مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن،سال هجدهم،شماره اول (پیاپی۶۸)،بهار ۰۰، ص ص ۱۴۳-۱۲۵
شاپا۷۲۸۶-۲۲۵۱

شناسایی عوامل موثر بر زنجیره‌تامین سبز در صنعت فولاد گیلان با رویکرد کمی

سیروس بالایی[۱]، نبی الله محمدی[۲]*، هما درودی[۳]

۱- دانشجوی دکتری، مدیریت صنعتی، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران

۲- استادیار، مدیریت، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران

۳- دانشیار، مدیریت، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران

رسید مقاله: ۱۵ خرداد ۱۳۹۸

پذیرش مقاله: ۲۷ آذر ۱۳۹۸

چکیده

هدف از این پژوهش، شناسایی و سنجش شدت تأثیر عوامل مؤثر بر زنجیره‌تأمین سبز در صنعت فولاد گیلان است. پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، توصیفی و از نوع کمی است که داده‌های مربوط با روش میدانی و ابزار پرسشنامه و مصاحبه گردآوری گردیده‌اند. جامعه آماری پژوهش شامل خبرگان صنعت فولاد و اساتید دانشگاه در استان گیلان است که در مرحله اول ۲۵ نفر از طریق نمونه‌گیری قضاوتی برای شناسایی مؤلفه‌ها و شاخص‌های زنجیره سبز انتخاب شدند. در مرحله دوم نیز پرسشنامه روش دیمتل فازی در اختیار ۸ نفر از خبرگان قرار گرفت. در فرایند انجام پژوهش، پس از شناسایی شاخص‌ها با استفاده از مطالعه مبانی نظری، ۵ شاخص اصلی و ۲۵ زیر شاخص مهم با استفاده از تکنیک دلفی فازی مشخص گردیدند. سپس با به‌کارگیری تکنیک دیمتل فازی، میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هریک از شاخص‌ها مشخص شد که در بین شاخص‌های اصلی "شاخص محیطی" با مقدار اثرگذاری ۰/۷۹۲ تأثیرگذارترین و "شاخص مالی" با مقدار اثرپذیری خالص ۰/۹۹۶- تأثیرپذیرترین شاخص می‌باشند.

کلمات کلیدی: زنجیره‌تامین، زنجیره‌تأمین سبز، دلفی فازی، تصمیم‌گیری چند شاخصه فازی، دیمتل فازی.

۱ مقدمه

درسده‌های اخیر توسعه صنعتی جای خود را به توسعه پایدار داده و پیامدهای زیست‌محیطی و جواب‌گو نبودن منابع کره زمین به دغدغه اصلی بشر تبدیل‌شده است [۱]. نگرانی سازمان‌ها باعث افزایش سطح آگاهی جهانی از حفاظت محیط‌زیست شده است. مدیران صنایع به‌ویژه در کشورهای پیشرفته به دنبال روش‌هایی هستند که ضمن حمایت از محیط‌زیست، عملکرد سازمان خود را افزایش دهند. در این راستا توجه به زنجیره‌تأمین سبز، راهگشا است. زنجیره‌تامین سبز نوعی زنجیره‌تامین است که در آن الزامات زیست‌محیطی رعایت می‌شود و محصولات

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: mohammadi13928@gmail.com

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]

[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]

پس از عمر مفید به زنجیره‌تامین برمی‌گردند؛ اما باید دانست تحقق اهداف زیست‌محیطی بدون توجه به فعالیت‌های خرید ازجمله انتخاب‌تامین‌کنندگان میسر نخواهد بود [۱]. درحالی‌که پایداری در کسب‌وکار برای تولیدکنندگان یک چالش است، نگهداری از مزیت رقابتی درنتیجه منافع اقتصادی و زیست‌محیطی به وجود می‌آید. کارتر و راجرز[1] [۲] مفهوم خط تولید مقدم را برای متعادل کردن اثر آن بر اقتصاد و محیط‌زیست طبیعی پیشنهاد دادند. به‌ویژه اتحادیه اروپا مجموعه‌ای از سیاست‌های زیست‌محیطی شدید را تثبیت کرده است و شرکت‌های صادرکننده اتومبیل را برای پذیرش داوطلبانه در فرایندهایشان مانند اتلاف تجهیزات الکترونیکی، محدودیت‌های مواد سمی، محصولات با طراحی زیست‌محیطی و انرژی بر، تشویق می‌کند [۳]. این فعالیت‌ها بر تولیدات اتومبیل‌های دوستدار محیط‌زیست و برنامه‌های مدیریت زنجیره‌تامین سبز سخت تأکید دارند [۱] که نیاز برای آن‌ها به محدودیت‌های زیست‌محیطی گره‌خورده است [۴].

زنجیره‌تامین سبز نوعی زنجیره‌تامین است که در آن الزامات زیست‌محیطی رعایت می‌شود و هدف اصلی آن کاهش آلودگی زیست‌محیطی از بالادست تا پایین‌دست زنجیره‌تامین هست [۵]. ضرورت سبز شدن زنجیره‌تامین زمانی مطرح شد که ازیک‌طرف دولت‌ها فشارهایی را برای استانداردهای زیست‌محیطی لحاظ نمودند و از طرف دیگر تقاضای مشتریان برای عرضه محصولات سبز (بدون اثر مخرب بر محیط‌زیست) به وجود آمد، لذا مفهوم زنجیره‌تامین سبز مطرح شد [۶]. تولید محصول به شیوه سبز یا به‌طور دقیق‌تر زنجیره‌تامین سبز بسیاری محققان حوزه مدیریت تولید، دوستداران محیط‌زیست و فعالان در دهه اخیر را به خود جذب کرده است [۷]. مطالعه ژوسارکیز[2] [۸] نشان می‌دهد که فعالیت‌های زنجیره‌تامین سبز اثر قابل‌توجهی در کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی دارد و اجرای مدیریت زنجیره‌تامین سبز نیز می‌تواند رقابت‌پذیری شرکت را افزایش دهد [۸]؛ بنابراین فعالیت‌های زنجیره‌تامین سبز به یک فعالیت مدیریتی نوظهور تبدیل‌شده است که رقابت‌پذیری زیست صنعتی را افزایش و عملکرد زیست‌محیطی و اقتصادی را پوشش می‌دهد. مطالعات متعددی نشان می‌دهد که چگونه فعالیت‌های زنجیره‌تامین سبز می‌تواند به کاهش بار زیست‌محیطی حاصل از عملیات تولیدی و پس‌مانده‌ای تولید و همچنین افزایش قدرت رقابت در صنعت تولید اتومبیل کمک کند [۱]. باس و پال[3] در [۹] نشان دادند که اقدامات مدیریت زنجیره‌تامین سبز اهمیت قابل‌توجهی به دست آورده است. ازنظر ساریواستاوا[4] [۱۰] فعالیت‌های زنجیره‌تامین سبز مفهومی کلیدی است که می‌تواند تفکر زیست‌محیطی را با طراحی محصول، فرایند تولید، انتخاب و منبع‌یابی مواد اولیه، تحویل محصول نهایی به مشتریان و مدیریت طول عمر برای زنجیره‌تامین یکپارچه کند. علاوه بر این پروتی[5] و همکاران [۱۱] و جابور[6] و همکاران [۱۲] نشان می‌دهند که موضوعات زیست‌محیطی شامل تولید گازهای گلخانه‌ای، استخراج منابع برای تولید، استفاده مجدد، بر خواسته از تمام مراحل چرخه طول عمر محصول در فعالیت‌های خاص اجراشده و سطح پذیرش این فعالیت‌ها منجر به محدود شدن منابع و سبب

[1] .Carter and Rogers
[2] .Zhu & Sarkis
[3] .Bose and pal
[4] Sariastava
[5] .Perotti
[6] .Jabbour

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]

کاهش بار زیست‌محیطی می‌گردد. ازاین‌رو فعالیت‌های زنجیره‌تامین سبز نه‌تنها به‌عنوان‌یکی از مهم‌ترین رویکردهای کسب سود فرض شده است، بلکه سبب افزایش سهم بازار و کاهش سطح آثار مخرب زیست‌محیطی و ریسک‌های زیست‌محیطی نیز شده است.

تولیدات صنعتی اثرات مخربی بر محیط‌زیست طبیعی و زندگی انسانی دارند، همچون؛ اثرات زیست‌محیطی جهانی، اثرات زیست‌محیطی محلی، اثرات سلامتی و ریسک‌های ایمنی [۷]. سیمپسون و همکاران[1] [۱۳] بیان می‌کنند که در سال‌های اخیر، مسایل زیست‌محیطی و فعالیت‌های زنجیره‌تامین، بیش از بیش موردتوجه قرارگرفته است. ازاین‌رو، اهمیت وظایف‌تامین، سبب افزایش اهمیت عملکردتامین‌کنندگان شده است [۱]. فرآیند زنجیره‌ی‌تامین، همواره با حد بالایی از عدم اطمینان و پیچیدگی همراه است. با توجه به جایگاه خاص صنعت فولاد، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین صنایع مادر کشور و زمینه‌ساز ایجاد درآمدهای اقتصادی، تحقیق و پژوهش در فرآیندهای مختلف آن از اولویت و اهمیت بالایی در ارتقاء فرهنگ حفظ محیط‌زیست، کیفیت و بهبود عملکرد برخوردار است. همچنین لازم است که هم‌زمان با توجه و تأکید بر تولید محصولات باکیفیت که نیازمند زنجیره‌تامین سبز در صنعت فولاد هست، ملاحظات زیست‌محیطی را نیز در این زنجیره دخالت داده و درواقع به‌جای زنجیره‌تامین سنتی، زنجیره‌تامین سبز را به‌کار بگیرد. لذا اهمیت این پژوهش شناسایی دقیق و همه‌جانبه معیارهای مؤثر بر زنجیره‌تامین سبز و اولویت‌بندی آن‌ها در صنعت فولاد استان گیلان و ارایه راهکارهای مناسب است. همچنین به دلیل این‌که هزینه‌های مربوط به عدم داشتن زنجیره‌تامین سبز مناسب در فضای رقابتی کنونی جبران‌ناپذیر است، ضرورت می‌یابد تا معیارهای مؤثر بر زنجیره‌تأمین سبز در صنعت فولاد استان گیلان بهتر مورد مطالعه قرار بگیرد.

همچنین صنعت فولاد به دلیل افزایش رقابت در بازارهای داخلی و منطقه‌ای و برای پیشرفت و بقای خود نیاز به شیوه‌های جدید تولید و زنجیره‌تأمین سبز دارد، زیرا در سال‌های اخیر دلایل گوناگون مانند تحریم‌های جهانی، نارضایتی مشتریان، عدم کیفیت مناسب محصولات، تولید ذرات آلاینده هوا، انواع پسماندهای مضر خاک، افزایش دی‌اکسید کربن در هوا، پساب خطوط نورد سرد و گرم ، عدم تصفیه‌خانه مناسب، تغییر اکوسیستم خاک و غیره که فعالیت شرکت‌های صنعت فولاد با آن مواجه بوده‌اند، سبب شده تا مزیت رقابتی آن‌ها به خطر بیافتد؛ اما مساله‌ای که مدیران و برنامه‌ریزان شرکت‌های فعال در این صنعت با آن روبه‌رو هستند این است که چه عواملی می‌تواند در زنجیره‌تامین سبز تأثیرگذار باشد تا سازمان با شکست مواجه نشود و منجر به از دست دادن بازار آن‌ها نگردد. همچنین وجود شاخص‌های تصمیم‌گیری متعدد و متنوع مؤثر بر زنجیره‌تامین سبز در سازمان‌های مختلف و همچنین وجود اهداف چندگانه مختلف در ماهیت زنجیره‌تامین سبز موجب گردیده است تا موضوع زنجیره‌تامین سبز در تئوری تصمیم‌گیری به‌عنوان‌یک مساله مهم و چالش آفرین، همواره در ادبیات مدیریت تولید مورد توجه باشد. مساله اصلی این پژوهش این است که چگونه می‌توان با ارایه یک مدل ترکیبی

[1].Simpson & Power

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]

تصمیم‌گیری چند معیاره فازی با روش دلفی فازی و دیمتل فازی[1] عوامل مؤثر بر زنجیره‌تامین سبز را در صنعت فولاد استان گیلان شناسایی و اولویت‌بندی کرد؟

۲ ادبیات پژوهش

۲-۱ مبانی نظری

زنجیره‌تامین سبز یک جریان دقیق پژوهشی است که طیف وسیعی از جنبه و مسایل گوناگون را از چالش‌های پایداری زنجیره‌تامین سبز [۱۴]، درک مصرف‌کننده از عملکرد زیست‌محیطی شرکت و رفتار پایدار مصرف‌کننده [۱۵] موردبررسی قرار می‌دهد. یکی از جنبه‌های اصلی پژوهش در زنجیره‌تامین سبز، ارتباط بین فعالیت‌های موجود و پشتیبانی است [۱۶]. با بررسی دقیق معیارهای ارایه‌شده توسط یون[2] و همکاران [۱۷] و ارتباط آن‌ها به مجموعه وسیعی از ادبیات زنجیره‌تامین سبز موجود، تمرکز بر انرژی، زباله و مدیریت آب [۱۷] در بخش‌های زنجیره‌تامین سبز آشکاراست [۱۸] و به‌عنوان مبنایی برای تعامل زیست‌محیطی مربوطه [۱۶] عمل می‌کند. پیوند با فرایندهای گسترده زنجیره‌تامین سبز هنوز آن‌طور که بایدوشاید ایجاد نشده است. تئوری نهادی بیان می‌کند که همسویی زیست‌محیطی رقابتی سازمان ممکن است توسط فشارهای نهادی قانونی، اجباری و تقلیدی تحت تأثیر قرار بگیرد [۱۹].

۲-۲ زنجیره‌تامین

امروزه کسب‌وکارها اهمیت حفظ محیط‌زیست و مسئولیت‌های اجتماعی یک شرکت را درک می‌کنند. بااین‌حال، برای دستیابی به عملکرد بالاتر درزمینه پایداری، تلاش‌های زیادی برای تغییر شکل کل زنجیره‌تامین لازم است و این امر منجر به مزیت رقابتی پایدار در بازار می‌شود [۲۰]. مطالعات در حوزه مدیریت زنجیره‌تامین نشان می‌دهد که بین عملکرد زنجیره‌تامین سبز و رقابت، عملکرد مالی و عملیاتی یک شرکت رابطه مستقیم وجود دارد [۲۱]. تلاش برای سبز بودن، دیگر به‌عنوان یک تمرین برای رعایت الزامات قانونی به شمار نمی‌آید، بلکه شرکت‌هایی نظیر تویوتا، تیمبرلند و استارباکس سبز بودن را به‌عنوان‌یک کاتالیزور برای رشد و به دست آوردن مزیت رقابتی تلقی می‌کنند. دیدگاه سبز بودن، توسعه را در صورتی پایدار قلمداد می‌کند که مزایای همه ذینفعان را در نظر بگیرد و با استفاده بهینه از منابع طبیعی [۲۲] به شیوه‌ای قاطع انجام شود. بررسی ادبیات نشان می‌دهد که سبز بودن کسب‌وکار نیاز به تعادل محیط طبیعی، جامعه و عملکرد اقتصادی برای مدیریت کسب‌وکار [۲۳] دارد؛ بنابراین، توسعه در صورتی به‌عنوان پایدار نامیده می‌شود که به‌طور هم‌زمان در هر سه بعد سودآوری داشته باشد. این امر با نظارت بر عملکرد شرکت‌ها بر روی سه متغیر با استفاده از شاخص‌های پایداری [۲۴] قابل حصول است. برای اجرای استراتژی‌های مدیریت عملکرد زیست‌محیطی هر سازمان باید تأثیر عملکرد بخش تدارکات را در نظر گرفت. مشکل عمده‌ای که شرکت‌ها در اجرای سبز بودن در زنجیره‌تامین با آن مواجه بودند، تعادل بین بازده و سیاست‌های پایدار است [۲۵] بااین‌حال، پروتی و همکاران [۱۱] پیشنهاد می‌کنند که زنجیره‌تامین سبز راهی

[1] Fuzzy DEMATEL
[2] Youn

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]

برای به دست آوردن مزیت رقابتی است و افزایش چنین زنجیره‌های‌تامینی دشوار است. سبز بودن در یک شبکه زنجیره‌تامین مانند مثلثی است که شامل چشم‌انداز زیست‌محیطی، جنبه‌های اجتماعی و عملکرد اقتصادی است [۲]. اتخاذ سیاست‌های سالم برای مقابله مؤثر با چالش‌های زیست‌محیطی و اجتماعی از طریق روابط همکاری باتامین‌کنندگان تسهیل می‌شود. این موضوع از طریق همکاری نزدیک با مشتریان، نظارت بر عملکرد محیطی و اجتماعی‌تامین‌کنندگان و ایجاد مشارکت با آن‌ها برای توسعه راه‌حل‌های نوین قابل حصول است. پیاده‌سازی فن‌آوری‌هایی که به کاهش تولیدات جانبی مضر کمک می‌کند، برای یک زنجیره‌تامین سبز حیاتی است. سه بعد محیطی، اجتماعی و اقتصادی، در [۲۶] خلاصه شده‌اند.

۲-۳ زنجیره‌تامین سبز

امروزه زنجیره‌تامین سبز به‌عنوان یک سلاح راهبردی جهت کسب مزیت رقابتی پایدار است [۲۷] و به‌عنوان یک الگوی جدید مهم در شرکت‌ها، برای دستیابی به اهداف سود و سهم بازار با کاستن تأثیرات ریسک‌های محیطی آن‌ها در کنار افزایش کارایی فرایندشان ظاهرشده است. روابط شرکت با محیط طبیعی یک منبع حیاتی در مزیت رقابتی پایدار به شمار می‌رود. زنجیره سبز به دلیل بهره‌مندی از مزایای راهبرد کاهش هزینه و نوآوری در تولید محصولات، تحویل سریع‌تر کالا و خدمات، کاهش زمان تأخیر، افزایش کیفیت، ایجاد ارزش‌افزوده برای مشتریان، به عرضه محصولات پاک و بهبود عملکرد اقتصادی منجر می‌شود. سازمان‌ها با حرکت به‌سوی لجستیک سبز از مزایای راهبرد پاسخگویی (بهبود سطح خدمات به مشتریان) و کارایی (کاهش هزینه‌ها) سود خواهند برد. [۲۸]. حمل‌ونقل پایدار، بسته‌بندی سبز، استفاده از ظروف و جعبه‌های قابل بازیافت و بسته‌بندی سازگار با محیط‌زیست و منابع پایدار از الزامات دستیابی به پایداری زنجیره‌تامین سبز در شرکت‌ها است. شرکت‌ها به دنبال ممیزی‌تامین‌کنندگان سبز خودشان و یا خرید کالاهایی هستند که دارای گواهینامه سبز می‌باشند [۲۹].

۲-٤ تصمیم‌گیری چند معیاره[1]

تصمیم‌گیری چند معیاره یکی از حوزه‌های پژوهش عملیاتی و علم مدیریت است که با توجه به کاربردهای گسترده آن در زمینه‌های مختلف، در دهه اخیر به‌سرعت توسعه‌یافته است [۳۰]. زمانی که در مسایل تصمیم‌گیری چندین معیار در نظر گرفته شوند، مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره نامیده می‌شوند [۳۱]. به دلیل داشتن معیارهای ذهنی، این رویکرد یک رویکرد توصیفی است. هدف تصمیم‌گیری چند معیاره تعیین بهترین گزینه است درحالی‌که بتواند بیشترین رضایت‌مندی را ایجاد کند [۳۲]. تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتقال بهترین گزینه از بین گزینه‌های پیشنهادشده با توجه به شاخص‌های ارزیابی هر گزینه به‌کار می‌رود [۳۳]. در تصمیم‌گیری چند معیاره فازی نرخ اوزان به‌صورت غیرقطعی، گنگ و مبهم ارزیابی‌شده و معمولاً به‌صورت متغیرهای گفتاری و

[1].Multiple Criteria Decision Making

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]

به‌تبع آن اعداد فازی بیان می‌گردد [۳۴]. رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره فازی برای مسایلی که ابهام وعدم قطعیت را در نظر می‌گیرند پیشنهادشده است [۳۵].

۲-۵ پیشینه پژوهش

ماهش[1] و همکاران [۳۶] به شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر زنجیره‌تامین سبز برای انتخاب‌تامین‌کننده سبز با استفاده از تکنیک‌های ANP-MOORA پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که عوامل اقتصادی بیش‌ترین اهمیت را دارا است [۳۶]. کومار[2] و همکاران [۱] به مدل‌سازی ساختاری- تفسیری برای سنجش تأثیرگذاری عوامل دارای اهمیت در توانمندسازی‌های مدیریت زنجیره‌تامین سبز پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که حساسیت‌های محیط‌زیستی، حمایت و پشتیبانی مدیریت ارشد سازمان و تعهدتامین‌کنندگان به‌عنوان سنگ زیربنایی توانمندسازی مدیریت زنجیره‌تامین سبز شناخته می‌شوند [۱]. موهد[3] و همکاران [۳۷] به شناسایی عوامل مؤثر بر زنجیره‌تامین سبز بر اساس برنامه‌ریزی خطی و تحلیل فرایند شبکه ANP پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که عوامل اقتصادی بیش‌ترین اهمیت را در زنجیره‌تامین سبز پایدار دارا می‌باشند [۳۷]. همایون‌فر و همکاران [۳۸] به پژوهشی با عنوان الویت‌بندی تامین‌کنندگان زنجیره‌تامین سبز با استفاده از رویکرد ترکیبی MCDM فازی پرداختند و یافته‌ها نشان‌گر رویکرد ارایه شده، چارچوب کارآمدی برای اولویت‌بندی تامین‌کنندگان سبز شرکت سایپا است[۳۸]. علیرضا منصوری [۳۹] در پژوهشی با عنوان طراحی مدل عملکرد اجتماعی شرکتی زنجیره تامین سبز با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی فازی در شرایط عدم قطعیت پرداختند و یافته‌ها نشان‌گر به حداقل رساندن هزینه‌ها و اثرات زیست محیطی و به حداکثر رساندن عملکرد اجتماعی شرکتی زنجیره‌تأمین سبز می‌باشد [۳۹]. آزاد و مدیری [۶] به اولویت‌بندی عوامل از نظر میزان و سطح اثرگذاری برای توانمندسازی‌های مدیریت زنجیره‌تامین شرکت ایران‌خودرو با استفاده از مدل‌سازی ساختاری-تفسیری پرداختند. نتیجه پژوهش آن‌ها نشان داد که «حمایت از تولید سبز»، «اعتقادات مدیریت ارشد» و «پشتیبانی زیست‌محیطی مدیریت ارشد» اولویت اول و بیش‌ترین اثرگذاری در توانمندسازی مدیریت زنجیره‌تامین شرکت ایران‌خودرو را دارد [۶]. بابایی میبدی و دلشاد [۴۰] به ارایه مدل پویایی سیستم‌ها برای ارزیابی عوامل مؤثر بر میزان سبز بودن مدیریت زنجیره‌تامین پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که کاهش میزان فروش ازدست‌رفته، کاهش میزان موجودی، دریافت اطلاعات صحیح دارای اولویت هستند [۴۰]. لذا، عوامل متعددی بر زنجیره‌تامین سبز نقش دارند. این عوامل به‌طور منفرد نیز به‌طور ترکیبی، پیش‌شرط‌ها و مقدمه‌های مهمی برای زنجیره‌تامین سبز به‌شمار می‌روند، زیرا زنجیره‌تامین سبز را متأثر می‌سازند. بنابراین، شاخص‌ها و زیرشاخص‌هایی که بر زنجیره‌تامین سبز تأثیرگذارند، در جدول ۱ آمده است:

[1] Mahesh
[2] Kumar
[3] Mohd

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]

جدول ۱. شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مؤثر بر زنجیره‌تامین سبز صنعت فولاد

ردیف	شاخص‌ها	زیر شاخص‌ها	نویسندگان
۱	عوامل مالی	مناسب بودن قیمت مواد به قیمت بازار	ماهش و همکاران [۳۶]، وو و همکاران [۳]
		هزینه حمل‌ونقل	کومار و همکاران [۱]، کانان [۴۱]
		قیمت محصول	موهد و همکاران [۳۷]
		هزینه سفارش	ماهش و همکاران [۳۶]
۲	شاخص کیفیت	نرخ معیوب	کانان و همکاران [۴۱]
		تعهد مدیریت به کیفیت	کومار و همکاران [۱]
		ضمانت‌نامه‌ها و سیاست	کانان و همکاران [۴۱]
		قابلیت دستیابی به کیفیت غیرعادی	بیوک اوزکان و همکاران [۷]
		سیستم مدیریت کیفیت ISO	ماهش و همکاران [۳۷]، لای و همکاران [۱۶]
		تضمین کیفیت	ماهش و همکاران [۳۶]، موهد و همکاران [۳۷]، هاشمی [۴۲]
		سیستم اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه	کومار و همکاران [۱]
		بهبود فرآیند	وو و همکاران [۳]
		تحویل به‌موقع	ماهش و همکاران [۳۶]، موهد و همکاران [۳۷]
۳	شاخص تکنولوژی	سطح تکنولوژی	کانان و همکاران [۴۱]، لای و همکاران [۱۶]
		قابلیت تحقیق و توسعه	کانان و همکاران [۴۱]
		قابلیت یا امکانات تولید کنونی	وو و همکاران [۳]
		توسعه فن‌آوری‌تامین‌کننده برای پاسخگویی به تقاضا	بیوک اوزکان و همکاران [۷]
		سازگاری فن‌آوری	کومار و همکاران [۱]
		ظرفیت فن‌آوری	گووییندن و همکاران [۴۳]
		توانایی پیشگیری از آلودگی	وو و همکاران [۳]
۴	شاخص زیست‌محیطی	گواهی زیست‌محیطی مانند ISO 14000	کانان و همکاران [۴۱]
		بهره‌وری محیط‌زیست	کانان و همکاران [۴۲]، لای و همکاران [۱۶]
		سازگار با استاندارد RoHS	ماهش و همکاران [۳۷]، لای و همکاران [۱۶]
		برنامه یا سیاست حفاظت از محیط‌زیست	هاشمی [۴۲]
		سیاست‌های زیست‌محیطی	هاشمی [۴۲]
		نظارت مستمر و پیروی از مقررات	وو و همکاران [۳]
		برنامه‌ریزی فرآیند سبز	گووییندن و همکاران [۴۳]
۵	شاخص محیطی	بررسی محیط داخلی	منصوری و همکاران [۳۹]
		بررسی محیط خارجی	منصوری و همکاران [۳۹]
		محدودیت‌های محیطی	منصوری و همکاران [۳۹]
		توجه به عدم اطمینان	کرباسیان و همکاران [۳۱]
		کاهش ضایعات	کومار و همکاران [۱]، موهد و همکاران [۳۷]
		بازیافت زباله	ماهش و همکاران [۳۶]، موهد و همکاران [۳۷]
		خرید مبتنی بر محصولات محیط‌زیست	موهد و همکاران [۳۷]
		انعطاف‌پذیری	موهد و همکاران [۳۷]

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]

۳ روش‌شناسی تحقیق

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی محسوب و از لحاظ زمانی، مقطعی است. جامعه موردبررسی این پژوهش خبرگان صنعت موردمطالعه و تعدادی از اساتید خبره در حوزه زنجیره‌تامین سبز است. با توجه به تعریف جامعه آماری، نمونه آماری شامل، متخصصین و کارشناسان خبره‌ای که با موضوع زنجیره‌تامین سبز به‌صورت علمی و عملی آشنایی کامل داشته و در این زمینه فعالیت‌های عملیاتی یا پژوهشی داشته‌اند، برای تعیین اولویت مؤلفه‌ها در دو گروه تشکیل می‌شوند.گروه اول مدیران و کارشناسان ارشد سازمان موردمطالعه به تعداد ۲۵ نفر بودند که برای بومی‌سازی مدل و بررسی روایی محتوایی مدل و عوامل با استفاده از مدل ریاضی دلفی فازی غربالگری شدند، درگروه دوم نیز با استفاده از فنون تحقیق در عملیات و روش‌های دیمتل فازی، فرآیند تحلیل شبکه فازی از جامعه خبرگان بر طبق نظر ساعتی[1] [۳۰]، تعداد ۸ نفر از خبرگان مرتبط با سازمان موردمطالعه به روش نمونه‌گیری قضاوتی، انتخاب‌شده‌اند. این افراد دارای تحصیلات کارشناسی ارشد و دکتری با سابقه کاری بیش‌تر از ۱۲ سال بوده‌اند. همچنین برای گردآوری داده‌های لازم در طول انجام تحقیق از دو نوع پرسشنامه (پرسشنامه غربالگری و پرسشنامه مقایسات زوجی) استفاده‌شده است. در مورد پرسشنامه اول که به‌منظور میزان اهمیت معیارها و زیر معیارها گردآوری‌شده، از آلفای کرونباخ برای سنجش اعتبار پرسشنامه استفاده گردیده است. بر اساس این روش میزان پایایی تمامی متغیرهای پژوهش بیشتر از ۰/۷ هست.

به‌منظور انجام مقایسات زوجی فاکتورهای مدل نیز از روش فازی[2] ، به‌منظور در نظر گرفتن مسایل ذهنی وعدم قطعیت در حوزه تصمیم‌گیری با برخورداری از قابلیت بیشتر نسبت به روش‌های مشابه، استفاده‌شده است. در پژوهش حاضر ضمن تعریف و شناسایی عوامل مؤثر بر زنجیره‌تامین سبز برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های گردآوری‌شده حاصل از پرسش‌نامه، برای غربالگری از تکنیک دلفی فازی کمک گرفته‌شده و برای تعیین روابط و چگونگی تأثیر عوامل و شدت اثر آن از روش دیمتل فازی استفاده شده است.

٤ یافته‌های پژوهش

به‌منظور شناسایی عوامل، از مقالات مختلفی استفاده شد. به دلیل این‌که تعداد عوامل شناسایی‌شده زیاد بودند و به‌منظور بومی‌سازی شاخص‌ها و کاهش ورودی‌ها و همچنین تعیین اهمیت آن‌ها نسبت به هم و بررسی روایی آن‌ها، محدودیت وزنی در مدل اعمال‌شده است. برای انجام این کار پرسشنامه‌ای با ۳۵ سوال به‌صورت کیفی و بر اساس ۵ طیف از فوق‌العاده مهم تا بی‌اهمیت طراحی گردید. سپس جهت تعیین مهم‌ترین عوامل، از روش دلفی فازی در سه مرحله استفاده شد. فن دلفی فازی هم در سطح عوامل و هم در سطح زیر عوامل مورد استفاده قرار گرفت و در ادامه مراحل و نتایج دلفی فازی در سطح زیر عوامل ارایه گردید. بدین منظور نظرات ۲۵ خبره در مرحله اول برای اهمیت هر یک از معیارها از طریق پرسشنامه ۵ گزینه‌ای لیکرت جمع‌آوری شد که نتیجه محاسبات در جدول ذیل آمده است.

[1] Saaty
[2] FUZZY

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]

جدول ۲. نتایج دور اول نظرسنجی به همراه میانگین دیدگاه‌های خبرگان

مؤلفه	ردیف	ارزش زبانی	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	Max	Mo	Min	میانگین غیر فازی شده نظرات خبرگان
		ارزش عددی	۹	۷	۵	۳	۱				
		زیر معیارها – ارزش فازی	(۷،۹،۱۰)	(۵،۷،۹)	(۳،۵،۷)	(۱،۳،۵)	(۰،۱،۳)				
عوامل مالی	۱	مناسب بودن قیمت مواد به قیمت بازار	۱۷	۶	۲	۰	۰	۹/۵۲	۸/۲۰	۶/۲۰	۸/۰۹
	۲	هزینه حمل‌ونقل	۱۵	۷	۳	۰	۰	۹/۳۶	۷/۹۶	۵/۹۶	۷/۸۶
	۳	قیمت محصول	۱۸	۵	۲	۰	۰	۹/۵۶	۸/۲۸	۶/۲۸	۸/۱۶
	۴	هزینه سفارش	۱۷	۴	۴	۰	۰	۹/۳۶	۸/۰۴	۶/۰۴	۷/۹۳
شاخص کیفیت	۵	نرخ معیوب	۱۸	۵	۲	۰	۰	۹/۵۶	۸/۲۸	۶/۲۸	۸/۱۶
	۶	تعهد مدیریت به کیفیت	۱۵	۸	۲	۰	۰	۹/۴۴	۸/۰۴	۶/۰۴	۷/۹۴
	۷	ضمانت‌نامه‌ها و سیاست	۱۸	۶	۱	۰	۰	۹/۶۴	۸/۳۶	۶/۳۶	۸/۲۴
	۸	قابلیت دستیابی به کیفیت غیرعادی	۶	۶	۹	۴	۰	۷/۸۸	۶/۱۲	۴/۱۲	۶/۰۸
	۹	سیستم مدیریت کیفیت ISO	۱۴	۷	۳	۱	۰	۹/۱۶	۷/۷۲	۵/۷۲	۷/۶۳
	۱۰	تضمین کیفیت	۱۵	۸	۲	۰	۰	۹/۴۴	۸/۰۴	۶/۰۴	۷/۹۴
شاخص تکنولوژی	۱۱	سیستم اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه	۲	۶	۸	۹	۰	۷/۰۰	۵/۰۸	۳/۰۸	۵/۰۷
	۱۲	بهبود فرآیند	۰	۸	۲	۱۵	۰	۶/۴۴	۴/۴۴	۲/۴۴	۴/۴۴
	۱۳	تحویل به‌موقع	۰	۷	۲	۱۶	۰	۶/۲۸	۴/۲۸	۲/۲۸	۴/۲۸
	۱۴	سطح تکنولوژی	۱۵	۸	۲	۰	۰	۹/۴۴	۸/۰۴	۶/۰۴	۷/۹۴
	۱۵	قابلیت تحقیق و توسعه	۱۴	۶	۵	۰	۰	۹/۱۶	۷/۷۲	۵/۷۲	۷/۶۳
	۱۶	قابلیت یا امکانات تولید کنونی	۷	۹	۷	۲	۰	۸/۴۰	۶/۶۸	۴/۶۸	۶/۶۳
	۱۷	توسعه فن‌آوری‌تامین‌کننده برای ...	۸	۹	۶	۲	۰	۸/۵۲	۶/۸۴	۴/۸۴	۶/۷۹
	۱۸	سازگاری فن‌آوری	۱۶	۵	۳	۱	۰	۹/۲۴	۷/۸۸	۵/۸۸	۷/۷۷
	۱۹	ظرفیت فن‌آوری	۱	۱	۱۳	۹	۱	۶/۳۲	۴/۳۶	۲/۴۰	۴/۳۶
شاخص زیست‌محیطی	۲۰	توانایی پیشگیری از آلودگی	۱۷	۶	۳	۰	۰	۹/۸۰	۸/۴۰	۶/۳۲	۸/۲۹
	۲۱	گواهی زیست‌محیطی مانند ISO 14000	۱۷	۷	۱	۰	۰	۹/۶۰	۸/۲۸	۶/۲۸	۸/۱۷
	۲۲	بهره‌وری محیط‌زیست	۱۵	۸	۲	۰	۰	۹/۴۴	۸/۰۴	۶/۰۴	۷/۹۴
	۲۳	سازگار با استاندارد RoHS	۰	۷	۲	۱۶	۰	۶/۲۸	۴/۲۸	۲/۲۸	۴/۲۸
	۲۴	برنامه یا سیاست حفاظت از ...	۰	۵	۲	۱۶	۳	۵/۹۲	۳/۸۴	۱/۸۸	۳/۸۶
	۲۵	سیاست‌های زیست‌محیطی	۱۹	۵	۱	۰	۰	۹/۶۸	۸/۴۴	۶/۴۴	۸/۳۱
	۲۶	نظارت مستمر و پیروی از مقررات	۱۸	۶	۱	۰	۰	۹/۶۴	۸/۳۶	۶/۳۶	۸/۲۴
	۲۷	برنامه‌ریزی فرآیند سبز	۱۴	۷	۴	۰	۰	۹/۲۴	۷/۸۰	۵/۸۰	۷/۷۱
شاخص محیطی	۲۸	بررسی محیط داخلی	۱۸	۵	۲	۰	۰	۹/۵۶	۸/۲۸	۶/۲۸	۸/۱۶
	۲۹	بررسی محیط خارجی	۱۶	۵	۴	۰	۰	۹/۳۲	۷/۹۶	۵/۹۶	۷/۸۵
	۳۰	محدودیت‌های محیطی	۵	۸	۷	۵	۰	۷/۸۴	۶/۰۴	۴/۰۴	۶/۰۱
	۳۱	توجه به عدم اطمینان	۰	۴	۸	۹	۴	۵/۹۶	۳/۹۶	۲/۱۲	۳/۹۹

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]

۳۲	کاهش ضایعات	۱۶	۹	۰	۰	۰	۹/۶۴	۸/۲۸	۶/۲۸	۸/۱۷
۳۳	بازیافت زباله	۱۵	۸	۲	۰	۰	۹/۴۴	۸/۰۴	۶/۰۴	۷/۹۴
۳۴	خرید مبتنی بر محصولات ...	۱۵	۷	۳	۰	۰	۹/۳۶	۷/۹۶	۵/۹۶	۷/۸۶
۳۵	انعطاف‌پذیری	۵	۸	۷	۰	۵	۷/۸۴	۶/۰۴	۴/۰۴	۶/۰۱

- نظرسنجی مرحله دوم

در این مرحله پرسشنامه دوم تهیه گردیده و همراه با نقطه نظر قبلی هر فرد و میزان اختلاف آنها با دیدگاه سایر خبرگان، مجددا به اعضای گروه خبره ارسال گردید. در مرحله دوم اعضای گروه خبره با توجه به نقطه نظرات سایر اعضای گروه خبره مجدداً به سوالات پاسخ دادند که نتایج آن در جدول شماره ۳ ارایه شده است.

جدول ۳. نتایج دور دوم نظرسنجی به همراه میانگین دیدگاه‌های خبرگان

مؤلفه	ردیف	ارزش زبانی	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	Max	Mo	Min	میانگین غیر فازی شده نظرات خبرگان	اختلاف میانگین های پرسشنامه اول و دوم	نتیجه
		ارزش عددی	۹	۷	۵	۳	۱						
		زیر معیارها – ارزش فازی	(۷،۹،۱۰)	(۵،۷،۹)	(۳،۵،۷)	(۱،۳،۵)	(۰،۱،۳)						
عوامل مالی	۱	مناسب بودن قیمت مواد به ...	۱۸	۵	۲	۰	۰	۹/۵۶	۸/۲۸	۶/۲۸	۸/۱۶	۰/۰۷	پذیرش
	۲	هزینه حمل‌ونقل	۱۷	۵	۳	۰	۰	۹/۴۴	۸/۱۲	۶/۱۲	۸/۰۱	۰/۱۵	پذیرش
	۳	قیمت محصول	۱۹	۵	۱	۰	۰	۹/۶۸	۸/۴۴	۶/۴۴	۸/۳۱	۰/۱۵	پذیرش
	۴	هزینه سفارش	۲۱	۳	۰	۰	۰	۹/۷۶	۸/۶۰	۶/۶۰	۸/۴۶	۰/۵۳	بعدی
شاخص کیفیت	۵	نرخ معیوب	۱۹	۴	۲	۰	۰	۹/۶۰	۸/۳۶	۶/۳۶	۸/۲۳	۰/۰۷	پذیرش
	۶	تعهد مدیریت به کیفیت	۱۷	۶	۲	۰	۰	۹/۵۲	۸/۲۰	۶/۲۰	۸/۰۹	۰/۱۵	پذیرش
	۷	ضمانت‌نامه‌ها و سیاست	۲۰	۴	۱	۰	۰	۹/۷۲	۸/۵۲	۶/۵۲	۸/۳۹	۰/۱۵	پذیرش
	۸	قابلیت دستیابی به کیفیت غیرعادی	۲	۹	۱۳	۱	۰	۷/۸۸	۵/۹۶	۳/۹۶	۵/۹۵	۰/۱۳	رد
	۹	سیستم مدیریت کیفیت ISO	۱۶	۸	۱	۰	۰	۹/۵۶	۸/۲۰	۶/۲۰	۸/۰۹	۰/۴۷	بعدی
	۱۰	تضمین کیفیت	۱۶	۷	۲	۰	۰	۹/۴۸	۸/۱۲	۶/۱۲	۸/۰۱	۰/۰۷	پذیرش
	۱۱	سیستم اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه	۰	۶	۱۲	۷	۰	۶/۹۲	۴/۹۲	۴/۹۲	۴/۹۲	۰/۱۵	رد

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]

	۱۲	بهبود فرآیند	۰	۷	۳	۱۵	۰	۶/۳۶	۴/۳۶	۲/۳۶	۴/۳۶	۰/۰۸	رد
	۱۳	تحویل به‌موقع	۰	۶	۶	۱۱	۰	۶/۰۴	۴/۲۰	۲/۳۶	۴/۲۰	۰/۰۸	رد
شاخص تکنولوژی	۱۴	سطح تکنولوژی	۱۵	۹	۱	۰	۰	۹/۵۲	۸/۱۲	۶/۱۲	۸/۰۲	۰/۰۸	پذیرش
	۱۵	قابلیت تحقیق و توسعه	۱۸	۶	۱	۰	۰	۹/۶۴	۸/۳۶	۶/۳۶	۸/۲۴	۰/۶۱	بعدی
	۱۶	قابلیت یا امکانات تولید کنونی	۶	۱۰	۷	۲	۰	۸/۳۶	۶/۶۰	۴/۶۰	۶/۵۶	۰/۰۷	رد
	۱۷	توسعه فن‌آوری‌تامین‌کننده برای ...	۷	۱۰	۶	۲	۰	۸/۴۸	۶/۷۶	۴/۷۶	۶/۷۱	۰/۰۷	رد
	۱۸	سازگاری فن‌آوری	۱۸	۶	۱	۰	۰	۹/۶۴	۸/۳۶	۶/۳۶	۸/۲۴	۰/۴۷	بعدی
	۱۹	ظرفیت فن‌آوری	۰	۰	۱۵	۱۰	۰	۶/۲۰	۴/۲۰	۲/۲۰	۴/۲۰	۰/۱۶	رد
	۲۰	توانایی پیشگیری از آلودگی	۱۷	۷	۱	۰	۰	۹/۶۰	۸/۲۸	۶/۲۸	۸/۱۷	۰/۱۲	پذیرش
شاخص زیست‌محیطی	۲۱	گواهی زیست‌محیطی مانند ISO 14000	۱۸	۷	۰	۰	۰	۹/۷۲	۸/۴۴	۶/۴۴	۸/۳۲	۰/۱۵	پذیرش
	۲۲	بهره‌وری محیط‌زیست	۱۵	۹	۱	۰	۰	۹/۵۲	۸/۱۲	۶/۱۲	۸/۰۲	۰/۰۸	پذیرش
	۲۳	سازگار با استاندارد RoHS	۰	۵	۵	۱۵	۰	۶/۲۰	۴/۲۰	۲/۲۰	۴/۲۰	۰/۰۸	رد
	۲۴	برنامه یا سیاست حفاظت از ...	۰	۶	۰	۱۶	۳	۵/۷۲	۳/۷۲	۱/۸۴	۳/۷۴	۰/۱۲	رد
	۲۵	سیاست‌های زیست‌محیطی	۲۰	۵	۰	۰	۰	۹/۸۰	۸/۶۰	۶/۶۰	۸/۴۷	۰/۱۵	پذیرش
	۲۶	نظارت مستمر و پیروی از مقررات	۲۰	۴	۱	۰	۰	۹/۷۲	۸/۵۲	۶/۵۲	۸/۳۹	۰/۱۵	پذیرش
	۲۷	برنامه‌ریزی فرآیند سبز	۱۷	۷	۱	۰	۰	۹/۶۰	۸/۲۸	۶/۲۸	۸/۱۷	۰/۴۶	بعدی
شاخص محیطی	۲۸	بررسی محیط داخلی	۱۹	۵	۱	۰	۰	۹/۶۸	۸/۴۴	۶/۴۴	۸/۳۱	۰/۱۵	پذیرش
	۲۹	بررسی محیط خارجی	۱۶	۷	۲	۰	۰	۹/۴۸	۸/۱۲	۶/۱۲	۸/۰۱	۰/۱۶	پذیرش
	۳۰	محدودیت‌های محیطی	۳	۱۰	۹	۳	۰	۷/۹۲	۶/۰۴	۴/۰۴	۶/۰۲	۰/۰۱	رد
	۳۱	توجه به عدم اطمینان	۰	۲	۱۰	۱۱	۲	۵/۹۶	۳/۹۶	۲/۰۴	۳/۹۷	۰/۰۱	رد
	۳۲	کاهش ضایعات	۱۷	۸	۰	۰	۰	۹/۶۸	۸/۳۶	۶/۳۶	۸/۲۵	۰/۰۷	پذیرش

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]

۳۳	بازیافت زباله	۱۵	۱۰	۰	۰	۰	۹/۶۰	۸/۲۰	۸/۲۰	۸/۱۰	۰/۱۶	پذیرش
۳۴	خرید مبتنی بر محصولات ...	۱۷	۵	۳	۰	۰	۹/۴۴	۸/۱۲	۶/۱۲	۸/۰۱	۰/۱۵	پذیرش
۳۵	انعطاف‌پذیری	۵	۸	۹	۳	۰	۸/۰۰	۶/۲۰	۴/۲۰	۶/۱۷	۰/۱۶	رد

باتوجه به دیدگاه‌های ارایه شده در مرحله اول و مقایسه آن با نتایج این مرحله، براساس قاعده پارتو (۲۰/۸۰) در صورتی که اختلاف بین دو مرحله کمتر از حد آستانه۰/۲ باشد در این صورت فرایند نظرسنجی متوقف می‌شود. همان‌گونه که جدول فوق نشان می‌دهد در برخی از متغیرها، اعضای گروه خبره به وحدت نظر رسیده‌اند و میزان اختلاف نظر در مراحل اول و دوم کمتر از حد آستانه ۰/۲ بوده است لذا نظرسنجی درخصوص متغیرهای فوق متوقف گردید. از بین متغیرهای اشاره‌شده، متغیرهایی که میانگین غیرفازی‌شده نظرات خبرگان، کمتر از ۸ بود ازمدل مفهومی پژوهش حذف گردید. ادامه نظرسنجی درمرحله سوم انجام می‌شود.

- نظرسنجی مرحله سوم

در این مرحله ضمن اعمال تغییرات لازم در متغیرهای مدل، پرسشنامه سوم تهیه گردید و همراه با نقطه نظر قبلی هر فرد و میزان اختلاف آنها با میانگین دیدگاه سایرین، مجددا به خبرگان ارسال گردید. با این تفاوت که دراین مرحله ازمولفه‌های موجود درمرحله قبل۳۰ مورد متوقف شد و نظرسنجی درمورد ۵ مولفه باقی‌مانده صورت گرفته است که نتایج آن درجدول ۴ ارایه شده است.

جدول ٤. نتایج دور سوم نظرسنجی به همراه میانگین دیدگاه‌های خبرگان(مؤلفه‌ها)

مؤلفه	ردیف	ارزش زبانی	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	Max	Mo	Min	میانگین غیر فازی شده نظرات خبرگان	اختلاف میانگین های پرسشنامه اول و دوم	نتیجه
		ارزش عددی	۹	۷	۵	۳	۱						
		زیر معیارها – ارزش فازی	(۱،۷،۹)	(۵،۷،۹)	(۳،۵،۷)	(۱،۳،۵)	(۰،۱،۳)						
شاخص مالی	۴	هزینه سفارش	۱۹	۶	۰	۰	۰	۶/۷۶	۸/۵۲	۶/۵۲	۸/۳۹	۰/۰۷	پذیرش
شاخص کیفیت	۹	سیستم مدیریت کیفیتISO	۱۶	۹	۰	۰	۰	۹/۶۴	۸/۲۸	۶/۲۸	۸/۱۷	۱/۰۸	پذیرش
شاخص تکنولوژی	۱۵	قابلیت تحقیق و توسعه	۱۸	۷	۰	۰	۰	۹/۷۲	۸/۴۴	۶/۴۴	۸/۳۲	۰/۰۸	پذیرش
شاخص تکنولوژی	۱۸	سازگاری فن آوری	۲۰	۴	۱	۰	۰	۹/۷۲	۸/۵۲	۶/۵۲	۸/۳۹	۰/۱۵	بعدی
شاخص زیست محیطی	۲۷	برنامه ریزی فرآیند سبز	۱۶	۸	۱	۰	۰	۹/۵۶	۸/۲۰	۶/۲۰	۸/۰۹	۰/۰۷	

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]

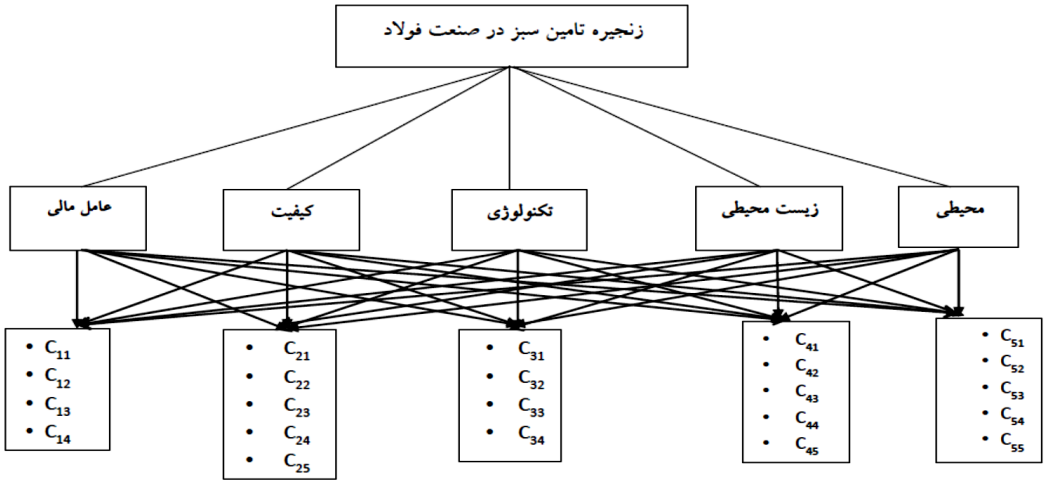
همان‌طور که جدول فوق نشان می‌دهد میزان اختلاف نظر خبرگان در مراحل دوم و سوم کم‌تر از حد آستانه ۰/۲ می باشد و لذا نظرسنجی دراین مرحله متوقف می‌شود. نتایج دلفی فازی نشان داد که در ترتیب وزن معیارها از ۳۵ زیرشاخص، ۱۲ زیرشاخص از مدل مفهومی نهایی پژوهش حذف گردید و در نهایت برای ۵ شاخص اصلی به همراه ۲۳ زیرشاخص اثرگذار اجماع وجود داشته است که به عنوان شاخص‌های با اهمیت و اصلی برای حل نهایی مدل انتخاب شدند. اکنون، به سوال اول پژوهش که "شاخص‌های اثرگذار بر زنجیره‌تامین سبز در صنعت فولاد استان گیلان کدامند؟" پاسخ داده شد که درجدول ۵ مهم‌ترین شاخص‌ها مشخص شده‌اند.

جدول ۵. شاخص‌ها و زیر شاخص‌های مؤثر بر زنجیره‌تامین سبز در صنعت فولاد

شاخص اصلی	زیر شاخص	کد
شاخص مالی C_1	مناسب بودن قیمت مواد به قیمت بازار	C_{11}
	هزینه حمل‌ونقل	C_{12}
	قیمت محصول	C_{13}
	هزینه سفارش	C_{14}
شاخص کیفیت C_2	نرخ معیوب	C_{21}
	تعهد مدیریت به کیفیت	C_{22}
	ضمانت‌نامه‌ها و سیاست	C_{23}
	سیستم مدیریت کیفیت ISO	C_{24}
	تضمین کیفیت	C_{25}
شاخص تکنولوژی C_3	سطح تکنولوژی	C_{31}
	قابلیت تحقیق و توسعه	C_{32}
	سازگاری فن‌آوری	C_{33}
	توانایی پیشگیری از آلودگی	C_{34}
شاخص زیست‌محیطی C_4	گواهی زیست‌محیطی مانند ISO 14000	C_{41}
	بهره‌وری محیط‌زیست	C_{42}
	سیاست‌های زیست‌محیطی	C_{43}
	نظارت مستمر و پیروی از مقررات	C_{44}
	برنامه‌ریزی فرآیند سبز	C_{45}
شاخص محیطی C_4	بررسی محیط داخلی	C_{51}
	بررسی محیط خارجی	C_{52}
	کاهش ضایعات	C_{53}
	بازیافت زباله	C_{54}
	خرید مبتنی بر محصولات محیط‌زیست	C_{55}

در نهایت با توجه به شاخص‌ها و زیر شاخص‌هایی که در جدول ۵ آمده است، مدل تصمیم به‌صورت شکل ۱ ترسیم شده است.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]



شکل ۱. مدل پژوهش با ساختار شبکه‌ای

- **شناسایی شاخص‌های اساسی با به‌کارگیری تکنیک دیمتل**

مجموع عناصر ستون‌ها و سطرهای ماتریس $\tilde{T}$ برای شاخص‌های اصلی و زیرشاخص‌های آن محاسبه و به‌صورت بردارهای $\tilde{R}$ (تأثیرگذار) و $\tilde{D}$ (تأثیرپذیر) نام‌گذاری می‌شوند که محاسبات در جدول ۶ و ۷ آمده است:

جدول ٦. مقادیر معیارها $\tilde{R}$، $\tilde{D}$، $\tilde{R}+\tilde{D}$ و $\tilde{R}-\tilde{D}$

شاخص	$\tilde{D}$	$\tilde{R}$	$\tilde{R}+\tilde{D}$	$\tilde{R}-\tilde{D}$	نتیجه
شاخص مالی	۰/۹۰۱	۱/۸۹۷	۲/۷۹۸	−۰/۹۹۶	اثر پذیرترین
شاخص کیفیت	۱/۲۹۳	۱/۳۲۱	۲/۶۱۴	−۰/۰۲۸	اثرپذیر
شاخص تکنولوژی	۱/۵۲۴	۰/۸۴	۲/۳۶۴	۰/۶۸۴	اثرگذار
شاخص	۱/۰۹۶	۱/۵۴۸	۲/۶۴۴	−۰/۴۵۲	اثرپذیر
شاخص محیطی	۱/۶۵۱	۰/۸۵۸	۲/۵۰۹	۰/۷۹۲	اثرگذارترین

جدول ۷. مقادیر زیر معیارها $\tilde{R}$، $\tilde{D}$، $\tilde{R}+\tilde{D}$ و $\tilde{R}-\tilde{D}$

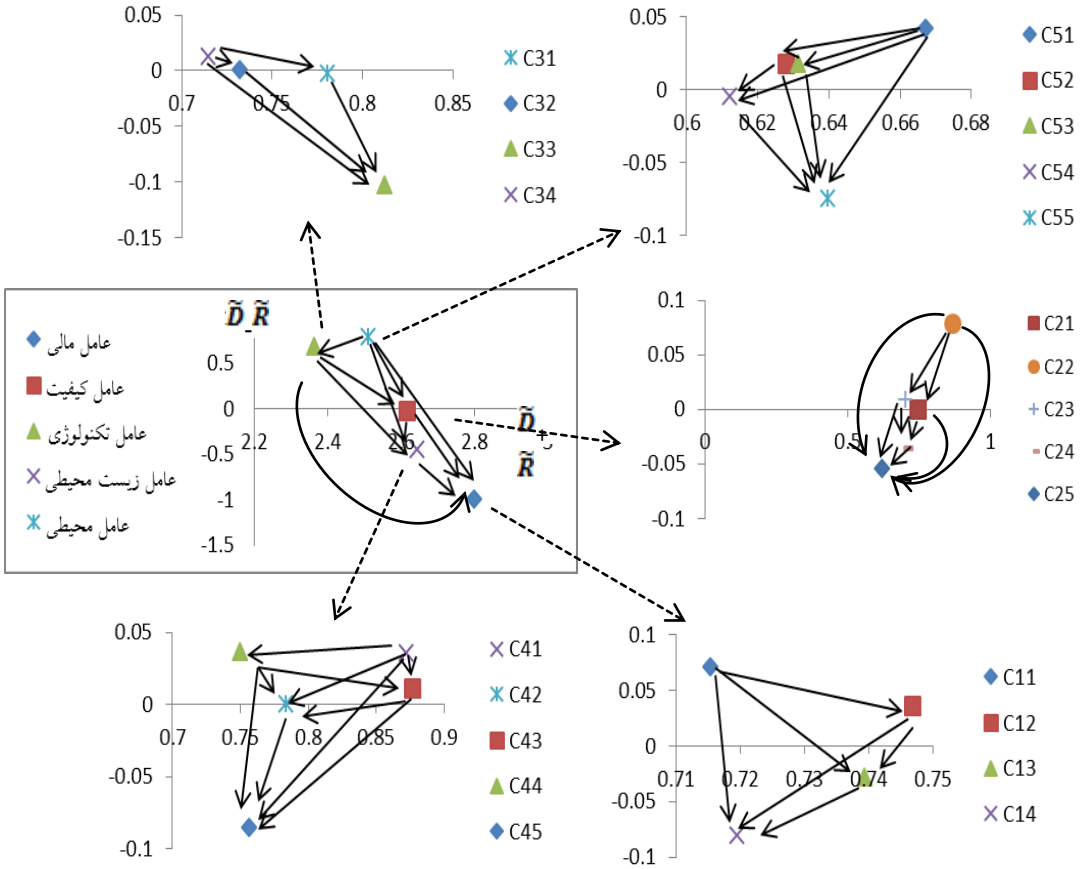
شاخص اصلی	زیر شاخص‌ها	کد	$\tilde{D}$	$\tilde{R}$	$\tilde{R}+\tilde{D}$	$\tilde{R}-\tilde{D}$	نتیجه
شاخص مالی C_1	مناسب بودن قیمت مواد به قیمت بازار	C_{11}	۰/۳۹۴	۰/۳۲۲	۰/۷۱۵	۰/۰۷۱۷	اثرگذار
	هزینه حمل‌ونقل	C_{12}	۰/۳۹۲	۰/۳۵۵	۰/۷۴۷	۰/۰۳۶۴	اثرگذار
	قیمت محصول	C_{13}	۰/۳۵۶	۰/۳۸۴	۰/۷۳۹	−۰/۰۲۸	اثرپذیر
	هزینه سفارش	C_{14}	۰/۳۲	۰/۴	۰/۷۲	−۰/۰۸	اثرپذیر
شاخص کیفیت C_2	نرخ معیوب	C_{21}	۰/۳۷۳	۰/۳۷۳	۰/۷۴۶	۰/۰۰۰۳	اثرگذار
	تعهد مدیریت به کیفیت	C_{22}	۰/۴۷۳	۰/۳۹۳	۰/۸۶۶	۰/۰۷۹۴	اثرگذار
	ضمانت‌نامه‌ها و سیاست	C_{23}	۰/۳۵۵	۰/۳۴۶	۰/۷۰۱	۰/۰۰۹۳	اثرگذار
	سیستم مدیریت کیفیت ISO	C_{24}	۰/۳۳۲	۰/۳۶۷	۰/۶۹۹	−۰/۰۳۵	اثرپذیر
	تضمین کیفیت	C_{25}	۰/۲۸۲	۰/۳۳۶	۰/۶۱۹	−۰/۰۵۴	اثرپذیر
شاخص تکنولوژی C_3	سطح تکنولوژی	C_{31}	۰/۳۸۹	۰/۳۹۱	۰/۷۸	−۰/۰۰۲	اثرپذیر

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]

	قابلیت تحقیق و توسعه	C_{32}	۰/۳۶۷	۰/۳۶۵	۰/۷۳۲	۰/۰۰۱۲	اثرگذار
	سازگاری فن‌آوری	C_{33}	۰/۳۵۴	۰/۴۵۷	۰/۸۱۲	-۰/۱۰۳	اثرپذیر
	توانایی پیشگیری از آلودگی	C_{34}	۰/۳۶۴	۰/۳۵۱	۰/۷۱۴	۰/۰۱۳۱	اثرگذار
	گواهی زیست‌محیطی مانند ISO 14000	C_{41}	۰/۴۵۴	۰/۴۱۸	۰/۸۷۱	۰/۰۳۶	اثرگذار
شاخص زیست‌محیطی C_4	بهره‌وری محیط‌زیست	C_{42}	۰/۳۹۲	۱/۳۹*۰	۰/۷۸۳	۰/۰۰۰۴	اثرگذار
	سیاست‌های زیست‌محیطی	C_{43}	۰/۴۴۴	۰/۴۳۲	۰/۸۷۶	۰/۰۱۱۵	اثرگذار
	نظارت مستمر و پیروی از مقررات	C_{44}	۰/۳۹۳	۰/۳۵۷	۰/۷۵	۰/۰۳۶۷	اثرگذار
	برنامه‌ریزی فرآیند سبز	C_{45}	۰/۳۳۶	۰/۴۲	۰/۷۵۶	-۰/۰۸۵	اثرپذیر
	بررسی محیط داخلی	C_{51}	۰/۳۵۵	۰/۳۱۲	۰/۶۶۷	۰/۰۴۲۷	اثرگذار
	بررسی محیط خارجی	C_{52}	۰/۳۲۳	۰/۳۰۵	۰/۶۲۸	۰/۰۱۷۹	اثرگذار
شاخص محیطی C_4	کاهش ضایعات	C_{53}	۰/۳۲۵	۰/۳۰۶	۰/۶۳۱	۰/۰۱۸۴	اثرگذار
	بازیافت زباله	C_{54}	۰/۳۰۴	۰/۳۰۸	۰/۶۱۲	-۰/۰۰۴	اثرپذیر
	خرید مبتنی بر محصولات محیط‌زیست	C_{55}	۰/۲۸۲	۰/۳۵۷	۰/۶۴	۰/۰۷۵	اثرپذیر

شکل ۲ میزان اهمیت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری میان معیارها را نشان می‌دهد. محور افقی نمودار میزان اهمیت معیارها و محور عمودی، تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری معیارها را نشان می‌دهد. لذا می‌توان نتیجه گرفت میزان اهمیت و تأثیرگذاری/تأثیرپذیری معیارها به ترتیب رابطه عبارت‌اند از «شاخص محیطی»، «شاخص تکنولوژی»، «شاخص کیفیت»، «شاخص زیست‌محیطی» و «شاخص مالی». شاخص‌هایی که طبق جدول ۶ مقدار، $\tilde{R}-\tilde{D}$ مثبت دارند به‌طورقطع تأثیرگذار بودن این شاخص‌ها را نشان می‌دهد و عواملی که $\tilde{R}-\tilde{D}$ منفی دارند نشان‌دهنده تأثیرپذیری قطعی این عوامل از سایر عوامل هستند؛ بنابراین، در بین شاخص‌های اصلی «شاخص محیطی» با مقدار اثرگذاری ۰/۷۹۲ تأثیرگذارترین و «شاخص مالی» با مقدار اثرپذیری خالص برابر با ۰/۹۹۶- تأثیرپذیرترین شاخص‌ها هستند. به‌طورکلی $\tilde{R}-\tilde{D}$ مثبت، شاخص‌های علت و $\tilde{R}-\tilde{D}$ منفی، شاخص‌های معلول محسوب می‌شوند. در این هنگام به سوال دوم تحقیق که «روابط علت- معلولی (اثرگذاری و اثرپذیری) درمیان معیارهای مؤثر بر زنجیره‌تامین سبز در صنعت فولاد استان گیلان چگونه است؟» پاسخ داده شد. درنهایت روابط علت و معلولی از طریق رسم نقاطی با مختصات $\tilde{R}+\tilde{D}$ و $\tilde{R}-\tilde{D}$ بر اساس ماتریس $\tilde{T}$ و میزان تأثیرگذاری شاخص‌ها بر یکدیگر دریک دستگاه مختصات دکارتی ترسیم می‌گردد. بر این اساس، نمودار علت و معلولی و نقشه روابط شبکه‌ای شاخص‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]



شکل ۲. نقشه شبکه روابط بین معیارهای اصلی و غیرمعیارها

۵ بحث و پیشنهادها

هدف اول پژوهش شناسایی شاخص‌های اثرگذار در زنجیره‌تامین سبز در صنعت فولاد به‌ویژه فولاد گیلان (سهامی خاص) بود. با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه موضوع پژوهش و پس از غربالگری، ۲۳ شاخص مهم شناسایی شدند که معیار اصلی آن‌ها عبارتند از: شاخص‌های «مالی، کیفیت، تکنولوژی، زیست‌محیطی و محیطی» که این نتایج در راستای هدف اول پژوهش است.

هدف دوم پژوهش تعیین روابط و تاثیرات شاخص‌ها بر یکدیگر بود. برای رسیدن به این هدف از تکنیک دیمتل فازی استفاده شد. نتایج این تکنیک به‌صورت زیر بیان می‌شود: «شاخص مالی» تأثیرپذیرترین شاخص اثرگذار در زنجیره‌تامین سبز در صنعت فولاد است. به عبارتی این شاخص، مشکل اصلی مساله و گلوگاه بهبود طراحی زنجیره‌تامین سبز در سازمان است که توسط شاخص‌های تاثیرگذار حل می‌شود. در حقیقت موفقیت یا عدم موفقیت زنجیره‌تامین سبز بستگی به این شاخص دارد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که برای رسیدن به بهره‌وری سازمانی، سازمان باید در زنجیره‌تامین سبز به شاخص مالی و غیره توجه داشته باشد. این یافته در راستای

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]

یافته محققانی مانند ماهش و همکاران [۳۶]، کومار و همکاران [۱]، گووینداندان[1] و همکاران [۴۳]، کنان[2] و همکاران [۴۱]، تی سنگ[3] و همکاران [۲۶] و ونگ[4] و همکاران [۳] می‌باشد. همچنین «شاخص محیطی» تأثیرگذارترین شاخص در زنجیره‌تامین سبز می‌باشد. به عبارتی، معیاری است که بیشترین اهمیت را دارد و مشکل مساله موردنظر را حل و باید برای بهبود سیستم در اولویت قرار گیرد. می‌توان نتیجه گرفت که شاخص‌های محیطی تأثیر به‌سزایی در زنجیره‌تامین سبز دارد. همچنین شاخص مدیریت با افزایش راندمان و بهبود فرآیندها و غیره می‌تواند شاخصی تأثیرگذار در زنجیره‌تامین سبز و استفاده آن در سازمان باشد. این یافته برخلاف یافته محققانی مانند کومار و همکاران [۱]، آزاد و مدیری [۶]، امیری و همکاران [۳۵]، رحیمی و همکاران [۳۰] و در راستای یافته‌های ماهش و همکاران [۳۶]، گووینداندان و همکاران [۴۳]، کنان و همکاران [۴۱]، تی سنگ و همکاران [۲۶]، وونگ و همکاران [۳]، اعتزازیان و همکاران[۲۸] و عطائی و همکاران [۴۴] می‌باشد. همچنین در پژوهش حاضر به چند راه حل پیشنهادی با توجه به نتایج پژوهش پرداخته می‌شود:

با توجه به نتایج دیمتل فازی، شاخص «مالی» تأثیرپذیرترین شاخص در زنجیره‌تامین سبز است که می‌توان با ارایه‌ی پیشنهادهای مناسب موجب موفقیت شرکت گردید زیرا این معیار (تأثیرپذیرترین) در موفقیت شرکت نقش تعیین‌کننده داشته و باید از شدت نفوذپذیری این معیار در جهت تقویت سیستم استفاده نمود. بنابراین به مدیران ارشد سازمان و بخش تصمیم‌گیرنده صنعت فولاد به‌ویژه فولاد استان گیلان (سهامی خاص) پیشنهاد می‌شود با کاهش قیمت محصول، کاهش هزینه حمل‌ونقل، بهبود هزینه سفارش، مناسب بودن قیمت مواد به قیمت بازار و از این قبیل موارد جهت افزایش و حفظ موقعیت رقابتی خود تلاش کنند. همچنین با توجه به نتایج دیمتل فازی شاخص «محیطی» تأثیرگذارترین شاخص بر زنجیره‌تامین سبز می‌باشد و موفقیت و یا عدم موفقیت شرکت به این معیار (تأثیرگذارترین) وابسته است و باید تلاش کرد تا از شدت نفوذ گذاری این معیار درجهت تقویت سیستم استفاده شود. لذا به مدیران ارشد و بخش تصمیم‌گیرنده صنعت فولاد به‌ویژه فولاد استان گیلان (سهامی خاص) پیشنهاد می‌شود که با به‌کارگیری سیاست خرید مبتنی بر محصولات محیط‌زیست، افزایش بازیافت زباله، افزایش بررسی محیط خارجی، کاهش بیشتر ضایعات، افزایش بررسی محیط داخلی و از این قبیل موارد درجهت بهبود موقعیت رقابتی خود اقدام نمایند.

منابع

[1] Malviya, P.K., Kant, P., (2017). Modeling the enablers of green supply chain management: an integrated ISM-fuzzy MICMAC approach benchmarking. An International Journal, 24 (2), 536-568.

[2] Carter, C.R., Rogers, D.S., (2008). A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. International journal of physical distribution & logistics management, 38(5), 360-387.

[3] Wu, H.H., Chang, S.Y., (2015). A case study of using DEMATEL method to identify criticalfactors in green supply chain management. Applied Mathematics and Computation, 256(1), 394-403.

[1] Govindan
[2] Kannan
[3] Tseng
[4] Wong

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]

[4] Tseng, M.L., Tan, K.H., Lim, M., Lin, R.J., Geng, Y., (2014). Benchmarking eco-efficiency in green supply chain practices in uncertainty. Production Planning & Control, 25(13-14), 1079-1090.
[5] Javanshir, H., Taghavi-fard, M.T., Nirorang, M., Nemati, R., (2010). Assessment of an automobile factory's providers according to green supply chain's criteria by using PCA"; The First International Conference, Managemen on Creativity and Entrepreneurship, Shiraz, 2010.
[6] Azad, S., Modiri, M., (2018). Application of Interpretive Structural Modeling for Green Supply Chain Management Capabilities (Case Study: Iran Khodro Company). 8th International Conference on Management and Accounting and 5th Conference on Entrepreneurship and Open Innovations, University of Tehran, 1-18.
[7] Buyukozkan, G., Cifci, G., (2012). A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers, Expert Systems with Applications, 39, 3000–3011.
[8] Zhu, Q., Sarkis, J., Lai, K.H., (2007). Green supply chain management: pressures, practices and performance within the Chinese automobile industry. Journal of Cleaner Production, 15 (11/12), 1041-1052.
[9] Bose, I., Raktim, P., (2012). Do green supply chain management initiatives impact stock prices of firms. Decision support systems, 52(3), 624-634.
[10] Srivastava, S.K., (2007). Green supply-chain management: A state-ofthe-art literature review. International Journal of Management Review, 9(1), 53-80.
[11] Perotti, S., Zorzini, M., Cagno, E., Micheli, G.J.L., (2012). Green supply chain practices and company performance: the case of 3PLs in Italy. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 42(7), 640-672.
[12] Jabbour, A.B.L.S., Jabbour, C.J.C., Latan, H., Teixeira, A.A., de Oliveira, J.H.C., (2014). Quality management, environmental management maturity, green supply chain practices and green performance of Brazilian companies with ISO 14001 certification: Direct and indirect effects, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 67, 39-51.
[13] Simpson, D., Power, D., Samson, D. (2005). Greening the automotive supply chain: a relationship perspective. International Journal of Operations and Production Management, 27(1), 28-48.
[14] Erol, I., Cakar, N., Erel, D., Sari, R., (2009). Sustainability in the Turkish retailing industry. Sustainable Development, 17 (1), 49-67.
[15] Ytterhus, B.E., Arnestad, P., Lothe, S., (1999), Environmental initiatives in the retailing sector: an analysis of supply chain pressures and partnerships. Eco- Management and Auditing, 6(4)181-188.
[16] Lai, K-h. Cheng, T.C.E. and Tang, A.K.Y. (2010), "Green retailing: factors for success", California Management Review, Vol. 52No. 2, pp. 6-31.
[17] Youn, C. Kim, S. Lee, Y. Choo, H.J. Jang, S. and Jang, J.I. (2017), "Measuring retailers' sustainable development", Business Strategy and the Environment, Vol. 26 No. 3, pp. 385 398.
[18] Chkanikova, O., Mont, O., (2015). Corporate supply chain responsibility: drivers and barriers for sustainable food retailing.
]{" Corporate Social Responsibility and Environmental Management, Vol. 22No. 2, pp. 65-82.
[19] Sarkis, J., Zhu, Q., Lai, K.H., (2011). An organizational theoretic review of green supply chain management literature. International Journal of Production Economics, 130(1), 1-15.
[20] Beske, P., Seuring, S., (2014). Putting sustainability into supply chain management. Supply Chain Management: An International Journal, 19(3), 322-331.
[21] Keating, B., Quazi, A., Kriz, A., Coltman, T., (2008). In pursuit of a sustainable supply chain: insights from Westpac banking corporation. Supply Chain Management: An International Journal, 13(3), 175-179.
[22] Hart, S., Milstein, M.B., (2003). Creating sustainable value. Academy of Management Executive, 17(2), 56-69.
[23] Elkington, J., (1998), Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of the 21st Century, New Society Publishers, Stony Creek, CT.
[24] Tajbakhsh, A., Hassini, E., (2015). Performance measurement of sustainable supply chains: a review and research questions. International Journal of Productivity and Performance Management, (64)6, 744-783.
[25] Garcia-Arca, J., Prado-Prado, J.C., Gonzalez-Portela, A.T.G., (2014). Packaging logistics' promoting sustainable efficiency in supply chains", International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 44(4), 325-346.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]

[26] Wang, Z., Subramanian, N., Gunasekaran, A., Abdulrahman, M.D., Liu, C., (2015). Composite sustainable manufacturing practice and performance framework: Chinese auto parts suppliers' perspective. International Journal of Production Economics, 170, 219-233.
[27] Hsu, C.C., Choon Tan, K., Hanim Mohamad Zailani, S., Jayaraman, V., (2013). Supply chain drivers that foster the development of green initiatives in an emerging economy. International Journal of Operations & Production Management, 33(6), 656-688.
[28] Etezazian, F., Akhavan Kharazian, M., (2016). Investigating Technological Barriers in Implementing Green Supply Chain Management in Iran's Oil Refining Industries (Case Study: Isfahan Oil Refining Industry). First National Conference on Strategic Services Management, Islamic Azad University, Najafabad Branch, 1-12.
[29] Azad, S., Modiri, M., (2017). The application of structural interpretive modeling to empower green supply chain management: The case of Iran Khodro. Proceeding of 8th International Conference of Management and Accounting and 5th Conference of Entrepreneurship and Open Innovations (pp. 1-18). Tehran: Tehran University Press.
[30] Saaty, T.L., (1999). Fundamentals of the Analytic Network Process. Proceedings of ISAHP 1999, Kobe, Japan.
[31] Omidvar, R., Sardari, A., Yazdani, N. (2015). Ranking barriers to green supply chain management using DIMATEL. New Marketing Research Journal, 5(2), 1-14.
[32] Yang, T., Hung, C., (2007). Multiple attribute decision making methods for plant layout design problem, Robotics and computer- integrated manufacturing, 23(1), 126-137.
[33] Torfia, F., Zanjirani Frahani, R., (2010). Fuzzy AHP to determine the relative weights of evaluation criteria and Fuzzy topsis to rank the alternatives. Applied soft computering, 10(2), 520-528.
[34] Zimmermann, H.J., (2005). Fuzzy set theory and its applications. Fourth edition, Springer, New York.
[35] Zaeri, M., Ramazani, E., (2011). Assessment and selection of suppliers in green supply chain with a multi-criteria decision-making approach. Proceedings of 2nd Internation Conference and 4th National Conference of Logistics and Supply Chain. Tehran: Industry Conference Institution, 1-17.
[36] Chand, M., Bhatia, N., Singh, R.K., (2018). ANP-MOORA-based approach for the analysis of selected issues of green supply chain management. Benchmarking: An International Journal, 25(2), 642-659.
[37] Faisal, M.N., Al-Esmael, B., Sharif, K.J., (2017). Supplier selection for a sustainable supply chain: Triple bottom line (3BL) and analytic network process approach. Benchmarking: An International Journal, 24(7), 1956-1976.
[38] Homayounfar, M., Goodarzvand Chegini, M., Daneshvar, A., (2019). Prioritization of green supply chain suppliers using a hybrid fuzzy MCDM approach, 15(2), 41-67.
[39] Mansoori, A., Iranzad, S., Hadi, A., (2019). Designing the social performance model of a green supply chain company using fuzzy mathematical programming in conditions of uncertainty, Journal of Operations Research in its applications, 15(3), 87-106.
[40] Babaei Meybodi, H., Delshad, Z., (2018). Dynamic modeling of systems to evaluate the factors affecting green supply chain management. Biannual Journal of Value Chain Management, 2(6), 51-62.
[41] Kannan, D., Govindan, D., Rajendran, S., (2014). Fuzzy Axiomatic Design approach based green supplier selection: a case study from Singapore. Journal of Cleaner Production, 96, 194-208.
[42] Hashemi, S.H., (2012). Supplier evaluation and allocation of the order in a sustainable supply chain. MS Thesis, School of Management, Tehran University.
[43] Govindan, K., Kaliyan, M., Kannan, D., Haq, A., (2014). Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. International Journal of Production Economics,147, 555–568.
[44] Ataei, M., (2010). Fuzzy multi-criteria decision making. First Edition. Shahroud University of Technology Publications, 1-19.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-05-13]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2021.18.1.5.8]
[DOI: 10.52547/jamlu.18.1.125]