فصلنامه رویکردهای پژوهشی نوین در
مدیریت و حسابداری
سال چهارم، شماره ۴۹، زمستان ۱۳۹۹- جلد چهارم، ص ۱۸۹-۱۵۶

Journal of New Research Approaches
in Management and Accounting
ISSN: 2588-4573
http://www.majournal.ir

شناسایی، سطح بندی و رتبه بندی عوامل موثر بر زنجیره تامین سبز با رویکرد تلفیقی ISM و تصمیم گیری چندمعیاره فازی

محمد نصیریان *[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۲۲ تاریخ چاپ: ۱۳۹۹/۱۱/۲۵

چکیده

هدف پژوهش حاضر شناسایی، سطح بندی و رتبه بندی عوامل موثر بر زنجیره تامین سبز بوده است. جامعه آماری تحقیق شامل ۱۱ نفر از مدیران و کارشناسان بخش زنجیره تامین شرکت آبراه تزئین می باشد. جهت گردآوری داده ها از پرسشنامه مقایسات زوجی استفاده شد که شامل عوامل موثر بر زنجیره تامین سبز بوده که روایی آن توسط نظرات خبرگان سازمان و پایایی با نرخ ناسازگاری ۰,۰۲ بدست آمد و تائید شد. جهت تجزیه و تحلیل داده ها از دو رویکرد فرایند تحلیل دمیتل فازی و مدل سازی تفسیری ساختاری استفاده شد. نتایج نشان داد که طراحی سبز با وزن نسبی (۰,۲۴۵)، بازیافت محصولات با وزن نسبی (۰,۲۱۱)، ارزیابی محیطی تأمین کنندگان با وزن نسبی (۰,۱۷۷)، همکاری کارکنان با وزن نسبی (۰,۱۷۶)، رعایت استانداردهای لازم با وزن نسبی (۰,۱۳۴)، توزیع سبز با وزن نسبی (۰,۰۹۷)، تولید سبز با وزن نسبی (۰,۰۸۸) و خرید سبز با وزن نسبی (۰,۰۵۵) در رتبه های اول تا هشتم قرار گرفتند. در پایان نیز با استفاده از رویکرد مدل سازی تفسیری ساختاری به تحلیل عوامل پرداخته شد که نتایج نشان داد در بین عوامل طراحی سبز به عنوان موثرترین عامل در سبز نمودن زنجیره تامین شناخته شده است.

واژگان کلیدی

زنجیره تامین سبز، مدل سازی تفسیری ساختاری، روش فرایند تحلیل سلسه مراتبی.

[1] دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، گروه مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد، یزد، ایران (Mohammad.nasirian@gmail.com)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. مقدمه

در دنیای رقابتی امروز و با توجه به انتظارات پیچیده مشتریان، سازمانها خود را با مشتریانی روبه رو میبینند که خواستار افزایش در تنوع محصول، هزینه پایین، کیفیت بالاتر و دسترسی سریعتر به آن محصول هستند (ژو و سارکسی[۱]،۲۰۱۶) در این شرایط سازمانها برای کسب موفقیت، به مدیریت زنجیره تأمین روی می آورند؛ زیرا این رویکرد بر فعالیت هایی متمرکز است که در یک زنجیره ارزش وجود دارد (واچون و کلاسن[۲]،۲۰۱۶). مدیریت زنجیره تأمین مجموعه ای از رویکردها و تلاش هایی به شمار میرود که از تولیدکنندگان تأمین کنندگان و توزیع کنندگان حمایت کرده و زنجیره ارزش را به گونه ای هماهنگ میکند که محصولات در مقادیر مناسب و در زمان مناسب و مکان مناسب تولید و توزیع شده تا رضایت مشتری حاصل شود. همواره سازمانهای جهانی به دنبال کسب مزیت رقابتی از طریق خلق نوآوری و روشهای جدید هستند. (سو و هو[۳]،۲۰۱۸). برخی از این سازمان ها از طریق بهبود عملکرد زیست محیطی با رعایت قوانین و استانداردهای زیست محیطی، افزایش دانش مشتریان در این خصوص و کاهش اثرات منفی زیست محیطی در محصولات و خدمات خود مزیت رقابتی به دست می آورند (هانگ[۴]،۲۰۱۵).

در سال های اخیر اقدامات گوناگونی مانند استفاده از مواد خام سازگار با محیط زیست در مراکز تولیدی و صنعتی، کاهش استفاده از منابع انرژی فسیلی و نفتی و استفاده مجدد ضایعات برای حفظ و استفاده بهینه از منابع محدود توسط دولت ها انجام گرفته است. تسریع قوانین و مقررات دولتی برای اخذ استانداردهای زیست محیطی و تقاضای روبه رشد مصرف کنندگان برای عرضه محصولات سبز به زنجیره تأمین که تمام فعالیت های مرتبط با جریان کالا از مرحله ماده خام تا تحویل کالا به مصرف کنندگان نهایی به انضمام جریان اطلاعات در سرتاسر زنجیره تأمین را دربرمیگیرد، موجب ظهور مفهوم جدید «مدیریت زنجیره تأمین سبز» شده است. سازمان های صنعتی از طریق مدیریت و طراحی فرآیندها (با اثرگذاری مصرف انرژی و کاهش آلودگی و غیره) و طراحی محصول (کاهش استفاده از مواد خطرناک) بر محیط زیست اثر مستقیم میگذارند. (هاو[۵]،۲۰۱۲).

با مشاهده سوابق تاریخی مشخص میشود که تاکنون گزارش دهی عملکرد زیست محیطی توسط سازمانها زیاد موردتوجه قرار نگرفته و به طور سنتی در تاریخچه مدیریت عملیات بر شاخص های عملکردی مرتبط با هزینه، کیفیت، تحویل و انعطاف پذیری تاکید شده است (سو و هو،۲۰۱۸). همچنین طی سال های اخیر کنوانسیون های زیست محیطی بین المللی سازمانها را وادار کرده اند تا عملکرد زیست محیطی را بهبود بخشند (ژو و سارکیس،۲۰۱۶). مشارکت زیست محیطی به یکپارچگی دانش و افزایش همکاری ها بین سازمانها منجر خواهد شد که در نتیجه آن سازمان های موجود در زنجیره تأمین میتوانند قابلیتهای سازمانی خود را توسعه دهند، این امر نه تنها بر عملکرد زیست محیطی آنها تأثیرگذار است؛ بلکه

[1] Zhou & Sarkis
[2] Wachon & Klassen
[3] So & ho
[4] Huang
[5] Hao

بر ابعاد عملکردی آنها مانند هزینه و کیفیت نیز اثر میگذارد، بنابراین توجه به شاخص های سبز بودن زنجیره تامین به لحاظ افزایش عملکرد سازمانی لازم و ضروری است.

بررسی های ادبیات نظری و تجربی پژوهش نشان می دهد که بیشتر پژوهش های انجام شده به معرفی شاخص های سبز بودن زنجیره تامین اشاره داشته اند و تا کنون تحقیقی به تعیین اولویت آنها اشاره ای نداشته است که در این پژوهش خلاء تحقیقاتی فوق پوشش داده خواهد شد، چرا که شناخت میزان اهمیت هر یک از شاخص ها نقش بسزایی در تصمیم گیری سازمانی در حوزه مربوطه دارد و باعث میگردد که سازمان ابتدا به شاخص اولویت دار توجه نماید. در این راستا، از منظر کاربردی در این پژوهش محقق بر آن است تا با توجه به اهمیت زنجیره تأمین سبز به شناسایی، سطح بندی و اولویت بندی عوامل مؤثر بر زنجیره تأمین سبز در شرکت آبراه تزئیین بپردازد. تا درنهایت بتوان نتایج را در سایر شرکتهای تابعه به کار بسته تا گامی در راستای توسعه پایدار صنعت تولید شیر آلات بهداشتی برداشته شود. همچنین در ایران مطالعات اندکی در مورد مدیریت زنجیره تأمین سبز انجام شده است و پژوهشهایی که بتوانند همه شاخصها و ابعاد مدیریت زنجیره تأمین سبز را بررسی کند، چه در صنعت شیر آلات و چه در سایر صنایع، بسیار محدود است؛ که لازم است تحقیقات بیشتری در این حوزه انجام گردد. ازاین رو پژوهشگر در پی یافتن پاسخی مناسب برای پرسشهای فوق است: عوامل موثر بر سبز بودن زنجیره تأمین سبز کدامند؟ اهمیت و اولویت بندی عوامل به چه ترتیبی است؟ و سطح بندی عوامل چگونه می باشد؟

۲. -مرور ادبیات و پیشینه پژوهش

۱-۲-زنجیره تامین سبز

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 و مدیریت زنجیره تأمین سبز به عنوان مدیریت مواد اولیه، قطعات، اجزاء و کلیه فرآیندها از تأمین کنندگان به تولیدکنندگان و درنهایت به مشتریان، پشتیبانی محصول با در خطرات زیست محیطی در سرتاسر مراحل چرخه عمر تعریف شده است (هروانی[۶] و همکاران،۲۰۱۶، هاریس[۷] و همکاران،۲۰۱۵، لپ[۸] و همکاران،۲۰۱۱)؛ به عبارت دیگر، مدیریت زنجیره تأمین سبز شامل خرید سبز، تولید سبز، توزیع سبز، بازاریابی سبز و لجستیک معکوس است (کویلین[۹] و همکاران،۲۰۱۷، ونگ[۱۰] و همکاران،۲۰۱۱). تعداد زیادی از شرکتهای چندملیتی که در پژوهش و توسعه محصولات سبز سرمایه گذاری کرده اند، استانداردهایی برای محدودکردن استفاده از مواد خطرناک ایجاد کردند که ازجمله مهمترین آنها ایزو ۱۴۰۰۱ است و از تأمین کنندگان خواستند محصولاتی که عاری از مواد خطرناک در تمام سطح زنجیره تأمین باشد را ارائه دهند؛ در نتیجه مدیریت زنجیره تامین سبز یک راهبرد مهم برای

[6] Hrvani
[7] Harris
[8] loop
[9] Quilin
[10] Wang

شرکتها است. (ژو[11] و همکاران،۲۰۱۳). اگرچه در ادبیات زنجیره تأمین مفاهیم مدیریت زنجیره تأمین پایدار و مدیریت زنجیره تأمین سبز معمولاً به جای یک دیگر به کار می روند، این دو مفهوم کمی با یک دیگر فرق دارند (لی[12] و همکاران،۲۰۱۸). مدیریت زنجیره تأمین پایدار دربرگیرنده ابعاد اقتصادی و پایداری اجتماعی و زیست محیطی است؛ بنابراین مفهوم مدیریت زنجیره تأمین پایدار وسیع تر از مدیریت زنجیره تأمین سبز است و مدیریت زنجیره تأمین سبز بخشی از مدیریت زنجیره تأمین پایدار می باشد. (فیسال[13] و همکاران،۲۰۱۶) درگذشته چرخه عمر محصول شامل فرآیندهایی از فاز طراحی تا مصرف بود. در حالیکه با رویکرد مدیریت زیست محیطی، شامل فرآیندهای تهیه مواد اولیه، طراحی، ساخت، استفاده و بازیافت، مصرف مجدد و تشکیل یک حلقه بسته از جریان مواد برای کاهش مصرف منابع و کاهش اثرات مخرب زیست محیط است. (کانان[14] و همکاران،۲۰۱۸).

۲-۲-مولفه های زنجیره تامین سبز

طراحی سبز شرکت باید شرح کامل زیست محیطی، سلامت انسان و ایمنی محصول را در روند کسب مواد اولیه، تولید، توزیع در نظر بگیرد و هدف آن جلوگیری از آلودگی در منبع است.

مواد سبز به موادی اشاره دارد که منابع و انرژی کمتر مصرف نموده و سر و صدای کمتر ایجاد می نماید، غیرسمی بوده و موجب نابودی محیط زیست نمی شود. بهره وری سبز بسیار بزرگ تر از تمام بهره وری مدیریت است.

تولید سبز تولید سبز نیز به عنوان تولید پاک شناخته شده است. در مراحل مختلف توسعه و یا در کشورهای مختلف، نام های تولید سبز متفاوت است؛ اما معنای اصلی آن همان است.

بازاریابی سبز هدف از بازاریابی سبز ایجاد هماهنگی میان اهداف توسعه اقتصاد و توسعه محیط زیست و توسعه اجتماعی و ارتقاء ادراک توسعه پایدار کل می باشد.

مصرف سبز یعنی تلاش در انتخاب محصول و خدمات سازگار با محیط زیست برای استفاده و مقابله با محصول زائدی که ممکن است برای محیط زیست مضر باشد. (میتهاج[15] و همکاران،۲۰۱۱، والکر[16]،۲۰۱۴)

مطالعات (بجکلود[17]،۲۰۱۱، هند فیلد[18] و همکاران،۲۰۱۵) حاکی از آن است که امروزه مدیریت محیطی با تأکید بر حفاظت از محیط زیست به یکی از مهم ترین مسائل مشتریان، سهامداران، دولت ها، کارکنان و رقبا تبدیل شده و فشارهای جهانی، سازمان ها را ملزم به تولید محصولات و خدمات سازگار با محیط زیست کرده است. اغلب تصور می کنند زنجیره تامین سبز یعنی کاهش یا استفاده نکردن از مواد مضر شیمیایی که این تصور کاملا غلط بوده چرا که زنجیره پا را فراتر از

[11] Jho
[12] lee
[13] Fisal
[14] Kanan
[15] Mithaj
[16] Walker
[17] Bejclod
[18] Hand Field

این مرحله گذاشته و تمام بخش های یک سازمان را مد نظر قرار می دهد (دیابات و کانانگ[19]،۲۰۱۱). در واقع زنجیره تامین سبز حاصل پیوند اهداف اقتصادی با اهداف زیست محیطی سازمان می باشد. لطفی و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که مهمترین شاخص در زنجیره تامین سبز، رعایت استانداردهای لازم در خرید ماشین آلات، تجهیزات و ابزار از نقطه نظر فنی و زیست محیطی و پایین ترین رتبه مربوط به شاخص عدم وجود آلایندگی آب و خاک و هوا در حمل و نقل می باشد و در وضعیت ایده آل بالاترین رتبه مربوط به احساس مسئولیت اجتماعی در رابطه با خرید سبز و پایین ترین رتبه مربوط به آگاهی تامین کنندگان مواد اولیه در حفاظت از محیط زیست است. کریمی (۱۳۹۴) بیان داشت ابعاد مدیریت تامین کنندگان و مُشارکت سازمانی و شاخصهای مشارکت کارکنان و ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان بترتیب بیشترین وزن و بالاترین اهمیت را در سبزبودن زنجیره تامین دارند.

حقیقت و کریمی (۱۳۹۳) بیان داشتند که ابعاد مدیریت تأمین‌کنندگان و مشارکت سازمانی و شاخص‌های مشارکت کارکنان و ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان به‌ترتیب بیشترین وزن و بالاترین اهمیت را در سبز بودن زنجیره تامین دارند. نظری (۱۳۹۰) دریافت که عوامل مدیریت چرخه عمر محصول، بازیافت محصول، مشارکت سازمانی و مدیریت تأمین کنندگان با مفهوم مدیریت زنجیره تأمین سبز رابطه‌ی مثبت و معنادار دارند. لارج و توماس[20] (۲۰۱۷) شاخص های مدیریت زنجیره تأمین سبز را شناسایی کردند و تحت پنج مؤلفه قابلیت های مدیریت تأمین سبز، خرید سبز، تعهد محیطی، ارزیابی محیطی تأمین کنندگان و همکاری با تأمین کنندگان را ارائه دادند. نینالون[21] و همکاران (۲۰۱۶)، معیارهایی را برای ارزیابی مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت الکترونیک تایلند شناسایی کردند. آنها این معیارها را در چهار گروه شامل تدارکات سبز، تولید سبز، توزیع سبز و لجستیک طبقه بندی کردند. زوو[22] و همکارن (۲۰۱۶) ۲۲ مؤلفه را برای ارزیابی مدیریت زنجیره تأمین سبز در برخی صنایع چین نظیر الکترونیک، پتروشیمی و خودرو شناسایی کردند. آنها این معیارها را در پنج گروه شامل مدیریت محیطی داخلی، خرید سبز، همکاری با مشتری، بازیافت و طراحی محیطی طبقه بندی کردند؛ همچنین در مطالعه ای دیگر نشان دادند که فشار مصرف کنندگان، کمبود منابع، راهکارهای سبز رقبا، رسالت محیطی سازمان و قوانین و مقررات ملّی و بین المللی به سازمانها برای پذیرش و اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز فشار میآورند.

رائو[23] (۲۰۱۴) معتقد است که سبزکردن صنعت به طور عمده به سبزکردن تولید بستگی دارد؛ زیرا آلاینده ها به طور عمده در حین مراحل تولید کالا و خدمات ایجاد میشوند. کاربرد تولید سبز بیشتر به خلاقیت و تکنیکهای ابداعی وابسته است تا سرمایه گذاری سنگین در فناوری سازگار با محیط زیست و این امر نیازمند همکاری نزدیک با کارکنان و تأمین کنندگان است. چارچوب رایجی برای کاربرد تولید سبز وجود دارد که عبارتاند از: تولید پاکتر، کارایی محیطی و تولید ناب. با

[19] Diabetes & Kanang
[20] Large & Thomas
[21] Ninalon
[22] Zoo
[23] Rao

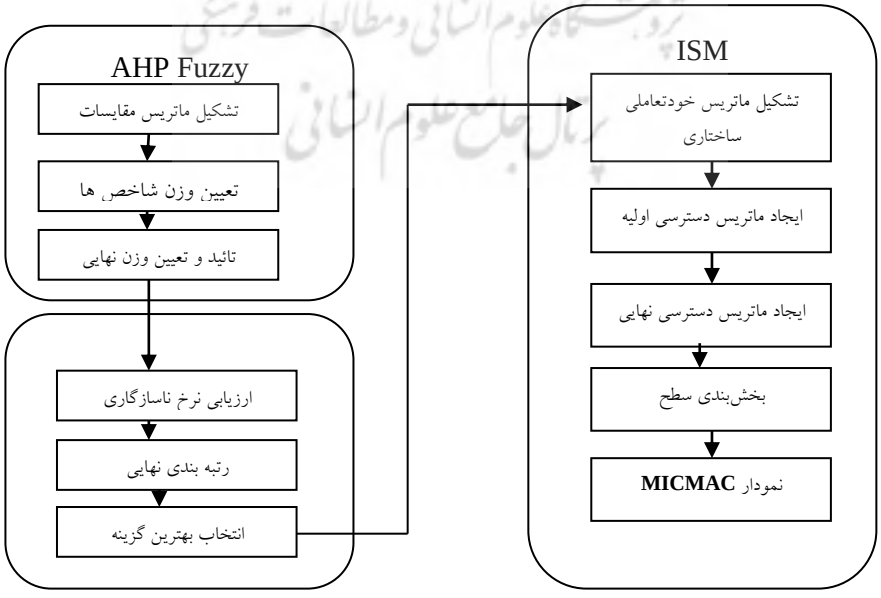
توجه به ادبیات نظری و تجربی پژوهش و بررسی نظرات خبرگان در خصوص عوامل گوناگونی که می توانند تاثیر زیادی بر روی سبز بودن زنجیره تامین داشته باشند ۸ عامل اصلی و مهم موثر بر زنجیره تامین سبز شناسایی شدند که به شرح زیر هستند.

جدول ۱-عوامل موثر بر سبز بودن زنجیره تامین

عوامل	منبع
خرید سبز	لارج و توماس (۲۰۱۷)
بازیافت محصولات	زوو و همکارن (۲۰۱۶)
همکاری کارکنان	رائو (۲۰۱۴)
ارزیابی محیطی تأمین کنندگان	لارج و توماس (۲۰۱۷)
رعایت استانداردهای لازم	لطفی و همکاران (۱۳۹۶)
تولید سبز	نینالون و همکاران (۲۰۱۶)
توزیع سبز	نینالون و همکاران (۲۰۱۶)
طراحی سبز	زوو و همکارن (۲۰۱۶)

۳-مدل مفهومی

بر اساس مطالعات انجام شده و ارائه شده در این مقاله مدل مفهومی تحقیق در شکل (۱) طراحی شده است که بر اساس آن شااخص های سنجش سبز بودن زنجیره تامین با استفاده از ادبیات تحقیق استخراج شده است. سپس با ایجاد یک ماتریس ارتباط مفهومی و ماتریس تعاملی به سط حبندی این شاخصها پرداخته شده است؛ که در فاز اول با روش AHP FUZZY به رتبه بندی شاخصها پرداخته شد و در فاز دو با روش ISM به سطح بندی و ارتباط بین آنها پرداخته شده است.



شکل ۱- مدل مفهومی پژوهش

٤-روش شناسی

پژوهش حاضر از نظر نحوه گردآوری اطلاعات، میدانی، از لحاظ نحوه اجرا توصیفی از نوع پیمایشی و از لحاظ هدف، توسعه ای و کاربردی می. ابزار گردآوری داده ها پرسشنامه مقایسات زوجی بوده است که روایی آن توسط نظرات خبرگان تائید شده و جهت تعیین پایایی از نرخ ناسازگاری استفاده شد که در بخش یافته ها بدان اشاره شده است که نشان دهنده وجود سازگاری مناسب بین شاخصهای مورد نظر است. جامعه آماری تحقیق شامل ۱۱ نفر از مدیران و کارشناسان بخش زنجیره تامین شرکت آبراه تزئین می باشد و پرسشنامه میان این تعداد توزیع گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده ها از دو رویکرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی و مدل سازی تفسیری ساختاری استفاده شد که به معرفی هر یک می پردازیم.

٤-١-روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروفترین فنون تصمیم گیری چند منظوره است که اولین بار توسط توماس. ال. ساعتی عراقی الاصل در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید. این روش در هنگامی که عمل تصمیم گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم گیری روبرو است می تواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده می توانند کمّی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتب تصمیم، آغاز می کند. درخت سلسله مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می دهد. سپس یک سری مقایسات زوجی انجام می گیرد. این مقیسات وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه های رقیب مشخص می سازد. در نهایت منطق AHP فازی به گونه ای ماتریس های حاصل از مقایسات زوجی را با همدیگر تلفیق می سازد که تصمیم بهینه حاصل آید. اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی هستند. چانگ[24] (۲۰۰۶) جهت تعمیم تکنیک AHP به فضای فازی از مفهوم درجه امکانپذیری استفاده کرده است. منظور از درجه امکانپذیری آن است که مشخص شود چقدر احتمال دارد یک عدد فازی بزرگتر از یک عدد فازی دیگر باشد. پیش از بیان الگوریتم پیشنهادی چانگ باید مفهوم درجه امکانپذیری یا درجه احتمال بزرگتر بودن تشریح شود.

جدول ۲- اعداد فازی متناظر مقیاسهای کلامی. چانگ (۲۰۰٦)

متغیر زبانی	مقیاس عدد فازی مربوطه	متغیر زبانی	مقیاس عدد فازی مربوطه
یکسان	(۱،۱،۱)	بسیار مهمتر	(۵،۶،۷)
کمی مهم	(۲،۳،۴)	اکیدا مهمتر	(۶،۷،۸)
متوسط	(۳،۴،۵)		
مهمتر	(۴،۵،۶)		

[24] Chang

مراحل انجام روش فوق به شرح زیر است:

- **طراحی پرسشنامه خبره**

برای تهیه پرسشنامه خبره از شاخصهای شناسایی شده استفاده می شود.

- **تعیین وزن معیارها**

سطح اول سلسله مراتب را معیارهای اصلی تشکیل میدهند. پرسشنامه خبره نخست یا مقایسه زوجی معیارهای اصلی بر اساس هدف به تعیین اولویت هر یک از معیارهای اصلی می پردازد.

$$W = \lim_{k\to\infty} \frac{A^k . e}{e^T . A^k . e}$$

$$e^T = (1,1,\ldots,1)$$

(۱)

- **مقایسه زوجی گزینه ها بر اساس معیار ها**

پس از تعیین وزن هر یک از معیارها در گام بعدی باید گزینه ها به صورت زوجی بر اساس هر معیار مقایسه شوند. بعد انجام مقایسات زوجی داده ها به ماتریس مقایسه زوجی منتقل می شوند.

$$aij = (\prod_{K=1}^{n} aij^{(k)})1/N$$

از این رابطه زمانی استفاده می شود که نظرات اعضای گروه از درجه اهمیت یکسانی برخوردار باشند.

$$aij = (\prod_{K=1}^{L} aij^{wk})1/N$$

از این رابطه زمانی استفاده می شود که نظر هر یک از اعضا ممکن است دارای ضریب اولویت ویژه ای باشد.

$$aij = \prod_{k=1}^{L} aij.wk$$

از این رابطه زمانی استفاده می شود که تصمیم گیر توان تعیین اهمیت نظرات راندانشته باشد.

$$A=\begin{bmatrix} ۱ & [a_{۱۲}^L, a_{۱۲}^U] & [a_{۱۳}^L, a_{۱۳}^U] & \dots & [a_{۱n}^L, a_{۱n}^U] \\ [a_{۲۱}^L, a_{۲۱}^U] & ۱ & [a_{۲۳}^L, a_{۲۳}^U] & \dots & [a_{۲n}^L, a_{۲n}^U] \\ . & & & & . \\ . & \dots & ۱ & & . \\ . & & & & . \\ [a_{۱n}^L, a_{۱n}^U] & & \dots & & ۱ \end{bmatrix}$$

$$a_{ij}^L \le a_{ij}^U \qquad \forall i,j = ۱,۲,\dots,n$$

$$a_{ji}^L = \frac{۱}{a_{ij}^U}, \qquad a_{ji}^U = \frac{۱}{a_{ij}^L} \qquad \forall i,j = ۱,۲,\dots,n$$

(۵)

- **تعیین اولویت**

گام بعدی تعیین اولویت است که از نرمال سازی استفاده می شود که سپس وزن هر گزینه بر اساس معیار مورد نظر بدست خواهد آمد.

$$r = \frac{aij}{\sum_{i=1}^{m} aij}$$

محاسبه سازگاری مقایسه های زوجی

برای محاسبه نرخ ناسازگاری یک سلسله مراتبی شاخص ناسازگاری هر ماتریس را در وزن عنصر مربوطه اش ضرب نموده و حاصل جمع آنها را به دست می آوریم. همچنین وزن عناصر را درماتریس های مربوطه ضرب کرده و مجموعشان رانامگذاری می کنیم. حاصل تقسیم نرخ ناسازگاری سلسله مراتبی را می دهد.

CI: شاخص نا سازگاری $$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}$$

CR: نسبت نا سازگاری $$CR = \frac{CI}{RI}$$

۲-٤-دیمیتل فازی

یکی از ابزارهای تصمیم گیری چند معیاره بر مبنای تئوری گراف است که مارا قادر میسازد تا برای درک بهتر روابط علی نقشه، روابط شبکه ای چندین معیار را در دوگروه علت/ معلول ترسیم کنیم. محصول نهایی فرایند دیمتیل، ارایه تصویری

است که پاسخ گو بر اساس آن فعالیتهای خودرا سازمان داده و جهت روابط میان معیارهارا مشخص میکند. وو[۲۵] (۲۰۰۸) گامهای زیر را برای روش دیمتیل بر اساس روش فونتلا و گابوس[۲۶] (۱۹۷۶) ارایه کرده است.

۱-تهیه ماتریس روابط مستقیم: در این قسمت از تحقیق، به منظور سنجش روابط میان فاکتورها به کمک نظر افراد خبره، نیازمند یک مقیاس مقایسه ای چهار سطحی هستیم. این چهار مقیاس که در توصیف میزان روابط فاکتورها بر هم به کار میرود به ترتیب عبارتند از:

۰ (۰،۰،۰،۲۵) (بیتأثیر)، ۱ (۰،۵،۰،۲۵، ۰) (تأثیرکم)، ۲ (۰،۲۵،۰،۵،۰،۷۵) (تأثیرزیاد) و ۳ (۰،۵،۰،۷۵،۱) ۴ (۱،۱، ۰،۲۵) (تأثیر خیلی زیاد).

گام ۱: ماتریس روابط مستقیم.

گام ۲: نرمال کردن ماتریس روابط مستقیم

گام ۳: تشکیل ماتریس روابط کلی گام.

۳-٤-مدل سازی تفسیری ساختاری

مدل سازی ساختاری تفسیری (ism) فرایندی متعامل است که در آن، مجموعه‌ای از عناصر مختلف و مرتبط با همدیگر در یک مدل سیستماتیک جامع ساختاربندی می‌شوند (آذر و همکاران، ۱۳۹۲). مدل‌سازی ساختاری تفسیری در پژوهش های متعددی مورد استفاده قرار گرفته است. مدل ساز ی ساختاری تفسیری یا توسط اندرو سیج به سال ۱۹۷۷ ارائه شد. روش ISM یک روش ساختار تفسیری است که در سال ۲۰۰۶ توسط آگاروال مطرح گردید و در سال ۲۰۰۷ توسط کانان در مقاله‌ای ارائه شد. در این روش ابتدا به شناسایی عوامل موثر و اساسی پرداخته و سپس با استفاده از روشی که ارائه شده است، روابط بین این عوامل و راه دستیابی به پیشرفت توسط این عوامل ارائه شده است. روش ISM با تجزیه معیارها در چند سطح مختلف به تحلیل ارتباط بین شاخص‌ها می‌پردازد. مدل ساختار تفسیری قادر است ارتباط بین شاخص که به صورت تکی یا گروهی به یکدیگر وابسته‌اند را تعیین نماید. روش ISM با تجزیه معیارها در چند سطح مختلف به تحلیل ارتباط بین شاخص‌ها می‌پردازد. روش ISM می‌تواند برای تجزیه وتحلیل ارتباط بین ویژگی‌های چند متغیر که برای یک مساله تعریف شده‌اند، استفاده شود روش ISM می‌تواند برای تجزیه وتحلیل ارتباط بین ویژگی‌های چند متغیر که برای یک مساله تعریف شده‌اند، استفاده شود. طراحی مدل ساختاری تفسیری (ISM) روشی است برای بررسی اثر هر یک از متغیرها بر روی متغیرهای دیگر؛ این طراحی رویکردی فراگیر برای سنجش ارتباط است و این طراحی برای توسعهٔ چارچوب مدل به‌کار می‌رود تا اهداف کلی تحقیق امکان‌پذیر شود.[۲۷] (کانان و نور حاق؛ ۲۰۰۷).

[25] Woo
[26] Gabus
[27] Kannan & Noorul

۱-۲-٤-فرایند مدل‌سازی ساختاری تفسیری

گام اول: شناسایی متغیّرهای مربوط به مسئله. این مرحله با بررسی مطالعات گذشته و دریافت نظر کارشناسان انجام می‌شود.
گام دوم: تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری. در این مرحله، متغیّرها به صورت دوبه دو با هم بررسی می‌شوند و پاسخ‌دهنده با استفاده از نمادهای ذیل به تعیین روابط متغیّرها می‌پردازد:

V: متغیر i بر تحقق متغیر j کمک می‌کند.

A: متغیر j بر تحقق متغیر I کمک می‌کند.

X: متغیر I و j هر دو به تحقق هم کمک می‌کنند.

O: متغیر I و j با یکدیگر ارتباط ندارند.

گام سوم: ایجاد ماتریس دسترسی اولیه. در این مرحله، ماتریس خودتعاملی ساختاری به یک ماتریس دو دویی تبدیل می‌شود و ماتریس دسترسی اولیه به دست می‌آید. از طریق تبدیل نمادهای A و O به صفر و X و V به یک، ماتریس خودتعاملی ساختاری به ماتریس دو دویی تبدیل شده که به اصطلاح ماتریس دسترسی اولیه خوانده می شود.

گام چهارم: ایجاد ماتریس دسترسی نهایی. پس از آنکه ماتریس دسترسی اولیه به دست آمد، با وارد کردن انتقال‌پذیری در روابط متغیّرها، ماتریس دسترسی نهایی به دست می‌آید.

گام پنجم: بخش‌بندی سطح

وارفیلد، دو قاعدهٔ اصلی برای سطح بندی بیان می کند.

قاعدهٔ اول: مجموع فراوانی عناصر را بر اساس ستون مجموع خروجی و مجموعه مشترک معیّن کرده، به ترتیب از کوچک‌ترین تا بزرگ‌ترین فراوانی سطح‌بندی کنیم.

قاعدهٔ دوم: طبق این قاعده که به قاعدهٔ تکرار معروف است، بر اساس اولین جدول با توجه به کوچک‌ترین مجموع فراوانی در ستون مجموع خروجی و مجموع مشترک، عنصر یا عناصر سطح‌بندی می‌شوند. عناصر سطح‌بندی شده از جدول حذف و مجدداً قاعده اجرا می‌شود. فرایند حذف و روابط غیرمستقیم تعمیم می‌یابد.

گام آخر: تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی (نمودار MICMAC).

۵-یافته ها

ابتدا نظرات فازی هر کدام از ۱۱ خبره یکپارچه سازی‌شده و ماتریس روابط مستقیم (A) برای اصول تشکیل گردید (جدول ۳) ماتریس نرمال شده‌ی روابط مستقیم (X) و روابط کلی (t) محاسبه شد و نتایج تأثیرگذاری (R+D) و تأثیرپذیری خالص (R-D) برای اصول آمده است. (جدول ۴). با توجه به جدول ۴ می توان بیان داشت که در عناصر (D) ارزیابی محیطی زیستی از بیشترین تاثیرگذاری برخوردار است و رعایت استانداردهای لازم از کمترین تاثیر گذاری برخوردار می باشد و در عناصر (R) ارزیابی محیطی زیستی نیز از میزان تاثیرپذیری بسیار زیادی برخوردار است و بازیافت محصولات نیز کمترین تاثیرپذیری را از سایر اصول دارد. با توجه به (D+R) ارزیابی محیطی تأمین کنندگان بیشترین

تعامل را با سایر اصول مورد مطالعه دارند و رعایت استانداردهای لازم کمترین تعامل را با سایر اصول مورد مطالعه دارند و با توجه به (D-R)، قدرت تاثیرگذاری هر اصل را نشان می دهد. بطور کلی اگر D-R مثبت باشد، متغیر یک اصل علی محسوب می شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می شود. بر این اساس اصول طراحی سبز، همکاری کارکنان، ارزیابی محیطی تأمین کنندگان، رعایت استانداردهای لازم و خرید سبز علی و بازیافت محصولات، تولید سبز و توزیع معلول می باشند.

جدول ۳-ماتریس روابط مستقیم فازی (A) روابط بین اصول

اصول	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	(۰،۰،۰)	(۰،۱،۰،۷۰،۰،۲۵)	(۰،۵۵،۰،۳۵) (۰،۱	(۰،۱،۰،۳۵،۰،۶۰)	(۰،۲۵ ،۰،۶۵ ،۰،۹۵)	(۰،۲۴،۰،۶۰ ،۰،۸۵)	(۰،۳۵،۰،۶۰،۰،۹۵) (	(۰ ،۰،۱ ،۰،۳۵)
C2	(۰،۲۵ .۰،۷۵،۰،۵،۰)	(۰،۰،۰)	(۰،۹۵) (۰،۲۵،۰،۵۰	(۰،۷۵) (۰،۲۵،۰،۵۰	(۰،۲۵،۰،۵۰،۰،۸۵)	(۰،۲۵،۰،۸۵،۰،۹۵)	(۰،۲۵،۰،۵۰،۰،۹۵) (	(۰،۱،۰،۱۵،۰،۴)
C3	(۰،۲۵،۰،۵۰،۰،۸۵)	(۰،۲۵،۰،۷۵،۰،۹۵)	(۰،۰،۰)	(۰،۱ ،۰،۵۵،۰،۳۵)	(۰،۱،۰،۱۵،۰،۴)	(۰،۲۵،۰،۵۰ ،۰،۸۵)	(۰،۲۰،۰،۵۰،۰،۹۵) (	(۰،۲۵،۰،۵۰،۰،۹۵) (
C4	(۰،۱۰،۰،۵۰ ،۰،۸۵)	(۰ ،۰،۱ ،۰،۳۵)	(۰،۸۵ ،۰،۹۵) (۰،۶۰	(۰،۰،۰)	(۰،۱،۰،۷۰،۰،۲۵)	(۰،۱،۰،۷۰،۰،۲۵)	(۰،۱،۰،۱۵،۰،۴)	(۰،۱ ،۰،۵۵،۰،۳۵)
C5	(۰،۱،۰،۵۰،۰،۳۰)	(۰،۳۵،۰،۶۰ ،۰،۸۵)	(۰،۵۰) (۰،۱،۰،۲۵	(۰،۱۵،۰،۳،۰،۵۵)	(۰،۰،۰)	(۰،۱ ،۰،۵۵،۰،۳۵)	(۰،۱ ،۰،۵۵،۰،۳۵)	(۰ ،۰،۱ ،۰،۳۵)
C6	(۰،۱،۰،۲۵ ،۰،۵۰)	(۰،۱،۰،۷۰،۰،۲۵)	(۰،۶۵ ،۰،۹۵) (۰،۲۵	(۰،۱،۰،۲۵ ،۰،۵۰)	(۰ ،۰،۱ ،۰،۳۵)	(۰،۰،۰)	(۰ ،۰،۱ ،۰،۳۵)	(۰،۶۵ ،۰،۹۵) (۰،۲۵
C7	(۰،۱ ،۰،۵۵،۰،۳۵)	(۰ ،۰،۱ ،۰،۳۵)	(۰،۸۵) (۰،۴۵،۰،۶۵	(۰،۵،۰،۱۵ ،۰،۴)	(۰،۲۵ ،۰،۶۵ ،۰،۹۵)	(۰،۱،۰،۷۰،۰،۲۵)	(۰،۰،۰)	(۰،۱،۰،۲۵ ،۰،۵۰)
C8	(۰،۱،۰،۲۵ ،۰،۵۰)	(۰،۲۵ ،۰،۶۵ ،۰،۹۵)	(۰،۵۰) (۰،۱،۰،۲۵	(۰،۱،۰،۱۵،۰،۴)	(۰،۱ ،۰،۵۵،۰،۳۵)	(۰ ،۰،۱ ،۰،۳۵)	(۰،۶۵ ،۰،۹۵) (۰،۲۵	(۰،۰،۰)

جدول ٤-تأثیرگذاری و تأثیرپذیری

اصول	نماد	R	D	R+D	R-D
طراحی سبز	**C1**	2.43	1.27	۳،۷۰	۱،۱۶
بازیافت محصولات	**C2**	1.65	2.66	۴،۳۱	- ۱،۰۱
همکاری کارکنان	**C3**	2.81	2.54	۵،۳۵	۰،۲۷
ارزیابی محیطی تأمین کنندگان	**C4**	3.78	3.27	۷،۰۵	۰،۵۱
رعایت استانداردهای لازم	**C5**	1.71	1.20	۲،۹۱	۰،۵۱
تولید سبز	**C6**	2.22	2.59	۴،۸۱	- ۰،۳۷
توزیع سبز	**C7**	1.79	2.11	۳،۹۰	- ۰،۳۲
خرید سبز	**C8**	2.54	2.30	۴،۸۴	۰،۲۰

در ادامه با روش AHP فازی مسئله را تحلیل کرده و آن را به چند قسمت ساده‌تر تجزیه می‌کنیم. پس ازمشخص شدن شاخص‌ها، بین شاخص‌ها مقایسات زوجی انجام می‌دهیم. سپس از مراحل زیر پیروی می‌کنیم: (لازم به ذکر است که کلیه عامل با حرف اول کلمه Criteria = C نشان داده خواهد شد). مقایسه دودویی ماتریس های مقایسه ای عوامل اصلی چهار گانه بر اساس مقیاس ۶ کمیتی چانگ (۲۰۰۶) که در جدول ۵ توضیح داده شده است، انجام می شود. در این مرحله جدول مقایسه زوجی فازی شده مربوط به هریک از معیارها با استفاده از نظرات کارشناسان و مدیران زنجیره تامین شرکت آبراه تزئین به صورت ذیل آورده میشود: (با توجه به گزینه انتخابی توسط خبرگان و جدول تبدیل متغیر های کلامی به متغیر هایی عددی کلیه متغیر های کلامی به متغیرهای عدد فازی تبدیل شدند).

جدول ۵- ماتریس مقایسات زوجی عوامل

اصول	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	(۱،۱،۱)	(5،6،7)	(2،3،4)	(6،7،8)	(3،4،5)	(6،7،8)	(2،3،4)	(5،6،7)
C2	،۰,۱۷ ،۰,۱۳ (۰,۲۰	(۱،۱،۱)	(1،2،3)	(3،4،5)	(1،2،3)	(5،6،7)	(3،4،5)	(6،7،8)
C3	۰,۲۰،۰,۵۰،۰,۱۵	۰,۱۷ ،۰,۱۳،۰,۱۵	(۱،۱،۱)	(6،7،8)	(2،3،4)	(3،4،5)	(2،3،4)	(1،2،3)
C4	۰,۲۵،۰,۳۴،۰,۲۰	۰,۳۴،۰,۲۵،۰,۱۷	(۰,۲۰ ،۰,۱۷ ،۰,۱۳	0.13،0.17،0،0 .25	(1،2،3)	(6،7،8)	(6،7،8)	(5،6،7)
C5	۰,۱۵،۰,۲۵،۰,۱۷	۰,۲۰،۰,۳۴،۰,۵۰	0.13،0.17،0،0.2 5	۰,۳۴،۰,۱۳،۰,۱۵	۰,۳۴،۰,۲۵،۰,۱۷	(1،2،3)	(2،3،4)	(1،2،3)
C6	۰,۲۰،۰,۵۰،۰,۳۴	۰,۱۷،۰,۱۳،۰,۱۵	(۰,۲۰ ،۰,۱۷ ،۰,۱۳	،۰,۱۷ ،۰,۱۳ (۰,۲۰	0.13،0.17،0،0. 25	۰,۳۴،۰,۱۳،۰,۱۵	(3،4،5)	(5،6،7)
C7	۰،۰,۲۵،۰,۱۷،۰,۱۳	۰,۵۰،۰,۳۴ ،۰,۲۵	۰,۳۴،۰,۲۵،۰,۱۷	،۰,۱۷ ،۰,۱۳ (۰,۲۰	۰,۲۵،۰,۳۴،۰,۲۰	0.13،0.17،0،0. 25	(۱،۱،۱)	(4،5،6)
C8	۰,۳۴،۰,۱۳،۰,۱۵	۰,۳۴،۰,۲۵،۰,۱۷	۰,۲۵،۰,۳۴،۰,۲۰	۰,۳۴،۰,۱۳،۰,۱۵	۰,۳۴،۰,۲۵،۰,۱۷	۰,۳۴،۰,۲۵،۰,۱۷	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)

چنان که مشخص است عناصر قطر ماتریس، یک است؛ زیرا هر عامل، با خودش مقایسه میشود. همچنین مقادیر زیر قطر اصلی معکوس مقادیر بالای قطر هستند. پس از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی برای عوامل، مقادیر آن را به هنجار (نرمال) میکنیم. برای این کار، هر مقدار ماتریس را بر جمع ستون آن تقسیم میکنیم. پس از به هنجار کردن، برای محاسبه وزن نسبی هر شاخص میانگین هر سطر را محاسبه میکنیم (ابتدا کلیه اعداد فازی به یک عدد قطعی تبدیل می گردد که باروش میانگین می باشد) برای محاسبه اوزان بردار وِیژه از روش های مختلفی می توان استفاده کرد که در اینجا به تشریح روش بردار ویژه بسنده می شود. در این روش Wi ها به صورتی تعیین می شوند که در رابطه زیر صدق کنند:

$$an1W1+ an2W2+...+ annWn=\lambda. Wn \quad (۸)$$

همچنین برای اینکه بتوان به وزن عوامل موثر بر سبز بودن زنجیره تامین اعتماد کرد بایستی نرخ ناسازگاری (I.R) ماتریس مقایسات زوجی را محاسبه کرد. بدین ترتیب مراحل محاسبه نرخ ناسازگاری بصورت زیر میباشد: ابتدا ماتریس مقایسه زوجی را در بردار وزن های نسبی (W) ضرب میکنیم، نتایج محاسبات به صورت جدول زیر هستند:

جدول ٦ -محاسبه بردار مجموع وزنی

حاصل ضرب	بردارویژه	C8	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	عوامل
۱/۵۳	۰/۲٤٥	٦	۳	۷	٤	۷	۳	٦	۱	C1
۲/٦٥	۰/۲۱۱	٦	٤	٦	۲	٤	۲	۱	۰/٥	C2
۱/۲٦	۰/۱۷٦	۲	۳	٤	۳	۷	۱	۰/۱۲٥	۰/۳۳۳	C3
۱/۷۸	۰/۱۷۷	٦	۷	۷	۲	۱	۰/۱۱۱	۰/۲٥	۰/۱٦۷	C4
۰/٤۳	۰/۱۳٤	۲	۳	۲	۱	۰/۱٦۷	۰/۳۳۳	۰/۱۱۱	۰/٥	C5
۰/۳۹	۰/۰۸۸	٦	٤	۱	۰/٥	۰/۲۰	۰/٥	۰/۱٦۷	۰/۲٥	C6
۰/۹۸	۰/۰۹۷	٥	۱	۰/۱۲٥	۰/۲٥	۰/۲٥	۰/۱۱۱	۰/٥	۰/۲٥	C7
۰/٤۷	۰/۰٥٥	۱	۰/٥	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/٥	۰/۲٥	۰/۱٦۷	۰/٥	C8

عناصر بردار مجموع وزنی را بر بردار وزنهای نسبی تقسیم میکنیم. به بردار حاصل، بردار سازگاری گفته میشود.

جدول ۷ -محاسبه بردار سازگاری

حاصل ضرب	بردارویژه	حاصل تقسیم
۱/۵۳	۰/۲۴۵	۶/۲۵
۲/۶۵	۰/۲۱۱	۱۲/۵۶
۱/۲۶	۰/۱۷۶	۷/۱۶
۱/۷۸	۰/۱۷۷	۱۰/۵۶
۰/۴۳	۰/۱۳۴	۳/۲۱
۰/۳۹	۰/۰۸۸	۴/۴۴
۰/۹۸	۰/۰۹۷	۱۰/۱۰
۰/۴۷	۰/۰۵۵	۸/۵۴

محاسبه بزرگترین مقدار ویژه ماتریس مقایسات زوجی (λ_{max}): از جمع کل ستون حاصل تقسیم بر تعداد (یعنی ۸) بدست می آید؛ که برابر است با ۷٫۸۶.

محاسبه شاخص ناسازگاری ((II

شاخص ناسازگاری به‌صورت زیر حساب می‌شود:

II=-۷/۸۶ ÷ ۸= ۸ ۰/۰۲۰

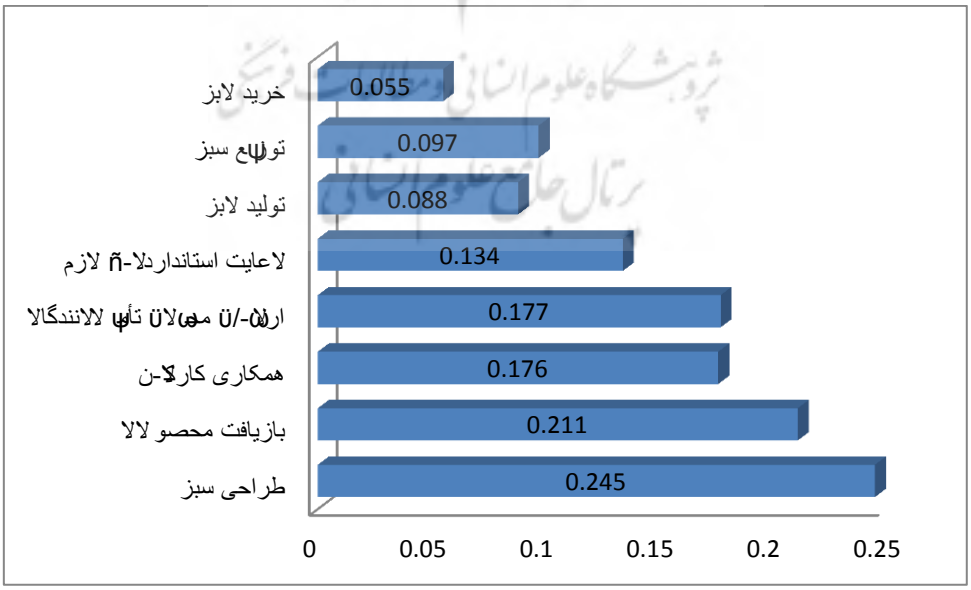
محاسبه نرخ ناسازگاری ((IR

به این منظور، به ترتیب زیر عمل می‌شود:

در اینجا IRI (شاخص ناسازگاری تصادفی) مقداری است که از جدول مربوطه استخراج می‌شود که این مقدار برای ماتریس با بعد ۸ برابر با ۱/۴۰ می‌باشد. درنهایت نرخ ناسازگاری ماتریس مورد نظر برابر (IR=۰/۰۲) است و چون این مقدار کمتر از ۰/۱ است $(IR \leq 0.1)$ بنابراین در مقایسات زوجی، سازگاری وجود دارد. با توجه به وجود سازگاری در مقایسات زوجی، می‌توان به نتایج به‌دست آمده اعتماد کرد و بنابراین وزنهای بدست آمده درست بوده و عوامل به شرح زیر (جدول ۸) رتبه بندی میگردند

جدول ۸- رتبه بندی عوامل

رتبه	وزن نسبی	عوامل
۱	۰/۲٤٥	**طراحی سبز**
۲	۰/۲۱۱	**بازیافت محصولات**
۴	۰/۱۷٦	**همکاری کارکنان**
۳	۰/۱۷۷	**ارزیابی محیطی تأمین کنندگان**
۵	۰/۱۳٤	**رعایت استانداردهای لازم**
۷	۰/۰۸۸	**تولید سبز**
۶	۰/۰۹۷	**توزیع سبز**
۸	۰/۰۵۵	**خرید سبز**



نمودار ۱- رتبه بندی عوامل

همانطور که در جدول و نمودار فوق مشخص می باشد عوامل طراحی سبز (۰,۲۴۵)، بازیافت محصولات (۰,۲۱۱)، ارزیابی محیطی تأمین کنندگان (۰,۱۷۷) وهمکاری کارکنان (۰,۱۷۶) در رتبه های اول تا چهارم قرار گرفته اند که بیشترین تاثیر در در زنجیره تامین سبز دارند و بقیه شاخص ها در رتبه های بعد مطابق جدول بالا قرار گرفته اند. در ادامه با استفاده از رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری به سطح بندی عوامل موثر بر سبز بوده زنجیره تامین پرداخته شد که به شرح زیر میباشد.

مرحله ۱. تشکیل ماتریس خود- تعاملی ساختار

در این مرحله روابط بین عوامل موثر بر سبز بودن زنجیره تامین به شکل دو به دو، با به کارگیری مدلسازی تفسیری ساختاری و استفاده از رابطه مفهومی «منجر به» مورد تحلیل قرار گرفت. این ماتریس یک ماتریس به ابعاد عوامل است که در سطر و ستون ماتریس عوامل اشاره شده اند. جدول ماتریس از علامتهایی تشکیل شده اند که بیشترین تکرار را در نظرات خبرگان به خود اختصاص داده اند. نتایج به شرح جدول زیر است:

جدول ۹ -ماتریس خودتعاملی ساختاری عوامل موثر بر سبز بودن زنجیره تامین

عوامل I J	خرید سبز	بازیافت محصولات	همکاری کارکنان	ارزیابی محیطی تأمین کنندگان	رعایت استانداردهای لازم	تولید سبز	توزیع سبز	طراحی سبز
خرید سبز	X	V	A	V	O	V	X	A
بازیافت محصولات		O	V	O	A	A	O	A
همکاری کارکنان			V	O	X	O	V	X
ارزیابی محیطی تأمین کنندگان				A	V	V	O	A
رعایت استانداردهای لازم					V	V	O	X
تولید سبز						O	A	V
توزیع سبز							A	X
طراحی سبز								V

مرحله ۲. ماتریس دسترسی اولیه

برای به دست آوردن ماتریس دسترسی باید نمادهای بالا به صفر و یک تبدیل شوند. برحسب قواعد زیر میتوان به ماتریس دسترسی اولیه دست پیدا کرد

- اگر خانه (I,J) در ماتریس خودتعاملی ساختاری نماد V گرفته است، خانه مربوطه در ماتریس دسترسی عدد یک میگیرد و خانه قرینه آن صفر میگیرد.

- اگر خانه (I,J) در ماتریس خودتعاملی ساختاری نماد A گرفته است، خانه مربوطه در ماتریس دسترسی عدد یک میگیرد و خانه قرینه آن صفر میگیرد.
- اگر خانه (I,J) در ماتریس خودتعاملی ساختاری نماد X گرفته است، خانه مربوطه در ماتریس دسترسی عدد یک میگیرد و خانه قرینه آن صفر میگیرد.
- اگر خانه (I,J) در ماتریس خودتعاملی ساختاری نماد O گرفته است، خانه مربوطه در ماتریس دسترسی عدد یک میگیرد و خانه قرینه آن صفر میگیرد.
- در صورتی که i=j باشد، خانه مربوطه در ماتریس دسترسی عدد یک میگیرد.

جدول ۱۰ -ماتریس دسترسی اولیه عوامل موثر بر سبز بودن زنجیره تامین

عوامل I J	خرید سبز	بازیافت محصولات	همکاری کارکنان	ارزیابی محیطی تأمین کنندگان	رعایت استانداردهای لازم	تولید سبز	توزیع سبز	طراحی سبز
خرید سبز	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
بازیافت محصولات	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱
همکاری کارکنان	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰
ارزیابی محیطی تأمین کنندگان	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰
رعایت استانداردهای لازم	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰
تولید سبز	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱
توزیع سبز	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱
طراحی سبز	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱

مرحله ۳. ماتریس دسترسی نهایی

پس از آنکه ماتریس دسترسی اولیه به دست آمد، باید سازگاری درونی آن برقرار شودا بدی صورت که اگر (I,j) اهم درارتباط باشند و نیز (j,k) باهم رابطه داشته باشند؛ آنگاه (I,k). باهم در ارتباط هستند. در ای ماتریس قدرت نفوذ و میزان وابستگی هر محرک نیز نشان داده شده استا نتایج در جدول (۱۱) آمده و اعدادی که علامت * گرفته اند، نشان میدهند که در ماتریس دسترسی اولیه صفر بوده و پس از سازگاری تبدیل به عدد یک شده اند.

جدول ۱۱- ماتریس دسترسی نهایی عوامل موثر بر سبز بودن زنجیره تامین

عوامل / ۱۱	خرید سبز	بازیافت محصولات	همکاری کارکنان	ارزیابی محیطی تأمین کنندگان	رعایت استانداردهای لازم	تولید سبز	توزیع سبز	طراحی سبز	قدرت نفوذ
خرید سبز	۱	۱	۰	۱	۱*	۱	۰	۱	٦
بازیافت محصولات	۰	۰	۱*	۱	۱	۱	۰	۰	٤
همکاری کارکنان	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	
ارزیابی محیطی تأمین کنندگان	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۲
رعایت استانداردهای لازم	۱*	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۳
تولید سبز	۱	۱	۱*	۰	۰	۰	۱	۰	٤
توزیع سبز	۱*	۱*	۱	۰	۱*	۰	۱	۱	٦
طراحی سبز	۱*	۱	۱*	۱*	۱*	۰	۱	۱*	۷
میزان وابستگی	۵	۵	۵	۳	۵	۳	٦	۳	

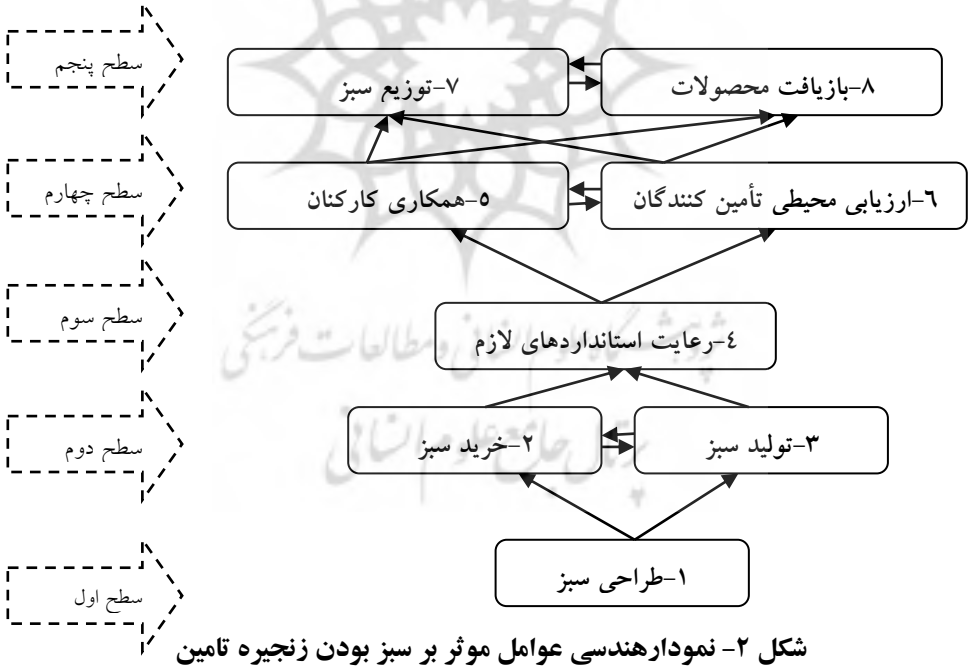
مرحله ٤. سطح بندی

برای تعیین روابط و سطح بندی عوامل، مجموعه خروجیها و مجموعه ورودیها را برای هر محرک از ماتریس دریافتی استخراج گردید. مجموعه خروجی ها شامل خود عوامل است که از آن تاثیر میگرفتند، بود. مجموعه ورودیها شامل خود عوامل و مجموعه عواملی هستند که بر آن تاثیر میگذاشتند بود. سپس مجموعه روابط دو طرفه (مشترک) هر یک از عوامل مشخص شد؛ یعنی تعداد محرکهایی که در دو مجموعه ورودی و خروجی تکرارشده بود، عوامل بر اساس مجموعه های به دست آمده، سطح بندی شدند. به طور معمول، عواملی که مجموعه خروجی و مجموعه روابط دو طرفه یا مشترک یکسان داشته باشند، عوامل سطح بالای سلسله مراتب را تشکیل میدهند. بنابرای محرکهای سطح بالایی، منشا هیچ محرک دیگری نخواهند بود. هنگامی که سطح بالایی تعریف گردید، از دیگر محرکها تفکیک شد. نتایج در جدول (۱۰) ارائه شده است.

جدول ۱۲-سطح بندی عوامل موثر بر سبز بودن زنجیره تامین

عوامل	مجموعه وروری	مجموعه خروجی	مجموع مشترک	سطح
خرید سبز	۱,۲,۳,۵,۷	.۲,۳,۴,۵,۶	۲,۳,۵	۲
بازیافت محصولات	.۲,۴,۵,۷	.۲,۴,۵,۶	.۲,۴,۵	۵
همکاری کارکنان	.۳,۴,۶,۷,۸	۴	۴	۴
ارزیابی محیطی تأمین کنندگان	.۴,۵,۷,۸	.۴,۵,۶,۷,۸	.۴,۵,۷,۸	۴
رعایت استانداردهای لازم	.۲,۳,۴,۵,۶,۷	.۱,۲,۳,۴,۵	.۲,۳,۴,۵	۳
تولید سبز	.۳,۴,۵,۶,۷	.۲,۳,۴,۵	.۲,۳,۴,۵	۲
توزیع سبز	.۱,۳,۴,۵,۶	.۲,۴,۵,۶,۷	.۴,۵,۶	۵
طراحی سبز	.۲,۴,۶,۷,۸	.۲,۴,۶,۷,۸	.۴,۶,۷,۸	۱

مدل شبکه تعاملات با استفاده از دادههای جدول سطح بندی عوامل سازمان (جدول ۱۰) ترسیم گردید. نمودار مذکور به وسیله مربعها و خطوط طراحی شده استا جهت ارتباط آنها با خطوط پیکانی مشخص شد که ای شکل در مدل سازی ساختاری تفسیری، مدل ساختاری یا دیاگراف نامیده میشود.

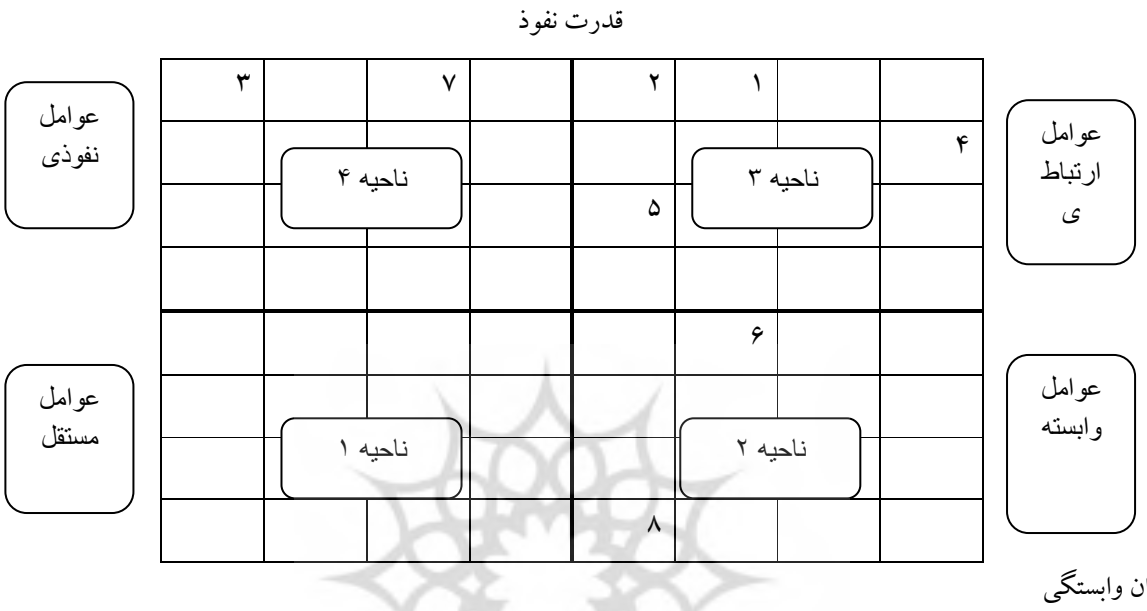


شکل ۲- نمودارهندسی عوامل موثر بر سبز بودن زنجیره تامین

مرحله ٦. تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی

در این گام ماتریس قدرت نفوذ- میزان وابستگی عوامل موثر بر زنجیره تامین سبز استخراج شد که با توجه به قدرت نفوذ و میزان وابستگی در چهار ناحیه تقسیم بندی شدند. چهار ناحیه عبارتند از: استقلال، وابستگی، ارتباط و نفوذ. عواملی که حداقل میزان وابستگی و قدرت نفوذ را به دیگر متغیرها داشتند، در ناحیه ۱ قرار گرفتند که آن را ناحیه استقلال گویند. این

عناصر تا حدودی از سایر عوامل مرزا هستند و ارتباطات کمی دارند. عواملی که میزان وابستگی زیاد و قدرت نفوذ کم به دیگر عوامل داشتند، در ناحیه ۲ قرار گرفتند که آن را ناحیه وابستگی نامند. عواملی که قدرت نفوذ زیاد و میزان وابستگی زیاد و در واقع رابطه دو طرفه داشتند، در ناحیه ارتباطات قرار دارند که آن را ناحیه ۳ نامند. هرگونه تغییری در این نوع عوامل موجب تغییر سایر عوامل میگرددا در نهایت عواملی که نفوذ زیاد و وابستگی کمی داشتند، در ناحیه نفوذ قرار گرفتند که به ناحیه ۴ معروفند.



شکل ۳-نمودار قدرت نفوذ- میزان وابستگی "عوامل موثر بر سبز بودن زنجیره تامین"

در شکل (۲) جایگاه کلیه عوامل در نمودار قدرت نفوذ- میزان وابستگی نشان داده شده است. دسته بندی عوامل بر مبنای قدرت نفوذ و میزان وابستگی آنها نشان میدهد که هیچ محرکی در ناحیه ۱ یا ناحیه استقلال یعنی با قدرت نفوذ کم و میزان وابستگی کم وجود ندارد. در ناحیه ۲ عوامل تولید سبز و طراحی سبز قرار گرفته اند، در ناحیه ۳ خرید سبز، بازیافت محصولات، ارزیابی محیطی تأمین کنندگان و رعایت استانداردهای لازم قرار گرفته اند هر گونه تغییری در اینگونه عوامل موجب تغییر در سایر عوامل خواهد شد. در ناحیه ۴ همکاری کارکنان و توزیع سبز واقع شده اند که این عوامل وابستگی کمی به سایر عوامل دارند.

٦-بحث و نتیجه گیری

هدف پژوهش حاضر شناسایی، سطح بندی و رتبه بندی عوامل موثر بر زنجیره تامین سبز بوده است. بدین منظور ۸ عامل موثر بر سبز بودن زنجیره تامین از ادبیات نظری و تجربی پژوهش شناسایی شد که در ادامه با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی به رتبه بندی آنها پرداختیم نتایج نشان داد که کلیه عوامل بر سبز بودن زنجیره تامین تاثیر گذار بوده و همچنین طراحی سبز با وزن نسبی (۰,۲۴۵)، بازیافت محصولات با وزن نسبی (۰,۲۱۱)، ارزیابی محیطی تأمین کنندگان با وزن نسبی (۰,۱۷۷)، همکاری کارکنان با وزن نسبی (۰,۱۷۶)، رعایت استانداردهای لازم با وزن نسبی (۰,۱۳۴)، توزیع سبز با وزن نسبی (۰,۰۹۷)، تولید سبز با وزن نسبی (۰,۰۸۸) و خرید سبز با وزن نسبی (۰,۰۵۵) در رتبه های اول تا هشتم

قرار گرفتند و نتایج مدل سازی تفسیری ساختاری نتایج نشان داد در بین عوامل طراحی سبز به عنوان موثرترین عامل در سبز نمودن زنجیره تامین می باشد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات لارج و توماس تأمین کنندگان (۲۰۱۷) در عوامل خرید سبز و ارزیابی محیطی، زوو و همکارن (۲۰۱۶) در عوامل بازیافت محصولات و طراحی سبز، رائو (۲۰۱۴) در عامل همکاری کارکنان، لطفی و همکاران (۱۳۹۶) در عامل رعایت استانداردهای لازم، نینالون و همکاران (۲۰۱۶) در عوامل تولید سبز و توزیع سبز همسو بوده و همخوانی دارد.

در تبیین نتایج تحقیق می توان بیان داشت که همانطور که مشخص شد طراحی سبز به عنوان پایه اساس سبز بودن زنجیره تامین شناخته شد و این بدان معناست زمانی که سازمان تصمیم میگرد محصولی را تولید کند از ابتدا باید به سبز بودن آن توجه داشته باشد که طراحی مشخص می نماید چه نوع مواد اولیه ای از چه تامین کننده ای خریداری گردد که بتوان یک محصول سازگار با محیط زیست را تولید نمود که در نهایت بتوان با بازیافت محصول به چرخه تولید از آسیب های زیست محیطی کاست که این امر نیز علاوه بر طراحی سبز نیازمند توجه به آموزشهای نیروی انسانی جهت تغییر نگرش آنها به سمت سبز بودن می باشد که در قالب رعایت استانداردهای تعریف شده از پیش است که باید آنها را رعایت نمایند از سوی دیگر سازمان باید زمان توزیع و تحویل سفارش به مشتریان به بحث توزیع سبز نیز توجه داشته باشد که شامل استفاده از سوخت پاک و بهینه سازی مسیرهای توزیع محصولات توسط سازمان است که این امر باعث خواهد شد تا سازمان به عنوان سازمانی شناخته شود که به مسئولیت اجتماعی خود توجه داشته و در نهایت با جذب مشتریان بیشتر به سودآوری نیز دست خواهد یافت؛ اما آنچه که دارای اهمیت است توجه به تامین کنندگانی می باشد که به عنوان شرکای تجاری سازمان مواد اولیه را تامین نموده و در اختیار سازمان قرار می دهند و سازمان باید بها استفاده از شاخص های سبز بودن مواد اولیه به ارزیابی دوره ای عملکرد آنها نیز بپردازد که این امر در نهایت باعث خواهد شد تا عملکرد سبز بودن زنجیره تامین نیز بهبود یابد.

در نهایت می توان بیان داشت که هر تحقیقی در فرایند انجام آن دارای برخی محدودیتها و با توجه به نتایج دارای برخی پیشنهادات اجرایی و آتی است که در خصوص محدودیتهای پژوهش می توان بیان داشت که نتایج قابل تعمیم به سایر سازمان ها نبوده و ممکن است با گذشت زمان و تغییر در نگرش جامعه اماری نتایج نیز دستخوش تغییراتی گردد که نمی توان نتایج به آینده ای دور تعمیم داد. در خصوص پیشنهادات اجرایی، می توان بیان داشت که سازمان تحت مطالعه با توجه بیشتر به واحد تحقیق و توسعه خود جهت طراحی محصولات جدید، الزامات طراحی سبز را در محصولات رعایت نمایند، همچنین پیشنهاد میگردد که سازمان تحت مطالعه ضمن ارزیابی عملکرد سبز بودن تامین کننده مواد اولیه به بحث آموزشهای زیست محیطی لازم به کارکنان توجه ویژه ای داشته و دستورالعمل های لازم را تدوین اجرایی نماید و با راه اندازی مراکز بازیافت محصولات معیوب و تعمیراتی را به چرخه تولید بازگردانند. همچنین انجام شبیه سازی برای اعتبارسنجی مدل و نیز ارائه استراتژیهای مواجهه با هر یک از ریسک های مدل تحقیق، میتواند ایده مناسبی برای پژوهشگران در تحقیقات آتی باشد.

منابع و ماخذ

۱. حقیقت، جلال، کریمی، فاطمه (۱۳۹۳). شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت فراساحل با رویکرد فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) (مورد مطالعه: شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی ایران) فصلنامه مدیریت کسب وکار،.۶(۲۴).۴۸-۲۱.

۲. لطفی، علی، غلامی، محمود، لطفی، مصطفی، سعادتیان، اصغر (۱۳۹۶). شناسایی عوامل موثر بر مدیریت زنجیره تامین سبز در سامانه های آمادی. نشریه مدیریت زنجیره تامین.۵۵ (۴).۲۱-۳۴.

۳. کریمی، فاطمه (۱۳۹۴). شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت فراساحل با رویکرد فرآیند تحلیل شبکه ای ANP موردمطالعه: شرکت مهندسی و ساخت تاسیسات دریایی ایران، کنفرانس بین المللی پژوهشهای نوین در مدیریت و مهندسی صنایع، تهران، شرکت مدیران ایده پردازان پایتخت ایلیا،

۴. نظری، آرمین (۱۳۹۰). شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز با رویکرد مدل معادلات ساختاری در صنعت بازیافت ایران (مورد مطالعه: صنایع بازیافت استانهای مازندران و گلستان). دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی - دانشکده مدیریت و حسابداری. پایان نامه کارشناسی ارشد.

۵. نظری، آرمین (۱۳۸۷) طراحی مدل فرآیند محوری کسب و کار با رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری (ISM). مدیریت فناوری اطلاعات ۱۳۸۷ شماره ۱

۶. آذر عادل; خسروانی، فرزانه وجلالی، رضا (۱۳۹۲)"تحقیق در عملیات نرم رویکردهای ساختاردهی. سازمان مدیریت صنعتی چاپ اول.

7. Bjarklund M. (2011). Influence from the business environment on environmental purchasing â€"Drivers and hinders of purchasing green transportation services. Journal of Purchasing and Supply Management. 17 (1). 11-22.
8. DiabatA., KannanG. (2011).An analysis of the drivers affecting the implementation of green supply chain management.*Resources, Conservation and Recycling.* 55. (23). 659-667
9. Faisal M. N., Banwet D. K., Shankar R. (2016). Supply chain risk mitigation & modeling the enablers. Business Process Management Journal. 12 (4). 535-552
10. Large,O. Thomsen, G (2017). "Drivers of Green Supply Management Performance: Evidence from Germany". Journal of Purchasing& Supply Management, 17. (23): 176–184.
11. Ninlawan, C., Seksan, P., Tossapol, K. and Pilada, W. (2016). The Implementation of Green Supply Chain Management Practices in Electronics Industry, Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists, Hong Kong, March 17-19.
12. Handfield R., Sroufe R., Walton S. (2015). Integrating environmental management and Supply chain strategies. Business Strategies and the Environment.14 (1). 1-19.
13. Harris, Lloyd C. and Crane, Andrew (2015). "The Greening of Organizational Culture". Journal of Organizational Change Management, 15(3). 214-234.
14. Hervani, A., Helms, M., & J. Sarkis, (2016). "Performance Measurement for Green Supply chain, Benchmarking". An International Journal, 12: (4), 330-353

15. Hwa, T (2012). Green Productivity & Supply Chain Management, Conference on Enhancing Competitiveness through Green Productivity, China, 25-27 May
16. Huang, N (2015). Eco-Efficiency and an Overview of Green Productivity, Conference on Enhancing Competitiveness through Green Productivity, China, 25-27 May.
17. Hsu,C.W. Hu, A.H. (2018). "Green Supply Chain Management in the electronic industry" Introductional Journal of Environmental Science and Technology, 5(2).16-205
18. Lee S. Y. (2018). Drivers for the participation of small and medium sized suppliers in green supply chain initiatives. Supply Chain Management International Journal. 13(5).185-198
19. Ip, W.H., Chan, S.L. and Lam, C.Y. (2011). "Modeling supply chain performance and stability". Industrial Management & Data Systems, 111(8). 1332-1354.
20. Kannan G., Haq A. N., Kumar P. S., Arunachalam S. (2016). 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
21. Koplin, J., Seuring, S., &Mesterharm, M. (2017). "Incorporating sustainability into supply management in the automotive industry: The case of Volkswagen". Journal of Cleaner Production, 15, 1053-1062.
22. Minhaj A., Rehman A., Rakesh L. (2011). An Innovative approach to evaluate Green Supply Chain Mnagement (GSCM) Drivers By using Interpretive Structural Modeling (ISM). International Journal of Innovation and Technology Management. 8 (2). 315-336
23. Rao, P (2014). "Greening Production: a South-East Asian Experience". International Journal of Operations & Production Management. 24(30). 289-320.
24. Walker Helen., Di Sisto Lucio., McBain Darian. (۲۰۱۴). 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.
25. Wang, Fan. Xiaofan Lai. Ning Shi. (2011). "A Multi-Objective Optimizationfor Green Supply Chain Network Design". Decision Support Systems, 51(4).262–269
26. Vachon, S., Klassen,K (2016). "Extending Green Practices Across the Supply Chain". International Journal of operations & Production Management, 26(7).795-82.
27. Xu Lei., Mathiyazhagan K., Govindan Kannan., Haq A. N., Ramachandran N. V., Ashokkumar Avinash. (2013). Multiple comparative studies of Green Supply Chain Management: Pressures analysis. Resources, Conservation and Recycling. 78. 26-35
28. Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. (2016). "Green supply chain management implications for closing the loop". Journal of Transportation Research, Part E, 44, 1-18
29. Kannan G., Noorul H. A., (2007). "Analysis of interactions of criteria and sub-criteria for the selection of supplier in the built-inorder supply chain environment", International Journal of Production Research, 45(17), 3831–3852
30. Zhu, Q. and Sarkis, J. (2016). "An inter- sectoral comparison of green supply chain management in China: drivers and practices". Journal of Cleaner Production, 14(5). 472-86.

Identifying, leveling, and ranking of factors affecting the green supply chain using an integrated ISM approach and Fuzzy multi-criteria decision making

Mohammad Nasirian *[1]

Date of Receipt: 2020/11/12 Date of Issue: 2021/02/13

Abstract

This paper aims to identify, level, and rank the factors affecting the green supply chain. In this matter, the statistical population of the paper contains 11 managers and experts of the supply chain department at the Abrah Tazeen Company. Moreover, a pairwise comparison questionnaire is utilized for data collection. It encompasses the factors affecting the green supply chain, in which its validity is obtained and then confirmed by the opinions of the organization's experts via the reliability with an incompatibility rate of 0.02. Furthermore, two approaches of fuzzy hierarchical analysis process and Interpretive Structural Modeling (ISM) are employed to analyze the collected data. The obtained results indicate that the green design with a relative weight of 0.245, recycling of products with a relative weight of 0.211, environmental assessment of suppliers with a relative weight of 0.177, cooperation of employees with a relative weight of 0.176, satisfying the necessary standards with a relative weight of 0.134, green distribution with a relative weight of 0.097, green production with a relative weight of 0.088, and green purchase with a relative weight of 0.055, are ranked first to eighth. Ultimately, the factors are then analyzed using the proposed ISM approach. The results reveal that among the factors, the green design is considered as the most effective factor to green the supply chain.

Keyword

Green supply chain, Interpretive structural modeling, Hierarchical analysis process method.

1. Ph.D Student of Industrial Management, Department of Management, Yazd Branch, Islamic Azad University Yazd, iran (*Corresponding Author: Mohammad.Nasirian@gmail.com).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی