ارائه الگوی استقرار زنجیره تأمین سبز در شرکت پتروشیمی پردیس با استفاده از روش نقشه شناختی فازی

علی مروتی شریف‌آبادی[۱]، حمید حنظل عیدانی[۲]، فاضل موسوی[۳*]

دانشگاه یزد دانشگاه شهید بهشتی دانشگاه یزد

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۵/۲۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۱۰

چکیده

امروزه، دغدغه اصلی بشر، پیامدهای زیست‌محیطی و جوابگو نبودن منابع کره زمین می‌باشد. همزمان با افزایش روزافزون آلودگی زیست‌محیطی و پیامدهای مخرب آن و به دنبال آن افزایش تقاضای مشتریان و جوامع زیست‌محیطی برای محصولات و خدمات سازگار با محیط‌زیست باید آلودگی‌های ناشی از گسترش صنایع را در قالب تلاش برای اجرای زنجیره تأمین سبز کاهش داد. با وجود قوانین دولتی و آگاهی فزاینده مردم در مورد محیط‌زیست، شرکت‌هایی که می‌خواهند در بازار جهانی دوام بیاورند نمی‌توانند مسائل زیست‌محیطی را نادیده بگیرند. در این پژوهش عوامل مؤثر بر استقرار زنجیره تأمین سبز در شرکت پتروشیمی پردیس شناسایی شده و سپس با استفاده از روش نقشه‌شناختی فازی (FCM) درجه اهمیت آنها مشخص و در نهایت با استفاده روش نقشه‌شناختی فازی (FCM) شاخص‌ها رتبه‌بندی می‌شوند. نتایج به دست آمده از تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد از میان شاخص‌های تأثیرگذار بر استقرار زنجیره تأمین سبز، کاهش (تخفیف) مالیات برای سازمان‌هایی با تولیدات سبز (۰.۶۷)، فشار مشتریان برای داشتن محصولاتی سبز (۰.۶۳) و اتخاذ راهبردهای سبز توسط رقبا (۰.۵۹) بالاترین میزان اهمیت و برگزاری همایش‌ها و کلاس‌های آموزشی در زمینه محیط‌زیست برای کارکنان و مدیران (۰.۴۷) و قوانین زیست‌محیطی دولت (۰.۴۷) به ترتیب کم‌اهمیت‌ترین شاخص را به خود اختصاص می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: زنجیره تأمین سبز، مدیریت زنجیره تأمین سبز، نقشه‌شناختی فازی (FCM)، شرکت پتروشیمی پردیس

۱- مقدمه

فعالیت‌های‌اقتصادی شامل صنعتی، کشاورزی و خدماتی همگی از یک‌سو به‌نوعی از منابع طبیعی استفاده کرده و به آنها وابستگی داشته و از سوی دیگر ماهیت فرآیند آنها به‌گونه‌ای است که بالقوه محیط‌زیست را آلوده می‌کنند؛ بنابراین چنانچه به پیامدها و مسائل زیست‌محیطی انجام این‌گونه فعالیت‌ها توجه نشود، باید هزینه‌های کلانی برای رفع خسارت و ضایعات ناشی از عدم توجه به این موضوع صرف شود. افزایش هزینه‌های ناشی از آسیب‌های زیست محیطی، افزایش دانش و آگاهی و نگرانی شرکت‌ها در مورد اثرات سوء فعالیت‌های اقتصادی بر منابع طبیعی و به تبع آن بدتر شدن کیفیت زندگی، این شرکت‌ها را بر آن داشته است که در راهبردهای رشد و توسعه اقتصادی خود بازنگری داشته باشند[۲,۱]. افزایش نگرانی‌ها در مورد هشدارهای محیطی، تولیدکننده‌ها را مجبور به تلاش جهت کاربرد راهبردهایی در زمینه مدیریت محیطی می‌نماید. دیدگاه‌هایی نظیر مدیریت زنجیره تأمین سبز، بهره‌وری سبز، تولید پاک‌تر و سیستم‌های مدیریت محیطی برای فعالیت‌های مدیریت سبز به کار گرفته‌شده‌اند[۳]. در این میان، ازآنجاکه اثرات نامطلوب محیطی در همه مراحل چرخه عمر محصول اتفاق می‌افتد و مدیریت برنامه‌ها و عملیات محیطی به داخل مرزهای سازمان محدود نمی‌شود، دیدگاه مدیریت زنجیره

۱- استادیار، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، ایران، پست الکترونیک: Alimorovati@yazd.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری مدیریت بازرگانی- بازاریابی بین‌الملل دانشگاه شهید بهشتی و مشاور منطقه آزاد اروند، پست الکترونیک: H.eidani@yahoo.com

*۳- کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، گرایش تحقیق در عملیات، دانشگاه یزد، نویسنده مسئول، نشانی: یزد، صفاییه، بلوار دانشگاه، پست الکترونیک: mosavi.fazel@yahoo.com،

تأمین سبز به‌عنوان یک دیدگاه جامع که همه جریانات را از تأمین‌کنندگان به‌تولیدکنندگان و در نهایت به مصرف‌کنندگان در بر گرفته و مورد توجه زیادی قرار گرفته است[۴]. هم‌افزایی رعایت ملاحظات زیست‌محیطی و مدیریت زنجیره تأمین فرصتی را فراهم می‌کند تا زنجیره تأمین به سازمان‌ها کمک کند که بهره‌وری، کیفیت و عملکرد محیطی خود را از طریق جریان پیوسته اطلاعات ارتقاء دهند.

رعایت ملاحظات زیست‌محیطی در ترکیب با مدیریت زنجیره تأمین یک موقعیت برنده-برنده برای سازمان‌ها ایجاد می‌کند و به آنها در ایجاد یک مزیت قوی در بازار جهانی (از طریق کاهش هزینه‌ها و بهبود در رقابت) کمک می‌کند[۵,۱]. لذا با توجه به اهمیت موضوع مسئله اصلی این تحقیق شناسایی عوامل مؤثر بر زنجیره تأمین سبز در شرکت پتروشیمی پردیس می‌باشد.

۲-ادبیات تحقیق

مدیریت زنجیره تأمین سبز توسط انجمن پژوهش صنعتی دانشگاه ایالتی میشیگان در سال ۱۹۹۶ معرفی شد که در واقع مدل مدیریتی نوینی برای حفاظت از محیط زیست است. مدیریت زنجیره تأمین سبز از منظر چرخه عمر محصول شامل تمام مراحل از مواد اولیه، طراحی و ساخت محصول، فروش محصول و حمل‌ونقل، استفاده از محصول و بازیافت محصولات می‌باشد. با استفاده از مدیریت زنجیره تأمین و فناوری سبز، شرکت می‌تواند تأثیرات منفی زیست‌محیطی را کاهش داده و به استفاده مطلوب از منابع و انرژی دست یابد. مدیریت زنجیره تأمین سبز به دنبال تغییر مدل زنجیره خطی سنتی از تأمین کنندگان به کاربر است و سعی دارد اقتصاد بازیافت را به مدیریت زنجیره تأمین ملحق نماید. با انجام این کار، می‌توان یک حلقه بسته با حالت زنجیره چرخه‌ای داشت. اگر شرکت از مدیریت زنجیره تأمین سبز استفاده نماید، علاوه بر حل مشکلات محیط‌زیست به پیروزی نسبی در مزیت رقابتی نیز دست می‌یابد. علاوه‌بر این، پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز می‌تواند از موانع سبز در تجارت بین‌المللی اجتناب کند؛ بنابراین ما باید به‌سرعت به سمت پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز برای به دست آوردن فرصت و مقابله با چالش‌ها و پیروزی حرکت کنیم[۶]. در واقع اساس زنجیره تأمین سبز بر یکپارچگی مدیریت محیط‌زیست و مدیریت زنجیره تأمین برای کنترل اثرات زیست‌محیطی در چرخه عمر محصول به‌وسیله تسهیم اطلاعات و هماهنگی و همکاری تمام اعضای زنجیره تأمین است. مدیریت زنجیره تأمین سبز، یکپارچه‌کننده مدیریت زنجیره تأمین با الزامات زیست‌محیطی در تمام مراحل طراحی محصول، انتخاب و تأمین مواد اولیه، تولید و ساخت، فرآیندهای توزیع و انتقال، تحول به مشتری و بالاخره پس از مصرف، مدیریت بازیافت و مصرف مجدد به‌منظور بیشینه کردن میزان بهره‌وری مصرف انرژی و منابع همراه با بهبود عملکرد کل زنجیره تأمین است. در مقایسه با زنجیره تأمین سنتی، زنجیره تأمین سبز دارای مشخصات و ویژگی‌های زیر است[۷]:

– سبز بودن زنجیره به معنای تأکید بر مشخصه حداقل مصرف انرژی و منابع و حداقل تولید آلاینده‌ها در طول زنجیره تأمین است و با روش‌های بهینه‌سازی سیستم‌ها و بهبود زیست‌محیطی عملکرد تمام اعضای زنجیره تأمین حاصل می‌شود.

– حلقه‌ای بسته از جریان مواد وجود دارد. برخلاف زنجیره تأمین سنتی که جریان مواد دارای حلقه بسته نیست و از مواد خام شروع و به محصول نهایی ختم می‌شود، زنجیره سبز بخش بازیافت را که یا مربوط به تولیدکنندگان یا به شرکت‌های بازیافت‌کننده دسته سوم مربوط می‌شود به زنجیره اضافه نموده است. با فرآیندهای بازیافت، بخشی یا تمام محصولات دوباره مورد استفاده واقع شده یا به انرژی و منابع بازیافت تبدیل می‌گردند، در نتیجه به بهینه‌سازی مصرف انرژی و منابع، کاهش آلاینده‌ها و ضایعات و در نهایت کاهش هزینه‌های تولید منجر می‌شود. یکپارچگی بیشتری نسبت به زنجیره تأمین سنتی وجود دارد، زیرا هدف راهبردی کل زنجیره «حفظ محیط‌زیست» تعریف می‌شود و این مستلزم یکپارچگی سیستم‌های اطلاعاتی و همکاری تمام اعضای زنجیره تأمین و هماهنگی بیشتر فعالیت‌های آن در جهت تحقق این هدف است. زنجیره تأمین سبز عبارت است از مجموعه اقدامات داخلی و خارجی بنگاه در سراسر زنجیره تأمین که به بهبود محیط زیست و جلوگیری از ایجاد آلودگی منجر می‌شود[۸]. مدیریت زنجیره تأمین سبز توسعه مدیریت زنجیره با در نظرگرفتن مجموعه‌ای از فعالیت‌های مدیریت زیست‌محیطی درون و برون‌سازمانی است که برای مدیریت لجستیک مفیدند[۹]. بر اساس مطالعات صورت گرفته ده دلیل عمده که شرکت‌ها باید رویکرد و انطباق با مدیریت زنجیره تأمین سبز را بپذیرند عبارت‌اند از[۷]:

- پایداری منابع
- کاهش هزینه
- افزایش بهره‌وری
- کسب مزیت رقابتی
- انطباق با قوانین
- کاهش ریسک
- کسب شهرت نام تجاری
- بازگشت سرمایه
- دلگرمی کارکنان
- الزامات اخلاقی

رائو[1] (۲۰۰۲) معتقد است مزایای ناشی از به‌کارگیری زنجیره تأمین سبز عبارت‌اند از: افزایش کارایی، بهبود بهره‌وری، ایجاد بازارهای جدید، کاهش هزینه، کاهش آلاینده‌ها، بهبود وجهه عمومی سازمان، افزایش تعهد و مسئولیت اجتماعی سازمان[۱۰].

آریف[2] و همکاران (۲۰۰۹) معتقد هستند مزایای ناشی از به‌کارگیری زنجیره سبز عبارت‌اند از: بهینه شدن مصرف انرژی، کاهش مواد پسماند، کاهش هزینه، حفظ منابع طبیعی، بهبود کیفیت زندگی، ایجاد و حفظ محیط‌زیست بهتر برای نسل‌های آینده[۱۱]. با توجه به مزایای نامبرده در مورد بحث، در این پژوهش به شناسایی عوامل مؤثر بر استقرار زنجیره تأمین سبز در شرکت پتروشیمی پردیس پرداخته می‌شود. در انتها نیز ضمن معرفی مدل نقشه‌شناختی فازی به رتبه‌بندی شاخص با استفاده از نقشه‌شناختی فازی پرداخته می‌شود. در این پژوهش از منابع کتابخانه‌ای و خبرگان استفاده شده و شاخص‌های مؤثر بر استقرار زنجیره تأمین سبز در شرکت پتروشیمی پردیس و جدول (۱) استخراج می‌گردد.

جدول ۱: لیست متغیرهای مرتبط با اولویت‌های پژوهشی

ردیف	عوامل مؤثر بر استقرار زنجیره تأمین سبز	منبع
۱	قوانین زیست‌محیطی دولت	[۱۲] , [۱۳]
۲	فشار مشتریان برای داشتن محصولاتی سبز	[۱۳] , [۱۴]
۳	انتخاب تأمین‌کنندگان بر اساس معیارهای محیطی	[۱۵]
۴	فشار رسانه‌های ارتباط‌جمعی بر تولید محصولات سبز	[۱۶]
۵	کاهش یا تخفیف مالیات برای سازمان‌هایی با تولیدات سبز	[۱۶]
۶	اتخاذ راهبردهای سبز توسط رقبا	[۱۷],[۱۸]
۷	برگزاری همایش‌ها و کلاس‌های آموزشی در زمینه محیط‌زیست برای کارکنان	[۱۹]
۸	برپا کردن پایگاه داده زیست‌محیطی برای محصولات	[۱۲],[۲۰]
۹	بهینه‌سازی مجدد تمام فرآیندها بر مبنای ایجاد مواد آلاینده، ضایعات کمتر	[۱۲]
۱۰	تغییر در سیاست توزیع و حمل‌ونقل کالا	[۲۱]
۱۱	امید به کسب سهم بازار، درآمد بالاتر و کاهش توأم هزینه‌ها با تولید محصولات سبز	[۱۶]
۱۲	اعطای وام و تسهیلات جهت پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز	[۱۶]
۱۳	پشتیبانی و حمایت مدیران میانی (عملیاتی) و مدیران ارشد از پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز	[۱۰] ,[۲۲]

1- Rao

2- Arif

۳- روش‌شناسی

تحقیق حاضر از لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ روش توصیفی پیمایشی است. همچنین ابزار گردآوری داده‌ها به صورت پرسشنامه می‌باشد. جامعه آماری تحقیق نیز از بین کارکنان شرکت پتروشیمی پردیس که به زنجیره تأمین سبز آشنایی داشتند، انتخاب شدند. در این پژوهش تکنیک نقشه‌شناختی فازی با سنجش میان عوامل مؤثر بر استقرار زنجیره تأمین سبز به‌صورت دوبه‌دو و به‌منظور سطح‌بندی و تعیین روابط مفهومی مابین عوامل مؤثر بر استقرار زنجیره تأمین سبز به‌کار رفته است. این روش، ترتیب و جهت روابط پیچیده میان عناصر یک سیستم را بررسی می‌کند. به‌بیان‌دیگر، ابزاری است که به‌وسیله آن، گروه می‌تواند بر پیچیدگی بین عناصر غلبه کنند[۲۲, ۲۳]. نقشه‌شناختی فازی، بر مبنای قضاوت‌های گروهی یک روش تفسیری و بر مبنای مطالعه روابط متغیرها، یک روش ساختاری است و ازآنجاکه روابط خاص میان متغیرها را در یک مدل ساختارمند نشان می‌دهد، یک روش مدل‌سازی است[۲۲, ۲۳]

۴- جامعه آماری

با توجه به هدف پژوهش و موضوع تحقیق جهت بررسی عوامل مؤثر بر استقرار زنجیره تأمین سبز از دیدگاه‌های مختلف چند مرحله مصاحبه و طراحی پرسشنامه نیاز است. جهت شناسایی اولیه سیستم و استخراج دیدگاه‌ها و تعاریف اولیه، از مطالعات توصیفی تطبیقی و تکنیک‌های مطالعات کتابخانه‌ای و انجام مصاحبه‌های باز استفاده شده است. همچنین جامعه آماری در مرحله تعیین وزن‌ها روابط میان عوامل مؤثر شامل کلیه خبرگانی بودند که با حوزه زنجیره تأمین سبز آشنایی داشتند. جامعه آماری در پژوهش ۳ نفر از اساتید و ۵ نفر از کارکنان شرکت پتروشیمی پردیس که با حوزه مطالعاتی آشنایی داشتند، انتخاب شدند.

۵- متدولوژی تحقیق

۵-۱ نقشه شناختی فازی[1]

نقشه‌های شناختی یا همان مدل‌های گرافیکی علت و معلولی توسط رابرت اکسلورد[2] در سال ۱۹۷۶ در حوزه علوم سیاسی معرفی شد. لازم به ذکر است از این مدل در کارکردهای بسیار دیگری مانند مدارهای الکتریکی، علوم

1- Fuzzy Cognitive Map
2- Robert Acxelword

دارویی، نظام‌های نظارتی، برنامه‌ریزی راهبردی و سازمان و تحلیل شاخص‌های عملکرد کسب‌وکار، مدیریت پروژه‌های نرم‌افزاری، بازیابی اطلاعات، نظام‌های پویا و پیچیده و مدل‌سازی جهان مجازی نیز استفاده‌شده است[۲۴].

در سال ۱۹۸۶، کاسکو[3] اولین بار ابزارهای فازی را برای ترسیم این مدل‌ها مورد استفاده قرار داده و مدل‌های نقشه شناختی فازی را برای اولین بار معرفی نمود. بر مبنای تعریف وی FCM یک نمودار گرافیکی هدایت‌شده با مفاهیمی مانند قوانین و رویدادها و مواردی نظیر اینها به همراه گره‌ها و روابط علت و معلولی میان آنها وجود دارد. این نمودار به دنبال نشان دادن روابط علت و معلولی میان مفاهیم مورد اشاره در گره‌ها می‌باشد[۲۵]. مشخصه اصلی این مدل، گرافیک هدایت‌شده است که با استفاده از آن فرآیند نتیجه‌گیری و بررسی روابط علت و معلولی میان برخی عوامل نمایش داده می‌شود. در این مدل پویایی یک سیستم به‌وسیله شبیه‌سازی تعاملات بین مفاهیم و عوامل موجود در آن نمایش داده می‌شود. ایجاد یک مدل FCM نیازمند ورودی‌هایی است که از تجارب و دانش افراد خبره در موضوع موردنظر به دست می‌آید. بنابراین در مدل‌های FCM تجارب انباشته شده افراد با دانش موجود در حوزه‌ای که مدل برای آن ترسیم‌شده است یکپارچه می‌شود و بر مبنای آنها روابط علت و معلولی میان عوامل تشکیل‌دهنده نظام به‌وجود می‌آید[۱۶]. یک مدل FCM تشکیل‌شده از مجموعه‌ای از گره‌ها یا مفاهیم است که با علامت اختصاری زیر نمایش داده می‌شود:

$$C_i \qquad i = 1,2,\dots,n$$

گره‌های موجود در مدل به‌وسیله کمان‌های وزن‌دار با یکدیگر ارتباط داخلی دارند. هر ارتباط داخلی میان دو گره C_i و C_j دارای وزنی برابر با W_{ij} است که معادل نیروی رابطه علت و معلولی میان آن دو گره می‌باشد. مقدار وزنی W_{ij} نشان‌دهنده نوع رابطه مستقیم یا معکوس میان دو گره است. بنابراین سه نوع وزن‌دهی را می‌توان ارائه نمود[۲۵].

$$\begin{cases} W_{ij} > 0 & \text{نشان‌دهنده یک ارتباط علت و معلولی مثبت} \\ W_{ij} < 0 & \text{نشان‌دهنده یک ارتباط علت و معلولی منفی} \\ W_{ij} = 0 & \text{بدون وجود ارتباط} \end{cases}$$

3- kosko

جدول (۲): نحوه طراحی پرسشنامه محاسبه اثر متغیرها

سؤال	میزان تأثیر				
تأثیر فاکتور C_i بر C_j	تأثیر خیلی زیاد	تأثیر زیاد	تأثیر متوسط	تأثیر کم	تأثیر خیلی کم
فاکتور C_i بر C_j اثر دارد	(۰.۸۰،۰.۹۱،۱.۰۰)	(۰.۶۰،۰.۷۱،۰.۸۳)	(۰.۵۱،۰.۶۳،۰.۴۰)	(۰.۴۳،۰.۳۱،۰.۲۰)	(۰.۲۳،۰.۱۱،۰)

۲-۵ درجه مرکزیت

درجه مرکزیت به‌عنوان ابزاری برای مشخص کردن اهمیت گره‌ها در نقشه‌شناختی فازی می‌باشد که فرمول آن به شرح زیر است:

معادله (۱)

$$C(C_i) = Od(C_i) + Id(C_i)$$

$Od(C_i)$ جمع مقادیری وزنی است که به گره C_i وارد می‌شود.

$Id(C_i)$ جمع مقادیری وزنی است که از گره C_i خارج می‌شود.

با جمع وزن‌های احتمالی، مقادیر احتمالی مثبت و منفی را به روابط نسبت می‌دهند. مفاهیمی که مرکزیت بالاتری دارند به توجه مخصوصی برای پشتیبانی تصمیم نیاز دارد و برای بررسی ارجحیت دارند.

متغییرهای منتقل‌کننده[1] واحدهایی هستند که $Od(C_i)$ آنها مثبت و $Id(C_i)$ آنها صفر است. متغیرهایی دریافت‌کننده[2] گره‌هایی هستند که $Od(C_i)$ آنها صفر و $Id(C_i)$ آنها مثبت است متغیرهای دیگری که $Od(C_i)$ آنها غیر صفر و $Id(C_i)$ آنها صفر است متغیر معمولی (متوسط)[3] است[۲۵ , ۲۶].

روابط جبری در مدل فازی

قوانین جبری روابط علی، نحوه ارتباطات علی و ترکیب این روابط را بر روی یک نقشه‌شناختی فازی نمایش می‌دهد و استنتاج پس‌رو و پیش‌رو را به دست می‌دهد.

مسیرهای استنتاج از گره مفهومی C_i به C_j را در نظر بگیرید. برای مثال:

$$C_i \to C_{k_1} \to \cdots \to C_{k_n} \to C_j$$

تأثیر غیرمستقیم C_i بر C_j به سهم استنتاج C_i بر C_j بستگی دارد (میزان زیرمجموعه بودن C_i در C_j) اگر تنها یک مسیر از C_i به C_j وجود داشته باشد. تأثیر کل C_i بر C_j در همان استنتاج غیرمستقیم خلاصه می‌شود.

تأثیر غیرمستقیم C_i بر C_j از یک مسیر، منفی است، اگر تعداد فلش‌های منفی در مسیر فرد باشد، مثبت است؛ اگر تعداد فلش‌های موجود در مسیر زوج باشد و تأثیر کلی C_i بر C_j منفی است؛ اگر تمام روابط غیرمستقیم منفی باشد، مثبت است، اگر تمام روابط مثبت باشند.

اگر $L_r(C_i, C_j)$ نشان‌دهنده تأثیر غیرمستقیم میان دو متغیر C_i بر C_j در مسیر rام باشد، برای محاسبه تأثیر نهایی C_i بر C_j ابتدا به تعیین کوچک‌ترین مقدار در تک‌تک مسیرها پرداخته می‌شود.

معادله (۲)

$$L_r(C_i, C_j) = \min\{e(C_p, C_{p+1}) : (p, p+1)(i, k'_1, \dots, k'_{n_1}, j)\}$$

$e(C_p, C_{p+1})$ وزن روابط علی میان دو متغیر متوالی pام و p+1 ام است که میان دو متغیر در مسیر rام قرار دارد.

معادله(۳)

$$T(C_i, C_j) = max_{0 \le r \le m}\{I_r(C_i, C_j)\}$$

سپس طبق معادله (۳) بزرگ‌ترین مقدار $L_r(C_i, C_j)$ را از میان m مسیر ممکن به‌عنوان اثر نهایی C_iبر C_j در نظر بگیرید[۲۴].

برای استخراج نقشه فازی نهایی ابتدا باید جمع ماتریس‌های نقشه‌شناختی به‌دست‌آمده از خبرگان تحت معادله (۴) پرداخت.

معادله(۴)

$$C_i \to C_{k_1} \to \cdots \to C_{k_n} \to C_j$$

$$F_s = \sum_{a=1}^{n} W_a F_a$$

1- Transmitter
2- Recevier
3- Ordinary

F_a بیانگر ماتریس نقشه شناختی فازی برای خبرهaام است و n برابر تعداد خبرگان است. W_a نیز معدلِ وزن اعتباری خبره aام است. استفاده از $W_a = 1$ برای تمام خبرگان، در ادبیات موضوع نقشه شناختی فازی رایج است[۲۴]. گام بعدی تعیین میانگین وزن روابط به‌دست آمده از کل خبرگان است. بدین‌منظور طبق معادله (۵)، تمام آرایه‌های ماتریس F_a بر مجموع اعتبار وزنی خبرگان تقسیم می‌شود[۲۶]

معادله (۵)

$$F = \frac{F_a}{\sum_{n=1}^{n} W_a} = \frac{\sum_{a=2}^{n} W_a F_a}{\sum_{n=1}^{n} W_a}$$

۶- یافته‌ها

پس از آنکه شاخص‌های (مفاهیم) استخراج‌شده توسط خبرگان به تأیید رسید. اتصالات علی میان مفاهیم افزوده می‌شود. با افزودن اتصالات می‌توان مفاهیم کلیدی را از دیگر مفاهیم متمایز کرد. بدین‌صورت‌که پس از اتصال مفاهیم توسط پیکان‌ها می‌توان مشاهده کرد که مفاهیم کلیدی بیشترین ورودی و خروجی را نسبت به دیگر فعالیت‌ها خواهد داشت.

در طول فرآیند مصاحبه و استخراج نقشه‌های شناختی، نوع فعالیت در هر یک از نقاط خاص، به بینش مصاحبه‌شونده در مورد اولویت اطلاعات موردنظر و آنچه بیشتر مناسب فضای مصاحبه می‌باشد بستگی دارد. در نگاشت‌شناختی و استخراج نقشه‌های شناختی، تکیه اصلی به فرد مصاحبه‌کننده جهت شکل‌دهی به هریک از مراحل می‌باشد، زیرا روش سخت‌گیرانه و قاعده‌مندی در این مورد وجود ندارد. در طول این فرآیند افراد درگیر در مسئله و ذی‌نفعانی که با آنها مصاحبه می‌شود، باید در چندین فعالیت طوفان فکری متفاوت درگیر شوند که عبارت‌اند از ساختاردهی به ایده‌های استخراج‌شده از طوفان فکری با طبقه‌بندی مفاهیم و اتصال آنها به یکدیگر، شماره‌گذاری مفاهیم، شناسایی مفاهیم کلیدی جهت توسعه بیشتر آنها، ارزیابی آنها از طریق بحث و گفتگو، بنا نهادن اهداف و گزینه‌ها، انتخاب عملکرد مناسب، و در نهایت توافق بر سر راه‌های پیش‌رو. شایان‌ذکر است که مصاحبه‌کننده در استفاده از نگاشت‌شناختی برای دستیابی به تمام موارد اشاره‌شده محدودیتی ندارد[۲۷].

در این پژوهش پس از یافتن روابط بین عوامل مؤثر بر استقرار زنجیره تأمین سبز، از خبرگان شرکت پتروشیمی پردیس خواسته شد تا نوع و اندازه این روابط را مشخص کنند. در مجموعه ۵۰ رابطه بین عوامل مؤثر بر استقرار زنجیره تأمین سبز در پتروشیمی پردیس شناسایی شد. در ادامه از جدول (۳) استفاده شده و دیاگرام نقشه‌شناختی فازی به دست می‌آید.

جدول (۳): ماتریس به‌دست‌آمده از پرسشنامه‌های پرشده توسط خبرگان

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
C_1		(۰.۳۲،۰.۴۳،۰.۵۵)	(۰.۳۲،۰.۴۳،۰.۵۵)		(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)	
C_2	(۰.۲۸،۰.۳۹،۰.۵۱)		(۰.۵۶،۰.۶۷،۰.۷۸)			
C_3						
C_4	(۰.۴،۰.۵۱،۰.۶۳)	(۰.۶،۰.۷۱،۰.۸۲)	(۰.۵۲،۰.۶۳،۰.۷۴)			
C_5			(۰.۶۴،۰.۷۵،۰.۸۶)			(۰.۷۲،۰.۸۳،۰.۹۳)
C_6	(۰.۳۶،۰.۴۷،۰.۵۹)					
C_7	(۰.۵۲،۰.۶۳،۰.۷۵)					
C_8						
C_9						
C_{10}						
C_{11}						
C_{12}						(۰.۵۲،۰.۶۳،۰.۷۳)
C_{13}			(۰.۵۲،۰.۶۳،۰.۷۵)			

ادامه جدول (۳): ماتریس به‌دست‌آمده از پرسشنامه‌های پرشده توسط خبرگان

	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}
C_1		(۰,۵۶,۰,۶۷,۰,۷۸)	(۰,۵۶,۰,۶۷,۰,۷۸)			(۰,۴۴,۰,۵۳,۰,۶۷)	(۰,۳۶,۰,۴۷,۰,۵۹)
C_2		(۰,۵۶,۰,۶۷,۰,۷۸)	(۰,۶,۰,۷۱,۰,۸۲)	(۰,۵۶,۰,۶۷,۰,۷۸)		(۰,۵۶,۰,۶۷,۰,۷۸)	(۰,۵۲,۰,۶۳,۰,۷۵)
C_3				(۰,۵۲,۰,۶۳,۰,۷۵)			
C_4	(۰,۴۴,۰,۵۵,۰,۶۶)	(۰,۳۶,۰,۴۷,۰,۵۹)	(۰,۵۶,۰,۶۷,۰,۷۹)	(۰,۴۰,۰,۵۱,۰,۶۳)			(۰,۴۴,۰,۵۵,۰,۶۷)
C_5		(۰,۵۶,۰,۶۷,۰,۷۸)	(۰,۶۸,۰,۷۹,۰,۸۹)	۰,۴۸,۰,۵۹,۰,۷۱			(۰,۴۴,۰,۵۵,۰,۶۷)
C_6				(۰,۶۸,۰,۷۹,۰,۸۹)			۰,۴۸,۰,۵۹,۰,۷۱)
C_7		(۰,۴,۰,۵۱,۰,۶۳)	۰,۰۴,۰,۱۵,۰,۲۷)				
C_8			(۰,۶,۰,۷۱,۰,۸۲)	۰,۴۸,۰,۵۹,۰,۷۱)			
C_9					(۰,۶,۰,۷۱,۰,۸۲)		
C_{10}					۰,۴۴,۰,۵۵,۰,۶۶)		
C_{11}		(۰,۶,۰,۷۱,۰,۸۲)	(۰,۴۴,۰,۵۵,۰,۶۷)				(۰,۴۴,۰,۵۵,۰,۶۷)
C_{12}				(۰,۵۲,۰,۶۳,۰,۷۵)			
C_{13}	۰,۳۶,۰,۴۷,۰,۵۹)	۰,۴۸,۰,۵۹,۰,۷۱)	(۰,۴۸,۰,۵۹,۰,۶۹)	(۰,۳۶,۰,۴۷,۰,۵۹)		۰,۴۸,۰,۵۹,۰,۷۱)	

۷- رتبه‌بندی عوامل مؤثر با استفاده از نقشه شناختی فازی

۷-۱- محاسبه عوامل با بیشترین درجه مرکزیت

همان‌طورکه در فصل سه نیز اشاره شد، یکی از مقیاس‌های تعیین‌کننده، اهمیت مفاهیم در مسئله درجه مرکزیت است. برای محاسبه درجه، ابتدا تحت معادله (۱) مجموع اوزان ورودی و خروجی هر عامل با استفاده از نرم‌افزار اکسل محاسبه شده و سپس با استفاده از معادله (۲)، اعداد فازی حاصل باهم مقایسه شده و در نهایت «پشتیبانی و حمایت مدیران میانی (عملیاتی) و مدیران ارشد از پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز» بالاترین درجه مرکزیت را داشت که نشان‌دهنده درجه اهمیت این شاخص در سیستم است.

معادله (۱)

$$C(C_i) = Od(C_i) + Id(C_i)$$

$Od(C_i)$ جمع مقادیری وزنی است که به گره C_i وارد می‌شود.

$Id(C_i)$ جمع مقادیری وزنی است که از گره C_i خارج می‌شود. [۱۶]

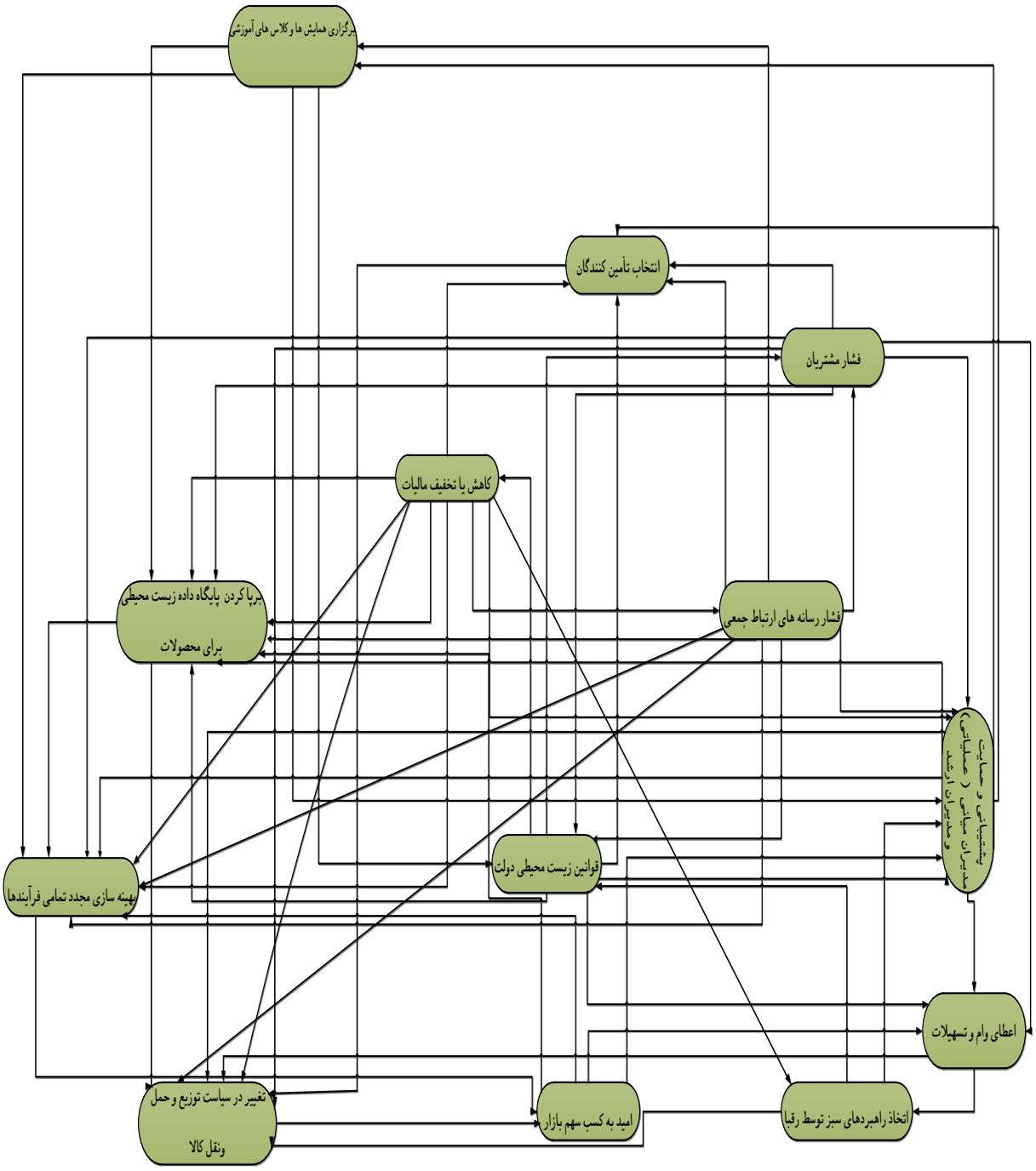
معادله (۶)

$$S(\tilde{M}, 0) = \frac{l+2m+u}{4}$$

S فاصله عدد فازی M از صفر است.[۱۶]

۷-۲ محاسبه تأثیر عوامل مستقیم

طبق نتایج به‌دست‌آمده در جدول (۴)، بالاترین درجه مرکزیت متعلق به عامل C_{13} است؛ بنابراین طبق نقشه شناختی در شکل (۱)، شش شاخص دیگر به‌طور مستقیم بر «پشتیبانی و حمایت مدیران میانی (عملیاتی) و مدیران ارشد از پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز» اثر دارند به‌قرار زیر هستند.



شکل (۱): مدل نقشه‌شناختی فازی زنجیره تأمین سبز در صنعت پتروشیمی پردیس

جدول (۴): محاسبه و مقایسه درجه مرکزیت عوامل در نقشه‌شناختی فازی

نام شاخص	C	$S(\tilde{M},0)$	مجموعه ورودی‌ها و خروجی‌ها
پشتیبانی و حمایت مدیران میانی (عملیاتی) و مدیران ارشد از پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز	C13	۶.۷۰	(۸.۱۱،۵.۳۶،۶.۶۸)
قوانین زیست‌محیطی دولت	C1	۵.۷۸	(۴.۵۶،5.74،7.07)
برپا کردن پایگاه داده زیست‌محیطی برای محصولات	C8	۵.۶۰	(۴.۶،۵.۵۹،۶.۶۳)
بهینه‌سازی مجدد تمام فرآیندها بر مبنای ایجاد مواد آلاینده، ضایعات کمتر	C9	۵.۵۹	(۴.۶،۵.۵۹،۶.۶۰)
فشار مشتریان برای داشتن محصولاتی سبز	C2	۵.۵۶	(۴.۵۶،۵.۵۵،۶.۵۷)
تغییر در سیاست توزیع و حمل‌ونقل کالا	C10	۵.۴۵	(۴.۰۸،۴.۹۶،۵.۸۹)
فشار رسانه‌های ارتباط‌جمعی بر تولید محصولات سبز	C4	۴.۷۷	(۳.۸۸،۴.۷۶،۵.۶۹)
کاهش یا تخفیف مالیات برای سازمان‌هایی با تولیدات سبز	C5	۴.۷۳	(۳.۹۶،۴.۷۳،۵.۵۲)
انتخاب تأمین‌کنندگان براساس معیارهای محیطی	C3	۳.۷۴	(۳.۰۸،۳.۷۴،۴.۴۳)
اتخاذ راهبردهای سبز توسط رقبا	C6	۳.۱۵	(۲.۶،۳.۱۵،۳.۷۱)
امید به کسب سهم بازار، درآمد بالاتر و کاهش توأم هزینه‌ها با تولید محصولات سبز	C11	۳.۰۷	(۲.۵۲،۳.۰۷،۳.۶۳)
اعطای وام و تسهیلات جهت پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز	C12	۳.۰۷	(۲.۵۲،۳.۰۵،۳.۶۵)
برگزاری همایش‌ها و کلاس‌های آموزشی در زمینه محیط‌زیست برای کارکنان	C7	۲.۷۱	(۲.۱۶،۲.۷۱،۳.۲۹)

جدول۵ : تأثیر عوامل مستقیم بر هدف مدل به ترتیب از بیشترین تا کمترین

ردیف	نام عامل		پشتیبانی و حمایت مدیران میانی (عملیاتی) و مدیران ارشد از پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز	$S(\tilde{M},0)$
۱	کاهش یا تخفیف مالیات برای سازمان‌هایی با تولیدات سبز	C5	(۰.۵۶،۰.۶۷،۰.۷۸)	۰.۶۷
۲	فشار مشتریان برای داشتن محصولاتی سبز	C2	(۰.۵۲،۰.۶۳،۰.۷۵)	۰.۶۳
۳	اتخاذ راهبردهای سبز توسط رقبا	C6	(۰.۴۸،۰.۵۹،۰.۷۱)	۰.۵۹
۴	فشار رسانه‌های ارتباط‌جمعی برای تولید محصولات سبز	C4	(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)	۰.۵۵
۵	امید به کسب سهم بازار، درآمد بالاتر و کاهش توأم هزینه‌ها با تولید محصولات سبز	C11	(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)	۰.۵۵
۶	قوانین زیست‌محیطی دولت	C1	(۰.۳۶،۰.۴۷،۰.۵۹)	۰.۴۷

۳-۷ محاسبه تأثیر عوامل غیرمستقیم

برای محاسبه تأثیر عواملی که به‌صورت غیرمستقیم بر هدف مدل تأثیر دارند، ابتدا مسیرهای مختلف موجود برای هر عامل در نقشه‌شناختی فازی برای تأثیرگذاری بر متغیر هدف تعیین می‌شود، سپس همان‌طورکه درمعادله (۲) بیان شد، به محاسبه کوچک‌ترین مقدار $e(C_p, C_{p+1})$ در تک‌تک مسیرها پرداخته می‌شود، e_{ij} وزن علی بین دو متغیر متوالی i و j است، که در مسیر rام قرار دارند[۲۴].

$$L_r(C_i, C_j) = \min\{e(C_p, C_{p+1}): (p, p+1)(i, k'_1, \dots, k'_{n_1}, j)\}$$

سپس طبق معادله زیر بزرگ‌ترین مقدار $L_r(C_i, C_j)$ را از میان m مسیر ممکن به‌عنوان اثر نهایی C_iبر C_j در نظر می‌گیرد[۲۴].

در جدول (۶) فهرست شاخص‌هایی که دارای تأثیر غیرمستقیم هستند آمده است:

جدول (۶): فهرست شاخص‌های با تأثیر غیرمستقیم

C_3	انتخاب تأمین‌کنندگان بر اساس معیارهای محیطی
C_7	برگزاری همایش‌ها و کلاس‌های آموزشی در زمینه محیطزیست برای کارکنان و مدیران
C_8	برپا کردن پایگاه داده زیست‌محیطی برای محصولات
C_9	بهینه‌سازی مجدد تمام فرآیندها بر مبنای ایجاد مواد آلاینده، ضایعات کمتر
C_{10}	تغییر در سیاست توزیع و حمل‌ونقل کالا
C_{12}	اعطای وام و تسهیلات جهت پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز

۱. انتخاب تأمین‌کنندگان براساس معیارهای محیطی ($C3$)

$$C_3 \xrightarrow{(۰.۵۲،۰.۶۳،۰.۷۵)} C_{10} \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{11} \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{13}$$

$$I_1 = min(e_{ij}) = (۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)$$

$$I_T = max\{I_1\} = (۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)$$

$$\Rightarrow C_3 \rightarrow \cdots \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{13}$$

۲. برگزاری همایش‌ها و کلاس‌های آموزشی در زمینه محیطزیست برای کارکنان و مدیران ($C7$)

$$C_7 \xrightarrow{(۰.۵۲،۰.۶۳،۰.۷۵)} C_1 \xrightarrow{(۰.۳۶،۰.۴۷،۰.۵۹)} C_{13}$$

$$I_1 = min(e_{ij}) = (۰.۳۶،۰.۴۷،۰.۵۹)$$

$$C_7 \xrightarrow{(۰.۵۲،۰.۶۳،۰.۷۵)} C_1 \xrightarrow{(۰.۳۲،۰.۴۳،۰.۵۵)} C_2 \xrightarrow{(۰.۳۶،۰.۴۷،۰.۵۹)} C_{13}$$

$$I_2 = min(e_{ij}) = (۰.۳۲،۰.۴۳،۰.۵۵)$$

$$C_7 \xrightarrow{(۰.۵۲،۰.۶۳،۰.۷۵)} C_1 \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_5 \xrightarrow{(۰.۳۶،۰.۴۷،۰.۵۹)} C_{13}$$

$$I_{3=} min(e_{ij}) = (۰.۳۲،۰.۴۳،۰.۵۵)$$

$$I_T = max\{I_1, I_2, I_3\} = (۰.۳۶،۰.۴۷،۰.۵۹)$$

$$\Rightarrow C_7 \rightarrow \cdots \xrightarrow{(۰.۳۶،۰.۴۷،۰.۵۹)} C_{13}$$

۳. برپا کردن پایگاه داده زیست‌محیطی برای محصولات $(C8)$

$$C_8 \xrightarrow{(۰.۶،۰.۷۱،۰.۸۲)} C_9 \xrightarrow{(۰.۶،۰.۷۱،۰.۸۲)} C_{11} \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{13}$$

$$I_1 = min(e_{ij}) = (۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)$$

$$C_8 \xrightarrow{(۰.۴۸،۰.۵۹،۰.۷۱)} C_{10} \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{11} \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{13}$$

$$I_2 = min(e_{ij}) = (۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)$$

$$I_T = max\{I_1, I_2\} = (۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)$$

$$\Rightarrow C_8 \rightarrow \cdots \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{13}$$

۴. بهینه‌سازی مجدد تمام فرآیندها بر مبنای ایجاد مواد آلاینده، ضایعات کمتر ($C9$)

$$C_9 \xrightarrow{(۰.۶،۰.۷۱،۰.۸۲)} C_{11} \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{13}$$

$$I_1 = min(e_{ij}) = (۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)$$

$$I_T = max\{I_1\} = (۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)$$

$$\Rightarrow C_9 \rightarrow \cdots \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{13}$$

۵. بهینه‌سازی مجدد تمام فرآیندها بر مبنای ایجاد مواد آلاینده، ضایعات کمتر ($C10$)

$$C_{10} \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{11} \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{13}$$

$$I_1 = min(e_{ij}) = (۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)$$

$$I_T = max\{I_1\} = (۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)$$

$$\Rightarrow C_{10} \rightarrow \cdots \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{13}$$

۶. اعطای وام و تسهیلات جهت پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز ($C12$)

$$C_{12} \xrightarrow{(۰.۵۲،۰.۶۳،۰.۷۵)} C_{10} \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{11} \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{13}$$

$$I_1 = min(e_{ij}) = (۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)$$

$$C_{12} \xrightarrow{(۰.۵۲،۰.۶۳،۰.۷۵)} C_6 \xrightarrow{(۰.۴۸،۰.۵۹،۰.۷۱)} C_{13}$$

$$I_2 = min(e_{ij}) = (۰.۴۸،۰.۵۹،۰.۷۱)$$

$$C_{12} \xrightarrow{(۰.۵۲،۰.۶۳،۰.۷۵)} C_6 \xrightarrow{(۰.۳۶،۰.۴۷،۰.۵۹)} C_1 \xrightarrow{(۰.۳۶،۰.۴۷،۰.۵۹)} C_{13}$$

$$I_3 = min(e_{ij}) = (۰.۳۶،۰.۴۷،۰.۵۹)$$

$$C_{12} \xrightarrow{(۰.۵۲،۰.۶۳،۰.۷۵)} C_6 \xrightarrow{(۰.۳۶،۰.۴۷،۰.۵۹)} C_1 \xrightarrow{(۰.۳۲،۰.۴۳،۰.۵۵)} C_2 \xrightarrow{(۰.۳۶،۰.۴۷،۰.۵۹)} C_{13}$$

$$I_4 = min(e_{ij}) = (۰.۳۲،۰.۴۳،۰.۵۵)$$

$$C_{12} \xrightarrow{(۰.۵۲،۰.۶۳،۰.۷۵)} C_6 \xrightarrow{(۰.۳۶،۰.۴۷،۰.۵۹)} C_1 \xrightarrow{(۰.۰۳۲.۴۳،۰.۵۵)} C_5 \xrightarrow{(۰.۳۶،۰.۴۷،۰.۵۹)} C_{13}$$

$$I_5 = min(e_{ij}) = (۰.۳۲،۰.۴۳،۰.۵۵)$$

$$C_{12} \xrightarrow{(۰.۵۲،۰.۶۳،۰.۷۵)} C_6 \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{10} \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{11} \xrightarrow{(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)} C_{13}$$

$$I_6 = min(e_{ij}) = (۰.۳۲،۰.۴۳،۰.۵۵)$$

$$I_T = max\{I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6\} = (۰.۴۸،۰.۵۹،۰.۷۱)$$

$$\Rightarrow C_{12} \rightarrow \cdots \xrightarrow{(۰.۴۸،۰.۵۹،۰.۷۱)} C_{13}$$

جدول (۷): میزان تأثیر نهایی شاخص‌های دارای تأثیر غیرمستقیم بر پشتیبانی و حمایت مدیران میانی (عملیاتی) و مدیران ارشد از پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز

ردیف	نام شاخص	میزان تأثیر بر $C13$
C_{12}	اعطای وام و تسهیلات جهت پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز	(۰.۴۸،۰.۵۹،۰.۷۱)
C_8	برپا کردن پایگاه داده زیست‌محیطی برای محصولات	(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)
C_9	بهینه‌سازی مجدد تمام فرآیندها بر مبنای ایجاد مواد آلاینده، ضایعات کمتر	(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)
C_{10}	تغییر در سیاست توزیع و حمل‌ونقل کالا	(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)
C_3	انتخاب تأمین‌کنندگان بر اساس معیارهای محیطی	(۰.۴۴،۰.۵۵،۰.۶۷)
C_7	برگزاری همایش‌ها و کلاس‌های آموزشی در زمینه محیط‌زیست برای کارکنان و مدیران	(۰.۳۶،۰.۴۷،۰.۵۹)

نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که از میان عواملی که به‌طور غیرمستقیم بیشترین تأثیر ریشه‌ای را در استقرار زنجیره تأمین سبز دارند، برپا کردن پایگاه داده زیست محیطی برای محصولات می‌باشد.

۸- نتایج

روش نقشه‌های شناختی فازی (FCM)، یکی از ابزارهای تحلیل شناختی است که به‌عنوان یک موتور استنباطی کارآمد توانایی مدل‌سازی کیفی و کمی روابط سببی پیچیده را دارا می‌باشد. FCM ابزاری ترکیبی است که از ویژگی‌های منطق فازی[1] و شبکه‌های عصبی مصنوعی[2] بهره‌مند می‌باشد. به دلیل تمرکز FCM بر حلقه‌های بازخوردی، می‌توان آن را نوعی روش پویایی سیستم دانست. ویژگی‌های پویا و قابلیت‌های یادگیری FCM باعث می‌شود تا به ابزاری فوق‌العاده مناسب برای مدل‌سازی، تحلیل، تصمیم‌گیری، پیش‌بینی و ... تبدیل شود[۲۸]. مزیت نقشه‌شناختی فازی به مدل‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره[3] در این است

1- Fuzzy Logic
2- Artificial Neural Network
3- Multiple-criteria Decision-making

که نقشه‌شناختی فازی علاوه‌بر اینکه رتبه‌بندی شاخص‌ها را نشان می‌دهد، به چگونگی روابط بین شاخص‌ها نیز توجه دارد؛ به‌ویژه آنکه رابطه یک شاخص با شاخص دیگر از چند مسیر گوناگون امکان دارد که لزوماً همه این مسیرها از نظر اهمیت و میزان اثرگذاری نیز یکسان نیستند.

حال‌که تأثیر همه عوامل مستقیم و غیرمستقیم بر پشتیبانی و حمایت مدیران میانی (عملیاتی) و مدیران ارشد از پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز محاسبه شد، اکنون می‌توان شاخص‌های مؤثر بر استقرار زنجیره تأمین سبز را رتبه‌بندی نمود. با استفاده از معادله‌های بخش ۵ به مقایسه اعداد فازی برای رتبه‌بندی عوامل پرداخته و در مواردی که کاملاً میزان تأثیر عدد فازی برابر بود، درجه مرکزیت بالاتر مدنظر قرارداده می‌شود. حال با توجه به جدول‌های بالا درجه اهمیت هر یک از عوامل مؤثر بر استقرار زنجیره تأمین سبز در شرکت پتروشیمی پردیس به ترتیب به‌صورت؛ کاهش یا تخفیف مالیات برای سازمان‌هایی با تولیدات سبز (۰.۶۷)، فشار مشتریان برای داشتن محصولاتی سبز (۰.۶۳)، اتخاذ راهبردهای سبز توسط رقبا (۰.۵۹)، اعطای وام و تسهیلات جهت پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز (۰.۵۹)، برپا کردن پایگاه داده زیست‌محیطی برای محصولات (۰.۵۵)، بهینه‌سازی مجدد تمام فرآیندها بر مبنای ایجاد مواد آلاینده، ضایعات کمتر (۰.۵۵)، تغییر در سیاست توزیع و حمل‌ونقل کالا (۰.۵۵)، فشار رسانه‌های ارتباط‌جمعی برای تولید محصولات سبز (۰.۵۵)، انتخاب تأمین‌کنندگان براساس معیارهای محیطی (۰.۵۵)، امید به کسب سهم بازار، درآمد بالاتر و کاهش توأم هزینه‌ها با تولید محصولات سبز (۰.۵۵)، قوانین زیست‌محیطی دولت (۰.۴۷)، برگزاری همایش‌ها و کلاس‌های آموزشی در زمینه محیط‌زیست برای کارکنان و مدیران (۰.۴۷)، حاصل شد.

منابع

[۱] آذر، عادل، بیات، کریم. ***"طراحی مدل فرآیند محوری کسب‌وکار با رویکرد معادلات ساختاری- تفسیری نشریه مدیریت فناوری اطلاعات***، دوره ۱، شماره ۱، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۷.

[۲] ایمانی، دین محمد و احمدی، افسانه. ***"مدیریت زنجیره تأمین سبز: راهبرد نوین کسب مزیت رقابتی"***، نشریه مهندسی خودرو و صنایع وابسته، شماره ۱۰، ۱۳۸۸.

[۳] ناصری طاهری، مظفر، ***"زنجیره تأمین سبز راهبرد نوین کسب مزیت رقابتی در قرن،۲۱ "*** ، فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین، شماره،۶ سال ۱۳۸۵

[٤] نیک نژاد، مریم. ***"زنجیره تأمین سبز (به همراه مطالعه موردی)"***، فصلنامه مدیریت زنجیره تأمین، سال سیزدهم، شماره ۳۴، صص ۲۷-۲۰، ۱۳۹۰.

[5] Chang, Byeong-Yun, Kenzhekhanuly, Yermek and Park, Byungjoo., ***"A Study on Determinants of Green Supply Chain Management practice"***, International Journal of Control and Automation Vol. 6, No. 3, pp. 199-208, 2013.

[6] Faisal M. N. Banwet D. K. Shankar R., ***"Supply chain risk mitigation & modeling the enablers"***, Business Process Management Journal. 12 (4). 535-552, 2006.

[7] Huang J. Tzeng G. Ong Ch., ***"Multidimensional data in multidimensional scaling using the analytic network process. Pattern Recognition Letters"***, 26 (6). 755-767, 2005.

[8] Kannan G. Haq A. N. Kumar P. S. Arunachalam S., ***"Analysis and selection of green suppliers using interpretative structural modeling and analytic hierarchy process"***, International Journal of Management and Decision Making. 9 (2). 163–182, 2008.

[9] Lee, Voon-Hsien, Ooi, Keng-Boon, Chong, Alain YeeLoong and Seow, Christopher., ***"Creating technological innovation via green supply chain management: An empirical analysis, Expert Systems with Applications"***, Volume 41, Issue 16, pp. 6983–6994, 2014.

[10] Rao, P., ***"Greening the supply chain: A new initiative in South East Asia"***, International Journal of Operation & Production Management, 22(6), pp. 632-655, 2002.

[11] Arif, M. Egbu, C. Haleem, A. Kulonda, D. & Khalfan, M.***" State of green construction in India: Drivers and challenges"***, Journal of

Engineering, Design and Technology, 7(2), pp. 223-234, 2009.
[12] Mandal A. Deshmukh S. G., ***"Vendor selection using interpretive structural modeling (ISM)"***, International Journal of Operation & Production Management. 14 (6). 52 – 59, 1994.
[13] Ravi V. Shankar R., ***"Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics"***, Technological Forecasting and Social Changes. 72 (8). 1011–1029, 2004.
[14] Sarkis J. Gonzalez-Torre P. Adenso-Diaz B., ***"Stakeholder pressure and the adoption of environmental practices: The mediating effect of training"***, Journal of Operations Management. 28 (2). 163-176, 2010.
[15] Wu, H. H, & Chang, S. Y., ***"A case study of using DEMATEL method to identify critical factors in green supply chain management"***, Applied Mathematics and Computation, 256, 394-403, 2015.
[16] Kuei, C. H, Madu, C. N, Chow, W. S, & Chen, Y. ***"Determinants and associated performance improvement of green supply chain management in China"***, Journal of Cleaner Production, 95, 163-173, 2015.
[17] Zhu, Q, Sarkis, J, & Lai, K., ***"Green supply chain management: Pressures, practices and performance within Chinese automobile industry"***, Journal of Cleaner Production, 15, 1041-1052, 2007.
[18] Hsu, C. W, & Hu, A. H., ***"Green supply chain management in the electronic industry"***, International Journal of Environmental Science & Technology, 5(2), 205-216, 2008.
[۱۹] عدالتیان شهریاری، جمشید و جهنشاهی، هادی. ***"اولویت‌بندی فاکتورهای اساسی جهت پیاده‌سازی در زنجیره تأمین سبز (مورد مطالعاتی: صنایع خودرو سازی ایران"***، همایش بین المللی مدیریت، ص ۲۳-۱۳، ۱۳۹۳.
[20] Hsu, C. W., Kuo, T. C., Chen, S. H., & Hu, A. H., ***"Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management"***, Journal of Cleaner Production, 56, 164-172, 2013.
[21] Walker Helen., Di Sisto Lucio., McBain Darian., ***"Drivers and barriers to environmental supply chain management practices: Lessons from the public and private sectors"***, Journal of Purchasing and Supply Management. 14 (10). 65-85, 2008.
[22] Park, K. S, & Kim, S. H., ***"Fuzzy cognitive maps considering time relationships"***, International Journal of Human-Computer Studies, 42(2), 157-168, 1995.
[23] Westcombe, M., Pidd, M., Mackenzie, A., Warren, I., & Sommerville, S., ***"Problem solving dialogue: Cognitive mapping and IBIS"***, Working paper MS01/02. Management School, Lancaster University, UK, 2002.
[24] Khan, M. S, & Quaddus, M., ***"Group decision support using fuzzy cognitive maps for causal reasoning"***, Group Decision and Negotiation, 13(5), 463-480, 2004.
[25] Kardaras, D, & Karakostas, B., ***"The use of fuzzy cognitive maps to simulate the information systems strategic planning process"***, Information and Software Technology, 41(4), 197-210, 1999.
[26] Kosko, B., ***"Fuzzy cognitive maps"***, International Journal of man-machine studies, *24*(1), 65-75, 1986.
[27] Kandasamy, W. V, & Smarandache, F., ***"Fuzzy cognitive maps and neutrosophic cognitive maps"***, Infinite Study, 2003.
[28] Gadallah, A. H., ***"Fuzzy cognitive map with dynamic fuzzy fiction and causality behaviors"***, Informatics and Systems (INFOS), the 7th International Conference on. Cario: IEEExplore, 2012.