مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال چهاردهم، شماره چهارم (پیاپی ۵۵)، زمستان ۹۶، ص ص ۲۰-۱
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

ارزیابی و اولویت‌بندی تامین‌کنندگان با رویکرد ترکیبی آنتروپی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و پرامیتی اصلاح‌شده (مطالعه موردی: شرکت یوتاب)

مقصود امیری[۱]، فرهاد هادی نژاد*[۲]، شیوا ملک خویان[۳]

۱- استاد، دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده مدیریت و حسابداری، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران

۲- دانش‌آموخته دکتری، دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده مدیریت و حسابداری، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده مدیریت و حسابداری، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران

رسید مقاله: ۶ تیر ۱۳۹۶

پذیرش مقاله: ۹ آذر ۱۳۹۶

چکیده

در مدیریت زنجیره تامین، تصمیم‌گیری برای انتخاب تامین‌کننده یک موضوع کلیدی است که در سال‌های اخیر تبدیل به یک هدف استراتژیک برای سازمان‌ها شده است. مساله انتخاب تامین‌کننده به دلیل تعدد و تنوع شاخص‌های کیفی و کمی، یک مساله تصمیم‌گیری چند شاخصه محسوب می‌شود و درنتیجه می‌توان از تکنیک‌های شناخته‌شده این حوزه در فرآیند حل مساله استفاده نمود. تحقیق حاضر تلاش دارد با ترکیب تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه و بهبود در فرآیند اجرای آن‌ها الگوریتمی علمی و جدید برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان ارایه دهد. برای این منظور در گام نخست مطالعات مشابه مرور گردید و سپس با کمک خبرگان سازمانی، هشت شاخص مهم تاثیرگذار در انتخاب تامین‌کنندگان استخراج گردید که عبارت‌اند از: قیمت، کیفیت، تحویل به‌موقع، ظرفیت تولید، موقعیت جغرافیایی، شرایط پرداخت، قابلیت تکنولوژی دستگاه‌ها و خدمات پس از فروش. در گام بعدی نیز با کمک داده‌های واقعی شرکت یوتاب به تشریح الگوریتم پیشنهادی پرداخته شد. بدین شکل که ابتدا با کمک تکنیک آنتروپی (تکمیل ماتریس تصمیم توسط کارشناسان شرکت) وزن اولیه شاخص‌ها استخراج گردید، سپس با کمک تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (نظرسنجی از مدیرعامل شرکت) وزن جدیدی برای شاخص‌ها احصا و با اوزان اولیه ترکیب گردید تا اوزان نهایی حاصل شود. در ادامه نیز از تکنیک پرامیتی اصلاح‌شده برای ارزیابی چهار تامین‌کننده موجود و تحلیل نتایج حاصله استفاده گردید.

کلمات کلیدی: آنتروپی، پرامیتی، تصمیم‌گیری چند شاخصه، زنجیره تامین، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی.

۱ مقدمه

زنجیره تامین، زنجیره‌ای است که تمامی فعالیت‌های مرتبط با جریان و تبدیل کالا را از مرحله‌ی ورود مواد خام، تولید قطعات، مونتاژ قطعات تا تحویل به مصرف‌کننده‌ی نهایی را شامل می‌گردد. در مفهوم مدیریت زنجیره

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: Farhad_hdng@yahoo.com

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]

تامین، تصمیم‌گیری برای انتخاب تامین‌کننده یک موضوع کلیدی است که مدیران اجرایی و خرید برای باقی ماندن در دنیای به‌شدت رقابتی امروزه با آن مواجه می‌باشند [۱]. در عصر حاضر، زنجیره‌ی تامین نقش به سزایی در فعالیت سازمان‌ها ایفا می‌نماید، بالأخص شرکت‌های تولیدی که بیش‌ترین اتکا را بر تامین‌کنندگان مواد و قطعات موردنیاز خوددارند. در این راستا برخی از صاحب‌نظران اظهار نموده‌اند که تقریباً ۵۰٪ تا ۷۰٪ از هزینه-های تولید به هزینه‌ی مواد و قطعات اختصاص دارد [۲و۳]؛ بنابراین مدیریت خرید و انتخاب مناسب تامین‌کنندگان در مدیریت زنجیره‌ی تامین تاثیر بسزایی در موفقیت سازمان برای تقلیل هزینه‌ها و باقی ماندن در محیط رقابتی دارد [۲و۴]. ازاین‌رو مدیریت بر عملکرد تامین‌کنندگان و بهبود مستمر آن‌ها در مدیریت زنجیره‌ی تامین حیاتی شده است [۵و۶]. انتخاب تامین‌کننده فرایندی است که در آن فروشندگان مناسبی را پیدا نموده که برای خریدار، محصولات / خدمات باکیفیت، قیمت خوب و تحویل به‌موقع را فراهم می‌نماید [۷].

انتخاب تامین‌کننده بر دو وجهه اصلی تمرکز دارد، اول: تمرکز بر روی تعیین شاخص‌های موردنظر جهت انتخاب تامین‌کنندگان و همچنین درجه‌ی اهمیت این شاخص‌ها نسبت به یکدیگر (لازم به ذکر است که انتخاب شاخص‌ها و درجه‌ی اهمیت آن‌ها به اهداف استراتژیک سازمان وابسته می‌باشد) دوم: شناسایی تامین‌کنندگان موردنظر و ارزیابی آن‌ها با توجه به تکنیک‌ها و روش‌های موجود [۷]. به‌عبارت‌دیگر فرایند انتخاب تامین‌کننده به این صورت است: که ابتدا با توجه به اهداف سازمانی، شرکت شاخص‌ها جهت انتخاب تامین‌کنندگان را شناسایی نموده و سپس لیست شرکت‌هایی که امکان و توانایی تامین و برآورد سازی نیاز سازمان یا زنجیره‌ی تامین را دارا هستند، تهیه و بر اساس معیارهای مدنظر اقدام به امتیازدهی و ارزیابی تامین‌کنندگان نموده و پس‌ازآن با توجه به اولویت‌بندی به‌دست‌آمده اقدام به عقد قرارداد با آن‌ها می‌نماید [۸].

انتخاب و ارزیابی تامین‌کنندگان از طریق چندین شاخص کمی و کیفی متفاوت همچون هزینه، کیفیت، تحویل به‌موقع، خدمات پس از فروش و ... بررسی می‌گردد. درنتیجه لازم است شرکت‌ها شاخص‌های کلیدی و تامین‌کنندگان مناسب را انتخاب نمایند؛ زیرا تامین‌کننده‌ی مناسب موجب کاهش هزینه‌های خرید و همچنین افزایش کیفیت محصولات و درنهایت موفقیت سازمان دررسیدن به اهداف خود می‌گردد [۹]. از طرف دیگر، انتخاب تامین‌کننده‌ی نامناسب می‌تواند موجب تنزل موقعیت مالی و عملیاتی شرکت‌ها شود [۱۰]. روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند به تصمیم‌گیرندگان در رتبه‌بندی و ارزیابی انتخاب‌هایشان کمک نماید [۱و۱۱]. تصمیم‌گیری چندمعیاره، ابزاری با کاربرد گسترده است که برای تعیین انتخاب بهترین گزینه از میان چندین گزینه و با چندین معیار متفاوت به کار می‌رود [۱۲]. مدل‌های تصمیم‌گیری بسیاری تاکنون برای انتخاب و ارزیابی تامین‌کننده توسعه‌یافته است که بسیاری از این روش‌ها در مدیریت خرید کنونی استفاده می‌شوند [۱۳]. در این پژوهش با بهره‌گیری از تکنیک‌های مختلف تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند تکنیک آنتروپی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و پرامیتی، تلاش می‌شود روشی علمی و جدید برای انتخاب مناسب‌ترین تامین‌کننده ارایه گردد. برای رسیدن به این هدف در ابتدا با بررسی جامع ادبیات پیشین به شناسایی شاخص‌هایی که در انتخاب و ارزیابی تامین‌کنندگان تاثیرگذار است، پرداخته و سپس با وزن دهی به شاخص‌های احصا شده با کمک دو تکنیک

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]

آنتروپی و AHP، سعی بر ارزیابی تامین‌کنندگان با استفاده از تکنیک پرامیتی نموده و در انتها نیز با پیاده‌سازی الگوریتم پیشنهادی در یک مطالعه موردی (شرکت یوتاب) به تحلیل نتایج حاصله پرداخته می‌شود.

۲ ادبیات موضوعی تحقیق

۲-۱ بررسی پیشینه تحقیق و شناسایی شاخص‌های تاثیرگذار

پژوهش‌های فراوانی در راستای انتخاب تامین‌کنندگان چه در سطح ملی و چه در سطح جهانی انجام پذیرفته که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

یکی از نخستین پژوهش‌ها در این زمینه را دیکسون [۱۴] انجام داد؛ که ۲۳ معیار را از دیدگاه مدیریت خرید برای انتخاب تامین‌کننده مشخص و تحلیل نمود که کیفیت، قیمت و تحویل به‌موقع را مهم‌ترین معیارها دانست. لهمن و همکاران [۱۵] شاخص‌های کلیدی جهت انتخاب تامین‌کننده را قیمت، اعتبار تامین‌کننده، قابل‌اعتماد بودن تامین‌کننده و تحویل به‌موقع دانسته‌اند. وبر [۱۶] با مرور ۴۷ مقاله نشان داد که کیفیت، موقعیت مکانی، قیمت و تحویل به‌موقع مهم‌ترین معیارها و مساله انتخاب تامین‌کننده در یک مساله تصمیم‌گیری چندمعیاره است که وزن هرکدام از معیارها به شرایط و زمان خرید بستگی دارد. در تحقیقی دیگر محققین نشان دادند که مهم‌ترین شاخص‌ها برای انتخاب تامین‌کننده عبارت‌اند از: قیمت، کیفیت، زمان تحویل، سیستم مدیریت کیفیت، ظرفیت مالی، موقعیت جغرافیایی و مدیریت سازمان [۱۷]. در پژوهشی مشابه پژوهشگران هشت شاخص کیفیت مواد، زمان تحویل، ارتباط با عرضه‌کنندگان، قیمت واحد مواد، انعطاف‌پذیری در شرایط پرداخت، ظرفیت تولید، قابلیت تجهیزات تامین‌کننده و نزدیکی به تامین‌کننده را برای ارزیابی تامین‌کنندگان خود انتخاب کرده که این مطالعه بالاترین وزن را به شاخص کیفیت و پایین‌ترین وزن را به شاخص ارتباط با عرضه‌کننده دانسته است [۱۸]. در تحقیقی دیگر محققین با مصاحبه از کارشناسان و خبرگان تامین مواد اولیه‌ی سازمان، شاخص‌های ظرفیت مواد، زمان تحویل، روش‌های پرداخت هزینه، قابلیت اطمینان، تجربه تامین‌کننده، ارتباطات با تامین‌کننده، موقعیت جغرافیایی، مدیریت و تنوع منابع را شناسایی و به اولویت‌بندی تامین‌کنندگان با استفاده از روش MCDM فازی پرداختند [۱]. همچنین در مطالعه‌ای دیگر محققین هزینه (هزینه مواد و هزینه حمل‌ونقل مواد) و عملکرد تحویل (بازده هزینه، سفارش‌های تحویل داده‌شده به‌طور کامل، تحویل به‌موقع مواد، درستی مدارک ارایه‌شده، سازگاری منابع) را به‌عنوان شاخص‌های ارزیابی تامین‌کنندگان (مطالعه‌ی موردی شرکت تولیدکننده قطعات خودرو) انتخاب نمودند و با استفاده از روش تاپسیس فازی به رتبه‌بندی تامین‌کنندگان پرداختند [۲].

همچنین در مطالعات داخلی نیز پیشینه مشابهی وجود دارد که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از:

خاتمی فیروزآبادی و همکاران [۱۰] در یک مطالعه‌ی موردی بر روی یک شرکت تولیدکننده‌ی قطعات خودرو شاخص‌های تعداد قطعات مرجوعی در یک‌میلیون واحد، درصد سفارش به‌موقع تحویل داده‌شده، دارا بودن طرح کنترلی OPC و FMEA قیمت واحد محصول، میزان تولید تولیدکننده، قابلیت تجهیزات و امکانات را به‌عنوان شاخص‌های موردبررسی در مطالعه‌ی خود استفاده نمودند. شفیعی و همکاران [۱۹] در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده بر اساس مدل Fuzzy DEA &DFA بر مبنای شاخص‌های ورودی: موقعیت مکانی،

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]

قابلیت فنی، سیستم ارتباطی و شهرت و موقعیت در صنعت و شاخص‌های خروجی: قیمت، کیفیت محصول، تحویل به‌موقع و قابلیت بسته‌بندی به ارزیابی عملکرد پنج تامین‌کننده شرکت دایتی پرداخته‌اند. محقر و دیگران [۲۰] در مقاله‌ای ۱۹ معیار برای انتخاب تامین‌کننده در نظر گرفتند که در هفت معیار اصلی: زیرساخت‌ها و تکنولوژی، گواهینامه‌ها، مجوزها، لیسانس‌ها و سیستم‌های مدیریتی موردنیاز، تجربه و اعتبار، منابع انسانی، توان و ثبات مالی، دسترسی و موقعیت جغرافیایی و ظرفیت تولید، قابلیت برنامه‌ریزی، مدیریت سفارش‌ها، انعطاف در پاسخگویی به نیازهای مشتری خلاصه‌شده است. محمدی و همکاران [۲۱] از تکنیک تحلیل رابطه خاکستری و تحلیل پوششی داده‌ها به طور ترکیبی برای ارزیابی تامین‌کنندگان در شرکت فراگستر توس استفاده نموده‌اند. در این تحقیق از معیارهای سرمایه، نرخ رشد، سابقه همکاری و معکوس هزینه حمل‌ونقل تامین‌کننده، تعداد کارشناسان، معکوس شاخص زمان تأخیر، معکوس دوباره‌کاری، شاخص به‌موقع بودن، توانایی‌های مدیریت، مهارت کارکنان و سطح تکنولوژی استفاده‌شده است. جعفری [۲۲] در تحقیقی مشابه معتقد است در طی سال‌های ۱۹۶۶ تا ۲۰۰۰ مهم‌ترین معیارها را قیمت، کیفیت، تحویل به‌موقع، ضمانت محصول، خدمات پس از فروش، پشتیبانی فنی، آموزش، برخورد با مشتری، وضعیت مالی تامین‌کننده، سابقه عملکرد، موقعیت جغرافیایی، مدیریت و سازمان‌دهی، روابط نیروی کاری، سیستم ارتباطی، پاسخگویی به خواسته‌های مشتری، توانایی در انجام تجارت الکترونیک، توانایی تامین سفارش به هنگام، توانایی فنی، امکانات و ظرفیت تولید، توانایی بسته‌بندی، کنترل عملیاتی، سهولت استفاده، قابلیت نگهداری و تعمیرات، میزان فعالیت‌های گذشته، رتبه و موفقیت در صنعت و ظاهر بوده و پس از سال‌های ۲۰۰۰ معیارهای دیگری همچون وضعیت ارتباطاتی، تنوع تامین، حل مشکلات مربوط به کیفیت محصول، صلاحیت و شایستگی، پاسخگویی سریع به سفارشات، حمایت از طراحی ساخت و محصول، صداقت و رفع تضادها، پیروی از فرایندها، امکانات ماشین‌آلات، قابل‌اعتماد بودن نیز به شاخص‌های ارزیابی تامین‌کنندگان اضافه گردید. در ادامه و در جدول ۱، برخی از شاخص‌های ارایه‌شده در سایر مطالعات به شکل خلاصه بیان گردیده است.

درنهایت پس از تحلیل مطالعات گذشته و بررسی جدول فوق و بازنگری توسط اساتید، معیارهای زیر به‌عنوان مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر در ارزیابی تامین‌کنندگان در این تحقیق شناسایی و انتخاب گردیدند: "کیفیت"، "قیمت"، "تحویل به‌موقع"، "ظرفیت تولید"، "موقعیت جغرافیایی تامین‌کننده"، "شرایط پرداخت"، "قابلیت تکنولوژی دستگاه‌های تامین‌کننده" و "خدمات پس از فروش". بدیهی است شاخص‌های انتخابی می‌تواند توسط تصمیم‌گیرنده دیگر، بازنگری و متناسب با شرایط محیطی انتخاب و در الگوی پیشنهادی جایگزین گردد.

۲-۲ تکنیک‌های حل مساله

بررسی و مرور مطالعات مشابه نشان می‌دهد محققان فراوانی از طیف گسترده تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده بهینه استفاده نموده‌اند. علاوه بر موارد پیش‌گفته تانگ چن و همکاران [۲۳] به بررسی پنج تامین‌کننده در پنج شاخص با کمک تکنیک تاپسیس فازی پرداختند. در مطالعه‌ای مشابه

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]

دنگ و چانگ [۲۷] به رتبه‌بندی شش تامین‌کننده بر اساس چهار شاخص با استفاده از روش تاپسیس فازی پرداختند. در پژوهشی دیگر یئویو و همکاران [۳۲] یک بیمارستان دانشگاهی در شانگهای چین را بررسی نمودند و پنج تامین‌کننده را بر مبنای چهار شاخص با کمک روش ویکور ارزیابی نموده که تامین‌کننده شماره پنج به‌عنوان گزینه برتر انتخاب گردید. همچنین پولت و ارای [۱۸] بامطالعه بر روی پروژه‌ی راه‌آهن در عربستان سعودی، پنج تامین‌کننده را بر اساس هشت شاخص با استفاده از روش ER[1] مورد ارزیابی قراردادند که در این مطالعه تامین‌کننده شماره یک بالاترین امتیاز و تامین‌کننده شماره پنج پایین‌ترین امتیاز را کسب نموده است. در تحقیقی دیگر رحیم نژاد و همکاران [۳۳] با استفاده از روش AHP فازی به رتبه‌بندی چهار تامین‌کننده با چهار شاخص در صنعت اتومبیل‌سازی پرداختند و تامین‌کننده برتر را معرفی نمودند. همچنین محمد نژاد و صفائی [۳۴] با کمک فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی به شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین خارج پرداختند. خاتمی و همکاران [۳۵] در پژوهشی مشابه از فرآیند تحلیل شبکه و برنامه‌ریزی آرمانی برای گزینش و تخصیص سفارش به تامین‌کنندگان استفاده کرده‌اند.

جدول ۱. شاخص‌های ارزیابی تامین‌کنندگان در مطالعات پیشین

منبع	شاخص‌های شناسایی‌شده
[۲۳]	قیمت، کیفیت، زمان تحویل، انعطاف‌پذیری و نوآوری، اعتماد، روابط طولانی‌مدت با تامین‌کننده، سلامت مالی، قبول خسارت در حمل‌ونقل
[۲۴]	هزینه، کیفیت، خدمات پس از فروش، قابل‌اعتماد بودن تامین‌کننده، مدیریت و سازمان‌دهی، تکنولوژی
[۲۵]	شهرت تامین‌کننده، عملکرد تولید، عملکرد خدمات، هزینه
[۲۶]	کیفیت، عملکرد تحویل به‌موقع، محل تامین‌کننده، قیمت
[۲۷]	زمان تحویل، هزینه، موقعیت جغرافیایی تامین‌کننده، خدمات
[۲۸]	قیمت، قابلیت اطمینان تحویل به‌موقع، زمان تحویل، سرعت تحویل، انطباق کیفیت، افزایش تقاضا، طراحی و پشتیبانی از محصول، خدمات پس از فروش
[۹]	شیوه‌های مدیریت کیفیت و سیستم مدیریت کیفیت، ظرفیت تولید، مدیریت شرکت، قابلیت توسعه و طراحی، قابلیت کاهش هزینه، عملکرد کیفیت، عملکرد قیمت و عملکرد زمان تحویل محصول
[۲۹]	قیمت، زمان تحویل، کیفیت، ذخیره احتیاطی، موقعیت جغرافیایی، موقعیت مالی، تعهد به کیفیت، آزادی ارتباطات، تمایل به اشتراک گذاشتن اطلاعات و روابط طولانی‌مدت،
[۳۰]	تحویل به‌موقع، کیفیت، هزینه و خدمات پس از فروش
[۳۱]	اشتراک‌گذاری ارتباطات، انعطاف‌پذیری در پرداخت، کاهش هزینه، مهارت علم و کیفیت، رضایت مشتری و تحویل به‌موقع
[۳۲]	قابلیت فنی، عملکرد تحویل، کیفیت، قیمت

[1] Evidential Reasoning Method

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]

به‌طورکلی روش‌های چند شاخصه دارای تکنیک‌های متنوعی در مراحل مختلف تصمیم‌گیری هستند. در این روش‌ها چندین گزینه بر اساس چندین معیار مختلف باهم مقایسه شده، بهترین گزینه یا ترتیب گزینه‌های مناسب انتخاب می‌شوند. روش‌های چند شاخصه بر پایه استدلال‌های ریاضی، بهترین گزینه تصمیم‌گیری را از بین گزینه‌های موجود با اولویت‌بندی آن‌ها تعیین می‌کنند [۳۶]؛ البته انتخاب روش تصمیم‌گیری به‌خودی‌خود یک مساله تصمیم‌گیری چندمعیاره است [۳۷]. هر مساله تصمیم‌گیری چند شاخصه با دو مشکل انتخاب تکنیک تصمیم‌گیری و انتخاب تکنیک وزن دهی مواجه می‌باشد، هرچند برای هر یک از این مراحل تکنیک‌های فراوانی وجود دارد [۳۶]؛ اما با توجه به ویژگی‌های تکنیک‌های مختلف و همچنین ماهیت مساله، در این تحقیق از دو تکنیک آنتروپی و تحلیل سلسله مراتبی در مرحله وزن دهی و از تکنیک پرامیتی (اصلاح‌شده) در مرحله اولویت بندی استفاده خواهد شد.

تکنیک تحلیل سلسله مراتبی به دلیل سهولت کاربرد و دقت مناسب از مؤثرترین و پرکاربردترین فنون مطرح در تصمیم‌گیری است که به‌صورت نظری و تجربی در دامنه وسیعی از وضعیت‌های تصمیم‌گیری مورد آزمون قرارگرفته است [۳۸]. تکنیک آنتروپی شانون نیز یکی از معروف‌ترین روش‌های محاسبه اوزان شاخص هاست [۳۹]. به‌طورکلی تکنیک آنتروپی از ماتریس تصمیم برای وزن دهی به شاخص‌ها استفاده کرده و شاخصی که بیش‌ترین پراکندگی را در گزینه‌ها ایجاد کند دارای وزن بیشتری خواهد شد؛ اما تکنیک تحلیل سلسله مراتبی از قضاوت‌های ذهنی تصمیم‌گیرنده یا کارشناسان استفاده کرده و با مقایسات زوجی پیاپی، وزن شاخص‌ها را احصا می‌کند؛ لذا در این پژوهش برای بهره‌مندی از هر دو منبع اطلاعات، از هر دو تکنیک مذکور استفاده خواهد شد.

در مرحله اولویت‌بندی نیز از تکنیک پرامیتی البته به شکل اصلاح‌شده استفاده خواهد شد. تکنیک پرامیتی به دلیل سهولت استفاده و شهرت فراوان در گستره وسیعی از علوم مختلف مانند: مدیریت مالی و بازرگانی، مدیریت انرژی، لجستیک و حمل‌ونقل، کشاورزی، آموزش‌وپرورش، پزشکی، ورزشی و ... مورداستفاده قرارگرفته است [۴۰]. مزیت اصلی این تکنیک، قابلیت استفاده در مسایلی است که مانند تحقیق حاضر شاخص های مساله تصمیم با یکدیگر وابستگی دارند [۴۱]. ضمن آنکه وجود نرم‌افزار قوی Visual PROMETHEE باقابلیت‌های منحصربه‌فردی مانند GAIA، Walking weight و امکان تحلیل حساسیت از دیگر عوامل انتخاب این تکنیک در مساله حاضر می‌باشد. مطالعات و تحقیقات محققین دیگر نیز بر کارایی، حسن شهرت، محبوبیت و کاربرد فراوان این تکنیک تاکید دارد [۴۲-۴۶]؛ البته یکی از چالش‌های کاربرد این تکنیک در مرحله انتخاب توابع ارجحیت برای شاخص‌های مختلف و تعیین مقدار دقیق پارامترهای این توابع بروز می‌کند که در الگوریتم پیشنهادی از یک راه‌حل ابتکاری برای رفع این مشکل استفاده خواهد شد.

شایان‌ذکر است روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به سهولت کاربرد معروف هستند و رویه‌های ترکیبی آن‌ها (چنانچه به‌درستی ترکیب شوند) می‌توانند این نقطه قوت را حفظ کنند و منابع چندگانه‌ای از دانش و تجربه ایجاد نمایند [۴۷]. مطالعات ترکیبی همواره در معرفی متدلوژی‌های جدیدتر و کاراتر، برای صرفه‌جویی در زمان، منابع و تلاش‌های افراد، سودمند می‌باشند [۴۸]؛ لذا در این پژوهش ضمن ترکیب تکنیک‌های آنتروپی و تحلیل

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]

سلسله مراتبی در مرحله وزن دهی با تکنیک پرامیتی در مرحله رتبه‌بندی تلاش می‌گردد ضمن هم‌افزایی، نقاط ضعف این تکنیک‌ها با کمک نقاط قوت تکنیک‌های دیگر پوشش داده شود. به‌طور مثال ضعف تکنیک آنتروپی در بهره‌گیری منطقی و علمی از نظرات تصمیم‌گیرنده در مرحله وزن دهی شاخص‌ها، با کمک تکنیک AHP پوشش داده‌شده و ضعف تکنیک AHP در عدم توجه به ماتریس تصمیم در مرحله وزن دهی و تعداد زیاد مقایسات زوجی در مرحله رتبه‌بندی با کمک تکنیک‌های آنتروپی و پرامیتی برطرف خواهد شد. ضمن آنکه ناتوانی روش پرامیتی در تعیین اوزان شاخص‌ها و تحلیل حساسیت آن‌ها با کمک دو تکنیک آنتروپی و AHP پوشش داده خواهد شد.

در ادامه به تشریح تکنیک‌های مورداستفاده خواهیم پرداخت.

۲-۲-۱ تکنیک آنتروپی[1]

این تکنیک از ماتریس تصمیم برای وزن دهی معیارها استفاده می‌کند بدین شکل که هر معیاری که پراکندگی بیشتری ایجاد کند اهمیت بیشتری خواهد داشت. گام‌های این تکنیک عبارت‌اند از:

در ابتدا ماتریس تصمیم را مطابق جدول ۲ تکمیل می‌نماییم.

جدول ۲. شکل کلی ماتریس تصمیم

	X_1	X_2	...	X_n
A_1	R_{11}	R_{12}	...	R_{1n}
$A2$	R_{21}	R_{22}	...	R_{2n}
...	...	...	...	...
A_m	R_{m1}	R_{m2}	...	R_{mn}

در این ماتریس A_i گزینه‌هایی است که قصد ارزیابی آن‌ها راداریم و X_j شاخص‌هایی است که گزینه‌ها را نسبت به آن ارزیابی می‌نمایم و R_{ij} ارزش شاخص‌ها متناسب با هر گزینه است. برای انجام فرایند تکنیک آنتروپی ابتدا P_{ij} متناسب با فرمول (۱) را به دست می‌آوریم

$$P_{ij} = \frac{R_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} R_{ij}} \quad \forall i, j \qquad (1)$$

در مرحله بعد شاخص عدم اطمینان را محاسبه می‌کنیم. برای این منظور ابتدا ارزشی به نام E_j به‌صورت فرمول (۲) محاسبه و سپس عدم اطمینان و یا درجه انحراف d_j که بیان می‌کند شاخص مربوطه چه میزان اطلاعات مفید برای تصمیم‌گیری در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد محاسبه می‌کنیم. این عدم اطمینان مطابق با فرمول (۳) به دست می‌آید.

$$E_j = -k \sum_{i=1}^{m} (P_{ij} \times LnP_{ij}) \ \forall j, k \qquad k = \frac{1}{Lnm} \qquad (2)$$

[1] Entropy

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]

$$d_j = ۱ - E_j \quad \forall j \tag{۳}$$

درنهایت نیز وزن شاخص‌ها مطابق فرمول (۴) محاسبه می‌شود

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=۱}^{n} d_j} \tag{۴}$$

درصورتی‌که تصمیم‌گیرنده از قبل وزن خاصی λ_j را برای شاخص در نظر گرفته باشد وزن جدید W_j' به شرح فرمول (۵) محاسبه می‌شود:

$$W_j' = \frac{\lambda_j W_j}{\sum_{j=۱}^{n} \lambda_j W_j} \tag{۵}$$

که در این پژوهش مقادیر λ_j با کمک تکنیک فرآیند تحلیل‌سلسله مراتبی محاسبه و به مساله اضافه خواهد شد.

۲-۲-۲ تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی[1]

رایج‌ترین مشکلی که در مسایل تصمیم‌گیری وجود دارد تعیین وزن معیارهای تصمیم‌گیری است. ساعتی نشان داد که تعیین وزن معیارها می‌تواند توسط یک تئوری اندازه‌گیری در ساختار سلسله مراتبی انجام شود [۴۹]. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی چهارچوبی منطقی است که درک و تحلیل تصمیم‌گیری‌های پیچیده را با تجزیه آن به ساختار سلسله مراتبی آسان می‌کند [۵۰].

گام‌های این تکنیک عبارت‌اند از:

الف) ساختن سلسله‌مراتب

اولین قدم در اجرای تکنیک AHP، ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی از مساله واقعی است که در راس آن هدف کلی مساله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها قرار می‌گیرند.

ب) محاسبه اوزان

پس از تشکیل ساختار سلسله مراتبی در هر مساله تصمیم‌گیری برای تعیین اهمیت نسبی معیارها در هر مرحله از سلسله‌مراتب، از مقایسات زوجی استفاده می‌شود. این روش دربردارنده یک سری مقایسات دوبه‌دو به‌منظور ساختن ماتریس تناسب است. این ماتریس تعدادی مقایسات دوتایی را به‌عنوان ورودی دریافت و اوزان موردنظر را به‌عنوان خروجی تولید می‌کند [۵۱]. این مقایسات در بازه اعداد ۱/۹ تا ۹ انجام می‌شود که بیانگر مقدار ترجیح یک معیار به معیار دیگر توسط تصمیم‌گیرنده یا کارشناس است.

ج) بررسی سازگاری

برای اینکه بتوان از اوزان نهایی ماتریس استفاده کرد، ناسازگاری ماتریس مقایسه دوتایی باید از حد مجاز کمتر باشد. این بدان معناست که مقایسات دوتایی که در ماتریس قرار می‌گیرند باید ازلحاظ منطقی و عددی تا حد مطلوبی قابل توجیه باشند. ضمناً حد نهایی ناسازگاری ۰/۱ است؛ یعنی چنانچه ناسازگاری ماتریس از ۰/۱ بیش‌تر باشد، مقایسات نیاز به اصلاح یا تکرار دارند.

[1] Analytic Hierarchy Process(AHP)

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]

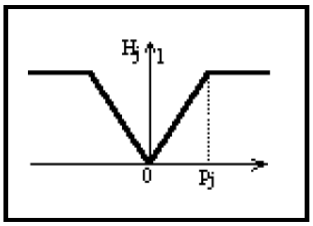
۲-۲-۳ تکنیک پرامیتی[1]

پرامیتی یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که نخستین بار توسط پروفسور برانس در سال ۱۹۸۲ توسعه‌یافته است [۵۲]. این روش تاکنون کاربردهای گوناگونی ازجمله بانکداری، مکان‌یابی صنعتی، برنامه‌ریزی منابع انسانی، سرمایه‌گذاری، پزشکی، شیمی و... داشته است [۵۳].

فرض کنید A مجموعه‌ای از گزینه‌ها است که باید از میان آن‌ها انتخاب صورت گیرد. با فرض وجود K معیار مؤثر در تصمیم‌گیری برای هر گزینه $a \in A$، مقدار $f_j(a)$ نشان‌دهنده ارزش معیار Jام در گزینه a است. به‌طورکلی رتبه‌بندی با کمک این تکنیک در سه مرحله انجام می‌شود:

گام اول: تابع ترجیح P_j به هر یک از معیارهای J اختصاص داده می‌شود. مقدار $P_j(a,b)$ برای هر زوج گزینه محاسبه می‌شود، این مقدار بین صفر و یک متغیر است. اگر رابطه $f_j(a)=f_j(b)$ برقرار باشد، مقدار $P_j(a,b)$ برابر صفر می‌شود و با افزایش $f_j(a)-f_j(b)$ این مقدار افزایش می‌یابد و هنگامی‌که اختلاف به‌اندازه کافی زیاد شود، مقدار $P_j(a,b)$ هم به ۱ می‌رسد [۵۴].

شکل‌های مختلفی را می‌توان برای تابع P_j فرض کرد که به وضعیت مدل‌سازی شاخص Jام بستگی دارد. روش پرامیتی شش نوع تابع ترجیح را به تصمیم‌گیرنده پیشنهاد می‌کند. شکل ۱ نشان‌دهنده مثالی از یک تابع ارجحیت خطی (نوع سوم) است که در این مساله نیز مورداستفاده قرار خواهد گرفت؛ البته برای هر شاخص f_j یک عامل وزن؛ یعنی W_j نیز در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۱. تابع ترجیح نوع سوم

گام دوم: میزان اولویت کلی $\pi(a,b)$ برای هر گزینه a بر روی گزینه b محاسبه می‌شود. هرچه میزان $\pi(a,b)$ بیش‌تر باشد گزینه a ترجیح بیش‌تری دارد. $\pi(a,b)$ به‌این‌ترتیب محاسبه می‌شود [۵۵].

$$\pi(a,b)=\sum_{j=1}^{k} W_j \times P_j(a,b) \quad (\sum_{j=1}^{k} W_j = 1) \qquad (۶)$$

گام سوم: $\pi(a,b)$ نشان‌دهنده درجه اولویت گزینه a نسبت به گزینه b است. برای محاسبه قدرت ترجیح کلی گزینه a بر سایر گزینه‌ها، جریان خروجی محاسبه می‌شود [۵۶].

$$\phi^{+}(a)=\frac{1}{n-1}\sum_{x \in A} \pi(a,\mathrm{x}) \qquad \text{(جریان رتبه‌بندی مثبت یا جریان خروجی)} \qquad (۷)$$

این جریان نشان می‌دهد که گزینه a تا چه میزان بر سایر گزینه‌ها اولویت دارد و این جریان درواقع میزان قدرت گزینه a است (بزرگ‌ترین $\phi^{+}(a)$ به معنای بهترین گزینه است).

[1] Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE)

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]

میزان ترجیح سایر گزینه‌ها بر گزینه a که جریان ورودی نامیده می‌شود حاصل محاسبه زیر می‌باشد:

$$\phi^{-}(a)=\frac{1}{n-1}\sum_{x\in A}\pi(x,a) \qquad \text{(جریان رتبه‌بندی منفی یا جریان ورودی)} \qquad (8)$$

این جریان نشان می‌دهد که سایر گزینه‌ها تا چه میزان بر گزینه a اولویت‌دارند و این جریان درواقع میزان ضعف گزینه a است. (کوچک‌ترین $\phi^{-}(a)$ به معنای بهترین گزینه است).

بنابراین با داشتن و بررسی جداگانه دو جریان ϕ^{+} و ϕ^{-} می‌توان یک رتبه‌بندی جزیی را انجام داد (روش رتبه‌بندی *PROMETHEE I*). برای انجام رتبه‌بندی کامل گزینه‌ها باید جریان خالص رتبه‌بندی را برای هر گزینه تعریف نمود (*PROMETHEE II*):

$$\phi(a)=\phi^{+}(a)-\phi^{-}(a) \qquad \text{(جریان خالص رتبه‌بندی)} \qquad (9)$$

این جریان حاصل توازن میان جریان‌های رتبه‌بندی مثبت و منفی است. جریان خالص بالاتر نشان‌دهنده گزینه برتر است [۵۷].

۳ روش‌شناسی تحقیق

۳-۱ روش تحقیق و گردآوری داده‌ها

نوع تحقیق حاضر با توجه به گزاره‌های اشاره‌شده، ازلحاظ هدف کاربردی و از منظر روش تحقیق توصیفی-تحلیلی باهدف ارایه الگویی جدید برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان می‌باشد. ضمن آنکه با توجه به گستردگی موضوع، از هر دو شیوه رایج در گردآوری اطلاعات یعنی روش کتابخانه‌ای (کتب و مقالات) و میدانی (پرسشنامه و مصاحبه) استفاده گردیده است.

۳-۲ مراحل اجرایی تحقیق

مراحل انجام تحقیق برابر شکل ۲ و متناسب با اهداف تحقیق تعریف گردیده است.

٤ الگوریتم پیشنهادی

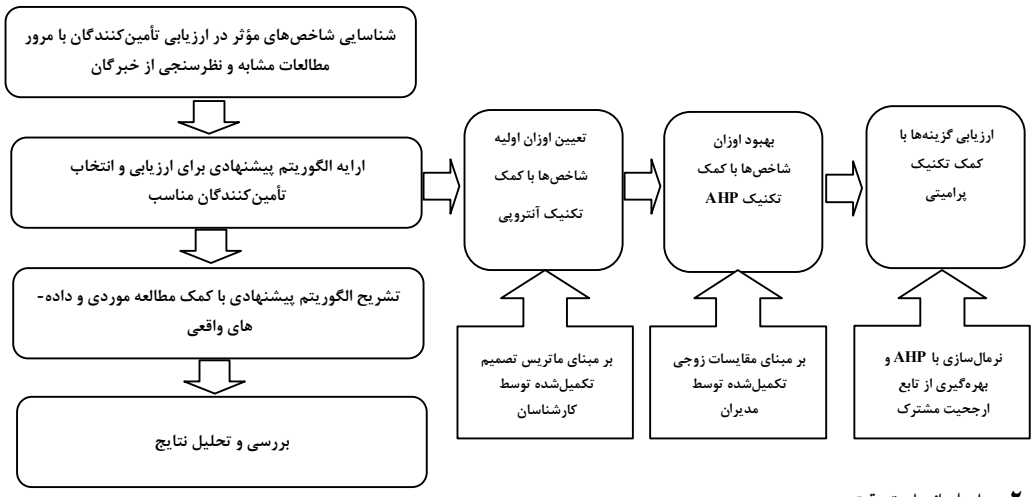
برای رسیدن به اهداف تحقیق و اولویت‌بندی تامین‌کنندگان، پس از تعیین شاخص‌های تاثیرگذار (که در این پژوهش شش معیار پیشنهادی به شرح مندرج در بخش ۲ ارایه گردیده است) گام‌های ذیل را ادامه خواهیم داد:

گام اول: با کمک تکنیک آنتروپی و نظرات کارشناسان و بر مبنای پراکندگی موجود در معیارها، اوزان اولیه شاخص‌ها تعیین می‌شوند (برابر گام‌های بخش ۲-۲-۱).

گام دوم: با کمک تکنیک تحلیل سلسله مراتبی و نظرسنجی از مدیران و بر مبنای مقایسات زوجی، اوزان جدیدی برای شاخص‌ها تعیین و پس از ترکیب با اوزان اولیه برابر فرمول (۱۰)، وزن نهایی معیارها محاسبه می‌شود (برابر گام‌های بخش ۲-۲-۲).

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]



شکل ۲. مراحل انجام تحقیق

گام سوم: در این مرحله باید با کمک تکنیک پرامیتی به ارزیابی و اولویت‌بندی گزینه‌ها پرداخته شود؛ اما یکی از چالش‌های اصلی در فرآیند اجرای این تکنیک انتخاب نوع تابع ارجحیت و تعیین پارامترهای مربوط به آن می‌باشد که اجماع کامل و توافق مشترکی میان محققان در این خصوص وجود ندارد و در صورت استفاده از هرکدام از توابع ارجحیت و انتخاب پارامتر خاص همواره چرایی آن مورد سؤال خواهد بود. به‌ویژه آنکه استفاده از توابع و پارامترهای مختلف موجب تغییر در اولویت‌بندی گزینه‌ها نیز خواهد شد؛ لذا برای رفع این مشکل در این تحقیق فرآیند ابتکاری ذیل پیشنهاد می‌گردد.

الف) بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم؛ بدین شکل که داده‌های موجود در ماتریس تصمیم اگر حاصل از شاخص با جنبه‌ی مثبت باشند تک‌تک داده‌ها بر جمع ستون داده‌های موردنظر تقسیم و درصورتی‌که داده‌ها حاصل از شاخص با جنبه‌ی منفی باشند، تک‌تک داده‌ها معکوس و بر جمع ستون معکوس تقسیم می‌شوند.

ب) ازآنجاکه خروجی مرحله قبل همه داده‌ها را بین صفر و یک قرار می‌دهد درنتیجه از تابع ارجحیت خطی پیروی کرده و بدین شکل مشکل انتخاب تابع ارجحیت برای تمام شاخص‌ها حل‌شده و با تعیین مقدار $P = ۰/۵$ به‌عنوان پارامتر آستانه ارجحیت، چالش مذکور به‌طور کامل برطرف خواهد شد.

ج) سایر گام‌های پرامیتی بدون تغییر و برابر گام‌های بخش ۲-۲-۳ ادامه خواهد یافت.

۵ مطالعه‌ی موردی

برای بررسی و تشریح الگوریتم پیشنهادی، شرکت یوتاب که درزمینه‌ی تولید محصولات جک‌های کنترلی، قفل‌های الکترومکانیکی و سنسورهای روشنایی فعالیت می‌نماید به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب و موردبررسی قرار می‌گیرد. بدین شکل که یکی از مهم‌ترین قطعات شرکت که برای مدیران بسیار حائز اهمیت است انتخاب و ۴ تامین‌کننده موجود بر مبنای ۸ شاخص انتخابی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

برای این منظور گام‌های الگوریتم پیشنهادی در ادامه پیاده‌سازی می‌گردد:

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]

گام اول: شناسایی اوزان اولیه شاخص‌ها با کمک تکنیک آنتروپی

برای این منظور ابتدا باید ماتریس تصمیم کامل شود؛ لذا از کارشناسان بخش‌های مختلف خواسته شد در راستای مهارت و تخصص خود و بر مبنای مستندات و تجارب گذشته، امتیاز مناسب را با کمک جدول ۳ به گزینه‌های موجود نسبت دهند. خروجی نهایی ماتریس تصمیم در جدول ۴ ارایه گردیده است.

جدول ۳. ارزش‌های عددی قضاوت‌های زبانی

خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	خوب	خیلی خوب	واژگان بیانی
۱	۳	۵	۷	۹	ارزش کمی

جدول ٤. ماتریس تصمیم برای ارزیابی تامین‌کنندگان

شاخص / تامین‌کننده	کیفیت	قیمت	تحویل به‌موقع	ظرفیت تولید	موقعیت جغرافیایی تامین‌کننده	شرایط پرداخت	قابلیت تکنولوژی دستگاه‌های تامین‌کننده	خدمات پس از فروش
	$C_۱$	$C_۲$	$C_۳$	$C_۴$	$C_۵$	$C_۶$	$C_۷$	$C_۸$
$A_۱$	۷	۹	۷	۷	۹	۷	۷	۷
$A_۲$	۷	۵	۷	۷	۷	۵	۹	۷
$A_۳$	۵	۵	۵	۷	۵	۵	۷	۷
$A_۴$	۹	۷	۷	۹	۵	۷	۹	۷

در ادامه و بر مبنای مندرجات بخش ۲-۲-۱ گام‌های تکنیک آنتروپی را تا فرمول ۹ ادامه داده و وزن اولیه شاخص‌ها را به دست می‌آوریم. جدول ۵ محاسبات مربوط به این بخش را نشان می‌دهد.

گام دوم: تعیین اوزان نهایی با کمک تکنیک تحلیل سلسله مراتبی

در این مرحله با نظرسنجی از مدیرعامل و انجام مقایسات زوجی با کمک جدول ۶، گام‌های تکنیک تحلیل سلسله مراتبی را برابر توضیحات بخش ۲-۲-۲ تا انتها ادامه داده و یا با کمک نرم‌افزار مرتبط با این تکنیک به نام Expert choice اوزان جدید شاخص‌ها را تعیین نماییم. شکل ۳ خروجی اوزان جدید شاخص‌ها را با کمک نرم‌افزار مذکور نشان می‌دهد.

جدول ۵. محاسبات مربوط به تکنیک آنتروپی جهت تعیین اوزان شاخص‌ها

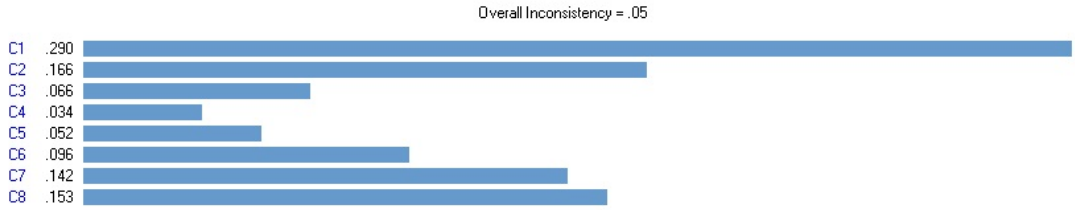
	$C_۱$	$C_۲$	$C_۳$	$C_۴$	$C_۵$	$C_۶$	$C_۷$	$C_۸$
E_j	۰/۹۸۴۷	۰/۹۷۶۹	۰/۹۹۲۹	۰/۹۹۵۱	۰/۹۷۶۹	۰/۹۸۹۶	۰/۹۹۴۰	۰/۹۹۹۹
d_j	۰/۰۱۵۳	۰/۰۲۳۱	۰/۰۰۷۱	۰/۰۰۴۹	۰/۰۲۳۱	۰/۰۱۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱
W_j	۰/۱۷	۰/۲۵۷	۰/۰۷۹	۰/۰۵۵	۰/۲۵۷	۰/۱۱۶	۰/۰۶۷	۰/۰۰۰۴۸

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]

جدول ٦. نحوه امتیازدهی ترجیحی در تکنیک تحلیل سلسله مراتبی

ترجمه‌ات (قضاوت شفاهی)	کاملاً ارجح	ترجیح خیلی قوی	ترجیح قوی	کمی ارجح	اهمیت یکسان
مقدار عددی	۹	۷	۵	۳	۱



شکل ۳. اوزان شاخص‌ها در نرم‌افزار Expert choice

پس از اطمینان از نرخ ناسازگاری قابل‌قبول (۰/۱> ۰/۰۵)، اوزان جدید به‌دست‌آمده توسط AHP را با اوزان اولیه به‌دست‌آمده توسط آنتروپی ترکیب کرده (برابر فرمول ۱۰) و وزن نهایی معیارها را استخراج می‌نماییم. جدول ۷ این خروجی را نشان می‌دهد.

جدول ۷. اوزان نهایی معیارها

معیارها	اوزان اولیه حاصل از تکنیک آنتروپی	اوزان جدید حاصل از تکنیک AHP	ترکیب اوزان و حصول وزن نهایی
$C_۱$	۰/۱۷	۰/۲۹	۰/۳۷۲
$C_۲$	۰/۲۵۷	۰/۱۶۶	۰/۳۲۱
$C_۳$	۰/۰۷۹	۰/۰۶۶	۰/۰۳۹
$C_۴$	۰/۰۵۵	۰/۰۳۴	۰/۰۱۴
$C_۵$	۰/۲۵۷	۰/۰۵۲	۰/۰۹۸
$C_۶$	۰/۱۱۶	۰/۰۹۶	۰/۰۸۳
$C_۷$	۰/۰۶۷	۰/۱۴۲	۰/۰۷۲
$C_۸$	۰/۰۰۰۴۸	۰/۱۵۳	۰/۰۰۰۶

گام سوم: ارزیابی و رتبه‌بندی گزینه‌ها با کمک تکنیک پرامیتی اصلاح‌شده

پس از تعیین اوزان شاخص‌ها، در این مرحله با کمک تکنیک پرامیتی پیشنهادی به ارزیابی و رتبه‌بندی گزینه‌ها می‌پردازیم.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]

الف) مرحله اول: بی‌مقیاس‌سازی

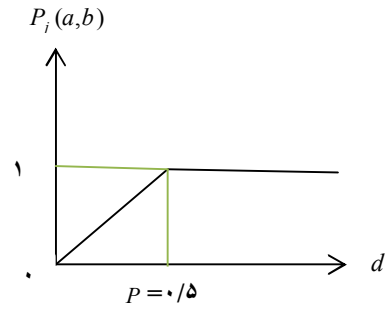
داده‌های ماتریس تصمیم ارایه‌شده در جدول ۴ را با کمک روش رایج در تکنیک AHP نرمالایز نموده که نتیجه برابر جدول ۸ استخراج گردیده است. بدیهی است برابر توضیحات بخش ۴-الف شاخص‌های مثبت بر مجموع ستون تقسیم و شاخص‌های منفی ابتدا معکوس و سپس بر مجموع ستون تقسیم می‌شوند.

جدول ۸. داده‌های نرمال شده با روش AHP

شاخص / تامین کننده	$C_۱$	$C_۲$	$C_۳$	$C_۴$	$C_۵$	$C_۶$	$C_۷$	$C_۸$
$A_۱$	۰/۲۵	۰/۱۶۸۷	۰/۲۶۹۲	۰/۲۳۳۳	۰/۱۶۸۷	۰/۲۹۱۶	۰/۲۱۸۷	۰/۲۵
$A_۲$	۰/۲۵	۰/۳۰۶۷	۰/۲۶۹۲	۰/۲۳۳۳	۰/۲۱۷۷	۰/۲۰۸۳	۰/۲۸۱۲	۰/۲۵
$A_۳$	۰/۱۷۸۵	۰/۳۰۶۷	۰/۱۹۲۳	۰/۲۳۳۳	۰/۳۰۶۷	۰/۲۰۸۳	۰/۲۱۸۷	۰/۲۵
$A_۴$	۰/۳۲۱۴	۰/۲۱۷۷	۰/۲۶۹۲	۰/۳	۰/۳۰۶۷	۰/۲۹۱۶	۰/۲۸۱۲	۰/۲۵

ب) مرحله دوم

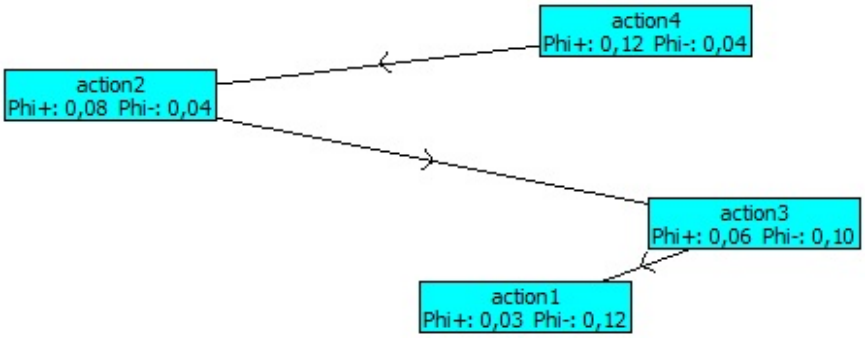
با توجه به درایه‌های جدید ماتریس تصمیم می‌توانیم تابع ارجحیت خطی با پارامتر $P = ۰/۵$ را برای تمام شاخص‌ها در نظر بگیریم.



$$\text{تابع ارجحیت } P(d) = \begin{cases} ۰ & d \le ۰ \\ \dfrac{d}{p} & ۰ \le d \le ۰/۵ \\ ۱ & d \ge ۰/۵ \end{cases}$$

ج) مرحله سوم

ادامه گام‌های تکنیک پرامیتی برابر توضیحات بخش ۲-۲-۳ انجام می‌پذیرد. ضمن آنکه برای افزایش سرعت و دقت در محاسبات می‌توان از نرم‌افزار مرتبط با این تکنیک به نام Visual PROMETHEE استفاده نمود. شکل ۴ خروجی نرم‌افزار مذکور را در خصوص رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها نشان می‌دهد.



شکل ٤. رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها با کمک نرم‌افزار Visual PROMETHEE

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

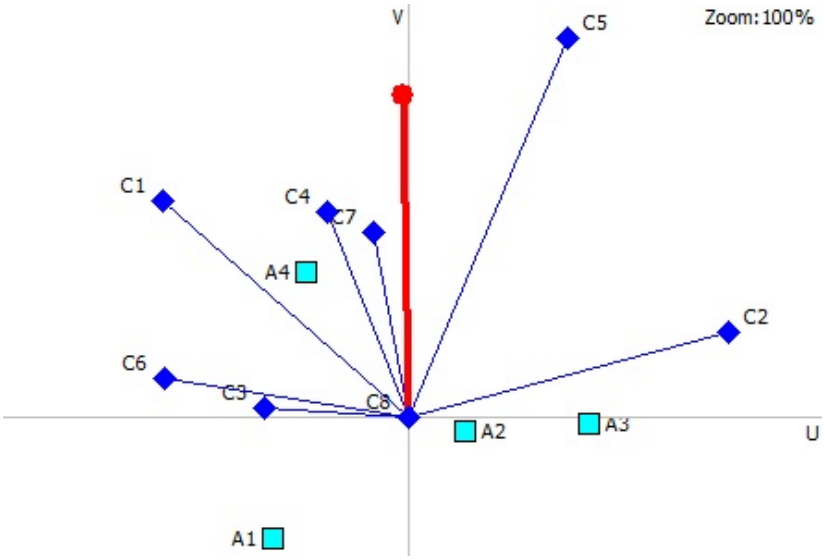
[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]

لذا اولویت‌بندی نهایی چهار گزینه بر مبنای الگوریتم پیشنهادی برابر جدول ۹ ارایه می‌گردد.

جدول ۹. اولویت‌بندی نهایی گزینه‌ها

مقدار ϕ در پرامیتی ۲	تامین‌کننده (گزینه)	اولویت
+۰/۰۷۹۶	$A_۴$	۱
+۰/۰۴۱۱	$A_۲$	۲
−۰/۰۳۵۴	$A_۳$	۳
−۰/۰۸۵۳	$A_۱$	۴

از قابلیت‌های جانبی نرم‌افزار نیز می‌توان برای تحلیل گرافیکی نتایج و آنالیز حساسیت استفاده نمود. برای نمونه شکل ۵ موقعیت نسبی گزینه‌ها را با توجه به معیارها، به‌صورت گرافیکی نشان می‌دهد (ویژگی GAIA). بر مبنای این ویژگی شدت و ضعف قدرت گزینه‌ها در هر شاخص را می‌توان به شکل هندسی مشاهده و مقایسه نمود. برای مثال گزینه چهارم در دو شاخص $C_۱$ و $C_۴$ ارزش بالایی داشته و یا شاخص $C_۸$ به دلیل وزن پایین (بر مبنای جدول ۷) و عدم قدرت تفکیک گزینه‌ها (بر مبنای جدول ۸) در مبدا قرارگرفته است.

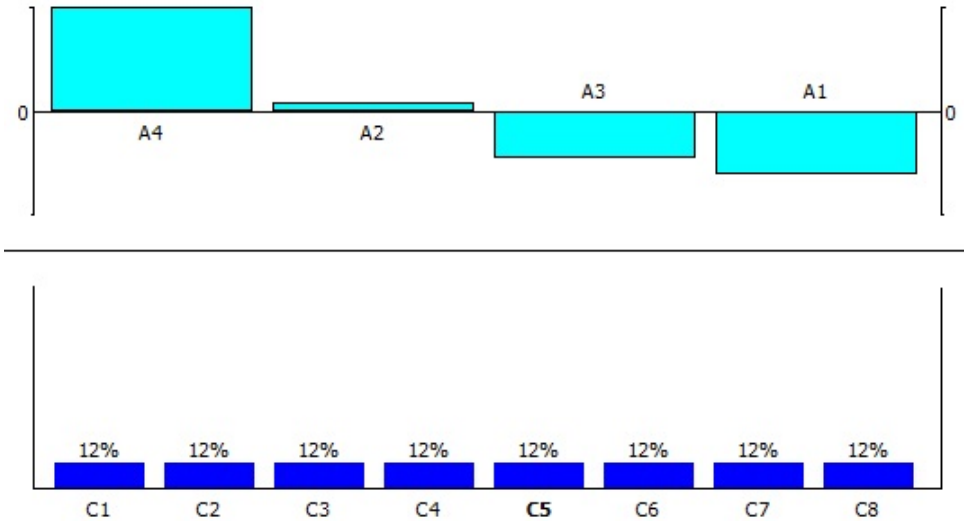


شکل ۵. موقعیت جغرافیایی گزینه‌ها در قیاس با شاخص‌ها (GAIA)

همچنین شکل ۶ رتبه‌بندی گزینه‌ها و مقدار جریان خالص را در شرایط برابری اوزان شاخص‌ها نشان می‌دهد.

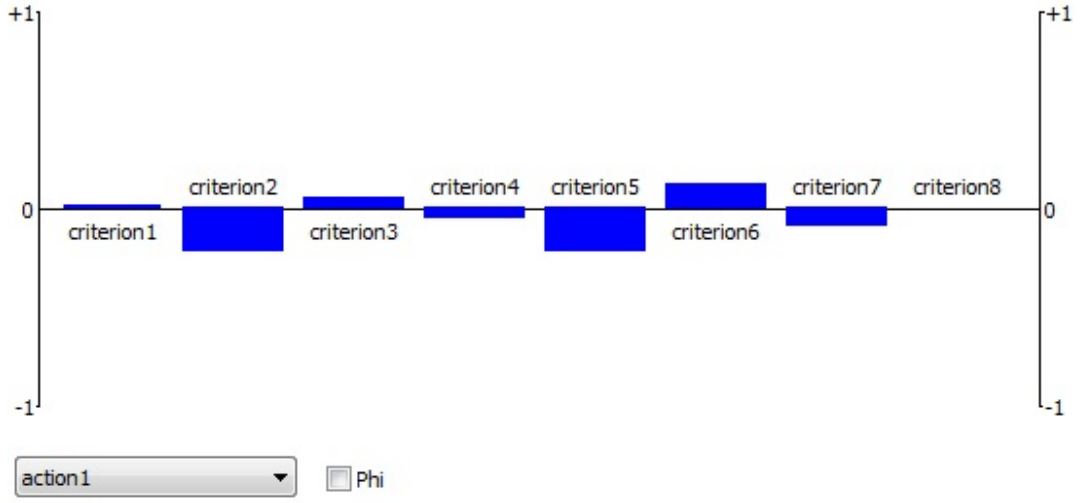
[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]



شکل ٦. رتبه‌بندی گزینه‌ها در شرایط برابری اوزان شاخص‌ها

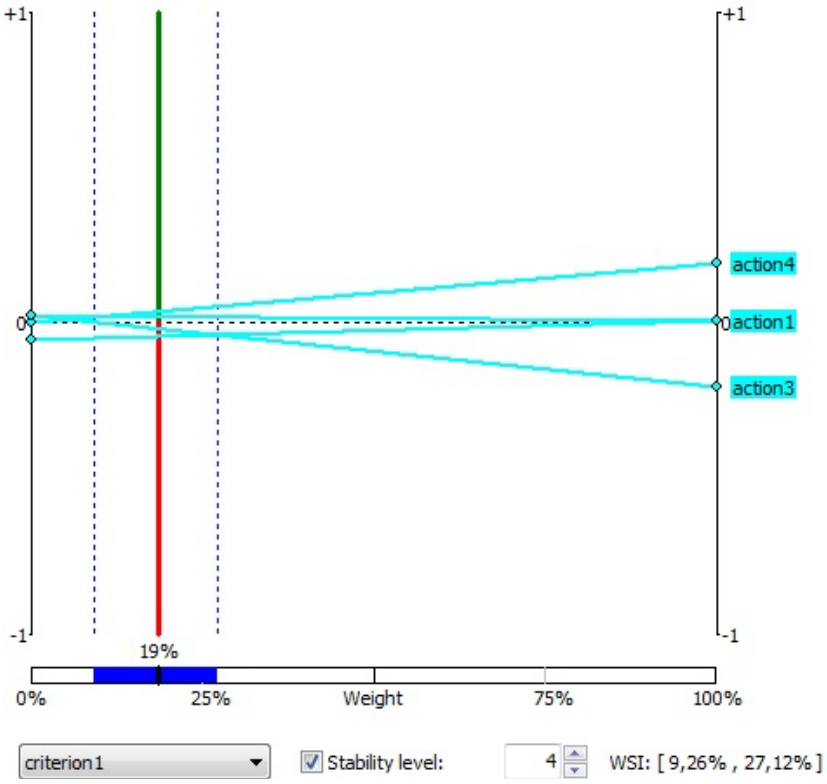
شکل ۷ وضعیت تفکیکی شاخص‌ها را در گزینه اول و در قیاس با سایر گزینه‌ها نشان می‌دهد و شکل ۸ نیز وضعیت و اولویت‌بندی گزینه‌ها را در بازه‌های مختلف شاخص اول نشان می‌دهد.



شکل ۷. وضعیت شاخص‌ها و مقادیر ϕ آن‌ها در گزینه اول در مقایسه با سایر گزینه‌ها

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]



شکل ۸. وضعیت گزینه‌ها در معیار اول

٦ نتیجه‌گیری

یکی از مزیت‌های رقابتی در دنیای کسب‌وکار امروزی بهره‌گیری بهینه از سیستم مدیریت زنجیره تامین است. طراحی، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در عملیات زنجیره‌ی تامین نقش معنی‌داری در موفقیت و یا شکست یک سازمان ایفا می‌نماید. انتخاب تامین‌کنندگان مناسب برای یک سازمان چنان اهمیتی یافته که به یکی از اهداف استراتژیک سازمان‌ها تبدیل‌شده است؛ لذا با انتخاب تامین‌کنندگان مناسب می‌توان موجب کاهش هزینه‌ها، بالا بردن کیفیت محصولات/ خدمات و همچنین باقی ماندن در بازار رقابتی عصر حاضر شد. با توجه به اهمیت موضوع در این تحقیق تلاش گردید ضمن ترکیب تکنیک‌های تصمیم‌گیری و اعمال نوآوری در فرآیند اجرای آن‌ها، روشی نوین برای انتخاب تامین‌کنندگان بهینه با کمک کارشناسان و مدیران شرکت ارایه نماییم. در این راستا ضمن بررسی جامع پیشینه تحقیق و نظرسنجی از خبرگان سازمانی هشت شاخص مهم در ارزیابی تامین‌کنندگان انتخاب و پیشنهاد گردید و در ادامه با کمک تکنیک آنتروپی اوزان اولیه شاخص‌ها احصا و با کمک تکنیک تحلیل سلسله مراتبی اوزان نهایی شاخص‌ها استخراج گردید. در مرحله بعد با کمک تکنیک پرامیتی اصلاح‌شده که از تابع ارجحیت خطی برای تمام شاخص‌ها بهره می‌برد استفاده نموده تا گزینه‌ها را ارزیابی و اولویت‌بندی نماییم. برای تشریح موضوع داده‌های واقعی از شرکت یوتاب را در الگوریتم پیشنهادی وارد نموده که درنهایت تامین‌کننده چهارم به‌عنوان گزینه برتر معرفی گردید. ضمن آنکه از قابلیت‌های جانبی

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]

نرم‌افزار مرتبط با تکنیک پرامیتی نیز برای تحلیل گرافیکی وضعیت شاخص‌ها و گزینه‌ها و همچنین آنالیز حساسیت استفاده نمودیم.

بررسی تحلیل‌ها و نتایج نشان می‌دهد بهره‌گیری از الگوریتم پیشنهادی می‌تواند فرایندی ساده، شفاف، علمی و نوین برای تحلیل و اولویت‌بندی تامین‌کنندگان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و حیاتی‌ترین تصمیمات سازمانی ارایه نماید. ضمن آنکه کاربرد الگوریتم پیشنهادی در سایر تصمیمات سازمانی نیز می‌تواند بستری مناسب برای تحقیقات آتی محسوب شود.

منابع

[۸] جعفر نژاد، ا.، عموزاد مهدیجی، ح.، (۱۳۹۱). طراحی و کنترل زنجیره تامین، رویکرد کمی. موسسه کتاب مهربان نشر، چاپ اول، صفحه ۲۸۳.

[۲۳] امیری، م.، (۱۳۸۹). تصمیم‌گیری گروهی برای انتخاب ابزار ماشین با استفاده از روش ویکور فازی. فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت صنعتی، ۱۶، ۱۶۷-۱۸۸.

[۱۸] خاتمی فیروزآبادی، ع.، بامداد صوفی، ج.، طاهری، ف.، صالحی، م.، (۱۳۸۸). ارایه سیستم تصمیم در رابطه با انتخاب و ارزیابی تامین‌کننده با استفاده از روش UTA. مجله مدیریت توسعه و تحول، ۱، ۲۱-۲۸.

[۱۹] شفیعی، م.، خداپرستی، ص.، خداپرستی، ص.، (۱۳۹۰). ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده بر اساس مدل DFA & fuzzy DEA، سومین همایش ملی تحلیل پوششی داده‌ها، ۵.

[۲۰] محقر، ع.، نوری، م.، میر کاظمی، م.، سرابی، ن.، (۱۳۹۰). انتخاب تامین‌کنندگان شرکت‌های مهندسی و ساخت. فصلنامه علمی پژوهشی کاوش‌های مدیریت بازرگانی، ۴.

[۲۱] محمدی، ع.، محمدی، ک.، جهانبانی، م.، (۱۳۹۱) بهبود سنجش کارایی در مدل تحلیل پوششی داده‌ها با بهره‌گیری از تکنیک تحلیل رابطه خاکستری. پژوهش‌های مدیریت عمومی، ۵(۱۷)، ۱۳۵-۱۵۲.

[۲۲] جعفری، ت.، فتحی الماس، م.، (۱۳۹۱). ارزیابی عملکرد زنجیره تامین با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، مجموعه مقالات سومین همایش تحلیل پوششی داده‌ها، دانشگاه آزاد واحد فیروزکوه، ۵.

[۳۴] محمدنژاد چاری، ف.، صفائی قادیکلایی، ع.، (۱۳۹۵). شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین لارج (مطالعه موردی: صنایع غذایی و لبنی کاله). مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، ۱۳(۴)، ۱۰۳-۱۲۰.

[۳۵] خاتمی فیروزآبادی، م.ع.، امیری، م.، مقیمی شهری، ب.، (۱۳۹۵). ارایه مدل ترکیبی فرایند تحلیل شبکه و برنامه‌ریزی آرمانی سفارش دهی به تامین‌کنندگان در زنجیره تامین با حداقل انحرافات (موردمطالعه شرکت ایران‌خودرو). مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۳(۳)، ۹۷-۱۱۰.

[۴۱] امیری، م.، هادی نژاد، ف.، (۱۳۹۴). ارزیابی و تحلیل شاخص‌های بهره‌وری در صنایع تولیدی با استفاده از تکنیک پرامیتی. مدیریت بهره‌وری، ۳۵، ۷-۳۸.

[۴۳] عظیمی، پ.، هادی نژاد، ف.، (۱۳۹۵). ارایه مدل بهینه‌سازی چندهدفه در مساله تخصیص افزونگی سیستم‌های تعمیرپذیر، با بهره‌گیری از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، طراحی آزمایشات و شبیه‌سازی. فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی، ۱۴(۴۱)، ۱۳۷-۱۶۲.

[۵۳] فلاح جلودار، م.، خان محمدی، س.، (۱۳۹۰). رتبه‌بندی شهرداری با روش کاربردی از DEA و PROMETHEE، سومین همایش ملی تحلیل پوششی داده‌ها، ۲.

[1] Errtugrul Karsak, E., Dursun, M., (2015). An integrated fuzzy MCDM approach for supplier evaluation and selection. Journal of Computers and Industrial Engineering, 82, 82-93.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]

[2] Lima Junior, F. R., Cesor, L., Carpinetti, R., (2016). Combining SCOR model and fuzzy TOPSIS for supplier evaluation and management. International journal of Production Economics, 174, 128-141.
[3] Lee, D. M., Drake, P. R., (2010). A portfolio model for component purchasing strategy and the case study of two South Korean elevator manufacturers. International Journal of Production Research, 48, 6151-6682.
[4] Bai, C., Sarkis, J., (2010). Integrating sustainability into supplier selection with grey system and rough set methodologies. International Journal of Production Economics, 124, 252-264.
[5] Prajogo, D., Chowdhury, M., Yeung, A. C. L., Cheng, T. C. E., (2012). The relationship between supplier management and firm's operational performance: A multidimensional. International journal of Production Economics, 136, 123-130.
[6] Schoenherr, T., Modi, S.B., Benton, W. C., Carter, C. R., Choi, T. Y., Larson, P. D., (2012). Research opportunities in purchasing and supply management. International Journal of Production Research, 50, 4556-4579.
[7] Dargi, A., Anjomdhoae, A., Rahiminezhad Golanshaki, M., Memari, A., Binti, M. Md. tap., (2014). Supplier selection: A fuzzy ANP approach. Journal of Procedia Computer Sience, 31, 691-700.
[9] Omurca, S. I., (2013). An intelligent supplier evaluation, selection and development system. Journal of Applied soft computing, 13, 690-697.
[10] Amid, A., Ghodsypour, S. H., O´Brien, C., (2006). Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supply chain. Internathona Journal of Production Economics, 104, 394-407.
[12] Boer, L., Wegen, L., Telgen, J., (1998). Outranking methods in support of supplier selection. Journal of Purchasing & supply Management, 4, 109-118.
[13] Dickson, G. W., (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. Journal of Purchasing, 2, 5-17.
[14] Lehmann, D. R., O'Shaughnessy, J., (1974). Difference in attribute importance for different industrial products. Journal of Marketing, 38, 36-42.
[15] Weber, C. A., Current, J. R., Benton, W. C., (1991). Vendor selection criteria and methods. European Journal of Operational Research, 50, 2-18.
[16] Sarkar, A., Mohapatra, P. K. J., (2006). Evaluation of supplier capability and performance: A method for supply base reduction. Journal of purchasing and supply management, 12, 148-163.
[17] Polat, G., Eray, E., (2015). An integrated approach using AHP-ER to supplier selection in rail way projects. Journal of procedia Engineering, 123, 415-422.
[23] Tung Chen, CH., Torng, Lin. CH., Fn. Huang, S., (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection. International Journal of Production Economics, 102, 289-301.
[24] Sen, S., Basligil, H., Sen, C. G., Baracli, H., (2008). A framework for defining both qualitative and quantitative supplier selection criteria considering the buyer supplier integration strategies. International Journal of Production Research, 46, 1825–1845.
[25] Kahraman, C., Kaya, I., (2010). Supplier selection in agile manufacturing using fuzzy AHP. In L. Wang & S. C. L. Koh (Eds.), Enterprise networks and logistics for agile manufacturing, 155–190.
[26] Aksoy, A., Oztürk, N., (2011). Supplier selection and performance evaluation in just-intime production environments. Expert Systems with Applications, 38, 6351-6359.
[27] Deng, Y., Chan, F. T. S., (2011). A new fuzzy dempester MCDM method and its application in supplier selection. Expert systems with applications, 38, 9854-9861.
[28] Ho, L., Feng, S., Lee, Y., Yen, T., (2012). Using modified IPA to evaluate supplier's performance: Multiple regression analysis and DEMATEL approach. Expert Systems with Applications, 39, 7102-7109.
[29] Rezaei, J., Ortt, R., (2013). Multi-criteria supplier segmentation using a fuzzy preference relations based AHP. European Journal of Operational Research, 225, 75-84.
[30] Akman, G., (2014). Evaluating suppliers to include green supplier development programs via fuzzy c-means and VIKOR methods. Computers & Industrial Engineering, 86, 69-82.
[31] Liou, J. J. H., Chuang, Y., Tzeng, G., (2014). A fuzzy integral-based model for supplier evaluation and improvement. Information Sciences, 266, 199-217.
[32] Yeu You, X., Xin You, J., Chen Liu, H., Zhen, L., (2015). Group multi-criteria supplier selection using an extended VIKOR method with interval 2-tuple linguistic information. Expert Systems with Applications, 42, 1906-1916.
[33] Rahiminezhad Galankashi, M., Helmi, S. A., Hashemzahi, P., (2016). Supplier selection in automobile industry: A mixed balanced scorecard–fuzzy AHP approach. Alexandria Engineering Journal, 55, 93-100.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]

[36] Hwang, C. L., Yoon, K., (1981). Multiple Attribute Decision Making, springer-Verlag; U. S. A.
[37] Shemmeri, T., Al-Kloub, B. P. A., (1997). Model choice in multi criteria decision aid, European Journal of Operational Research, 97(3), 550–560.
[38] Zhou, P., B. W, A., K. L, poh., (2006). Decision Analysis in Energy and Environmental Modeling, National university in Singapore.
[39] Meng, Zhiao., Wan, Hua., Qiu, Bei., Shang, Liu., (2010). Relative entropy evaluation method for multiple attribute decision making. School of Economics and Management, Beihang University, Beijing, p.3.
[40] Behzadian, M., Kazemzadeh, R.B., Albadvi, A., Aghdasi, M., (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. European Journal of operational research, 200(1), 198-215.
[42] Alipoor, A., Hadinejad, F., (2011). Multi Criteria Decision Making for Optimal Sensor Selection, Proc.of CSIT Vol.5, IACSIT Press, Singapore.
[44] Pohekar, S. D., Ramachandran, M., (2004). Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning-A review. Renewable and Sustainable Energy, 8, 365–381.
[45] Zak, J., (2002). The Comparison of Multi Objective Ranking Methods Applied to solve The Mass Transit Systems Decision Problems. Advanced OR and AI Methods in Transportation, Poznan University of Technology.
[46] Kazem, S., Hadinejad, F., (2015). PROMETHEE technique to select the best radial basis functions for solving the2-dimensional heat equations based on Hermite interpolation. Engineering Analysis with Boundary Elements, 50, 29-38.
[47] Shih, H. Sh., Shyur, H, J., Lee, E. S., (2007). An Extension of TOPSIS for Group Decision Making. Mathematical and Computer Modeling, 45, 801-813.
[48] Araujo, Z., Froyland, L., (2006). Statistical power and analytical quantification. journal of chromatography, 847, 305-308.
[49] Saaty, T. L., (1980). The Analytical Hierarchy Process. Mc Graw Hill, NewYork.
[50] Shalabi. (2006). GIS based Multi criteria Approaches to Housing Site suitability assessment.
[51] Malczewski, J., (1999). GIS and Multi criteria Decision Analysis.
[52] Murat, S., Kazan, H., Semih Coskun, S., (2015). An Application for Measuring Performance Quality of Schools by Using the PROMETHEE Multi-Criteria Decision Making Method. Journal of Procedia Social and Behavioral Sciences, 195, 729-738.
[54] Brans, J. P., Mareschal, B., Vincke, P. H., (1986). How to select and how to rankprojects: the PROMETHEE method, European Journal of Operational Research, 24, 228-238.
[55] Brans, J. P., Mareschal, B., (1994). The promcalc-gaia decision support system for multicriteria decision aid. Decision Support Systems, 12, 297-310.
[56] Chou, T., Lin, W., Lin, C., Chou, W., Haung, P., (2004). Application of the PROMETHEE technique to determine depression outlet location and flow direction in DEM. Journal of Hydrology, 287, 49-61.
[57] De Leeneer, I., Pastijn, H., (2002). Selecting land mine detection strategies by means of outranking MCDM techniques. European journal of Operational Research, 139, 327-338.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2017.14.4.4.5]