

مکان‌یابی فضاهای جدید آموزشی با استفاده از مدلهای برنامه‌ریزی عدد صحیح

محمد مهدی سپهری^۱، حسین طهرانی‌نیک‌نژاد^۲، مصطفی وزینی^۳

۱ - استادیار بخش مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس

۲ - دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس

۳ - عضو هیأت علمی مرکز تربیت معلم شهید مقصودی همدان

چکیده

در سالهای اخیر، افزایش ضریب شهرنشینی، زمینه‌ی استقرار نامناسب فضاهای آموزشی را فراهم کرده است؛ برای استقرار مناسب و منطقی اینگونه مکانها، به‌کارگیری روشهای علمی، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر شده است. در این مقاله، یک شیوه علمی برای مکان‌یابی و احداث فضاهای آموزشی ارائه می‌شود. در ابتدا یک‌سری معیارهای علمی برای انتخاب بهینه فضای آموزشی ارائه می‌شود؛ معیارهایی نظیر معیار سازگاری، شامل موقعیت مکانی از نظر آلودگی صوتی و هوا یا معیار مطلوبیت، شامل شعاع دسترسی، امکانات رفت و آمد، شرایط اقلیمی که در انتخاب یک مکان مناسب برای ایجاد فضای آموزشی، بسیار حایز اهمیت هستند، تعریف شده و سپس براساس این معیارها به هر مکان بالقوه برای احداث فضای آموزش با استفاده از جداولی، یک امتیاز کارشناسی تخصیص داده می‌شود؛ با استفاده از معیارهای مذکور و مدل‌های برنامه‌ریزی عدد صحیح الگویی متشکل از چندین گام برای مکان‌یابی فضاهای آموزشی توسعه داده شده است که در این مقاله به آن پرداخته می‌شود. در پایان، با لحاظ محدودیتهای واقعی بیشتری در مدل ریاضی اولیه نیز یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح توسعه یافته‌ای، ارائه شده است.



۱. مقدمه

امروزه، ارتقای نسبی کیفیت آموزش، یکی از اهداف مهم سیستم آموزش کشورهای توسعه یافته است. تحقیقات انجام شده توسط سازمانهای ناصلاح آموزشی در داخل و خارج کشور بیانگر تأثیر برنامه‌ریزی درسی و محیط آموزشی در افزایش کارایی تحصیلی دانش‌آموزان می‌باشد. یک فاکتور تقویت‌کننده کارایی تحصیلی، انتخاب مکان مناسب برای آموزش است. متأسفانه در سالهای اخیر با افزایش ضریب شهرنشینی، به واسطه مهاجرت بی‌رویه به مناطق شهری، زمینه استقرار نامناسب فضاهای آموزشی فراهم شده است؛ این امر خود باعث توزیع جغرافیایی نامناسب فضاهای آموزشی و تداخل نواحی مربوط به آنها شده که در نتیجه مسایلی چون مشکل انتخاب مدارس، تراکم جمعیتی منطقه و مخدوش کردن آرامش و آسایش اهالی و ساکنین را در پی داشته است.

این مقاله با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی عدد صحیح در پی ارائه یک روش و الگوی مناسب جهت انتخاب بهینه فضاهای آموزشی مورد نظر، مانند دبیرستان، هنرستان و یا مدرسه راهنمایی از مجموعه فضاهای دارای کاربری آموزشی در سطح یک منطقه یا شهر می‌باشد. در این راستا نیز معیارهایی برای معرفی مکان مناسب احداث فضاهای آموزشی ارائه می‌شود.

۲. بیان مسأله

در این مقاله، الگوی مناسبی برای انتخاب و احداث مکانهای آموزشی مورد نظر، مثلاً دبیرستان، در سطح یک منطقه آموزشی ارائه می‌شود. برای انتخاب مکانهای مناسب در ابتدا یک سری معیارهای علمی، ارائه خواهد شد و براساس این معیارها مکان بهینه برای احداث فضای آموزشی مورد نظر انتخاب می‌شود. این مسأله برای برنامه‌ریزی آموزشی در کشور ایران که دارای جمعیت جوان است، بسیار مهم و ضروری می‌باشد. آموزش و پرورش ایران با جمعیت تحصیلی حدود ۱۸ میلیون نفر و با افزایش سالانه ۱/۵ میلیون نفر کودک به جمعیت آموزشی کشور، از لحاظ جمعیتی با مشکلات زیادی مواجه است؛ از طرف دیگر نرخ رشد گروه سنی ۱۰ تا ۱۶ سال حدود ۶/۷ در سال است که به این ترتیب هر ۱۵ سال یکبار تعداد محصلین به دو برابر خواهد رسید [۱].

با توجه به روند کنونی افزایش جمعیت دانش‌آموزان در کشور، نیاز به ساخت حجم عظیمی از مکانهای آموزشی در سالهای آتی خواهد بود. این مقدار ساخت و ساز، عمدتاً در مناطق شهری انجام خواهد گرفت که اگر بدون ضابطه و برنامه مدون بوده و براساس معیارهای علمی نباشد، مطمئناً اثرات بسیار نامطلوبی بر کیفیت تحصیلی دانش‌آموزان خواهد گذاشت؛ لذا باید به مسأله مکان‌یابی مدارس با نگاه عمیقتر و عملی‌تری نگریسته شود.

این تحقیق به ارائه الگویی کلی برای مکان‌یابی فضاهای آموزشی در یک منطقه جغرافیایی بر پایه معیارهای انتخاب فضای آموزشی برگرفته از ادبیات موضوع و لحاظ این معیارها و محدودیتهای واقعی در دو مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح اولیه و توسعه داده شده می‌پردازد. بنابراین، به‌کارگیری آن متکی بر منطقه خاصی نبوده و می‌تواند به عنوان ابزاری علمی مورد استفاده قرار گیرد. گرچه برای تبیین شفافتر الگو در مراحل از آن به ارائه مثالهای کمی فرضی پرداخته شده، ولی جامعه آماری خاصی مد نظر نبوده است. تحلیل داده‌ها با استفاده از به‌کارگیری مدل ریاضی برنامه‌ریزی عدد صحیح مناسب برای مسأله مکان‌یابی فضاهای آموزشی به دست می‌آید.

۳. مروری بر تحقیقات انجام شده

شاید به جرأت بتوان ادعا کرد که در زمینه مکان‌یابی فضاهای آموزشی نسبت به دیگر عناصر تشکیل دهنده برنامه‌ریزی آموزشی، کمترین تحقیق و پژوهش در ایران صورت گرفته باشد. اولین کار تحقیقی در دفتر فنی و تحقیقات و استانداردهای فنی سازمان برنامه و بودجه توسط عبدالرسولی، برای تدوین ضوابطی به منظور طرح مدارس ابتدایی صورت گرفت [۲]. در وزارت آموزش و پرورش، اولین کار رسمی برای تدوین ضوابط و الگوهایی جهت استقرار مدارس در سال ۱۳۵۳ زیر نظر واحد تحقیقات دفتر فنی آموزش و پرورش صورت گرفت. این تحقیقات توسط کارلوتستا کارشناس یونسکو در ایران و تنی چند از همکاران ایرانی او انجام گرفت. این تحقیقات در نوع خود کاملترین ضوابط برای ساخت فضاهای آموزشی ایده‌آل به خصوص از دیدگاه معماری و شهرسازی را ارائه می‌کند ولی در زمینه مکان‌یابی مدارس مطلب قابل استفاده‌ای در بر ندارد.

تنها فعالیت در زمینه تهیه ضوابط برای استقرار واحدهای آموزشی، مربوط به ضوابط ارائه شده در سال ۱۳۷۵ می‌باشد که به وسیله مدیریت پژوهش و برنامه‌ریزی سازمان برنامه و بودجه، بدون نقد جدی در ضوابط ارائه شده توسط کارلوتستا در ۱۳۵۳ تهیه گردیده بود؛ در واقع ضوابط ارائه شده توسط کارلوتستا و همکاری‌اش به نحوی جزئی تعدیل یافته و به عنوان ضوابط جدید به آنها پرداخته شده بود.

پس از انقلاب اسلامی، در سال ۱۳۶۳ مدیریت فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه، اقدام به ارائه ضوابطی برای مکان‌یابی فضاهای آموزشی نمود؛ این ضوابط تعدیل شده، ضوابط ارائه شده در سال ۱۳۵۳ دفتر فنی وزارت آموزش و پرورش براساس ملاحظات و شرایط حاکم بعد از انقلاب اسلامی بود [۳].

از سال ۱۳۶۳ به بعد، سازمان نوسازی و توسعه و تجهیز مدارس، وزارت آموزش و پرورش، اقدام به برگزاری چندین همایش در رابطه با فضاهای آموزشی نموده و به علاوه چندین گزارش مکتوب در این زمینه، ارائه داده است. مجموعه مکتوب «معیارها و ضوابط



کلی فضاهای آموزشی از مقطع ابتدایی تا دبیرستان» که توسط این سازمان در سال ۱۳۶۳ تهیه شده، اطلاعات مبسوطی را در مورد معیارهای فضاهای آموزشی در اختیار می‌گذارد. از فعالیتهای مشابه در زمینه مکان‌یابی، طرح استقرار مدارس ابتدایی شهرستان شاهرود بوده است. این تحقیق در بخش معاونت طرحها و بررسیهای وزارت آموزش و پرورش و توسط سازمان یونسکو در ایران انجام گرفته است. در این طرح، توزیع بهینه استقرار فضاهای آموزش در کل منطقه شاهرود (شهر و روستا) با توجه به برنامه پنجم و ششم عمرانی مدنظر بوده است؛ این طرح، نظیر طرحهای دیگر یونسکو برای تحت پوشش قرار دادن بخش بیشتری از جمعیت لازم‌التعلیم و با هدف توزیع عادلانه فضاهای آموزش و دستیابی به حداقل مطلوبیتهای در فضاهای آموزشی انجام گرفته است. در مجموع، کارهایی که در مورد فضاهای آموزشی انجام گرفته، عمدتاً به مسأله طراحی معماری و کمیت فضاهای آموزشی توجه داشته‌اند و به بعد شهرسازی و گزینش مکانهای مطلوب، کمتر پرداخته شده است.

طرح یونسکو در شاهرود، بسیار خلاصه بوده و شاخصهای اساسی مکان‌یابی فضاهای آموزشی در آن ملحوظ نشده است و طرح فوق، تنها به منظور تحت پوشش دادن بخش بیشتری از جمعیت لازم‌التعلیم انجام گرفته که در برخی از موارد نیز با واقعیتهای اجرایی کشور منطبق نمی‌باشد [۴]. علاوه بر تحقیقات یاد شده، مطالعات دیگری در قالب طرح تحقیقاتی و یا پایان نامه در خصوص مراکز آموزشی صورت گرفته است؛ از جمله می‌توان به مطالعه کلی فضاهای آموزشی [۵] و تحقیقاتی درباره فضاهای آموزشی اهواز [۶]، فضاهای آموزشی شهرستان تبریز [۷]، فضاهای آموزشی مناطق استان گیلان [۸] اشاره نمود.

در قالب پایان نامه [۹]، به بررسی و تحلیل فضاهای آموزشی شهر اصفهان [۴] و به مطالعه مکان‌یابی دبیرستانهای شهر همدان پرداخته‌اند. مطالعه وزینی تنها پایان نامه‌ای است که از منظر بهینه‌یابی به مکان‌یابی مراکز آموزشی می‌پردازد.

۴. معیارهای انتخاب مکان آموزشی

در این بخش، معیارهای علمی انتخاب یک مکان آموزشی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در طراحی کالبدی یک شهر و انتخاب مناسب برای استقرار هر یک از فعالیتهای شهری، باید دو سؤال زیر را در نظر گرفت؟

الف) چه مقدار مکان فعالیت مورد نظر با فعالیتهای همجوار سازگار است؟

ب) آیا مکان فعالیت مورد نظر از مطلوبیت کافی برخوردار است؟

برای پاسخگویی به سؤالات فوق نیاز به فراهم آوردن مجموعه‌ای از معیارهای علمی مناسب است. معیارهایی که می‌توان برای استقرار مکان طرح نمود، باید هم به سؤالات فوق

پاسخ دهند و هم بتوانند رابطه منطقی بین مکان مورد نظر با سایر عوامل را برقرار کنند. سازگاری و مطابقت دو معیار مهم برای گزینش مکان مطلوب فضای آموزشی هستند که در ذیل به بررسی آنها می‌پردازیم.

۴-۱- سازگاری

به طور کلی، از سازگاری به معنی مؤلفه، موافقت و هماهنگی بین دو یا چند شیء تعبیر می‌شود. با این حال، برای سازگاری تعاریف متعددی وجود دارد؛ از جمله قاضی‌زاده در کتاب اصول و معیارهای طراحی فضاهای آموزشی، سازگاری را به معنی هماهنگی و همخوانی تعریف کرده است. در اینجا منظور هماهنگی و همخوانی بین فعالیتهای شهر از یک سو و هماهنگی بین فرم و عملکرد واحد آموزش از سوی دیگر می‌باشد؛ دستیابی به این امر مستلزم شناخت کامل ویژگیهای کالبدی و عملکرد هر یک از کاربریهای شهر است [۳]. سازگاری در فضای آموزشی ابعاد گوناگونی دارد که به‌طور کوتاه به هر یک اشاره می‌کنیم.

۴-۱-۱- سازگاری موقعیت مکانی

استقرار فضای آموزشی در جوار کاربریهایی که از نظر شرایط محیطی مجموعاً با همدیگر هماهنگی و سنخیت دارند، کاربری سازگار با کاربری آموزشی تلقی شده و در غیر این صورت کاربری ناسازگار است. در ایران، در آیین‌نامه بهداشت مدارس، کاربریهای ناسازگار آورده شده و در دستورالعملهای اجرایی توسط وزارت بهداشت و درمان تدوین شده است. در این دستورالعملها، توصیه‌هایی برای انتخاب محل فضای آموزش ارائه گردیده است و به علاوه، سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس، سازندگان مدارس را ملزم به رعایت مواردی می‌نماید؛ به‌طور مثال، در یکی از بخشنامه‌های صادره از سوی این سازمان، سازندگان مدارس به رعایت موارد آورده شده در جدول ۱ موظف شده‌اند [۴].

جدول ۱ موارد الزامی در ساخت مدارس، مشخصات خصوصی زمینهای تحت تملک

- زمین در تملک کامل آموزش و پرورش باشد.	- در نزدیکترین محل به اهالی باشد.
- بلا معارض باشد.	- عدم مجاورت با مراکز ایجاد سر و صدا مانند کارخانجات.
- در مسیر سیلابهای فصلی و کناره سیلها نباشد.	- امکان دریافت سریع انشعاب برق، آب.
- عدم وجود پستی و بلندی زیاد.	- عدم وجود قنات، چاه متروکه، داشتن راه ارتباط عمومی.
- عدم مجاورت با گورستانهای عمومی.	- امکان حمل مصالح.



به طور کلی، باید با شناخت عواملی که در تعیین سازگاری و یا ناسازگاری با دیگر کاربریها نقش دارند، کلیه همجواریهایی فضای آموزشی مورد توجه قرار گیرد تا آنکه فرصت تعلیم و تربیت در فضایی مناسب و مطبوع فراهم شود.

۴-۱-۲- آلودگی صوتی

توجه به ایجاد محیطی مناسب و آرام و به دور از سرو صدا و آلودگی صوتی برای مکانهای آموزشی از وظایف مهم متولیان امر تهیه و ایجاد مدارس است. سر و صدای ناشی از ترافیک هوایی (فرودگاهها، خطوط هوایی) و ترافیک زمینی (قطار و اتومبیل)، سر و صدای ناشی از کارگاههای صنعتی مراکز تجاری، سر و صدای ناشی از بازی دانش آموزان در فضای باز از اصوات نامطلوب در فضاهای آموزشی محسوب می شوند [۱۰]. کاربریهایی که منابع تولید کننده صدا در آنها دارای میزان ارتعاش کمتر از هشتاد دسی بل باشد می تواند به عنوان کاربری همجوار با کاربری آموزشی شناخته شود [۳]. باید توجه داشت، موقعیت مکانی مدارس و همجواری نامناسب آنها با مناطق پر سر و صدا باعث کاهش شدید بازدهی آموزشی می گردد.

۴-۱-۳- آلودگی هوا و دیگر آلودگیهای محیطی

آلودگی هوا، اعم از طبیعی و مصنوعی، می تواند به صورت گازها، ذرات و مواد جامد، ذرات بسیار ریز مایعات و یا مخلوطی از آنها به نحوی باشد که از غلظت قابل توجهی در هوا برخوردار بوده و باعث ایجاد اثرات سوء بر موجودات زنده شود. به جز آلودگیهای هوایی و صوتی، آلودگیهای دیگری که معمولاً بر اثر کارکردهای بسیاری از تجهیزات و تأسیسات شهری حاصل می شوند، نظیر پسابهای رها شده، پسماندها و بوهای نامطبوع، اثرات نامطلوبی بر محیط آموزشی می گذارند. پرواضح است که کاربریهای آموزشی باید از مراکز آلوده کننده هوا و محیط به دور بوده و از یک حداقل فاصله مناسب برخوردار باشند. در منابع [۱۰، ۳] مطالب مسبوطی در این خصوص آورده شده است.

۴-۱-۴- کاربری آموزشی و سایر کاربریها و تأسیسات شهری

وجود کاربریهای مختلف در کنار مکانهای آموزشی می تواند اثرات مثبت و منفی داشته باشند. در جدول ۲ اثرات کاربریهای متفاوت در ارتباط با مکانهای آموزشی نشان داده شده است.

خاطر نشان می گردد که منظور از تأسیسات شهری نامتجانس، کاربریهایی مانند پمپ بنزین، محل جمع آوری زباله، کشتارگاه، گورستان، دکل و خطوط فشار قوی، خطوط اصلی گاز و نفت، دامداری و نظایر اینهاست. به علاوه، کاربریهایی نظیر آتش نشانی، مراکز

جدول ۲ اثر کاربریها و تأسیسات شهری مختلف بر روی مکان آموزشی

میزان مجاورت با مکان آموزشی	نوع اثر در صورت دسترسی مکان آموزشی به آن	نوع اثر در صورت مجاورت با مکان آموزشی	نوع کاربری و تأسیسات شهری
فاصله نزدیک	مثبت	مثبت	کاربری مسکونی
فاصله نزدیک	مثبت	مثبت	کاربری فرهنگی
فاصله معین	مثبت	منفی	کاربری بهداشتی
فاصله دور	بی تفاوت	منفی	کاربری تجاری
فاصله نزدیک	مثبت	مثبت	فضاهای بین شهری
فاصله معین	مثبت	منفی	شبکه ارتباطی حمل و نقل
فاصله دور	منفی	منفی	تأسیسات شهری نامتجانس
فاصله معین	مثبت	بی تفاوت	تأسیسات شهری متجانس با مکان آموزشی

پلیس و نیروی انتظامی، مراکز فرهنگی و ورزشی مانند سینما، تئاتر، فرهنگسرا و سالن یا مرکز ورزشی و تأسیسات مشابه، تأسیسات شهری نامتجانس تلقی می شوند. در منابعی چون [۱۱، ۳، ۵] مباحث مرتبطی در زمینه کاربریهای مختلف ارتباط آنها با مراکز آموزشی آورده شده است.

۴-۲- مطلوبیت

مطلوبیت مکان آموزشی، نشان می دهد که برای به دست آوردن بالاترین بازده کاری، یک مکان آموزشی باید در کدام مکان و با چه امکاناتی باید استقرار یابد. همچنین، مشخص می نماید که آیا مکان آموزشی به طور صحیحی در بافت شهری قرار دارد یا خیر؟ پاسخ به این سؤال در گرو شناخت نوع فعالیت، عملکرد، نیازمندیها و ارتباطات مکان آموزشی با دیگر کاربریهاست. برای توضیح معیار مطلوبیت مکان واحدهای آموزشی، باید شرایط محیطی، شعاع دسترسی، انطباق با طرحهای شهری، دسترسیها به تأسیسات و تجهیزات شهری مورد بررسی قرار گیرند. در این قسمت معیارهای مطلوبیت انتخاب یک مکان آموزشی را مورد بررسی قرار می دهیم.

۴-۲-۱- مکان یابی فضاهای آموزشی و شرایط محیطی

شرایط محیطی، ویژگیهای جغرافیایی، اوضاع طبیعی، اقلیم، آب و هوا، زمین شناسی منطقه را مورد بررسی قرار می دهد. طبیعتاً نحوه استقرار واحدهای آموزشی نیز از عوامل فوق، تبعیت می کند و انتخاب مکان مناسب برای واحدهای آموزشی بدون در نظر گرفتن شرایط محیطی میسر نخواهد شد. شاخصهای مؤثر محیطی که در انتخاب مکانهای آموزشی تعیین کننده



است. عبارت است از: اوضاع طبیعی، شرایط اقلیمی، آب و هوا و ویژگیهای زمین‌شناسی که در ذیل به تفکیک مورد بررسی قرار می‌گیرند.

با توجه به ناهمواریهای سطح شهر، مکان یک فضای آموزشی باید به نحوی انتخاب گردد که از کمترین شیب و ناهمواری برخوردار بوده تا امکان فعالیت آموزشی در کاراترین شکل ممکن فراهم آید [۳].

- مکان‌یابی فضاهای آموزشی با توجه به شرایط اقلیمی:

تغییرات دما، ریزش‌های جوی مانند باران، برف یا تگرگ و میزان رطوبت، باد و تابش آفتاب همه از مواردی هستند که در بررسی شرایط اقلیمی تعیین مکان آموزشی باید مورد توجه قرار گیرند [۱۲].

- مکان‌یابی فضاهای آموزشی و دیگر عوامل محیطی:

از دیگر عوامل محیطی مربوط به زمین و انتخاب مکان برای فضای آموزشی پیامدهای زلزله و سیل است که جزو حوادث غیرمترقبه هستند. از آنجایی که مناطق زلزله‌خیز کشور شناسایی شده‌اند، می‌باید در هنگام انتخاب مکان مناسب به این مورد توجه خاص شود؛ عوامل محیطی دیگری نیز نظیر ریزش کوه و بهمن نیز در انتخاب مکان مناسب مؤثر هستند.

۴-۲-۲- مکان‌یابی فضاهای آموزشی و شعاع دسترسی به آنها

شعاع دسترسی به عواملی چند بستگی دارد که تراکم جمعیت، اندازه مدرسه و مقطع تحصیلی از آن جمله هستند. با افزایش تراکم جمعیت و یا افزایش ظرفیت واحد آموزشی، شعاع دسترسی کاهش می‌یابد؛ ولیکن شعاع دسترسی نمی‌تواند از مقدار مشخصی بالاتر باشد؛ مثلاً برای تعریف شعاع دسترسی مقطع متوسط آورده شده است که در مقطع متوسطه حداکثر شعاع دسترسی ۲۰۰۰ متر (حداکثر ۲۰ دقیقه پیاده‌روی) می‌تواند نرم مناسبی باشد. لازم به ذکر است سربالاییهای تند و خسته کننده بر میزان شعاع دسترسی تأثیر خواهد داشت. نکته بسیار مهم این که دانش‌آموزان، نباید مجبور به گذر از خطوط راه‌آهن، بزرگراه و مسیر بدون وجود پل عبور پیاده باشند [۳].

۴-۲-۳- انطباق استقرار واحد آموزشی با نیازهای آموزشی

گسترش بی‌رویه شهرها در چند دهه اخیر با توزیع اتفاقی واحدهای آموزشی همراه بوده است؛ همین عامل باعث گردیده که شیف کاری مدارس مناطق حاشیه‌ای شهرها تا بیش از سه نوبت در روز برسد و تراکم در واحدهای آموزشی به حد انفجار نزدیک شود. عمده‌ترین دلیل را می‌توان مربوط به نابسامانی طرحهای شهری دانست که به چند مورد آنها اشاره می‌شود [۴]:

۱. نبود طرحهای شهری در بعضی از مناطق موجب شده تا معیارهای شهرسازی مورد استفاده قرار نگیرد.

۲. سرانه انتخاب شده در شهرها مطابق با نیازهای آموزشی نیست.

۳. بین سازندگان و انتخاب‌کنندگان مکان برای فضاهای آموزشی هماهنگی لازم وجود ندارد.

۴. کمبود اعتبارات برای خرید زمین، سبب عدم اختیار در انتخاب مکان شده است.

۵. زمینهای اهدایی از طرف نیکوکاران و یا زمینهایی که به بهای ارزان خریداری شده و به کاربری آموزشی اختصاص می‌یابد باعث عدم توجه به دیدگاه علمی مکان‌یابی می‌شود.

۴-۲-۴- دسترسی مراکز آموزشی به امکانات رفت و آمد

کاربری آموزشی، به واسطه نوع طبیعت آن، مستلزم استفاده از انواع مختلف تجهیزات حمل و نقل و دسترس‌های پیاده و سواره است. بدون در نظر گرفتن این دسترس‌ها، انتخاب مکان واحد آموزشی نه تنها از جنبه ایمنی آسیب‌پذیر بوده و سلامت رفت و آمد دانش‌آموزان را مورد تهدید قرار می‌دهد بلکه از نظر کاهش مسایل شهری همچون ترافیک نیز مؤثر خواهد بود.

۴-۲-۵- مکان‌یابی فضاهای آموزشی در ارتباط با تأسیسات شهری

کاربری آموزشی، با توجه به ارتباط همه جانبه با سایر تأسیسات موجود در شهر، ناگزیر به استفاده از بخشهایی از تأسیسات و امکانات شهری برای بالا بردن کارایی خود می‌باشد. مکانی که برای احداث فضای آموزشی در نظر گرفته می‌شود باید از جهات گوناگون از امکانات تأسیسات شهری بهره‌مند باشد. برخی از این تأسیسات جنبه الزامی یافته و بدون بهره‌مندی از آنها فضای آموزشی قابلیت استفاده پیدا نمی‌کند؛ مانند شبکه‌های آب، برق، گاز (در صورت نبود سایر امکانات تأمین انرژی) و شبکه‌های مواصلاتی و ارتباطی. بهره‌مندی از دیگر تأسیسات، که جنبه الزامی نداشته ولی مطلوبیت مکان را بالا می‌برند، از اهمیت قابل توجهی برخوردار است؛ تأسیساتی نظیر پارکها، کتابخانه‌های عمومی و مراکز ورزشی از این گونه تأسیسات شهری محسوب می‌شوند.

۵. مدل ریاضی مکان‌یابی فضاهای آموزشی

در این بخش مدلی ریاضی برای مکان‌یابی فضاهای آموزشی مقطع خاصی مانند ابتدایی، راهنمایی، دبیرستان / هنرستان، یا پیش‌دانشگاهی ارائه می‌شود. در اینجا فرض بر این است که کلیه مکانهای بالقوه برای احداث فضاهای آموزشی مقطع خاصی در سطح شهر یا منطقه‌ای شناسایی شده و موقعیت دقیق جغرافیایی آنها معلوم است. حال می‌خواهیم از میان این مجموعه، در یک مقطع زمانی، به انتخاب مکان‌یابی برای احداث فضای آموزشی بپردازیم



که ضمن برآورده کردن محدودیتهای اجرایی و برنامه‌ای آموزشی از حداکثر سازگاری و مطلوبیت فضاهای آموزشی برخوردار باشند.

۱-۵- متغیرهای تصمیم

در مدل پیشنهادی متغیرهای تصمیم به صورت Y_i به شرح زیر توصیف می‌شوند:
 Y_i یک متغیر عدد صحیح صفر یا یک عدد است که معرف تصمیم‌گیری برای انتخاب یا عدم انتخاب محل شماره i برای تأسیس و احداث فضای آموزشی می‌باشد؛ اگر Y_i برابر صفر شود بدین معنی است که محل شماره i انتخاب نشود؛ ولی اگر Y_i برابر عدد یک شود به معنی این است که محل i برای احداث فضای آموزشی، مناسبترین انتخاب است. در اینجا، تعداد مکانهای بالقوه برای احداث فضاهای آموزشی مقطع خاصی، مثلاً دبیرستان، N فرض شده است؛ بنابراین، تعداد متغیرهای Y_i برابر N است و اندیس i مقدارهای از ۱ تا N را به خود می‌گیرد.

۲-۵- تابع هدف

تابع هدف این مسأله از نوع بیشینه‌سازی و به صورت زیر می‌باشد:

$$Max Z = \sum_{i=1}^N W_i Y_i$$

در رابطه فوق، ضریب W_i نشان دهنده امتیاز کارشناسی مربوط به مکان i است. نحوه محاسبه امتیاز کارشناسی مکان i به شرح زیر است.

امتیاز کارشناسی هر مکان و چگونگی محاسبه آن

براساس مصوبات وزارت آموزش و پرورش، ارزش یا کیفیت هر مکانی که برای فضای آموزشی انتخاب می‌شود، می‌باید در نظر گرفتن چهار عامل زیر باشد:

۱. معیارهای آموزشی؛

۲. معیارهای پرورشی؛

۳. معیارهای اداری؛

۴. معیارهای رفاهی و خدماتی.

گرچه عوامل فوق‌الذکر، می‌توانند پارامترهای مناسبی باشند، اما همچنانکه در قبل توضیح داده شد، محیط آموزشی باید با معیارهای شهرسازی نیز منطبق باشد. به منظور ارائه روش مناسب برای محاسبه امتیاز هر مکان در نظر گرفته شده برای ایجاد یک واحد آموزشی، شش جدول تنظیم شده است؛ از این جداول، پنج جدول اول توسط کارشناس مربوط تنظیم و امتیازبندی می‌شود و جدول نهایی از این پنج جدول استخراج می‌گردد. حداکثر امتیاز هر

جدول ۳ امتیاز مکان - منطبق با معیارهای آموزشی

ردیف	پارامترهای آموزشی	امتیاز
۱	مرکزیت نداشتن	۸
۲	نبودن سر و صدا	۸
۳	عدم تردد وسایل نقلیه زیاد	۸
۴	فضای باز مجاور	۸
۵	فاصله مناسب با مقطع تحصیلی پایین‌تر	۸
جمع امتیازات		۴۰

جدول ۴ امتیاز مکان - منطبق با معیارهای پرورشی

ردیف	پارامترهای پرورشی	امتیاز
۱	عدم اشرافیت به واحدهای مسکونی	۸
۲	فضای مناسب تفریح و ورزش	۶
۳	نبودن هرگونه مزاحمت در مسیر دانش‌آموزان	۷
۴	وجود مسجد در کنار مدرسه	۸
۵	وجود مراکز ورزشی	۷
جمع امتیازات		۳۶

جدول ۵ امتیاز مکان - منطبق با معیارهای اداری

ردیف	پارامترهای اداری	امتیاز
۱	امنیت مکان آموزشی	۷
۲	پارکینگ مناسب برای وسیله نقلیه اولیاء	۶
۳	نزدیک بودن به اداره آموزش و پرورش منطقه	۷
۴	امکان توسعه مدرسه	۵
۵	امکان ارتباطات با سایر ادارات	۵
جمع امتیازات		۳۰

جدول ۶ امتیاز مکان - منطبق با معیارهای خدماتی و رفاهی

ردیف	پارامترهای خدماتی و رفاهی	امتیاز
۱	در دسترس بودن وسایل نقلیه عمومی	۷
۲	بدون شبکه آب، برق و ...	۶
۳	مناسب بودن راه عبور	۸
۴	همجواری با فضای سبز	۷
۵	بودن شعبات پست، بانک	۶
جمع امتیازات		۳۴



جدول ۷ امتیاز امکان - منطبق با معیارهای شهرسازی

امتیاز	پارامترهای شهرسازی	ردیف
۶	اوضاع طبیعی	۱
۷	دسترسی سواره	۲
۷	دسترسی پیاده	۳
۸	عدم ارتباط با شبکه ترافیکی	۴
۸	ارتباط با مؤسسات شهری	۵
۳۶	جمع امتیازات	

جدول ۸ جدول نهایی احتساب امتیازات پنجگانه

امتیاز	شرح	ردیف
۴۰	امتیاز نهایی پارامترهای آموزشی	۱
۳۶	امتیاز نهایی پارامترهای پرورشی	۲
۳۰	امتیاز نهایی پارامترهای اداری	۳
۳۶	امتیاز نهایی پارامترهای رفاهی و خدماتی	۴
۳۶	امتیاز نهایی پارامترهای شهرسازی	۵
۱۷۶	جمع امتیازات	

پارامتر در پنج جدول اول برابر ۸ است؛ بنابراین، چون هر جدول دربرگیرنده پنج پارامتر می‌باشد، حداکثر امتیاز هر یک از این جداول عدد ۴۰ و حداکثر امتیاز جدول نهایی برابر عدد ۲۰۰ است. جدولهای ۳ تا ۸ امتیازهای داده شده برای یک مکان بالقوه آموزشی فرضی را نشان می‌دهد.

۳-۵- محدودیتها

پنج گروه محدودیت برای مدل مکان‌یابی فضاهای آموزشی پیشنهاد شده است که در این بخش به معرفی محدودیت‌های در نظر گرفته شده برای مدل می‌پردازیم.

۳-۵-۱ محدودیت رعایت فاصله

هدف از این محدودیت آن است که حداقل فاصله بین محلهای احداث دو مکان آموزشی رعایت گردد. فواصل بین مکانهای کاندیدی برای احداث فضاهای آموزشی در یک ماتریس آورده می‌شود. جدول ۹ ماتریس فواصل بین شش مکان فرضی بالقوه برای احداث فضاهای آموزشی یک مقطع آموزشی خاص را نشان می‌دهد. عدد آورده شده در سطر نام و ستون ستون نام ماتریس نشان دهنده فاصله بین دو مکان i و j بر حسب ۵۰ متر است.

جدول ۹ ماتریس فواصل بین مکانهای بالقوه برای احداث فضای آموزشی

	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	-	۳۰	۵۰	۴۰	۱۰۰	۶۰
۲	۳۰	-	۹۰	۱۲۰	۷۰	۳۵
۳	۵۰	۹۰	-	۴۵	۱۵	۹۳
۴	۴۰	۱۲۰	۴۵	-	۴۷	۴۸
۵	۱۰۰	۷۰	۱۵	۴۷	-	۸۵
۶	۶۰	۳۵	۹۳	۲۸	۸۵	-

به طور مثال، فاصله بین دو مکان ۲ و ۳ برابر ۴۵۰۰ متر می‌باشد که در جدول با عدد ۹۰، ۹۰=۴۵۰۰÷۵۰، نشان داده شده است. مقیاس ۵۰ متر یک مقیاس دلخواه است و هر مقیاس مناسب دیگری را می‌توان در نظر گرفت، فرض بر این است که ماتریس فواصل یک ماتریس متقارن است.

حال فرض کنید که، با توجه به مثال فوق، می‌خواهیم فاصله بین دو مکان آموزشی کمتر از ۴۰ نباشد؛ در این صورت برای هر دو مکان i و j که مسافت بین آنها کمتر از ۴۰ باشد باید رابطه زیر نوشته شود:

$$Y_i + Y_j \leq 1, Y_i, Y_j \in [0, 1]$$

برای این منظور، ابتدا ماتریس جدول ۹ را با حذف عناصر دارای مقادیر بزرگتر و یا مساوی با حداقل مسافت، در این مثال ۴۰، به یک ماتریس تقلیل یافته به صورت جدول ۱۰ بازنویسی می‌کنیم:

جدول ۱۰ یک ماتریس فواصل تقلیل یافته

	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	-	۳۰	-	-	-	-
۲	۳۰	-	-	-	-	۳۵
۳	-	-	-	-	۱۵	-
۴	-	-	-	-	-	۲۸
۵	-	-	۱۵	-	-	-
۶	-	۳۵	-	۲۸	-	-

حال به راحتی می‌توان محدودیت‌های مربوط به حداقل فاصله را با استفاده از ماتریس فواصل تقلیل یافته به صورت زیر نوشت:



۶. پیشنهاد

الگوی مکان‌یابی فضاهای آموزشی از چهار گام مشخص تشکیل شده، که در قالب نمودار جریان شکل ۳ نشان داده شده است.

همانطور که در الگوی پیشنهادی ملاحظه می‌شود از اصلاح غربال به معنی کاهش (یا حذف) مکانهای بالقوه ناسازگار و همچنین مکانهای بالقوه که در مجاورت مناطق سازگار قرار ندارند، استفاده می‌شود. بدین ترتیب، انتخاب مکان مناسب برای احداث فضای آموزشی تنها از مجموعه مکانهای بالقوه سازگار انجام می‌گیرد.

۷. بحث مدل ریاضی

در این مدل ریاضی، برخی محدودیتها نظیر رعایت حداقل فاصله بین دو مکان آموزشی، سقف و کف تعداد دانش‌آموز در نظر گرفته شده است. این مدل ساده بوده و می‌توان به سهولت از آن استفاده کرد؛ همچنین در این مدل با استفاده از ماتریس تقلیل یافته که از عمده مدل‌های ریاضی برای اینگونه مسایل، در نظر نگرفتن ملاحظات غیر کمی می‌باشد، در این مدل ملاحظات کارشناسی و مدیریتی صاحب‌نظران از طریق وزن تخصیص داده شده به هر مکان آموزشی در ضرایب تابع هدف در نظر گرفته می‌شود. از آنجا که مدل مورد استفاده، برخی محدودیتها را در نظر نمی‌گیرد، در انتهای مقاله یک مدل ریاضی برای اضافه نمودن محدودیتها زیر به مدل توسعه داده شده است.

۱. در نظر گرفتن انواع مکانهای آموزشی (دبستان، دبیرستان، هنرستان و ...)

۲. رعایت حداقل فاصله بین مدارس دخترانه و پسرانه؛

۳. مسأله تقاضای هر منطقه و پوشش آن تقاضا توسط مکانهای آموزشی؛

۴. مسأله انتخاب ظرفیت مکان آموزشی برای احداث؛

اضافه کردن این محدودیتها، باعث پیچیدگی مدل خواهد شد. همانطور که در مدل توسعه داده شده می‌توان مشاهده کرد، این مدل پیچیده بوده و زمان حل آن توسط نرم‌افزار طولانی می‌باشد. مدل ریاضی توسعه داده شده یک مدل کامل و جامع برای انتخاب مکانهای مناسب جهت احداث فضاهای آموزشی می‌باشد؛ اما ملاحظات محاسباتی و زمان مورد نیاز برای حل این مدل از محدودیتهای عمده استفاده از آن محسوب می‌شود.

۸. مدل ریاضی توسعه یافته

در ادامه مقاله، به توسعه مدل برنامه‌ریزی انتخاب مکان آموزشی می‌پردازیم. در این مدل فرضها و پارامترهای بیشتری که در عالم واقعیت، بر تصمیم‌گیری مؤثر هستند، در نظر گرفته می‌شوند؛ اول اینکه، با توجه به قابلیت دسترسی، امنیت و زمان مورد نیاز برای رفت و

$$Y_1 + Y_2 \leq 1 \quad Y_1 + Y_3 \leq 1$$

$$Y_1 + Y_4 \leq 1 \quad Y_2 + Y_4 \leq 1$$

۳-۲-۵- محدودیت حداکثر تعداد مکان آموزشی قابل احداث

در صورتی که M تعداد حداکثر مکانهای آموزشی مورد نیاز مقطع زمانی مورد نظری باشد، محدودیت زیر را به مدل اضافه می‌کنیم:

$$\sum_{i=1}^n Y_i \leq M$$

این محدودیت دیکته می‌کند که تعداد مکانهای انتخاب شده از M بیشتر نشود.

۳-۳-۵- محدودیت رعایت سقف کل دانش

آموزان اگر S_i ظرفیت دانش‌آموزی مکان آموزشی i ام باشد و \bar{S} سقف تعداد کل دانش‌آموزان در تمام مکانها در نظر گرفته شود، در این صورت، محدودیت زیر را به مدل اضافه می‌کنیم:

$$\sum_{i=1}^N S_i Y_i \leq \bar{S}$$

۳-۴-۵- محدودیت رعایت کف تعداد دانش‌آموزان

همانند محدودیت بالا، اگر k برابر حداقل تعداد کل دانش‌آموزان در تمام مکانها در نظر گرفته شده باشد، در این خواهیم داشت:

$$\sum_{i=1}^N S_i Y_i \leq \underline{S}$$

۳-۵-۵- محدودیت بودجه

اگر سقف بودجه، برای احداث فضای آموزشی مشخص باشد، نیاز است که محدودیت مصرف بودجه به مدل اضافه شود. اگر b_i بودجه پیش‌بینی شده مورد نیاز برای احداث فضای آموزشی در مکان بالقوه i و B کل بودجه در دسترس باشد، محدودیت زیر را خواهیم داشت:

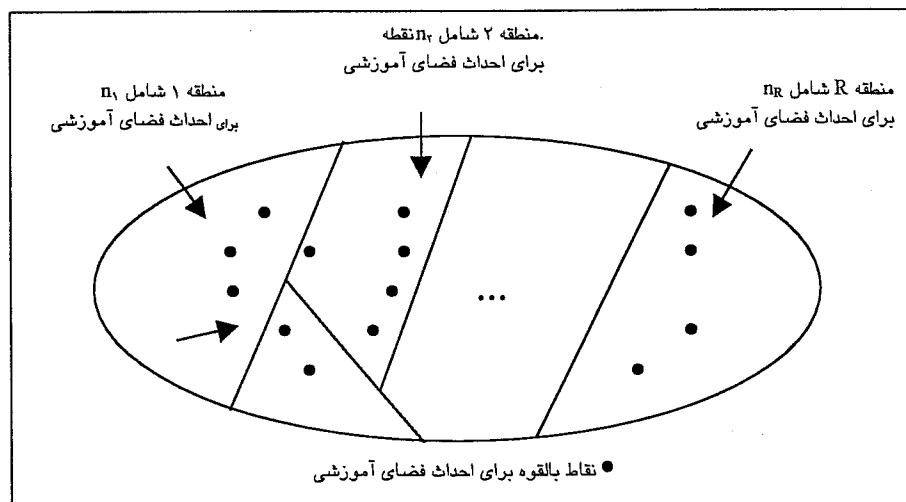
$$\sum_{i=1}^N b_i Y_i \leq B$$

۳-۶-۵- محدودیت عدد صحیح بودن متغیرها

متغیرهای Y_i همگی مقادیر عدد صحیح O یا I هستند، که مفهوم هر یک از این مقادیر در قسمت متغیرهای تصمیم توضیح داده شده است.



برای مشخص کردن منطقه‌ها بدین ترتیب عمل می‌کنیم. هر منطقه، شامل نقاطی است که تمام ساکنین آن منطقه قابلیت دسترسی (از لحاظ وسایل حمل و نقل، جاده) به تمام این نقاط بالقوه برای احداث مکان آموزشی را داشته باشند؛ بدین معنی که اگر در منطقه Π_r یک مکان آموزشی احداث گردد، تمام ساکنین در حوزه منطقه Π_r قابلیت استفاده از این مکان آموزشی را داشته باشند. شکل ۴ چگونگی افزاین یک منطقه را نشان می‌دهد.



شکل ۴ چگونگی افزاین یک منطقه بزرگ به مناطق کوچکتر

پارامترهای مدل

- مجموعه نقاط را از ۱ تا N شماره‌گذاری می‌کنیم. $I=1,2,\dots,N$

- $D = [d_{ij}]_{N \times N}$ ماتریس فاصله بین نقاط بالقوه برای احداث مکان آموزشی.

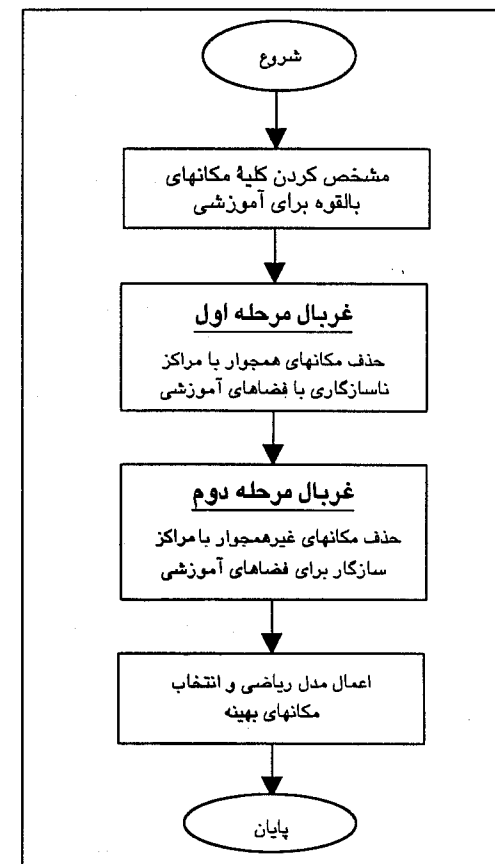
- منطقه به R زیر منطقه کوچکتر مطابق تعریف بالا شکسته می‌شود که زیر منطقه Π_r دارای

تعداد n_r مکان بالقوه احداث فضای آموزشی است، $r=1, \dots, R$

$$\sum_{r=1}^R n_r = N$$

- J نوع فضای آموزشی وجود دارد، $J=1, \dots, J$ ، فضای آموزشی می‌تواند فضایی نظیر دبستان، راهنمایی، دبیرستان، هنرستان حرفه‌ای و کار و دانش باشد.

- برحسب تقاضا در هر منطقه می‌توان فضاهای آموزشی با ظرفیتهای مختلف احداث کرد. براساس استانداردهای موجود در بخش احداث فضاهای آموزشی، فرض کنید براساس



شکل ۳ نمودار جریان الکوی مکان‌یابی فضاهای آموزشی

برگشت از منزل به فضای آموزشی در عمل تمایل بر انتخاب نزدیکترین فضای آموزشی مناسب است؛ بدین ترتیب می‌توان یک منطقه بزرگ را به مناطق کوچکتر آموزشی تقسیم‌بندی کرد؛ از طرف دیگر، با توجه به مسایل فرهنگی جامعه ایرانی سعی می‌شود که فضاهای آموزشی دخترانه و پسرانه تا حد امکان در مجاورت یکدیگر قرار نگیرند. با توجه به این مسایل به تعریف پارامترهای مورد نیاز مدل می‌پردازیم.

در ابتدا، مکانهای ناسازگار برای ایجاد مکانهای آموزش را همانگونه که در قبل بیان شده از مجموعه مکانهای کاندید برای ایجاد مکان آموزشی حذف می‌کنیم؛ بدین ترتیب یک مجموعه شامل N مکان بالقوه ($i=1, 2, \dots, N$) برای احداث مکان آموزشی به دست می‌آید. برای دسته‌بندی، مجموعه نقاط را به R زیرمجموعه افزاین می‌کنیم و در هر منطقه Π_r نقطه وجود دارد، به طوری که:

$$\sum_{r=1}^R n_r = N$$



$$\sum_{i \in n_r} \sum_{p=1}^P K_p \cdot x_{ijp} \leq b_{rj} \quad J=1, \dots, J, r=1, \dots, R$$

- محدودیت‌های تقاضای مناطق برای فضاهای آموزشی دخترانه:

$$\sum_{i \in n_r} \sum_{p=1}^P k_p \cdot x_{ijp} \leq g_{rj} \quad j=1, \dots, j, r=1, \dots, R$$

- محدودیت احداث یک فضای آموزشی در هر مکان بالقوه:

$$\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^J [x_{ijp} + y_{ijp}] \leq 1 \quad i=1, 2, \dots, N$$

- محدودیت رعایت فاصله بین فضاهای آموزشی پسرانه و دخترانه:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P [x_{ijp} + y_{ijp}] = z_{il} \quad i, l=1, 2, \dots, Ni \neq l$$

M یک عدد بسیار بزرگ

$$\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^J [x_{ijp} + y_{ijp}] \cdot d_{il} \geq 0 - M \cdot z_{il}$$

- محدودیت فاصله بین دو فضای آموزشی:

$$\sum_{p=1}^P [(x_{ijp} + y_{ijp}) + (x_{ljp} + y_{ljp})] = u_{ilp} \quad i, l=1, 2, \dots, Ni \neq l$$

M یک عدد بسیار بزرگ

$$\sum_{p=1}^P \sum_{K=r}^J [(x_{ijp} + y_{ijp}) + (x_{ljp} + y_{ljp})] d_{li} \geq S_j - M u_{ilp}$$

$$x_{ijp} \in \{0, 1\} \quad , \quad y_{ijp} \in \{0, 1\} \quad I=1, \dots, N, j=1, \dots, J, P=1, 2, \dots, P$$

۹. نتیجه‌گیری

با مطالعات انجام شده، در این زمینه، ادبیات و سابقه مسأله مکان‌یابی مراکز آموزشی، این نکته مشهود می‌شود که این مطالعات با رویکرد ریاضی در حد محدودی انجام گرفته است.

تقاضا، p نوع، فضاهای آموزشی (بر حسب تعداد کلاس) که ظرفیت هر یک از آنها $K_p = p$ است را می‌توان برای احداث انتخاب کرد.

b_{rj} تقاضای منطقه r ام برای فضای آموزشی پسرانه از نوع j. $J=1, \dots, J, r=1, \dots, R$

g_{rj} تقاضای منطقه r ام برای فضای آموزشی دخترانه از نوع j. $J=1, \dots, J, r=1, \dots, R$

پارامترهای b_{rj} و g_{rj} را می‌توان با توجه به ترکیب جمعیت و نرخ رشد آن از یک طرف و نیاز بازار کار از طرف دیگر تخمین زد.

S_{jp} هزینه ساخت مکان آموزشی از نوع j با ظرفیت K_p . $J=1, \dots, J, p=1, \dots, P$

B کل بودجه در دسترس برای احداث فضاهای آموزشی در طول دوره برنامه‌ریزی.

O حداقل فاصله در نظر گرفته شده بین فضاهای آموزشی از نوع پسرانه و دخترانه.

S_j حداقل فاصله بین دو فضای آموزشی از نوع j. $J=1, \dots, J$

W_{ijp} ارزش ایجاد شده در اثر احداث یک فضای آموزشی از نوع j ام با ظرفیت K_p در مکان بالقوه j ام.

$J=1, \dots, J, p=1, \dots, P, i=1, \dots, N$

تعریف متغیرهای مدل

1 اگر در مکان بالقوه j ام، $i=1, \dots, N$ یک فضای آموزشی پسرانه از نوع j ام با ظرفیت K_p احداث شود، در غیر این صورت.

x_{ijp}

1 اگر در مکان بالقوه j ام، $i=1, \dots, N$ یک فضای آموزشی دخترانه از نوع j ام با ظرفیت K_p احداث شود، در غیر این صورت.

y_{ijp}

$J=1, \dots, J, p=1, 2, \dots, P, i=1, \dots, N$

مدل ریاضی

تابع هدف: حداکثر زمان کل ارزش ایجاد شده بر اثر احداث فضاهای آموزشی؛

$$\text{Max} z = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P W_{ijp} [x_{ijp} + y_{ijp}]$$

محدودیت‌های مسأله

- محدودیت بودجه در دسترس:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P S_{jp} \sum_{i=1}^N [x_{ijp} + y_{ijp}] \leq B$$

- محدودیت‌های تقاضای مناطق برای فضاهای آموزشی پسرانه:



چارچوب مدون برای ارزیابی و محاسبه شاخصهای مؤثر در انتخاب مکان مناسب نیز ارائه شده است. یک ضعف عمده در استفاده از مدل‌های ریاضی برای اینگونه مسایل، در نظر گرفتن ملاحظات غیر کمی می‌باشد؛ اما در این تحقیق در مدل ریاضی ملاحظات کارشناسی و مدیریتی صاحب نظران از طریق وزنهای قابل محاسبه برای هر مکان بالقوه در ضرایب تابع هدف در نظر گرفته می‌شوند. در این مطالعه، همچنین طرح ماتریس تقلیل یافته، باعث می‌شود به نحو مطلوب و ساده‌ای محدودیتهای رعایت حداقل فاصله بین دو مکان آموزشی رعایت گردد؛ در انتها نیز با توجه به شرایط خاص فرهنگی جامعه ایران یک مدل ریاضی با در نظر گرفتن نوع فضای آموزشی محدودیت حداقل فاصله بین فضاهای آموزشی دخترانه و پسرانه پوشش تقاضای هر منطقه توسعه داده شده است. این الگو می‌تواند به عنوان ابزاری مطمئن و قابل اطمینان برای تصمیم‌گیری به ویژه مدیران سازمانهای نوسازی توسعه و تجهیز مدارس کشور باشد؛ لذا، می‌توان به جای استفاده از روشهای سنتی و نامطمئن از الگوی ارائه شده بهره برد تا ضمن صرفه‌جویی در وقت و سرعت در تصمیم‌گیری باعث صرفه‌جویی مالی از طریق مکان‌یابی مناسب فضاهای آموزشی گردد.

۱۰. منابع

- [۱] یعنی دوزی سرخابی، محمد، تجلیل نظام آموزشی از دیدگاه توسعه، فصلنامه پژوهشی و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، شماره یک، سال اول، تهران، بهار ۱۳۷۲.
- [۲] عبدالرسولی، سلیمان، مطالعه و بررسی در تعیین ضوابط مربوط به طرح مدارس ابتدایی، تهران، دفتر تحقیقات و استانداردهای سازمان برنامه و بودجه، نشریه شماره ۹، ۱۳۵۱.
- [۳] قاضی‌زاده، بهرام، اصول و معیار طراحی فضاهای آموزشی و پرورشی، چاپ نشر سفید، سازمان نوسازی و توسعه و تجهیز مدارس کشور، تهران.
- [۴] وزینی، مصطفی، مطالعه و مکان‌یابی دبیرستانهای شهر همدان و ارائه الگوی مناسب، مرکز آموزش مدیریت دولتی همدان، ۱۳۷۶.
- [۵] ابراهیمی نظریان، جواد، مقدمه‌ای بر طرح فضاهای آموزشی، دانشگاه تهران، دانشکده هنرهای زیبا، ۱۳۵۸.
- [۶] شهاب، عبدالخلیل، بررسی فضای آموزشی اهواز، سازمان برنامه و بودجه استان خوزستان، دی ماه ۱۳۶۸.
- [۷] دانشمهر، زهره، بررسی فیزیکی و نحوه استقرار مدارس تبریز، آذربایجان شرقی، اداره کل آموزش و پرورش آذربایجان شرقی، ۱۳۷۲.
- [۸] پورحبیبی، مسلم، مکان‌یابی فضاهای آموزشی استان گیلان، اداره کل آموزش و پرورش استان گیلان، ۱۳۷۳.

- [۹] ناظریان جزی، نادعلی، بررسی و تحلیل فضاهای آموزشی شهر اصفهان، دانشگاه تهران، ۱۳۶۵.
- [۱۰] نوید، مهدی، پیام مدرسه، سازمان نوسازی توسعه و تجهیز مدارس کشور، انتشارات لارنگ، تهران، ۱۳۷۳.
- [۱۱] عسگریان، مصطفی، سازمان و مدیریت آموزش و پرورش، چاپ سوم، انتشارات امیرکبیر، تهران، ۱۳۶۶.
- [۱۲] کسمائی، مرتضی، پهنه‌بندی اقلیمی ایران، سازمان نوسازی و توسعه و تجهیز مدارس کشور، تهران، ۱۳۷۳.