

سنجش روابط میان عوامل تأثیرگذار بر پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز و رتبه‌بندی شرکت‌های حاضر در زنجیره تأمین (مطالعه موردی: صنعت کاشی و سرامیک استان یزد)

محمدرضا تقی‌زاده یزدی^۱، ناهید امراللهی بیوکی^۲، عبدالکریم محمدی بالانی^۳

چکیده: مدیریت زنجیره تأمین سبز تأثیر شایان توجهی بر محیط‌زیست دارد که اساس آن بر یکپارچگی مدیریت محیط‌زیست و مدیریت زنجیره تأمین برای کنترل آثار زیست‌محیطی در چرخه عمر محصول به‌وسیله تسهیم اطلاعات و هماهنگی و همکاری تمام زنجیره تأمین است. هدف پژوهش حاضر، شناسایی و سنجش روابط میان عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت کاشی و سرامیک استان یزد و رتبه‌بندی هفت شرکت از شرکت‌های موجود در یکی از زنجیره‌های تأمین موجود در این صنعت است که طبق توافق خبرگان، به‌عنوان شرکت‌های مهم و کلیدی آن زنجیره تأمین انتخاب شدند. برای سنجش روابط میان عوامل، از روش دیمتیل فازی و برای رتبه‌بندی شرکت‌ها، از ادغام نتایج روش‌های ویکور فازی و مورا فازی استفاده شده است. عوامل مؤثر از طریق مرور جامع پژوهش‌های پیشین شناسایی شد و در نهایت خبرگان از طریق پاسخ به پرسشنامه، ۱۴ عامل را انتخاب کردند. سپس با بهره‌مندی از خبرگان و تهیه ورودی‌های مورد نیاز روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، اهمیت عوامل و رتبه‌بندی شرکت‌ها مشخص شد.

واژه‌های کلیدی: روش دیمتیل فازی، روش مورا فازی، روش ویکور فازی، مدیریت زنجیره تأمین سبز.

۱. دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲. استادیار گروه مدیریت، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

۳. کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۵/۲۷

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۵/۰۹/۰۳

نویسنده مسئول مقاله: ناهید امراللهی بیوکی

E-mail: amrolahi.n@ardakan.ac.ir

مقدمه

امروزه مدیریت زنجیره تأمین به عاملی حیاتی و مهم در بازارهای جهانی تبدیل شده است، به طوری که در عرصه بین الملل، رقابت اصلی بین زنجیره های تأمین صورت می گیرد. با افزایش روزافزون آلودگی های زیست محیطی و اهمیت مسائل مربوط به محیط زیست، محققان تلاش کرده اند آلودگی های ناشی از گسترش صنایع را در قالب پیاده سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز کاهش دهند (جعفرنژاد، مروتی شریف آبادی و اسدیان اردکانی، ۲۰۱۳). در سراسر جهان، مسائل زیست محیطی موجب افزایش نگرانی های بی شماری برای مشتریان، خریداران، جوامع و دولت ها شده است. برای مثال، مشتریان و خریداران محلی یا بین المللی بر این باورند که تأمین کنندگان باید شناخت بیشتری نسبت به تولید و توزیع محصولات سازگار با محیط زیست داشته باشند. مدیران زنجیره تأمین سبز در شرکت های پیشرو، از طریق ایجاد مطلوبیت و رضایت مندی در مسائل زیست محیطی در سراسر زنجیره تأمین می کوشند تا از لجستیک سبز و بهبود عملکرد محیطی خود در کل زنجیره تأمین، همچون سلاح استراتژیکی برای کسب مزیت رقابتی پایدار سود برده و اهداف خود را بر اساس سه موضوع مهم طراحی سبز (محصول)، تولید (فرایند) و بازیافت محصول پایه گذاری کنند (بوکس و استیولز، ۲۰۰۷).

در گذشته چرخه عمر محصول شامل فرایندها، از مرحله طراحی تا مرحله مصرف بود (بیرو، فاست و ماگنان، ۱۹۹۸). در حالی که رویکرد محیط زیست، شامل فرایندهای تهیه مواد اولیه، طراحی، ساخت، استفاده، بازیافت و مصرف مجدد و تشکیل حلقه بسته ای از جریان مواد برای کاهش مصرف منابع و کاهش آثار مخرب زیست محیطی است. بنابراین سازمان ها باید مدیریت محیط زیست را در تمام چرخه عمر محصولاتشان به کار گیرند تا از بهبود عملکرد زیست محیطی زنجیره تأمین اطمینان حاصل کنند (استونبریکر و لیاو، ۲۰۰۶). به بیان دیگر، مدیریت زنجیره تأمین سبز، یکپارچه کننده مدیریت زنجیره تأمین با الزامات زیست محیطی در تمام مراحل طراحی محصول، انتخاب و تأمین مواد اولیه، تولید و ساخت، فرایندهای توزیع و انتقال، تحویل به مشتری و بالاخره پس از مصرف، مدیریت بازیافت و مصرف مجدد به منظور بیشینه کردن میزان بهره وری مصرف انرژی و منابع همراه با بهبود عملکرد کل زنجیره تأمین است (سریواستاوا، ۲۰۰۷).

صنعت کاشی و سرامیک یکی از صنایعی است که به دلیل وفور مواد اولیه آن در ایران، طی دهه اخیر رشد چشمگیری داشته و در کانون توجه صنعت گران ایرانی قرار گرفته است. صنعت کاشی و سرامیک در کلیه بخش های چرخه حیات خود، از جمله بهره برداری از منابع طبیعی، تولید، مصرف و پس از مصرف، در تعامل مستقیم و غیرمستقیم با محیط زیست قرار دارد. در

نتیجه سنجش روابط بین عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت کاشی و سرامیک کشور، به‌خصوص در استان یزد، می‌تواند بر کنترل و کاهش پیامدهای منفی توسعه این صنعت بر محیط‌زیست مؤثر باشد.

پیشینه پژوهش

طی دهه‌های گذشته، مدیریت زنجیره تأمین به دلیل رقابت بسیار در بازارهای کسب‌وکار جهانی، اهمیت زیادی یافت (ژو، کراتی و سارکیس، ۲۰۰۹). با بهبود عملکرد زیست‌محیطی زنجیره تأمین، اهمیت هزینه‌های اجتماعی و تخریب محیط زیست لحاظ نمی‌شد. از یک سو فشار مقررات دولتی و سوی دیگر، رشد فزاینده تقاضای مشتریان، مفهوم زنجیره تأمین سبز و مدیریت آن را شکل داد (لی، لی، یین و هوانگ، ۲۰۱۰).

سریواستاوا (۲۰۰۷) مدیریت زنجیره تأمین سبز را در نظر گرفتن مسائل زیست‌محیطی در مدیریت زنجیره تأمین، از قبیل طراحی محصول، انتخاب و منبع‌یابی مواد، تحویل محصول نهایی به مشتری و مدیریت محصول پس از مصرف و طی شدن عمر مفید آن، تعریف کرده است. بر این اساس، مدیریت زنجیره تأمین سبز مشابه چرخه حیات محصول است.

مطالعات متعددی در زمینه مدیریت زنجیره تأمین سبز انجام شده که در ادامه به مرور نتایج برخی پژوهش‌های داخلی و خارجی در این زمینه پرداخته می‌شود. کالیان، گوویندان، نورالحق و یانگ (۲۰۱۳) از طریق مرور جامع پیشینه پژوهش و مصاحبه با متخصصان صنعت، ۲۶ مانع متفاوت را شناسایی کردند. در این پژوهش از روش معادلات ساختاری و مصاحبه با مدیران ۱۰ تولیدکننده قطعات خودرو، برای شناسایی و تبیین موانع و پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز استفاده شد.

قاسمیه، جمالی و کریمی اصل (۲۰۱۶)، ابعاد رویکرد مدیریت زنجیره تأمین لارج که ترکیبی از رویکردهای ناب، چابک، تاب‌آوری و سبز به زنجیره تأمین است را با استفاده از تلفیق تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره تحلیل کردند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که سبز بودن زنجیره تأمین حائز رتبه دوم در ابعاد مدل لارج در زنجیره تأمین صنعت سیمان است.

مودولی، گوویندان، باروی و گنگ (۲۰۱۲) موانع پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز را در صنعت معدن بررسی کردند. موانعی که در این پژوهش شناسایی شدند، تحت فشار نبودن از سوی جامعه و قانون‌گذاری‌های ضعیف بود. نتایج این پژوهش نشان داد محدودیت منابع

مهم‌ترین مانع در پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز در صنعت معدن است. همچنین برای معادن کوچک‌تر این مانع تأثیر بیشتری دارد.

چن و لی (۲۰۱۰) محرک‌های پذیرش زنجیره تأمین سبز را در ۱۴۵ شرکت کوچک و متوسط تایوان بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که آگاهی، تجربه و تعهد نسبت به مشکلات زیست‌محیطی، از مهم‌ترین پیشایندهای تأثیرگذار در پذیرش اقدامات زنجیره تأمین سبز در این سازمان‌ها است.

واکر، دی سیستو و مک‌بین (۲۰۰۸) عوامل مؤثر در افزایش یا کاهش تمایل سازمان‌ها برای پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز را در دو دسته کلی طبقه‌بندی کردند. از نتایج دیگر پژوهش می‌توان به بالا بودن سطح محرک‌ها نسبت به سطح موانع اشاره کرد.

ژو، سارکیس و لای (۲۰۰۷) پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز را در صنعت خودروسازی چین (شامل ۸۵ شرکت خودروسازی) بررسی کردند. محرک‌هایی که در این پژوهش به آنها اشاره شده است، عبارت‌اند از: قانون‌گذاری‌های دولت، فشار بازار، تأمین‌کنندگان و محرک‌های درون‌سازمانی.

جمالی و هاشمی (۱۳۹۰) روابط بین عوامل مؤثر بر ریسک پروژه‌های فناوری اطلاعات در بانک ملت را با استفاده از روش دیمیتل فازی سنجیدند و ۸ عامل را با بیشترین درجه اهمیت شناسایی کردند.

الفت، خاتمی فیروزآبادی و خداوردی (۱۳۹۰) در مقاله‌ای با عنوان «مقتضیات تحقق مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت خودروسازی ایران» به شناسایی مقتضیات (محرک‌ها، موانع، اقدامات و نتایج) لازم برای دستیابی به مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت خودروسازی ایران پرداختند.

علامه، اسمعیلی و تجویدی (۲۰۱۵) چندین مدل زنجیره تأمین حلقه بسته دو سطحی ارائه کردند. در هر یک از مدل‌ها، استراتژی مناسب که سود هر یک از اعضا را با توجه به ریسک تولیدکننده بیشینه کند، تعیین شده است. بدین ترتیب، به کمک تئوری بازی‌ها، روابط میان تولیدکننده و خرده‌فروش (زنجیره تأمین دو سطحی) را در یک بازی استاکلبرگ^۱ تحلیل کرده و قیمت‌گذاری بهینه را تعیین نمودند.

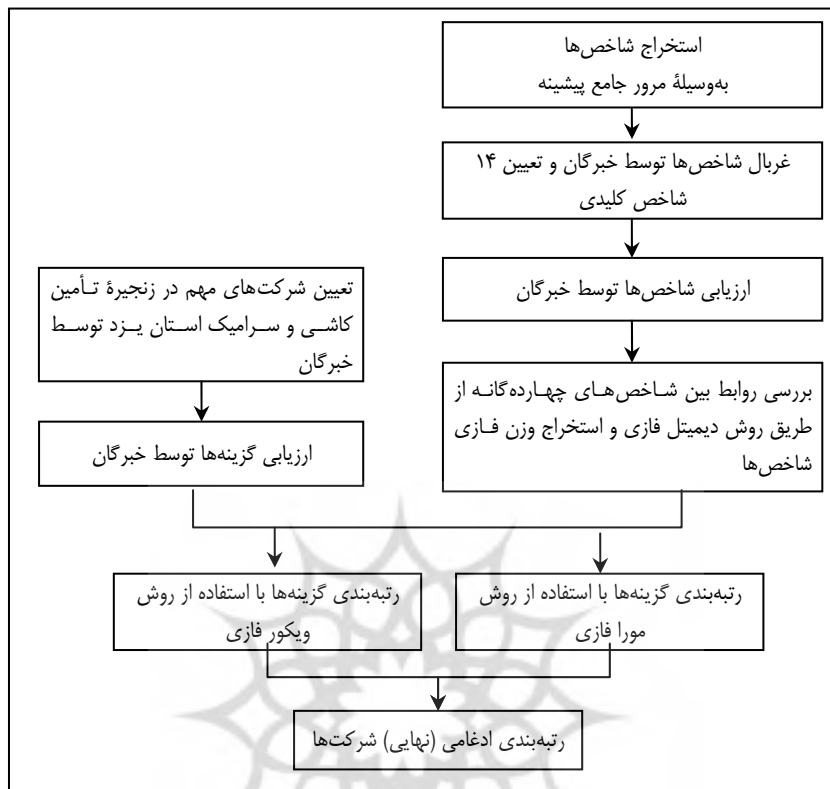
عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز با توجه به ادبیات پژوهش استخراج شدند و به کمک پرسشنامه مبتنی بر مقیاس لیکرت و بر اساس نظر خبرگان، عواملی که مهم‌تر بودند، به عنوان مجموعه شاخص‌های پژوهش حاضر انتخاب شدند.

جدول ۱. مدل عملیاتی پژوهش همراه با منابع پشتیبانی‌کننده

ردیف	عوامل	پژوهشگران
۱	تأمین‌کنندگان	کالیان و همکاران (۲۰۱۳)، ژو و همکاران (۲۰۰۷)، واکر و همکاران (۲۰۰۸)، دیابات و گویندان (۲۰۱۱)، گیونپرو، هوکر و دنسلو (۲۰۱۲)، خیوناوونسگا (۲۰۱۱)
۲	حمایت مالی	کالیان و همکاران (۲۰۱۳)
۳	حمایت آموزشی	کالیان و همکاران (۲۰۱۳)
۴	توجه اقتصادی	گیونپرو و همکاران (۲۰۱۲)، خیوناوونسگا (۲۰۱۱)
۵	محدودیت اجرایی	خیوناوونسگا (۲۰۱۱)، کالیان و همکاران (۲۰۱۳)
۶	انگیزه	چن و لی (۲۰۱۰)، خیوناوونسگا (۲۰۱۱)، مودولی و همکاران (۲۰۱۲)
۷	محدودیت منابع	خیوناوونسگا (۲۰۱۱)، واکر و همکاران (۲۰۰۸)
۸	مزایای درک شده	هولت و غبادیان (۲۰۰۹)، واکر و همکاران (۲۰۰۸)
۹	فشار کارکنان	هولت و غبادیان (۲۰۰۹)، واکر و همکاران (۲۰۰۸)
۱۰	مسئولیت اجتماعی	الطیب، زایلانی و جایارامان (۲۰۱۰)، اندیچ، یورت و باتلاچفولگو (۲۰۱۲)
۱۱	قانون‌گذاری‌ها	لی (۲۰۰۸)، واکر و همکاران (۲۰۰۸)، اندیچ و همکاران (۲۰۱۲)، لین (۲۰۱۳)، هولت و غبادیان (۲۰۰۹)، الطیب و همکاران (۲۰۱۰)، چن و لی (۲۰۱۰)، گیونپرو و همکاران (۲۰۱۲)
۱۲	فشار مشتریان	الطیب و همکاران (۲۰۱۰)، لی (۲۰۰۸)، گیونپرو و همکاران (۲۰۱۲)، ژو و همکاران (۲۰۰۷)
۱۳	رقابت	الطیب و همکاران (۲۰۱۰)، اندیچ و همکاران (۲۰۱۲)، هولت و غبادیان (۲۰۰۹)، چن و لی (۲۰۱۰)، گیونپرو و همکاران (۲۰۱۲)
۱۴	فشار جامعه	واکر و همکاران (۲۰۰۸)، هولت و غبادیان (۲۰۰۹)، لین (۲۰۱۳)

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از دیدگاه روش از نوع توصیفی - پیمایشی است، چرا که مجموعه روش‌هایی را دربردارد که هدف آنها توصیف شرایط با پدیده‌های در دست بررسی است. برای تأمین داده‌های لازم برای اجرای این پژوهش از ۱۰ نفر از مدیران شرکت‌های تولیدکننده کاشی و سرامیک استان یزد بهره برده شد که به روش گلوله برفی (معرفی هر فرد توسط فرد قبلی) نمونه‌گیری شده بودند. با توجه به این که داده‌ها به همگرایی و اشباع رسید، فرایند نمونه‌گیری در فرد دهم متوقف شد. برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه استفاده شد که گویه‌های آن از پژوهش‌های پیشین استخراج شده بود. شکل ۱ فرایند اجرایی این پژوهش را نمایش می‌دهد.



شکل ۱. فرایند اجرایی پژوهش

روش دیمیتل فازی

فونتلا و گابوس (۱۹۷۶) به منظور بررسی مسائل پیچیده جهانی از روش دیمیتل (DEMATEL) بهره بردند. برای پیاده‌سازی روش دیمیتل فازی، ابتدا از نظر همه افراد میانگین ساده‌ای استخراج می‌شود. برای در نظر گرفتن نظر همه خبرگان طبق رابطه ۱ عمل کرده و از آنها میانگین حسابی گرفته می‌شود.

$$\bar{z} = \frac{\bar{x}^1 \oplus \bar{x}^2 \oplus \bar{x}^3 \oplus \dots \oplus \bar{x}^p}{p} \quad \text{رابطه ۱}$$

سپس به محاسبه ماتریس بی‌بعد اقدام می‌کنیم. برای بی‌بعد کردن ماتریس از رابطه‌های ۲ و ۳ استفاده شده است.

$$\tilde{H}_{ij} = \frac{\tilde{z}_{ij}}{r} = \left(\frac{l'_{ij}}{r}, \frac{m'_{ij}}{r}, \frac{u'_{ij}}{r} \right) = (l''_{ij}, m''_{ij}, u''_{ij}) \quad \text{رابطه ۲}$$

$$r = \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n u_{ij} \right) \quad \text{رابطه ۳}$$

ماتریس روابط کل فازی با توجه به رابطه‌های ۴ تا ۷ به دست می‌آید.

$$T = \lim_{k \rightarrow +\infty} (\tilde{H}^1 \oplus \tilde{H}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{H}^k) \quad \text{رابطه ۴}$$

که هر درایه آن به صورت $\tilde{t}_{ij} = (l_{ij}^t, m_{ij}^t, u_{ij}^t)$ بوده و به کمک رابطه‌های زیر محاسبه می‌شود.

$$[l_{ij}^t] = H_l \times (I - H_l)^{-1} \quad \text{رابطه ۵}$$

$$[m_{ij}^t] = H_m \times (I - H_m)^{-1} \quad \text{رابطه ۶}$$

$$[u_{ij}^t] = H_u \times (I - H_u)^{-1} \quad \text{رابطه ۷}$$

در این روابط I ماتریس یکه و H_l, H_m, H_u هر یک ماتریس $n \times n$ هستند که درایه‌های آن را به ترتیب حد پایین، حد میانی و حد بالایی اعداد فازی ماتریس H تشکیل می‌دهد. مجموع سطرها و ستون‌های ماتریس \tilde{T} را با توجه به رابطه‌های ۸ و ۹ به دست می‌آوریم.

$$\tilde{D} = (\tilde{D}_i)_{n \times n} = \left[\sum_{j=1}^n \tilde{T}_{ij} \right]_{n \times n} \quad \text{رابطه ۸}$$

$$\tilde{R} = (\tilde{R}_i)_{n \times n} = \left[\sum_{i=1}^n \tilde{T}_{ij} \right]_{n \times n} \quad \text{رابطه ۹}$$

میزان اهمیت شاخص‌ها $(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)$ و رابطه بین معیارها $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)$ مشخص می‌شود. اگر $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i > 0$ باشد، معیار مربوطه اثرگذار و اگر $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i < 0$ باشد معیار مربوطه اثرپذیر است.

اعداد فازی $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ و $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ به دست آمده از مرحله قبلی را طبق رابطه ۱۰ فازی زدایی می‌کنیم.

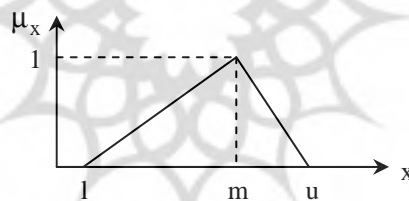
$$B = \frac{(a_1 + a_3 + 2a_2)}{4} \quad \text{رابطه ۱۰}$$

که B فازی زدایی شده عدد $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ است.

برای بهتر مشخص شدن ارتباط بین عوامل، می‌توان در یک دستگاه مختصات، مقادیر $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ را روی محور افقی و مقادیر $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ را روی محور عمودی ترسیم کرد.

روش ویکور فازی

روش ویکور (VIKOR) یکی از روش‌های قدرتمند تصمیم‌گیری چندشاخصه است که تاکنون در پژوهش‌های بسیاری از آن بهره برده شده است. اپریکوویچ این روش را در سال ۱۹۸۸ ارائه کرد و در سال ۲۰۱۱ آن را در فضای فازی توسعه داد. اعداد فازی استفاده شده در این روش (اعم از وزن شاخص‌ها و همچنین ارزش گزینه‌ها به ازای شاخص‌ها) مشابه شکل ۲ است.



شکل ۲. اعداد فازی مثلثی

وزن شاخص‌ها (\tilde{w}_j) و همچنین ارزش گزینه‌ها به ازای شاخص‌ها (\tilde{a}_{ij}) اعداد فازی هستند که به صورت رابطه‌های ۱۱ و ۱۲ نمایش داده می‌شوند.

$$\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) \quad \text{رابطه ۱۱}$$

$$\tilde{w}_j = (wl_j, wm_j, wu_j) \quad \text{رابطه ۱۲}$$

ماتریس تصمیم فازی به کمک میانگین نظر خبرگان تشکیل می‌شود و ماتریس تصمیم فازی کلی (درایه‌های آن با \tilde{a}_{ij} نمایش داده شده است) به صورت رابطه ۱۳ محاسبه می‌شود.

$$\tilde{a}_{ij} = (l'_{ij}, m'_{ij}, u'_{ij}) = \left(\frac{\sum_{k=1}^k l_{ijk}}{k}, \frac{\sum_{k=1}^k m_{ijk}}{k}, \frac{\sum_{k=1}^k u_{ijk}}{k} \right) \quad \text{رابطه ۱۳}$$

که l_{ijk} ، m_{ijk} و u_{ijk} به ترتیب معرف حدود پایین، وسط و بالای ارزشی است که خبره k به گزینه i در شاخص j داده است. برای یافتن بهترین و بدترین مقدار شاخص‌های مثبت، از رابطه ۱۴ و برای یافتن بهترین و بدترین مقدار شاخص‌های منفی، از رابطه ۱۵ استفاده می‌کنیم.

$$\tilde{f}_j^* = \max(\tilde{f}_{ij}), \quad \tilde{f}_j^- = \min(\tilde{f}_{ij}) \quad \text{رابطه ۱۴}$$

$$\tilde{f}_j^* = \min(\tilde{f}_{ij}), \quad \tilde{f}_j^- = \max(\tilde{f}_{ij}) \quad \text{رابطه ۱۵}$$

سپس اختلاف بی‌بعد شده فازی^۱ را به کمک رابطه ۱۶ محاسبه می‌کنیم.

$$\tilde{d}_{ij} = \frac{|\tilde{f}_j^* - \tilde{a}'_{ij}|}{|\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-|} \quad \text{رابطه ۱۶}$$

مقادیر سودمندی و تأسف فازی و مقادیر \tilde{Q}_i مطابق با رابطه‌های ۱۷ تا ۲۰ به دست می‌آیند.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^n (\tilde{w}_j \otimes \tilde{d}_{ij}) \quad \text{رابطه ۱۷}$$

$$\tilde{R}_i = \max(\tilde{w}_j \otimes \tilde{d}_{ij}) \quad \text{رابطه ۱۸}$$

$$\tilde{Q}_i = v \frac{(\tilde{S}_i - \tilde{S}^*)}{(\tilde{S}^- - \tilde{S}^*)} + (1-v) \frac{(\tilde{R}_i - \tilde{R}^*)}{(\tilde{R}^- - \tilde{R}^*)} \quad \text{رابطه ۱۹}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \tilde{S}^* = \min(\tilde{S}_i) \\ \tilde{S}^- = \max(\tilde{S}_i) \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \tilde{R}^* = \min(\tilde{R}_i) \\ \tilde{R}^- = \max(\tilde{R}_i) \end{array} \right. \quad \text{رابطه ۲۰}$$

همچنین $v = 0/5$. میانگین رتبه گزینها برحسب \tilde{R} ، \tilde{S} و \tilde{Q} برابر با رتبه بندی نهایی گزینها طبق روش ویکور فازی است.

روش مورا فازی

روش مورا (MOORA) توسط کارانده و چاکرابورتی در سال ۲۰۱۲ ارائه شده است. پس از تشکیل ماتریس تصمیم فازی کلی، درایه های تصمیم بی بعد شده فازی (\tilde{f}_{ij}) مطابق با رابطه ۲۱ محاسبه می شود.

$$\tilde{f}_{ij} = \frac{(l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (l_{ij}^2 + m_{ij}^2 + u_{ij}^2)}} \quad \text{رابطه ۲۱}$$

با ضرب کردن وزن هر شاخص در ستون مربوطه، ماتریس تصمیم بی بعد شده موزون به دست می آید.

$$\tilde{t}_{ij} = \tilde{w}_j \times \tilde{f}_{ij} \quad \text{رابطه ۲۲}$$

اگر مجموعه شاخص های مثبت را J^+ و مجموعه شاخص های منفی را J^- بنامیم، مقدار تابع هدف هر گزینه (y_i) مطابق با رابطه ۲۳ محاسبه می شود.

$$\tilde{y}_i = \sum_{j \in J^+} \tilde{t}_{ij} - \sum_{j \in J^-} \tilde{t}_{ij} \quad \text{رابطه ۲۳}$$

پس از فازی زدایی و مرتب سازی گزینها برحسب \tilde{y}_i به صورت نزولی، رتبه بندی نهایی گزینها طبق روش مورا فازی معین می شود.

یافته های پژوهش

برای جمع آوری داده ها، ماتریس مقایسه های زوجی داده ها شکل گرفته و در اختیار خبرگان تحقیق قرار داده می شود. در این تحقیق مقیاس داده ها که نشان دهنده میزان تأثیر دودویی عوامل بر یکدیگر است، بر طبق اصطلاحات زبانی تعریف شده است که در جدول ۲ مشاهده می شود.

برای در نظر گرفتن نظر همه خبرگان، طبق رابطه ۱ از آنها میانگین حسابی می‌گیریم. جدول ۳ میانگین مقایسه‌های زوجی سه معیار اول و معیار آخر را نشان می‌دهد. همچنین ماتریس تصمیم بی‌بعد شده در جدول ۴ مشاهده می‌شود.

جدول ۲. تخصیص اصطلاحات زبانی و اعداد فازی در جمع‌آوری داده

اصطلاحات زبانی	اعداد فازی
بدون تأثیر	(۰, ۰, ۰/۲۵)
تأثیر خیلی کم	(۰, ۰/۲۵, ۰/۵)
تأثیر کم	(۰, ۰/۵, ۰/۷۵)
تأثیر زیاد	(۰/۵, ۰/۷۵, ۱)
تأثیر خیلی زیاد	(۰/۷۵, ۱, ۱)

جدول ۳. میانگین نظر تمام خبرگان

	C_{14}	...	C_3	C_2	C_1	
C_1	(۰/۴۰۰, ۰/۶۵۰, ۰/۸۷۵)	...	(۰/۳۵۰, ۰/۶۰۰, ۰/۸۰۰)	(۰/۴۷۵, ۰/۷۰۰, ۰/۸۷۵)	(۰, ۰, ۰)	
C_2	(۰/۳۰۰, ۰/۵۰۰, ۰/۷۲۵)	...	(۰/۳۷۵, ۰/۵۷۵, ۰/۸۲۵)	(۰, ۰, ۰)	(۰/۵۷۵, ۰/۸۰۰, ۰/۹۲۵)	
C_3	(۰/۲۲۵, ۰/۴۲, ۰/۶۵۰)	...	(۰, ۰, ۰)	(۰/۴۷۵, ۰/۷۰۰, ۰/۸۵۰)	(۰/۲۲۵, ۰/۴۷۵, ۰/۷۰۰)	
	⋮		⋮	⋮	⋮	
C_{14}	(۰/۲۷۵, ۰/۵۲۵, ۰/۷۲۵)	...	(۰/۳۲۵, ۰/۵۷۵, ۰/۸۲۵)	(۰/۵۰۰, ۰/۷۵۰, ۰/۹۰۰)	(۰/۳۰۰, ۰/۵۵۰, ۰/۷۲۵)	

جدول ۴. ماتریس بی‌بعد شده

	C_{14}	...	C_3	C_2	C_1	
C_1	(۰/۰۳۴, ۰/۰۵۶, ۰/۰۷۵)	...	(۰/۰۳۰, ۰/۰۵۲, ۰/۰۶۹)	(۰/۰۴۱, ۰/۰۶۰, ۰/۰۷۵)	(۰, ۰, ۰)	
C_2	(۰/۰۲۶, ۰/۰۴۳, ۰/۰۶۲)	...	(۰/۰۳۲, ۰/۰۵۰, ۰/۰۷۱)	(۰, ۰, ۰)	(۰/۰۵۰, ۰/۰۶۹, ۰/۰۸۰)	
C_3	(۰/۰۱۹, ۰/۰۳۷, ۰/۰۵۶۰)	...	(۰, ۰, ۰)	(۰/۰۴۱, ۰/۰۶۰, ۰/۰۷۳)	(۰/۰۱۹, ۰/۰۴۱, ۰/۰۶۰)	
	⋮		⋮	⋮	⋮	
C_{14}	(۰/۰۲۴, ۰/۰۴۵, ۰/۰۶۲)	...	(۰/۰۲۸, ۰/۰۵۰, ۰/۰۷۱۰)	(۰/۰۴۳, ۰/۰۶۵, ۰/۰۷۸)	(۰/۰۲۶, ۰/۰۴۷, ۰/۰۶۲)	

در ادامه، ماتریس ارتباط کلی (T) با به کارگیری رابطه‌های ۴ تا ۷ به دست می‌آید. ماتریس ارتباط کلی برای سه معیار اول و معیار آخر در قالب جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵. ماتریس روابط کل

C_{14}	...	C_3	C_2	C_1	
(۰/۰۵۷ ، ۰/۱۷۰ ، ۰/۱۸۵)	...	(۰/۰۵۲ ، ۰/۱۶۸ ، ۰/۹۱۵)	(۰/۰۷۲ ، ۰/۲۰۳ ، ۱/۰۰۱)	(۰/۰۲۷ ، ۰/۱۲۷ ، ۰/۱۸۵۲)	C_1
(۰/۰۴۸ ، ۰/۱۴۹ ، ۰/۱۱۷)	...	(۰/۰۵۴ ، ۰/۱۵۷ ، ۰/۱۵۸)	(۰/۰۳۲ ، ۰/۱۳۵ ، ۰/۱۶۶)	(۰/۰۷۳ ، ۰/۱۸۱ ، ۰/۱۶۷)	C_2
(۰/۰۳۷ ، ۰/۱۳۵ ، ۰/۷۹۵)	...	(۰/۰۱۹ ، ۰/۱۰۲ ، ۰/۷۷۵)	(۰/۰۶۵ ، ۰/۱۸۱ ، ۰/۹۱۶)	(۰/۰۴۰ ، ۰/۱۴۷ ، ۰/۱۸۳۳)	C_3
⋮		⋮	⋮	⋮	
(۰/۰۴۳ ، ۰/۱۴۸ ، ۰/۱۱۸)	...	(۰/۰۴۷ ، ۰/۱۵۴ ، ۰/۱۵۹)	(۰/۰۶۸ ، ۰/۱۹۱ ، ۰/۹۴۰)	(۰/۰۴۷ ، ۰/۱۵۹ ، ۰/۱۵۵۳)	C_{14}

میزان اهمیت شاخص‌ها ($\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$) و رابطه بین معیارها ($\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$) مشخص می‌شود. جدول ۶ مقادیر $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ و $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ را نشان می‌دهد.

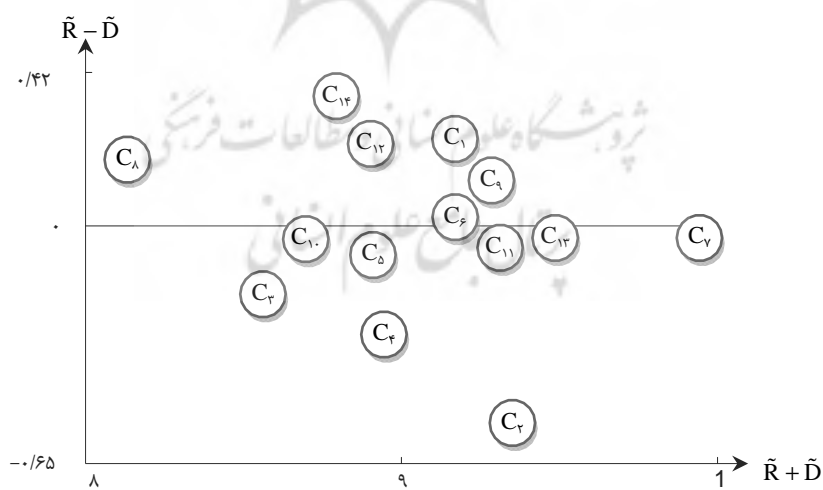
جدول ۶. اهمیت و تأثیرگذاری معیارها (اعداد فازی)

معیار		
معیار ۱	(۱/۵۶۳ ، ۴/۱۱۲ ، ۲۵/۴۲۴)	(-۱۱/۵۶۷ ، ۰/۱۳۹ ، ۱۲/۲۹۴)
معیار ۲	(۱/۷۲۲ ، ۴/۹۸۲ ، ۲۵/۶۶۷)	(-۱۲/۷۴۳ ، -۰/۴۱۴ ، ۱۱/۲۰۲)
معیار ۳	(۱/۳۱۷ ، ۴/۳۱۶ ، ۲۴/۲۳۸)	(-۱۱/۷۲۱ ، -۰/۰۸۶ ، ۱۱/۲۰۰)
معیار ۴	(۱/۴۵۳ ، ۴/۶۲۵ ، ۲۵/۰۱۲)	(-۱۲/۱۷۰ ، -۰/۱۷۹ ، ۱۱/۳۸۸)
معیار ۵	(۱/۴۵۵ ، ۴/۵۸۸ ، ۲۴/۹۴۶)	(-۱۱/۸۴۴ ، -۰/۰۳۷ ، ۱۱/۶۷۴)
معیار ۶	(۱/۵۵۷ ، ۴/۸۲۰ ، ۲۵/۶۵۰)	(-۱۱/۹۸۸ ، ۱/۰۱۴ ، ۱۲/۱۰۵)
معیار ۷	(۱/۸۳۹ ، ۵/۳۶۰ ، ۲۷/۱۵۴)	(-۱۲/۶۸۹ ، -۰/۰۰۹ ، ۱۲/۶۲۶)
معیار ۸	(۱/۱۷۸ ، ۴/۰۵۱ ، ۲۳/۱۹۲)	(-۱۰/۷۴۹ ، ۰/۱۲۹ ، ۱۱/۲۶۵)
معیار ۹	(۱/۵۸۹ ، ۴/۸۷۹ ، ۲۵/۷۳۲)	(-۱۱/۸۶۸ ، ۰/۰۷۲ ، ۱۲/۲۷۵)
معیار ۱۰	(۱/۳۴۳ ، ۴/۳۸۷ ، ۲۴/۶۰۷)	(-۱۱/۶۹۰ ، ۰/۰۱۴ ، ۱۱/۵۷۵)
معیار ۱۱	(۱/۶۰۴ ، ۴/۸۸۷ ، ۲۵/۸۱۰)	(-۱۲/۱۷۵ ، -۰/۰۲۰ ، ۱۲/۰۳۱)
معیار ۱۲	(۱/۴۳۱ ، ۴/۵۷۷ ، ۲۴/۹۷۰)	(-۱۱/۴۴۴ ، ۰/۱۵۱ ، ۱۲/۰۹۶)
معیار ۱۳	(۱/۶۹۰ ، ۴/۹۹۹ ، ۲۶/۱۹۹)	(-۱۲/۲۸۱ ، -۰/۰۱۴ ، ۱۲/۲۲۸)
معیار ۱۴	(۱/۴۵۴ ، ۴/۵۵۰ ، ۲۴/۵۵۸)	(-۱۱/۰۵۴ ، ۰/۲۴۰ ، ۱۲/۰۵۰)

اعداد فازی $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ و $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ به‌دست آمده از مرحله قبلی طبق رابطه ۱۰ فازی‌زدایی شده و روابط بین آنها در شکل ۳ رسم شده است.

جدول ۷. اهمیت و تأثیرگذاری معیارها (اعداد قطعی)

معیار	$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)^{def}$	$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)^{def}$
معیار ۱	۹/۱۵۳	-۰/۲۵۱
معیار ۲	۹/۳۳۸	-۰/۵۹۲
معیار ۳	۸/۵۴۷	-۰/۱۷۳
معیار ۴	۸/۹۳۹	-۰/۲۸۵
معیار ۵	۸/۸۹۴	-۰/۰۶۸
معیار ۶	۹/۲۱۲	-۰/۰۳۶
معیار ۷	۹/۹۲۸	-۰/۰۲۰
معیار ۸	۸/۱۱۸	-۰/۱۹۴
معیار ۹	۹/۲۷۰	-۰/۱۳۸
معیار ۱۰	۸/۶۸۱	-۰/۰۲۲
معیار ۱۱	۹/۲۹۷	-۰/۰۴۶
معیار ۱۲	۸/۸۸۹	-۰/۲۳۹
معیار ۱۳	۹/۴۷۲	-۰/۰۲۰
معیار ۱۴	۸/۷۷۸	-۰/۳۶۹



شکل ۳. روابط و اهمیت معیارها

با اخذ میانگین نظر هر خبره برای هر گزینه به ازای هر شاخص، یک ماتریس تصمیم کلی فازی تشکیل شد. بخشی از ماتریس تصمیم فازی در جدول ۸ ارائه شده است.

جدول ۸. ماتریس تصمیم فازی تهیه شده از نظرهاى ۱۰ خبره

C_{14}	...	C_3	C_2	C_1		
(۰/۳۷، ۰/۴۹، ۰/۶۱)	...	(۰/۲۳، ۰/۳۶، ۰/۵۴)	(۰/۶۶، ۰/۸۱، ۰/۹۰)	(۰/۲۰، ۰/۳۳، ۰/۵۰)	A_1	گلچین ميبند
(۰/۳۴، ۰/۵۱، ۰/۶۸)	...	(۰/۴۲، ۰/۵۷، ۰/۷۰)	(۰/۲۵، ۰/۳۹، ۰/۵۵)	(۰/۳۶، ۰/۵۲، ۰/۶۷)	A_2	کاشی يزد
(۰/۳۵، ۰/۴۹، ۰/۶۴)	...	(۰/۳۳، ۰/۴۷، ۰/۶۲)	(۰/۳۱، ۰/۴۸، ۰/۶۳)	(۰/۴۱، ۰/۵۳، ۰/۶۵)	A_3	ستاره ميبند
(۰/۳۳، ۰/۴۳، ۰/۵۵)	...	(۰/۴۱، ۰/۵۶، ۰/۷۱)	(۰/۳۸، ۰/۵۳، ۰/۶۷)	(۰/۲۷، ۰/۳۹، ۰/۵۴)	A_4	ایلیا سرام
(۰/۴۱، ۰/۵۹، ۰/۷۶)	...	(۰/۴۶، ۰/۶۰، ۰/۷۲)	(۰/۵۳، ۰/۶۸، ۰/۸۰)	(۰/۴۳، ۰/۵۵، ۰/۶۷)	A_5	عقیق
(۰/۴۹، ۰/۶۵، ۰/۷۹)	...	(۰/۱۹، ۰/۳۵، ۰/۵۳)	(۰/۳۹، ۰/۵۴، ۰/۶۸)	(۰/۲۴، ۰/۴۱، ۰/۵۹)	A_6	يزد سرام
(۰/۴۸، ۰/۶۷، ۰/۸۲)	...	(۰/۴۶، ۰/۶۰، ۰/۷۱)	(۰/۲۷، ۰/۴۱، ۰/۵۶)	(۰/۳۷، ۰/۵۲، ۰/۶۷)	A_7	نارین ميبند

روش ویکور فازی

بهترین و بدترین مقادیر شاخص‌ها با استفاده از رابطه‌های ۱۳ و ۱۴ محاسبه شده و ماتریس تصمیم بی‌بعد شده تشکیل می‌شود. به دلیل محدودیت صفحات، تنها بخشی از ماتریس تصمیم فازی بی‌بعد شده در جدول ۹ آورده شده است. همچنین ماتریس تصمیم بی‌بعد شده مطابق با جدول ۱۰ است. همچنین جدول ۱۱ مقادیر \tilde{S} ، \tilde{R} و \tilde{Q} و همچنین مقادیر فازی‌زدایی شده آنها و رتبه‌بندی گزینه‌ها برحسب هر یک را نشان می‌دهد.

جدول ۹. ماتریس تصمیم بی‌بعد شده در روش ویکور فازی

C_{14}	...	C_3	C_2	C_1		
(۰/۳۳، ۰/۳۳، ۰/۳۷)	...	(۰/۸۵، ۰/۹۶، ۰/۹۶)	(۰، ۰، ۰)	(۱، ۱، ۱)	A_1	
(۰/۹۲، ۰/۹۷، ۱)	...	(۰/۱۱، ۰/۱۲، ۰/۱۵)	(۱، ۱، ۱)	(۰، ۰/۱۴، ۰/۳)	A_2	
(۰/۹۷، ۱، ۱)	...	(۰/۴۸، ۰/۵۲، ۰/۵۳)	(۰/۷۷، ۰/۷۹، ۰/۸۵)	(۰/۰۹، ۰/۰۹، ۰/۱۲)	A_3	
(۰/۲، ۰/۲۳، ۰/۲۳)	...	(۰/۰۵، ۰/۱۶، ۰/۱۹)	(۰/۶۶، ۰/۶۷، ۰/۶۸)	(۰/۷، ۰/۷۳، ۰/۷۶)	A_4	
(۰، ۰، ۰)	...	(۰، ۰، ۰)	(۰/۲۹، ۰/۳۱، ۰/۳۲)	(۰، ۰، ۰)	A_5	
(۰/۷۶، ۰/۸۳، ۰/۸۷)	...	(۱، ۱، ۱)	(۰/۶۳، ۰/۶۴، ۰/۶۶)	(۰/۴۷، ۰/۶۴، ۰/۸۳)	A_6	
(۰/۲۴، ۰/۳۳، ۰/۳۷)	...	(۰، ۰، ۰/۰۵)	(۰/۹۵، ۰/۹۵، ۰/۹۷)	(۰، ۰/۱۴، ۰/۲۶)	A_7	

جدول ۱۰. ماتریس تصمیم بی‌بعد شده موزون در روش ویکور فازی

C_{14}	...	C_3	C_2	C_1	
(۰/۰۴، ۰/۱۳، ۰/۷۱)	...	(۰/۰۴، ۰/۱۵، ۰/۸۶)	(۰، ۰، ۰)	(۰/۰۶، ۰/۱۸، ۰/۹۴)	A_1
(۰/۰۳، ۰/۱۱، ۰/۸)	...	(۰/۰۱، ۰/۰۲، ۰/۱۳)	(۰/۰۶، ۰/۱۸، ۰/۹۵)	(۰، ۰/۰۲، ۰/۲۸)	A_2
(۰/۰۴، ۰/۱۳، ۰/۷۴)	...	(۰/۰۲، ۰/۰۸، ۰/۴۷)	(۰/۰۵، ۰/۱۴، ۰/۸)	(۰/۰۱، ۰/۰۲، ۰/۱۱)	A_3
(۰/۰۵، ۰/۱۷، ۰/۹)	...	(۰، ۰/۰۳، ۰/۱۷)	(۰/۰۴، ۰/۱۲، ۰/۶۴)	(۰/۰۴، ۰/۱۳، ۰/۷۱)	A_4
(۰/۰۱، ۰/۰۶، ۰/۴۳)	...	(۰، ۰، ۰)	(۰/۰۲، ۰/۰۶، ۰/۳)	(۰، ۰، ۰)	A_5
(۰، ۰/۰۱، ۰/۱)	...	(۰/۰۵، ۰/۱۶، ۰/۸۹)	(۰/۰۴، ۰/۱۲، ۰/۶۲)	(۰/۰۳، ۰/۱۱، ۰/۷۸)	A_6
(۰، ۰، ۰/۰۵)	...	(۰، ۰، ۰/۰۴)	(۰/۰۶، ۰/۱۷، ۰/۹۲)	(۰، ۰/۰۲، ۰/۲۴)	A_7

جدول ۱۱. مقادیر \tilde{Q} ، \tilde{R} و \tilde{S} و رتبه‌بندی طبق روش ویکور فازی

رتبه نهایی	میانگین رتبه‌ها	رتبه	Q	\tilde{Q}	رتبه	R	\tilde{R}	رتبه	S	\tilde{S}	
۷	۷	۷	۱/۰۰	(۱، ۱، ۱)	۷	۰/۳۷	(۰/۰۷، ۰/۲، ۱)	۷	۲/۸۳	(۰/۴۳، ۱/۴۳، ۱/۰۱)	A_1
۵	۵	۵	۰/۶۰	(۰/۶۶، ۰/۵۸، ۰/۵۸)	۶	۰/۳۵	(۰/۰۶، ۰/۱۸، ۰/۹۶)	۴	۲/۳۵	(۰/۳۳، ۱/۱۳، ۶/۸۲)	A_2
۴	۴	۴	۰/۵۹	(۰/۶، ۰/۶، ۰/۵۷)	۳	۰/۳۴	(۰/۰۶، ۰/۱۸، ۰/۹۴)	۵	۲/۵۶	(۰/۳۸، ۱/۲۷، ۷/۳۴)	A_3
۶	۵/۶۷	۶	۰/۷۰	(۰/۷۲، ۰/۷۱، ۰/۶۷)	۵	۰/۳۴	(۰/۰۶، ۰/۱۸، ۰/۹۵)	۶	۲/۷۱	(۰/۴۲، ۱/۳۶، ۷/۷)	A_4
۱	۱/۳۳	۱	۰/۰۷	(۰/۰۸، ۰/۰۸، ۰/۰۶)	۱	۰/۳۲	(۰/۰۵، ۰/۱۶، ۰/۹۱)	۲	۱/۹۴	(۰/۲۴، ۰/۸۸، ۵/۷۶)	A_5
۳	۳/۳۳	۳	۰/۴۰	(۰/۴۱، ۰/۴۱، ۰/۳۶)	۴	۰/۳۴	(۰/۰۶، ۰/۱۸، ۰/۹۵)	۳	۲/۱۱	(۰/۲۸، ۰/۹۹، ۶/۱۹)	A_6
۲	۱/۶۷	۲	۰/۱۸	(۰/۳، ۰/۱۸، ۰/۰۶)	۲	۰/۳۳	(۰/۰۶، ۰/۱۷، ۰/۹۲)	۱	۱/۸۱	(۰/۲، ۰/۷۸، ۵/۴۸)	A_7

روش مورافازی

برای رتبه‌بندی شرکت‌های حاضر در زنجیره تأمین، به کمک روش مورافازی ابتدا ماتریس تصمیم بی‌بعد شده فازی طبق رابطه ۱۹ تشکیل می‌شود (جدول ۱۲). ماتریس تصمیم بی‌بعد شده موزون نیز در جدول ۱۳ قابل مشاهده است و در نهایت مطلوبیت گزینه‌ها در جدول ۱۴ آمده است.

جدول ۱۲. ماتریس تصمیم بی بعد شده فازی در روش مورافازی

C_{14}	...	C_3	C_2	C_1	
(۰/۱۴، ۰/۱۹، ۰/۲۴)	...	(۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲۲)	(۰/۲۵، ۰/۳۱، ۰/۳۴)	(۰/۰۹، ۰/۱۵، ۰/۲۲)	A_1
(۰/۱۳، ۰/۲، ۰/۲۶)	...	(۰/۱۷، ۰/۲۴، ۰/۲۹)	(۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲۱)	(۰/۱۶، ۰/۲۳، ۰/۳)	A_2
(۰/۱۴، ۰/۱۹، ۰/۲۵)	...	(۰/۱۴، ۰/۲، ۰/۲۶)	(۰/۱۲، ۰/۱۸، ۰/۲۴)	(۰/۱۸، ۰/۲۴، ۰/۲۹)	A_3
(۰/۱۲، ۰/۱۷، ۰/۲۱)	...	(۰/۱۷، ۰/۲۳، ۰/۳)	(۰/۱۵، ۰/۲، ۰/۲۶)	(۰/۱۲، ۰/۱۷، ۰/۲۴)	A_4
(۰/۱۶، ۰/۲۳، ۰/۲۹)	...	(۰/۱۹، ۰/۲۵، ۰/۴)	(۰/۲، ۰/۲۶، ۰/۳۱)	(۰/۱۹، ۰/۲۵، ۰/۳)	A_5
(۰/۱۹، ۰/۲۵، ۰/۳۱)	...	(۰/۰۸، ۰/۱۵، ۰/۲۲)	(۰/۱۵، ۰/۲۱، ۰/۲۶)	(۰/۱۱، ۰/۱۸، ۰/۲۶)	A_6
(۰/۱۹، ۰/۲۶، ۰/۳۲)	...	(۰/۱۹، ۰/۲۵، ۰/۴)	(۰/۱، ۰/۱۶، ۰/۲۱)	(۰/۱۷، ۰/۲۳، ۰/۳)	A_7

جدول ۱۳. ماتریس تصمیم بی بعد شده موزون فازی در روش مورافازی

C_{14}	...	C_3	C_2	C_1	
(۰/۰۱، ۰/۰۳، ۰/۲۲)	...	(۰، ۰/۰۲، ۰/۲)	(۰/۰۲، ۰/۰۶، ۰/۳۲)	(۰/۰۱، ۰/۰۳، ۰/۲۱)	A_1
(۰/۰۱، ۰/۰۳، ۰/۲۴)	...	(۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۲۶)	(۰/۰۱، ۰/۰۳، ۰/۲)	(۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۲۸)	A_2
(۰/۰۱، ۰/۰۳، ۰/۲۳)	...	(۰/۰۱، ۰/۰۳، ۰/۲۳)	(۰/۰۱، ۰/۰۳، ۰/۲۳)	(۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۲۷)	A_3
(۰/۰۱، ۰/۰۳، ۰/۱۹)	...	(۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۳۷)	(۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۲۵)	(۰/۰۱، ۰/۰۳، ۰/۲۲)	A_4
(۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۲۶)	...	(۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۳۷)	(۰/۰۱، ۰/۰۵، ۰/۲۹)	(۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۲۸)	A_5
(۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۲۸)	...	(۰، ۰/۰۲، ۰/۲)	(۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۲۵)	(۰/۰۱، ۰/۰۳، ۰/۲۴)	A_6
(۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۲۹)	...	(۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۲۷)	(۰/۰۱، ۰/۰۳، ۰/۲)	(۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۲۸)	A_7

جدول ۱۴. مطلوبیت فازی گزینه‌ها و رتبه‌بندی طبق مورافازی

رتبه	y_i	\tilde{y}_i	
۶	۴/۴۴۹	(۰/۱۲، ۰/۴۹، ۳/۲۶)	A_1
۴	۴/۶۱۱	(۰/۱۲، ۰/۵۱، ۳/۴۸)	A_2
۷	۴/۴۳۲	(۰/۱۱، ۰/۴۸، ۳/۳۷)	A_3
۵	۴/۴۸۱	(۰/۱۱، ۰/۵۳، ۳/۴۰)	A_4
۲	۴/۸۰۷	(۰/۱۲، ۰/۵۲، ۳/۶۲)	A_5
۳	۴/۷۱۳	(۰/۱۲، ۰/۵۴، ۳/۵۵)	A_6
۱	۴/۸۷۷	(۰/۱۳، ۰/۵۴، ۳/۶۷)	A_7

جدول ۱۵. ادغام رتبه‌بندی‌ها

رتبه نهایی	میانگین رتبه	رتبه مورا فازی	رتبه ویکور فازی	گزینه	
۷	۶/۵	۶	۷	A _۱	گلچین میبد
۴	۴/۵	۴	۵	A _۲	کاشی یزد
۵/۵	۵/۵	۷	۴	A _۳	ستاره میبد
۵/۵	۵/۵	۵	۶	A _۴	ایلیا سرام
۱/۵	۱/۵	۲	۱	A _۵	عقیق
۳	۳	۳	۳	A _۶	یزد سرام
۱/۵	۱/۵	۱	۲	A _۷	نارین میبد

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

صنعت کاشی و سرامیک از دیرباز همواره در کانون توجه صنعت‌گران ایرانی و به‌ویژه صنعت‌گران استان یزد بوده و نقش مؤثری در ارزآوری و ارتقای اقتصاد ایران در بازار جهانی داشته است؛ اما در کنار چنین فوایدی، بالطبع مضراتی نیز به همراه دارد که آلودگی‌های زیست‌محیطی شامل فلزات سنگین، فسفات، کلراید، پساب و ... از مهم‌ترین آنها هستند. مدیریت زنجیره تأمین سبز، به‌دنبال بهبود عملکرد زیست‌محیطی شرکت‌های زنجیره تأمین و در نهایت حفاظت از محیط‌زیست در سطح جامعه است.

در این پژوهش، سعی بر آن بود تا شاخص‌های مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت کاشی و سرامیک استان یزد ارزیابی شود و شرکت‌های کلیدی این صنعت از لحاظ شاخص‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز رتبه‌بندی گردند. نتایج نشان داد مهم‌ترین شاخص، محدودیت منابع سبز است که با یافته‌های واکر و همکارانش (۲۰۰۸) همخوانی دارد. مشکلی که طی جمع‌آوری داده‌ها نیز مدیران شرکت‌ها به‌صورت شفاهی به آن اشاره کردند.

کلیه شاخص‌های در نظر گرفته شده حائز مقادیر بالای $\bar{R}_j + \bar{D}_j$ (بین ۸ تا ۱۰) و مقادیر پایین $\bar{R}_j - \bar{D}_j$ (بین ۰/۶۵ تا ۰/۴۲) بودند که نشان‌دهنده وابستگی متقابل زیاد شاخص‌ها به یکدیگر است. بنابراین مدیران سازمان‌های مورد بررسی باید توجه داشته باشند که نمی‌توانند تنها با اتکا به بهبود یکی از شاخص‌ها، عملکرد سبز واحد خود را بهبود دهند، بلکه باید جمیع شاخص‌های تحت بررسی به‌صورت یک کل در نظر گرفته شده و راهکارهای بهبود را در یک ساختار شبکه‌ای بررسی کنند. از این رو به پژوهشگران آتی توصیه می‌شود مجموعه شاخص‌های مورد بررسی در این پژوهش را با تکنیک فرایند تحلیل شبکه‌ای ارزیابی کرده و با نتایج این پژوهش مقایسه کنند.

پس از اجرای تکنیک‌های رتبه‌بندی فازی مشخص شد که با توجه به شاخص‌های مد نظر این پژوهش، شرکت‌های «عقیق» و «نارین میبد» حائز رتبه‌های اول و دوم خروجی در هر دو روش هستند و در نهایت به‌عنوان سبزترین شرکت‌ها معرفی شدند، اما رتبه آنها در رتبه‌بندی‌ها یکسان نیست (در یکی از رتبه‌بندی‌ها اول و در دیگری دوم است). برای کمک و راهنمایی به سایر شرکت‌ها به‌منظور الگوگیری از دو شرکت برتر، به پژوهشگران توصیه می‌شود تا با روش تحلیل پوششی داده‌ها، واحدهای مرجع و همچنین نحوه و میزان الگوگیری از واحدهای مرجع و کارا را تعیین کنند.

References

- Allameh, G., Esmaili, M., Tajvidi, T. (2015). Developing several pricing models in green supply chain under risk by Game Theory Approach. *Industrial Management Journal*, 6(4), 767-789. (in Persian)
- Andiç, E., Yurt, Ö., & BaltacFoGlu, T. (2012). Green supply chains: Efforts and potential applications for the Turkish market. *Resources, Conservation and Recycling*, 58, 50-68.
- Birou, L. M., Fawcett, S. E., & Magnan, G. M. (1998). The product life cycle: a tool for functional strategic alignment. *Journal of Supply Chain Management*, 34(2), 37-52.
- Boks, C. & Stevels, A. (2007). Sign for Environment. Experiences from the Electronics Industry. *International Journal of Production Research*, 45 (18-19), 4021-4039.
- Chen, S.Y. & Lee, T.R. (2010). Relationships between Drivers, SMEs' Adoption of Green Supply Chain Practices and Performance. *8th International Conference on Supply Chain Management and Information Systems (SCMIS)*. 6-9 Oct. 2010, Hong Kong, China.
- Diabat, A. & Govindan, K. (2011). An analysis of the drivers affecting the implementation of green supply chain management. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(6), 659-667.
- ElTayeb, T.K., Zailani, S. & Jayaraman, K. (2010). The examination on the drivers for green purchasing adoption among EMS 14001 certified companies in Malaysia. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(2), 206-225.
- Fontela, E. & Gabus, A. (1976). *The DEMATEL Observer*, DEMATEL 1976 Report.

- Ghasemieh, R., Jamali, G., Karimi Asl, E. (2016). Analysis of LARG Supply Chain Management Dimensions in Cement Industry (An Integrated multi-Criteria Decision Making Approach), *Industrial Management Journal*, 7(4), 813-836. (in Persian)
- Giunipero, L. C., Hooker, R. E. & Denslow, D. (2012). Purchasing and supply management sustainability: Drivers and barriers. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 18(4), 258-269.
- Holt, D. & Ghobadian, A. (2009). An empirical study of green supply chain management practices amongst UK manufacturers. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(7), 933-956.
- Jafarnejad, A., Morovati Sharifabadi, A. & Asadian Ardakani, F. (2013). *Selected Topics in Supply Chain Management*. Tehran: Mehraban Nashr publications. (in Persian)
- Jamali, G; Hashemi, M. (2011). Measuring Relationship between Factors Affecting Risk of Mellat Bank IT Projects in Bushehr Province Using Fuzzy DEMATEL. *Journal of Information Technology Management*, 3(9). 21-40. (in Persian)
- Kaliyan, M., Govindan, K., Noor Al-Haq, A. & Yong, G. (2013). An ISM approach for the barrier analysis in implementing green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 47, 283-297.
- Karande, P. & Chakraborty, S. (2012). A fuzzy-MOORA approach for ERP system selection. *Decision Science Letters*, 1, 11-22.
- Khiewnavawongsa, S. (2011). *Barriers to Green Supply Chain Implementation in The Electronics Industry*. (Doctor of Philosophy), Purdue University.
- Lee Y., Li M., Yen H., Huang T. (2010). Analysis of Adopting an Integrated Decision Making Trial and Evaluation Laboratory on a Technology Acceptance Model. *Expert Systems with Applications*, 37(2), 1745-1754.
- Lee, S.Y. (2008). Drivers for the participation of small and medium-sized suppliers in green supply chain initiatives. *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(3), 185-198.
- Lin, R.J. (2013). Using fuzzy DEMATEL to evaluate the green supply chain management practices. *Journal of Cleaner Production*, 40, 32-39.
- Muduli, K., Govindan, K., Barve, A. & Geng, Y. (2012). Barriers to green supply chain management in Indian mining industries: a graph theoretic approach. *Journal of Cleaner Production*, 47, 335-344.

- Olfat, L., Khatami Firouzabadi, A., Khodaverdi, R. (2011). Green Supply Chain Preliminaries in Iran's Automobile Industry. *Iranian journal of management sciences*, 21, 140-123. (in Persian)
- Opricovic, S. (2011). Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning. *Expert Systems with Applications*, 38, 12983-12990.
- Srivastava, S.K. (2007). Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews*, 9(1), 53-80.
- Stonebraker, P. W. & Liao, J., (2006). Supply Chain Integration: Exploring Product and Environmental Contingencies. *Supply Chain Management*, 11 (1), 34-43.
- Walker, H., Di Sisto, L. & McBain, D. (2008). Drivers and barriers to and private sectors. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 14(1), 69-85.
- Zhou, Q., Huang, W. & Zhang, Y. (2011). Identifying Critical Success Factors in Emergency Management Using a Fuzzy DEMATEL Method. *Safety Science*, 49(2), 243-252.
- Zhu, Q. & Sarkis, J. (2004). Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. *Journal of Operations Management*, 22(3), 265-289.
- Zhu, Q., Crotty, J., Sarkis, J. (2009). A cross country empirical comparison of environmental supply chain management practices in the automotive industry. *Asian Business & Management Journal*, 7 (4), 467-488.
- Zhu, Q., Sarkis, J. & Lai, K. (2007). Green supply chain management: pressures, practices and performance within the Chinese automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 15(11-12), 1041-1052.