعات شهرداری شهر تهران منطقه ۲. انتشارات پرستا (وابسته به موسسه فرهنگی هنری پرستای حق)، تهران، ایران.

ستارپور، ل. (۱۳۹۲). مکان یابی مدارس ابتدایی شهر بندرعباس با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی. نخستین همایش ملی کاربرد مدل های پیشرفته تحلیل فضایی در آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد با همکاری شهرداری یزد، یزد، ایران.

شعاعی، ع.، عسکری، ح. (۱۳۸۸). آسیب شناسی کاربری آموزشی مقطع دبیرستان در شهر ایلام با استفاده از

- GIS. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۹ (۱۳): ۱۰۳-۱۳۸.
- صالحی، م. (۱۳۹۳). مهندسی محیط زیست: برای دانشجویان مهندسی عمران. انتشارات بهتا پژوهش، تهران، ایران.
- صالحی، ر.، رضاعلی، م. (۱۳۸۴). ساماندهی فضایی مکان-های آموزشی (مقطع متوسطه) شهر زنجان به کمک GIS. پژوهش‌های جغرافیایی، ۳۷(۵۲): ۱۲۳-۱۳۵.
- طیبه، س.، ضرابی، م. (۱۳۹۴). مقدمه‌ای بر حقوق بین-المللی محیط‌زیست. انتشارات میزان، تهران، ایران.
- عموشاهی، س.، نژادکورکی، ف.، پورابراهیم، ش. (۱۳۹۴). بررسی روش‌های فرارته‌ای ELECTRE و PROMETHEE در تصمیم‌گیری‌های محیط‌زیستی صنعت نفت و پتروشیمی. فصلنامه انسان و محیط-زیست، ۱۳(۲): ۱۷-۳۵.
- فرح‌زاده، م.، سرور، ه. (۱۳۸۱). مدیریت و مکان‌یابی مراکز آموزشی با استفاده از سیستم جغرافیایی (مطالعه موردی فضاهای آموزشی منطقه ۷ تهران). تحقیقات جغرافیایی، ۱۷(۴): ۷۹-۹۰.
- فرهادی، ر.، پرهیزگار، ا. (۱۳۹۱). تجزیه و تحلیل توزیع فضایی و مکان‌یابی مدارس ابتدایی منطقه ۶ تهران با استفاده از GIS. فصلنامه مدرس علوم انسانی، ۶(۱۴): ۱۶-۳۷.
- فقیه‌قزوینی، ف. (۱۳۹۵). آموزش محیط زیست در مدارس. فصلنامه تعلیم و تربیت (۶-۷): ۱۵۱-۱۶۳.
- قدسی‌پور، ح. (۱۳۸۲). مباحثی در تصمیم‌گیری چند معیاره‌برنامه ریزی چندهدفه (روش‌های وزن‌دهی بعد از حل). انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۲۲۲ ص.
- کریمی، ل. (۱۳۹۸). بررسی عوامل جامعه‌شناختی مؤثر بر رفتار زیست محیطی (با تکیه بر رفتار مصرف آب). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه پیام نور مرکز پرنده، تهران، ایران.
- کریمی، د.، عنایتی، ا. (۱۳۹۱). آموزش برای توسعه پایدار، مدرسه پایدار. آموزش محیط زیست و توسعه پایدار، ۱(۱): ۵۹-۷۴.
- محمدی، ج.، پورقیومی، ح.، قنبری، م. (۱۳۹۱). تلفیق مدل همپوشانی شاخصه‌ای (IO) و تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) در مکان‌یابی مراکز آموزشی (نمونه موردی: مدارس راهنمایی شهر کازرون). جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۳(۱): ۱۱۳-۱۲۸.
- مردادی، م. (۱۳۹۹). تاثیر مسئولیت اجتماعی بر هوشمندسازی شهری در شهر تهران. سومین کنفرانس بین‌المللی راه‌کارهای نوین در مهندسی، علوم اطلاعات و فناوری در قرن پیش رو، تهران، ایران.
- موسی‌وند، ج.، آرای، ع.، محمدی، ع. (۱۳۹۲). چالش‌های زیست محیطی تهران. دومین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات محیطی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
- میبودی، ح.، لاهیجانیان، ا.، شبیری، م.، جوزی، ع.، عزیزی‌نژاد، ر. (۱۳۹۵). تدوین معیارهای استاندارد مدارس سبز در ایران. فصلنامه علمی و پژوهشی تعلیم و تربیت، ۲۲(۳): ۱۰۷-۱۲۹.
- نادری، ع.، سیف‌نراقی، م. (۱۳۹۷). روش‌های تحقیق و چگونگی ارزش‌یابی آن در علوم انسانی. انتشارات ارسباران، ۲۴۸ ص.
- ولی‌زاده، ر. (۱۳۸۶). مکان‌یابی مراکز آموزشی دبیرستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، نمونه موردی شهر تبریز. نشریه علوم اجتماعی ۷(۵): ۵۹-۸۷.
- Abdos M., Mozayani N. (2005). Fuzzy decision making based on relationship analysis between criteria. IEEE North American fuzzy information processing society annual conference, pp. 743-747.
- Aloraini S. (2012). Effectiveness of various enhancement strategies to complement animated instruction: a meta-analytic assessment. Journal of Educational Technology Systems, 35(2): 215-237.
- Balin A., Baraclı H. (2018). A Multi-Criteria Decision-Making Methodology Suggestion for Turkey Energy Planning Based Type-2 Fuzzy Sets. Open access peer-reviewed chapter, Decision Making, DOI: 10.5772/intechopen.75303.
- Behzadian M., Kazemzadeh R.B., Albadvi A., Aghdasi M. (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. European Journal of Operational Research, 200(1): 198-215.
- Carole, G.B. (2010). Environmental Education as a Catalyst for Transfer of Learning in Young Children. The Journal of Environmental Education. 32:1, 21-27.
- Cetin G., Nisan S. (2010). Enhancing students 'environmental awareness. Pericardial Social and behavioral sciences, 20(12):1830-1834.
- Edwards B.W. (2006). Environmental Design and Educational Performance: With Particular Reference to 'Green' Schools in Hampshire and Essex. Research in Education, 76(1): 14-32.
- Ghent C., Nare A.T., Dell K., Haines S. (2014). The Influence of a Statewide Green School Initiative on Student Achievement in K-12 Classrooms. Applied Environmental Education & Communication, 13(4): 250-260.

- Pedrycz W., Ekel P., Parreiras R. (2010). *Fuzzy Multicriteria Decision-Making: Models, Methods and Applications*, Wiley, 360 p.
- Pooley, J.A., O'Connor, M. (2000). Environmental education and attitudes: Emotions and beliefs are what it is needed. *Environ. Behavior*, 32(5): 711-723.
- Ramli N.H., Masri M.H., Zafrullah M., Taib H.M., Hamid N.A. (2012). Comparative study of green school guidelines. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 50: 462-471.
- Rickinson M., Hall M., Reid A. (2016). Sustainable schools programmes: what influence on schools and how do we know?. *Environmental Education Research*, 22(3): 360-389.
- Roy, R. (2006). *Environmental Education: Recent Research Trends*. Harvard University News, 44(12), 147-158.
- Saaty T.L., Peniwati, K. (2007). *Group Decision Making: Drawing Out and Reconciling Differences*. RWS Publications, 385 p.
- Saaty, T.L. (2000). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory*. RWS Publications, 477 p
- Samanlioglu F. (2019). Evaluation of Influenza Intervention Strategies in Turkey with Fuzzy AHP-VIKOR. *Journal of Healthcare Engineering*, 2019(9486070): 1-9.
- Sarmiento R., Thomas A. (2010). Identifying improvement areas when implementing green initiatives using a multitier AHP approach. *Benchmarking: An International Journal*, 17(3), 452-463.
- Shemmeri T., Al-Kloub B.P.A. (1997). Model choice in multicriteria decision aid. *European Journal of Operational Research*, 97(3): 550-560.
- Sivanandam S.N., Sumathi S., Deepa S.N. (2007). *Introduction to fuzzy logic using MATLAB*. Springer, 430 p.
- Tucker R., Izadpanahi P. (2017). Live green, think green: Sustainable school architecture and children's environmental attitudes and behaviors. *Journal of Environmental Psychology*, 51: 209-216.
- Veselinovska, S., Petrovska, S., Zivanovic, J. (2010). How to help children understand and respect nature. *Procedia-social and behavioral sciences*. 2: 2244-2247.
- Vivien E.R., Gray D. (2011). Are multimedia resources effective in life science education? A meta analysis. *Journal of Bioscience Education*, 18(1): 1-14.
- Walker J.D., Conter S., Beermann N. (2011). Vodcasts and captures: Using multimedia to improve student learning in ntroductory Biology. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 20(1), 97-111.
- Wang S. (2009). The Development of Performance Evaluation for Green Schools in Giannopoulou M., Roukouni A., Lykostratis K. (2019). Exploring the benefits of urban green roofs: a GIS approach applied to a Greek city. *CES Working Papers*, 11(1): 55-72.
- Gordon D.E. (2010). *Green Schools as High Performance Learning Facilities*. National Clearinghouse for Educational Facilities, Office of Safe and Drug-Free Schools, Washington, USA.
- Greco S., Ehr Gott M., Rui Figueira J. (2016). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Springer, 1356 p.
- Guo X., Yan H., Yuan W. (2019). Research on China's Rural Development Strategy Based on SWOT-AHP Analysis. *International Research in Economics and Finance*, 3(1): 10-19.
- Hwang C.L., Yoon K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making*. Springer-Verlag, USA.
- Ishizaka A, Nemery P. (2013). *Multi-criteria Decision Analysis: Methods and Software*. Wiley, 311 p.
- Iwan A., Rao N., Poon K.K.Y. (2018). Characteristics of Green Schools: Observations of Award-winning Green Preschools in Bali, Berkeley and Hong Kong. *Journal of Education for Sustainable Development*, 12(2): 140-159.
- Kahraman A., Dogru O., Seker Z., Ulugtekin N., Terzi F., Turkoglu H., Goksel C. (2019). Examination of the Green Spaces Based on Spatial Sufficiency and Accessibility Through GIS. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(2): 529-534.
- Lachs, V. (2009). *Making multimedia in the classroom: London and newyork*. *Journal of Green Education*, 12(3): 129-137.
- Macharis. C., Sprinael J., Bruker K.D., Verbeke A. (2004). PROMETHEE and AHP: the design of operational synergies in Multicriteria analysis.strengthening promethee with ideas of AHP. *European Journal of Operational Research*, 25(2): 307-317.
- Margalit B.S., Rubin O.D. (2016). Effect of the "Green Schools" Reform on Pupils' Environmental Attitudes and Behavior. *Journal of Society & Natural Resources*, 30(1): 112-128.
- Marinoni O. (2005). A stochastic spatial decision support system based on promethee. *International Journal of Geographical Information Science*, 19(1): 51-58.
- Olmanson S., Horton M.A. (2011). A study of learning and motivation in a new media enriched environment for middle school science. *Educational technology research and development* 59(2): 249-265.
- Olsson D., Gericke N., Boeve-de Pauw J., Berglund T., Chang T. (2019). Green schools in Taiwan – Effects on student sustainability consciousness. *Global Environmental Change*, 54: 184-194.

- Taiwan. Applied Environmental Education & Communication, 8(1): 49-58.
- Wang W.C., Wang H.H., Lai Y.T., Li J.C. (2006). Uni-price-based Model for evaluation competitive bids. International Journal of Project Management 24: 156-166.
- Wang Y. (2010). The impact of using multimedia on students' academic achievement in the College of Education at King Saud University. Journal of King Saud University – Languages and Translation 24(2): 75-82.
- Wang Y., Wang Y., Liang Y. (2011). Green construction ability evaluation based on theory of fuzzy and gray. Journal of North China Institute of Science and Technology, 2011(04), TU74.
- Wright S. (2008). Educational benefits of multimedia skills training. Tech trends: linking and practice to improve learning, 24: 47-54.
- Zhang J., Zhang Z., Zheng Y. (2009). An Introduction of Building Green Schools. Journal of Sustainable Development, 2(1): 200-203.

یادداشت‌ها

- ¹ *Geographic Information System*
- ² *Multiple Criteria Decision Making Fuzzy Best-worst method*
- ³
- ⁴ *United Nations Educational Scientific and Cultural Organization :UNESCO*
- ⁵ *Green schools*
- ⁶ *Foundation for Environmental Education*
- ⁷ *Carole*
- ⁸ *Cetin and Nisanici*
- ⁹ *Olmanson and Horton*
- ¹⁰ *Valued outranking graph*