

ارزشیابی و رتبه‌بندی دانش‌آموزان پایه ششم دبستان دخترانه هوشمند سما واحد قائم‌شهر با استفاده از AHP و TOPSIS و روش میانگین رتبه‌ها

سیدعلی نبوی چاشمی^۱، حمیدرضا روزبان^۲، ندا محسنیان^۳

^۱ استادیار گروه مدیریت، دانشکده فنی مهندسی و علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل، بابل، ایران

^۲ دانشجوی دکتری مدیریت بازرگانی، دانشگاه آزاد واحد بابل، بابل، ایران

^۳ دانشجوی دکتری مدیریت بازرگانی، دانشگاه آزاد واحد بابل، بابل، ایران

چکیده

دانش‌آموز یکی از مهمترین منابع تأمین کننده کیفیت در آموزش و پرورش می باشد. ارزیابی از دانش‌آموز نقش اساسی را در اطلاع معلم، مدیر و والدین از دستاوردهای آنها دارد. بنابراین، برای به دست آوردن اطلاعات در مورد اینکه دانش‌آموزان مدارس از چه کیفیتی برخوردار می باشند، باید از یک سیستم دقیق ارزیابی استفاده کرد. پژوهش حاضر با هدف شناسایی و اعتبارسنجی شاخص‌های ارزیابی کیفیت دانش‌آموزان دبستان دخترانه هوشمند سما واحد قائم‌شهر، از طریق مورد بررسی قرار دادن تحقیقات انجام گرفته داخلی و خارجی، مهمترین و اساسی ترین شاخص‌های ارزیابی از دانش‌آموزان مدرسه را شناسایی و از بین این شاخص‌ها چهار شاخص رعایت بهداشت و ایمنی، آموخته‌های اخلاقی، مسئولیت پذیری و مطالعه و کتابخوانی بعنوان شاخص‌های برتر را انتخاب و با روش‌های مدل‌های کمی تصمیم‌گیری MADM از قبیل AHP و TOPSIS و روش میانگین رتبه‌ها با استفاده از میانگین هندسی نظرات معلم، معاون و مدیر مدرسه به ارزیابی و رتبه‌بندی دانش‌آموزان کلاس پرداخته است. روش تحقیق حاضر از لحاظ هدف یک تحقیق کاربردی و از لحاظ روش یک تحقیق توصیفی است. این تحقیق از نوع تحقیقات پیمایشی است که در آن از ابزار پرسشنامه و مصاحبه استفاده گردیده است. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه دانش‌آموزان پایه ششم دبستان دخترانه هوشمند سما واحد قائم‌شهر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارزشیابی، AHP، TOPSIS، رتبه بندی، دانش‌آموزان.

۱- مقدمه

آموزش و پرورش به عنوان شاه کلید توسعه و پیشرفت ملت‌ها است که وظیفه اصلی آن تربیت نیروی انسانی می باشد. لذا حصول اطمینان از کیفیت، صلاحیت، مناسب بودن، اهداف، خط مشی ها، برنامه‌ها و عملکردهای اجرایی دستگاه عظیم آموزش و پرورش ضروری است (بختیاری، ۱۳۸۳). مطالعات بین المللی در زمینه ارزشیابی تحصیلی نشان می‌دهد که کشورهای بسیاری در نظام آموزشی و نظام ارزشیابی خود، دست به اصلاحات زده اند. نظام آموزشی کشور ما نیز طی دهه‌های اخیر دگرگون شده و هر از گاهی تغییراتی در ساختار، محتوا و روش‌های اجرایی آن پدید آمده است. گر چه این تغییرات هنوز نتوانسته است نظام آموزشی ما را به سطح مطلوب برساند، اما این اصلاحات را هرگز نباید متوقف کرد. دانش‌آموز یکی از مهمترین منابع تأمین کننده کیفیت در آموزش و پرورش می باشد (میرزا محمدی، ۱۳۸۵). ارزیابی از دانش‌آموز نقش اساسی را در اطلاع معلم، مدیر و والدین از دستاوردهای آنها می باشد (سازمان همکاری و توسعه ی اقتصادی^۱، ۲۰۱۱، ۱). بنابراین، برای به دست آوردن اطلاعات در مورد اینکه دانش‌آموزان مدارس از چه کیفیتی برخوردار می باشد، باید از یک سیستم دقیق ارزیابی استفاده کرد (سازمان همکاری و توسعه ی اقتصاد، ۲۰۰۹). برای ارزیابی از دانش‌آموزان باید اصولی را در نظر داشت که می توان به این اصول اشاره داشت ؛ احترام به شخصیت آنها و رعایت حقوق همه آنها، درک یکسان دانش‌آموزان از اهداف، تجزیه، تحلیل و تفسیر خلاق و استفاده از این دانش به دست آمده، استفاده از روش‌ها و فرم های متنوع برای ارزیابی از دانش‌آموزان، بازخورد نتایج حاصل از ارزیابی به دانش‌آموزان، والدین و معلمان، کمک به دموکراتیزه کردن روابط بین دانش‌آموزان و معلمان (برجس^۲ و همکاران، ۲۰۱۱، ۲). با مروری بر ادبیات و متون تخصصی ارزشیابی با اصلاحات ارزشیابی کیفی و کمی مواجه می‌شویم. منظور از ارزشیابی کمی شاخه ای از ارزشیابی است که با داده‌های کمی و ریاضی و روش‌های تحلیل کمی مانند آمار پارامتری سر و کار دارد. اما ارزشیابی کیفی بیش از داده‌های عددی و ریاضی از قضاوت و توصیف داده‌های کیفی بهره می‌برد. با استفاده از شاخص های قابل اندازه گیری و دقیق در ارزیابی، می توان به وضوح، دقت و سرعت ارزیابی افزود (وزارت آموزش و پرورش فیلادلفیا^۳، ۲۰۰۹، ۱). بنابراین، برای ارزیابی دانش‌آموزان باید یک سامانه ارزیابی دقیق، عینی، منطقی و قابل اندازه گیری در قالب ملاک‌ها و شاخص‌هایی تدوین شوند. روش‌های متداول ارزیابی عملکرد در سیر تاریخی خود از روشهای ساده ذهنی آغاز شده و به روشهای نسبتاً دقیق تر رسیده است. با این وجود هنوز بشر به ابزاری که بتواند با دقت کافی به چنین امری مبادرت نماید دست نیافته و چه بسا سیر حرکت ارزشهای معنوی در جوامع انسانی در آینده به نحوی باشد که لزوم دستیابی به چنین ابزاری را بی اهمیت نماید. بسیاری از اندیشمندان و صاحب نظران علم مدیریت بر این مسأله اتفاق نظر دارند که تصمیم‌گیری مهمترین و در عین حال حیاتی‌ترین وظیفه ای است که بر عهده مدیران سازمان‌ها گذاشته شده است. پژوهش حاضر با هدف شناسایی و اعتبارسنجی شاخص های ارزشیابی کیفیت دانش‌آموزان دبستان دخترانه هوشمند سما واحد قائم‌شهر، از طریق مورد بررسی قرار دادن تحقیقات انجام گرفته داخلی و خارجی، مهمترین و اساسی ترین شاخص‌های ارزشیابی از دانش‌آموزان مدرسه را شناسایی و از بین این شاخص‌ها چهار شاخص رعایت بهداشت و ایمنی، آموخته‌های اخلاقی، مسئولیت پذیری و مطالعه و کتابخوانی بعنوان شاخص‌های برتر را انتخاب و با روش‌های مدل‌های کمی تصمیم‌گیری MADM از قبیل AHP و TOPSIS و روش میانگین رتبه‌ها با استفاده از میانگین هندسی نظرات معلم، معاون و مدیر مدرسه به ارزیابی و رتبه‌بندی دانش‌آموزان کلاس پرداخته است. روش‌های چند شاخصه دارای تکنیک‌های متنوعی در مراحل مختلف تصمیم‌گیری هستند. در این روش‌ها چندین گزینه بر اساس چندین معیار مختلف با هم مقایسه شده ؛ بهترین گزینه یا ترتیب گزینه‌های مناسب انتخاب می‌شوند. روش‌های MADM بر پایه استدلال‌های ریاضی، بهترین گزینه تصمیم‌گیری را از بین گزینه‌های موجود با اولویت‌بندی آن‌ها تعیین می‌کنند.

¹ OECD economic² Burgess³ Middle States Association of Colleges and Schools phladelphia

امروزه روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در زمینه‌های متعدد و مختلف به طور وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرند. دلیل این امر توانایی و قابلیت بالای این روش‌ها در مدل‌سازی مسایل واقعی و سادگی و قابل فهم بودن آن‌ها برای اکثر کاربران می‌باشد. فنون و روش‌های ریاضی برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری اگرچه جوابی بهینه را ارائه می‌دهند؛ اما تحت شرایط و مفروضات خاصی از این توانایی برخوردار هستند.

۲- ادبیات نظری و پیشینه تحقیق

از جمله اهداف و ضرورت‌های ارزشیابی، مشخص کردن سطح توانایی‌ها و آمادگی دانش‌آموزان برای یادگیری و برنامه‌ریزی به منظور جبران نارسایی‌ها و کاستی‌های مربوط به پیش دانسته‌های دانش‌آموزان، انتخاب روش تدریس مناسب، شروع مناسب فعالیت‌های یادگیری - یاد دهی، ایجاد اعتماد به نفس در دانش‌آموزان، شناسایی نقاط قوت و ضعف دانش‌آموزان در جریان تدریس، پرورش روحیه تحقیق، تفکر و ابتکار مشخص کردن نتایج و دادن بازخورد تصحیح کننده به دانش‌آموز، مطلع کردن دانش‌آموزان از سطح عملکرد مورد نیاز، اصلاح و بهبود برنامه و وسایل آموزشی و روش‌های تدریس و غیره است (سیف و شریفی، ۱۳۷۵؛ شعبانی و کیامنش، ۱۳۷۰؛ حسین زاده، ۱۳۸۰). کاربرد ارزشیابی آثاری برای دانش‌آموز و محیط و جریان یاد گیری بر جای می‌گذارد که هر کدام هدف‌های ارزشمند تربیتی تلقی می‌شود که نظام آموزشی در پی تحقق آنها است. برخی از این آثار عبارتند از: بهبود یاد گیری، ایجاد نگرش مطلوب نسبت به مدرسه، افزایش بهداشت روانی کلاس درس، افزایش روحیه نقد پذیری در کودکان، افزایش مشارکت در یادگیری، رشد مهارت خوداصلاحی و خود تنظیمی، رشد مهارت نقد خود و افزایش اعتماد و عزت نفس دانش‌آموزان (حسنی و احمدی، ۱۳۸۴).

یادگارزاده (۱۳۸۸) در پژوهشی عنوان «اعتبارسنجی در آموزش و پرورش»، اعتبارسنجی را به عنوان یک الگوی ارزشیابی بررسی و ضمن مرور تعاریف و سابقه اعتبارسنجی در نظامهای آموزشی، درباره ی هدف‌ها و روش‌های آن بحث کرده است. همچنین، این پژوهش چالشهای پیش روی استقرار نظام اعتبارسنجی در مدارس را مورد بحث قرار داده است.

میرزاحمدی (۱۳۸۵) در طرحی پژوهشی «مبانی نظری احصاء شاخص‌های ارزشیابی نظام آموزش و پرورش»، مدل سه عاملی نظام آموزش و پرورش شامل درونداد، فرایند و برون‌داد (واسطه ای و نهایی) را مورد بررسی قرار داده و برای هر کدام ملاکها و شاخص‌های مربوط به آن را پیشنهاد داده است.

کریمی (۱۳۸۴) در تحقیقی تحت عنوان «بررسی تأثیر روش جدید ارزشیابی توصیفی بر اختلالات رفتاری دانش‌آموزان دوره ابتدایی مدارس شیراز» به این نتیجه رسید که اختلالات رفتاری دو گروه دختران و پسران تحت پوشش ارزشیابی توصیفی کاهش یافته است.

حیدری (۱۳۷۵) در تحقیقی تحت عنوان «تأثیر اجرایی ارزشیابی تکوینی بر افزایش پیشرفت تحصیلی سال اول دبیرستان‌های نظام جدید منطقه فریدونکنار» به این نتیجه رسید که هرگاه ارزشیابی تکوینی با بازخورد نتایج به دانش‌آموز همراه باشد، با میزان پیشرفت تحصیلی همبستگی مستقیم دارد.

بقایی (۱۳۷۴) در طرح پژوهشی «الگوی اعتبارسنجی برای نظام جدید آموزش متوسطه» بعد از مورد نظر قرار دادن عوامل اعتبارسنجی (کادر آموزشی، دانش‌آموز، منابع کالبدی، برنامه ریزی و فعالیتهای ارزیابی، مدیریت)، مجموعه ای از استانداردهای پیشنهادی (۱۳ استاندارد کادر آموزشی، ۵ استاندارد دانش‌آموزان، ۴ استاندارد منابع کالبدی، ۳ استاندارد مدیریت و ۳ استاندارد برنامه ریزی و فعالیتهای ارزیابی) را تدوین نمود.

وزارت آموزش و پرورش فیلادلفیا (۲۰۰۹) در طرحی پژوهشی «استانداردهای اعتباربخشی برای مدارس ایالت فیلادلفیا»، به شناسایی دوازده عامل اعتبارسنجی که شامل «استاندارد اهداف و مقاصد، مدیریت و رهبری، برنامه ریزی بهبود مدارس، منابع مالی، وسایل و تجهیزات، سازمان و جو مدارس، امنیت و سلامت مدارس، برنامه ریزی آموزشی و ارزشیابی از یادگیری دانش‌آموزان» پرداخته است. پژوهش در ادامه برای هر کدام از عامل‌ها، ملاک‌ها و شاخص‌هایی مربوط به آن را تدوین کرده است.

در سال ۲۰۰۸ چندین مقاله بین المللی به چاپ رسیده است که هم زمان از تکنیک‌های AHP و TOPSIS استفاده نموده‌اند که چند مورد از آنها عبارتند از انتخاب جنگ افزار با استفاده از تکنیک‌های AHP و TOPSIS در محیط فازی (دگدویرن^۴ و همکاران)، بررسی شرکت‌های حمل زباله‌های زیان‌آور با استفاده از تکنیک‌های AHP فازی و TOPSIS (گاموس^۵) و انتخاب مکان اسکله با استفاده از تکنیک‌های AHP و TOPSIS (اونوت و سنر^۶) و مقالات دیگر، که در تمام ی مقالات فوق محققین ابتدا درخت سلسله مراتبی تحقیق خود را طراحی نموده و سپس با استفاده از تکنیک AHP وزن دهی کرده و در نهایت با استفاده از تکنیک TOPSIS به اولویت بندی گزینه‌های موجود در مدل خود پرداخته‌اند.

سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۱۹۹۸) گزارشی را با عنوان «نگاهی به آموزش؛ شاخص‌های آن» منتشر کرد که برای نخستین بار در آن با استفاده از شاخص‌های یاد شده وضعیت نظام‌های آموزشی کشورهای عضو را به صورت تطبیقی نشان می‌داده است. بر طبق آخرین نسخه نشریه، شاخص‌های آموزشی به تعداد ۳۶ و در ۶ زمینه می‌باشد.

در سال ۱۹۹۷ در انگلستان گروهی از اساتید سنجش تحصیلی به سرپرستی پاول بلک و ویلان ویلیامز^۷ مامور شدند تا بر اساس تحقیق به این سوال پاسخ دهند که آیا ارزشیابی تکوینی (مستمر) نقشی در ارتقای سطح آموخته‌های دانش‌آموزان دارد؟ آنان طی یک سال کار فشرده به این نتیجه رسیدند که استراتژی سنجش تکوینی (رشد دهنده) استانداردهای پیشرفت را ارتقاء می‌بخشد.

بلوم^۸ و همکاران (۱۹۸۶) تحقیقی تحت عنوان «رابطه میان نگرش مثبت دانش‌آموزان نسبت به ارزشیابی تکوینی و آنچه در کلاس درس می‌گذرد» انجام دادند. بر اساس این تحقیق مشخص شد که میان این دو مقوله همبستگی بالایی وجود دارد. فرانچز^۹ و همکاران (۱۹۸۵) تحقیقی در زمینه تأثیر ارزش‌یابی تکوینی بر عملکرد دانشجویان رشته‌های دبیری انجام دادند. آنان در این بررسی به این نتیجه رسیدند که دانشجویانی که ارزشیابی تکوینی داشته‌اند از عملکردی بهتر نسبت به دانشجویانی که هیچگونه آزمون تکوینی نداشته‌اند، برخوردار بوده‌اند.

۳- روش‌شناسی تحقیق

روش تحقیق حاضر از لحاظ هدف یک تحقیق کاربردی و از لحاظ روش یک تحقیق توصیفی است. این تحقیق از نوع تحقیقات پیمایشی است که در آن از ابزار پرسشنامه و مصاحبه استفاده گردیده است. در این تحقیق برای دستیابی به اطلاعات بخش نظری از روش‌های مختلفی همچون مطالعات کتابخانه‌ای، مراجعه به اسناد و منابع علمی و جستجوی رایانه‌ای در سایت‌ها و پایگاه‌های مختلف استفاده شده است. همچنین برای شناسایی معیارهای ارزیابی علاوه بر اطلاعات مربوط به تحقیقات گذشته، با خبرگان آموزش و پرورش و اساتید مرتبط صحبت گردیده است. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه دانش‌آموزان پایه ششم هوشمند سما واحد قائم‌شهر می‌باشد. از بین شاخص‌های ارزشیابی دانش‌آموزان با نظر کارشناسان، چهار شاخص رعایت بهداشت و ایمنی، آموخته‌های اخلاقی، مسئولیت‌پذیری و مطالعه و کتابخوانی بعنوان شاخص‌های برتر انتخاب شدند. تعداد دانش‌آموزان کلاس ۱۶ نفر می‌باشند که بعنوان ۱۶ گزینه در نظر گرفته شده‌اند. در مورد چهار شاخص مورد نظر برای هر یک از دانش‌آموزان از سه کارشناس معلم، معاون و مدیر نظر خواهی بعمل آمده است. برای شاخص‌های کیفی مورد نظر بین ۱ تا ۹ برای هر دانش‌آموز ارزش‌گذاری شده است. عدد ۱ دارای کمترین ارزش و عدد ۹ دارای بیشترین ارزش جهت تبدیل شاخص‌های کیفی به کمی در نظر گرفته شده است. سپس از میانگین هندسی نظرات کارشناسان استفاده گردیده است. جدول ۱ میانگین هندسی این نظرات را نشان می‌دهد:

⁴ Degdeviren

⁵ Gumus, 2008

⁶ Onut and Soner, 2008

⁷ Paul Black and Whelan Williams

⁸ Bloom

⁹ Franchz

جدول شماره ۱. میانگین هندسی نظرات کارشناسان

گزینه ها	چه امتیازی به رعایت بهداشت و ایمنی دانش آموزان می دهید؟	به نظر شما رعایت آموخته های اخلاقی دانش آموز تا چه میزان است؟	مسئولیت پذیری دانش آموز تا چه اندازه است؟	دانش آموز چه مقدار به مطالعه و کتابخوانی می پردازد؟
A1	۸.۲۲	۶.۲۱	۷.۳۲	۷.۲۷
A2	۹	۸.۶۵	۸.۳۲	۸.۶۵
A3	۹	۸.۶۵	۸.۶۵	۸
A4	۸.۶۵	۷.۲۳	۷.۶۵	۸.۲۸
A5	۹	۹	۹	۸.۲۸
A6	۹	۹	۸.۶۵	۸.۲۸
A7	۹	۸	۸.۲۸	۹
A8	۸.۶۵	۸	۸.۲۸	۸.۶۵
A9	۸.۲۸	۹	۷.۶۵	۶.۶۵
A10	۸.۶۵	۹	۷.۹۶	۷.۹۶
A11	۹	۷.۹۶	۷.۹۶	۸.۶۵
A12	۹	۸.۶۵	۷.۹۶	۷.۶۱
A13	۷.۹۶	۸.۲۸	۷	۸.۶۵
A14	۹	۹	۸.۲۸	۷.۹۶
A15	۹	۸.۶۵	۶.۲۶	۸.۲۸
A16	۹	۸.۶۵	۸.۲۸	۸.۲۸

سپس مقایسه زوجی بین شاخص ها و مقایسه زوجی بین گزینه ها طبق روال جدول ۲ انجام گردیده است:

جدول شماره ۲. مقیاس AHP

طیف «ساعتی»

مقیاس زبانی	ارزش عددی
برتری یکسان	۱
برتری نسبی	۳
برتری قوی	۵
برتری بسیار قوی	۷
برتری بی اندازه زیاد	۹
مقادیر میانی	۲، ۴، ۶، ۸

در پایان از روش های AHP و TOPSIS و روش میانگین رتبه ها جهت رتبه بندی دانش آموزان استفاده شده است.

۴- تجزیه و تحلیل داده ها

۴-۱- تجزیه و تحلیل بر اساس مدل AHP

فرایند تحلیل سلسله مراتبی^{۱۰}، یکی از جامع‌ترین روشهای طراحی شده برای تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه است که بمنظور تصمیم‌گیری و انتخاب یک گزینه از میان گزینه‌های متعدد تصمیم، با توجه به شاخص‌هایی که توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌گردد، به کار گرفته می‌شود. تکنیک تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) از جمله ابزارهایی است که ضمن کمک به درک بهتر مشکلات و مسائل در فرآیندی علمی و منطقی بهترین راه حل را در برخورد با مشکلات و مسائل ارائه و پیشنهاد می‌کند. تکنیک AHP مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره را دارا بوده، همچنین روشی برای اندازه‌گیری معیارهای کیفی و شیوه‌ای بر مبنای اولویتها را فراهم می‌سازد، به مدیران امکان می‌دهد تا بوسیله ساده کردن و تسریع در فرایند تصمیم‌گیری خود، تصمیمات مؤثری را در موضوعات پیچیده اتخاذ کنند. فرایند AHP ترکیب معیارهای کیفی و کمی را به طور همزمان امکان پذیر می‌سازد. این فرایند از مقایسه‌های دو به دویی متغیرها و معیارهای تصمیم‌گیری استفاده می‌نماید. مقایسات زوجی به تصمیم‌گیرنده این امکان را می‌دهد که فارغ از هرگونه نفوذ و مزاحمت خارجی تنها بر روی مقایسه دو معیار یا گزینه تمرکز کند. بعلاوه اطلاعات ارزشمندی در مورد مساله تحت بررسی فراهم می‌آورد و باعث بهبود عامل منطقی بودن فرایند تصمیم‌گیری می‌گردد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی با ایجاد چارچوبی مفهومی به افراد و به خصوص مدیران مربوطه کمک می‌کند تا در تصمیم‌گیری بهینه و سازنده و اولویت‌بندی و انتخاب گونه‌های مختلف در تمام سطوح سازمانی به شیوه‌ای منطقی و عقلایی عمل کنند. در این چارچوب میتوان مفروضات و اهداف را در یک قالب کلی بیان کرد و در نهایت به یک تصمیم بهینه دست یافت (توماس آ. ساعتی^{۱۱}، ۱۹۸۶).

برای اجرای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با دید در گام نخست، درخت سلسله مراتبی مسأله را ترسیم کرد که دارای هدف، معیارها و زیر معیارها می‌باشد. در گام بعد باید جداول مقایسات زوجی معیارها و زیرمعیارها تهیه گردد و در اختیار افراد شرکت کننده در تحقیق قرار گیرد. در گام سوم، جداول تکمیل شده توسط افراد بایستی از لحاظ نرخ ناسازگاری بررسی گردند و جداولی که دارای نرخ ناسازگاری بیش از ۰/۱ هستند به افراد برگشت داده شود تا در قضاوت خود که دارای ناسازگاری است تجدید نظر کنند. در نهایت نظرات افراد با یکدیگر تلفیق شده و به یک رتبه بندی نهایی از معیارها دست پیدا نماییم، این مرحله توسط نرم افزار اکسپرت چویس^{۱۲} انجام می‌گیرد.

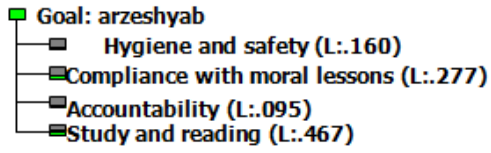
شکل ۱ درخت سلسله مراتبی که شامل ۴ شاخص و ۱۶ گزینه می‌باشد را نشان می‌دهد:

¹⁰ Analytic Hierarchy process

¹¹ Thomas L. Saaty

¹² Expert Choice11

Treeview



Alternatives

A1	.02
A2	.07
A3	.06
A4	.04
A5	.08
A6	.08
A7	.08
A8	.06
A9	.04
A10	.06
A11	.06
A12	.05
A13	.05
A14	.06
A15	.06
A16	.06

شکل شماره ۱. درخت سلسله مراتبی، شاخص‌ها و گزینه‌ها

شکل ۲ مقایسه زوجی بین شاخص‌ها و وزن شاخص‌ها به همراه نرخ ناسازگاری را نشان می‌دهد:

Compare the relative importance with respect to: Goal: arzeshyabi

	Hygiene and safety	Compliance with moral lessons	Accountability	Study and reading
Hygiene and safety		(2.0)	2.0	(3.0)
Compliance with moral lessons			3.0	(2.0)
Accountability				(4.0)
Study and reading	Incon: 0.01			

Hygiene and safety	.160	
Compliance with moral lessons	.277	
Accountability	.095	
Study and reading	.467	
Inconsistency = 0.01 with 0 missing judgments		

شکل شماره ۲. مقایسه زوجی بین شاخص‌ها و وزن‌ها و نرخ ناسازگاری

مقایسه زوجی بین گزینه‌ها نیز بر اساس چهار شاخص مختلف انجام و نتایج آن در جداول ۳ تا ۶ آمده است:

جدول شماره ۳. مقایسه زوجی بین گزینه‌ها بر اساس شاخص رعایت بهداشت و ایمنی

Compare the relative preference with respect to: Hygiene and safety

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
A1		(3.0)	(3.0)	(2.0)	(3.0)	(3.0)	(2.0)	(4.0)	(2.0)	(2.0)	(3.0)	(3.0)	2.0	(3.0)	(3.0)	(3.0)
A2			1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0
A3				2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0
A4					(2.0)	(2.0)	(2.0)	1.0	2.0	1.0	(2.0)	(2.0)	3.0	(2.0)	(2.0)	(2.0)
A5						1.0	1.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0
A6							1.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0
A7								2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0
A8									2.0	1.0	(2.0)	(2.0)	3.0	(2.0)	(2.0)	(2.0)
A9										(2.0)	(2.0)	(2.0)	2.0	(2.0)	(2.0)	(2.0)
A10											(2.0)	(2.0)	3.0	(2.0)	(2.0)	(2.0)
A11												1.0	3.0	1.0	1.0	1.0
A12													3.0	1.0	1.0	1.0
A13														(3.0)	(3.0)	(3.0)
A14															1.0	1.0
A15																1.0
A16																

جدول شماره ۴. مقایسه زوجی بین گزینه‌ها بر اساس شاخص آموخته‌های اخلاقی

Compare the relative preference with respect to: Compliance with moral lessons

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
A1		(4.0)	(4.0)	(2.0)	(5.0)	(5.0)	(4.0)	(4.0)	(5.0)	(5.0)	(3.0)	(4.0)	(4.0)	(5.0)	(4.0)	(4.0)
A2			1.0	3.0	(2.0)	(2.0)	2.0	2.0	(2.0)	(2.0)	2.0	1.0	2.0	(2.0)	1.0	1.0
A3				4.0	(2.0)	(2.0)	2.0	2.0	(2.0)	(2.0)	2.0	1.0	2.0	(2.0)	1.0	1.0
A4					(4.0)	(4.0)	(2.0)	(2.0)	(4.0)	(4.0)	(2.0)	(4.0)	(3.0)	(4.0)	(4.0)	(4.0)
A5						1.0	3.0	3.0	1.0	1.0	3.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0
A6							3.0	3.0	1.0	1.0	3.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0
A7								1.0	(3.0)	(3.0)	1.0	(2.0)	(2.0)	(3.0)	(2.0)	(2.0)
A8									(3.0)	(3.0)	1.0	(2.0)	(2.0)	(3.0)	(2.0)	(2.0)
A9										1.0	3.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0
A10											3.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0
A11												(2.0)	(2.0)	(3.0)	(2.0)	(2.0)
A12													2.0	(2.0)	1.0	1.0
A13														(2.0)	(2.0)	(2.0)
A14															2.0	2.0
A15																1.0
A16																

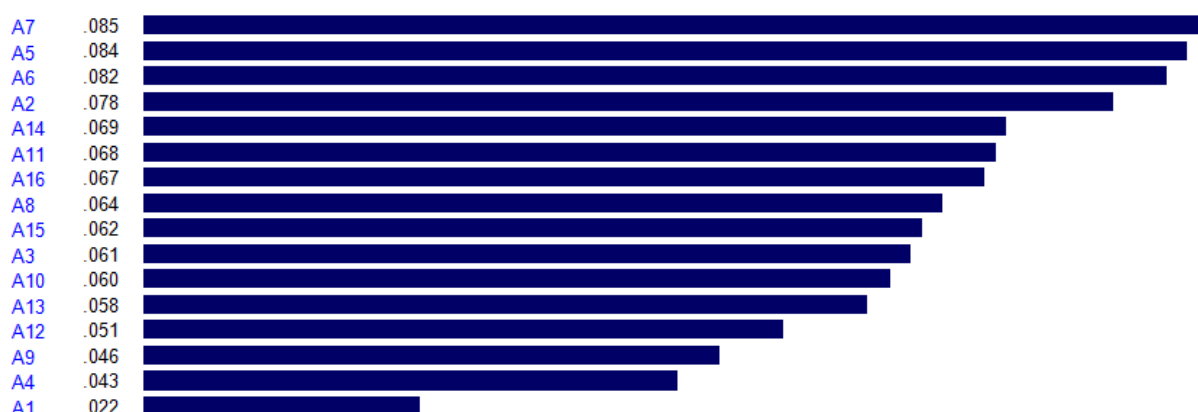
جدول شماره ۵. مقایسه زوجی بین گزینه‌ها بر اساس مسئولیت پذیری
Compare the relative preference with respect to: Accountability

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
A1		(3.0)	(4.0)	(2.0)	(4.0)	(4.0)	(3.0)	(3.0)	(2.0)	(3.0)	(3.0)	(3.0)	2.0	(3.0)	3.0	(3.0)
A2			(2.0)	2.0	(2.0)	(2.0)	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	1.0	5.0	1.0
A3				3.0	(2.0)	1.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	4.0	2.0	5.0	2.0
A4					(4.0)	(3.0)	(3.0)	(3.0)	1.0	(2.0)	(2.0)	(2.0)	2.0	(3.0)	3.0	(3.0)
A5						2.0	2.0	2.0	4.0	3.0	3.0	3.0	5.0	2.0	6.0	2.0
A6							2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	4.0	2.0	6.0	2.0
A7								1.0	3.0	2.0	2.0	2.0	4.0	1.0	5.0	1.0
A8									3.0	2.0	2.0	2.0	4.0	1.0	5.0	1.0
A9										(2.0)	(2.0)	(2.0)	2.0	(3.0)	4.0	(3.0)
A10											1.0	1.0	3.0	(2.0)	4.0	(2.0)
A11												1.0	3.0	(2.0)	4.0	(2.0)
A12													3.0	(2.0)	4.0	(2.0)
A13														(4.0)	2.0	(4.0)
A14															5.0	1.0
A15																(5.0)
A16																

جدول شماره ۶. مقایسه زوجی بین گزینه‌ها بر اساس مطالعه و کتابخوانی
Compare the relative preference with respect to: Study and reading

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
A1		(3.0)	(2.0)	(3.0)	(3.0)	(3.0)	(4.0)	(3.0)	3.0	(2.0)	(3.0)	(2.0)	(3.0)	(2.0)	(3.0)	(3.0)
A2			2.0	2.0	2.0	2.0	(2.0)	1.0	5.0	2.0	1.0	3.0	1.0	2.0	2.0	2.0
A3				(2.0)	(2.0)	(2.0)	(3.0)	(2.0)	4.0	1.0	(2.0)	2.0	(2.0)	1.0	(2.0)	(2.0)
A4					1.0	1.0	(2.0)	(2.0)	4.0	2.0	(2.0)	3.0	(2.0)	2.0	1.0	1.0
A5						1.0	(2.0)	(2.0)	5.0	2.0	(2.0)	3.0	(2.0)	2.0	1.0	1.0
A6							(2.0)	(2.0)	5.0	2.0	(2.0)	3.0	(2.0)	2.0	1.0	1.0
A7								2.0	5.0	3.0	2.0	4.0	2.0	3.0	2.0	2.0
A8									5.0	2.0	1.0	3.0	1.0	2.0	2.0	2.0
A9										(4.0)	(5.0)	(3.0)	(5.0)	(4.0)	(5.0)	(5.0)
A10											(2.0)	2.0	(2.0)	1.0	(2.0)	(2.0)
A11												3.0	1.0	2.0	2.0	2.0
A12													(3.0)	2.0	(3.0)	(3.0)
A13														2.0	2.0	2.0
A14															(2.0)	(2.0)
A15																1.0
A16																

شکل ۳ نتایج نهایی رتبه‌بندی گزینه‌ها را بر اساس AHP نشان می‌دهد:



شکل شماره ۳. نتایج نهایی رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس AHP

لذا رتبه‌بندی دانش‌آموزان کلاس ششم هوشمند سمای قائم‌شهر براساس روش AHP به صورت زیر می‌باشد:

$$A7 > A5 > A6 > A2 > A14 > A11 > A16 > A8 > A15 > A3 > A10 > A13 > A12 > A9 > A4 > A1$$

۴-۲- تجزیه و تحلیل براساس مدل TOPSIS

روش TOPSIS در سال ۱۹۸۱ توسط هوانگ و یون ارائه گردید. این مدل یکی از بهترین و پرکاربردترین روشهای تصمیم‌گیری چند شاخصه است. این روش بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. در این روش m گزینه به وسیله n شاخص مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. فرض بر این است که مطلوبیت هر شاخص به طور یکنواخت افزایشی یا کاهش‌ی است (مومنی، ۱۳۸۹، ۲۵).

حل این روش، مستلزم طی شش گام است:

۱. کمی‌کردن و بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم (N): برای بی‌مقیاس‌سازی، از بی‌مقیاس‌سازی نرم استفاده می‌شود.

۲. به دست آوردن ماتریس بی‌مقیاس موزون (V): ماتریس بی‌مقیاس شده (N) را در ماتریس قطری وزن‌ها ($W_n \times n$) ضرب می‌کنیم، یعنی:

$$V = N \times W_n \times n$$

۳. تعیین راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی: راه حل ایده آل مثبت و ایده آل منفی، به صورت زیر تعریف می‌شوند:

[بردار بهترین مقادیر هر شاخص ماتریس V] = راه حل ایده آل مثبت (V_j^+)

[بردار بدترین مقادیر هر شاخص ماتریس V] = راه حل ایده آل منفی (V_j^-)

بهترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت، بزرگترین مقادیر و برای شاخص‌های منفی، کوچکترین مقادیر است و بدترین برای شاخص‌های مثبت، کوچکترین مقادیر و برای شاخص‌های منفی بزرگترین مقادیر است.

۴. به دست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده آل‌های مثبت و منفی: فاصله اقلیدسی هر گزینه از ایده آل مثبت (d_j^+) و فاصله هر گزینه تا ایده آل منفی (d_j^-), بر اساس فرمول‌های زیر حساب می‌شود.

$$d_j^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2} \quad , \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$d_j^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad , \quad i = 1, 2, \dots, m$$

۵. تعیین نزدیکی نسبی (CL^*) یک گزینه به راه حل ایده آل:

$$CL^* = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

۶. رتبه‌بندی گزینه‌ها: هر گزینه‌ای که CL آن بزرگتر باشد، بهتر است

ابتدا اوزان شاخص‌ها را توسط نرم افزار آنتروپی بدست می‌آوریم. شکل ۴ اوزان بدست آمده از روش آنتروپی را نشان می‌دهد:

شاخص/گزینه	c1	c2	c3	c4
A1	8.22	6.21	7.32	7.27
A2	9.00	8.65	8.32	8.65
A3	9.00	8.65	8.65	8.00
A4	8.65	7.23	7.65	8.28
A5	9.00	9.00	9.00	8.28
SUM	132	126	119	123

گام اول: محاسبه E

شاخص/گزینه	c1	c2	c3	c4
A1	0.062	0.049	0.062	0.059
A2	0.068	0.069	0.07	0.07
A3	0.068	0.069	0.073	0.065
A4	0.066	0.057	0.064	0.067
A5	0.068	0.071	0.076	0.067
E	0.974	0.971	0.98	0.971

گام دوم: محاسبه مقدار اطمینان E

$\sum d_i = 0.104$

g	d1	d2	d3	d4
E	0.026	0.029	0.02	0.029

گام چهارم: محاسبه اوزان شاخص‌ها W

$\sum W_i = 1$

	W1	W2	W3	W4
W	0.25	0.279	0.192	0.279

شکل شماره ۴. اوزان شاخص‌ها از روش آنتروپی

سپس وزن بدست آمده را به همراه ماتریس شاخص‌ها و گزینه‌ها وارد نرم افزار TOPSIS می‌نماییم.

جداول ۷ الی ۱۲ روند حل به روش TOPSIS را نشان می‌دهند:

جدول شماره ۷. مقادیر گزینه‌ها و شاخص‌ها و وزن شاخص‌ها

	X1	X2	X3	X4
A1	8.22	6.21	7.32	7.27
A2	9	8.65	8.32	8.65
A3	9	8.65	8.65	8
A4	8.65	7.23	7.65	8.28
A5	9	9	9	8.28
A6	9	9	8.65	8.28
A7	9	8	8.28	9
A8	8.65	8	8.28	8.65
A9	8.28	9	7.65	6.65
A10	8.65	9	7.96	7.96
A11	9	7.96	7.96	8.65
A12	9	8.65	7.96	7.61
A13	7.96	8.28	7	8.65
A14	9	9	8.28	7.96
A15	9	8.65	6.26	8.28
A16	9	8.65	8.28	8.28
Wj	0.25	0.279	0.192	0.279

جدول شماره ۸. ماتریس بی‌مقیاس شده

Matrix Nd				
0.234	0.185	0.229	0	
0.256	0.257	0.26	0.271	
0.256	0.257	0.27	0.251	
0.246	0.215	0.239	0.26	
0.256	0.268	0.281	0.26	
0.256	0.268	0.27	0.26	
0.256	0.238	0.259	0.282	
0.246	0.238	0.259	0.271	
0.236	0.268	0.239	0.209	
0.246	0.268	0.249	0.25	
0.256	0.237	0.249	0.271	
0.256	0.257	0.249	0.239	
0.227	0.246	0.219	0.271	
0.256	0.268	0.259	0.25	
0.256	0.257	0.196	0.26	
0.256	0.257	0.259	0.26	

جدول شماره ۹. ماتریس قطری وزن ها

Matrix $W_n \times n$			
0.25	0	0	0
0	0.279	0	0
0	0	0.192	0
0	0	0	0.279

جدول شماره ۱۰. ماتریس بی مقیاس موزون

Matrix $V=N_d \times W$			
0.059	0.052	0.044	0
0.064	0.072	0.05	0.076
0.064	0.072	0.052	0.07
0.062	0.06	0.046	0.072
0.064	0.075	0.054	0.072
0.064	0.075	0.052	0.072
0.064	0.066	0.05	0.079
0.062	0.066	0.05	0.076
0.059	0.075	0.046	0.058
0.062	0.075	0.048	0.07
0.064	0.066	0.048	0.076
0.064	0.072	0.048	0.067
0.057	0.069	0.042	0.076
0.064	0.075	0.05	0.07
0.064	0.072	0.038	0.072
0.064	0.072	0.05	0.072

جدول شماره ۱۱. ایده آل مثبت و منفی و فاصله گزینه‌ها با ایده آل‌ها

+A =	0.064	0.075	0.054	0.079
-A =	0.057	0.052	0.038	0
d_i^+			d_i^-	
$d_1^+ =$	0.083		$d_1^- =$	0.007
$d_2^+ =$	0.006		$d_2^- =$	0.08
$d_3^+ =$	0.009		$d_3^- =$	0.075
$d_4^+ =$	0.018		$d_4^- =$	0.074
$d_5^+ =$	0.006		$d_5^- =$	0.078
$d_6^+ =$	0.007		$d_6^- =$	0.078
$d_7^+ =$	0.009		$d_7^- =$	0.081
$d_8^+ =$	0.01		$d_8^- =$	0.078
$d_9^+ =$	0.023		$d_9^- =$	0.063
$d_{10}^+ =$	0.011		$d_{10}^- =$	0.074
$d_{11}^+ =$	0.011		$d_{11}^- =$	0.078
$d_{12}^+ =$	0.014		$d_{12}^- =$	0.071
$d_{13}^+ =$	0.016		$d_{13}^- =$	0.078
$d_{14}^+ =$	0.01		$d_{14}^- =$	0.075
$d_{15}^+ =$	0.018		$d_{15}^- =$	0.076
$d_{16}^+ =$	0.008		$d_{16}^- =$	0.077

جدول شماره ۱۲. مقادیر نزدیکی نسبی

cl_i	
cl_1	0.074
cl_2	0.931
cl_3	0.888
cl_4	0.803
cl_5	0.925
cl_6	0.921
cl_7	0.897
cl_8	0.885
cl_9	0.736
cl_{10}	0.868
cl_{11}	0.876
cl_{12}	0.835
cl_{13}	0.833
cl_{14}	0.881
cl_{15}	0.809
cl_{16}	0.904

لذا بر اساس مدل TOPSIS رتبه‌بندی گزینه‌ها به صورت زیر می‌باشد :

$$A2 > A5 > A6 > A16 > A7 > A3 > A8 > A14 > A11 > A10 > A12 > A13 > A15 > A4 > A9 > A1$$

۳-۴- روش‌های تلفیقی

در دنیای واقعی، تصمیم‌گیرندگان جهت تصمیم‌گیری، خود را محدود به یک روش نمی‌کنند و امکان دارد با استفاده از روش‌های مختلف تصمیم‌گیری به نتایج مختلف دست پیدا کنند در این شرایط، فنونی برای تلفیق رتبه‌ها پیشنهاد شده است (آذر و رجب زاده، ۱۳۸۹). یکی از این فنون روش میانگین رتبه‌ها می‌باشد.

۳-۴-۱- روش میانگین رتبه‌ها

در این روش میانگین رتبه‌های حاصل از تکنیک‌ها مبنای پیشنهاد نهایی قرار می‌گیرد. این روش، گزینه‌ها را بر اساس میانگین رتبه‌های بدست آمده از روش‌های مختلف MADM اولویت‌بندی می‌کند. رتبه‌بندی‌های حاصل از روش‌های AHP و TOPSIS را در جدول ۱۳ آورده و میانگین آنها را حساب کرده و سپس برای اولویت‌بندی از کمترین عدد بدست آمده تا بیشترین عدد، گزینه‌ها را اولویت‌بندی می‌نماییم.

جدول شماره ۱۳. رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس میانگین رتبه‌ها

گزینه	روش‌های MADM		میانگین رتبه
	AHP	TOPSIS	
A1	۱۶	۱۶	۱۶
A2	۴	۱	۲.۵
A3	۱۰	۶	۸
A4	۱۵	۱۴	۱۴.۵
A5	۲	۲	۲
A6	۳	۳	۳
A7	۱	۵	۳
A8	۸	۷	۷.۵
A9	۱۴	۱۵	۱۴.۵
A10	۱۱	۱۰	۱۰.۵
A11	۶	۹	۷.۵
A12	۱۳	۱۱	۱۲
A13	۱۲	۱۲	۱۲
A14	۵	۸	۶.۵
A15	۹	۱۳	۱۱
A16	۷	۴	۵.۵

با توجه به جدول میانگین رتبه‌ها، نهایتاً "گزینه‌ها به صورت زیر رتبه‌بندی می‌شوند:

$A5 > A2 > A6 = A7 > A16 > A14 > A8 = A11 > A3 > A10 > A15 > A12 = A13 > A4 = A9 > A1$

۵- نتیجه‌گیری

دانش‌آموز یکی از مهمترین منابع تأیید کننده کیفیت در آموزش و پرورش می‌باشند. بنابراین، برای به دست آوردن اطلاعات در مورد اینکه دانش‌آموزان مدارس از چه کیفیتی برخوردار می‌باشد، باید از یک سیستم دقیق در ارزیابی استفاده کرد. یکی از روش‌های ارزیابی استفاده از تکنیک‌های MADM شامل AHP و TOPSIS می‌باشد. وزن شاخص‌ها قبل از ورود به نرم افزار TOPSIS توسط نرم افزار آنتروپی محاسبه گردید و سپس به کمک نرم افزار TOPSIS گزینه‌ها رتبه بندی گردیدند. همینطور گزینه‌ها با توجه به شاخص‌های مورد نظر با نرم افزار AHP نیز رتبه‌بندی شدند. با توجه به اینکه ممکن است نتایج حاصل از روش‌های رتبه بندی گزینه‌ها (AHP و TOPSIS) متفاوت باشد، جهت تصمیم گیری کاراتر، از تکنیک میانگین رتبه‌ها جهت رتبه‌بندی نهائی استفاده شده است. نهایتاً دانش‌آموزان با توجه به امتیاز بدست آمده رتبه‌بندی گردیدند. نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر اهمیت این نکته می‌باشد که ارزیابی از کیفیت دانش‌آموزان در مدارس برای سنجش کیفیت دانش‌آموزان، موفقیت لازم را داشته و می‌تواند برای سنجش کیفیت دانش‌آموزان مدارس کشور بکار گرفته شود.

منابع

۱. آذر، عادل؛ و رجب زاده، علی (۱۳۹۱). تصمیم گیری کاربردی رویکرد MADM، تهران، انتشارات نگاه دانش، چاپ پنجم.
۲. حیدری، علی و حیدری، محمد (۱۳۸۷). انتخاب پیمانکاران به کمک روش AHP. کنفرانس ملی مهندسی ارزش در صنعت ساختمان. تهران.
۳. سالار، جمشید (۱۳۹۳). تحقیقات بازاریابی، تهران، پیام نور، چاپ اول.
۴. طلوعی اشلقی، عباس؛ غریب، ایمان؛ دادرسی، کیوان و قراخانی، داود (۱۳۹۳). سرمایه گذاری در بورس اوراق بهادار (بکارگیری مدل های تصمیمگیری چند شاخصه)، فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه گذاری، سال سوم، شماره یازدهم صفحات ۲۳۸ - ۲۲۳.
۵. طواری، مجتبی؛ سوخکیان، محمد علی و میرنژاد، سید علی (۱۳۸۷). شناسایی و اولویت بندی عوامل مؤثر بر بهره‌وری نیروی MADM انسانی با استفاده از تکنیک های (مطالعه موردی: یکی از شرکت‌های تولیدی پوشاک جین در استان یزد)، مدیریت صنعتی، دوره ۱، شماره ۱، صفحات ۸۸ - ۷۲.
۶. عباسی، احمد و عبدی، رضا (۱۳۹۲). شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر در توسعه محصول جدید در شرکت کمباین سازی اراک با فرایند تحلیل سلسله مراتبی، نشریه مکانیزاسیون کشاورزی، جلد اول، شماره ۱، صفحات ۸۰ - ۷۲.
۷. فرمهبینی فراهانی، محسن؛ کشاورز زاده، علی و نصیری، زهره (۱۳۹۲). طراحی و اعتبارسنجی ملاک‌ها و شاخص‌های ارزیابی کیفیت دانش‌آموزان مدارس متوسطه (مطالعه ی موردی: مدارس استان کهگیلویه و بویراحمد)، دو فصلنامه مطالعات برنامه ریزی آموزشی، دوره سوم، شماره ۵، بهار و تابستان ۱۳۹۳، صفحات ۱۵۵ - ۱۲۸.
۸. محمدی زنجیرانی، داریوش؛ سلیمی فرد، خداکرم و یوسفی ده‌بیدی، شهلا (۱۳۹۳). بررسی عملکرد متداول‌ترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه با رویکرد بهینه‌یابی، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال ۱۱، شماره ۱، صفحات ۸۴ - ۶۵.
۹. محمدی، فرزانه و اخوان تفتی، مهناز (۱۳۸۶). بررسی تاثیر ارزش یابی توصیفی بر عزت نفس و رفتارهای کلاسی دانش‌آموزان پایه سوم ابتدایی شهر تهران، فصلنامه تعلیم و تربیت، شماره ۹۰، صفحات ۱۰۰ - ۶۷.
۱۰. ملک‌اخلاق، اسماعیل؛ رمضانیان، محمدرحیم و رفیعی امام، فائقه (۱۳۹۱). شناسایی و رتبه‌بندی عوامل موفقیت بانکداری الکترونیکی، چشم انداز مدیریت صنعتی، شماره ۷، صفحات ۸۶ - ۷۱.
۱۱. مومنی، منصور (۱۳۹۲). مباحث نوین تحقیق در عملیات، تهران، انتشارات مولف، چاپ پنجم.
۱۲. مومنی، منصور (۱۳۹۴). مدل‌ها و نرم افزارهای تصمیم گیری چند شاخصه، تهران، انتشارات مولف، چاپ سوم.
۱۳. نصیری، حسین؛ خیرگو، منصور و شکری، زینب (۱۳۶۸). استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) جهت ارزیابی عملکرد پرسنل سازمانی و رتبه‌بندی آنها با نگرش ارزیابی ۳۶۰ درجه‌ای، مدیریت نظامی، شماره ۲۸، صفحات ۲۱ - ۱.
۱۴. هنرمند عظیمی، مرتضی و تقی زاده، هوشنگ (۱۳۹۴). ارائه یک روش تصمیم‌گیری چند شاخصه مبتنی بر محاسبه مساحت چند ضلعی‌ها برای رتبه‌بندی مدل‌های مختلف استقرار، مدیریت بهره‌وری، سال هشتم، شماره ۳۲، صفحات ۶۷-۳۷.

15. Petra Groseli, Lidija Zadnik Stirn (2012). Acceptable consistency of aggregated comparison matrices in analytic hierarchy process, European Journal of Operational Research 223, 417-420.

16. REN Shaoyun (2012). International Symposium on Safety Science and Technology Assessment on logistics warehouse fire risk based on analytic hierarchy process, *Procedia Engineering* 45, 59 – 63.
17. wei Huang, Shinichiro Yano, Jianmin Zhang, Yurong Wan (2013). Application of analytic hierarchy process in selecting a biological indicator for a river flow restoration, *Ecological Indicators* 25, 180–183.