



Identifying key success factors for green supply chains in the petrochemical industry using the DEMATEL approach

Fatemeh noorshargh ¹, Soheila Zarinjoy Alvar* ²

1. Department of Management, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

noorsharghf@yahoo.com

2. Department of Management, Abadan Branch, Islamic Azad University, Abadan, Iran.

dr.zarinjoy.s@gmail.com

ABSTRACT

Abstract

Green supply chain management is considered a vital approach in organizations that focuses on reducing environmental impacts and risks in order to achieve financial goals and increase market share. In the present study, the factors affecting the green supply chain in petrochemical companies were identified and ranked using a fuzzy multi-criteria decision-making approach. The statistical population of the study included 14 petrochemical industry experts who were selected using a non-probability sampling method. This study is an analytical research type with a descriptive-survey approach and field nature. Initially, effective criteria were identified by reviewing the scientific literature and then validated in terms of validity with the cooperation of university professors. In the next stage, 8 key and influential factors on the green supply chain were selected using the hourly Delphi method. Then, using the fuzzy DEMATEL technique, the degree of influence and impact of each factor was determined and these factors were prioritized using the fuzzy analytic hierarchy process. The results show that “supplier environmental assessment” is recognized as the most influential criterion and “product recycling” as the most influential. Also, the highest weight and priority is assigned to the “supplier environmental assessment” criterion. These findings can be an effective guide for managers in improving green supply chain performance and promoting sustainability in the petrochemical industry.

Keywords: Green supply chain, supply chain management, fuzzy hierarchy process

Received: 3 June 2025

Revised: 9 July 2025

Accepted: 20 July 2025

Available Online: 20 Sep 2025

Article type: Research Paper
DOI:

*Corresponding author: soheila zarinjoy alvar

E-mail address: dr.zarinjoy.s@gmail.com

شناسایی عوامل کلیدی موفقیت زنجیره تامین سبز در صنعت پتروشیمی با رویکرد

DEMATEL

فاطمه نورشرقی^۱، سهیلا زرین جوی الوار^{۲*}

۱. گروه مدیریت، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران.

noorsharghf@yahoo.com

۲. گروه مدیریت، واحد آبادان، دانشگاه آزاد اسلامی، آبادان، ایران.

dr.zarinjoy.s@gmail.com

چکیده

مدیریت زنجیره تامین سبز به عنوان رویکردی حیاتی در سازمان‌ها مطرح است که با هدف دستیابی به اهداف مالی و افزایش سهم بازار، بر کاهش اثرات و ریسک‌های زیست‌محیطی تمرکز دارد. در پژوهش حاضر، به شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر زنجیره تامین سبز در شرکت‌های پتروشیمی با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی پرداخته شده است. جامعه آماری تحقیق شامل ۱۴ نفر از خبرگان صنعت پتروشیمی است که به روش نمونه‌گیری غیر احتمالی انتخاب شده‌اند. این مطالعه از نوع تحقیقات تحلیلی با رویکرد توصیفی-پیمایشی و ماهیت میدانی می‌باشد. در ابتدا، با مرور ادبیات علمی، معیارهای مؤثر شناسایی و سپس با همکاری اساتید دانشگاهی از نظر روایی تأیید شدند. در مرحله بعد، با استفاده از روش دلفی ساعتی، تعداد ۸ عامل کلیدی و تأثیرگذار بر زنجیره تامین سبز انتخاب گردیدند. سپس، به کمک تکنیک دیمتل فازی، میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر یک از عوامل تعیین و با بهره‌گیری از فرایند تحلیل سلسله‌مراتب فازی، این عوامل اولویت‌بندی شدند. نتایج نشان می‌دهد که «ارزیابی محیطی تامین‌کنندگان» به عنوان تأثیرگذارترین معیار و «بازیافت محصولات» به عنوان بیشترین تأثیرپذیری شناخته شده‌اند. همچنین، بیشترین وزن و اولویت به معیار «ارزیابی محیطی تامین‌کنندگان» اختصاص یافته است. این یافته‌ها می‌تواند راهنمای مؤثری برای مدیران در بهبود عملکرد زنجیره تامین سبز و ارتقاء پایداری در صنعت پتروشیمی باشد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۱۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۴/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۶/۲۹

مقاله علمی پژوهشی

واژگان کلیدی: زنجیره تامین سبز، مدیریت زنجیره تامین، فرایند سلسله مراتب فازی

* نویسنده مسئول: سهیلا زرین جوی الوار

آدرس پست الکترونیک: dr.zarinjoy.s@gmail.com

مقدمه

زنجیره‌های تامین سبز در سال‌های اخیر، علاقه فزاینده‌ای را به خود جلب کرده‌اند. زنجیره تامین سبز به عنوان مجموعه اقدامات داخلی و خارجی سازمان در سراسر زنجیره تامین تعریف می‌شود که منجر به بهبود محیط زیست و جلوگیری از ایجاد آلودگی خواهد شد. مدیریت زنجیره تامین سبز نیز به عنوان مدیریت مواد اولیه، قطعات، اجزا و کلیه فرآیندهای تامین‌کنندگان به سمت تولیدکنندگان و در نهایت مشتریان، پشتیبانی محصول با در نظر گرفتن خطرات زیست محیطی در سراسر مراحل چرخه عمر تعریف شده است (هروانی و همکاران^۱، ۲۰۱۶)، (اویول^۲، ۲۰۲۴) زنجیره تامین سبز را کلیه فعالیت‌های مرتبط با جریان و مبادله کالاها و خدمات از مرحله مواد اولیه مصرفی تا مرحله نهایی محصول و علاوه بر جریان مواد، تعاملات جریان اطلاعات و بحث‌های مالی بیان کرده‌اند. با فشارهای محیطی، سازمان‌ها از زنجیره‌های تامین سنتی به زنجیره‌های تامین سبز حرکت می‌کنند. یک زنجیره تامین سبز ادغام ملاحظات زیست محیطی در مدیریت زنجیره تامین شامل کاهش زباله و انتشار گازهای گلخانه‌ای، طراحی زیست محیطی، خرید سبز، بسته بندی زیست محیطی و لجستیک معکوس است (سارکیس و همکاران^۳، ۲۰۱۱). برخی از محققین این اعمال را منبع بهبود عملکرد تجاری و مزیت رقابتی برای شرکت‌ها می‌دانند (آگیابنگ منش^۴، ۲۰۲۰). کشورهای اروپایی قوانین زیست محیطی سختگیرانه‌ای را اعمال می‌کنند و بازیافت را ترویج می‌کنند. با این حال، ادبیات نشان داده است که تصمیم برای اجرای مقررات زیست محیطی برای سیاست دولت‌ها چالش برانگیز است، زیرا می‌تواند رشد اقتصادی را کند کند. به عنوان مثال، در هند، ترس از کاهش اشتغال و رشد اقتصادی ناشی از اقدامات زیست محیطی، سطح پایین فشار تنظیمی را توضیح می‌دهد (مودولی و همکاران، ۲۰۱۳). اجرای یک زنجیره تامین سبز بر اساس گواهینامه‌هایی مانند ایزو ۱۴۰۰۱ (سیستم مدیریت زیست محیطی) یا ایزو ۲۶۰۰۰ می‌تواند به شرکت‌ها کمک کند تا اثرات زیست محیطی خود را کاهش دهند، تصویر خود را بهبود بخشند و روابط خارجی و

¹ Hervani et al

² Oyewole

³ Sarkis et al

⁴ Agyabeng-Mensah



ظرفیت های سرمایه گذاری خود را افزایش دهند (تورومید^۱، ۲۰۲۴). دیگر مطالعات نشان داده است که فشارهای دولتی می تواند عملکرد زنجیره تامین سبز را تضمین کند، به ویژه برای شرکت هایی که رویکردی فعالانه اتخاذ می کنند و چارچوب قانونی را یکپارچه می کنند (بنتاهر و همکاران^۲، ۲۰۲۲).

فشار رقابت و فشار مشتری دو عامل کلیدی هستند که باعث اتخاذ شیوه های زنجیره تامین سبز توسط شرکت ها می شوند. فشار رقابت به فشاری اطلاق می شود که شرکت ها از سوی رقبای خود برای اتخاذ روش های سازگار با محیط زیست برای کسب مزیت رقابتی با آن مواجه هستند. این فشار می تواند از منابع مختلفی از جمله الزامات نظارتی، فشار بازار و تقاضای مصرف کننده باشد. شرکت هایی که موفق به اتخاذ شیوه های زنجیره تامین سبز نمی شوند، در معرض خطر از دست دادن سهم بازار در مقابل رقبایی هستند که قبلاً این شیوه ها را اتخاذ کرده اند (سوبرامانیان و عبدالرحمن، ۲۰۱۷). از سوی دیگر، فشار مشتری به فشاری اشاره دارد که شرکت ها از سوی مشتریان خود برای اتخاذ شیوه های سازگارتر با محیط زیست با آن مواجه می شوند. مشتریان به طور فزاینده ای از مسائل زیست محیطی آگاه می شوند و خواستار محصولاتی هستند که به شیوه ای سازگار با محیط زیست تولید شوند. شرکت هایی که نمی توانند این خواسته ها را برآورده کنند، در معرض خطر از دست دادن مشتریان به رقبایی هستند که قبلاً شیوه های زنجیره تامین سبز را اتخاذ کرده اند (گنگ و همکاران، ۲۰۱۷). برای رویارویی با این فشارها، شرکت ها در حال ادغام ایده های جدید محیطی در طراحی محصول و شیوه های مدیریتی خود هستند. آن ها همچنین در حال ایجاد هوش رقابتی برای شناسایی ظرفیت های رقبا و تحریک نوآوری های زیست محیطی هستند. شرکت ها همچنین از شرکای خود در ایجاد زنجیره تامین سبز های خود حمایت می کنند زیرا تأثیر مثبت مشتری بر عملکرد اقتصادی و زیست محیطی دارد (ژو و همکاران^۳، ۲۰۱۷). لذا پژوهش حاضر به دنبال پاسخگویی به این سوال است عوامل موثر در زنجیره تامین سبز کدامند؟

¹ Toromade

² Bentahar et al

³ Zhu



مدیریت زنجیره تامین

فرآیند مدیریت زنجیره تامین را می توان به عنوان کلیه فعالیت های مرتبط با فرآوری، استخراج و ساخت کالا از مواد اولیه تا مصرف کننده نهایی و همچنین جریان های مرتبط اطلاعات تعریف کرد. منابع و اطلاعات در زنجیره تامین در هر دو جهت بالا و پایین حرکت می کند. مدیریت زنجیره تامین به عنوان فرآیند یک کسب و کار شناخته می شود. در این توضیحات فلسفه اکوسیستم^۱ و مسائل زیست محیطی به تدریج در مفهوم مدیریت زنجیره تامین به شرح زیر گنجانده شده اند: تامین برای شناسایی شبکه سازنده، توزیع کننده و مشتری استفاده می شود. همچنین شامل حمل و نقل بین تولید کنندگان و مشتریان و همچنین مشتری نهایی می شود. اثرات زیست محیطی توسعه محصول، تولید، پردازش، حمل و نقل و استفاده و درمان ضایعات محصول در نظر گرفته می شود (ویلند^۱، ۲۰۲۱). مدیریت زنجیره تامین شامل ادغام و همکاری فرآیندهای کسب و کار و همسویی استراتژی ها در سراسر زنجیره تامین برای خشنود کردن مشتریان نهایی زنجیره تامین است (گرین و همکاران^۲، ۲۰۱۲).

جدول ۱: بررسی تعاریف فرآیند مدیریت زنجیره تامین پایدار

منبع تعریف	تعریف
لنسون و همکاران ^۳ (۲۰۰۶)	راهی که شرکت ها از طریق آن مسئولیت های اجتماعی خود را هدایت می کنند که در سراسر رویه های تولید نابسامان جغرافیایی به عنوان مرزهای سازمانی نیز در بر می گیرد.
کارتر و راجرز ^۴ (۲۰۰۸)	بکارگیری یکپارچگی استراتژیک شفاف به منظور ارتقاء عملکرد بلندمدت اقتصادی شرکت فردی و زنجیره تامین است، علاوه بر این سازمان به اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی نیز در هماهنگی سیستماتیک رویه های کسب و کار کلیدی بین سازمانی می رسد.

¹ Wieland

² Green et al

³ Lensson et al

⁴ Carter & Rogers

مدیریت منابع، دانش و جریان سرمایه شامل هماهنگی بین شرکت ها در زنجیره تامین، با در نظر گرفتن اهداف هر سه زمینه توسعه پایدار اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی و عوامل ناشی از تقاضای مصرف کنندگان و ذینفعان.	سورینگ و مولر ^۱ (۲۰۰۸)
ادغام توسعه پایدار و مدیریت زنجیره تامین، مسائل اقتصادی و اجتماعی باید در زنجیره تامین مورد بحث قرار گیرد؛ بنابراین اجتناب از مشکلات مرتبط و نگاهی به محصولات و فرآیندهای پایدارتر ضروری است.	سورینگ (۲۰۰۸)
زنجیره های تامین که در آن پایداری سه بعد، یعنی اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی در نظر گرفته شده است.	سیلیبریتی و همکاران ^۲ (۲۰۰۸)
تعبیه پایداری در فرآیندهای مدیریت زنجیره تامین با در نظر گرفتن محیط زیست، اثرات فعالیت های تجاری اجتماعی و اقتصادی.	فونت و همکاران ^۳ (۲۰۰۸)
مجموعه ای از اقدامات مدیریتی که زنجیره تامین را برای هدف گذاری ایجاد یک زنجیره پایدار یاری می کند.	پگل و وو ^۴ (۲۰۰۹)
مشارکت در برنامه ریزی و مدیریت منابع، تدارکات، تبدیل و فعالیت های لجستیک درگیر در طول قبل از ساخت، ساخت هم زمان با استفاده و مراحل پس از استفاده در چرخه زندگی در حلقه بسته از طریق چرخه های زندگی چندگانه با به اشتراک گذاری یکپارچه اطلاعات در مورد همه مراحل چرخه عمر محصول بین شرکت ها با در نظر گرفتن پیامدهای اجتماعی و زیست محیطی برای تحقق یک چشم انداز مشترک به وضوح در حال انجام است.	بادورین و همکاران ^۵ (۲۰۰۹)
گروهی از سیاست های برگزار شده مدیریت زنجیره تامین، اقدامات انجام گرفته شده و روابط ایجاد شده به دلیل نگرانی در مورد مسائل طبیعی محیطی و اجتماعی با توجه به طراحی، اکتساب، محصول روشن و توزیع، علاوه بر استفاده، استفاده مجدد و دفع کالاها و خدمات شرکت.	هکه و سورینگ ^۶ (۲۰۰۹)
سطح همکاری یک تولید کننده با تامین شرکای زنجیره ای آن و مدیریت مشارکتی درون و بین فرآیندهای سازمان برای پایداری.	ولف ^۷ (۲۰۱۱)

1 Seuring & Muller

2 Ciliberti et al

3 Font et al

4 Pagelland & Wu

5 Badurdeen et al

6 Haake & Seuring

7 Wolf



شناسایی عوامل کلیدی موفقیت زنجیره تامین سبز در صنعت پتروشیمی با رویکرد DEMATEL

کلوز و همکاران ^۱ (۲۰۱۱)	بازتاب توانایی شرکت برای برنامه ریزی، کاهش، تشخیص، پاسخ به خطرات احتمالی جهانی و بهبود خطرات آنها شامل بازاریابی و زنجیره تامین قابل توجه است. ملاحظات شامل توسعه محصول، کانال انتخاب، تصمیمات بازار، منبع یابی، تولید پیچیدگی، علاوه بر حمل و نقل، دولت و مقررات صنعت، در دسترس بودن منابع، مدیریت استعداد، سکوهای انرژی جایگزین و امنیت است.
ویتسراک و توتیه برگ ^۲ برگ ^۳ (۲۰۱۱)	گسترش ایده مرسوم مدیریت زنجیره تامین با گنجانیدن جنبه های اجتماعی / اخلاقی و زیست محیطی.
هانا ^۳ (۲۰۲۱)	مدیریت مرتبط با محیط زیست، اثرات اجتماعی و اقتصادی در ساخت و نگهداری موثر و زنجیره تامین جهانی کارآمد.

به همین ترتیب، یک فرآیند مدیریت زنجیره تامین پایدار ایجاد شده است که توسط محققین فرآیند مدیریت عرضه سبز» نامیده می شود. ایده مدیریت زنجیره تامین پایدار بسیار شبیه به مدیریت زنجیره تامین سبز است؛ دامنه مدیریت زنجیره تامین سبز به هدف محقق بستگی دارد. معنای مدیریت زنجیره تامین سبز در زمینه ادبیات از خرید سبز تا عرضه سبز یکپارچه متغیر است که از تولیدکننده به توزیع کننده و سپس به مشتری منتقل می شوند. مدیریت زنجیره تامین سبز به شرح زیر است:

جدول ۲: تعاریف فرآیند مدیریت زنجیره تامین سبز

منبع تعریف	تعریف
هندفیلد و همکاران ^۱ (۱۹۹۷)	بکارگیری اصول مدیریت زیست محیطی در تمامی موارد فعالیت در چرخه سفارش مشتری، شامل طراحی، تدارک، ساخت و مونتاژ، به علاوه بسته بندی، تدارکات و توزیع.

1 Closs et al

2 Wittstruck &Teuteberg

3 Hanna



زو و همکاران ^۲ (۲۰۰۵)	یک مدل جدید که برای شرکت ها برای دستیابی به سود و اهداف سهم بازار است که بر کاهش خطرات زیست محیطی آن ها و در حین افزایش کارایی اکولوژیکی آن ها تأثیر می گذارد.
هروانی و همکاران ^۳ (۲۰۰۵)	تولید سبز/مدیریت مواد، خرید سبز، توزیع سبز/بازاریابی و لجستیک معکوس.
شو و همکاران ^۴ (۲۰۰۵)	ترکیبی از هر دو زنجیره تامین تولید محصول و زنجیره لجستیک معکوس محصول استفاده می شود.
سریواستاوا (۲۰۰۷)	ترکیب تفکر زیست محیطی در عرضه مدیریت زنجیر، شامل طراحی محصول، منبع یابی مواد و انتخاب، فرآیندهای حلقه تولیدی، علاوه بر تحویل محصول نهایی به مصرف کنندگان و همچنین پایان عمر مدیریت محصول پس از عمر مفید آن.
میدا و لاکخال ^۵ (۲۰۰۷)	اعمال نظارت و همچنین افزایش عملکرد محیط زیست در زنجیره تامین در طول عمر چرخه محصول.
لاخال و همکاران (۲۰۰۷)	زنجیره تامین سبز المپیک، توسط پنج حلقه دایره شده از المپیک به عنوان آلاینده‌گی صفر، صفر زباله در فعالیت ها در نظر گرفته می شود، علاوه بر ائتلاف صفر منابع، استفاده از مواد سموم صفر است، ضایعات صفر در چرخه عمر محصول و همچنین ورودی های سبز و خروجی های سبز.
سریواستاوا (۲۰۰۸)	ترکیبی از انتخاب های سالم مدیریت زیست محیطی با فرآیند تصمیم گیری برای تطبیق منابع به محصولات قابل سرویس.
لی و کلاسن ^۶ (۲۰۰۸)	یک سازمان خریدار برنامه ها و فعالیت هایی که شامل نگرانی های زیست محیطی به مدیریت زنجیره تامین می شود و قادر به افزایش عملکرد زیست محیطی تامین کنندگان و مشتریان است.
آلبینو و همکاران ^۱ (۲۰۰۹)	یک روش استراتژیک مورد استفاده برای گسترش اقدامات زیست محیطی به کل زنجیره تامین.

1 Handfield et al

2 Zhu et al

3 Hervani et al

4 Sheu et al

5 HMida & Lakhali

6 Lee & Klassen

شناسایی عوامل کلیدی موفقیت زنجیره تامین سبز در صنعت پتروشیمی با رویکرد DEMATEL

چانگ و وی ^۲ (۲۰۱۱)	ادغام نگرانی های زیست محیطی در زنجیره تامین مدیریت، شامل طراحی محصول، منبع یابی مواد و علاوه بر فرآیندهای تولید، تحویل محصول نهایی به مصرف کنندگان و مدیریت پایان عمر محصولات سبز.
گاورونسکی و همکاران ^۳ (۲۰۱۱)	مجموعه مکانیسم های اعمال شده در شرکت و کارخانه برای ارزیابی یا افزایش عملکرد زیست محیطی در پایه تامین کننده
لاو ^۴ (۲۰۱۱)	افزودن تفکر زیست محیطی به مدیریت زنجیره تامین حلقه بسته.
گیفریدا و همکاران ^۵ (۲۰۱۱)	کاهش مواد خام بکر و مصرف انرژی و همچنین کاهش تولید زباله و افزایش گزینه های بازیابی محصول. معمولاً سبز شدن نشان دهنده عملکردهای زنجیره تامین رو به جلو مانند خرید، تولید و انبارداری و کنترل موجودی، علاوه بر مواد مدیریت، توزیع، حمل و نقل و لجستیک حمل و نقل است.
وو و پاگل (۲۰۱۱)	جنبه زیست محیطی پایداری در یک زنجیره تامین
هانا (۲۰۲۱)	این به عنوان فرآیند استفاده از ورودی های سازگار با محیط زیست تعریف می شود و تبدیل این ورودی ها به خروجی هایی که می تواند در پایان چرخه زندگی خود بازیابی شده و دوباره مورد استفاده قرار می گیرند، بنابراین یک زنجیره تامین پایدار ایجاد می شود.

در مجموع می توان گفت که پایداری در حال تبدیل شدن به یک ضرورت مستمر برای آینده است. اکثر کسب و کارها همچنان در تلاش هستند تا در قبال محیط زیست پاسخگو باشند. آگاهی و مقررات مصرف کننده افزایش یافته است، تقاضاهای بیشتری را برای مشاغل ایجاد کرده است، ابتکارات سبز و کارایی زنجیره تامین را تسریع کرده است، بنابراین استراتژی های سبز نیاز دارند بخشی اساسی از استراتژی های اولیه شرکت باشد (سریواستاوا، ۲۰۰۷).

1 Albino et al

2 Chung & Wee

3 Gavronski et al

4 Lau

5 Guiffrida et al

روش شناسی

روش این پژوهش از نظر اهداف و ماهیت کاربردی و توسعه‌ای است و از نظر جمع‌آوری داده‌ها روش توصیفی - پیمایشی می‌باشد. جامعه آماری شامل کارشناسان و متخصصان ارشد محیط زیست و زنجیره تامین با تجربه و تخصص مفید در این سیستم می‌باشد. از آن جایی که تعداد این افراد محدود می‌باشد، برای تعیین نمونه آماری از روش نمونه‌گیری تصادفی غیر احتمالی استفاده می‌شود و بنابراین حجم نمونه آماری ۱۴ نفر از مدیران و کارشناسان ارشد محیط زیست و زنجیره تامین در نظر گرفته می‌شود. خبرگان محیط زیست و زنجیره تامین شرکت های پتروشیمی باید دارای ویژگی های زیر باشند: دارای حداقل ۱۰ سال سابقه کاری، مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد و بالاتر، آشنا به مباحث زنجیره تامین سبز در صنعت پتروشیمی. در این تحقیق ابزار گردآوری داده ها سه پرسش نامه بسته می‌باشد که دارای مشخصات زیر می باشد: پرسشنامه الف (این پرسش نامه بر اساس روش دلفی ساعتی تنظیم شده است. در این پرسش نامه از هر یک از خبرگان زنجیره تامین سبز شرکت های پتروشیمی خواسته شده که به منظور شناسایی و رتبه بندی عوامل موثر در زنجیره تامین سبز و با توجه به ۸ عامل شناسایی شده، میزان اهمیت شاخص ها را با توجه به موضوع و ابعاد پژوهش به صورت کلامی و با طیف ۱۰ تایی از اهمیت بسیار ناچیز تا اهمیت حیاتی بیان کنند. پرسش نامه ب) هدف این پرسش نامه جمع آوری داده های مورد نیاز جهت تعیین روابط درونی عوامل موثر در پیاده سازی زنجیره تامین سبز است؛ و از خبرگان خواسته شده است که تاثیر عناصر هر سطر را بر عناصر مندرج در ستون بر اساس عبارت کلامی مشخص کنند. لازم به ذکر است که اگر تاثیر عامل A بر B زیاد باشد، لزوماً تاثیر عامل B بر A معکوس نیست؛ بلکه می تواند زیاد، کم یا متوسط باشد و هیچ ارتباطی به تاثیرپذیری قبلی ندارد. پرسش نامه ج) این پرسش نامه به منظور اولویت بندی عوامل موثر در پیاده سازی زنجیره تامین سبز طراحی شده است. در این مرحله پس از شناسایی عوامل موثر در پیاده سازی زنجیره تامین سبز با استفاده از روش AHP فازی به رتبه بندی عوامل می پردازیم. این پرسش نامه به صورت مقایسات زوجی عوامل موثر در پیاده سازی زنجیره تامین سبز طراحی شده است که از خبرگان درخواست می شود که با استفاده از متغیرهای کلامی، میزان اهمیت معیارها و ابعاد را نسبت به یکدیگر ارزیابی کنند. روایی آنها توسط اساتید دانشگاه تایید و پایایی

پرسشنامه ها هم از طریق آلفای کرونباخ سنجیده شد که در نهایت آلفای کرونباخ بالای ۰/۷ شد که نشان دهنده پایایی خوب پرسشنامه ها بود. جهت تجزیه و تحلیل داده ها از دو رویکرد فرایند تحلیل دیمتل فازی استفاده شده است.

مراحل روش شناسی و تحلیل داده ها

با توجه به ادبیات نظری و تجربی پژوهش و مصاحبه با خبرگان و بررسی نظرات آنان 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 ۳: عوامل موثر بر سبز بودن زنجیره تامین

خرید سبز	لوترا و همکاران (۲۰۱۵)، لارج و توماس (۲۰۱۷)، البارکی و همکاران (۲۰۲۳)، البرکات و همکاران (۲۰۲۳)، داوودی و همکاران (۲۰۲۳)
باز یافت محصولات	زو و همکاران (۲۰۱۶)، مندل و پال (۲۰۲۳)، ژو و همکاران (۲۰۲۳)
همکاری کارکنان	رائو (۲۰۱۴)، گراهام و همکاران (۲۰۲۳)
ارزیابی محیطی تامین کنندگان	لارج و توماس (۲۰۱۷)، میانتی و هلو (۲۰۲۲)، روح و همکاران (۲۰۲۲)
رعایت استانداردهای لازم	لطفی و همکاران (۱۳۹۶)، زیمون و همکاران (۲۰۲۰)، پاسیاروتی و همکاران (۲۰۲۲)
تولید سبز	نینالون و همکاران (۲۰۱۶)، شنگ و همکاران (۲۰۲۳)، واگاس و تان (۲۰۲۳)، پال و همکاران (۲۰۲۳)
توزیع سبز	نینالون و همکاران (۲۰۱۶)، عزیز و همکاران (۲۰۲۳)، البرکات و همکاران (۲۰۲۳)، نویتاساری و همکاران (۲۰۲۳)
طراحی سبز	زو و همکاران (۲۰۱۶)، شنگ و همکاران (۲۰۲۳)، البرکات و همکاران (۲۰۲۳)، فو و همکاران (۲۰۲۳)

متغیرهای زبانی

منظور از واژه های زبانی یا کلامی واژه هایی مانند کم، زیاد، قوی، ضعیف و ... است. در این تحقیق از واژه های کیفی، اعداد و اعداد فازی مثلثی مطابق با جدول ۴ استفاده می شود:

جدول ۴: واژه های کیفی و اعداد متناظر با آن ها

مقدار عددی	عبارت کلامی
۱	بسیار کم
۲	نسبتا بسیار کم
۳	کم
۴	نسبتا کم
۵	متوسط
۶	نسبتا زیاد
۷	زیاد
۸	نسبتا بسیار زیاد
۹	بسیار زیاد
۱۰	حیاتی

جدول ۵: واژه های کیفی و اعداد فازی متناظر با آن ها

مقدار فازی	عبارت کلامی
۱,۰۰۰ و ۱,۰۰۰ و ۱,۰۰۰	بدون تاثیر
۱,۰۰۰ و ۳,۰۰۰ و ۴,۰۰۰	تاثیر خیلی کم
۴,۰۰۰ و ۵,۰۰۰ و ۶,۰۰۰	تاثیر کم
۶,۰۰۰ و ۷,۰۰۰ و ۸,۰۰۰	تاثیر زیاد
۸,۰۰۰ و ۹,۰۰۰ و ۹,۰۰۰	تاثیر خیلی زیاد

جدول ۶: واژه های کیفی و اعداد فازی متناظر با آن ها

مقدار عددی	عبارت کلامی
۱ و ۱ و ۱	اهمیت برابر
۱ و ۲ و ۳	اهمیت برابر تا کمی مهم تر
۲ و ۳ و ۴	کمی مهم تر
۳ و ۴ و ۵	اهمیتی کمی مهم تر تا نسبتی مهم تر

نسبتاً مهم‌تر	۴ و ۵ و ۶
اهمیتی نسبتاً مهم‌تر تا بسیار مهم‌تر	۵ و ۶ و ۷
بسیار مهم‌تر	۶ و ۷ و ۸
اهمیتی بسیار مهم‌تر تا نسبتاً مطلقاً مهم‌تر	۷ و ۸ و ۹
مطلقاً مهم‌تر	۸ و ۹ و ۱۰

این پرسشنامه به منظور تحلیل روابط بین عوامل مؤثر بر پیاده سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز در شرکت های پتروشیمی (تاثیرگذاری و تاثیرپذیری) و همچنین (بیشترین تعامل و کمترین تعامل) از رویکرد دیمتل استفاده گردیده است. پرسشنامه برای ۱۴ نفر از کارشناسان و خبرگان شرکت مورد نظر ارسال گردید و از آن ها خواسته شده است تا با استفاده از متغیرهای کلامی جدول ۴ مقایسات زوجی بین معیارها و زیر معیارها را انجام دهند. فرایند دیمتل شامل پنج مرحله است که اولین مرحله آن انتخاب طیف فازی مورد نیاز می باشد. در مرحله دوم بایستی ماتریس مقایسه زوجی عوامل (میزان تاثیرپذیری) که توسط خبرگان امتیاز دهی شده، با یک دیگر تلفیق شده، میانگین گیری (میانگین حسابی) از جداول مقایسه زوجی خبرگان و تشکیل یک جدول مقایسه زوجی که در جدول ۷ نشان داده شده و بعداز آن تشکیل ماتریس نرمالایز (H) جدول ۸، بعد از نرمالایز کردن ماتریس مجموع خبرگان آن را به سه ماتریسه هشت در هشت مجزا با عنوان های HL, HM, HU که به ترتیب از اعداد حد پایین، حدمیانی و حد بالای ماتریس H تشکیل شده و برای محاسبه مقدار آم از فرمول هایی که در فصل سه ذکر شده هست، استفاده گردیده است. در ادامه این سه ماتریس را تبدیل به یک ماتریس کلی کرده و بعداز آن عملیات دی فازی را انجام می دهیم که نتایج عملیات دی فازی جدول ۱۲ و در آخر جمع سطر و ستونی جدول دی فازی شده را بدست آورده که جمع سطری D و جمع ستونی R می نامیم. جدول ۱۳ محاسبه عناصر $D, R, R-D, R+D$ می باشد.

جدول ۷: ماتریس نظر نهایی خبرگان (تاثیرپذیری)

عوامل موثر	A	B	C	D	E	F	G	H
A	(0,0, 0)	(3, 8.4,4)	(4.8,5.8,6.7)	(3,3.8,4.6)	(4, 1.6,5)	(2.3,3.2,4.1)	(3.6,4.6,7.6)	(5.2,6.2,7)
B	(1.6,2.2,2.8)	(0,0, 0)	(4.2,2,6.1)	(4.2,2,6.1)	(2.3,3,3.7)	(3.4,4.4,5.4)	(8.3,3,2.2)	(8.4,8.3,8.2)
C	(3.3,6.2,9.1)	(3.4,4.4,5.4)	(0,0, 0)	(2.6,2.5,2.4)	(3.5,4.2,4.9)	(8.1,6.1,4.1)	(1.8,2.3,2.8)	(5,6, 7)
D	(6.7,8.6,8.5)	(3.9,4.9,5.9)	(4.7,6.6,6.5)	(0,0, 0)	(5, 7.6,6)	(3.7,6.6,6.5)	(6.8,2.8,2.7)	(7.8,4.8,4.7)
E	(3,4, 5)	(0.5,1.4,2.3)	(4.4,5.4,6.4)	(5.2,6.2,7.1)	(0,0, 0)	(3.5,3.4,5.3)	(4.6,5.8,6.6)	(4.2,3,4.2)
F	(3.3,4.2,5.1)	(3.4,4.4,5.4)	(3.5,4.4,5.3)	(4.2,3,4.2)	(8.5,8.4,8.3)	(0,0, 0)	(5.6,6.5,6.4)	(7.6,8.5,8.4)
G	3.3, 4.2,5.1	(3.4,4.4,5.4)	(4.2,3,4.2)	(3.8,4.8,5.9)	(3.7,4.6,4.5)	(1.7,2.6,2.5)	(0,0, 0)	(2.7,4.6,4.5)
H	(3.6,4.6,5.6)	(4.2,5.2,6)	(6.4,5,6.4)	(7.6,8.5,8.4)	(2.5,2.4,2.3)	(5, 9.6,6)	(6.2,5,2.4)	(0,0, 0)

جدول ۸: ماتریس نرمالایز شده H

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0,0,0	0.06,0.08,0.09	0.1,0.11,0.13	0.06,0.07,0.09	0.08,0.1,0.12	0.04,0.06,0.08	0.07,0.09,0.11	0.1,0.1,0.13
B	0.03,0.04,0.05	0,0,0	0.03,0.04,0.05	0.03,0.04,0.05	0.04,0.06,0.07	0.07,0.08,0.1	0.04,0.06,0.07	0.05,0.07,0.09
C	0.04,0.05,0.06	0.07,0.08,0.1	0,0,0	0.08,0.1,0.12	0.07,0.08,0.09	0.03,0.03,0.03	0.03,0.04,0.05	0.1,0.11,0.13

شناسایی عوامل کلیدی موفقیت زنجیره تامین سبز در صنعت پتروشیمی با رویکرد DEMATEL

D	0.11,0.13,0.15	0.07,0.09,0.11	0.11,0.13,0.14	0,0,0	0.1,0.11,0.13	0.11,0.13,0.14	0.14,0.16,0.16	0.14,0.16,0.17
E	0.06,0.08,0.1	0.06,0.08,0.1	0.08,0.1,0.12	0.1,0.12,0.14	0,0,0	0.07,0.08,0.1	0.09,0.11,0.13	0.05,0.06,0.08
F	0.06,0.08,0.1	0.07,0.08,0.1	0.07,0.08,0.1	0.05,0.06,0.08	0.07,0.09,0.1	0,0,0	0.09,0.11,0.12	0.09,0.11,0.13
G	0.06,0.08,0.1	0.07,0.08,0.1	0.05,0.06,0.08	0.07,0.09,0.1	0.1,0.12,0.14	0.1,0.12,0.14	0,0,0	0.1,0.12,0.14
H	0.07,0.09,0.11	0.08,0.1,0.12	0.09,0.1,0.11	0.9,0.11,0.13	0.06,0.08,0.1	0.1,0.11,0.13	0.08,0.1,0.11	0,0,0

جدول ۹: محاسبه $HL*(I-HL)^{-1}$

$HL*(I-HL)^{-1}$	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0.06	0.12	0.16	0.12	0.14	11.0	0.14	0.17
B	0.07	0.04	0.07	0.07	0.09	0.10	0.09	0.10
C	0.09	0.12	0.06	0.13	0.12	0.09	0.10	0.16
D	0.19	0.17	0.20	0.10	0.20	0.30	0.24	0.26
E	0.12	0.12	0.15	0.16	0.07	0.13	0.16	0.13
F	0.12	0.13	0.14	0.11	0.14	0.07	0.15	0.17
G	0.13	0.13	0.12	0.14	0.17	0.17	0.08	0.19
H	0.13	0.15	0.16	0.16	0.14	0.17	0.16	0.10

جدول ۱۰: محاسبه $HM*(I-HM)^{-1}$

$HM*(I-HM)^{-1}$	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0.12	0.21	0.24	0.2	0.23	0.20	0.23	0.27
B	0.12	0.09	0.13	0.12	0.15	0.17	0.15	0.17
C	0.15	0.19	0.12	0.2	0.19	0.16	0.17	0.24
D	0.29	0.28	0.31	0.19	0.31	0.32	0.36	0.38
E	0.20	0.21	0.24	0.25	0.15	0.22	0.25	0.23

F	0.20	0.21	0.22	0.19	0.23	0.14	0.24	0.26
G	0.21	0.24	0.22	0.23	0.27	0.26	0.16	0.29
H	0.22	0.24	0.25	0.25	0.23	0.26	0.26	0.19

جدول ۱۱: محاسبه $HU*(I-HU)^{-1}$

$HU*(I-HU)^{-1}$	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0.25	0.36	0.39	0.35	0.39	0.35	0.38	0.44
B	0.23	0.19	0.23	0.23	0.26	0.28	0.26	0.3
C	0.27	0.33	0.23	0.33	0.32	0.28	0.29	0.38
D	0.46	0.46	0.49	0.35	0.49	0.49	0.52	0.57
E	0.35	0.37	0.39	0.4	0.29	0.37	0.41	0.4
F	0.34	0.37	0.37	0.34	0.38	0.27	0.4	0.43
G	0.36	0.39	0.37	0.39	0.43	0.42	0.31	0.47
H	0.37	0.4	0.4	0.41	0.4	0.43	0.42	0.35

جدول ۱۲: دی فازی ماتریس کلی ترکیب سه ماتریس

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0.139036	0.22291	0.256861	0.22082	0.247872	0.213468	0.243498	0.28998
B	0.131956	0.099822	0.13909	0.13597	0.158928	0.180549	0.16163	0.187152
C	0.164905	0.205132	0.131223	0.21761	0.206873	0.162957	0.180462	0.256888
D	0.309128	0.296955	0.32925	0.21083	0.32556	0.328853	0.363054	0.395392
E	0.215143	0.229	0.254505	0.26155	0.165989	0.238122	0.267647	0.249808
F	0.212408	0.229147	0.232193	0.20893	0.243559	0.155618	0.258674	0.282335
G	0.228127	0.244483	0.230013	0.25039	0.285304	0.27915	0.181483	0.309909
H	0.235207	0.258506	0.265452	0.26569	0.251855	0.27569	0.271003	0.205149

جدول ۱۳: محاسبه عناصر $D, R, R-D, R+D$

عوامل موثر بر مدیریت زنجیره تامین سبز	D+R	R-D	D	R
A خرید سبز	۳,۴۶	0.198	1.83	1.63
B بازیافت محصولات	2.98	-0.59	1.196	
C همکاری کارکنان	3.35	-0.312	1.52	1.838
D ارزیابی محیطی تامین کنندگان	4.34	0.78	2.55	1.78

شناسایی عوامل کلیدی موفقیت زنجیره تامین سبز در صنعت پتروشیمی با رویکرد DEMATEL

E	رعایت استانداردهای لازم	3.77	0.67	1.881	1.88
F	تولید سبز	3.657	-0.011	1.82	.1
G	توزیع سبز	3.936	0.082	2.00	1.92
H	طراحی سبز	4.206	-0.148	2.01	2.175

تجزیه و تحلیل پرسشنامه سوم

این پرسشنامه به منظور اولویت بندی مؤلفه های مدیریت زنجیره تامین سبز طراحی شده است. پرسشنامه برای ۱۴ نفر از کارشناسان و خبرگان شرکت های پتروشیمی ارسال گردیده و از آن ها خواسته شده است تا با استفاده از متغیرهای کلامی جدول ۴ مقایسات زوجی بین معیارها را مطابق شکل ۱۴ انجام دهند. این کار با استفاده از روش AHP فازی بوکلی انجام گرفته است. ابتدا میانگین هندسی ارزیابی خبرگان در جدول ۱۴ محاسبه شده است. سپس با استفاده از روش گوگوس و بوچر، سازگاری ماتریس ها در پایین جدول محاسبه شده است. در ضمن حروف اختصاری لاتین مورد استفاده در جدول زیر به ترتیب شاخص های عنوان شده در جدول ۲ می باشد.

جدول ۱۴: میانگین مقایسات زوجی معیارها

	A	B	C	D	E	F	G	H	میانگین هندسی
A	(1,1,1)	(0.8, 0.9, 1.2)	(1.9, 2.8, 3.6)	(0.4,0.5, 0.9)	(1.3,2.2,3)	(0.6, 0.8, 1)	(2, 3, 4.3)	(1, 2.6, 3.3)	(1.1, 1.5, 2)
B	(0.82,1.1,1.4)	(1,1,1)	(1.4,2,2.8)	(0.89, 1, 1.1)	(1.3, 2.3, 3)	(1, 1.4, 1.9)	(2, 3, 4.2)	(2, 3.7, 4.7)	(1.3, 1.8, 2)
C	(0.27, 0.2, 0.5)	(0.3,0.4, 0.6)	(1,1,1)	(0.3, 0.37, 0.4)	(1, 1.3, 1.4)	(0.4,0.6,1)	(1, 1.9, 2)	(0.9, 1, 1.4)	(0.6, 0.7,1)

D	(1.04, 1.6, 2.4)	(0.8, 1, 1.1)	(2, 2.6, 3)	(1,1,1)	(2,2.3,3.4)	(0.8, 1, 1.1)	(2, 3, 5)	(3, 4.4, 5.4)	(1.4, 1.9, 2)
E	(0.32, 0.4,0.7)	(0.2, 0.4, 0.7)	(0.6, 0.7, 0.8)	(0.3, 0.4, 0.75)	(1,1,1)	(0.8, 0.9, 1)	(1, 2, 3.8)	(1, 2.4, 3.4)	(0.6, 0.8, 1)
F	(0.7, 1.1, 1.6)	(0.6, 0.7, 0.7)	(0.8, 1, 2)	(0.8, 1, 1.3)	(0.8,1,1.2)	(1,1,1)	(2, 3, 4)	(2, 3.2, 4.3)	(1, 1.4, 1.7)
G	(0.22, 0.2, 0.3)	(0.2, 0.3, 0.4)	(0.4, 0.5, 0.7)	(0.2, 0.25, 0.3)	(0.2, 0.3,0.5)	(0.2,0.2,0.4)	(1,1,1)	(0.6, 0.79, 1)	(0.3, 0.4, 0.5)
H	(0.3, 0.38, 0.5)	(0.2, 0.2, 0.3)	(0.7, 0.8, 1)	(0.22, 0.22, 0.228)	(0.2, 0.4, 0.5)	(0.2, 0.3, 0.4)	(0.9,1,1.6)	(1,1,1)	(0.3, 0.4, 0.6)

نرخ ناسازگاری		سازگار	
CRM	CRG		
۰,۰۲۴	۰,۰۵۱۷		

مرحله چهارم نرمالایز کردن میانگین های هندسی (وزن های فازی) می باشد که در این مرحله مقادیر به دست آمده از مرحله دوم طبق جدول ۱۵ نرمالیزه می شوند.

جدول ۱۵: میانگین هندسی نرمالیزه شده معیارها

وزن فازی	عوامل موثر در پیاده سازی مدیریت زنجیره تامین سبز
(0.09,0.1,0.27)	A
(0.1,0.19,0.3)	B
(0.05,0.08,0.15)	C
(0.12,0.2,0.3)	D
(0.5,0.9,0.16)	E
(0.089, 0.16,0.23)	F
(0.03, 0.04, 0.08)	G

شناسایی عوامل کلیدی موفقیت زنجیره تامین سبز در صنعت پتروشیمی با رویکرد DEMATEL

H	(0.03, 0.05, 0.07)
---	--------------------

مرحله پنچ و شش به ترتیب دی‌فازی کردن و بدست آوردن وزن نرمال است. در این مرحله اوزان فازی دی‌فازی می‌شوند که وزن قطعی بدست می‌آید و در مرحله ششم نیز تبدیل وزن قطعی به وزن نرمال صورت می‌پذیرد.

جدول ۱۶: وزن قطعی و نرمال معیارها

معیارها	وزن قطعی	وزن نرمال
A	0.179376	0.168589
B	0.203155	0.190939
C	0.090213	0.084788
D	0.219039	0.205867
E	0.105195	0.098869
F	0.160332	0.15069
G	0.050584	0.047542
H	0.056089	0.052716

نتایج شناسایی عوامل موثر

جدول ۱۷: نتایج D+R و R-D

	عوامل موثر بر مدیریت زنجیره تامین سبز	D+R	R-D	D	R
A	خرید سبز	3.47	0.198	1.83	1.63
B	باز یافت محصولات	2.98	-0.59	1.195	
C	همکاری کارکنان	3.365	-0.312	1.52	1.838
D	ارزیابی محیطی تامین کنندگان	4.33	0.78	2.55	1.77
E	رعایت استانداردهای لازم	3.76	0.67	1.881	1.88

F	تولید سبز	3.656	-0.011	1.82	0.1
G	توزیع سبز	3.937	0.081	2.00	1.92
H	طراحی سبز	4.204	-0.148	2.02	2.176

نتایج حاصل از پرسشنامه به روش تحلیل سلسله مراتبی فاز بوکلی
در این بخش رتبه بندی نهایی معیارها بدون در نظر گرفتن معیارهای اصلی مطابق با جدول ۱۸ می باشد.

جدول ۱۸: رتبه نهایی معیارها

وزن نرمال	معیارها
0.168589	خرید سبز
0.190939	بازيافت محصولات
0.084788	همکاری کارکنان
0.205867	ارزیابی محیطی تامین کنندگان
0.098869	رعایت استانداردهای لازم
0.15069	تولید سبز
0.047542	توزیع سبز
0.052716	طراحی سبز

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش سعی شد عوامل مؤثر در پیاده سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز شناسایی و اولویت بندی و شدت تاثیر این عوامل بر یکدیگر نیز مورد بررسی قرار گیرد. که برای اولویت بندی ما از روش فرایند سلسله مراتبی فازی بوکلی استفاده کردیم که نتایج حاصل از روش فرایند سلسله مراتبی فازی بوکلی نشان می دهد که ارزیابی محیطی تامین کنندگان بالاترین اهمیت و بازیافت محصولات کمترین اهمیت را دارند. یافته ها نشان داد که «ارزیابی محیطی تامین کنندگان» بیشترین تأثیر را در میان عوامل دارد. این امر می تواند ناشی از افزایش فشارهای قانونی، گسترش الزامات زیست محیطی، انتظارات ذی نفعان و تمایل سازمان ها به رعایت مسئولیت اجتماعی باشد. توجه به تأمین کنندگان سبز و پایدار می تواند نقش مهمی در ارتقای اعتبار برند، کاهش ریسک های

قانونی و دسترسی به بازارهای بین‌المللی ایفا کند. ارزیابی محیطی تامین کنندگان شاید به این دلیل رتبه اول را به خود اختصاص داده است که تامین کنندگان به عنوان شرکای تجاری سازمان هستند که مواد اولیه را تامین نموده و در اختیار سازمان قرار می دهند، بنابراین سازمان باید بهای استفاده از شاخص های سبز بودن مواد اولیه به ارزیابی دوره ای عملکرد آن ها را نیز پردازد که این امر در نهایت موجب بهبود عملکرد سبز بودن زنجیره تامین خواهد شد. اهمیت شاخص طراحی سبز بر اساس نظر خبرگان رتبه دوم را به خود اختصاص داده است. این بدان معناست که وقتی سازمانی تصمیم می گیرد محصولی را تولید کند، از ابتدا باید به سبز بودن آن توجه داشته باشد. به عبارتی 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 و در نهایت بتوان با بازیافت محصول به چرخه تولید، آسیب های زیست محیطی را کاهش داد.

توزیع سبز از دیدگاه خبرگان در جایگاه سوم قرار می گیرد، در واقع سازمان بایستی در 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 است که این امر باعث خواهد شد تا سازمان به عنوان برندی شناخته شود که به مسئولیت اجتماعی خود توجه داشته و در نهایت با جذب مشتریان بیشتر به سودآوری نیز دست خواهد یافت؛ و چهارمین عامل، شاخص رعایت استانداردهای لازم است که این امر نیز نیازمند توجه به آموزش های نیروی انسانی در جهت تغییر نگرش آن ها به سمت سبز بودن نیز می باشد که در قالب رعایت استانداردهای تعریف شده از پیش است که بایستی رعایت شوند.

برای شدت تاثیر این عوامل موثر نتایج حاصل از روش دیمتل نشان می دهد که عامل ارزیابی محیطی تامین کنندگان» بیشترین تاثیر را بر سایر عوامل دارد. بعد از این عامل عواملی چون طراحی سبز، توزیع سبز و رعایت استانداردهای لازم دارای بالاترین تاثیر هستند. همچنین نتایج نشان می دهد که در بین تمامی عوامل مؤثر در اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز، عواملی چون تولید سبز، خرید سبز، همکاری کارکنان و بازیافت محصولات بیشترین تاثیر پذیری را دارند. موفقیت و یا عدم موفقیت شرکت در تولید

محصولات سبز وابسته به این معیارها (تاثیر پذیرترین) می باشد و باید تلاش کرد تا از شدت نفوذ پذیری این معیارها در جهت تقویت سیستم سبز استفاده شود.

با توجه به نتایج تحقیق می توان پیشنهاداتی را برای شرکت مورد بررسی ارائه نمود:

۱- پیشنهاد می گردد که شرکت های پتروشیمی توجه بیشتری را به تامین کنندگان مواد اولیه مبذول دارند، چرا که با استفاده از ارزیابی شاخص های سبز بودن مواد اولیه می تواند موجب بهبود عملکرد زنجیره تامین سبز شود. منابع لازم را در جهت اجرای مدیریت زنجیره تامین سبز در زمینه ارزیابی تامین کنندگان به کار گیرد و همچنین برنامه هایی را در جهت شفاف سازی زنجیره تامین سبز اجرا نماید.

۲- توصیه می شود که برای افزایش و بهبود طراحی سبز که در بلند مدت اتفاق خواهد افتاد مدیران شرکت سعی کنند که خرید سبز را فدای تکنولوژی پایین و کاهش هزینه ها نکنند. بلکه تا می توانند یارانه برای خرید مواد سبز پرداخت نمایند چرا که مصرف کننده ها برای طراحی سبز معمولاً پول بیشتری پرداخت می نماید. در نهایت روشی را اتخاذ نمایند که به بازیافت و بازتولید منابع به کاررفته منجر شود. درواقع، طراح ذهن خود را باید متوجه روندی کند که منابع مورد استفاده در طرح بتوانند پس از مرحله زوال و دورریزی به چرخه اصلی طبیعت باز گردند.

۳- رعایت اصول استاندارد سبز در طراحی محصولات و فرآیندهای کاری به گونه ای که با صرفه جویی در مصرف منابع و رعایت استاندارد های زیست محیطی همراه باشد، در حالی که همزمان منجر به کاهش هزینه ها و افزایش فروش محصول در بازار محصول نیز می گردد.

۴- چنانچه شرکت مذکور بخواهد به دنبال کسب رضایت مشتریان و عملکرد سازمانی بالا باشد، پیشنهاد می گردد که توجه بالایی را به توزیع سبز در زنجیره تامین سبز داشته باشد، زیرا نتایج این پژوهش بیانگر اهمیت این شاخص است.

پیشنهادهای تحقیقات آتی

در طی این پژوهش سؤالات متعددی برای محقق مطرح گردید که پاسخگویی به هر یک از آن ها نیازمند تحقیق جداگانه ای بوده است و تلاش جهت پاسخگویی به آن ها باعث انحراف تحقیق از مسیر اصلی خود می شد. لذا در جهت جلوگیری از پراکنده کاری، این

موضوعات در فهرست تحقیقات آتی قرار گرفت تا دیگر محققان در صورت تمایل به آن بپردازند. این موضوعات عبارت اند از:

- ۱- با توجه به آلودگی فراوان زیست محیطی صنایع تولیدی مانند صنایع سیمان و شیمیایی در عراق پیشنهاد می شود پایان نامه های تحقیقاتی با موضوع شناسایی عوامل مؤثر بر اجرای زنجیره تامین سبز در این گونه صنایع تعریف و اجرا شود
- ۲- از آنجایی که شناسایی معیارها پایه و شالوده مطالعات و پژوهش های کاربردی است و هیچ انتهایی نمی توان برای شاخص های شناسایی شده قائل شد؛ گسترش دامنه ی معیارهای شناسایی شده جهت انتخاب بهتر بر غنای کار می افزاید.
- ۳- استفاده از سایر روش های وزن دهی به معیارها و زیر معیارها مانند نظرسنجی از خبرگان با اجرای روش آنتروپی شانون و مقایسه نتایج آن ها با تحقیق حاضر.
- ۴- پرداختن به هر یک از معیارهای تحقیق (عوامل اجتماعی، عوامل اقتصادی، عوامل محیطی) به صورت یک پژوهش جداگانه در بررسی تأثیر آن ها بر اجرای زنجیره تامین سبز.
- ۵- پیاده سازی سیستم زنجیره تامین سبز در سایر صنایعی که حجم مواد مرجوعی بالاست مانند صنایع قطعات الکتریکی و الکترونیکی، صنایع نظامی و مدیریت پسماندهای شهری و ...
- ۶- با توجه به تمرکز این پژوهش بر صنعت پتروشیمی، پیشنهاد می شود مطالعات آتی با مقایسه یافته ها در صنایع دیگر مانند خودروسازی یا فولاد، به بررسی تعمیم پذیری عوامل کلیدی موفقیت زنجیره تامین سبز بپردازند. این مقایسه می تواند به توسعه چارچوب های جامع تر در حوزه پایداری کمک کند.

محدودیت های تحقیق

هر پژوهشی در هنگام اجرا با مشکلات و محدودیت های خاصی روبرو می شود که این مشکلات منجر به ایجاد موانعی در اجرای صحیح و کامل پروژه خواهند شد. پژوهش حاضر نیز با مشکلات و محدودیت هایی روبرو بوده است که برخی از مهم ترین آن ها عبارت اند از:

- محدودیت زمانی انجام تحقیق
- عدم وجود برخی اطلاعات مربوط به شاخص ها
- عدم همکاری کامل از طرف کارشناسان جهت تکمیل پرسشنامه
- یافته های تحقیق تنها محدود به بخش تولید پتروشیمی ها است. این رویکرد اعتبار و قابلیت تعمیم نتایج مطالعات را در بخش هایی مانند خدمات، ساخت و ساز و معدن تهدید می کند.
- محدودیت منابع تحقیق، فرصت گسترش داده های نظرسنجی را برای پوشش پاسخ دهندگان محدود می کند.
- یکی از محدودیت های این تحقیق، ماهیت ذهنی روش DEMATEL است که بر پایه قضاوت های خبرگان استوار است. این نظرات ممکن است تحت تأثیر تجارب شخصی، سوگیری های ذهنی یا تفاوت در درک مفاهیم قرار گیرند و بر نتایج نهایی تأثیر بگذارند؛ بنابراین توصیه می شود در پژوهش های آتی، از روش های ترکیبی یا تحلیل های مکمل برای افزایش دقت استفاده گردد.
- ممکن است مطالعه تمام جنبه های زنجیره تامین سبز را پوشش نداده باشد. برای مثال، ممکن است جنبه های خاص کشور (ناشناخته) دیگری وجود داشته باشد که ممکن است در مصاحبه های اکتشافی ما ظاهر نشده باشد. به عنوان مثال، فشار سازمان های غیردولتی، می تواند عامل مهمی در محیط دیگری باشد.

References

- Agyabeng-Mensah, Y. Afum, E. Acquah, I. S. K. Dacosta, E. Baah, C. & Ahenkorah, E. 2020 “The role of green logistics management practices, supply chain traceability and logistics ecocentricity in sustainability performance” International Journal of Logistics Management (in press).
- Ajalli, M. Saberifard, N. & Zinati, B. (2021). Evaluation and ranking the resilient suppliers with the combination of decision making techniques. Management and production engineering review, 12(3), 29-40. DOI:10.24425/mper.2021.137685.
- Albino, V. Carbonara, N. and Giannoccaro, I. (2009). Supply Chain Management models for Industrial Districts: An agent-based simulation study. International journal of intelligent systems technologies and applications, 6(3-4), pp.332-348.
- Ansari, Z.N. and Kant, R. (2017). A state-of-art literature review reflecting 15 years of focus on sustainable supply chain management. Journal of cleaner production, 142, pp.2524-2543.
- Badurdeen, F. Iyengar, D. Goldsby, T.J. Metta, H. Gupta, S. and Jawahir, I.S. (2009). Extending total life-cycle thinking to sustainable supply chain design. International Journal of Product Lifecycle Management, 4(1-3), pp.49-67.
- Bentahar, O. Benzidia, S. & Bourlakis, M. (2022). A green supply chain taxonomy in healthcare: Critical factors for a proactive approach. The International Journal of Logistics Management, DOI: 10.1108/IJLM-04-2021-0240.
- Carter, C.R. and Rogers, D.S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. International journal of physical distribution & logistics management.
- Chang, Byeong-Yun, Kenzhekhanuly, Yermek and Park, Byungjoo. (2013). “A Study on Determinants of Green Supply Chain Management practice”, International Journal of Control and Automation, Vol. 6, No. 3, pp.199-208.

Ciliberti, F., Pontrandolfo, P. and Scozzi, B., (2008). Investigating corporate social responsibility in supply chains: a SME perspective. *Journal of cleaner production*, 16(15), pp.1579-1588.

Closs, D.J., Speier, C. and Meacham, N., (2011). Sustainability to support end-to-end value chains: the role of supply chain management. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 39(1), pp.101-116.

Font, X., Tapper, R., Schwartz, K. and Kornilaki, M., (2008). Sustainable supply chain management in tourism. *Business strategy and the environment*, 17(4), pp.260-271.

Geng, R., Mansouri, A., and Aktas, E. (2017). The relationship between green supply chain management and performance: A meta-analysis of empirical evidence in Asian emerging economies”, *International Journal of. Production Economics*, 254-258.

Green, K.W., Zelbst, P.J., Meacham, J. and Bhadauria, V.S. (2012). Green Supply Chain Practices: impact on performance. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17, (3), 290-305.

Guiffrida, A.L., Datta, P., El Saadany, A.M.A., Jaber, M.Y. and Bonney, M., (2011). Environmental performance measures for supply chains. *Management Research Review*.

Haake, H. and Seuring, S., (2009). Sustainable procurement of minor items—exploring limits to sustainability. *Sustainable development*, 17(5), pp.284-294.

Hervani, A., Helms, M., & J. Sarkis, (2016). “Performance Measurement for Green Supply chain, Benchmarking”. *An International Journal*, 12: (4), 330-353.

H'Mida, S. and Lakhal, S.Y., (2007). A model for assessing the greenness effort in a product supply chain. *International journal of global environmental issues*, 7(1), pp.4-24.

Hosseini, Z. S., Flapper, S. D., & Pirayesh, M. (2020). Sustainable supplier selection and order allocation under demand, supplier availability and supplier grading uncertainties. *Computers & industrial engineering*, 165, 107811. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835221007154>.

Hsu, C.W. Hu, A.H. (2018). "Green Supply Chain Management in the electronic industry"

Kazancoglu, Y., Ekinci, E., Mangla, S.K., Sezer, M.D. and Kayikci, Y., (2021). Performance evaluation of reverse logistics in food supply chains in a circular economy using system dynamics. *Business Strategy and the Environment*, 30(1), pp.71-91.

Lakhal, Y. H'Mida, S., and Islam, M.R., (2007). Green supply chain parameters for a Canadian petroleum refinery company. *International journal of environmental technology and management*, 7(1-2), pp.56-67.

Lau, A.K., (2011). Supplier and customer involvement on new product performance. *Industrial Management & Data Systems*.

Lee, S.Y. and Klassen, R.D., (2008). Drivers and enablers that foster environmental management capabilities in small-and medium-sized suppliers in supply chains. *Production and Operations management*, 17(6), pp.573-586.

Lensson, G., Gasparski, W., Rok, B., Lacy, P., Jorgensen, A.L. and Knudsen, J.S., (2006). Sustainable competitiveness in global value chains: how do small Danish firms behave? *Corporate Governance: The international journal of business in society*.

Oyewole, A. T., Okoye, C. C., Ofodile, O. C., & Ejairu, E. (2024). Reviewing predictive analytics in supply chain management: Applications and benefits. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(3), 568-574.

Pagell, M. and Wu, Z., (2009). Building a more complete theory of sustainable supply chain management using case studies of 10 exemplars. *Journal of supply chain management*, 45(2), pp.37-56.

Sarkis, J. (2012). A boundary and flows perspective of green supply chain management", *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(2), 202-216.

Seuring, S.A., (2008). Assessing the rigor of case study research in supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*.

Sheu, J.B., Chou, Y.H. and Hu, C.C., (2005). An integrated logistics operational model for green-supply chain management. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 41(4), pp.287-313.

Srivastava, S. K. (2007). Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. *International journal of management reviews*, 9(1), 53-80. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2007.00202.x>.

Toromade, A. S., Soyombo, D. A., Kupa, E., & Ijomah, T. I. (2024). Technological innovations in accounting for food supply chain management. *Finance & Accounting Research Journal*, 6(7), 1248-1258.

Wieland, A., (2021). Dancing the supply chain: Toward transformative supply chain management. *Journal of Supply Chain Management*, 57(1), pp.58-73.

Wolf, J., (2011). Sustainable supply chain management integration: a qualitative analysis of the German manufacturing industry. *Journal of Business Ethics*,

Wu, Z. and Pagell, M., (2011). Balancing priorities: Decision-making in sustainable supply chain management. *Journal of operations management*, 29(6), pp.577-590.

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.