نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید

نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید

IERPS

ISSN: 2345-2269

سال دهم، شماره بیست و یکم، پاییز و زمستان ۱۴۰۱، صفحه ۱۷۱-۱۸۵

www.ier.basu.ac.ir

DOI: 10.22084/IER.2023.27191.2107

انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار در زنجیره‌تأمین صنایع لبنی با استفاده از روش ترکیبی دیمتل فازی و ویکور فازی؛ مطالعه موردی

سحر آقابراری کاظمی[۱]، ابراهیم اسدی‌گنگرج[۲*]، علی دیوسالار[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، بابل، ایران

۲. دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، بابل، ایران

۳. استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، بابل، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

دریافت ۱۴۰۱/۳/۱۴

پذیرش ۱۴۰۱/۰۹/۰۵

(مقاله پژوهشی)

کلمات کلیدی:

انتخاب تأمین‌کننده پایدار

صنایع لبنی

دیمتل فازی

ویکور فازی

خلاصه

در دنیای امروز با توسعه سیستم‌های اطلاعاتی، افزایش آگاهی‌های اجتماعی، گوناگونی در تقاضای مشتریان و محیط رقابتی موجب تمرکز بیشتر شرکت‌ها بر روی مدیریت زنجیره‌تأمین شده است. با افزایش مسائل زیست‌محیطی مانند تغییرات آب‌وهوایی و انتشار گازهای گلخانه‌ای از یک طرف و مسائل اجتماعی نظیر عدم توجه به حقوق ذینفعان در صنایع از طرف دیگر سبب شده است که شرکت‌ها علاوه‌بر درنظر گرفتن سودآوری زنجیره‌تأمین، اهداف زیست‌محیطی و اجتماعی را نیز درنظر بگیرند. از این‌رو مفهوم زنجیره‌های تأمین پایدار معرفی شده است که به‌دنبال بهینه‌کردن زنجیره‌تأمین در هر سه شاخص اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است. در این تحقیق به ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار در شرکت تولید محصولات لبنی شادشیر پرداخته شده است. برای این منظور، ابتدا معیارهای پایداری زنجیره‌تأمین با استفاده از مطالعه تحقیقات پیشین شناسایی شدند و درادامه از تیم تصمیم‌گیری درخواست شد تا میزان اهمیت و مرتبط بودن هریک از معیارها را نسبت به یکدیگر تعیین کنند. برای تعیین وزن معیارها از روش دیمتل فازی استفاده شد و با استفاده از روش ویکور فازی، تأمین‌کنندگان مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار گرفتند؛ درنهایت تحلیل حساسیت بر روی پارامترهای مهم مسأله انجام شده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که معیارهای اقتصادی و اجتماعی دارای تأثیرگذاری بیشتری در انتخاب تأمین‌کنندگان در این زنجیره‌تأمین هستند.

۱. مقدمه

با افزایش رقابت و تحولات بازار و محیط کسب‌وکار، سازمان‌ها به‌دنبال کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی و بهبود در فرآیندها هستند. این شرایط سبب تغییر روش‌های تأمین اقلام و ارتباط میان خریداران و تأمین‌کنندگان شده است. تأمین‌کنندگان می‌توانند به‌طور مستقیم بر عملکرد مالی و سودآوری شرکت از طریق فعالیت خرید تأثیر بگذارند و تأثیرات نفوذ آن‌ها در هزینه‌های توسعه محصول، سطح موجودی‌ها، برنامه‌ریزی تولید، تحویل به‌هنگام محصول و خدمات خواهد بود. انتخاب تأمین‌کننده از مهم‌ترین تصمیماتی است که در زنجیره‌تأمین توسط خریداران و سازمان‌ها گرفته می‌شود. به‌منظور انجام ارزیابی تأمین‌کنندگان می‌توان از معیارهای متفاوتی استفاده کرد. مدیران با به‌کارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه می‌توانند با استفاده از داده‌های کمی و کیفی و معیارهای متفاوت برای تصمیم‌گیری که اغلب با یکدیگر در تعارض هستند، به طریقی عقلایی اقدام به انتخاب و ارزیابی تأمین‌کنندگان نمایند. در گذشته فرآیند انتخاب تأمین‌کننده تنها از معیار اقتصادی تشکیل شده بود و سازمان‌ها به‌صورت سنتی

* نویسنده مسئول: ابراهیم اسدی گنگرج

تلفن: ۳۳۵۰۱۸۱۴-۰۱۱؛ پست الکترونیکی: e.asadi@nit.ac.ir

مواردی مانند قیمت، کیفیت و انعطاف‌پذیری را به‌عنوان معیارهایی در ارزیابی تأمین‌کننده درنظر می‌گرفته‌اند. اما کاهش سریع منابع طبیعی، افزایش نگرانی در مورد مباحث زیست‌محیطی مانند انتشار گازهای گلخانه‌ای، افزایش نگرانی جوامع در مورد توزیع ناعادلانه ثروت و نابرابری‌های اجتماعی، افزایش آگاهی مشتریان نسبت به این مسائل و مسئولیت‌های اجتماعی و همچنین افزایش قدرت مشتریان سبب شده تا مدیریت زنجیره‌تأمین تنها بر مسائل اقتصادی تمرکز نکند، بلکه شرایط مناسب کاری و تولیدات سازگار با محیط زیست را نیز درنظر بگیرد [۱،۲].

ازآنجایی که سازمان‌ها بسیاری از خدمات و کالاهای مورد نیاز خود را از طریق خرید تأمین می‌کنند و از سویی، تأکید و توجه سازمان‌ها به برون‌سپاری، موجب شده تا سازمان‌ها بیش از پیش به تأمین‌کنندگان وابسته شوند؛ این امر بر اهمیت و ارزیابی انتخاب تأمین‌کنندگان افزوده است. بدین سبب، انتخاب درست و اصولی تأمین‌کنندگان می‌تواند تأثیر به‌سزایی در کاهش هزینه‌های زنجیره‌تأمین داشته باشد. دستیابی به پایداری تنها برعهده سازمان نیست، بلکه ذینفعان زنجیره‌تأمین از جمله تأمین‌کنندگان نیز در این زمینه نقش مهمی ایفا می‌کنند؛ چراکه در بعضی مواقع عدم توجه آنان به مسئولیت‌های اجتماعی و زیست‌محیطی، تأثیر منفی بر تصورات مشتریان می‌گذارد. درواقع، درنظر گرفتن ویژگی‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی تأمین‌کنندگان در طی فرآیند ارزیابی و انتخاب آن‌ها نخستین گام در دستیابی به زنجیره‌تأمین پایدار است [۳]. بنابراین، انتخاب یک تأمین‌کننده مناسب علاوه‌بر معیارهای مالی واقتصادی، به مسائل محیطی و مسئولیت‌های اجتماعی نیز بستگی دارد. با تلفیق معیارهای اقتصادی، مسائل محیطی و مسئولیت‌های اجتماعی در زنجیره‌تأمین، مفهوم پایداری شکل می‌گیرد.

در سال‌های اخیر، صنعت غذایی ایران به یکی از صنایع پیشرو در کشور تبدیل شده و جایگاه ویژه‌ای در رشد و توسعه کشور داشته است. این صنعت در مقایسه با سایر صنایع کشور از موقعیت رقابتی بهتری برخوردار است [۴]. صنعت لبنیات به‌عنوان یکی از زیرمجموعه‌های اصلی صنایع‌غذایی با زنجیره ارزش طولانی و حلقه‌های متعدد، می‌تواند صنعتی مؤثر و کارآمد در هر اقتصادی باشد. صنعتی که می‌تواند با ایجاد ارزش افزوده اقتصادی و خلق فرصت‌های شغلی متنوع، راه‌حلی برای حل مشکلات کلان و خرد اقتصادی جوامع باشد.

مسأله تحقیق حاضر شناسایی معیارهای مهم پایداری در انتخاب تأمین‌کننده و درجه اهمیت آن‌ها و درنهایت، رتبه‌بندی و انتخاب تأمین‌کننده پایدار شیر براساس این عوامل در شرکت لبنیات شادشیر است. شرکت لبنیات شادشیر، یک شرکت تولیدی و توزیعی در حوزه لبنیات واقع در شهرک صنعتی بندپی شرقی بابل در استان مازندران است. برای این‌منظور، ابتدا با مطالعه ادبیات مرتبط با حوزه زنجیره‌تأمین پایدار و مسأله انتخاب تأمین‌کننده، معیارهای پایداری شناسایی شدند. سپس از طریق توزیع پرسشنامه میان اعضای تیم تصمیم‌گیری شرکت شادشیر، از آن‌ها خواسته شد تا نظر خود در رابطه با میزان اهمیت هریک از معیارها را بیان کنند. پس از بررسی نتایج پرسشنامه، ۹ معیار برای مسأله انتخاب پایدار تأمین‌کننده شیر خام شرکت شادشیر مشخص شدند. در مرحله بعد، با استفاده از تکنیک دیمتل فازی وزن هریک از معیارها محاسبه شدند. برای ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان نیز روش ویکور فازی مورد استفاده قرار گرفته است.

بخش‌های مختلف مقاله به‌صورت زیر سازماندهی شده است: بخش دوم به‌صورت خلاصه به مرور مقالات مرتبط می‌پردازد و بخش سوم روش تحقیق مورد استفاده را معرفی می‌کند که شامل روش‌های دیمتل فازی و ویکور فازی است. بخش چهارم پیاده‌سازی رویکرد پیشنهادی مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از کاربرد رویکرد ارائه شده بر روی مطالعه موردی در بخش پنجم ارائه می‌شود. بخش ششم اعبارسنجی مدل انجام خواهد شد و درنهایت بخش هفتم نتایج حاصل از تحقیق و پیشنهادات آتی را معرفی می‌کند.

۲. پیشینه تحقیق

باتوجه به اهمیت موضوع مطرح شده، در این بخش تحقیقاتی که در چند سال اخیر در حوزه زنجیره‌تأمین پایدار و انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه توسط محققان مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته‌اند، به‌طور خلاصه مرور می‌شوند. لوترا و همکاران در سال ۲۰۱۶ به بررسی اهمیت موضوع پایداری در صنعت خودروسازی در هند پرداختند. آن‌ها با برگزاری جلسات طوفان فکری، معیارها را در سه بعد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی دسته بندی شدند. برای دستیابی به هدف مورد نظر، از روش‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و ویکور استفاده شده است. سپس با کمک وزن معیارها و روش ویکور، ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان صورت گرفت [۵]. اواستی و همکاران در سال ۲۰۱۷ با ارائه یک روش ترکیبی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی و ویکور فازی به ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده پایدار در شرکت تولیدی قطعات الکترونیکی پرداختند. در این پژوهش معیارهای پایداری از طریق مطالعه ادبیات پیشین استخراج شده است. آن‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی معیارها را وزن‌دهی نمودند و سپس به رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان از طریق روش ویکور فازی پرداختند [۶]. گورن و همکاران در سال ۲۰۱۸، در پژوهشی به ارائه چارچوبی برای انتخاب تأمین‌کننده پایدار و مسأله تخصیص سفارش پرداختند. این چارچوب از سه روش یکپارچه تشکیل شده است که ابتدا باتوجه به موضوع تأثیرگذاری معیارها بر یکدیگر، از روش دیمتل برای محاسبه وزن معیارها و اعداد فازی مثلثی به‌دلیل کاربرد آسان برای بیان ترجیحات استفاده شده است. سپس وزن‌های به‌دست آمده به‌عنوان ورودی برای روش تاگوچی به‌منظور رتبه‌بندی شش تأمین‌کننده به‌کار گرفته شد [۷]. گویندان و همکاران در سال ۲۰۱۹ به بررسی مسأله انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره‌تأمین حلقه بسته سبز تحت شرایط عدم‌قطعیت پرداختند. در این پژوهش، با به‌کارگیری روش‌های فرآیند تحلیل شبکه فازی و دیمتل فازی به

بررسی رابطه میان معیارها و انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب پرداخته شد. در مرحله دوم، برای تعیین میزان تخصیص سفارش به هریک از تأمین‌کنندگان از روش برنامه‌ریزی ریاضی استفاده شد. این مدل ریاضی، که بر روی مسأله موجودی-مکان‌یابی-مسیریابی با هدف کمینه‌کردن هزینه و کمبود تحت شرایط عدم قطعیت توسعه داده شد [۸]. صاحب‌جمع‌نیا در سال ۲۰۲۰ مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان تاب‌آور و تخصیص سفارشات را تحت شرایط عدم قطعیت مورد بررسی قرار داد. او از روش ترکیبی دیمتل و ANP فازی برای یافتن کارایی هر تأمین‌کننده استفاده کرد. او همچنین یک مدل ریاضی برای بیشینه‌کردن کارایی کل و کمینه‌کردن هزینه کل توسعه داد و درنهایت برای ارزیابی عملکرد رویکرد پیشنهادی از داده‌های موجود در صنعت تولید مبلمان در ایران استفاده کرد [۹]. تانگ و همکاران در سال ۲۰۲۲، از روش پرامیتی (II) گسترش یافته برای ارزیابی عملکرد و انتخاب تأمین‌کنندگان در صنایع کوچک و متوسط با درنظر گرفتن معیارهای استفاده کردند. آن‌ها در ابتدا یک چارچوبی کلی برای ارزیابی پایدار تأمین‌کنندگان ارائه کردند و سپس با استفاده از روش توسعه داده شده به انتخاب تأمین‌کنندگان برای صنایع کوچک و متوسط پرداختند [۱۰].

واو و همکاران در سال ۲۰۲۲ از یک روش تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره برای انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار استفاده کردند. آن‌ها از روش‌های دیمتل و ویکور برای این منظور استفاده نمودند. آن‌ها برای ارزیابی اثربخشی و کارایی رویکرد پیشنهادی، اطلاعات یک شرکت واقعی را به‌کار بردند [۱۱]. زندکریمخانی و همکاران در سال ۲۰۲۲ یک رویکرد کاربردی مبتنی‌بر روش تصمیم‌گیری چندمعیاره برای انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار تحت شرایط عدم قطعیت استفاده کردند. آن‌ها ابتدا با استفاده از روش AHP، وزن هر کدام از معیارها را محاسبه کردند و سپس با استفاده از روش ویکور، تأمین‌کنندگان را رتبه‌بندی نمودند. در این تحقیق از اعداد بازه‌ای برای درنظر گرفتن عدم قطعیت استفاده شده است. آن‌ها از روش پیشنهادی در این تحقیق برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان در صنایع تولید قوطی‌های آلومینیومی استفاده کردند [۱۲]. گونچو و چتین در سال ۲۰۲۲ یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره جامع برای انتخاب تأمین‌کنندگان در صنایع الکترونیک پیشنهاد دادند. برای این منظور از روش ترکیبی دیمتل و ANP استفاده شده است. مهم‌ترین معیارهایی که در این تحقیق استفاده شده‌اند عبارتند از: قیمت، کیفیت، لجستیک، ایمنی و پایداری. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده اهمیت زیاد معیار پایداری در انتخاب تأمین‌کنندگان است [۱۳]. رهاردجو و همکاران در سال ۲۰۲۳ از روش‌های ترکیبی دیمتل، ویکور و ANP برای انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار استفاده کردند. آن‌ها از روش‌های دیمیل و ANP برای مدل‌سازی و ارزیابی استقلال معیارها استفاده کرده‌اند. سپس با استفاده از روش ویکور برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان استفاده شده است. برای ارزیابی کارایی رویکرد پیشنهادی، داده‌های صنعت الکترونیک در کشور تایوان به‌کار گرفته شده است [۱۴].

همان‌گونه که مشاهده می‌شود طیف وسیعی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره توسط پژوهشگران برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در سال‌های اخیر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با مرور بر این تحقیقات مهم‌ترین جنبه‌های نوآوری و همچنین دستاورهای این تحقیق حاضر به‌شرح ذیل است:

- اگرچه در سال‌های اخیر روش‌های دیمتل فازی و ویکور فازی در سایر زمینه‌های تصمیم‌گیری مورد استفاده محققان قرار گرفته است، اما ترکیب دو روش تاکنون برای مسأله ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان مورد استفاده قرار نگرفته است.
- برای استفاده از این دو روش، از یک پرسشنامه بومی استفاده شده است. با مطالعه منابع معتبر علمی، معیارهای مهم در این زمینه انتخاب و سپس لیست معیارها به‌صورت پرسشنامه دراختیار خبرگان شرکت قرار داده شد و معبارهای مهم شناسایی شد.
- از دیگر جنبه‌های نوآوری تحقیق حاضر این است که تاکنون روشی علمی و مدون برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در شرکت شادشیر مورد استفاده قرار نگرفته است.
- نتایج حاصل از این تحقیق دراختیار واحد سازمانی قرار گرفته است و در فرآیند انتخاب تأمین‌کنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳. روش تحقیق

در این بخش به بیان روش انجام تحقیق حاضر و خلاصه‌ای از مطالعه موردی پرداخته می‌شود. برای این منظور ابتدا مطالعه موردی و فرآیند انجام تحقیق معرفی خواهد شد و درادامه روش‌های دیمیتل فازی و ویکور فازی بیان خواهند شد.

۳-۱. معرفی مطالعه موردی و فرآیند انجام تحقیق

شرکت شادشیر شمال واقع در شهرک صنعتی رجه بندپی شرقی بابل در سال ۱۳۸۵ در تهران به ثبت رسیده و در سال ۱۳۸۸ آغاز به‌کار نموده است. در ابتدای فعالیت خود انواع ماست کم‌چرب و پرچرب در اوزان مختلف، ماست طعم‌دار در اوزان مختلف، انواع دوغ پاستوریزه و شیر پاستوریزه کم‌چرب و پرچرب تولید و در بازار عرضه می‌نمود. در سال ۱۳۹۴ مدیران شرکت تصمیم به توسعه محصولات و خط تولید گرفتند. در این طرح توسعه خامه قنادی، خامه صبحانه، پنیر سفید، پنیر لاکتیکی و دوغ گازدار به محصولات تولیدی اضافه شد. محصولات این شرکت در استان‌های مازندران، گیلان، گلستان، تهران، همدان، زنجان، البرز، اصفهان، کرمان و هرمزگان عرضه می‌شود. با افزایش تولید و تنوع در محصولات و عرضه به مشتریان بیشتر، دو دامداری صنعتی مهران بابل و مهدشت ساری و ۱۵۰ خانوار روستایی که وظیفه تأمین شیر خام را برعهده داشتند، دیگر پاسخ‌گوی نیاز این شرکت نبودند. لذا شرکت شادشیر، تصمیم به تأمین شیر خام مورد نیاز خود از دامداری‌های خارج از استان مازندران نموده است. در حال حاضر دامداری پاکدشت حسن‌آباد قم، دامداری کشت و صنعت خرم‌دره زنجان، شرکت شیر و گوشت مهدشت ساری، شرکت کشت و دامداری فکا اصفهان، دامداری گاودشت بابل و دامداری مهران بابل به‌عنوان

اصلی‌ترین شرکت‌های تأمین‌کننده شیرخام شرکت شادشیر شناخته می‌شوند که این تأمین‌کنندگان در این تحقیق درنظر گرفته شده‌اند.

فرآیند انتخاب تأمین‌کننده از نظر روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه به سه مرحله نیاز دارد. در ابتدا باید معیارهای مهم در زمینه انتخاب تأمین‌کننده شناسایی شوند و سپس با استفاده از روش‌های موجود، میزان اهمیت هر کدام از معیارها را تعیین نمود. درنهایت با انتخاب مدل مناسب، اولویت و رتبه تأمین‌کنندگان مشخص شود. در این تحقیق تیم تصمیم‌گیری، گروهی از خبرگان شرکت هستند که نظرات آن‌ها، نظرات کارشناسی محسوب می‌شود. بعد از مصاحبه و مشورت با مدیریت ارشد، تعدادی از مدیران میانی شرکت که دانش لازم و کافی در این زمینه هستند، به‌عنوان اعضای تیم تصمیم‌گیری انتخاب شدند. این افراد در زمینه مذاکره با تأمین‌کنندگان و تأمین شیرخام شرکت دارای سابقه و تجربه کافی می‌باشند. هدف، ارزیابی و اولویت‌بندی شش تأمین‌کننده‌ای است که در حال حاضر وظیفه تأمین شیر خام در شرکت شادشیر را برعهده دارند.

ابزار جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز در این تحقیق، پرسشنامه است. درواقع ماتریس‌های تصمیم روش دیمتل فازی و ویکور فازی در قالب پرسشنامه در اختیار اعضای تیم تصمیم‌گیری قرار گرفته و نتایج حاصل از آن‌ها با استفاده از میانگین حسابی با یک‌دیگر ادغام شده است.

با مطالعه مقاله‌های معتبر علمی، معیارهای مهم در زمینه انتخاب تأمین‌کننده پایدار تعیین شده‌اند. تعدادی از معیارها که در مقالات به‌کار گرفته شده است به‌دلیل اشتراک مفهومی با معیارهای دیگر یا کاربردی نبودن مفهوم آن‌ها در زمینه انتخاب تأمین‌کننده پایدار در زنجیره‌تأمین شرکت مورد مطالعه، حذف شده‌اند. سپس، به‌منظور تأیید و انتخاب معیارهای نهایی در هریک از ابعاد پایداری، لیست معیارها به‌صورت پرسشنامه دراختیار خبرگان شرکت قرار داده شد. در این پرسشنامه که به آن پرسشنامه بومی‌سازی گفته می‌شود، از تیم تصمیم‌گیری شرکت شادشیر درخواست شد تا با استفاده از دانش و تجربه خود در زمینه انتخاب تأمین‌کنندگان میزان اهمیت این معیارها را مشخص نمایند. پس از ارزیابی معیارها توسط تیم تصمیم‌گیری براساس طیف لیکرت ۵ درجه، متوسط امتیازات داده شده به هر معیار محاسبه شد. درنهایت، معیارهایی که میانگین درجه اهمیت آن‌ها بیشتر از متوسط درجه اهمیت (۳/۹۵۲) بود، به‌عنوان معیار نهایی انتخاب شدند. جدول (۱) میانگین امتیازات تیم تصمیم‌گیری را برای هر معیار نشان می‌دهد.

نتیجه این مرحله حذف معیارهای سیستم مدیریت زیست‌محیطی/طراحی سبز و حمل‌ونقل/ لجستیک سبز از بعد زیست-محیطی و معیارهای حقوق و منافع کارگران/ پرسنل، ساعات کار استاندارد و حقوق ذینفعان/ سهام‌داران از بعد اجتماعی بود. درنهایت، معیارهای فرآیند ارزیابی تأمین‌کنندگان شیر خام در شرکت شادشیر و علامت اختصاری آن‌ها، در جدول (۲) آمده است.

جدول (۱). میانگین نظرات تیم تصمیم‌گیری برای درجه اهمیت معیارها

ابعاد	معیار	میانگین نظرات
اقتصادی	هزینه	۴/۶۶
	تحویل به‌موقع	۴/۶۶
	سطح تکنولوژی	۴
	کیفیت	۴/۳۳
	مسافت	۴
زیست‌محیطی	سیستم مدیریت زیست‌محیطی	۳/۳۳
	طراحی سبز	۳/۶۶
	حمل‌ونقل/ لجستیک سبز	۳/۶۶
	مصرف منابع	۴
	آلودگی	۴
اجتماعی	بهداشت و ایمنی حرفه‌ای	۴
	حقوق و منافع کارگران/ پرسنل	۳
	ساعات کار استاندارد	۳/۶۶
	توجه به حقوق مشتری	۴/۶۶
	حقوق ذینفعان/ سهام‌داران	۳/۶۶

جدول (۲). معیارهای تحقیق

ابعاد	معیار	علامت اختصاری
اقتصادی	هزینه	C
	تحویل به‌موقع	TD
	سطح تکنولوژی	TL
	کیفیت	Q
	مسافت	D
زیست‌محیطی	مصرف منابع	RC
	آلودگی	P
اجتماعی	سیستم سلامت و ایمنی حرفه‌ای	OS
	توجه به حقوق مشتری	CR

پس از تعیین شدت روابط میان معیارها و وزن آن‌ها با استفاده از تکنیک فازی دیمتل، گزینه‌ها که همان تأمین‌کنندگان شیر خام شرکت شادشیر هستند، از طریق روش ویکور فازی رتبه‌بندی می‌شوند. در همین راستا، پرسشنامه‌ای جهت مقایسه تأمین‌کنندگان باتوجه به معیارها طراحی شد. این پرسشنامه، شامل ماتریسی است که سطرهای آن را اسامی تأمین‌کنندگان شیر خام شرکت شادشیر و ستون‌های آن را معیارهای پایداری بومی شده تشکیل می‌دهد. اعضای تیم تصمیم‌گیری باید هریک از تأمین‌کنندگان را باتوجه به معیارها مقایسه کرده و نظرات خود را نسبت به عملکرد تأمین‌کنندگان براساس معیارها بیان نمایند. برای تکمیل ماتریس تصمیم ویکور فازی اگر معیارها جنبه کمی داشته باشند عدد واقعی وارد می‌شود ولی اگر جنبه کیفی داشته

باشند براساس طیف ۱ تا ۹ این فرآیند صورت می‌گیرد. در این تحقیق، معیار هزینه و مسافت کمی بوده و اعداد واقعی متناظر با آن‌ها برای هریک از تأمین‌کنندگان در ماتریس تصمیم وارد می‌شود. سایر معیارها کیفی هستند و براساس قضاوت‌های شفاهی تیم تصمیم‌گیری به‌صورت کلامی در ماتریس تصمیم نوشته می‌شوند. پس از تکمیل ماتریس تصمیم توسط خبرگان، میانگین حسابی نظرات آن‌ها محاسبه شده و سایر مراحل روش ویکور فازی جهت رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان انجام می‌گیرد. مراحل تحقیق در قالب شکل (۱) نشان داده شده است.

شکل (۱). مراحل انجام تحقیق

۳-۲. تکنیک دیمتل فازی

روش دیمتل که اولین‌بار توسط فونتلا و گابوس مورد استفاده قرار گرفت، در مسائلی کاربرد دارد که یک سیستم با معیارها دارای ارتباطات داخلی پیچیده است؛ به‌گونه‌ای‌که برای حل این مسائل پیچیده از نظر خبرگان استفاده می‌کند. یکی از مهم‌ترین کارکردهای تکنیک دیمتل در فرآیندهای حل مسأله، ساختاردهی به عوامل پیچیده در قالب گروه‌های علت و معلولی است. بدین صورت که با تقسیم‌بندی مجموعه وسیعی از عوامل پیچیده در قالب گروه‌های علت و معلولی، تصمیم‌گیرنده را در شرایط مناسب‌تری از درک روابط قرار می‌دهد. از برتری‌های دیگر این روش نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری بر پایه مقایسه‌های زوجی، پذیرش بازخورد روابط است؛ یعنی در ساختار حاصل هر عنصر می‌تواند بر کلیه عناصر هم سطح، سطح بالاتر یا پایین‌تر از خود تأثیر گذاشته و به‌صورت متقابل از تک تک آن‌ها نیز تأثیر پذیرد [۱۸].

برآورد نظرات خبرگان با مقادیر عددی دقیق، به‌ویژه در شرایط عدم‌قطعیت، بسیار دشوار است؛ چراکه نتایج تصمیم‌گیری به‌شدت به قضاوت‌های ذهنی غیردقیق و مبهم وابسته است. این عامل سبب نیاز به منطق فازی در تکنیک دیمتل شده است. درنتیجه در تکنیک دیمتل فازی از متغیرهای زبانی فازی استفاده می‌شود و تصمیم‌گیری در شرایط عدم‌اطمینان محیطی را تسهیل می‌کند. درادامه به‌تشریح مراحل تکنیک دیمتل فازی پرداخته می‌شود [۱۹]:

گام اول (تشکیل ماتریس فازی ارتباط مستقیم): در روش دیمتل فازی برای اندازه‌گیری روابط بین معیارها باید آن‌ها را در یک ماتریس مربعی قرار داده و از تیم تصمیم‌گیری خواسته شود آن‌ها را به‌صورت زوجی و براساس میزان تأثیرشان بر یکدیگر با هم مقایسه کنند. برای انجام محاسبات، نخست باید از یک طیف زبانی مناسب برای گردآوری داده‌ها استفاده کرد. مقیاس‌های زبانی مورد استفاده در این روش و مقادیر متناظر با آن‌ها در جدول (۳) آمده است.

جدول (۳). عبارات زبانی مورد استفاده و اعداد فازی متناظر در دیمتل

عبارات زبانی	اعداد فازی
بدون تأثیر/ No Influence (No)	(۰,۰,۰.۲۵)
تأثیر بسیار کم/ Very Low Influence (VL)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)
تأثیر کم/ Low Influence (L)	(۰.۲۵,۰.۵,۰.۷۵)
تأثیر زیاد/ High Influence (H)	(۰.۵,۰.۷۵,۱)
تأثیر بسیار زیاد/ Very High Influence (VH)	(۰.۷۵,۱,۱)

$$\tilde{Z} = \begin{bmatrix} 0 & \tilde{z}_{12} & \cdots & \tilde{z}_{1n} \\ \tilde{z}_{21} & 0 & \cdots & \tilde{z}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{z}_{n1} & \tilde{z}_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (۱)$$

$$\tilde{Z} = \frac{\tilde{Z}^1 \oplus \tilde{Z}^2 \oplus \cdots \oplus \tilde{Z}^k}{K} \quad (۲)$$

$$\tilde{z}_{ij} = \left(l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}\right) \quad (۳)$$

$\tilde{Z} = \left[\tilde{z}_{ij}\right]_{n\times n}$ همان ماتریس فازی ارتباط مستقیم است که از میانگین حسابی نظرات خبرگان به‌دست آمده است.

گام دوم (نرمال سازی ماتریس فازی ارتباط مستقیم): ماتریس $\tilde{Z}$ براساس روابط (۵) تا (۷) نرمال خواهد شد. برای این منظور، تمامی درایه‌های ماتریس بر بیشینه مقدار مجموع کران‌های بالای درایه‌های هر سطر تقسیم می‌شود.

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & \cdots & \tilde{x}_{nn} \end{bmatrix} \quad (۴)$$

$$\tilde{X} = \frac{\tilde{Z}}{s} \quad (۵)$$

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{\tilde{z}_{ij}}{s} = \left(\frac{l_{ij}}{s}, \frac{m_{ij}}{s}, \frac{u_{ij}}{s}\right) = \left(l'_{ij}, m'_{ij}, u'_{ij}\right) \quad (۶)$$

$$s = \max_{1\le i\le n} \sum_{j=1}^{n} u_{ij} \quad (۷)$$

گام سوم (محاسبه ماتریس فازی ارتباط کل): در این گام ابتدا تفاضل ماتریس نرمال از ماتریس همانی محاسبه می‌شود و سپس از ماتریس

حاصل معکوس گرفته و در انتها ماتریس نرمال در ماتریس حاصل ضرب می‌شود:

$$\tilde{T} = \lim_{h\to\infty}(\tilde{X} + \tilde{X}^2 + \cdots + \tilde{X}^h) \quad (۸)$$

$$\tilde{T} = \begin{bmatrix} \tilde{t}_{11} & \tilde{t}_{12} & \cdots & \tilde{t}_{1n} \\ \tilde{t}_{21} & \tilde{t}_{22} & \cdots & \tilde{t}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{t}_{n1} & \tilde{t}_{n2} & \cdots & \tilde{t}_{nn} \end{bmatrix} \quad (۹)$$

$$\tilde{t}_{ij} = \left(l''_{ij}, m''_{ij}, u''_{ij}\right) \quad (۱۰)$$

$$X_l = \begin{bmatrix} 0 & l'_{12} & \cdots & l'_{1n} \\ l'_{21} & 0 & \cdots & l'_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l'_{n1} & l'_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (۱۱)$$

$$X_u = \begin{bmatrix} 0 & u'_{12} & \cdots & u'_{1n} \\ u'_{21} & 0 & \cdots & u'_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u'_{n1} & u'_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (۱۲)$$

$$X_m = \begin{bmatrix} 0 & m'_{12} & \cdots & m'_{1n} \\ m'_{21} & 0 & \cdots & m'_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m'_{n1} & m'_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (۱۳)$$

$$\begin{aligned} \left[l''_{ij}\right] &= \lim_{h\to\infty}(X_l + X_l^2 + \cdots + X_l^h) \\ &= \lim_{h\to\infty} X_l \times (I + X_l + X_l^2 + \cdots + X_l^{h-1}) \\ &= \lim_{m\to\infty} X_l \times \left(\frac{I - X_l^h}{I - X_l}\right) \\ &= \frac{X_l}{I - X_l} = X_l \times (I - X_l)^{-1} \end{aligned} \quad (۱۴)$$

$$\left[m''_{ij}\right] = X_m \times (I - X_m)^{-1} \quad (۱۵)$$

$$\left[u''_{ij}\right] = X_u \times (I - X_u)^{-1} \quad (۱۶)$$

گام چهارم (رسم نمودار علی): برای رسم نمودار علی، ابتدا جمع عناصر هر سطر $(\tilde{R}_i)$ و جمع عناصر هر ستون $(\tilde{C}_j)$ از ماتریس فازی محاسبه می‌شود:

$$\tilde{R}_i = \sum_{j=1}^{n} \tilde{t}_{ij} \quad (i = 1, \cdots, n) \quad (۱۷)$$

$$\tilde{C}_j = \sum_{i=1}^{n} \tilde{t}_{ij} \quad (j = 1, \cdots, n) \quad (۱۸)$$

درنتیجه مقادیر $(\tilde{R}_i \oplus \tilde{C}_i)$ و $(\tilde{R}_i \Theta \tilde{C}_i)$ به‌دست می‌آیند. برای ترسیم نمودار علی باید این دو مقدار را غیرفازی کرد. در تحقیق حاضر برای غیرفازی کردن از روش CFCS[1] استفاده شده است. بعد از تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی، نموداری در دستگاه مختصات دکارتی ترسیم می‌شود. در این دستگاه، محور افقی بیان‌گر مقادیر $(R_i + C_i)$ و محور عمودی بیانگر مقادیر $(R_i - C_i)$ می‌باشد. بردار افقی $(R_i +$ $C_i)$ میزان تأثیر و تأثر عامل مورد نظر در سیستم است؛ به‌عبارت دیگر هرچه مقدار $(R_i + C_i)$ عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد. بردار عمودی $(R_i - C_i)$ قدرت تأثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. به‌طور کلی اگر $(R_i - C_i)$ مثبت باشد، متغیر یک متغیر علی محسوب می‌شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود.

گام پنجم (محاسبه وزن معیارها): در روش دیمتل برای محاسبه میزان اهمیت و وزن معیارها از نمودار علی استفاده می‌شود. همان‌طور که در گام قبلی ذکر شد، در نمودار علی موقعیت هر معیار با نقطه‌ای به مختصات (R+C , R-C) تعیین می‌شود. لذا طول برداری که از مبدأ تا موقعیت معیار مورد نظر، نشان‌دهنده وزن هر معیار است [۹،۲۰]:

$$w_i = \sqrt{\left(R_i + C_i\right)^2 + \left(R_i - C_i\right)^2}; \quad \left(i = 1, \cdots, n\right) \quad (۱۹)$$

درنهایت، میزان اهمیت هر معیار براساس رابطه (۱۹) نرمال می‌شود:

$$\bar{W}_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} \quad (۲۰)$$

$$0 \le \bar{W}_i \le 1 \quad (۲۱)$$

$$\sum_{i=1}^{n} \bar{W}_i = 1 \quad (۲۲)$$

درنهایت با استفاده از روابط (۲۰) تا (۲۲) مقدار $\bar{W}_i$ تعیین می‌شود که بیانگر وزن نهایی معیار iام است و در فرآیند تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳-۳. تکنیک ویکور فازی

روش ویکور که اولین‌بار توسط اوپریکوویچ و ژانگ در سال ۱۹۹۸ معرفی شد، یکی از روش‌های رتبه‌بندی مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه با معیارهای نامتناسب (واحدهای اندازه‌گیری مختلف) است که هدف آن انتخاب بهترین گزینه براساس نزدیک‌ترین جواب ممکن به جواب ایده‌آل است. یکی از مهم‌ترین برتری‌های این روش نسبت به سایر روش‌های رتبه‌بندی مانند تاپسیس، درنظر گرفتن اهمیت نسبی فاصله از نقاط ایده‌آل و ضد ایده‌آل است. این روش به‌دلیل استفاده از شاخص ν و توافق جمعی، دارای خروجی بهتری در تصمیم‌گیری‌ها است که این موضوع برتری این روش نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه است. روش ویکور فازی برای حل مسأله چندمعیاره فازی با معیارهایی با واحدهای اندازه‌گیری مختلف توسعه یافته است. استفاده از محیط فازی باعث دقت در نتایج به علت

1. Converting Fuzzy data into Crisp Scores

غلبه بر ابهامات و عدم قطعیت می‌شود [۲۳]:

گام اول (تشکیل ماتریس تصمیم فازی): در ماتریس تصمیم فازی f_{ij} نشان‌دهنده مقدار گزینه iام براساس معیار jام است. این ماتریس که براساس نظرات اعضای تیم تصمیم‌گیری تکمیل می‌شود و پس از جمع‌آوری و محاسبه میانگین حسابی آن‌ها، به‌صورت رابطه (۲۳) تشکیل می‌شود. گزینه‌ها که براساس اعداد فازی مثلثی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و به‌صورت $\tilde{f}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ نمایش داده می‌شوند.

$$F = \begin{bmatrix} \tilde{f}_{11} & \cdots & \tilde{f}_{1n} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{f}_{m1} & \cdots & \tilde{f}_{mn} \end{bmatrix}_{m\times n} \quad (۲۳)$$

گام دوم (شناسایی نقطه ایده‌آل مثبت و منفی): برای معیارهای مثبت مقدار $\tilde{f}^{+}{}_{j} = (l_j^+, m_j^+, u_j^+)$ برابر است با بزرگ‌ترین درایه‌های عدد فازی و $\tilde{f}_j^- = (l_j^-, m_j^-, u_j^-)$ نشان‌دهنده کوچک‌ترین درایه‌های عدد فازی است و برای معیارهای منفی برعکس است.

گام سوم (بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم): بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم برای معیارهای مثبت و منفی به‌ترتیب با استفاده از روابط (۲۴) و (۲۵) صورت می‌گیرد.

$$\tilde{d}_{ij} = \frac{\left(\tilde{f}_j^{+} \ominus \tilde{f}_{ij}\right)}{\left(u_j^{+} - l_j^{-}\right)} \quad (۲۴)$$

$$\tilde{d}_{ij} = \frac{\left(\tilde{f}_{ij} \ominus \tilde{f}_j^{+}\right)}{\left(u_j^{-} - l_j^{+}\right)} \quad (۲۵)$$

گام چهارم (محاسبه مقدار سودمندی $(\tilde{S}_i)$ و مقدار تأسف $(\tilde{R}_i)$ با حاصل‌ضرب بردار وزن معیارها (محاسبه شده به روش دیمتل فازی) در ماتریس بی‌مقیاس، ماتریس بی‌مقیاس وزن‌دار می شود. سپس، می‌توان با استفاده از روابط (۲۶) و (۲۷) مقادیر سودمندی، $\tilde{S}_i = (S_i^l, S_i^m, S_i^u)$ و تأسف، $\tilde{R}_i = (R_i^l, R_i^m, R_i^u)$ را محاسبه نمود.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^{n} \left(\tilde{w}_j \otimes \tilde{d}_{ij}\right) \quad (۲۶)$$

$$\tilde{R}_i = \max_j \left(\tilde{w}_j \otimes \tilde{d}_{ij}\right) \quad (۲۷)$$

گام پنجم (محاسبه شاخص ویکور (Q)): شاخص ویکور با استفاده از مقادیر سودمندی، تأسف و متغیر ۷، که حداکثر مطلوبیت گروهی نامیده می‌شود، محاسبه می‌شود. نحوه محاسبه آن در رابطه (۲۸) نشان داده شده است.

$$\tilde{Q}_i = \nu \frac{\left(\tilde{S}_i \ominus \tilde{S}^{+}\right)}{\left(S^{-u} - S^{+l}\right)} \oplus (1-\nu) \frac{\left(\tilde{R}_i \ominus \tilde{R}^{+}\right)}{\left(R^{-u} - R^{+l}\right)} \quad (۲۸)$$

$$\tilde{S}^{+} = \min_i \tilde{S}_i \quad (۲۹)$$

$$S^{-u} = \max_i S_i^u \quad (۳۰)$$

$$\tilde{R}^{+} = \min_i \tilde{R}_i \quad (۳۱)$$

$$R^{-u} = \max_i R_i^u \quad (۳۲)$$

گام ششم (رتبه‌بندی گزینه‌ها): برای این منظور ابتدا باید شاخص‌های Q، R و S را از حالت فازی خارج و قطعی کرد. سپس گزینه‌ها براساس مقادیر غیرفازی به‌صورت صعودی مرتب می‌شوند. برای انتخاب بهترین گزینه باید شروط زیر بررسی شوند:

شرط ۱: اگر گزینه‌های A_1 و A_2 به‌ترتیب اولین و دومین گزینه برتر در گروه Q و m بیانگر تعداد گزینه‌ها باشد، باید رابطه زیر برقرار باشد:

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq \frac{1}{m-1} \quad (۳۳)$$

شرط ۲: گزینه A_1 باید حداقل در یکی از گروه‌های R و S به‌عنوان رتبه برتر شناخته شود.

اگر یکی از دو شرط برقرار نشود، مجموعه‌ای از راه‌حل‌های توافقی پیشنهاد می‌گردد. زمانی‌که شرط اول برقرار نباشد، مجموعه‌ای از گزینه‌ها $A_1, A_2, \ldots, A_n$ به‌عنوان گزینه‌های برتر انتخاب می‌شوند که بیش‌ترین مقدار n باتوجه به رابطه زیر تعیین می‌گردد:

$$Q(A_n) - Q(A_1) \leq \frac{1}{m-1} \quad (۳۴)$$

زمانی‌که شرط دوم برقرار نباشد، دو گزینه A_1 و A_2 به‌عنوان گزینه‌های برتر انتخاب می‌شوند.

۴. پیاده‌سازی رویکرد پیشنهادی

در این بخش به پیاده‌سازی روش‌های تصمیم‌گیری دیمتل فازی و ویکور فازی پرداخته می‌شود. باتوجه به توضیحاتی که در بخش‌های قبل در رابطه با مراحل هریک از این روش‌ها ارائه شد، نتایج حاصل از آن‌ها در ادامه ارائه شده است.

۴-۱. مراحل پیاده‌سازی دیمتل فازی

مراحل تکنیک دیمتل برای تعیین روابط اثرگذاری و اثرپذیری معیارها در محیط فازی، به‌صورت زیر است:

۴-۱-۱. ماتریس فازی ارتباط مستقیم

در این گام برای بررسی رابطه و تعیین اوزان معیارهای مورد بررسی، از اعضای تیم تصمیم‌گیری درخواست شد تا میزان تأثیرگذاری معیار i بر معیار j را براساس طیف فازی نشان دهند. با محاسبه میانگین حسابی نظرات تیم تصمیم‌گیری، ماتریس فازی ارتباط مستقیم، جدول (۳) شکل گرفت.

۴-۱-۲. نرمال‌سازی ماتریس فازی ارتباط مستقیم

با استفاده از روابط (۶) و (۷) جمع سطری کران‌های بالا محاسبه و تمامی داریه‌های ماتریس فازی ارتباط مستقیم بر بیشینه مقدار مجموع سطری کران‌های بالا (S) تقسیم می‌شود. ماتریس نرمال شده ماتریس فازی ارتباط مستقیم در جدول (۴) ارائه شده است.

۴-۱-۳. ماتریس فازی ارتباط کامل

براساس روابط (۸) الی (۱۶)، ماتریس فازی ارتباط کامل به‌صورت جدول (۵) شکل گرفت.

جدول (۳). ماتریس فازی ارتباط مستقیم

معیارها	C	TD	TL	Q	D	RC	P	OS	CR
C	(۰,۰,۰)	(۰,۰.۶۷,۱)	(۰,۰.۱۷,۰.۴۲)	(۰.۲۵,۰.۵,۰.۷۵)	(۰,۰.۶۷,۱)	(۰,۰.۶۷,۱)	(۰,۰.۶۷,۱)	(۰,۰.۶۷,۱)	(۰,۰.۶۷,۱)
TD	(۰.۵,۰.۷۵,۱)	(۰,۰,۰)	(۰,۰.۲۵,۰.۷۵)	(۰.۲۵,۰.۶۷,۱)	(۰.۵,۰.۸۳,۱)	(۰,۰.۲۵,۰.۷۵)	(۰,۰.۰۸,۰.۵)	(۰,۰.۰۸,۰.۵)	(۰,۰.۲۵,۱)
TL	(۰.۵,۰.۹۲,۱)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰,۰,۰)	(۰.۷۵,۱,۱)	(۰,۰.۱۷,۰.۵)	(۰.۷۵,۱,۱)	(۰.۵,۰.۹۲,۱)	(۰.۲۵,۰.۸۳,۱)	(۰,۰.۳۳,۰.۷۵)
Q	(۰.۷۵,۱,۱)	(۰.۵,۰.۷۵,۱)	(۰.۷۵,۱,۱)	(۰,۰,۰)	(۰.۲۵,۰.۵,۰.۷۵)	(۰,۰.۳۳,۰.۷۵)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰.۷۵,۱,۱)
D	(۰.۷۵,۱,۱)	(۰.۷۵,۱,۱)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰,۰.۳۳,۰.۷۵)	(۰,۰,۰)	(۰.۲۵,۰.۸۳,۱)	(۰.۳۵,۰.۸۳,۱)	(۰,۰.۶۷,۱)	(۰,۰.۶۷,۱)
RC	(۰.۷۵,۱,۱)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰,۰.۳۳,۰.۷۵)	(۰,۰.۶۷,۱)	(۰,۰,۰)	(۰,۰.۴۲,۱)	(۰,۰.۴۲,۰.۷۵)	(۰,۰.۳۳,۰.۷۵)
P	(۰.۵,۰.۹۲,۱)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰,۰.۲۵,۰.۵)	(۰,۰,۰.۲۵)	(۰,۰.۱۷,۰.۵)	(۰,۰.۴۲,۰.۷۵)	(۰,۰,۰)	(۰.۵,۰.۹۲,۱)	(۰,۰.۶۷,۱)
OS	(۰.۵,۰.۹۲,۱)	(۰,۰.۱۷,۰.۵)	(۰,۰.۳۳,۰.۷۵)	(۰.۲۵,۰.۶۷,۱)	(۰,۰.۱۷,۰.۵)	(۰.۵,۰.۷۵,۱)	(۰.۵,۰.۷۵,۱)	(۰,۰,۰)	(۰,۰.۴۲,۰.۷۵)
CR	(۰.۵,۰.۹۲,۱)	(۰.۵,۰.۹۲,۱)	(۰.۵,۰.۹۲,۱)	(۰.۷۵,۱,۱)	(۰,۰.۳۳,۰.۷۵)	(۰.۲۵,۰.۸۳,۱)	(۰,۰.۴۲,۰.۷۵)	(۰,۰.۵۸,۱)	(۰,۰,۰)

جدول (۴). ماتریس فازی ارتباط مستقیم نرمال

معیارها	C	TD	TL	Q	D	RC	P	OS	CR
C	(۰,۰,۰)	(۰,۰.۰۹,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۲,۰.۰۷)	(۰.۰۳,۰.۰۷,۰.۱)	(۰,۰.۰۹,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۹,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۹,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۹,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۹,۰.۱۳)
TD	(۰.۰۷,۰.۱,۰.۱۳)	(۰,۰,۰)	(۰,۰.۰۳,۰.۱)	(۰.۰۳,۰.۰۹,۰.۱۳)	(۰.۰۷,۰.۱۱,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۳,۰.۱)	(۰,۰.۰۱,۰.۰۷)	(۰,۰.۰۱,۰.۰۵)	(۰,۰.۰۳,۰.۱۳)
TL	(۰.۰۷,۰.۱۲,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۳,۰.۰۷)	(۰,۰,۰)	(۰.۱,۰.۱۳,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۲,۰.۰۷)	(۰.۱,۰.۱۳,۰.۱۳)	(۰.۰۷,۰.۱۲,۰.۱۳)	(۰.۰۳,۰.۱۱,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۴,۰.۱)
Q	(۰.۱,۰.۱۳,۰.۱۳)	(۰.۰۷,۰.۱,۰.۱۳)	(۰.۱,۰.۱۳,۰.۱۳)	(۰,۰,۰)	(۰.۰۳,۰.۰۷,۰.۱)	(۰,۰.۰۴,۰.۱)	(۰,۰.۰۳,۰.۰۷)	(۰,۰.۰۳,۰.۰۷)	(۰.۱,۰.۱۳,۰.۱۳)
D	(۰.۱,۰.۱۳,۰.۱۳)	(۰.۱,۰.۱۳,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۳,۰.۰۷)	(۰,۰.۰۴,۰.۱)	(۰,۰,۰)	(۰.۰۳,۰.۱۱,۰.۱۳)	(۰.۰۳,۰.۱۱,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۹,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۹,۰.۱۳)
RC	(۰.۱,۰.۱۳,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۳,۰.۰۷)	(۰,۰.۰۳,۰.۰۷)	(۰,۰.۰۴,۰.۱)	(۰,۰.۰۹,۰.۱۳)	(۰,۰,۰)	(۰,۰.۰۶,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۶,۰.۱)	(۰,۰.۰۴,۰.۱)
P	(۰.۰۷,۰.۱۲,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۳,۰.۰۷)	(۰,۰.۰۳,۰.۰۷)	(۰,۰,۰.۰۳)	(۰,۰.۰۲,۰.۰۷)	(۰,۰.۰۶,۰.۱)	(۰,۰,۰)	(۰.۰۷,۰.۱۲,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۹,۰.۱۳)
OS	(۰.۰۷,۰.۱۲,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۲,۰.۰۷)	(۰,۰.۰۴,۰.۱)	(۰.۰۳,۰.۰۹,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۲,۰.۰۷)	(۰.۰۷,۰.۱,۰.۱۳)	(۰.۰۷,۰.۱,۰.۱۳)	(۰,۰,۰)	(۰,۰.۰۶,۰.۱)
CR	(۰.۰۷,۰.۱۲,۰.۱۳)	(۰.۰۷,۰.۱۲,۰.۱۳)	(۰.۰۷,۰.۱۲,۰.۱۳)	(۰.۱,۰.۱۳,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۴,۰.۱)	(۰.۰۳,۰.۱۱,۰.۱۳)	(۰,۰.۰۶,۰.۱)	(۰,۰.۰۸,۰.۱۳)	(۰,۰,۰)

جدول (۵). ماتریس فازی ارتباط کامل

معیارها	C	TD	TL	Q	D	RC	P	OS	CR
C	(۰.۰۰۴,۰.۱۷,۰.۹)	(۰,۰.۱۹,۰.۸۳)	(۰,۰.۱,۰.۷۳)	(۰.۰۳,۰.۱۷,۰.۸۴)	(۰,۰.۱۷,۰.۸۳)	(۰,۰.۲,۰.۹۵)	(۰,۰.۱۸,۰.۹)	(۰,۰.۱۹,۰.۹)	(۰,۰.۱۹,۰.۹۵)
TD	(۰.۰۸,۰.۲۱,۰.۹۵)	(۰.۰۱,۰.۰۸,۰.۶۷)	(۰,۰.۰۸,۰.۷)	(۰.۰۳,۰.۱۶,۰.۸۱)	(۰.۰۷,۰.۱۷,۰.۷۸)	(۰,۰.۱۱,۰.۸۶)	(۰,۰.۰۸,۰.۷۹)	(۰,۰.۰۸,۰.۷۹)	(۰,۰.۱۱,۰.۸۹)
TL	(۰.۱,۰.۲۹,۰.۹۶)	(۰.۰۱,۰.۱۳,۰.۷۴)	(۰.۰۱,۰.۰۹,۰.۶۲)	(۰.۱۱,۰.۲۳,۰.۸۲)	(۰,۰.۱۲,۰.۷۴)	(۰.۱,۰.۲۵,۰.۹)	(۰.۰۷,۰.۲۲,۰.۸۵)	(۰.۰۴,۰.۲۲,۰.۸۵)	(۰.۰۱,۰.۱۶,۰.۸۷)
Q	(۰.۱۳,۰.۳,۰.۹۵)	(۰.۰۸,۰.۲۱,۰.۷۸)	(۰.۱۱,۰.۲۱,۰.۷۳)	(۰.۰۳,۰.۱۲,۰.۶۹)	(۰.۰۴,۰.۱۶,۰.۷۶)	(۰.۰۲,۰.۱۷,۰.۸۶)	(۰.۰۱,۰.۱۴,۰.۷۹)	(۰,۰.۱۵,۰.۷۹)	(۰.۱,۰.۲۳,۰.۸۸)
D	(۰.۱۱,۰.۳,۱.۰۲)	(۰.۱,۰.۲۳,۰.۸۳)	(۰,۰.۱۱,۰.۷۳)	(۰.۰۱,۰.۱۵,۰.۸۴)	(۰.۰۱,۰.۱,۰.۷۲)	(۰.۰۳,۰.۲۳,۰.۹۵)	(۰.۰۳,۰.۲۲,۰.۹)	(۰,۰.۲,۰.۹)	(۰,۰.۲,۰.۹۵)
RC	(۰.۱,۰.۲۵,۰.۹۱)	(۰,۰.۱۱,۰.۷)	(۰,۰.۰۹,۰.۶۵)	(۰,۰.۱۲,۰.۷۵)	(۰,۰.۱۵,۰.۷۵)	(۰,۰.۱,۰.۷۴)	(۰,۰.۱۴,۰.۸۱)	(۰,۰.۱۴,۰.۷۹)	(۰,۰.۱۲,۰.۸۳)
P	(۰.۰۸,۰.۲۴,۰.۸۳)	(۰,۰.۱,۰.۶۳)	(۰,۰.۰۹,۰.۵۹)	(۰.۰۱,۰.۰۹,۰.۶۳)	(۰,۰.۰۹,۰.۶۳)	(۰.۰۱,۰.۱۵,۰.۷۵)	(۰.۰۱,۰.۰۸,۰.۶۳)	(۰.۰۷,۰.۱۹,۰.۷۴)	(۰,۰.۱۶,۰.۷۷)
OS	(۰.۰۹,۰.۲۶,۰.۹۳)	(۰,۰.۱۱,۰.۷۲)	(۰,۰.۱۱,۰.۶۹)	(۰.۰۳,۰.۱۷,۰.۷۹)	(۰,۰.۱,۰.۷۲)	(۰.۰۷,۰.۲,۰.۸۷)	(۰.۰۷,۰.۱۸,۰.۸۳)	(۰.۰۱,۰.۱,۰.۷۲)	(۰,۰.۱۵,۰.۸۵)
CR	(۰.۱,۰.۳۱,۱.۰۴)	(۰.۰۸,۰.۲۳,۰.۸۵)	(۰.۰۸,۰.۲۱,۰.۸)	(۰.۱۲,۰.۲۵,۰.۸۹)	(۰.۰۱,۰.۱۵,۰.۸۳)	(۰.۰۴,۰.۲۴,۰.۹۷)	(۰.۰۱,۰.۱۸,۰.۹)	(۰,۰.۲,۰.۹۳)	(۰.۰۱,۰.۱۳,۰.۸۶)

۴-۱-۴. تعیین میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل

براساس روابط (۱۷) و (۱۸) جمع عناصر هر سطر $(\tilde{R}_i)$ و جمع عناصر هر ستون $(\tilde{C}_j)$ از ماتریس فازی ارتباط کامل محاسبه می‌شود و درادامه با فازی‌زدایی از این مقادیر، اوزان معیارها را محاسبه می‌شود که نتایج حاصل در جدول (۶) قابل مشاهده است. باتوجه به مقادیر $(R_i - C_i)^{def}$ معیارهای هزینه، تحویل به‌موقع، مصرف منابع، آلودگی و ایمنی حرفه‌ای معیارهایی اثرپذیر هستند و معلول محسوب می‌شوند. سایر معیارها که مقادیر $(R_i - C_i)^{def}$ آن‌ها مثبت شده است، اثرگذار تلقی می‌گردند.

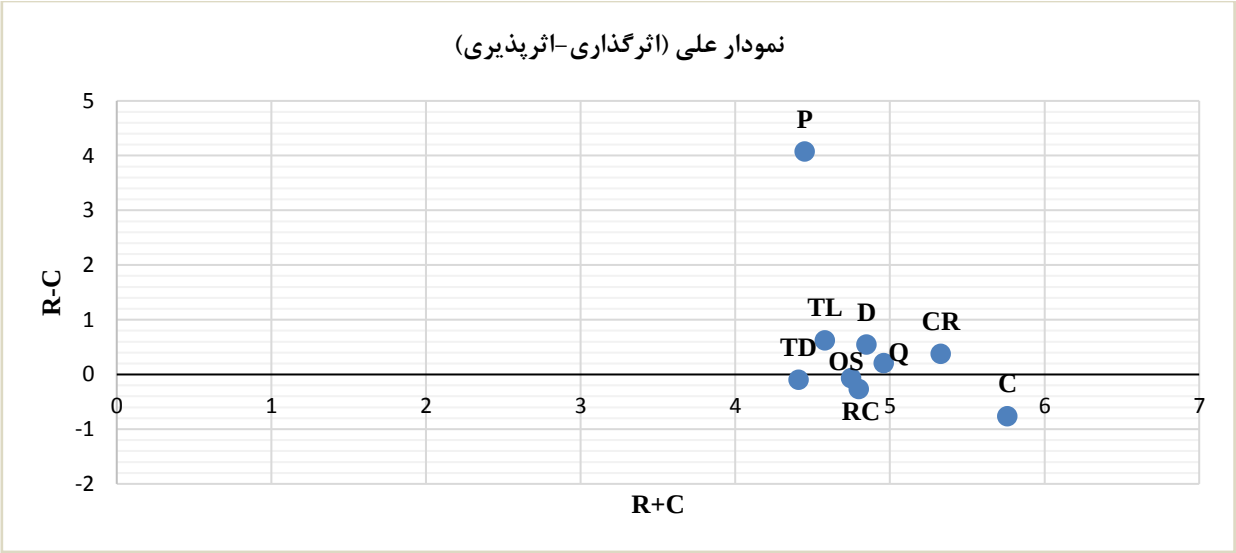
۴-۱-۵. رسم نمودار علی

پس از فازی‌زدایی مقادیر (R_i+C_i) و (R_i-C_i)، نموداری در دستگاه مختصات دکارتی ترسیم می‌شود که در آن محور طولی مقدار (R_i+C_i) و محور عرضی براساس مقدار (R_i-C_i) است؛ بنابراین، موقعیت هر معیار با نقطه‌ای به مختصات (R+C,R-C) در دستگاه معین می‌شود. این نمودار در شکل (۲) قابل مشاهده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود تفاوت معناداری میان مقادیر (R_i+C_i) وجود

ندارد که نشان می‌دهد این معیارها ازنظر تعامل با یکدیگر تفاوت چندانی ندارند. همچنین باتوجه مقادیر مثبت و منفی برای $(R_i–C_i)$، معیارهای C (هزینه)، TD (تحویل به‌موقع)، RC (مصرف منابع) و OS (سیستم سلامت و ایمنی حرفه‌ای) معیارهای معلول و بقیه معیارها (سطح تکنولوژی، کیفیت، مسافت، آلودگی و توجه به حقوق مشتری) علی هستند. همچنین از این نمودار برای تعیین وزن هریک از معیارها استفاده می‌شود که در بخش ۴-۱-۶ مشاهده می‌شود.

جدول (۶). تاثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارها

معیار	$(\tilde{R}_i)$جمع سطری	$(\tilde{C}_j)$ جمع ستونی	$(\tilde{R}_i \oplus \tilde{C}_i)$	$(\tilde{R}_i \Theta \tilde{C}_i)$	$(R_i + C_i)^{def}$	$(R_i - C_i)^{def}$
C	(۰.۰۴,۱.۵۵,۷.۸۳)	(۰.۷۹,۲.۳۲,۸.۴۹)	(۰.۸۴,۳.۸۶,۱۶.۳۲)	(-۰.۷۷,-۰.۷۵,- ۰.۶۶)	۵.۷۶	-۰.۷۷
TD	(۰.۲۱,۱.۰۸,۷.۲۴)	(۰.۲۹,۱.۳۹,۶.۷۴)	(۰.۵,۲.۴۷,۱۳.۹۹)	(-۰.۰۸,-۰.۳۱, ۰.۵)	۴.۴۱	-۰.۱
TL	(۰.۴۶,۱.۷,۷.۳۴)	(۰.۲۲,۱.۰۷,۶.۲۳)	(۰.۶۷,۲.۷۷,۱۳.۵۷)	(۰.۲۴,۰.۶۳,۱.۱۲)	۴.۵۸	۰.۶۲
Q	(۰.۵۲,۱.۶۸,۷.۲۳)	(۰.۳۶,۱.۴۵,۷.۰۵)	(۰.۸۸,۳.۱۳,۱۴.۲۸)	(۰.۱۶,۰.۲۳,۰.۱۸)	۴.۹۶	۰.۲
D	(۰.۲۹,۱.۷۵,۷.۸۳)	(۰.۱۳,۱.۲۱,۶.۷۶)	(۰.۴۲,۲.۹۶,۱۴.۵۹)	(۰.۱۶,۰.۵۴,۱.۰۶)	۴.۸۵	۰.۵۴
RC	(۰.۱,۱.۲۲,۶.۹۳)	(۰.۲۷,۱.۶۴,۷.۸۵)	(۰.۳۷,۲.۸۶,۱۴.۷۸)	(-۰.۱۶,-۰.۴۲,-۰.۹۱)	۴.۸	-۰.۲۴
P	(۰.۱۶,۱.۱۸,۶.۲)	(۰.۲,۱.۴۴,۷.۴۲)	(۰.۳۶,۲.۶۲,۱۳.۶۲)	(-۰.۰۴,-۰.۲۶,-۱.۲۲)	۴.۴۵	۴.۰۷
OS	(۰.۲۸,۱.۳۷,۷.۱۲)	(۰.۱۲,۱.۴۷,۷.۴۲)	(۰.۴,۲.۸۴,۱۴.۵۴)	(۰.۱۶,-۰.۱,-۰.۳)	۴.۷۵	-۰.۰۷
CR	(۰.۴۴,۱.۹,۸.۰۷)	(۰.۱۴,۱.۴۴,۷.۸۴)	(۰.۵۸,۳.۳۵,۱۵.۹)	(۰.۳۱,۰.۴۶,۱.۲۳)	۵.۳۳	۰.۳۷



شکل (۲). نمودار علی (اثرگذاری-اثرپذیری) معیارهای تحقیق

۴-۱-۶. محاسبه وزن معیارها

همان‌گونه که در نمودار علی (شکل (۲)) نیز مشاهده می‌شود، هر معیار با نقطه‌ای به مختصات (R+C,R-C) در نمودار قرار دارد. به‌عنوان نمونه، معیار کیفیت (Q) را درنظر بگیرید. موقعیت این معیار در نمودار علی نقطه‌ای به مختصات (۰.۲,۴.۹۶) است. حال اگر برداری از مبدأ مختصات به این نقطه رسم شود، طول این بردار نشان‌دهنده وزن معیار کیفیت است. وزن سایر معیارها نیز به‌همین طریق محاسبه می‌گردد. طبق رابطه (۲۷) وزن (w_i) هریک از معیارها محاسبه شده و در جدول (۸) ارائه شده است. سپس، طبق رابطه (۲۸) با تقسیم هریک ازw_iها بر مجموع آن‌ها، این مقدار نرمال شده و $\bar{W}_i$ نامیده می‌شود. $\bar{W}_i$ وزن نهایی معیار iام است که در فرآیند تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

براساس یافته‌های جدول (۷)، بیشترین وزن مربوط به معیار آلودگی است. پس از آن معیارهای هزینه، توجه به حقوق مشتری، کیفیت، مسافت، مصرف منابع، سیستم سلامت و ایمنی حرفه‌ای، سطح تکنولوژی و تحویل به‌موقع در رتبه‌های دوم تا نهم قرار گرفته‌اند.

جدول (۷). وزن معیارها

معیار / وزن	C	TD	TL	Q	D	RC	P	OS	CR
w_i	۵/۸۱۱	۴/۴۱۱	۴/۶۲۲	۴/۹۶۴	۴/۸۸	۴/۸۰۸	۶/۰۳۱	۴/۷۵۱	۵/۳۴۳
$\bar{W}_i$	۰/۱۲۷	۰/۰۹۷	۰/۱۰۱	۰/۱۰۹	۰/۱۰۷	۰/۱۰۵	۰/۱۳۲	۰/۱۰۴	۰/۱۱۷

۴-۲. مراحل پیاده‌سازی ویکور فازی

برای ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان شیر خام شرکت لبنیات شادشیر

باتوجه به معیارهای تحقیق، از روش ویکور فازی استفاده شده است. به‌جهت سهولت در انجام محاسبات از علامت اختصاری که به اسامی تأمین‌کنندگان اختصاص داده شده ($S_1,\ldots,S_6$)، استفاده می‌شود. درادامه به توضیح پیاده‌سازی این روش پرداخته می‌شود [۲۱].

۴-۲-۱. تشکیل ماتریس تصمیم

در این مرحله، پس از توزیع ماتریس تصمیم در قالب پرسشنامه از اعضای تیم تصمیم‌گیری خواسته شد تا به عملکرد هریک از تأمین‌کنندگان نسبت به معیارهای معرفی شده امتیاز دهند. بدین ترتیب، هریک از اعضای تیم تصمیم‌گیری باتوجه به طیف فازی مثلثی تعریف شده در جدول (۸)، تأمین‌کنندگان شیر خام را مورد ارزیابی و سنجش قرار می‌دهند. لازم به ذکر است که معیارهای هزینه و مسافت کمی بوده و اعداد واقعی منتاظر با آن‌ها در ماتریس تصمیم وارد می‌شود. ماتریس مربوط به این معیارها در جدول‌های (۹) قابل مشاهده هستند. سایر معیارها که کیفی هستند براساس جدول (۸) ارزیابی می‌شوند. سپس با محاسبه میانگین حسابی نظرات اعضای تیم تصمیم‌گیری، ماتریس تصمیم فازی، که در جدول (۱۰) نشان داده شده است، حاصل می‌شود.

۴-۲-۲. شناسایی نقطه ایده‌آل مثبت و منفی

پس از تشکیل ماتریس تصمیم فازی، برای هر معیار بهترین و بدترین مقدار در میان همه گزینه‌ها تعیین شده و به‌ترتیب $\tilde{f}^+$ و $\tilde{f}^-$ نامیده می‌شود. باتوجه به این‌که در این تحقیق معیارهای هزینه، مسافت، مصرف منابع و آلودگی جنبه منفی دارند و سایر معیارها مثبت هستند، جدول (۱۱) حاصل می‌شود.

جدول (۸). متغیر کلامی روش ویکور فازی

متغیر کلامی	معادل فازی
خیلی ضعیف	(۱,۱,۳)
ضعیف	(۱,۳,۵)
متوسط	(۳,۵,۷)
خوب	(۵,۷,۹)
خیلی خوب	(۷,۹,۹)

جدول (۹). فاصله شرکت تأمین‌کننده تا شرکت شادشیر و قیمت شیر

نام تأمین‌کنندگان	علامت اختصاری	مسافت (KM)	هزینه (تومان)
دامداری پاکدشت حسن آباد قم	S_1	۲۹۰	۲۸۶۰
دامداری کشت و صنعت خرم‌دره زنجان	S_2	۴۸۰	۳۰۰۰
شرکت شیر و گوشت مهدشت ساری	S_3	۶۶	۲۷۴۰
شرکت کشت و دامداری فکا اصفهان	S_4	۷۰۱	۳۰۰۰
دامداری گاو دشت بابل	S_5	۲۱	۲۶۲۴
دامداری مهران بابل	S_6	۱۸	۲۶۰۰

جدول (۱۰). ماتریس تصمیم فازی

معیار/ تأمین‌کننده	C	D	TD	Q	TL	RC	P	OS	CR
S_1	(۲۸۶۰,۲۸۶۰,۲۸۶۰)	(۲۹۰,۲۹۰,۲۹۰)	(۷,۹,۹)	(۷,۹,۹)	(۵,۸.۳۳,۹)	(۳,۷,۹)	(۱,۳.۶۷,۷)	(۱,۴.۳۳,۷)	(۵,۷.۶۷,۹)
S_2	(۳۰۰۰,۳۰۰۰,۳۰۰۰)	(۴۸۰,۴۸۰,۴۸۰)	(۵,۷.۶۷,۹)	(۵,۷,۹)	(۳,۷,۹)	(۳,۷,۹)	(۱,۳.۶۷,۷)	(۱,۴.۳۳,۷)	(۳,۷,۹)
S_3	(۲۷۴۰,۲۷۴۰,۲۷۴۰)	(۶۶,۶۶,۶۶)	(۳,۷,۹)	(۵,۷.۶۷,۹)	(۵,۷.۶۷,۹)	(۳,۷,۹)	(۱,۴.۳۳,۹)	(۱,۵,۹)	(۱,۶.۳۳,۹)
S_4	(۳۰۰۰,۳۰۰۰,۳۰۰۰)	(۷۰۱,۷۰۱,۷۰۱)	(۵,۸.۳۳,۹)	(۷,۹,۹)	(۷,۹,۹)	(۳,۶.۳۳,۹)	(۱,۴.۳۳,۹)	(۱,۵,۹)	(۳,۷,۹)
S_5	(۲۶۲۴,۲۶۲۴,۲۶۲۴)	(۲۱,۲۱,۲۱)	(۵,۷.۶۷,۹)	(۳,۶.۳۳,۹)	(۵,۷,۹)	(۱,۵,۹)	(۱,۴.۳۳,۹)	(۱,۵,۹)	(۱,۵.۶۷,۹)
S_6	(۲۶۰۰,۲۶۰۰,۲۶۰۰)	(۱۸,۱۸,۱۸)	(۵,۷.۶۷,۹)	(۵,۷.۶۷,۹)	(۳,۶.۳۳,۹)	(۳,۵.۶۷,۹)	(۱,۳.۶۷,۷)	(۱,۴.۳۳,۷)	(۵,۷.۶۷,۹)

جدول (۱۱). نقطه ایده‌آل مثبت و منفی و وزن هر معیار

	C	D	TD	Q	TL	RC	P	OS	CR
f^+	(۲۶۰۰,۲۶۰۰,۲۶۰۰)	(۱۸,۱۸,۱۸)	(۷,۹,۹)	(۷,۹,۹)	(۷,۹,۹)	(۱,۵,۹)	(۱,۳.۶۷,۷)	(۱,۵,۹)	(۵,۷.۶۷,۹)
f^-	(۳۰۰۰,۳۰۰۰,۳۰۰۰)	(۷۰۱,۷۰۱,۷۰۱)	(۳,۷,۹)	(۳,۶.۳۳,۹)	(۳,۶.۳۳,۹)	(۳,۷,۹)	(۱,۴.۳۳,۹)	(۱,۴.۳۳,۹)	(۱,۵.۶۷,۹)

۴-۲-۳. بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم

در این پژوهش، از روش برداری برای بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم استفاده می‌شود که با استفاده از روابط (۲۴) و (۲۵) حاصل می‌شوند. ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده در جدول (۱۲) نشان داده شده است.

۴-۲-۴.- محاسبه مقدار سودمندی و تأسف

مقادیر سودمندی (S) و تأسف (R) برای هر گزینه باتوجه به روابط (۲۶) و (۲۷)، محاسبه می‌شوند. بردار وزن معیارها که برای محاسبه این مقادیر مورد نیاز است، با استفاده از روش دیمتل فازی مشخص شده است. جدول (۱۳) مقادیر فازی سودمندی و تأسف را نشان می‌دهد.

۴-۲-۵. محاسبه شاخص ویکور

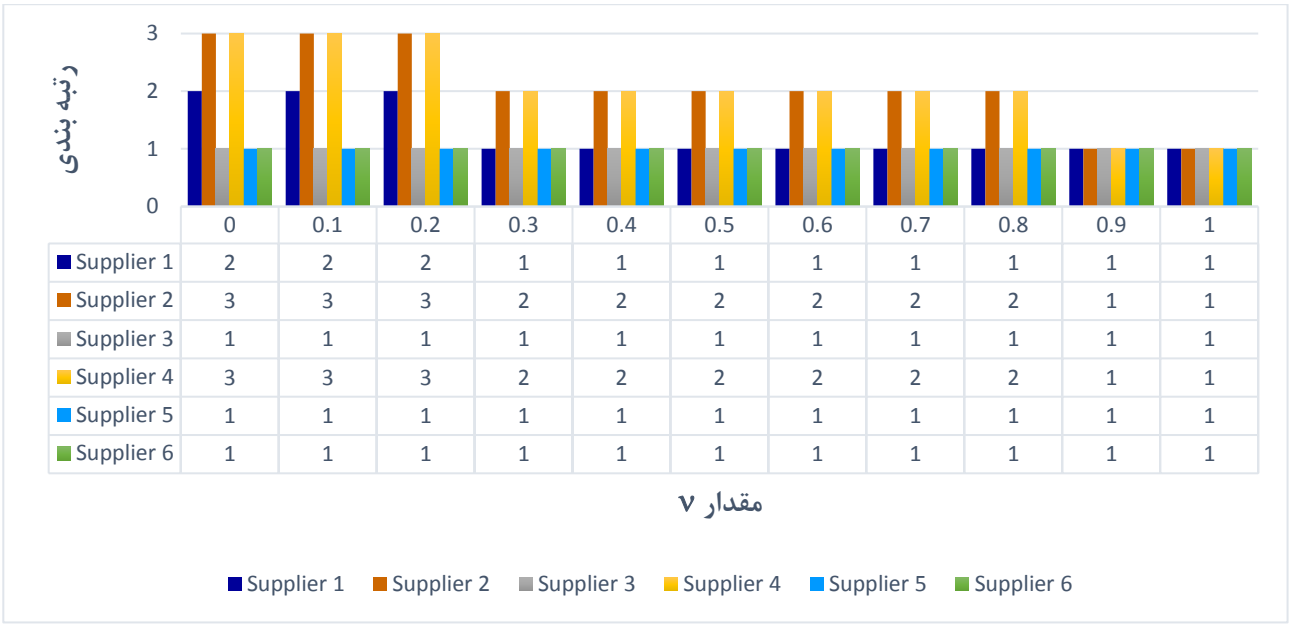
با استفاده از رابطه (۲۸) شاخص ویکور محاسبه می‌شود. پارامتر v نیز مساوی ۰/۵ درنظر گرفته می‌شود که بیان‌گر توافق با اکثریت آرا است. نتایج مربوط به شاخص ویکور برای هر گزینه در جدول (۱۳) ارائه شده است.

جدول (۱۲). ماتریس فازی تفاضل بی‌مقیاس

معیار/ تأمین‌کننده	C	D	TD	Q	TL	RC	P	OS	CR
S_1	(۰.۶۵,۰.۶۵,۰.۶۵)	(۰.۴,۰.۴,۰.۴)	(-۰.۳۳,۰,۰.۳۳)	(-۰.۳۳,۰,۰.۳۳	(-۰.۳۳,۰.۱۱,۰.۶۷)	(-۰.۷۵,۰.۲۵,۱)	(-۰.۷۵,۰,۰.۷۵)	(-۱,۰.۱۱,۱.۳۳)	(-۰.۵,۰,۰.۵)
S_2	(۱,۱,۱)	(۰.۶۸,۰.۶۸,۰.۶۸)	(-۰.۳۳,۰.۲۲,۰.۶۷)	(۰.۳۳,۰.۳۳,۰.۶۷)	(-۰.۳۳,۰.۳۳,۱)	(-۰.۷۵,۰.۲۵,۱)	(-۰.۷۵,۰,۰.۷۵)	(-)۱,۰.۱۱,۱.۳۳	(-۰.۵,۰.۰۸,۰.۷۵)
S_3	(۰.۳۵,۰.۳۵,۰.۳۵)	(۰.۰۷,۰.۰۷,۰.۰۷)	(-۰.۳۳,۰.۳۳,۱)	(-۰.۳۳,۰.۲۲,۰.۶۷)	(-۰.۳۳,۰.۲۲,۰.۶۷)	(-۰.۷۵,۰.۲۵,۱)	(-۰.۷۵,۰.۰۸,۱)	(-۱.۳۳,۰,۱.۳۳)	(-۰.۵,۰.۱۷,۱)
S_4	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)	(-۰.۳۳,۰.۱۱,۰.۶۷)	(-۰.۳۳,۰,۰.۳۳)	(-۰.۳۳,۰,۰.۳۳)	(-۰.۷۵,۰.۱۷,۱)	(-۰.۷۵,۰.۰۸,۱)	(-۱.۳۳,۰,۱.۳۳)	(-۰.۵,۰.۰۸,۰.۷۵)
S_5	(۰.۰۶,۰.۰۶,۰.۰۶)	(۰,۰,۰)	(-۰.۳۳,۰.۲۲,۰.۶۷)	(-۰.۳۳,۰.۴۵,۱)	(-۰.۳۳,۰.۳۳,۰.۶۷)	(-۱,۰,۱)	(-۰.۷۵,۰.۰۸,۱)	(-۱.۳۳,۰,۱.۳۳)	(-۰.۵,۰.۲۵,۱)
S_6	(۰,۰,۰)	(۰,۰,۰)	(-۰.۳۳,۰.۲۲,۰.۶۷)	(-۰.۳۳,۰.۲۲,۰.۶۷)	(-۰.۳۳,۰.۴۵,۱)	(-۰.۷۵,۰.۰۸,۱)	(-۰.۷۵,۰,۰.۷۵)	(-۱,۰.۱۱,۱.۳۳)	(-۰.۵,۰,۰.۵)

جدول (۱۳). مقادیر فازی S، R و Q

تأمین‌کننده	مقادیر فازی S	مقادیر فازی R	مقادیر فازی Q
S_1	(-۰.۳۱۶,۰.۱۷۴,۰.۶۶۲)	(۰.۰۸۳,۰.۰۸۳,۰.۱۳۸)	(-۰.۵۵,۰.۱۶۴,۰.۹۲۴)
S_2	(-۰.۲۴۲,۰.۳۳۷,۰.۸۶۹)	(۰.۱۲۷,۰.۱۲۷,۰.۱۳۸)	(-۰.۳۶۳,۰.۳۸۴,۱)
S_3	(-۰.۴۲۴,۰.۱۸۷,۰.۷۸۲)	(۰.۰۴۴,۰.۰۴۴,۰.۱۳۸)	(-۰.۷۳۱,۰.۰۲۸,۰.۹۶۸)
S_4	(-۰.۲۴۲,۰.۲۸۲,۰.۸۳۱)	(۰.۱۲۷,۰.۱۲۷,۰.۱۳۸)	(-۰.۳۶۳,۰.۳۶۳,۰.۹۸۶)
S_5	(-۰.۴۹۵,۰.۱۵۱,۰.۷۴۲)	(۰.۰۰۸,۰.۰۴۹,۰.۱۳۸)	(-۰.۸۸۷,۰.۰۳۳,۰.۹۵۳)
S_6	(-۰.۴۴۲,۰.۱۱۱,۰.۶۴)	(۰,۰.۰۴۵,۰.۱۳۸)	(-۰.۸۹۷,۰.۰۰۴,۰.۹۱۶)



شکل (۳). تحلیل حساسیت رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان به‌ازای مقادیر مختلف v

۴-۲-۶. رتبه‌بندی گزینه‌ها

برای اولویت‌بندی گزینه‌ها ابتدا باید شاخص‌های Q، R و S را به اعداد قطعی تبدیل کرد. شاخص‌های فازی Q، R و S با استفاده از روش CFCS به اعداد قطعی تبدیل می‌شوند که نتایج آن در جدول (۱۴) مشاهده می‌شود. سپس گزینه‌ها براساس مقادیر غیرفازی از کوچک به بزرگ مرتب می‌شوند. ترتیب صعودی گزینه‌ها براساس شاخص‌های قطعی Q، R و S در جدول (۱۵) قابل مشاهده است. درنهایت گزینه‌ای به‌عنوان گزینه برتر شناخته می‌شود که بتواند در دو شرط زیر برقرار باشد.

شرط ۱: اگر گزینه‌های S_1 و S_2 به‌ترتیب اولین و دومین گزینه برتر در گروه Q باشند، رابطه (۳۵) باید برقرار باشد:

$$Q(S_2) - Q(S_1) \geq \frac{1}{6-1} = 0.2 \qquad (۳۵)$$

شرط ۲: گزینه S_1 باید حداقل در یکی از گروه‌های R و S به‌عنوان رتبه برتر شناخته شود.

باتوجه به جدول (۱۵) گزینه S_6 در هر سه گروه S، R و Q رتبه اول را دارد. حال باید شرط اول بررسی شود.

$$Q(S_5) - Q(S_6) \geq 0.2 \Rightarrow 0.023 \not\geq 0.2 \qquad (۳۶)$$

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، شرط اول برقرار نیست. پس مجموعه‌ای از گزینه‌ها به‌عنوان گزینه برتر انتخاب می‌شوند.

بیشترین تعداد گزینه‌ای که می‌تواند به‌عنوان گزینه برتر شناخته

شود، با استفاده از رابطه (۳۷) مشخص می‌شود:

$$Q(S_i) - Q(S_6) < 0.2 \quad (۳۷)$$

جدول (۱۴). مقادیر قطعی S، R و Q

تأمین‌کنندگان	S	R	Q
S_1	۰/۱۷۵	۰/۰۹۳	۰/۱۵۷
S_2	۰/۳۱	۰/۱۲۸	۰/۳۲۷
S_3	۰/۱۸۵	۰/۰۶۲	۰/۰۵۸
S_4	۰/۲۷۴	۰/۱۲۸	۰/۳۱۳
S_5	۰/۱۴۸	۰/۰۵۹	۰/۰۳۶
S_6	۰/۱۱۷	۰/۰۵۵	۰/۰۱۳

جدول (۱۵). رتبه‌بندی صعودی گزینه‌ها براساس S، R و Q

S	R	Q
S_6	S_6	S_6
S_1	S_5	S_5
S_5	S_3	S_3
S_3	S_1	S_1
S_4	S_2= S_4	S_4
S_2		S_2

باتوجه به رابطه (۳۷) برای سایر گزینه‌ها مشخص می‌شود که دو رتبه‌بندی برای گزینه‌های تحقیق وجود دارد. بدین صورت که گزینه‌های S_6، S_5، S_3 و S_1 در رتبه اول و در رتبه دوم نیز گزینه‌های S_4 و S_2 قرار دارند که در جدول (۱۶) قابل مشاهده است.

جدول (۱۶). رتبه‌بندی نهایی تأمین‌کنندگان (ν=۰/۵)

رتبه	تأمین‌کنندگان
۱	$S_6 = S_5 = S_3 = S_1$
۲	S_2= S_4

۵. تحلیل حساسیت

هدف این بخش بررسی میزان حساسیت رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان به‌ازای پارامترهای مهم مسأله می‌باشد. برای این منظور، دو تحلیل حساسیت برای این پارامترها انجام می‌شود. در ابتدا میزان حساسیت این رتبه‌بندی به‌ازای مقادیر مختلف ν مورد بررسی قرار می‌گیرد و درادامه این رتبه‌بندی براساس جنبه‌های مختلف پایداری مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

۵-۱. تحلیل حساسیت به‌ازای مقادیر مختلف ν

برای انجام تحلیل حساسیت بر روی مقادیر مختلف ν، ابتدا شاخص ویکور (Q) برحسب مقادیر مختلف ν محاسبه می‌شود. باتوجه به مقادیر مختلف ν در بازه $[۰,۱]$، مقادیر شاخص ویکور محاسبه می‌شود که نتایج آن در جدول (۱۷) ارائه شده است.

درادامه براساس مقدار شاخص ویکور، رتبه‌بندی گزینه‌ها صورت می‌پذیرد که در شکل (۳) ارائه شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، تأمین‌کننده ۶، ۵ و ۳ در همه مقادیر ν در اولویت اول انتخاب قرار دارند و رتبه‌بندی حاصل از آن‌ها تغییری نمی‌کند. تأمین‌کننده‌های ۲ و ۴ نیز نسبت به تغییر این پارامتر حساسیت کمی دارند و برای مقادیر صفر تا ۰/۸ در رتبه آخر قرار دارند. همچنین تأمین‌کننده ۱ نیز در این بازه در رتبه دوم و پس از آن در رتبه اول قرار می‌گیرد.

جدول (۱۷). مقادیر شاخص ویکور به ازای مقادیر مختلف ν

گزینه‌ها	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
ν=۰	۰/۲۵۸	۰/۵۱۳	۰/۰۴۹	۰/۵۱۳	۰/۰۲۸	۰/۰۰۴
ν=۰/۱	۰/۲۳۸	۰/۴۷۵	۰/۰۵۱	۰/۴۷۲	۰/۰۳	۰/۰۰۶
ν=۰/۲	۰/۲۱۷	۰/۴۳۶	۰/۰۵۲	۰/۴۳	۰/۰۳۱	۰۰۸.
ν =۰/۳	۰/۱۹۸	۰/۳۹۹	۰/۰۵۴	۰/۳۹۱	۰/۰۳۳	۰/۰۰۹
ν=۰/۴	۰/۱۷۸	۰/۳۶۲	۰/۰۵۶	۰/۳۵۱	۰/۰۳۴	۰/۰۱۱
ν=۰/۵	۰/۱۵۷	۰/۳۲۷	۰/۰۵۸	۰/۳۱۳	۰/۰۳۶	۰/۰۱۳
ν=۰/۶	۰/۱۳۸	۰/۲۹۲	۰/۰۶	۰/۲۷۶	۰/۰۳۷	۰/۰۱۵
ν=۰/۷	۰/۱۱۸	۰/۲۵۷	۰/۰۶۲	۰/۲۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۱۵
ν=۰/۸	۰/۰۹۹	۰/۲۳۳	۰/۰۶۴	۰/۲۰۲	۰/۰۳۹	۰/۰۱۶
ν=۰/۹	۰/۰۷۹	۰/۱۹	۰/۰۶۵	۰/۱۶۶	۰/۰۴	۰/۰۱۷
ν=۱	۰/۰۶	۰/۱۵۷	۰/۰۶۷	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۰۱۸

۵-۲. تحلیل حساسیت به ازای جنبه‌های مختلف پایداری

هدف این بخش تحلیل حساسیت رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان به‌ازای جنبه‌های مختلف پایداری است. در این بخش در سه مرحله، جنبه‌های پایداری حذف خواهند شد و با به‌دست آوردن وزن معیارها، رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان انجام خواهند شد. در مرحله اول معیارهای اجتماعی و زیست‌محیطی حذف خواهند شد، در مرحله دوم معیار زیست‌محیطی و درنهایت معیار اجتماعی حذف می‌شوند. با انجام این تغییرات، وزن معیارها به‌صورت جدول (۱۸) قابل مشاهده است.

جدول (۱۸). وزن معیارها به ازای جنبه‌های مختلف پایداری

معیار	وزن معیارهای بعد اقتصادی	وزن معیارهای جنبه اقتصادی و اجتماعی	وزن معیارهای بعد اقتصادی و زیست‌محیطی
هزینه	۰/۴۲۷	۰/۱۱۲	۰/۱۳۶
مسافت	۰/۱۴۱	۰/۱۱۴	۰/۱۲۲
تحویل به‌موقع	۰/۱۵۲	۰/۱۰۵	۰/۱۱۴
کیفیت	۰/۱۵۶	۰/۱۴۹	۰/۱۱۶
سطح تکنولوژی	۰/۱۲۴	۰/۱۱۳	۰/۱۰۹
مصرف منابع	–	–	۰/۱۱۵
آلودگی	–	–	۰/۲۸۸
سیستم سلامت و ایمنی حرفه‌ای	–	۰/۰۹۴	–
توجه به حقوق مشتری	–	۰/۳۱۴	–

با حذف معیارهای اجتماعی و زیست‌محیطی، مسأله تبدیل به مسأله انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره‌تأمین سنتی خواهد شد. در این حالت معیارهای هزینه و کیفیت به‌ترتیب اولین و دومین معیار از نظر اهمیت وزنی در بین معیارهای اقتصادی هستند. در این حالت رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان نیز نسبت به حالت پایداری تغییر می‌کند؛ به‌گونه‌ای‌که که تأمین‌کننده ۶، ۵ و ۳ در رتبه اول، تأمین‌کننده ۱ در رتبه دوم و تأمین‌کننده ۴ و ۲ نیز همزمان در رتبه سوم قرار می‌گیرند.

در حالت بعدی با حذف معیارهای زیست‌محیطی هیچ‌یک از تأمین‌کنندگان بر دیگری برتری ندارد. در این حالت چنانچه معیارهای اقتصادی و اجتماعی برای انتخاب تأمین‌کننده درنظر گرفته شوند، تنها یک رتبه به‌دست می‌آید و شش تأمین‌کننده همگی در یک رتبه قرار می‌گیرند.

درنهایت با حذف معیار اجتماعی از مسأله، مسأله تحقیق به مسأله انتخاب تأمین‌کننده سبز تبدیل می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که در این حالت، رتبه‌بندی همانند رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان در حالت پایداری است، به‌گونه‌ای‌که تأمین‌کننده ۶، ۵، ۳ و ۱ در رتبه اول و تأمین‌کننده ۴ و ۲ نیز در رتبه بعدی قرار می‌گیرند. خلاصه این نتایج در جدول (۱۹) مشاهده می شود.

جدول (۱۹). رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان به ازای معیارهای پایداری

	رتبه‌بندی بعد اقتصادی	رتبه‌بندی بعد اقتصادی و اجتماعی	رتبه‌بندی بعد اقتصادی و زیست‌محیطی
رتبه اول	$S_6 = S_5 = S_3$	$S_6 = S_5 = S_3 = S_1 = S_4 = S_2$	$S_6 = S_5 = S_3 = S_1$
رتبه دوم	S_1	-	$S_4 = S_2$
رتبه سوم	$S_4 = S_2$	-	-

۶. ارزیابی اعتبار مدل

همان‌گونه که اشاره شد، نتایج حاصل از این تحقیق به شرکت شادشیر ارائه شد و نتایج حاصل از آن در فرآیند انتخاب تأمین‌کنندگان به‌کار گرفته شد. در این شرکت برای انتخاب تأمین‌کنندگان، عمدتاً معیارهای اقتصادی درنظر گرفته می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها هزینه، کیفیت و تحویل به‌موقع است. در این حالت ترتیب انتخاب تأمین‌کنندگان تقریباً مشابه نتایج حاصل از بخش تحلیل حساسیت با حذف معیارهای اجتماعی و زیست‌محیطی می‌باشد که با نتایج حاصل از این تحقیق سازگار است و نشان از اعتبار مدل پیشنهادی دارد.

از طرف دیگر باتوجه به اینکه سایر معیارها تاکنون در فرآیند انتخاب تأمین‌کنندگان در این شرکت مورد توجه جدی قرار نگرفته‌اند، بنابراین نمی‌توان نتایج حاصل از تحقیق حاضر را با فرآیند جاری شرکت مقایسه کرد و مورد ارزیابی قرار داد. با این حال باتوجه به توضیحاتی که برای هریک از معیارها به‌کارشناسان این بخش داده شد، این معیارها نیز مورد توجه قرار گرفته است و در این فرآیند مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۷. نتیجه‌گیری و پیشنهادات آتی

انتخاب تأمین‌کننده یک مسأله تصمیم‌گیری پیچیده و کاربردی محسوب می‌شود که در سالیان اخیر مورد توجه قرار گرفته است. انتخاب تأمین‌کننده فرآیندی است که در آن شرکت‌ها به شناسایی، بررسی و ارزیابی، تجزیه و تحلیل و عقد قرارداد با تأمین‌کننده می‌پردازند تا تأمین‌کنندگان مناسب که خدماتی به بهترین کیفیت ارائه می‌دهند، انتخاب شوند. این فرآیند نیازمند منابع مالی و انسانی قابل توجه برای هر شرکت است. در دو دهه گذشته تکنیک‌های تصمیم‌گیری به‌کمک مسائل انتخاب تأمین‌کننده آمده است. در این تحقیق، باتوجه به روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه دیمتل فازی و ویکور فازی اقدام به ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان شیر خام شرکت لبنیات شادشیر شده است. پس از شناسایی معیارهای پایداری از طریق مطالعه تحقیقات گذشته، از اعضای تیم تصمیم‌گیری درخواست شد تا میزان مرتبط بودن هریک از معیارها را باتوجه به انتخاب تأمین‌کننده پایدار در شرکت شادشیر تعیین کنند. جهت تعیین وزن معیارها از رویکرد فازی و تکنیک دیمتل استفاده شد. سپس با استفاده از روش ویکور فازی، اولویت‌بندی تأمین‌کنندگان مشخص گردید. با تکیه بر نظرات اعضای تیم تصمیم‌گیری و پیاده‌سازی روش ویکور فازی، دو رتبه برای شش تأمین‌کننده شیر خام شرکت شادشیر تعیین گردید. تأمین‌کننده S_6، S_5، S_3 و S_1 در اولویت اول انتخاب قرار گرفتند و تأمین‌کننده S_4 و S_2 نیز به‌طور مشترک در جایگاه دوم قرار گرفتند. سپس با تغییر در مقدار پارامتر v و همچنین کنار گذاشتن هریک از معیارهای بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی به بررسی و تحلیل حساسیت تأمین‌کنندگان پرداخته شد. نتایج نشان می‌دهد که تغییر مقادیر v تأثیر معناداری در رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان ندارد و معیارهای اقتصادی و اجتماعی دارای تأثیرگذاری بیشتری در رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان می‌باشند.

تعدادی از پیشنهادهایی برای تحقیق‌های آتی مفید ارائه شده است:

- از آنجایی که تکنیک‌های تصمیم‌گیری متعددی برای حل مسأله انتخاب تأمین‌کننده وجود دارد، می‌توان از سایر تکنیک‌های ریاضی و رویکردهای تصمیم‌گیری چندشاخصه مانند الکتره و تاپسیس برای حل مسأله انتخاب تأمین‌کننده استفاده کرد و نتایج آن‌ها را با تحقیق حاضر مقایسه نمود.
- رویکردهای فازی مختلفی برای مواجه با عدم‌قطعیت در ادبیات موضوع اشاره شده‌اند. مجموعه‌های فازی فاصله‌ای نوع ۱ و ۲، مجموعه فازی ذوزنقه‌ای نمونه‌ای از این رویکردها است. بنابراین،

با به‌کارگیری سایر رویکردهای فازی می‌توان مدل مسأله را توسعه داد.

- در جوامع کنونی، سازمان‌ها و شرکت‌های تولیدی به‌شدت تحت تأثیر پدیده‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های زنجیره‌های تأمین قرار دارند. ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان سازمان‌ها براساس جنبه‌های پایداری راه‌حل مؤثری برای این مشکل به‌نظر می‌رسد. بنابراین، می‌توان مدل ارائه شده در این تحقیق را در سایر سازمان‌های مشابه نیز به‌کار برد.

مراجع

[1] Govindan, K., Khodaverdi, R. and Jafarian, A. (2013) "A fuzzy multi criteria approach for measuring sustainability performance of a supplier based on triple bottom line approach" Journal of cleaner production, vol. 47: 345–354.

[۲] م. نوری، ع. محمدی و م. س. جبل عاملی، "طراحی یک زنجیره‌تأمین پایدار با درنظر گرفتن عدم قطعیت در ریسک مربوط به تأمین‌کنندگان" نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید. سال ۷، شماره ۱۴، ۱۳۹۸، صفحه ۱۰۷-۱۲۵.

[۳] ع. اردوان، ا عالم تبریز، م. ربیعه، م. زندیه، "انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار با رویکرد تئوری خاکستری: مورد مطالعه صنعت فولاد" نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید. سال ۶، شماره ۱۳، ۱۳۹۷ ،صفحه ۱۶۵-۱۷۷.

[۴] س. م. حسینی و ن. شیخی، "تبیین نقش راهبردی عملیات مدیریت زنجیره‌تأمین در بهبود عملکرد شرکت: مطالعه صنعت مواد غذایی ایران،" فصلنامه مدیریت راهبردی، دوره ۳، شماره ۱۰، ۱۳۹۱، ص-ص ۶۰-.

[5] Luthra, S. , Govindan, K., Kannan, D., Mangla, S.K. and Garg, C.P. (2016). "An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains," Journal of Cleaner Production, 140: 1686–1698.

[6] Awasthi, A., Govindan, K. and Gold, S. (2017). "Multi-tier sustainable global supplier selection using a fuzzy AHP-VIKOR based approach" International Journal of Production Economic, 195:106–117.

[7] Goren, H.G. (2018). "A Decision Framework for Sustainable Supplier Selection and Order Allocation with Lost Sales" Journal of Cleaner Production, 183:1156–1169.

[8] Govindan, K., Mina, H., Esmaeili, A. and Gholami-zanjani, S.M. (2019). "An Integrated Hybrid Approach for Designing a Green Closed-loop Supply Chain Network under Uncertainty," Journal of Cleaner Production, 24:115–135.

[9] Sahebjamnia, N., (2020), Resilient supplier selection and order allocation under uncertainty. Scientia Iranica, 27(1), 411-426.

[10] Tong, L.Z., Wang, J. and P. Zhongmin, (2022). "Sustainable supplier selection for SMEs based on an extended PROMETHEE II aproach" Journal of Cleaner Production, 330: 129830.

[11] Wu, J., Jin, Y., Zhou, M., Cao, M., Liu, Y. (2022), A group consensus decision making based sustainable supplier selection method by combing DEMATEL and VIKOR. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 42(3): 2595-2613

[12] Zandkarimkhani, S., Amiri, M., Mousavi, S.M.H., (2022), A hybrid multi-criteria decision making method for sustainable supplier selection: a case study. International Journal of Management and Decision Making, 21(2), 113-128.

[13] Göncü, K.K., Çetin, O., (2022), A Decision Model for Supplier Selection Criteria in Healthcare Enterprises with Dematel ANP Method. Sustainability, 14(21), 13912.

[14] Rahardjo, B., Wang, W., Lo, S., Chou, J., (2023), A Hybrid Multi-Criteria Decision-Making Model Combining DANP with VIKOR for Sustainable Supplier Selection in Electronics Industry. Sustainability, 15(5), 4588.

[15] Tadić, S., Zečević, S. and Krstić, M. (2014). "A novel hybrid MCDM model based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy VIKOR for city logistics concept selection" Expert Systems with Applications, 41(18): 8112-8128.

[16] Tian, W. and Xu, L. (2011). "A hybrid fuzzy dematel-vikor method for product concept evaluation" Advanced Materials Research, 186: 230-235.

[17] Khodadadi, E. and Aghabeigi, M. (2018). "A novel hybrid mcdm approach based on fuzzy dematel, anp, and fuzzy vikor for selecting the best project managers" International Journal of Information Technology Project Management, 9(2), Doi: 10.4018/IJITPM.2018040103

[18] Wu, W. (2008). "Choosing knowledge management strategies by using a combined ANP and DEMATEL approach," Expert Systems with Application, 35: 828–835.

[19] Jassbi, J., Mohamadnejad, F. and Nasrollahzadeh, H. (2011). "A Fuzzy DEMATEL framework for modeling cause and effect relationships of strategy map" Expert Systems with Application, 38:5967–5973.

[20] Wu, S., Liu, H. and Wang, L. (2016). "Hesitant fuzzy integrated MCDM approach for quality function deployment : a case study in electric vehicle" International Journal of Production Research, 55(15): 4436–444.

[21] Opricovic, S. (2011). "Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning" Expert Systems with Application, 38(10): 12983–12990.

IERPS Journal of Industrial Engineering Research in Production Systems

ISSN: 2345-2269

Journal of Industrial Engineering Research in Production Systems

Autumn and Winter 2022, Volume 10., No. 21., pp. 171-185
www.ier.basu.ac.ir

DOI: 10.22084/IER.2023.27191.2107

Sustainable supplier selection in dairy company by fuzzy DEMATEL and fuzzy VIKOR approach; Case study

Sahar Aqabarai-Kazemi [1], Ebrahim Asadi-Gangraj[2*], Ali Divsalar [3]

[1.] MA. student, Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran
[2.] Associate Professor, Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran
[3] Assistant Professor, Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran

ARTICLE INFO

***Article history*:**

Received 04 June 2022
Accepted 27 October 2022

***Keywords*:**

sustainable supplier selection, dairy company, fuzzy DEMATEL, fuzzy VIKOR

ABSTRACT

Today, the diversity of customer orders, development of management information systems, competition in the global environment, and expanding public awareness have led companies to focus on supply chain management. In addition to economic considerations, environmental issues such as climate change and greenhouse gas emissions, as well as social concerns such as workers' and employees' rights, have become important aspects of supply chain management. Sustainable supply chains aim to optimize supply chain management in three different areas: economic, social, and environmental. This research focuses on the sustainable evaluation and selection of suppliers in Shadshir dairy company. First, suitable criteria were identified through a comprehensive literature review. Second, the decision team was asked to determine the importance and relevance of each criterion. Fuzzy DEMATEL was applied to determine the weights of the criteria, and fuzzy VIKOR was used to evaluate suppliers. Finally, a sensitivity analysis was conducted on some important parameters. The results show that the economic and environmental criteria are the most important aspects of the supplier selection problem.

[*] Corresponding author. Ebrahim Asadi-Gangraj
Tel.:011-33501814; E-mail address: e.asadi@nit.ac.ir