بهینه سازی چند هدفه تخصیص دانش آموزان مدارس دولتی به غیر انتفاعی تحت شرایط عدم قطعیت

(مطالعه موردی: منطقه ملارد)

سیده سارا قاسمی[1]، احمد ماکویی [*1]

1. کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، گرایش بهینه سازی سیستمها، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال-ایران.

2. استاد، گروه آموزشی تولیدی صنعتی، دانشکده صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران.

نویسنده مسئول[*] :

احمد ماکویی

تلفن: 09121439946

ایمیل: amakui@iust.ac.ir

چکیده

امروزه انتخاب راهبردهای مفید و بهینه در زمینه انتخاب و تخصیص دانش‌آموزان به مدارس، با توجه به تأثیرگذاری بسیار زیاد بر کمّیت و کیفیت آموزش، از دغدغه‌های مهم و ضروری نهاد آموزشی می‌باشد. در این زمینه، تعیین معیارهای مناسب برای انتخاب مناسب دانش‌آموزان با در نظر گرفتن استانداردها و نیازهای آموزشی دانش‌آموزان امری الزامی است. در این تحقیق، از منظر سطح علمی، فاصله طی‌شده توسط دانش‌آموز تا مدرسه و رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی، یک الگوی تصمیم‌گیری با اهداف متناظر برای انتخاب و تخصیص دانش‌آموزان به مدارس ارائه می‌شود. با توجه به روش ارائه‌شده، ابتدا ارزیابی دانش‌آموزان نسبت به مدارس موجود در قلمروی مکانی مورد نظر، با دو رویکرد فاصله طی شده توسط دانش‌آموز تا مدرسه و تناظر سطح علمی، انجام می‌شود. نتایج به دست آمده ارزیابی‌های مذکور به استناد روش جدید و کاربردی BWM ، تعیین وزن سطح علمی و فاصله تا مدرسه توسط هر دانش آموز نسبت به مدرسه مورد نظر می باشد. در مرحله بعد با توجه به وزن‌های سطح علمی و فاصله هر دانش‌آموز تا مدرسه، مدل‌سازی برنامه‌ریزی آرمانی تجدید نظرشده برای هر یک از دانش‌آموزان انجام می‌شود. در این حالت، وزن‌های تعیین‌شده مذکور، ورودی اصلی می باشد و محدودیت‌های آرمانی مورد نیاز نیز در نظر گرفته می‌شوند. در نهایت با حل مدل پیشنهادی مذکور، تخصیص بهینه دانش‌آموزان به هر کدام از مدارس انجام می‌شود. پس از تخصیص دانش‌آموزان به مدارس مورد نظر، ممکن است با کمبود ظرفیت در برخی از مدارس مواجه شویم. در این شرایط، با ارائه یک فلوچارت، نحوه جابجایی دانش‌آموزان مازاد تا رسیدن به ظرفیت استاندارد برای تمامی مدارس توضیح داده می‌شود. همچنین، با توجه به پیاده‌سازی روش پیشنهادی تحقیق برای تخصیص دانش‌آموزان به مدارس منطقه «ملارد» و انجام ارزیابی‌ها و محاسبات مربوطه، تجزیه و تحلیل حساسیت نیز انجام شده است. نتایج نهائی تحلیل حسّاسیّت مدل پیشنهادی نشان می‌دهد که در نظر نگرفتن رویکرد سطح علمی، باعث تغییراتی در انتخاب و تخصیص دانش‌آموزان به مدارس می‌شود. لذا می‌بایست در ارزیابی‌های مرتبط با تخصیص دانش‌آموزان به مدارس، معیار سطح علمی در نظر گرفته شود.

واژگان کلیدی: تخصیص دانش‌آموزان، برنامه‌ریزی چند هدفه، عدم قطعیت، مدلسازی ریاضی، مدل‌های تصمیم‌گیری.

1. مقدمه

از جمله مواردی که تاکنون در امر برنامه‌ریزی مدارس موجب بروز مسائل و مشکلات فراوانی شده است، نارسایی‌ها و عدم رعایت اصول صحیح انتخاب دانش‌آموزان، در عملکرد و کارایی مطلوب نظام آموزشی و پیشرفت مطلوب نیازهای دانشی و روانی دانش‌آموزان در محیط‌های آموزشی تأثیر بسیار زیادی دارد. تخصیص دانش‌آموزان به مدارس، متناسب با نیاز و شرایط مربوطه، ضروری‌ترین پیش‌نیاز توسعه آموزش و پرورش کشور است. در هر نظام آموزشی، عوامل بسیاری با یکدیگر عمل می‌کنند تا یادگیری و پیشرفت تحصیلی برای دانش‌آموزان حاصل گردد. هرقسمت از این نظام باید به گونه‌ای آماده شود که دسترسی به بازده مطلوب و اهداف مورد نظر میسر شود. زیرا اگر جزئی از نظام ازکار باز ایستد، کارآیی اجزای دیگر نظام، کاهش یافته و صدمه خواهد دید (فرازمند و کاظمی، 1396).

انتخاب و تخصیص مناسب دانش‌آموزان، به لحاظ تاثیراتی که بر کمیت و کیفیت آموزش و نیز کالبد بافت شهر یا روستا می‌گذارد، شایسته بررسی گسترده‌ای است. بنابراین تعیین معیارهای مناسب برای انتخاب مناسب دانش‌آموزان با در نظر گرفتن استانداردها و نیازهای آموزشی دانش‌آموزان، امری الزامی است. در نظر گرفتن کیفیت به امور آموزشی و پرورشی در اولویت اول برنامه‌ها قرار می‌گیرد و برخی از راهکارهای کیفیت‌بخشی را می‌توان، توجه به ضریب هوشی، هزینه، زمان، مسافت و ... نام برد (لوزانو[1]، 2015) تخصیص دانش‌آموزان به مدارس، از موضوعات پر اهمیتی است که همواره دغدغه‌هایی را برای والدین و دولت‌مردان ایجاد کرده است. این موضوع می‌تواند در عدالت اجتماعی و دسترسی عادلانه دانش‌آموزان به امکانات آموزشی نیز نقش داشته باشد. هدف اصلی تخصیص دانش‌آموزان به مدارس این است که همه دانش‌آموزان بتوانند با توجه به شرایط محیطی و ضریب هوشی خود، به طور عادلانه از امکانات مدارس استفاده کنند. از آنجایی که در حال حاضر معضل اصلی مدارس غیر انتفاعی کمبود دانش آموز و مدارس دولتی دانش‌آموزان مازاد است، بهترین و کارآمدترین روش به منظور ایجاد تعادل در تعدد دانش‌آموزان تخصیص دانش‌آموزان مدارس دولتی به مدارس غیر انتفاعی است.موضوع مورد بررسی در این تحقیق، چگونگی و نحوه انجام این تخصیص می‌باشد به گونه‌ای که معیارهای اساسی در تخصیص حتی الامکان به بهترین نحو ارضا گردند و تعریف این معیارها و چگونگی وارد نمودن آنها در مدل تخصیص از جمله چالش‌های این تحقیق، خواهند بود. به طور کلّی، مسأله اصلی این تحقیق، ارائه یک روش علمی و منطقی برای تخصیص دانش‌آموزان با توجه به معیارهای فاصله دانش‌آموز تا مدرسه و سطح علمی می‌باشد و شاخص‌های فاصله دانش‌آموز تا مدرسه و سطح علمی به عنوان عوامل تاثیرگذار برای انتخاب دانش‌آموزان، مورد بررسی قرار می‌گیرند تا تصمیم‌گیری در مدل ارائه شده بر مبنای کاهش فاصله دانش‌آموز تا مدرسه و افزایش تناظر سطح علمی دانش‌آموز و مدرسه، صورت گیرد. بنابراین، با توجه به این‌که تناظر سطح علمی دانش‌آموز و مدرسه و همچنین، مسافت دانش‌آموز از مدرسه، از اهمیت بالایی برخوردار است، به همین دلیل، استراتژی تخصیص دانش‌آموز به مدرسه، به روشی می‌باشد که هم تناظر سطح علمی دانش‌آموز و مدرسه، افزایش پیدا کند و هم فاصله دانش‌آموز تا مدرسه موردنظر، کمینه شود. در این تحقیق، از روش کاربردی و جدید بهترین-بدترین (BWM)، برای رتبه‌بندي و وزن‌دهی دانش‌آموزان، براساس شاخص‌هاي فاصله دانش‌آموز تا مدرسه و سطح علمی، استفاده می‌شود. روش بهترین-بدترین و یا به بیان دیگر، روش BWM[2]، از جدیدترین و کاراترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که به منظور وزن‌دهی عوامل و معیارهای تصمیم‌گیری به کار می‌رود (رضائی[3]، 2016) .در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره از جمله روش تحلیل سلسله مراتبی، معیارها و زیرمعیارهای تصمیم‌گیری را می‌توان توسط مقایسه‌های زوجی و تحلیل نظرات خبرگان ارزیابی نمود و آنها را از ارجح‌ترین و با اهمیت‌ترین به کم اهمیت‌ترین مرتب نمود. اما در تکنیک BWM، بهترین و بدترین شاخص‌ها و معیارها توسط تصمیم‌گیرنده، مشخص می‌شود و سپس مقایسه زوجی بین هر کدام از این دو شاخص، که بهترین و بدترین هستند، با دیگر شاخص‌ها، صورت می‌گیرد. آنگاه مساله تبدیل به یک مساله برنامه‌ریزی خطی می‌شود بدین‌گونه که وزن شاخص‌ها به‌صورتی بدست آید که تفاوت‌های مطلق اوزان حداقل

---

[1] Lozano
[2] Best-Worst-Method
[3] Rezaei

گردد. از جمله ویژگی‌های برجسته روشBWM ، که یکی از تکنیک‌های نوین تصمیم‌گیری چندشاخصه می‌باشد، نسبت به سایر تکنیک‌های MCDM موجود، می‌توان به «تعداد مقایسات زوجی کمتر»، «دستیابی به مقایسات زوجی سازگارتر» و «نتایج با قابلیت اطمینان بالاتر»، اشاره نمود (گوآ و ژائو[4]، 2017). گام مهم بعد از محاسبه وزن معیارها، بهینه‌سازي همزمان آنها است. برنامه‌ریزي آرمانی (GP[5]) یکی از قوي‌ترین رویکردها براي تجمیع اهداف متضاد و بهینه‌سازي همزمان آنها محسوب می‌شود. در این رویکرد براي هر تابع هدف چند سطح تمایل توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شود و تفکر اصلی، کمینه‌سازي مجموع انحرافات نامطلوب از سطوح تمایل در نظر گرفته‌شده است. با توجه به اهمیت کارکرد فضاهای آموزشی و پیامدهای نامطلوب عدم رعایت شعاع دسترسی بهینه و همجواری مطلوب، ضرورت دارد در مکان‌یابی این مراکز به عوامل مکانیابی توجه شود. از سوی دیگر با توجه به روند رو به رشد سریع شهر نشینی و افزایش تقاضا برای خدمات شهری از جمله خدمات آموزشی، لزوم ارائه تحقیق در زمینه تخصیص دانش‌آموزان به مراکز آموزشی احساس می‌شود.این تحقیق با توجه به ضرورت ارائه یک راهکار علمی و منطقی برای تخصیص دانش‌آموزان به مدارس و اهمیّت موضوع انتخاب بهینه مدارس موردنظر، به استناد تحقیقات گذشته در زمینه موضوع تحقیق، در پی ارائه یک مدل ترکیبی کمی و کیفی برای حل مسأله مذکور می‌باشد. در این تحقیق از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و برنامه ریزی آرمانی برای ارائه یک مدل جدید جهت انتخاب دانش‌آموزان، استفاده شده است که این کار دقت و صحت کار را تا سطح قابل توجهی افزایش می‌دهد. در واقع، مؤلفه‌های موردنظر این تحقیق، فاصله دانش‌آموز تا مدرسه موردنظر و تناظر سطح علمی، هستند و ارزیابی‌های موردنظر، با روش BWM انجام خواهد شد. لیکن در این تحقیق، از برنامه‌ریزي آرمانی چند انتخابی تجدید نظر شده با توجه به متغیرهاي پیوسته، به دلیل نوع مسأله تحقیق، استفاده شده است و در نهایت، بر اساس معیارهای فاصله دانش‌آموز تا مدرسه و سطح علمی، تخصیص دانش‌آموزان به هرکدام از مدارس موردنظر، انجام می‌شوند. جمع‌بندی مطالعات انجام‌شده و بیان شکاف تحقیقاتی با توجه به یافته‌های محققین در زمینه موضوع تحقیق، می‌توان خلاصه‌ای از یافته‌های مذکور را که صرفاً در راستای موضوع تحقق، ارائه شده است، در جدول (1) مشاهده نمود.

[4] Guo & Zhao
[5] Goal Programming

جدول (1) خلاصه‌ای از یافته‌های محققین در زمینه موضوع تحقیق

ردیف	سال	عنوان تحقیق	نویسنده (گان)	روش مورد استفاده	خلاصه تحقیق
1	2018	تأثیر انتخاب مدرسه بر شکاف دستاورد بین دبیرستان‌های خصوصی و دولتی	یانگران	آزمون فرض	چگونگی تأثیر یک سیاست جدید انتخاب مدرسه معرفی شده بر شکاف دستاورد بین دبیرستان‌های خصوصی و دولتی
2	2017	تخصیص دانش‌آموزان به مدارس به منظور حداقل کردن هزینه‌های حمل و نقل و تنوع اجتماعی و اقتصادی بین مدارس	الیزابت و همکاران	برنامه‌ریزی خطی صفر و یک	ارائه یک مدل پارامتری به تصمیم گیرنده برای ایجاد تعادل بین عوامل اقتصادی و اجتماعی و هزینه‌های حمل و نقل
3	2016	تخصیص متمرکز منابع انسانی، یک مبحث کاربردی برای مدارس دولتی	لوپز و همکاران	تحلیل پوششی داده‌ها	ارائه مدلی مبتنی بر تجزیه و تحلیل داده‌ها برای صرفه جویی در بودجه آموزش و پرورش، با هدف ارایه مدلی جایگزین برای انتقال مجدد منابع انسانی در یک شبکه آموزشی عمومی
4	2015	مکانیابی و اصلاح ظرفیت مدرسه با در نظر گرفتن متغیرهای خارجی در انتخاب مدرسه	ایوان و همکاران	روش فراابتکاری Tabu	ارائه یک مدل مکان و اصلاح ظرفیت مدارس به عنوان یک روش به منظور کاهش ناکارآمدی‌هایی مانند هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی
5	2013	تخصیص دانش‌آموزان در مدارس دولتی: نظریه و شواهد جدید	کوهن و همکاران	طرح تخصیص جبرانی	تخصیص منابع آموزشی به دانش‌آموزان در زمینه‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی، پیامدهای مهمی در زمینه سیاست دارد، زیرا بر پیامدهای آموزشی فردی و نیز توزیع سرمایه انسانی تأثیر می‌گذارد.
6	1396	ارزیابی کارآیی مدارس با استفاده از مدل پویای تحلیل پوششی داده‌ها	فرازمند و کاظمی	مدل DEA	ارزیابی کارایی مدارس و واحدهای مرجع، میزان کمبود و مازاد در خروجی و ورودی، ضریب استفاده از هر الگو برای واحدهای ناکارا و تجزیه وتحلیل و رتبه‌بندی واحدهای کارامد
7	1394	مکان یابي مجتمع صنعتي با استفاده ازمدل تلفيقي تصميم گيری چند معياره فازی	خراسانی و همکاران	FAHP & FVIKOR	استخراج شاخصه‌ها و مؤلفه‌های مکانیابی مجتمع صنعتی و اولویت بندی مکان‌های کاندید شده جهت احداث مجتمع صنعتی

ردیف	سال	عنوان تحقیق	نویسنده (گان)	روش مورد استفاده	خلاصه تحقیق
8	1394	حل مساله مکان یابی تخصیص احداث نمایندگی امور مشترکین اپراتور چهارم با در نظر گرفتن عدم قطعیت	سلیمانپور و همکاران	برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح صفر و یک	انتخاب مکان‌های احداث نمایندگی امور مشترکین اپراتور موبایل در استان تهران با در نظر گرفتن پارامترهای غیرقطعی: شعاع پوشش تقاضای نمایندگی‌های امور مشترکین، میزان تقاضای هر منطقه و هزینه احداث نمایندگی امور مشترکین
9	1390	بررسي و تحليل مكانيابي بهينه مدارس ابتدايي موردي: شهر شادگان	موحد	فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP	ارائه الگويي بهينه براى مكانيابي مناسب مدارس ابتدايي شهر شادگان بر اساس روش توصيفي – تحليلي و بر مبناي معيارها و ضوابط مكان‌يابي
10	1383	ارزيابي و مكان گزيني مراكز آموزشي شهری با استفاده ازسيستم اطلاعات جغرافيايي	فرج زاده و رستمي	تکنیک سیستم اطلاعات جغرافیایی	ارزيابي ويژگي‌های دسترسي و توان خدمات دهي مراكز آموزشي و تخصيص نقاط جديد براي استقرار واحدهاي آموزشي بر مبناي شعاع دسترسي

2. اهداف تحقیق

همان‌طور که در مقدمه و همچنین در بین مطالب قبلي نيز اشاره شد، اولين هدفي كه اين تحقيق دنبال مي كند «تخصيص بهينه دانش‌آموزان به مدارس» مي‌باشد كه بتواند پاسخگوي نياز تصميم‌گيرندگان در مسائل تصميم گيري مربوط به مدارس باشد. بنابراین، به‌طور کلّی، هدف اصلی این تحقیق، به صورت ذیل بیان می‌شود:

1- ارائه مدلی برای تخصیص بهینه دانش‌آموزان به مدارس

2- شناخت وضعیت موجود در تخصیص دانش‌آموزان به مدارس

3- شناخت معیارهای مناسب در تخصیص دانش‌آموزان به مدارس از طریق مطالعه ادبیات و مصاحبه با خبرگان

4- تعیین مناسب‌ترین رویکرد تخصیص با تلفیق مدلسازی ریاضی و روش‌های تصمیم‌گیری چند هدفه

5- تعیین مناسب‌ترین مدل ریاضی و انتخاب مناسب‌ترین تکنیک تصمیم‌گیری

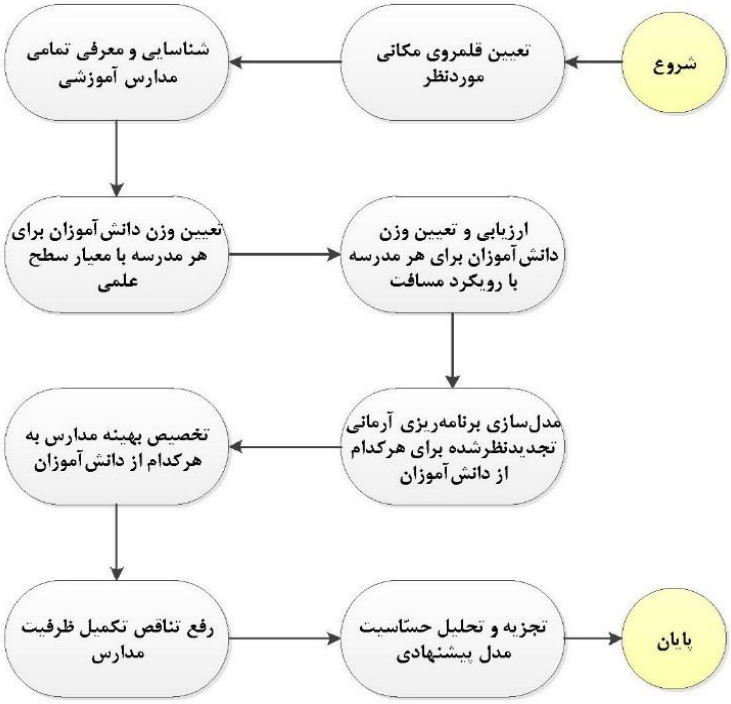
6- پیاده‌سازی رویکرد پیشنهادی در منطقه ملارد برای تجزیه و تحلیل رویکرد پیشنهادی

این تحقیق، می‌کوشد تا با ارائه یک الگوی علمی و منطقی، پاسخ مناسبی برای سؤالات زیر داشته باشد:

- در حال حاضر شیوه تخصیص دانش‌آموزان به مدارس چگونه است؟
- معیارهای مناسب در تخصیص دانش‌آموزان به مدارس کدام‌ها هستند؟
- بهترین رویکرد ریاضی و تصمیم‌گیری برای تخصیص چه باید باشد؟
- تجزیه و تحلیل رویکرد پیشنهادی از طریق مطالعه موردی در منطقه ملارد چگونه انجام می‌شود؟

3. روش انجام تحقیق

نتایج نهائی این تحقیق، بر مبنای نظرات ارزیابی‌های مختلف می‌باشد. با توجه به روش ارائه‌شده تحقیق، ابتدا، با توجه به مدارس موجود در قلمروی مکانی موردنظر، ارزیابی دانش‌آموزان موردنظر، نسبت به مدارس مذکور با دو رویکرد فاصله دانش‌آموز تا مدرسه موردنظر و تناظر سطح علمی، انجام می‌شود. بنابراین، نتایج نهائی ارزیابی‌های مذکور، تعیین وزن سطح علمی و فاصله دانش‌آموز تا مدرسه هرکدام از دانش‌آموزان است. در نهایت، پس از مدل‌سازی برنامه‌ریزی آرمانی تجدیدنظرشده، که وزن‌های تعیین‌شده مذکور، ورودی اصلی آن می‌باشد، انتخاب بهینه دانش‌آموزان برای هر کدام از مدارس، انجام می‌شوند. پس از تخصیص دانش‌آموزان به مدارس موردنظر، ممکن است تناقض ظرفیت برای برخی از مدارس به‌وجود آید. یعنی مجموع دانش‌آموزان تخصیص‌یافته به بعضی از مدارس، بیشتر از ظرفیت استاندارد آن مدارس باشد. در این حالت، با ارائه یک فلوچارت، نحوه جابجایی دانش‌آموزان مازاد، تا رسیدن به ظرفیت استاندارد برای تمامی مدارس، توضیح داده خواهد شد. به طور کلی، فرایند انجام این تحقیق، در شکل (1) نشان داده شده است.



شکل (1) فرآیند انجام تحقیق

در این پژوهش براي جمع‌آوري داده‌هاي مربوط به ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق از مطالعات کتابخانه‌اي استفاده شده است. این مطالعات شامل بررسي پایان‌نامه‌ها و تحقیقات موجود و مرتبط با موضوع، مقالات و کتب لاتین و فارسي مرتبط و همچنین استفاده از اینترنت جهت دستیابي به یافته‌هاي جدید و ... بوده است. با توجه به مدل پیشنهادی تحقیق، برای ارزیابی و وزن‌دهی گزینه‌های موردنظر، از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده می‌شود. در این تحقیق، روش ارزیابی چندمعیاره BWM استفاده شده است و برای انجام ارزیابی‌های مربوطه در محیط نرم‌افزار Microsoft Excel روابط و ارتباطات مربوطه، درج شده و محاسبات موردنظر انجام می‌شود. لیکن، ارزیابی مربوط به برنامه‌ریزی خطی، با استفاده از نرم‌افزار Lingo، انجام می‌شود. پس از تعیین مدل برنامه‌ریزی آرمانی مربوطه، با استفاده از نرم‌افزار Lingo، نتایج نهائی مدل، تعیین می‌شوند. برای تجزیه و تحلیل نتایج و همچنین، تحلیل حسّاسیت مدل پیشنهادی، با توجه به پیاده‌سازی روابط و وابستگی‌های مدل پیشنهادی در محیط نرم‌افزار Microsoft Excel، نمودارهای مربوطه تهیه شده و تحلیل‌های موردنظر انجام می‌شود.

4. روش پیشنهادی تحقیق

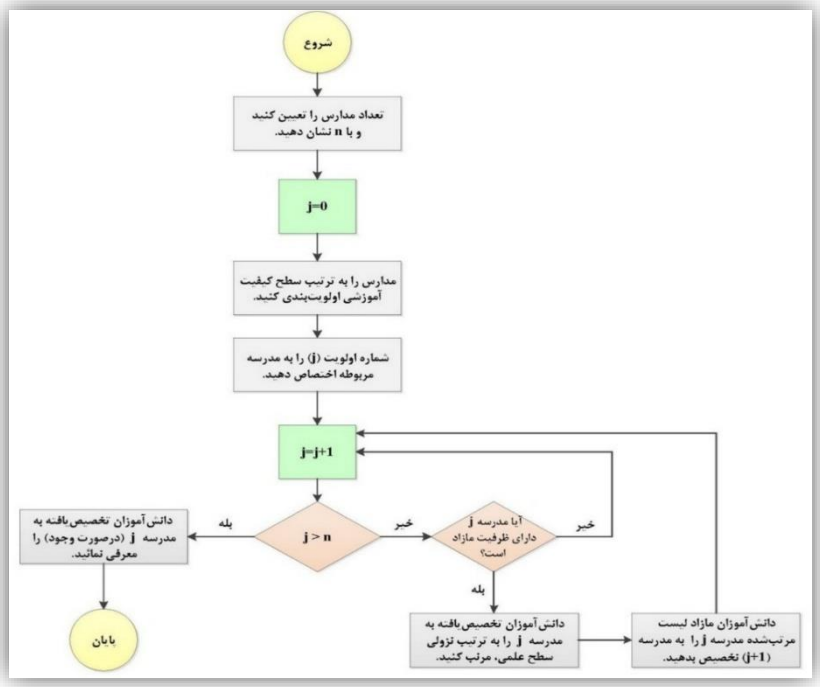
هدف‌گذاری تخصیص مدرسه به دانش‌آموز، می‌بایست برمبنای حداقل دو معیار اساسی سطح علمی و فاصله دانش‌آموز تا مدرسه، انجام شود. پس از معرفی مدارس مورد تحقیق، به استناد روش BWM، وزن هر دانش‌آموزان برای تخصیص به هر مدرسه، از دو منظر فاصله دانش‌آموز تا مدرسه و سطح علمی، تعیین می‌شود. گام مهم بعد از محاسبه وزن معیارها، بهینه‌سازي همزمان آنها است. با استفاده از برنامه ریزی آرمانی براي هر تابع هدف چند سطح تمایل توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شود. تفکر اصلی کمینه‌سازي مجموع انحرافات نامطلوب از سطوح تمایل در نظر گرفته‌شده است. در پژوهش حاضر هدف حداقل‌کردن فاصله دانش‌آموز تا مدرسه موردنظر و حداکثر کردن تناظر سطح علمی دانش‌آموز با مدارس می‌باشد. بنابراین، از بین سطوح تمایل، برای فاصله دانش‌آموز تا مدرسه، مقادیر کمتر و برای سطح علمی، مقادیر بیشتر، بهتر است. بنابراین، مدل برنامه‌ریزي آرمانی موردنظر این تحقیق به‌صورت رابطه (1) می‌باشد.

$$
\begin{aligned}
&Min\ D = d_r^+ + d_r^- + d_c^+ + d_c^- + e_r^+ + e_r^- + e_c^+ + e_c^- \\
&S.t. \\
&\left[Wr_{i,j}\right]_{1\times n} \times \left[X_{j,i}\right]_{n\times 1} - d_r^+ + d_r^- = y_r\ , j = 1,2,\dots,n. \\
&y_r - e_r^+ + e_r^- = 1 \\
&gr_{i,min} \le y_r \le 1 \\
&\left[Wc_{i,j}\right]_{1\times n} \times \left[X_{j,i}\right]_{n\times 1} - d_c^+ + d_c^- = y_c\ , j = 1,2,\dots,n. \\
&y_c - e_c^+ + e_c^- = gc_{i,min} \\
&gc_{i,min} \le y_c \le 1 \\
&=0\ or\ 1 X_{i,j} \\
&\sum_{j=1}^{n} X_{j,i} = 1 \\
&d_r^+, d_r^-, d_c^+, d_c^-, e_r^+, e_r^-, e_c^+, e_c^- \ge 0\ ,\ \ i = 1,2,\dots,m.
\end{aligned}
\qquad (1)
$$

در رابطه (1)، $Wr_{i,j}$ و $Wc_{i,j}$، وزن گزینه (دانش‌آموز) iام برای مدرسه jام (از n مدرسه)، به ترتیب، با رویکرد سطح علمی و مسافت است. همچنین، $\left[X_{j,i}\right]_{n\times 1}$، بردار ستونی مدرسه$j$ام مربوط به دانش‌آموز iام است و در صورتی‌که $X_{j,i}$ برابر با یک باشد، مدرسه مربوطه برای دانش‌آموز iام انتخاب می‌شود. d_i^+ انحراف مثبت از سطح تمایل i امین هدف $|f_i(X) - y_i|$ و d_i^- انحراف منفی از سطح تمایل i امین هدف $|f_i(X) - y_i|$، $g_{i,min}$ کوچکترین سطح تمایل i امین هدف، e_i^+ انحراف مثبت مربوط به $|y_i - 1|$ و e_i^- انحراف منفی مربوط به $|y_i - g_{i,min}|$، هستند. در این رابطه، y_r ، به عنوان متغیر پیوسته سطح تمایل سطح علمی و y_c، به عنوان متغیر پیوسته سطح تمایل فاصله دانش‌آموز تا مدرسه، می‌باشند. همچنین، در این تحقیق،

$gr_{i,min}$، برابر با مجموع دو وزن محلّی بزرگ با رویکرد سطح علمی و $gc_{i,min}$، برابر با مجموع دو وزن محلّی بزرگ با رویکرد فاصله دانش‌آموز تا مدرسه، در نظر گرفته شده است. بهترین مدرسه (از نظر سطح آموزشی)، با رتبه و نماد 1، نشان داده می‌شود. اگر ظرفیت مدرسه 1، کمتر و یا مساوی ظرفیت اسمی و استاندارد آن باشد که هیچ‌گونه تناقضی رخ نداده است. ولی اگر دارای ظرفیت مازاد باشد، می‌بایست ابتدا، دانش‌آموزان اختصاص‌یافته به آن مدرسه به ترتیب نزولی سطح علمی، مرتب شوند. منظور از سطح علمی دانش‌آموز، وزن سطح علمی دانش‌آموز موردنظر می‌باشد. پس از مرتب‌نمودن دانش‌آموزان موردنظر (به ترتیب نزولی سطح علمی)، با کم نمودن متوالی دانش‌آموزان انتهای لیست، می‌توان به ظرفیت استاندارد مدرسه 1 رسید. سپس دانش‌آموزان حذف‌شده را به مدرسه 2، اختصاص داد. همین روال برای مدرسه 2، 3، ...و nامین مدرسه، انجام می‌شود. لیکن، اگر در nامین مدرسه (که نمایانگر بدترین مدرسه از نظر سطح علمی می‌باشد)، نیز تناقض ظرفیت وجود داشته باشد، می‌بایست دانش‌آموزان مازاد به اداره آموزش و پرورش منطقه موردنظر، برای تعیین تکلیف نهائی، معرفی شوند. فلوچارت موجود در شکل (2)، روش پیشنهادی این تحقیق برای رفع تناقض تکمیل ظرفیت مدارس را نشان می‌دهد.

شکل (2) فلوچارت پیشنهادی برای رفع تناقص تکمیل ظرفیت مدارس



5. تخصیص بهینه دانش‌آموزان به مدارس

برای تخصیص بهینه دانش‌آموزان به مدارس موردنظر، می‌بایست مدل برای هرکدام از دانش‌آموزان، پیاده‌سازی شود. برای این‌کار، با توجه به اوزان سطح علمی به‌دست‌آمده برای دانش‌آموز 1، مدل برنامه‌ریزی آرمانی تجدیدنظر شده، مطابق مدل رابطه (2) می‌باشد.

$$Min\ D = d_r^+ + d_r^- + d_c^+ + d_c^- + e_r^+ + e_r^- + e_c^+ + e_c^-$$

S.t.

$$0.1826 \times X_{1,1} + 0.3913 \times X_{1,2} + 0.1391 \times X_{1,3} + 0.0783 \times X_{1,4} + 0.2087 \times X_{1,5} - d_r^+ + d_r^- = y_r$$

$$y_r - e_r^+ + e_r^- = 1$$

$$0.6 \le y_r \le 1$$

$$0.0847 \times X_{1,1} + 0.2034 \times X_{1,2} + 0.2034 \times X_{1,3} + 0.1356 \times X_{1,4} + 0.3729 \times X_{1,5} - d_c^+ + d_c^- = y_c\ , j = 1,2, \dots, n. \quad (2)$$

$$y_c - e_c^+ + e_c^- = 0.5763$$

$$0.5763 \le y_c \le 1$$

$X_{i,j}$*=0 or 1 , j=1, 2… 5.*

$$X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3} + X_{1,4} + X_{1,5} = 1$$

$$d_r^+, d_r^-, d_c^+, d_c^-, e_r^+, e_r^-, e_c^+, e_c^- \ge 0\ ,\ \ i = 1,2, \dots, m.$$

برای حل مدل برنامه‌ریزی خطی مذکور، با توجه به ابعاد مسأله، می‌توان از نرم‌افزار Lingo استفاده نمود که نتیجه نهائی آن، به‌صورت کاربرگ موجود در جدول (2) می‌باشد (در نرم‌افزارLingo به‌جای استفاده از علامت‌های + و – در متغیرهای $d_r^+, d_r^-, d_c^+, d_c^-, e_r^+, e_r^-, e_c^+, e_c^-$، از اعداد 1 و 2 استفاده شده است). همچنین، مدل برنامه‌ریزی خطی مذکور به زبان استاندارد نرم‌افزار Lingo در پیوست (1) آمده است.

جدول (2) نتایج نهائی مدل برنامه ریزی آرمانی «دانش‌آموز 1»، با استفاده از نرم‌افزار Lingo

0.981	**Objective value**
Value	**Variable**
0	d1r
0.2087	d2r
0	d1c
0.3729	d2c
0	e1r
0.4	e2r
0	e1c
0	e2c
0	X1
1	**X2**
0	X3
0	X4
0	X5
0.6	yr
0.5763	yc

به استناد اطلاعات موجود در جدول (2)، با توجه به اینکه $X_2=1$ می‌باشد، بنابراین، مدرسه منتخب برای دانش‌آموز 1 (P_1)، مدرسه دوم (S_2) می‌باشد.

برای تعیین مدارس مناسب برای سایر دانش‌آموزان، مانند مدل برنامه‌ریزی آرمانی « دانش‌آموز 1»، پس از تعیین مدل برنامه‌ریزی خطی مربوطه، نتیجه نهائی مسأله مذکور، با استفاده از نرم‌افزار Lingo، تعیین می‌شود. لیکن، نتیجه نهائی آنها که انتخاب مدرسه مطلوب می‌باشد در جدول (3) نشان داده شده است.

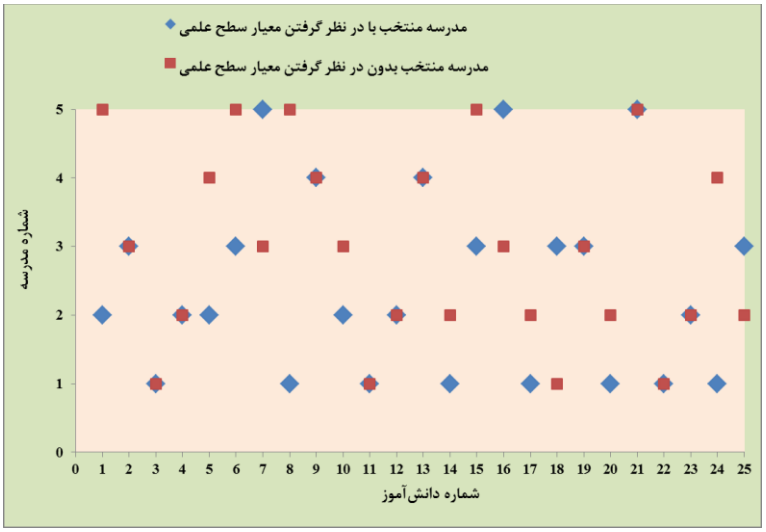
جدول (3) مدارس بهینه و منتخب برای دانش‌آموزان

کد دانش‌آموز	متغیر منتخب	کد مدرسه منتخب
P_1	X_2	S_2
P_2	X_3	S_3
P_3	X_1	S_1
P_4	X_2	S_2
P_5	X_2	S_2
P_6	X_3	S_3
P_7	X_5	S_5
P_8	X_1	S_1
P_9	X_4	S_4
P_{10}	X_2	S_2
P_{11}	X_1	S_1
P_{12}	X_2	S_2
P_{13}	X_4	S_4
P_{14}	X_1	S_1
P_{15}	X_3	S_3
P_{16}	X_5	S_5
P_{17}	X_1	S_1
P_{18}	X_3	S_3
P_{19}	X_3	S_3
P_{20}	X_1	S_1
P_{21}	X_5	S_5
P_{22}	X_1	S_1
P_{23}	X_2	S_2
P_{24}	X_1	S_1
P_{25}	X_3	S_3

6. تحلیل حساسیت مدل پیشنهادی

با توجه به مبنابودن سطح علمی دانش‌آموز، به عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار در تعیین و تخصیص مدارس، حسّاسیت مدل پیشنهادی این تحقیق نسبت به معیار مذکور، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. برای این‌کار، تمامی ارزیابی‌ها بدون در نظر گرفتن معیار سطح علمی، انجام شده و مدل برنامه‌ریزی آرمانی مربوطه، تعیین می‌شود و در نهایت، نتایج نهائی مدل برنامه‌ریزی خطی مذکور، که مدارس مطلوب می‌باشد، انتخاب می‌شوند. نمودار موجود در شکل (3)، تغییرات موجود در مدارس منتخب را نسبت به عدم اعمال معیار سطح علمی نشان می‌دهد. در نظر نگرفتن رویکرد سطح علمی، باعث تغییراتی در انتخاب بهینه

مدارس می‌شود. بنابراین، می‌بایست در ارزیابی‌های مرتبط با انتخاب و تخصیص دانش‌آموزان به مدارس، رویکرد سطح علمی، در نظر گرفته شود.



شکل (3) تغییرات مدارس منتخب بدون درنظرگرفتن معیار سطح علمی

7. محدودیت تکمیل ظرفیت مدارس

با توجه به نتایج نهائی تخصیص بهینه دانش‌آموزان به مدارس (جدول (3))، تعداد دانش‌آموزان تخصیص‌یافته به مدارس، مطابق جدول (4) می‌باشد. همچنین، بنا به فرض، ظرفیت واقعی (مورد نیاز) هرکدام از مدارس موردنظر نیز مطابق جدول (4) می‌باشد.

جدول (4) ظرفیت واقعی و تعداد دانش‌آموزان تخصیص‌یافته به مدارس

کد مدرسه	تعداد دانش‌آموز تخصیص‌یافته	ظرفیت واقعی
S_1	8	6
S_2	6	5
S_3	6	4
S_4	2	5
S_5	3	4
جمع کل	25	24

همان‌طور که در جدول (4) مشاهده می‌شود، برای مدارس 1، 2 و 3، تناقض ظرفیت وجود دارد و می‌بایست مطابق فلوچارت موجود در شکل (1)، نسبت به رفع تناقض تکمیل ظرفیت اقدام نمود. برای این‌کار، با توجه به این‌که مدارس S_1، S_2، ... و S_5، به ترتیب سطح کیفیت آموزشی می‌باشند، ابتدا می‌بایست، تناقض تکمیل ظرفیت مدرسه 1 را برطرف نمود. جدول (5)، دانش‌آموزان تخصیص‌یافته به این مدرسه را به ترتیب وزن سطح علمی، نشان می‌دهد.

جدول (5) دانش‌آموزان تخصیص‌یافته به مدرسه 1 به ترتیب وزن سطح علمی

کد مدرسه منتخب	کد دانش‌آموز	وزن سطح علمی
S_1	P_8	0.3846
	P_{14}	0.3846
	P_{24}	0.3333
	P_{11}	0.2500
	P_{20}	0.2500
	P_3	0.2143
	P_{17}	0.2143
	P_{22}	0.1429

با توجه به این‌که ظرفیت واقعی مدرسه 1، برابر با 6 نفر بوده ولی ظرفیت تخصیص‌یافته به آن، 8 نفر می‌باشد، بنابراین، دو دانش‌آموز آخر جدول (5)، یعنی P_{17} و P_{22} به مدرسه 2، تخصیص می‌یابند.

در مرحله بعد، می‌بایست، دانش‌آموزان تخصیص‌یافته به مدرسه 2، به ترتیب وزن سطح علمی، مرتب شوند که این‌کار در جدول (6) انجام شده است.

جدول (6) دانش‌آموزان تخصیص‌یافته به مدرسه 2 به ترتیب وزن سطح علمی

کد مدرسه منتخب	کد دانش‌آموز	وزن سطح علمی
S_2	P_1	0.3913
	P_{12}	0.3846
	P_5	0.3333
	P_{10}	0.3333
	P_{23}	0.2727
	P_4	0.1667

با توجه به این‌که ظرفیت واقعی مدرسه 2، برابر با 5 نفر بوده ولی ظرفیت تخصیص‌یافته به آن با توجه به اضافه‌شدن 2 دانش‌آموز مازاد مدرسه 1 به ابتدای لیست، 8 نفر می‌باشد، بنابراین، 3 دانش‌آموز آخر جدول (6)، یعنی P_{10}، P_{23} و P_4 به مدرسه 3، تخصیص می‌یابند.در مرحله بعد، می‌بایست، دانش‌آموزان تخصیص‌یافته به مدرسه 3، به ترتیب وزن سطح علمی، مرتب شوند که این‌کار در جدول (7)، انجام شده است.

جدول (7) دانش‌آموزان تخصیص‌یافته به مدرسه 3 به ترتیب وزن سطح علمی

کد مدرسه منتخب	کد دانش‌آموز	وزن سطح علمی
S_3	P_{15}	0.3846
	P_6	0.3571
	P_{18}	0.3571
	P_{25}	0.3333
	P_{19}	0.2308
	P_2	0.1667

با توجه به این‌که ظرفیت واقعی مدرسه 3، برابر با 4 نفر بوده ولی ظرفیت تخصیص‌یافته به آن با توجه به اضافه‌شدن 3 دانش‌آموز مازاد مدرسه 2 به ابتدای لیست، 9 نفر می‌باشد، بنابراین، 5 دانش‌آموز آخر جدول (7)، یعنی P_6 ، P_{18}، P_{25}، P_{19} و P_2 به مدرسه 4، تخصیص می‌یابند.

در مرحله بعد، می‌بایست، دانش‌آموزان تخصیص‌یافته به مدرسه 4، به ترتیب وزن سطح علمی، مرتب شوند که این‌کار در جدول (8)، انجام شده است.

جدول (8) دانش‌آموزان تخصیص‌یافته به مدرسه 4 به ترتیب وزن سطح علمی

کد مدرسه منتخب	کد دانش‌آموز	وزن سطح علمی
S_4	P_{13}	0.3846
	P_9	0.2500

با توجه به این‌که ظرفیت واقعی مدرسه 4، برابر با 5 نفر بوده ولی ظرفیت تخصیص‌یافته به آن با توجه به اضافه‌شدن 5 دانش‌آموز مازاد مدرسه 3 به ابتدای لیست، 7 نفر می‌باشد، بنابراین، هر 2 دانش‌آموز جدول (8)، یعنی P_{13} و P_9 به مدرسه 5، تخصیص می‌یابند.

در نهایت، می‌بایست، دانش‌آموزان تخصیص‌یافته به مدرسه 5، به ترتیب وزن سطح علمی، مرتب شوند که این‌کار در جدول (9) انجام شده است.

جدول (9) دانش‌آموزان تخصیص‌یافته به مدرسه 5 به ترتیب وزن سطح علمی

کد مدرسه منتخب	کد دانش‌آموز	وزن سطح علمی
S_5	P_7	0.3846
	P_{16}	0.3846
	P_{21}	0.3333

با توجه به این‌که ظرفیت واقعی مدرسه 5، برابر با 4 نفر بوده ولی ظرفیت تخصیص‌یافته به آن با توجه به اضافه‌شدن 2 دانش‌آموز مازاد مدرسه 4 به ابتدای لیست، 5 نفر می‌باشد، بنابراین، هر دانش‌آموز انتهایی جدول (9)، یعنی P_{21} ، برای تعیین تکلیف به آموزش و پرورش منطقه ملارد معرفی می‌شود. با توجه به اصلاحات انجام‌شده، دانش‌آموزان تخصیص‌یافته به مدارس موردنظر، مطابق جدول (10) می‌باشد.

جدول (10) دانش‌آموزان تخصیص‌یافته به مدارس

کد مدرسه منتخب	کد دانش‌آموز تخصیص‌داده‌شده
S_1	P_8
	P_{14}
	P_{24}
	P_{11}
	P_{20}
	P_3
S_2	P_{17}
	P_{22}
	P_1
	P_{12}
	P_5
S_3	P_{10}
	P_{23}
	P_4
	P_{15}
S_4	P_6
	P_{18}
	P_{25}
	P_{19}
	P_2
S5	P_{13}
	P_9
	P_7
	P_{16}

8. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

این تحقیق از منظر بهبود سطح علمی، فاصله طی‌شده دانش‌آموز تا مدرسه و رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی، یک الگوی تصمیم‌گیری با اهداف متناظر برای انتخاب و تخصیص دانش‌آموزان به مدارس غیرانتفاعی و دولتی، ارائه نمود. با توجه به روش ارائه‌شده تحقیق ابتدا، با توجه به مدارس موجود در قلمروی مکانی موردنظر، ارزیابی دانش‌آموزان موردنظر، نسبت به مدارس مذکور با دو رویکرد فاصله دانش‌آموز تا مدرسه موردنظر و تناظر سطح علمی، انجام شد. نتایج نهائی ارزیابی‌های مذکور، که به استناد روش جدید و کاربردی BWM انجام شد، تعیین وزن سطح علمی و فاصله تا مدرسه هرکدام از دانش‌آموزان برای هر یک از مدارس موردنظر بود. در مرحله بعد، با توجه به وزن‌های سطح علمی و فاصله دانش‌آموز تا مدرسه به‌دست‌آمده، مدل‌سازی برنامه‌ریزی آرمانی تجدیدنظرشده، برای هرکدام از دانش‌آموزان انجام شد که در آن وزن‌های تعیین‌شده مذکور، ورودی اصلی آن بوده و محدودیت‌های آرمانی موردنیاز نیز در نظر گرفته شدند. در نهایت با حل مدل پیشنهادی مذکور، تخصیص بهینه دانش‌آموزان به هر کدام از مدارس موردنظر، انجام شد. پس از تخصیص دانش‌آموزان به مدارس موردنظر، ممکن است تناقض

ظرفیت برای برخی از مدارس به‌وجود آید. یعنی مجموع دانش‌آموزان تخصیص‌یافته به برخی از مدارس، بیشتر از ظرفیت استاندارد آن مدارس باشد. در این حالت، با ارائه یک فلوچارت، نحوه جابجایی دانش‌آموزان مازاد، تا رسیدن به ظرفیت استاندارد برای تمامی مدارس، توضیح داده شد. همچنین، با توجه به پیاده‌سازی روش پیشنهادی تحقیق برای تخصیص دانش‌آموزان به مدارس متعلق به منطقه «ملارد» و انجام ارزیابی‌ها و محاسبات مربوطه، تجزیه و تحلیل حساسیت مدل پیشنهادی نیز انجام شد. نتایج نهائی تحلیل حسّاسیّت مدل پیشنهادی نشان می‌دهد که در نظر نگرفتن رویکرد سطح علمی، باعث تغییرات بسیار زیادی در انتخاب و تخصیص دانش‌آموزان به مدارس می‌شود. بنابراین، می‌بایست در ارزیابی‌های مرتبط با تخصیص دانش‌آموزان به مدارس، معیار سطح علمی در نظر گرفته شود.

منابع و ماخذ

تقوي فرد، محمدتقی، امیری، مقصود و مظفری، رقیه. (1396). *سنجش کارایی مدیریت شعب بانک با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های سه مرحله ای (مورد مطالعه: بانک ملی ایران)*. مجله علمی‌پژوهشی پژوهش‌های نوین در تصمیم گیري، 2، ص 71-51.

خراساني، زهرا، توكلي مقدم، رضا، تقي پور، محمد. (1394). *مکان‌یابی مجتمع صنعتي با استفاده از مدل تلفیقي تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی (به انضمام مطالعه موردی)*. کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع.

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. (1382). *ضوابط طراحي ساختمان‌های آموزشي. برنامه‌ریزی معماری همسان مدارس ابتدايي و راهنمايي*. تهران، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ص13.

سلیمانپور، مرضیه، توكلي مقدم، رضا، تقي پور، محمد. (1394). *مدلسازی ریاضي برای مساله مکانیابي- تخصیص نمایندگي‌های امور مشترکین اپراتور تلفن همراه تحت شرایط کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع*، دانشگاه خوارزمی.

سليماني دامنه، رضا ، مؤمني، منصور، مصطفايي، امين و رستمي مال خليفه، حسن. (1396). *توسعه يك مدل تحليل پوششي داده‌های شبکه‌ای پویا برای ارزيابي عملكرد بانك‌ها*. مجله علمی‌پژوهشی چشم انداز مدیریت صنعتي، 25، ص 89-67.

شفیعی، مرتضی. (1396). *طراحی مدل تحلیل پوششی داده‌هاي چند سطحی در ارزیابی کارایی موسسات مالی*. مجله علمی پژوهشی تحقیق در عملیات و کاربردهاي آن، 53، ص 66-41.

صالحی صدقیانی، جمشید، اميري، مقصود، رضوي، سید حسین، هاشمی، سیده سادات، حبیب‌زاده، اصحاب. (1388). *ارائه مدل برنامه ريزي آرماني خطي براي محاسبه اوزان مشترك در مسائل تحليل پوششي داده ها*. نشریه مدیریت صنعتی (دانشگاه تهران)، شماره2 ، ص104-89.

علی‌نژاد، علی‌رضا و خلیلی، جواد. (1396). *ارائه یک روش ترکیبی از تحلیل پوششی داده‌ها و داده کاوی جهت ارزیابی واحدهای تصمیم گیرنده*. *مجله علمی‌پژوهشی مدیریت صنعتی*، 12، ص 56-47.

غفاری، علي. (1377). *اصول مباني طراحي فضاهای آموزشي- تحليل وضع موجود و مكان‌يابي مدارس تهران*. سازمان نوسازی و تجهیز مدارس کشور. جلد چهارم.

فرازمند، حدیث و کاظمی، مصطفی. (1396). *ارزیابی کارآیی مدارس با استفاده از مدل پویای تحلیل پوششی داده‌ها - مطالعه موردی: مدارس ابتدایی شهرستان ازنا*. دومین کنفرانس بین المللی مدیریت و حسابداری.

فرج زاده، منوچهر و مسلم رستمی. (1383). *ارزيابي و مكان گزيني مراكز آموزشي شهری با استفاده از سيستم اطلاعات جغرافيايي (مطالعه موردی :شهرك معلم كرمانشاه)*. فصلنامه مدرس علوم انساني، شماره (8)1، ص 20-1.

فرج زاده، منوچهر، سرور، هوشنگ. (1381). *مديريت و مكانيابي مراكز آموزشي با استفاده از سيستم اطلاعات جغرافيايي*. فصلنامه تحقيقات جغرافيايي، شماره61.

گليج، محمدجواد. (1396). *مدل جدید تحلیل پوششی داده‌ها دومرحله‌ای فازی با بازده به مقیاس متغیر*. مجله تصمیم‌گیری تحقیق در عملیات، 2، ص 146-130.

ملک نیا، سارا ، کهنسال، محمد رضا، دور اندیش، آرش. (1392). *تعيين الگوي بهينه كشت با هدف توليد محصولات زراعی ارگانیک به کمک رهیافت برنامه ریزي آرمانی ترتیبی توسعه یافته (ELGP)*، مطالعه موردي: شهرستان گرگان. دومین کنگره ملی کشاورزي ارگانیک و مرسوم.

موحد، علی. (1390). *بررسي و تحليل مكانيابي بهينه مدارس ابتدايي موردي: شهر شادگان*. پايان نامه كارشناسي ارشد، دانشگاه شهيد بهشتي.

میکائیلي، رضا. (1383). *تعیین الگوی مکانیابي فضاهای آموزشي شهر سازی در مدارس راهنمایي*. پایان‌نامه کارشناسي ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری. دانشگاه تربیت معلم. ص 120-5.

Badri, M.A. (2001). ***A combined AHP–GP model for quality control systems***, International Journal of Production Economics, 72, 27–40.

Chang, C.T. (2007). ***Multi-choice goal programming***, Omega, 35, 389–396.

Chang, C.T. (2008). ***Revised multi-choice goal programming, Applied Mathematical Modelling*** 32, 2587-2595.

Despotis, K., D., Koronakos, G., Sotiros, D. (2016). ***Composition versus decomposition in two - stage network DEA***: a reverse approach. Journal of Productivity Analysis 45, 71–87.

Guo, S., Zhao, H. (2017). ***Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its application. Knowledge-Based Systems***, 121, 23-31.

Gupta, P., Mehlawat, M.K., Aggarwal, U., Charles, V. (2018). ***An integrated AHP-DEA multi-objective optimization model for sustainable transportation in mining industry***. Resources Policy, doi.org/ 10.1016/j.resourpol .04.007.

Hatami, M. A., Agrell P.L., Tavana, M., Khoshnevis, P. (2017). ***A flexible cross-efficiency fuzzy data envelopment analysis model for sustainable sourcing***. Journal of Cleaner Production, 142, 2761–2779.

Hatami, M. A., Ebrahimnejad, A., Lozano, S. (2017). ***Fuzzy efficiency measures in data envelopment analysis using lexicographic multiobjective approach***. Computers & Industrial Engineering, 105, 362-376.

Ho, W. (2017). ***Integrated analytic hierarchy process and its applications–A literature review***. European Journal of operational research, 186, 211–228.

Huang, T., Chen, K.C., ILin, C. (2018). ***An extension from network DEA to copula-based network SFA: Evidence from the U.S***. commercial banks in 2009. The Quarterly Review of Economics and Finance, 67, 51–62.

Ivan, H., Deconnink, J. & Peeters, D., S. (2015). ***Alternative SBM model for network DEA***. Computers & Industrial Engineering, 85, 112–140.

Kao, C., & Liu, S. T. (2014). ***Multi-period efficiency measurement in data envelopment analysis: The case of Taiwanese commercial banks***. *Omega*, 47, 90–98.

Lopez, L. E., Forrester,R.. Hutson,K R, Reddoch,L. (2017). ***Assigning Students to Schools to Minimize both Transportation Cost and Socioeconomic Variation between Schools, Socio-Economic Planning Sciences***. Department of Mathematics, Furman University, Greenville, SC 29613, United States.

Lozano, S. (2015). ***Alternative SBM model for network DEA***. Computers & Industrial Engineering, 82, 33–40.

Mu, W., Kanellopoulos, A., Middelaar, C.E., Stilmant, D., Bloemhof, J.M. (2018). ***Assessing the impact of uncertainty on benchmarking the eco-efficiency of dairy farming using fuzzy data envelopment analysis***. Journal of Cleaner Production, 189, 709–717.

Nazari, S.S., Keramati, A. (2017). ***Modeling customer satisfaction with new product design using a flexible fuzzy regression-data envelopment analysis algorithm***. Applied Mathematical Modelling, 50, 755–771.

Otay, I., Oztaysi, O., Onar, S.C., Kahraman, C. (2017). ***Multi-expert performance evaluation of healthcare institutions using an integrated intuitionistic fuzzy AHP&DEA methodology***. Knowledge-Based Systems, 133, 90–106.

Rezaei, J. (2016). ***Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model***. *Omega*, 64, 126–130.

Satty, T. (1980). ***The Analytical Hierarchical Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation***. New York: McGraw-Hill.

Tavana, M., Khalili, K., Arteaga, F.S., Mahmoudi, R. (2018). ***Efficiency decomposition and measurement in two-stage fuzzy DEA models using a bargaining game approach***. Computers & Industrial Engineering, 118, 394–408.

Wang, K., Huang, W., Wu, J., & Liu, Y. N. (2016). ***Efficiency measures of the Chinese commercial banking system using an additive two-stage DEA***. Omega 44, 5–20.

William, H. (2008). ***Integrated analytic hierarchy process and its applications – A literature review***. European Journal of Operational Research, 186, 211–228.

Yousefi, S., Alizadeh, A., Hayati, J., Baghery, M. (2018). ***HSE risk prioritization using robust DEA-FMEA approach with undesirable outputs: A study of automotive parts industry in Iran***. Safety Science, 102, 144–158.

Yousefi, s., Soltani, R., Farzipoor, R., Pishvaee, M.S. (2017). ***A robust fuzzy possibilistic programming for a new network GP-DEA model to evaluate sustainable supply chains***. Journal of Cleaner Production, 166, 537–549.

Zha, Y., Liang, N., Wu, M. & Bian, Y. (2016). ***Efficiency evaluation of banks in china: A dynamic two-stage slacks-based measure approach***, Omega 64. 185–196.

Multiple objective optimization for assigning students of public high schools to private high schools in uncertainty condition (case study: mallard region)

Seyedeh Sara Ghasemi[1], Ahmad Makui[2*]

1Master of Science in Industrial Engineering, Thread Systems Optimization, Islamic Azad University, North Branch, Tehran, Iran.

2 Professor, Department of Industrial Production, Faculty of Industry, Elm o Sanat University, Iran.

*Correspondent author:

Ahmad Makui

E-mail: amakui@iust.ac.ir

Abstract

Nowadays, choosing the most effective and optimum strategy for selecting and assigning students to the target schools due to its great impact on the quality and quantity of education is one of the important concerns of the educational institution. In this regard, it is necessary to determine the appropriate criteria for appropriate selection of students, taking into account the standards and educational needs of students. In this research, from the perspective of the academic level, the student-to-school distance and the ideal planning approach, a decision-making model with distinct goals for selecting and assigning students to nonprofit and governmental schools is presented. According to the proposed method, firstly, the assessment of the students is carried out in relation to the schools in the target area, with two approaches of distance between the student and the target school and the academic level correspondence. The results of these assessment, based on the new and applied BWM, determining the weight of the academic level and the distance to the school by each student toward the school. In the next step, based on the level of science weights and the distance between each student and school, ideal planning modelling is revised for each student. In this case, the specified weights are the main inputs and the required ideal constraints are also considered. Finally, by solving the proposed model, the optimal assignment of students to each of the schools is done. After the students have been assigned to the target schools, we may encounter lack of capacity in

some schools. In this case, by providing a flowchart, the way of students' relocation to the standard capacity for all schools is explained. Also, due to the implementation of the proposed research methodology for allocating students to the schools belonging to the "Mallard" region, and conducting relevant evaluations and calculations, the sensitivity analysis has also been done. The final results of the sensitivity analysis of the proposed model indicate that the lack of consideration of the academic level approach causes changes in selection and allocation of students to schools. Therefore, the academic level should be taken into account in assessments related to the allocation of students to schools.

Key words: student assignment, multi objective optimization, uncertainty, mathematical modeling, decision making models.