

کاربرد رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده: ارائه یک چارچوب مفهومی برای سازمان نیان الکترونیک

ثنا دنگ کوب^{۱*}، امیرحسین انضباطی^۲

دانشگاه صنعتی سجاد

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۰۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۳/۲۰

چکیده

ارزیابی تأمین‌کننده یکی از مهم‌ترین فرآیندهای تصمیم‌گیری در مدیریت زنجیره تأمین است که معیارهای انتخاب متنوعی فراتر از قیمت، کیفیت و مدت‌زمان تحویل دارد. با علم به میزان اهمیت این فرآیند برای صنعت، هدف پژوهش حاضر، بهره‌گیری از دو تکنیک تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری برای ارائه چارچوبی منعطف جهت ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان تعیین‌شده است. بر اساس چالش سازمان نیان الکترونیک مبنی بر نیاز به بازنگری در فرآیند ارزیابی تأمین‌کنندگان، چارچوب پیشنهادی تحقیق حاضر در این سازمان پیاده‌سازی گردید؛ گروهی از خبرگان سازمان انتخاب شدند تا در چهار حوزه: انتخاب مجموعه معیار، مقایسات زوجی آن‌ها جهت استفاده در روش AHP، تعیین درجه اهمیت هر معیار، جهت اعتبارسنجی وزن‌ها و امتیازدهی به تأمین‌کنندگان، جهت استفاده در روش TOPSIS مجموعه داده موردنیاز برای اجرای چارچوب پیشنهادی تحقیق را تأمین نمایند. کد مربوط به اجرای فازهای وزن دهی معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها توسط نرم‌افزار متلب نوشته شد. تمامی داده‌های پژوهش حاضر واقعی بوده و چارچوب پیشنهادی قابلیت بهره‌برداری دارد. به‌منظور آزمایش طرح، یک مثال عددی حل شد و نتایج رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان ارائه گردید.

واژه‌های کلیدی: زنجیره تأمین، ارزیابی تأمین‌کننده، انتخاب تأمین‌کننده، تصمیم‌گیری چندمعیاره، AHP فازی، TOPSIS

۱- مقدمه

مناسب و قیمت پایین برآورده کنند. امروزه در بازارهای رقابتی، یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی که مطرح می‌گردد، بحث ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان زنجیره تأمین می‌باشد. چراکه انتخاب صحیح مجموعه تأمین‌کنندگان تأثیر مستقیمی بر عملکرد فرآیندهای زنجیره، دارد. با ظهور مفهوم مدیریت زنجیره تأمین، بحث سنجش عملکرد یکی از بهترین استراتژی‌هایی است که تولیدکنندگان می‌توانند از آن برای انتخاب بهترین تأمین‌کنندگان در راستای

سازمان‌ها باید از هر فرصتی برای افزایش توانمندی عملکرد خود در مقابل رقبا استفاده کنند و برای بقا قادر باشند انتظارات تمام مشتریان خود را باکیفیت مطلوب، در زمان

*۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع-گرایش بهینه‌سازی سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی سجاد، دانشکده صنایع و مدیریت، مشهد، نویسنده مسئول، پست الکترونیک: Sanadangkoub93@gmail.com
۲- مربی، عضو هیأت علمی گروه مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی سجاد، دانشکده صنایع و مدیریت، مشهد، پست الکترونیک: Amirhossein.enzebati@gmail.com

دستیابی به اهداف زنجیره تأمین خود استفاده کنند [۱]. یکی از نیازمندی‌های سازمان نیان الکترونیک که هم‌اکنون در زمینه طراحی و ساخت تجهیزات نیرو و اجرای پروژه‌های مخابراتی کشور فعالیت می‌کند، چارچوبی منعطف برای ارزیابی اولیه و دوره‌ای گروه تأمین‌کنندگان مختلف می‌باشد. در همین راستا هدف پژوهش حاضر، ارائه چارچوبی برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان سازمان نیان الکترونیک انتخاب شده است. رویکرد اصلی برای نیل به هدف تحقیق، بهره‌گیری از تکنیک‌های تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری بوده و در سه فاز اصلی انجام شده است؛ ۱. انتخاب مجموعه معیار ارزیابی، ۲. وزن‌دهی به معیارها (AHP فازی) و ۳. رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان (TOPSIS). از منطق فازی برای از بین بردن خطای تصمیم‌گیری انسانی، بهره گرفته شده است. برای اعتبارسنجی نتایج حاصل از وزن‌دهی معیارها، نظر خبرگان در قالب پرسش‌نامه مجدد جمع‌آوری گردید تا با خروجی وزن‌دهی

از طریق AHP مقایسه گردد. کد نویسی محاسبه وزن معیارها و زیرمعیارها از طریق روش اولویت‌بندی فازی و رتبه‌بندی گزینه‌ها نیز با استفاده از روش TOPSIS در نرم‌افزار متلب کدنویسی شد. کارشناس خرید صرفاً با وارد کردن امتیازهای مربوط به هر تأمین‌کننده، رتبه‌بندی نهایی تأمین‌کنندگان هر گروه محصولات را به دست می‌آورد.

۲- مرور ادبیات

از دهه ۱۹۸۰ تاکنون تغییرات بسیاری در نحوه تأمین و تبدیل مواد خام به محصول نهایی در فرآیندهای سازمان ایجاد شده است که منجر شده موضوع انتخاب تأمین‌کننده مناسب مورد توجه مدیران و پژوهشگران این عرصه باشد [۱] در این قسمت مروری بر رویکردهای مختلف ارزیابی تأمین‌کنندگان پرداخته می‌شود. در جدول (۱)، مروری بر معیارهای کلیدی ارزیابی تحقیقات پیشین ارائه شده است.

جدول (۱) معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده و منابع آن‌ها

ردیف	مرجع	هدف	ابزار شناسایی/دسته‌بندی شاخص	مورد مطالعه	معیارهای کلیدی ارزیابی
۱	[۲]	انتخاب تأمین‌کننده استراتژیک و مقایسه شاخص‌های ارزیابی تأمین‌کننده در دو کشور مختلف	مطالعات گذشته و مصاحبه با خبرگان	صنعت الکترونیک	کیفیت، مدیریت ارتباط با تأمین‌کننده، انطباق با استراتژی، سودآوری، بهبود پیوسته، انعطاف‌پذیری، منابع انسانی، مشتریان داخلی، تحویل.
۲	[۳]	انتخاب تأمین‌کننده استراتژیک تحت شرایط ریسک با در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی	QFD	کارخانه تولیدکننده فرش	کیفیت، تحویل، هزینه، ظرفیت سازمانی، اقدامات زیست‌محیطی، اقدامات اجتماعی و مدیریت ریسک.
۳	[۴]	ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده در شرایط اطلاعات ناهمگن	QFD	بیمارستان خصوصی	قیمت، کیفیت، سهولت استفاده محصول، توانایی و پشتیبانی مشتری و اثربخشی
۴	[۵]	ارائه چارچوبی برای انتخاب و ارزیابی تأمین‌کننده پایدار	مطالعات گذشته	صنعت خودروسازی	قیمت، سودآوری، کیفیت، انعطاف‌پذیری، ظرفیت، تحویل به‌موقع، مدیریت سبز، خرید سبز، تولید سبز، بسته‌بندی سبز، مدیریت پسماند، تجهیزات سبز، توسعه سبز، ایمنی و بهداشت، حقوق کارکنان و ذی‌نفعان و انتشار اطلاعات

ادامه جدول (1) معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده و منابع آن‌ها

ردیف	مرجع	هدف	ابزار شناسایی/دسته‌بندی شاخص	مورد مطالعه	معیارهای کلیدی ارزیابی
۵	[۱]	ارائه چارچوب جدید BSC برای ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده	کارت امتیازی متوازن	صنعت خودروسازی	مالی: قیمت، کیفیت، فاصله، ارزش افزوده مشتری: تحویل، اعتبار، هماهنگی زنجیره، سهم بازار، نرخ فرآیندهای داخلی: ظرفیت فنی، ظرفیت تولید، انعطاف‌پذیری، حجم معاملات، بهره‌وری. رشد و یادگیری: رقابت‌پذیری، رضایت کارکنان، به اشتراک‌گذاری دانش، سطح ایمنی و سلامت و استانداردهای
۶	[۶]	انتخاب تأمین‌کننده تحت شرایط غیر قطعی پارامتر تقاضا	مطالعات گذشته	صنعت مواد غذایی	پارامترهای مدل: هزینه خرید واحد مواد خام، هزینه حمل و نقل، هزینه نگهداری، هزینه تولید، قیمت، ظرفیت، تقاضا، مدت زمان تحویل، دسترسی به مواد خام، احتمال اشغال بودن.
۷	[۷]	رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان در شرایط فازی	استاندارد انجمن تأمین‌کنندگان صنعت هوافضا (ASA)	صنعت هوافضا	سیاست قیمت: قیمت قطعات و خدمات، انعطاف‌پذیری در قیمت‌گذاری، سیاست‌های تخفیف. تحویل: مدت زمان انتظار، قابلیت اطمینان زمان انتظار، مستندسازی، قابلیت اطمینان تحویل. انعطاف‌پذیری: شرایط پرداخت، سیاست بازگشت، پاسخ‌گویی به سفارش‌های فوری، پاسخ‌گویی به شکایات. ارتباطات: مدت زمان پاسخ‌گویی، پشتیبانی
۸	[۸]	ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده با هدف کاهش هزینه‌های چرخه عمر تحت سناریوهای مختلف	مطالعات گذشته	نیروگاه بادی	پارامترهای مدل ریاضی: وضعیت زیرسیستم‌ها، اجزای زیرسیستم‌ها، وضعیت سیستم سلامت، وضعیت تیم نت، تقاضا، هزینه کل سیستم، دسترسی، هزینه ثابت تعمیرات، مدت زمان توزیع، هزینه متغیر تعمیرات، مدت زمان آماده‌سازی، احتمال اشغال بودن سیستم.
۹	[۹]	ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان سبز و ارائه مدلی برای تعیین میزان سفارش به هر کدام	مطالعات گذشته و مصاحبه با خبرگان	کارخانه تولید دستمال کاغذی	آلودگی زیست‌محیطی، مصرف منابع، نوآوری، مدیریت سیستم محیط زیست، اظهارات مدیران در حوزه بهبود وضعیت محیط زیست، استفاده از تکنولوژی سبز و استفاده از مواد اولیه سبز در فرآیند تولید
۱۰	[۱۰]	انتخاب تأمین‌کننده ضمن در نظر گرفتن ملاحظات نیازمندی‌های مشتری	QFD	کارخانه تولید کولرهای آبی	قابلیت اطمینان، قیمت، خدمات، خطا، هزینه نگهداری و تعمیرات
۱۱	[۱۱]	شناسایی مجموعه شاخص مرسوم برای ارزیابی تأمین‌کنندگان	مطالعات گذشته و مصاحبه با خبرگان	-	فرآیند و اثربخشی، نوآوری، مشتری، مدیریت پروژه، کیفیت، ارتباط با تأمین‌کننده، پاسخ‌گویی، پایداری، تکنولوژی.
۱۲	[۱۲]	ارائه رویکردی برای ارزیابی تأمین‌کننده تحت شرایط فازی با استفاده از ترکیبی از تکنیک‌ها	مدل BOCR	صنعت چوب و کاغذ	تحویل، انعطاف‌پذیری، کیفیت، فرهنگ، رشد، تکنولوژی تأمین‌کننده، ایجاد رابطه، هزینه محصول، هزینه ارتباط، محدودیت در تأمین، محدودیت‌های خریدار و تأمین‌کننده، مشخصات تأمین‌کننده.

کاربرد رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیر چندمعیاره فازی برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده...

ادامه جدول (1) معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده و منابع آن‌ها

ردیف	مرجع	هدف	ابزار شناسایی/دسته‌بندی شاخص	مورد مطالعه	معیارهای کلیدی ارزیابی
۱۳	[۱۳]	ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده پایدار ضمن در نظر گرفتن محدودیت ظرفیت و تخصیص تحت شرایط غیرقطعی	QFD	صنعت خودروسازی	اقتصادی: هزینه حمل و نقل. زیست‌محیطی: گواهی‌نامه ایزو ۱۴۰۰۱، سطح تکنولوژی، قابلیت استفاده از تکنولوژی سبز، تولید آلاینده، مصرف انرژی، حجم پسماند، مصرف مواد خطرآفرین. اجتماعی: ایمنی و سلامت کارکنان، آسیب‌دیدگی.
۱۴	[۱۴]	ارائه چارچوبی برای مدیریت ارتباط با تأمین‌کننده و ارزیابی و انتخاب آن‌ها تحت شرایط فازی	مدل اسکور	صنعت خودروسازی	چابک بودن، قابلیت اطمینان، پاسخ‌گویی، هزینه و مدیریت دارایی.
۱۵	[۱۵]	انتخاب تأمین‌کننده سطوح مختلف زنجیره تأمین ضمن تحت شرایط غیرقطعی و ملاحظات زیست‌محیطی	مطالعات گذشته	-	اقتصادی: هزینه، کیفیت، انعطاف‌پذیری، سرعت، وابستگی، نوآوری. کیفیت ارتباط: اعتماد، کارایی ارتباط، EDI محیط زیستی: مواد اولیه، انرژی، آب، تنوع پوشش گیاهی، انتشار امواج، فرآیند انتخاب تأمین‌کننده سبز. اجتماعی: اقدامات نیروی انسانی، حقوق افراد، جامعه، مسئولیت، فرآیند انتخاب تأمین‌کننده سبز. ریسک: ریسک‌های جاری، ریسک‌های سیاسی، ریسک‌های فرهنگی.
۱۶	[۱۶]	ارائه مدل برنامه‌ریزی ریاضی و تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری برای انتخاب تأمین‌کننده تحت شرایط فازی	مصاحبه با خبرگان	صنعت جوشکاری	کیفیت، تحویل، ریسک، هزینه، سطح خدمت‌رسانی، ملاحظات زیست‌محیطی.

۱-۲- تکنیک‌های تصمیم‌گیری مستقل

تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری (MCDM) چارچوبی جامع و مناسب برای کاربرد تصمیم‌گیرندگانی که با گزینه‌های محدودی برای انتخاب مواجه هستند و قصد دارند از میان این مجموعه گزینه‌ها، بهترین انتخاب را داشته [۱۷]. در پژوهش [۱۰] یک راه‌حل مشتری محور برای مسئله ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده طراحی و ارائه گردید. در پژوهش [۱۸] که از ترکیب رویکردهای ANP و QFD برای اولویت‌بندی و معیارهای کیفیت در صنعت خدمات استفاده

کرد. در پژوهشی، از یک رویکرد ترکیبی کارت امتیازی متوازن با AHP بهره گرفته‌شده تا تأمین‌کنندگان صنعت خودرو انتخاب گردند. نویسندگان مقاله، با در نظر گرفتن ۴ تأمین‌کننده و ۴ معیار اصلی BSC، تأمین‌کنندگان را اولویت‌بندی کردند [۱].

دنگ و همکارانش (۲۰۱۴) در پژوهش خود ادعا کرده‌اند که ارزیابی کارشناس‌ها تأثیر بسزایی در تعیین مجموعه تأمین‌کنندگان زنجیره تأمین دارد و در راستای کاهش

۲-۳- رویکردهای ترکیبی

همان‌گونه که اشاره شد، به علت محدودیت‌هایی که استفاده از یک روش به همراه دارد، بسیاری از مطالعات از ترکیبی از روش‌ها بهره گرفتند. رویکرد استفاده از AHP و VICOR برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده پایدار در صنعت خودروسازی در پژوهش [۵] مطرح گردید. در پژوهش [۱۸] از ترکیب روش QFD با رویکردهای سلسله‌مراتبی AHP و ANP برای اولویت‌بندی تأمین‌کنندگان بهره گرفتند در پژوهش دیگری از فضای فازی در تمامی تکنیک‌هایی که برای بحث انتخاب تأمین‌کنندگان در شرایط ریسک بهره گرفته شده است [۲۴].

در یکی از مطالعات این حوزه، معیارهای مدل SCOR برای سنجش تأمین‌کنندگان انتخاب گردید و با استفاده از تکنیک TOPSIS فازی تأمین‌کنندگان مورد مطالعه، انتخاب گردیدند [۱۴]. در پژوهش دیگری، از ترکیب تکنیک‌های AHP و TOPSIS فازی برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان صنعت نگهداری و تعمیرات هواپضا بهره گرفته شده است هدف اصلی استفاده از نظریه مجموعه فازی، مقابله با عدم قطعیت ناشی از قضاوت‌های ذهنی است [۷]. در پژوهش [۲۵] رویکردی با ترکیب تکنیک‌های AHP و TOPSIS برای ارزیابی تأمین‌کننده سبز ارائه شده است. سیستم انتخاب معیار نیز تلفیقی از رویکردهای سنتی و معیارهای نوینی مانند ملاحظات زیست‌محیطی و اجتماعی است. علاوه بر موضوعات سبز و پایداری که در این پژوهش بررسی شدند. در جدول ۲، خلاصه‌ای پژوهش‌های مرتبط ارائه گردیده است.

خطای قضاوت خبرگان، روش‌های مختلف مقابله با فضای عدم قطعیت مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۹]. در پژوهش [۲۰] به منظور ایجاد تعادل میان معیارهای اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی در صنعت تولید کاشی، مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره ارائه گردید. گالو و کالاج (۲۰۱۸)، از روش ELECTRE_TRI در شرایط فازی به منظور طبقه‌بندی تأمین‌کنندگان استفاده کردند. ELECTRE_TRI تکنیکی است که به صورت خاص برای شرایطی مورد استفاده قرار می‌گیرد که عدم تعادل میان شاخص‌ها وجود داشته باشد [۲۱].

۲-۲- تکنیک‌های مدل‌سازی ریاضی

به‌طور کلی یکی از بهترین ابزارها برای تصمیم‌سازی در حوزه انتخاب تأمین‌کننده استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی است [۲۲]. در مقاله [۲۳] یک مدل برنامه‌نویسی عدد صحیح برای انتخاب بهترین تأمین‌کننده ارائه شده است. همواره در مسائل تصمیم‌سازی، چالشی که ایجاد می‌شود، وجود چندین هدف است که در اکثر موارد با یکدیگر در تضاد بوده و درعین حال باید به صورت هم‌زمان برآورده شوند. در مقاله [۲۲] رویکرد جدیدی برای برنامه‌ریزی آرمانی چندهدفه ارائه گردید. فرضیاتی که در نظر گرفته شده بود به این ترتیب بودند که؛ (۱) اهداف می‌توانند سطوح مختلفی از درجه اهمیت داشته باشند و (۲) برای تصمیم‌گیرنده راحت‌تر خواهد بود که برای همه اهداف، بازه و یا سطح انتظار در نظر بگیرد.

جدول (۲) جمع‌بندی مرور ادبیات به تفکیک رویکرد

نکات برجسته	رویکرد			مرجع	ردیف
	سایر رویکردها	مدل‌سازی ریاضی	MCDM		
کشف معیارهای ارزیابی از طریق داده‌کاوی و استدلال مبتنی بر مورد و خوشه‌بندی آن‌ها بر اساس بیشترین میزان شباهت معیارها به یکدیگر	خوشه‌بندی و شبکه عصبی			[۲۶]	۱
دسته‌بندی شاخص‌های ارزیابی ضمن در نظر گرفتن ریسک و نشان دادن تأثیر مثبت عملکرد تجاری و انتخاب استراتژیک تأمین‌کننده بر عملکرد مشتری			AHP	[۳]	۲

ادامه جدول (۲) جمع‌بندی مرور ادبیات به تفکیک رویکرد

نکات برجسته	رویکرد			مرجع	ردیف
	سایر رویکردها	مدل‌سازی ریاضی	MCDM		
انجام مقایسه مدل پیشنهادی با سایر مدل‌های ارزیابی ضمن در نظر گرفتن ملاحظات منابع انسانی در معیارها	الگوریتم ابتکاری			[۲۷]	۳
استفاده از سنجه‌های HOQ در صورت وجود داده مبهم و مقایسه نتایج حاصل با دیگر تکنیک‌های MCDM			OWA	[۴]	۴
معیارهای کیفیت، قیمت، ایمنی، ملاحظات زیست‌محیطی، به ترتیب پراهمیت‌ترین شاخص در انتخاب تأمین‌کننده			AHP-VICOR	[۵]	۵
توسعه رویکرد نوین EDAS و استفاده از آن در شرایط فازی و با استفاده از روش فازی نوع دو.	برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط		EDAS	[۹]	۷
ارائه نتایج بهتر در مقایسه با الگوریتم بندرز معمولی در مورد مطالعه واقعی	الگوریتم بندرز با چندین برش			[۶]	۸
انتخاب بهترین ترکیب تأمین‌کننده با استفاده از تحلیل ورودی و خروجی تحت شرایط فازی	شبکه عصبی مصنوعی و شبیه‌سازی		AHP	[۲۸]	۹
در نظر گرفتن بازه‌ای از مقادیر عددی برای آرمان‌ها به علت وجود ابهام در کمی‌سازی	برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه عدد صحیح مختلط	برنامه‌ریزی آرمانی		[۷]	۱۰
ارائه نتایج بهینه در مورد مطالعه واقعی در صورت وجود تخفیف تجاری و انجام آنالیز حساسیت	برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط			[۲۹]	۱۱
بهره‌گیری از روش شبیه‌سازی به منظور ارزیابی تأمین‌کننده در سه فاز اصلی تحت چندین سناریو مختلف	شبیه‌سازی و الگوریتم فراابتکاری کلونی مورچگان			[۸]	۱۲
ارائه یک روش برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده مشتری محور	زنجیره مارکوف		ANP	[۱۰]	۱۳
مهم‌ترین زیرمجموعه معیارها شامل قیمت، محدودیت ظرفیت، توان فنی تأمین‌کننده، در دسترس بودن با رتبه‌بندی مجموعه شاخص‌ها تحت شرایط فازی حاصل شد.	نظریه مجموعه خاکستری		ANP-VICOR	[۱۲]	۱۴
حل مدل انتخاب تأمین‌کننده پایدار و تخصیص مقدار سفارش با در نظر گرفتن ۵ سناریو برای هر تأمین‌کننده	SWOT	برنامه‌ریزی تصادفی دومرحله‌ای عدد صحیح مختلط		[۱۳]	۱۵
در نظر گرفتن معیارهای سازمان در قالب مدل اسکور در راستای یک پارچه‌سازی ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده در قالب زنجیره تأمین			TOPSIS فازی	[۱۴]	۱۶

نکات برجسته	رویکرد			مرجع	ردیف
	سایر رویکردها	مدل‌سازی ریاضی	MCDM		
استفاده از رویکرد بازه‌ای برنامه‌ریزی استوار برای مواجهه با فضای عدم قطعیت برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان پایدار		برنامه‌ریزی آرمانی و تحلیل پوششی داده‌ها	AHP-VICOR	[۳۰]	۱۷
ارائه ترکیبی از تکنیک‌ها به منظور هم‌افزایی در صورت وجود معیارهای کیفی و کمی ارزیابی تأمین‌کننده به صورت هم‌زمان			ANP-TOPSIS-VICOR فازی	[۱۶]	۱۸
غیرقطعی در نظر گرفتن پارامترهای تقاضا و قیمت و ارائه یک روش حل مبتنی بر الگوی شاخه و برش		برنامه‌ریزی تصادفی		[۳۱]	۱۹
در نظر گرفتن معیارهای ریسک و پایداری در مجموعه شاخص‌ها در ابعاد بین‌المللی در لایه‌های مختلف زنجیره تأمین تحت شرایط فازی			AHP-VICOR فازی	[۱۵]	۲۰

دست داشتن وزن هر معیار، مجموعه تأمین‌کننده هر گروه محصولات رتبه‌بندی می‌شوند. در انتها نیز، وزن‌های به‌دست‌آمده با مصاحبه به خبرگان و رتبه‌بندی تأمین‌کننده‌ها با رتبه‌بندی گذشته مقایسه می‌شود و در اختیار مورد مطالعه قرار داده می‌شود. بدیهی است که در هر یک از سه فاز ابتدایی مطرح‌شده، از ابزار و تکنیک‌های متناسب استفاده می‌شود که در ادامه به بیان مختصری از آن‌ها پرداخته می‌شود به‌طور خلاصه این چهار فاز و ابزار مورد استفاده در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول (۳) مراحل روش تحقیق

ابزار	فاز
مرور ادبیات و مصاحبه	تدوین مجموعه شاخص
تحلیل سلسله‌مراتبی فرآیند فازی (FAHP)	وزن‌دهی به شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها
TOPSIS	رتبه‌بندی گزینه‌ها
مستندسازی و مصاحبه	تدوین مستندات و استقرار

۳-۱- فاز اول: تدوین مجموعه شاخص

نقطه مشترک تمامی مطالعات پیشین در حوزه ارزیابی تأمین‌کننده، تهیه مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی است. در مطالعه حاضر، دو مجموعه شاخص استخراج می‌گردد؛ چراکه طرح پیشنهادی، شامل دو فرآیند ارزیابی اولیه و دوره‌ای می‌باشد. در این مرحله، طی جلساتی با کارشناسان مربوط به هر حوزه، شاخص‌های منتخب بررسی و برای ورود به فاز بعد تأیید می‌شوند.

موضوعی که حائز اهمیت است، آن است که مقالات جدید از ترکیب روش‌ها بهره گرفتند و صرفاً به رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان با استفاده از یک تکنیک بسنده نکردند؛ علاوه بر این، در بیشتر مقالات، تلاش گردیده که به صورت تخصصی ابعاد خاصی از معیارهایی که یک تأمین‌کننده مطلوب باید دارا باشد مورد توجه قرار گرفته؛ به‌عنوان مثال، پایداری، ریسک، سبز، چابکی و سایر ابعاد. حقیقت دیگری که همراه با مرور ادبیات موضوع به دست آمد آن بود که درصد زیادی از مطالعات اخیر، فرآیند ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان را در فضای احتمالی و عدم قطعیت بررسی کرده‌اند و این امر، باعث می‌شود میزان کاربردی بودن یک مطالعه کتاب‌خانه‌ای به سطح قابل قبولی افزایش یابد؛ چراکه استفاده از فضای احتمالی، عدم قطعیت‌های دنیای واقعی را در امر انتخاب لحاظ کرده و با قابلیت اطمینان بیشتری می‌توان به نتایج آن استناد کرد.

۳- روش تحقیق

این پژوهش، باهدف ارائه چارچوبی برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان مجموعه نیان الکترونیک، در چهار فاز کلی انجام می‌گیرد؛ فاز اول شامل انتخاب بهترین مجموعه شاخص با استفاده از الگوبرداری و یا با بهره‌گیری از مدل‌های استاندارد و نمونه‌های موردی موجود در ادبیات موضوع می‌باشد. در فاز دوم و پس از تدوین مجموعه شاخص، از تکنیک‌های آنالیز تصمیم‌گیری به‌منظور وزن‌دهی شاخص‌ها استفاده می‌شود و در فاز سوم، با در

۳-۲- فاز دوم: وزن‌دهی به شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها

واضح است که اولویت شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها چه در ارزیابی اولیه و چه در ارزیابی دوره‌ای متفاوت است. به همین منظور، در این فاز، از تکنیک FAHP یا تحلیل سلسله‌مراتبی فرآیند فازی به منظور وزن‌دهی به مجموعه شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها استفاده خواهد شد. علت استفاده از تکنیک فازی، وجود معیارهای ذهنی و کیفی در معیارهای ارزیابی بوده تا کمکی جهت مقابله با شرایط عدم قطعیت و نیل به نتایج پایدارتر شود.

۳-۲-۱- روش اولویت‌بندی فازی

در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی اگر چه افراد خبره از شایستگی‌ها و توانایی‌های ذهنی خود برای انجام مقایسات استفاده می‌نمایند، اما باید به این نکته توجه داشت که فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی سنتی، امکان انعکاس سبک تفکر انسانی را به‌طور کامل ندارد. استفاده از اعداد فازی سازگاری بیشتری با عبارات کلامی و گاه مبهم انسانی دارد بنابراین بهتر است که با به‌کارگیری اعداد فازی به تصمیم‌گیری در دنیای واقعی پرداخت. یکی از روش‌های مطرح‌شده برای تحلیل سلسله‌مراتبی فازی روش اولویت‌بندی فازی می‌باشد که توسط میخایلف مطرح‌شده است. در این روش مقایسات زوجی بر پایه اعداد فازی انجام می‌شوند و سپس بر اساس آن‌ها یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی حل می‌شود و از طریق آن، وزن معیارها به‌دست می‌آید. یکی از ویژگی‌های مناسب این روش در نظر گرفتن شاخص ناسازگاری در محاسبات و مقایسات زوجی می‌باشد و اگر مقدار به‌دست‌آمده برای شاخص سازگاری در این مدل مقداری مثبت باشد، اوزان به‌دست‌آمده از این روش معتبر و قابل‌قبول می‌باشند. در غیر این‌صورت نیاز است تا در قضاوت مقایسات زوجی تجدید نظر شود. فرض کنید که تصمیم‌گیرنده می‌تواند $F = \{a_{ij}\}$ ، $m \leq \frac{n(n-1)}{2}$ ، $i=1,2,\dots,n-1$ و $j=2,3,\dots,n$ ، $j>i$ زوجی را در شرایط به‌صورت اعداد فازی مثلثی $\tilde{a} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ ایجاد کند. به‌این ترتیب که l نشان‌دهنده حد پایین و u نشان‌دهنده حد بالا است. مسئله این است که درنهایت بتوانیم برداری از اوزان داشته باشیم: $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$. به‌این ترتیب که نرخ وزن w_i/w_j به‌طور تقریبی بین حد بالا و پایین قضاوت‌های فازی قرار گیرد:

$$\tilde{a}_{ij} = w_i/w_j \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$l_{ij} \leq \frac{w_i}{w_j} \leq u_{ij} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$\tilde{a} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) \quad \text{رابطه (۳)}$$

هر بردار وزنی که به دست می‌آید در نامعادلات فوق صدق می‌کند که می‌تواند توسط توابع عضویت اندازه‌گیری شود. به‌منظور آن‌که در تقسیم وزن‌ها، مخرج صفر نباشد، این فرض در نظر گرفته می‌شود: $u_{ij} > m_{ij} > l_{ij}$. علاوه بر این، پاسخ اولویت‌بندی با استفاده از روش برنامه‌ریزی اولویت‌بندی فازی، با در نظر گرفتن خالی نبودن فضای موجه به دست می‌آید.

$$Q^{n-1} = \left\{ (w_1, \dots, w_n) \mid w_i > 0, w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1 \right\} \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$\mu_p(W) = \min_{ij} \{ \mu_{ij}(w) \cdot i \} \\ = 1.2 \dots n - 1; \quad \text{رابطه (۵)} \\ = 2.3 \dots n; j > i \}$$

با تعریف توابع عضویت به این صورت، به‌عنوان مجموعه فازی $L = [-\infty, 1]$ فرض خالی نبودن فضای p سیمپلکس از بین می‌رود. در صورتی که قضاوت‌های فازی، خیلی ناسازگار باشند، $\mu_p(W)$ از بردارهای اولویت‌بندی w مقداری منفی می‌گیرد. فرض دوم روش FFP یک قانون انتخاب است که بردار اولویت را تعیین می‌کند. به‌سادگی می‌توان اثبات کرد که با در دست داشتن بالاترین میزان درجه از عضویت، $\mu_p(W)$ ، یک مجموعه محدب است. بنابراین همواره یک بردار اولویت $w^* \in Q^{n-1}$ وجود دارد که بالاترین درجه عضویت را دارد.

$$\lambda^* = \mu_p(w^*) \\ = \max_{w^* \in Q^{n-1}} \{ \mu_{ij}(w) \} \quad \text{رابطه (۶)}$$

با در نظر داشتن ساختار مخصوص توابع عضویت، مسئله maximin اولویت‌بندی می‌تواند به یک مدل برنامه‌ریزی خطی تبدیل شود.

$$r_j = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}} \cdot \forall_{i,j} \quad \text{رابطه (۸)}$$

در رابطه فوق، $m = 1.2.3. \dots . j$ و $n = 1.2.3. \dots . i$ است. در ادامه ماتریس نرمالایز موزون w_j وزن فازی تأمین تصمیم‌گیرنده است، که با ضرب آن در r_{ij} که نرخ اهمیت تأمین تصمیم‌گیرنده را نشان می‌دهد ماتریس نرمال موزون محاسبه می‌شود.

$$v_{ij} = w_j * r_{ij} \cdot \forall_{i,j} \quad \text{رابطه (۹)}$$

$$\sum_{i=1}^m w_j = 1 \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

۲- محاسبه ایده‌آل‌های مثبت و منفی

ایده‌آل‌های مثبت و منفی برای مقایسه میزان فاصله با گزینه‌ها از طریق روابط زیر محاسبه می‌شود:

$$A^* = \{v_1^*, \dots, v_m^*\} \\ = \left\{ \left((Max v_{ij} \cdot j \in c_h) \right) \cdot \left((Min v_{ij} \cdot j \in c_c) \right) \right\} \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_m^-\} \\ = \left\{ \left((min v_{ij} \cdot j \in c_h) \right) \cdot \left((max v_{ij} \cdot j \in c_c) \right) \right\} \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

به‌گونه‌ای که c_h مربوط به معیار سود و c_c مربوط به معیار هزینه است.

۳- محاسبه فاصله

در ادامه روش TOPSIS فاصله هر معیار تا ایده‌آل مثبت و منفی بر اساس روابط زیر محاسبه می‌شود:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^*)^2} \cdot \forall_i \quad \text{رابطه (۱۳)}$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^-)^2} \cdot \forall_i \quad \text{رابطه (۱۴)}$$

۴- محاسبه فاصله نسبی

در انتها برای محاسبه فاصله نسبی cc_i^* و رتبه‌بندی نهایی بر اساس رابطه زیر عمل می‌شود:

$$cc_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \cdot \forall_i \quad \text{رابطه (۱۵)}$$

max λ

subject to:

$$(m_{ij} - l_{ij})\lambda w_j - w_i + l_{ij}w_j \leq 0,$$

$$(u_{ij} - m_{ij})\lambda w_j + w_i - u_{ij}w_j \leq 0,$$

$$i = 1, 2, \dots, n-1, j = 2, 3, \dots, n, j > i,$$

$$\sum_{k=1}^n w_k = 1,$$

$$w_k > 0,$$

$$k = 1, 2, \dots, n$$

رابطه (۷)

در صورتی که مقدار بهینه λ^* مثبت باشد، نشان می‌دهد که تمامی قضاوت‌ها سازگار بوده است. در تحقیق حاضر، از این روش برای وزن‌دهی به معیارهای ارزیابی اولیه و دوره‌ای تأمین‌کنندگان سازمان مورد مطالعه استفاده شده است.

۲-۲-۲- TOPSIS

این روش تصمیم‌گیری چندمعیاره را یون و هوآنگ با n معیار و m گزینه مطرح کردند (۱۹۸۱). این روش از پشتوانه ریاضی قوی برخوردار است و همانند بسیاری از روش‌های علمی، دانستن و رعایت مفروضات، محدوده و شرایط اعتبار قوانین و صحت فرمول‌های پیشنهادشده، محدوده دقت نتایج و شرایط قابل قبول بودن جواب‌ها بسیار حائز اهمیت است.

در این روش، ارزیابی همه گزینه‌ها با همه معیارها صورت می‌پذیرد. این روش به کمک محاسبه فاصله میان جواب‌های ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی و استفاده از شاخصی به نام شاخص نزدیکی نسبی گزینه‌ها را اولویت‌بندی می‌کند [۳۲] در این پژوهش از روش TOPSIS برای تعیین امتیاز گزینه‌ها استفاده شده است. در واقع ایده اصلی این روش، این است که گزینه‌ای را انتخاب کند که "کوتاه‌ترین" فاصله را از پاسخ ایده‌آل مثبت و "بیشترین" فاصله را از پاسخ ایده‌آل منفی داشته باشد.

۱- تشکیل و نرمال کردن ماتریس تصمیم

در این مرحله، خبرگان بر اساس مقادیر زبانی که برایشان تعریف شده است، به معیارها/گزینه‌ها رتبه می‌دهند. با در دست داشتن ماتریس تصمیم، در وهله اول، نرمال‌سازی باید انجام گیرد. به‌این ترتیب که r_j نرخ فازی نرمال شده برای هر شاخص را بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌کند:

در انتها بر اساس معیار فاصله نسبی، گزینه‌ها رتبه‌بندی می‌شوند [۳۳]. در تحقیق حاضر برای اجرای فاز سوم یعنی رتبه‌بندی گزینه‌ها یا تأمین‌کنندگان سازمان مورد مطالعه از این روش استفاده شده است.

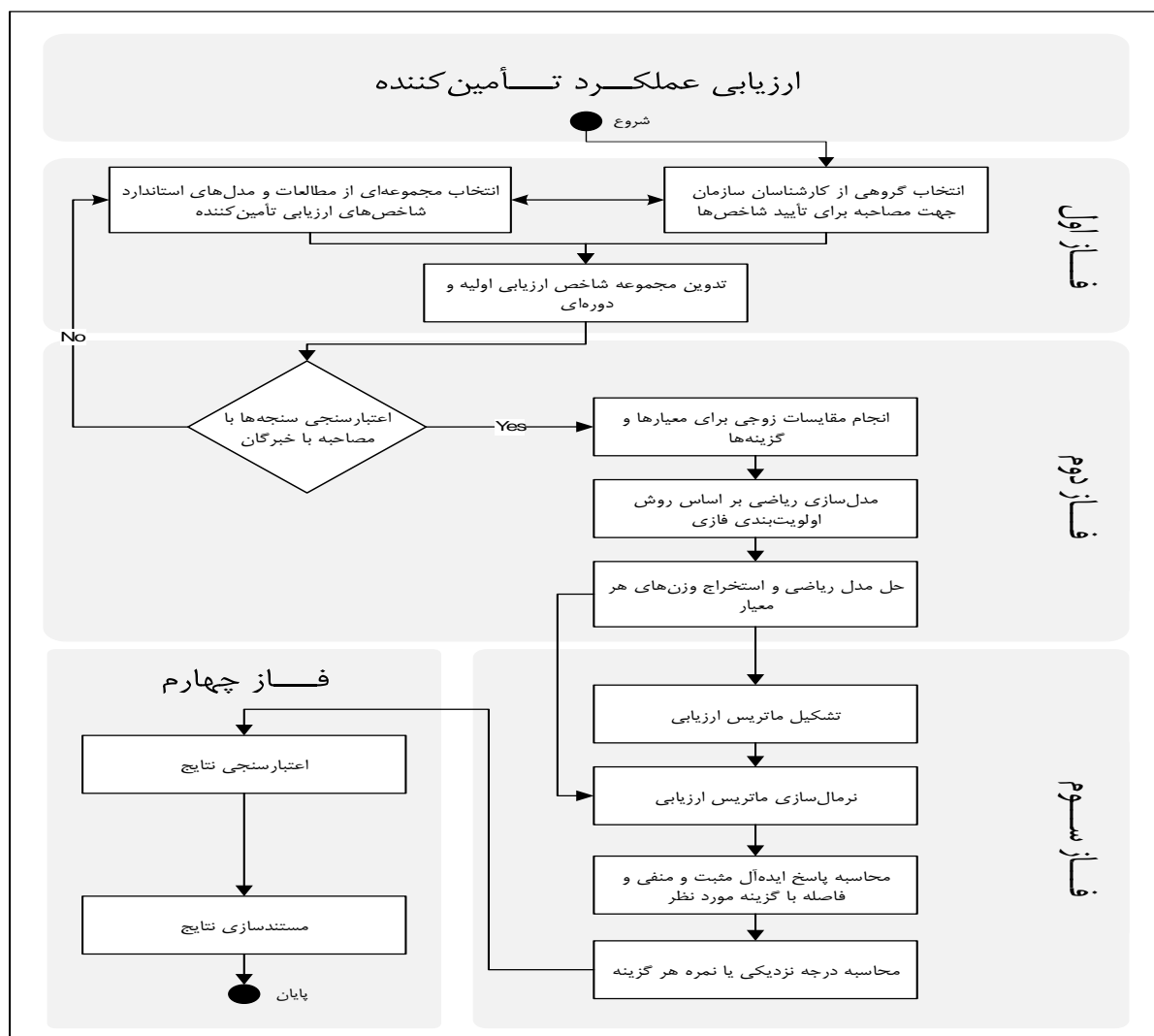
۳-۳- فاز سوم: رتبه‌بندی گزینه‌ها

در فرآیند ارزیابی تأمین‌کننده به علت وجود تعداد زیادی از تأمین‌کنندگان بالقوه، از تکنیک‌های تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری برای محاسبه یک نمره جهت رتبه‌بندی آن‌ها برای تنظیم قرارداد و ایجاد همکاری بین تأمین‌کننده دارای رتبه بالاتر با سازمان استفاده می‌شود. یکی از پرکاربردترین روش‌ها جهت رتبه‌بندی گزینه‌ها، روش TOPSIS است. این صورت که بعداً این که شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها در فاز دوم محاسبه گردیدند، با در دست داشتن مجموعه‌ای از

گزینه‌ها و رتبه‌بندی آن‌ها با استفاده از این روش انجام می‌گیرد.

۴-۴- فاز چهارم: تدوین مستندات و استقرار

در وهله اول برای اعتبارسنجی نتایج وزن‌دهی، پرسش‌نامه‌ای آماده شد تا خبرگان درجه اهمیت هر یک از معیارها را تعیین نمایند تا با خروجی مقایسات زوجی مقایسه شود و در ادامه، جهت اعتبارسنجی مدل پیشنهادی، از مجموعه خبرگان سازمان درخواست می‌شود به صورت کیفی و بر اساس داده و تجربه گذشته خود از ارتباط با تأمین‌کنندگان، گزینه‌ها را بر اساس شاخص‌های موزون رتبه‌بندی کنند، میزان نزدیکی نتایج حاصل با خروجی چارچوب پیشنهادی، به منظور سنجش اعتبار فرآیند ارزیابی، گامی است که در این فاز باید مورد بررسی قرار گیرد.



شکل (۱) چارچوب پیشنهادی تحقیق

۴- پیاده‌سازی روش تحقیق

داده‌های اصلی برای نیل به مجموعه شاخص بهینه، از دو پایگاه اصلی تأمین شدند: (۱) تحقیقات پیشین، (۲) مصاحبه با خبرگان و (۳) روش اجرایی سازمان. فهرست رفرنس‌هایی که مجموعه شاخص از آن‌ها استخراج شدند. لازم به ذکر است بر اساس نیازسنجی مجموعه، دو مجموعه شاخص به صورت جداگانه تهیه شد؛ چرا که تأمین‌کنندگان سازمان بر اساس مفروضات تحقیق، شامل تأمین‌کنندگانی هستند که برای اولین مرتبه بناست که با سازمان همکاری کنند و گروهی از تأمین‌کنندگان نیز هستند که با سازمان همکاری دارند اما، باید همواره مورد ارزیابی دائمی و مستمر برای انتخاب قرار گیرند. ساختار سلسله‌مراتبی معیارهای ارزیابی اولیه و دوره‌ای در شکل‌های (۲) و (۳) نمایش داده شده است.

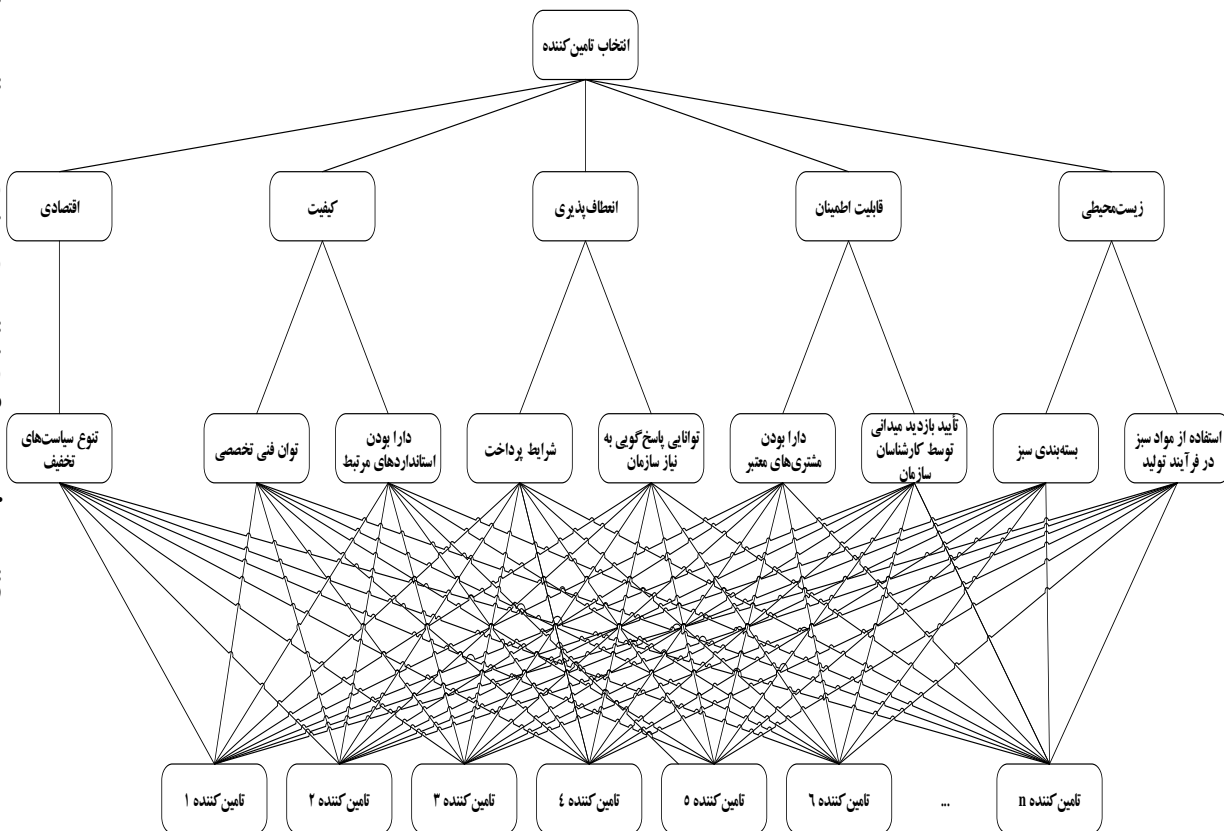
بعد از آماده‌سازی مجموعه داده، پرسش‌نامه‌هایی مبنی بر مقایسات زوجی طراحی شد. این پرسش‌نامه‌ها شامل (۵)

جدول مقایسه زوجی ارزیابی اولیه و (۶) جدول مقایسه زوجی برای ارزیابی دوره‌ای است. تصمیم‌گیرندگان باید هر معیار را با استفاده از عبارات کلامی که در راهنمای پرسش‌نامه مشخص شده است، به صورت زوجی مقایسه کنند.

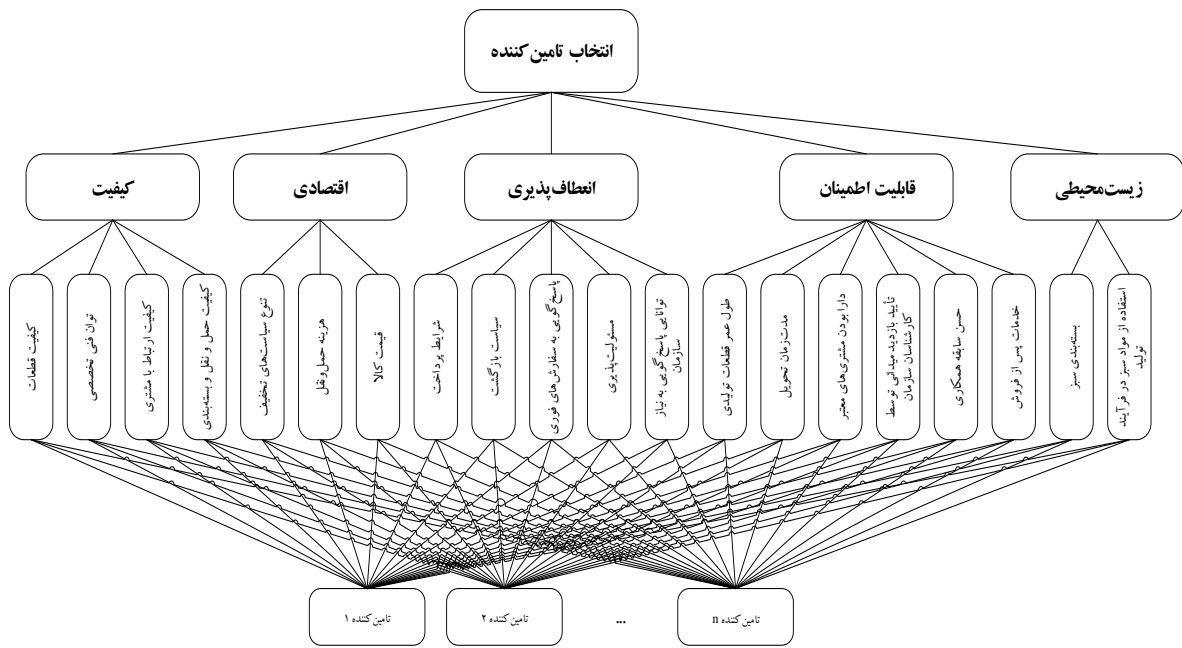
۱۰ نفر از خبرگان مجموعه با نظر مدیریت انتخاب شدند تا فرآیند تکمیل مقایسات زوجی به‌عنوان ورودی برای وزندهی معیارها انجام دهند.

همان‌گونه که در روش تحقیق مطرح شد به‌منظور از بین بردن خطای انسانی، وزندهی به معیارها در شرایط فازی انجام گرفت. به این ترتیب که به ازای هر یک از عبارات کلامی طیف پاسخ‌گویی به پرسش‌نامه‌ها معادل فازی و معادل فازی معکوس که در جدول (۲) ارائه شده است، در کدنویسی لحاظ شد.

کاربرد رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده...



شکل (۲) ساختار سلسله‌مراتبی معیارهای ارزیابی اولیه



شکل (۳) ساختار سلسله‌مراتبی معیارهای ارزیابی دوره‌ای

جدول (۲) معادل فازی عبارات کلامی مقایسه

عبارت کلامی وضعیت مقایسه	معادل فازی	معادل فازی معکوس
اهمیت برابر	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
کمی بااهمیت‌تر	(1, 2, 3)	($1/3, 1/2, 1$)
اهمیت بیش‌تر	(2, 3, 4)	($1/4, 1/3, 1/2$)
بسیار بااهمیت‌تر	(3, 4, 5)	($1/5, 1/4, 1/3$)
اهمیت مطلق	(4, 5, 6)	($1/6, 1/5, 1/4$)

در مرحله پایانی و برای رسیدن به مقادیر وزن هر یک از ابعاد و شاخص‌ها، میانگین وزن به‌دست‌آمده به ازای هر

معیار و بعد برای هر ده پرسش‌نامه (ماتریس‌های سازگار) محاسبه گردید. برای محاسبه وزن هر معیار، عدد وزن هر بعد در معیار مربوطه ضرب شد.

بر اساس جدول‌های (۳) و (۴) در فرآیند ارزیابی اولیه، بعد "کیفیت" و در ارزیابی دوره‌ای بعد "قابلیت اطمینان" بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است و در هر دو حالت، بعد "اقتصادی" از اهمیت نسبی کمتری برای انتخاب تأمین‌کننده برخوردار است و رتبه سوم را به خود اختصاص داده است. که ادعای گذشتگان در مورد اهمیت بالای این بعد را به‌نوعی رد کرده و اظهارات اخیر پژوهشگران در مورد ارجحیت سایر معیارها را نشان می‌دهد.

جدول (۳) وزن‌های نهایی معیارهای ارزیابی اولیه

ارزیابی اولیه									
زیست‌محیطی		قابلیت اطمینان		انعطاف‌پذیری		کیفیت		اقتصادی	ابعاد
0.09		0.23		0.24		0.25		0.18	وزن
استفاده از مواد سبز در فرآیند تولید	بسته‌بندی سبزی	تأیید بازدید میدانی توسط کارشناسان سازمان	دارا بودن مشتری‌ها معتبری	توانایی پاسخ‌گویی به نیاز سازمان	شرایط پرداخت	دارا بودن استانداردهای مرتبط	توان فنی تخصصی	ندارد	شاخص
0.4750	0.5250	0.4313	0.5687	0.4482	0.5518	0.3483	0.6517	1.0000	وزن شاخص در هر بعد
۰,۰۴۴۸	۰,۰۴۹۵	۰,۰۹۹۵	۰,۱۳۱۲	۰,۱۰۶۷	۰,۱۳۱۴	۰,۰۸۸۵	۰,۱۶۵۷	۰,۱۸۲۸	وزن شاخص

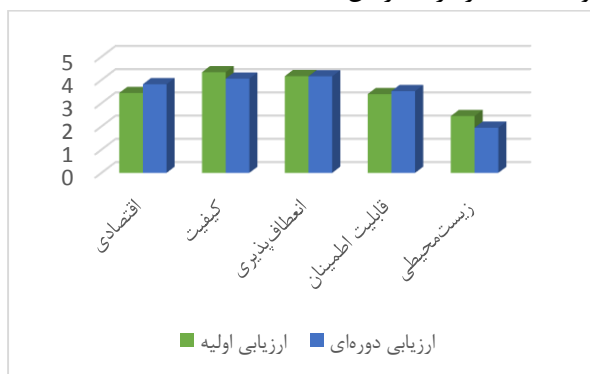
جدول (۴) وزن‌های نهایی معیارهای ارزیابی دوره‌ای

ارزیابی دوره‌ای				
وزن شاخص در کل	وزن شاخص در گروه	شاخص	وزن بعد	بعد
0.05592	0.30	تنوع سیاست‌های تخفیف	۰,۱۹	اقتصادی
0.03754	0.20	هزینه حمل‌ونقل		
0.09044	0.49	قیمت کالا		
0.05071	0.37	کیفیت قطعات	۰,۲۴	کیفیت
0.04845	0.35	توان فنی تخصصی		
0.02161	0.16	کیفیت ارتباط با مشتری		
0.01683	0.12	کیفیت حمل‌ونقل و بسته‌بندی		
0.04748	0.22	شرایط پرداخت	۰,۲۳	انعطاف‌پذیری
0.02770	0.13	سیاست بازگشت		
0.01979	0.09	پاسخ‌گویی به سفارش‌های فوری		
0.04748	0.22	مسئولیت‌پذیری		
0.07123	0.33	توانایی پاسخ‌گویی به نیاز سازمان	۰,۲۷	قابلیت اطمینان
0.08514	0.32	طول عمر قطعات تولیدی		
0.01780	0.07	مدت‌زمان تحویل		
0.06623	0.25	خدمات پس از فروش		
0.01780	0.07	تأیید بازدید میدانی توسط کارشناسان سازمان		
0.03840	0.15	دارا بودن مشتری‌های معتبر		
0.03840	0.15	حسن سابقه همکاری	۰,۰۸	زیست‌محیطی
0.10117	0.50	بسته‌بندی سبز		
0.09983	0.50	استفاده از مواد سبز در فرآیند تولید		

۵-۱- اعتبارسنجی نتایج وزن‌دهی

سازمان در ادامه ارائه‌شده است. با استفاده از نرم‌افزار SPSS پایایی پرسش‌نامه‌های سنجش درجه اهمیت معیارهای ارزیابی و دوره‌ای محاسبه گردید و این نتیجه حاصل شد که هر دو پرسش‌نامه از پایایی مطلوبی برخوردار هستند چرا که مقادیرشان از ۰,۷ بیشتر شده است.

با مشورت با اساتید و خبرگان سازمان، تصمیم بر آن شد که در راستای ایجاد اطمینان از نتایج وزن‌دهی، پرسش‌نامه‌ای طراحی گردد و میزان اهمیت هر یک از ابعاد و شاخص‌های ارزیابی اولیه و دوره‌ای از نظر خبرگان و کارشناس‌های سازمان محاسبه شود. نتایج تحلیل آماری حاصل از تکمیل پرسش‌نامه‌ها توسط ده نفر از خبرگان



شکل (۴) مقایسه میانگین ابعاد ارزیابی اولیه و دوره‌ای

در شکل (۴) میانگین ابعاد ارزیابی اولیه و دوره‌ای با یکدیگر مقایسه شدند، قابل توجه است که در مقایسه بین دو بعد کیفیت و بعد اقتصادی، این نتیجه حاصل گردید که در ارزیابی اولیه، موضوعی که در درجه اول حائز اهمیت و توجه بیشتری است، شاخص‌های مربوط به کیفیت است اما در ارزیابی دوره‌ای به علت آن که کیفیت استفاده از قطعات پیش در ارتباط اولیه امتحان شده است، شاخص‌های مربوط به مسائل اقتصادی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. شاخص‌های مربوط به قابلیت اطمینان میانگین‌های برابر داشته اما در مقابل، شاخص‌های مربوط به زیست‌محیطی در ارزیابی اولیه بیشتر اهمیت دارد و علت آن هم تا حدی روشن است، چراکه یک تأمین‌کننده در صورت دارا بودن

استانداردهای زیست‌محیطی وارد فرآیند ارزیابی تأمین‌کننده می‌شود. تا اینجا اطلاعاتی در مورد شاخص‌های مرکزیت هر یک از ابعاد و شاخص‌ها ارائه شد. ترتیب درجه اهمیت ابعاد بر اساس خروجی AHP فازی و درجه اهمیت آن‌ها بر اساس خروجی پرسش‌نامه سنجش میزان درجه اهمیت، در جدول‌های (۶) و (۷) نشان داده شده است؛ که صرفاً با اختلاف بسیار جزئی، در پرسش‌نامه سنجش میانگین درجه اهمیت، بعد اقتصادی در جایگاه سوم و قابلیت اطمینان در جایگاه چهارم قرار گرفته است در حالی که در وزن‌دهی فازی برعکس است. این موضوع نشان می‌دهد که تا حد قابل قبولی، خروجی مقایسات زوجی و وزن‌دهی فازی مورد تأیید است.

جدول (۶) مقایسه ترتیب اهمیت "میانگین درجه اهمیت" با "اوزان فازی" ارزیابی اولیه

رتبه	وزن فازی	رتبه	میانگین درجه اهمیت	معیار
۴	۰,۱۸	۳	۳,۴۴	اقتصادی
۱	۰,۲۵	۱	۴,۳۳۵	کیفیت
۲	۰,۲۴	۲	۴,۱۶۵	انعطاف‌پذیری
۳	۰,۲۳	۴	۳,۳۹	قابلیت اطمینان
۵	۰,۰۹	۵	۲,۴۴۵	زیست‌محیطی

جدول (۷) مقایسه ترتیب اهمیت "میانگین درجه اهمیت" با "اوزان فازی" ارزیابی اولیه

رتبه	وزن فازی	رتبه	میانگین درجه اهمیت	معیار
۴	۰,۱۹	۳	۳,۸۱۶	اقتصادی
۲	۰,۲۴	۲	۴,۰۵۵	کیفیت
۳	۰,۲۳	۱	۴,۱۵۶	انعطاف‌پذیری
۱	۰,۲۷	۴	۳,۵۲	قابلیت اطمینان
۵	۰,۰۸	۵	۱,۹۴۵	زیست‌محیطی

۵-۲- اعتبارسنجی نتایج رتبه‌بندی

به‌منظور راستی‌آزمایی چارچوب تحقیق، یکی از گروه محصولات تأمین‌کننده انتخاب شد و بر اساس چارچوب پیشنهادی به ازای هر معیار، ۱۴ تأمین‌کننده توسط کارشناس خرید سازمان ارزیابی دوره‌ای شدند. با توجه به این‌که در انتخاب مجموعه معیار، شاخص‌های جدیدی تعریف شده است، به ازای ۴ مورد از شاخص‌ها توسط ارزیاب، امتیازی در نظر گرفته نشد. برای سنجش میزان تطبیق مدل با تأمین‌کنندگان منتخب، به‌صورت آزمایشی، این نمرات مربوط به این معیارها یکسان در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان گروه محصولات مواد شیمیایی در جدول (۸) ارائه شده است.

جدول (۸) جدول مقایسه ارزیابی تأمین‌کنندگان از طریق دو چارچوب

شماره تأمین‌کننده	رتبه‌بندی چارچوب پیشنهادی	رتبه‌بندی بر اساس روش اجرایی پیشین	میزان اختلاف در جایگاه
1	11	7	4+
2	9	13	4-
3	4	6	2-
4	1	3	2-
5	12	8	4+
6	10	5	5+
7	3	1	2+
8	13	12	1+
9	5	9	4-
10	7	11	4-
11	8	4	4+
12	2	2	0
13	6	14	-۴
14	14	10	4+

اما در مورد ارزیابی دوره‌ای اختلافی در ترتیب درجه اهمیت ابعاد وجود دارد. به این ترتیب که قابلیت اطمینان بر اساس خروجی پرسش‌نامه درجه اهمیت، رتبه چهارم و بر اساس خروجی اوزان فازی در درجه اول اهمیت قرار گرفته است؛ اما بعد کیفیت و زیست‌محیطی در جایگاه یکسانی قرار گرفتند. البته این نکته را نیز باید در نظر گرفته که اختلاف اوزان ابعاد مختلف، کم است؛ به‌عنوان مثال، ابعاد کیفیت و انعطاف‌پذیری با اختلاف ۰,۰۱ در جایگاه دوم و سوم بر اساس نتایج اوزان فازی قرار گرفتند.

پایین‌تر قرار گرفته است؛ چراکه وزن شرایط پرداخت طبق خروجی وزن‌دهی بر اساس نظر خبرگان بیشتر بوده است.

۶- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

از آن جا که فرآیند انتخاب تأمین‌کننده معیارهای کمی و کیفی متنوعی را در بر می‌گیرد، سازمان‌ها برای اجرای این فرآیند با یک مسئله تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره روبرو هستند. یکی از صنایعی که به‌شدت در امر انتخاب تأمین‌کننده باید دقت شود، صنعت الکترونیک است. چراکه ضمن وجود پیچیدگی در فرآیند تولید، کیفیت قطعات

نکته‌ای که در این تحلیل حائز اهمیت است، وجود مغایرت میان رتبه‌های به‌دست‌آمده از دو روش است. به‌عنوان نمونه، برای تأمین‌کننده شماره یک، اختلاف ۴ رتبه‌ای ایجاد شده، به آن علت است که نمره معیار سیاست‌های تخفیف و شرایط پرداخت کمتری داشته در حالی که وزن معیار به‌دست‌آمده در روش اجرایی جدید، بیشتر به‌دست‌آمده است؛ بنابراین خروجی آن بوده که این تأمین‌کننده در جایگاه پایین‌تری نسبت به سایر تأمین‌کنندگان قرار گیرد و یا در مورد تأمین‌کننده ۱۴، چون شرایط پرداخت به‌شدت ضعیفی داشته، در روش اجرایی جدید در اولویت‌های

خروجی، باید از استانداردهای خاصی برخوردار باشد تا امنیت کامل هنگام بهره‌گیری از آن‌ها حفظ شود.

با در نظر داشتن ملاحظات که اشاره شد، تلاش گردید در پژوهش حاضر یکی از چالش‌های سازمان نیان الکترونیک در موردبازنگری در فرآیند ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان، شناسایی و مرتفع گردد. در همین راستا هدف تحقیق، ارائه چارچوبی منعطف برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان سازمان با استفاده از رویکردهای تجزیه‌وتحلیل تصمیم‌گیری انتخاب شد. چارچوب پیشنهادی پژوهش در سه فاز اصلی انجام گرفت: (۱) انتخاب مجموعه معیار برای ارزیابی اولیه و دوره‌ای تأمین‌کنندگان با استفاده از مرور ادبیات موضوع و مصاحبه با خبرگان سازمان، (۲) وزن‌دهی به معیارها با استفاده از روش AHP فازی و (۳) رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان با استفاده از TOPSIS فازی. در انتها به علت آن‌که اجرای مقایسات زوجی توسط خبرگان ممکن بود با خطای انسانی همراه باشد، پرسش‌نامه‌ای جهت سنجش درجه اهمیت هر یک از معیارها توسط خبرگان تکمیل گردید و نتایج آن با خروجی فاز دوم تحقیق مقایسه گردید. کد اجرای فرآیند ارزیابی در نرم‌افزار متلب نوشته شد. خروجی پژوهش حاضر، علاوه بر سند پیش رو، چارچوبی یکپارچه و منعطف برای دپارتمان خرید سازمان نیان الکترونیک بوده تا کارشناس‌های مجموعه قادر باشند، علاوه بر رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان که

۷- فهرست منابع

- [1] Galankashi, M. R., Helmi, S. A., & Hashemzahi, P. (2016). Supplier selection in automobile industry: A mixed balanced scorecard-fuzzy AHP approach. *Alexandria Engineering Journal*, 55(1), 93-100.
- [2] Kotula, M., Ho, W., Dey, P. K., & Lee, C. K. M. (2015). Strategic sourcing supplier selection misalignment with critical success factors: Findings from multiple case studies in Germany and the United Kingdom. *International Journal of Production Economics*, 166, 238-247.
- [3] Dey, P. K., Bhattacharya, A., Ho, W., & Clegg, B. (2015). Strategic supplier performance evaluation: A case-based

یکی از زیر فرآیندهای مهم زنجیره تأمین به حساب می‌آید، معیارها و اوزان آن‌ها را نیز بنا به شرایط و صلاحدید مدیریت تغییر دهند. به‌عنوان مثال، در صورتی که مصوبه خاصی در رابطه با یکی از معیارها از سمت سازمان‌های دولتی تنظیم گردد، وزن آن معیار نیز هنگام انتخاب تأمین‌کننده تغییر می‌کند. با در دست داشتن چارچوب ارزیابی منعطف امکان تغییر اوزان و تعریف معیار جدید فراهم است. در چارچوب پیشنهادی تحقیق حاضر از منطق فازی نوع یک بهره گرفته شد، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی برای برطرف سازی خطای انسانی در تکمیل پرسش‌نامه‌ها از سایر رویکردهای مقابله با عدم قطعیت و یا توسعه منطق فازی نوع یک و بهره‌گیری از منطق فازی نوع دو استفاده شود. مورد مطالعه پژوهش حاضر، یک سازمان تولیدی در حوزه صنایع الکترونیک بود. پیشنهاد می‌شود از چارچوب پیشنهادی برای ارزیابی و انتخاب پیمانکاران و تأمین‌کنندگان صناعی مانند بانک، مراکز ارائه گردشگری، بیمارستان و سایر مراکز خدماتی استفاده شود. در پژوهش حاضر تلاش گردید که معیارهای ارزیابی اولیه و دوره‌ای تأمین‌کنندگان گردآوری و به‌صورت جداگانه وزن‌دهی شوند؛ پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، به تفکیک گروه محصولات مختلف، مجموعه معیار تعیین شود.

action research of a UK manufacturing organisation. *International Journal of Production Economics*, 166, 192-214.

[4] Karsak, E. E., & Dursun, M. (2015). An integrated fuzzy MCDM approach for supplier evaluation and selection. *Computers & Industrial Engineering*, 82, 82-93.

[5] Luthra, S., Govindan, K., Kannan, D., Mangla, S. K., & Garg, C. P. (2017). An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1686-1698.

[6] Amorim, P., Curcio, E., Almada-Lobo, B., Barbosa-Póvoa, A. P., & Grossmann, I.

operational and disruption risks. *Journal of Cleaner Production*, 174, 1351-1365.

[14] Lima-Junior, F. R., & Carpinetti, L. C. R. (2016). Combining SCOR® model and fuzzy TOPSIS for supplier evaluation and management. *International Journal of Production Economics*, 174, 128-141.

[15] Gold, S., & Awasthi, A. (2015). Sustainable global supplier selection extended towards sustainability risks from (1+ n) th tier suppliers using fuzzy AHP based approach. *Ifac-Papersonline*, 48(3), 966-971.

[16] Sarkar, S., Pratihar, D. K., & Sarkar, B. (2018). An integrated fuzzy multiple criteria supplier selection approach and its application in a welding company. *Journal of manufacturing systems*, 46, 163-178.

[17] Chai, J., Liu, J. N., & Ngai, E. W. (2013). Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature.

[18] Kamvysi, K., Gotzamani, K., Georgiou, A. C., & Andronikidis, A. (2010). Integrating DEAHP and DEANP into the quality function deployment. *The TQM Journal*, 22(3), 293-316.

[19] Deng, X., Hu, Y., Deng, Y., & Mahadevan, S. (2014). Supplier selection using AHP methodology extended by D numbers. *Expert Systems with Applications*, 41(1), 156-167.

[20] Guarnieri, P., & Trojan, F. (2019). Decision making on supplier selection based on social, ethical, and environmental criteria: A study in the textile industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 347-361.

[21] Galo, N. R., Calache, L. D. D. R., & Carpinetti, L. C. R. (2018). A group decision approach for supplier categorization based on hesitant fuzzy and

E. (2016). Supplier selection in the processed food industry under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 252(3), 801-814.

[7] Görener, A., Ayvaz, B., Kuşakcı, A. O., & Altınok, E. (2017). A hybrid type-2 fuzzy based supplier performance evaluation methodology: The Turkish Airlines technic case. *Applied Soft Computing*, 56, 436-445.

[8] Abdollahzadeh, H., & Atashgar, K. (2017). Optimal design of a multi-state system with uncertainty in supplier selection. *Computers & Industrial Engineering*, 105, 411-424.

[9] Ghorabae, M. K., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2017). A new multi-criteria model based on interval type-2 fuzzy sets and EDAS method for supplier evaluation and order allocation with environmental considerations. *Computers & Industrial Engineering*, 112, 156-174.

[10] Asadabadi, M. R. (2017). A customer based supplier selection process that combines quality function deployment, the analytic network process and a Markov chain. *European Journal of Operational Research*, 263(3), 1049-1062.

[11] Schätzle, S., & Jacob, F. (2017). Stereotypical supplier evaluation criteria as inferred from country-of-origin information. *Industrial Marketing Management*.

[12] Parkouhi, S. V., & Ghadikolaei, A. S. (2017). A resilience approach for supplier selection: Using fuzzy analytic network process and grey VIKOR techniques. *Journal of cleaner production*, 161, 431-451.

[13] Vahidi, F., Torabi, S. A., & Ramezankhani, M. J. (2018). Sustainable supplier selection and order allocation under

selection. *Expert Systems with Applications*, 61, 129-144.

[29] Bohner, C., & Minner, S. (2017). Supplier selection under failure risk, quantity and business volume discounts. *Computers & Industrial Engineering*, 104, 145-155.

[30] Shabanpour, H., Yousefi, S., & Saen, R. F. (2017). Future planning for benchmarking and ranking sustainable suppliers using goal programming and robust double frontiers DEA. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 50, 129-143.

[31] Manerba, D., Mansini, R., & Perboli, G. (2018). The capacitated supplier selection problem with total quantity discount policy and activation costs under uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 198, 119-132.

[32] نعمتی ابوذری، وحید. بهشتی‌نیا، محمدعلی. (۱۳۹۴) "ارائه مدلی جدید در تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی به منظور رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان (مطالعه موردی: شرکت تبلیغاتی)، نشریه تخصصی مهندسی صنایع، دوره ۴۹، شماره ۲، صفحه ۲۸۷-۲۹۸.

[33] ابراهیم‌پور ازبری، م. اکبری، م. عبداللهی، ع. موحدمنش، و. (۱۳۹۶) "ارایه چارچوبی برای ارزیابی عملکرد مدیران با استفاده از تاپسیس فازی و تحلیل پوششی داده‌های فازی"، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال چهاردهم، شماره چهارم، صفحه ۱۰۷-۸۹.

ELECTRE TRI. *International Journal of Production Economics*, 202, 182-196.

[22] Jadidi, O., Cavalieri, S., & Zolfaghari, S. (2015). An improved multi-choice goal programming approach for supplier selection problems. *Applied Mathematical Modelling*, 39(14), 4213-4222.

[۲۳] مقدس، ز. واعظ قاسمی، م. رحمانی پرچکلایی، ب. (۱۳۹۶) "انتخاب بهترین تأمین‌کننده با ورودی و خروجی‌های انعطاف‌پذیر در مدیریت زنجیره تأمین با تحلیل پوششی داده‌ها" مجله پژوهش‌های نوین در علوم ریاضی، سال سوم، شماره یازدهم.

[۲۴] کاظمی، ن. بزرگی امیری، ع. محمدپور عمران، م. (۱۳۹۶) "ارائه‌ی یک مدل ترکیبی از ANP فازی بازه‌ای، FMEA فازی بازه‌ای برای انتخاب تأمین‌کنندگان تحت شرایط ریسک"، مجله مهندسی صنایع و مدیریت شریف، دوره ۱-۲۳، شماره ۱، صفحه ۱۲۳-۱۳۴.

[25] Graham, G., Freeman, J., & Chen, T. (2015). Green supplier selection using an AHP-Entropy-TOPSIS framework. *Supply Chain Management: An International Journal*.

[27] Chai, J., & Ngai, E. W. (2015). Multi-perspective strategic supplier selection in uncertain environments. *International Journal of Production Economics*, 166, 215-225.

[28] Tavana, M., Fallahpour, A., Di Caprio, D., & Santos-Arteaga, F. J. (2016). A hybrid intelligent fuzzy predictive model with simulation for supplier evaluation and