



A Model for Analyzing the Enablers of the Green Supply Chain in Automotive Industry of Iran

Hamed Keyhan¹, Nazanin Pilevari^{2*}, Maryam Shoar³

1- Department of Industrial Management, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

E-mail: hamed61ir@gmail.com

2- Department of Industrial Management, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

(Corresponding Author) E-mail: nazanin.pilevari@gmail.com

3- Department of Industrial Management, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

E-mail: maryam.shoar@gmail.com

Article Info	Abstract
Article type: Research Article	The automotive industry is widely recognized as one of the most productive sectors in many countries and has consistently garnered the attention of governments worldwide. In recent times, environmental concerns and the potential risks to the natural world and human health have gained global prominence. Given the inherent environmental impact of the automotive industry, considerable efforts are underway to mitigate its adverse effects. This research aimed to present a model for analyzing the enablers of the green supply chain in the Iranian automotive industry. A structural-interpretive modeling approach was employed to determine the relationships between enablers. The study focused on active companies in the automobile and automotive parts manufacturing sectors. The statistical population of this research consisted of supply chain operations experts in automotive companies, and a sample of 16 managers from the mentioned companies was selected. MATLAB software was utilized for calculations and model presentation in this research. Based on the results derived from the structural-interpretive modeling approach, several significant components were identified at different levels of the model. At the initial level, the analysis focused on components related to the organization's social and environmental responsibilities, as well as its efforts in recycling and reuse. Moving to the seventh and final level of the model, the research emphasized the critical role of supplier relationship management.
Article history: Received: 2023/11/11 Acceptance: 2024/03/03 Published online: 2024/05/22	
Key words: Supply Chain, Green Supply Chain, Environment.	
Cite this article: Keyhan, H., Pilevari, N., & Shoar, M. (2024). A Model for Analyzing the Enablers of the Green Supply Chain in Automotive Industry of Iran. <i>Green Management</i> , 4(1), 1-19.	
Publisher: Islamic Azad University, Aliabad Katoul Branch.	ISSN: 2821-0050

مدلی برای تحلیل توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز در صنعت خودرو ایران

حامد کیهان^۱، نازنین پیله وری^{۲*}، مریم شعار^۳

- ۱- گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: hamed61ir@gmail.com
۲- گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) رایانامه: nazanin.pilevari@gmail.com
۳- گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: maryam.shoar@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	صنعت خودروسازی به عنوان یکی از صنایع مولد در بسیاری از کشورها شناخته می‌شود و این صنعت همواره مورد توجه دولت‌های مختلف در سرتاسر جهان بوده است. هم‌چنین امروزه مسائل زیست محیطی و مخاطراتی که پیش روی محیط پیرامونی انسان‌ها قرار دارد نیز در مرکز توجهات بین‌المللی قرار گرفته است. صنعت خودروسازی به علت ماهیتی که دارد می‌تواند تأثیرات منفی فراوانی بر محیط زیست داشته باشد؛ به همین روی، تلاش‌های بسیاری به هدف کاهش این اثرات در حال اجرا شدن است. پژوهش حاضر با هدف ارائه یک مدل جهت تحلیل توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز در صنعت خودرو ایران به اجرا رسید. در این پژوهش از روش مدل‌سازی ساختاری - تفسیری جهت تعیین روابط بین توانمندسازها بهره گرفته شد. در پژوهش حاضر، شرکت‌های فعال در حوزه تولید خودرو و قطعات خودرو به عنوان محل مطالعه انتخاب شدند. جامعه آماری این تحقیق از خبرگان عملیات زنجیره تأمین در شرکت‌های خودروسازی تشکیل شده بود که بدین منظور تعداد ۱۶ نفر از مدیران زنجیره تأمین شرکت‌های مذکور به عنوان نمونه آماری در نظر گرفته شدند. جهت محاسبات و ارائه مدل در این پژوهش از نرم‌افزار متلب بهره گرفته شد. بر اساس نتایج به دست آمده از مدل ارائه شده به روش مدل‌سازی ساختاری - تفسیری، در سطح اول مدل، مؤلفه‌های مسئولیت اجتماعی و زیست محیطی سازمان و تلاش برای بازیافت و استفاده مجدد قرار گرفتند. هم‌چنین در سطح هفتم (آخر)، مؤلفه مدیریت ارتباط با تأمین کنندگان قرار گرفت.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۰	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۳	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۳/۰۲	
کلمات کلیدی: زنجیره تأمین، زنجیره تأمین سبز، محیط زیست.	
استناد: کیهان، حامد؛ پیله وری، نازنین، و شعار، مریم (۱۴۰۳). مدلی برای تحلیل توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز در صنعت خودرو ایران. مدیریت سبز، ۴(۱)، ۱-۱۹.	
ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد کتول.	شاپا الکترونیکی: ۲۸۲۱-۰۰۵۰

مقدمه

پدید آمدن مسائل مرتبط با محیط زیست، مانند آلودگی‌ها و مصرف بی‌رویه منابع طبیعی، باعث به وجود آمدن چالش‌های مهمی برای صنایع تولیدی مختلف شده است؛ زیرا صنایع تولیدی به عنوان یکی از بزرگ‌ترین سرچشمه‌های آلودگی‌هایی مانند تولید گازهای گلخانه‌ای و ضایعات شناخته می‌شوند که می‌توانند خطرات بالقوه‌ای برای محیط زیست شمرده شوند (ژی و همکاران^۱، ۲۰۲۲). از آنجایی که امروزه ذینفعان در خصوص مسائل مربوط به محیط زیست آگاه‌تر شده‌اند، تولیدکنندگان در تلاش هستند تا تعهد خودشان به مسائل مرتبط به حفاظت از محیط زیست را با به کارگیری ایده‌های سبز نشان دهند. (لی^۲، ۲۰۲۳). امروزه شناخت و اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز^۳ برای بقا در بازار رقابتی امری ضروری تلقی می‌شود. بر همین اساس بسیاری از سازمان‌ها تمایل پیدا کرده‌اند تا از رویکردهای مبتنی بر پارادایم سبز در سراسر زنجیره تأمین خود استفاده کنند (پانپاتیل و کانت^۴، ۲۰۲۲). زنجیره تأمین سبز مفهومی است که بر اساس آن مدیریت مواد تولیدی بر اساس تاثیرات بر محیط زیست، تدارکات سبز^۵، بازاریابی، چرخه محیط زیست و لجستیک معکوس^۶ در کنار هم در نظر گرفته می‌شوند (هروانی و همکاران^۷، ۲۰۰۵). توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز^۸ اقداماتی هستند که با کاهش تخریب محیط زیست، جلوگیری از آلودگی و بهبود عملکرد در رضایت مشتری با برآورده کردن نیازهای همه ذینفعان، منجر به اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز می‌شوند (آگیابنگ منساح و همکاران^۹، ۲۰۲۰). چالشی که امروزه سازمان‌ها با آن مواجه هستند تنها مربوط به اجرای برنامه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز نیست، بلکه مربوط به اجرای موفقیت آمیز این برنامه‌ها برای باقی ماندن در بازار رقابتی هم هست. صنایع سبز برای بهبود تصویر خود، توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز را در زنجیره تأمین خود پیاده‌سازی می‌کنند (علی و همکاران^{۱۰}، ۲۰۱۹). سازمان‌هایی که اقدام به پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز می‌کنند، علاوه بر بهره‌مندی از مزایای ناشی از صرفه‌جویی در استفاده از منابع، از استراتژی کاهش هزینه‌ها نیز بهره‌مند می‌شود (آقایی پور و همکاران، ۱۴۰۲).

اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز نیاز به شناخت توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز دارد. بسیاری از محققان توانمندسازهای متفاوتی را به عنوان توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز معرفی کرده‌اند، از جمله این توانمندسازهای می‌توان به طراحی سبز، خرید سبز، همکاری مشتری

1- Xie et. al.

2- Lee

3- green supply chain management

4- Panpatil & Kant

5- green procurement

6- reverse logistics

7- Hervani et. al.

8- Green supply chain enablers

9- Agyabeng-Mensah et. al.

10- Ali et al.

و مدیریت محیط زیستی داخلی اشاره کرد (ناماگبه و همکاران^۱، ۲۰۱۹)، که این توانمندسازها می‌توانند در دستیابی سازمان به مدیریت زنجیره تامین سبز کمک کنند. برخی از پژوهش‌ها رابطه مثبت بین یک یا چند توانمندساز زنجیره تامین سبز با عملکرد از جمله عملکرد محیط زیستی، عملکرد اقتصادی و عملکرد اجتماعی را مورد بررسی قرار داده‌اند (یونس و همکاران^۲، ۲۰۱۶). با این حال تنها شناسایی توانمندسازهای زنجیره تامین سبز برای اجرای موفق مدیریت زنجیره تامین سبز کافی نیست. اجرای موفق توانمندسازهای زنجیره تامین سبز نیازمند شناسایی روابط متقابل بین توانمندسازهای زنجیره تامین سبز و یافتن اقداماتی است که قدرت نفوذ و قدرت وابستگی بالایی دارند. مدیران سازمان‌های مختلف از اهمیت توانمندسازهای زنجیره تامین سبز برای اجرای مدیریت زنجیره تامین سبز آگاهند اما تنها تعداد اندکی از آن‌ها در مورد توانمندسازهای زنجیره تامین سبز که برای سازمان ضروری هستند، مطمئن هستند. همچنین باید توجه داشت که برای اجرای مدیریت زنجیره تامین سبز نمی‌توان تمام توانمندسازهای زنجیره تامین سبز را به طور هم‌زمان اجرا کرد. از همین رو، مدیران باید روابط متقابل بین توانمندسازهای زنجیره تامین سبز را بدانند و از قدرت نفوذ و قدرت وابستگی آن‌ها آگاه باشند تا بتوانند تعیین کنند چه اقداماتی برای اجرا در اولویت قرار گیرد (پاپاتیل و کانت، ۲۰۲۲). مدلسازی ساختاری تفسیری^۳ یکی از روش‌های معتبر برای شناسایی روابط بین عوامل مشخص و تعریف کننده یک مشکل یا مسئله است (وارفیلد^۴، ۱۹۷۴؛ سیج^۵، ۱۹۷۷). بنابراین با بررسی توانمندسازهای زنجیره تامین سبز به کمک رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری می‌توان روابط متقابل بین توانمندسازهای زنجیره تامین سبز، قدرت نفوذ آن‌ها و قدرت وابستگی آن‌ها را تعیین کرد. در این روش از نظرات خبرگان برای توسعه ماتریس روابط و ایجاد مدل استفاده می‌شود. همچنین تحلیل میک مک^۶ به ما کمک می‌کند تا توانمندسازهای زنجیره تامین سبز را در ۴ گروه خودمختار^۷، وابسته^۸، پیوندی^۹ و نفوذ^{۱۰} دسته بندی کنیم.

در این پژوهش با مطالعه ادبیات موضوع و بررسی نظرات خبرگان صنعت در نهایت به ۱۶ توانمندساز زنجیره تامین سبز دست یافتیم. هدف اصلی این پژوهش تشخیص و شناسایی روابط متقابل بین توانمندسازهای زنجیره تامین سبز با به کارگیری مدلسازی ساختاری تفسیری و تحلیل اثر توانمندسازهای زنجیره تامین سبز بر اجرای مدیریت زنجیره تامین سبز بر اساس قدرت نفوذ و وابستگی توانمندسازهای زنجیره تامین سبز به کمک تحلیل میک مک است.

1-Namagembe et al.

2- Younis et. al.

3- Interpretive Structural Modeling

4- Warfield

5- Sage

6- Matrices d'Impacts Croises Multiplication Applique a un Classement

7- autonomous

8- dependant

9- linkage

10- driving

ادبیات نظری و پیشینه تحقیق

سازمان‌ها برای باقی ماندن در بازار رقابتی با چالش‌های متعددی روبرو هستند. افزایش آگاهی مشتریان و دولت‌ها در مورد محیط زیست باعث افزایش فشار بر صنایع برای بهبود تصویر سبز و کاهش آسیب به محیط زیست شده است. با بررسی ادبیات موضوع مشخص شد که مدیریت زنجیره تأمین سبز با در نظر گرفتن فعالیت‌هایی در زنجیره تأمین صنایع منجر به کاهش آسیب به محیط زیست می‌شود (ناماگه و همکاران، ۲۰۱۹). در تعریفی دیگر عنوان شده است که مدیریت زنجیره تأمین سبز روشی نوین جهت ایجاد تغییرات مثبت در شرایط اقتصادی و اکولوژیکی در راستای بهبود پارامترهای عملکردی است. این روش کمک می‌کند با مصرف کمتر مواد و انرژی محصول مورد نظر تولید شود (تاریان و همکاران، ۱۴۰۱). امروزه زنجیره تأمین سبز جزئی جدایی ناپذیر از عملیات شرکت‌ها برای سازگار نمودن فرایندهایشان با محیط زیست است (اژدری و مصلح پور، ۱۴۰۰). با این حال اگر نسبت به توانمندسازهای مختلف زنجیره تأمین سبز و نحوه ارزیابی آن‌ها آگاهی وجود نداشته باشد، این فعالیت‌ها با شکست مواجه می‌شوند. توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز، فعالیت‌هایی هستند که به صنایع کمک می‌کنند تا به مدیریت زنجیره تأمین سبز دست یابند. سازمان‌ها به اهمیت تمام توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز واقف هستند، اما در اجرای آن‌ها کوتاهی می‌کنند. اجرای موفق مدیریت زنجیره تأمین سبز نیازمند شناسایی روابط متقابل بین توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز و تعیین توانمندسازهای زنجیره تأمین سبزی است که قدرت نفوذ و وابستگی بالایی دارند (پانپاتیل و کانت، ۲۰۲۲). البته اخیراً چالش‌ها و موانعی ایجاد شده‌اند که از پیاده سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز جلوگیری می‌کنند و مطالعات نشان می‌دهند که روند تصمیم‌گیری‌ها برای اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز حرکتی آهسته دارد (گزمه و امیرخانی، ۱۴۰۰). توانمندسازها در مقاله اسنیپ^۱ (۱۹۹۶) به این شکل تعریف شده اند که: توانمندساز عامل یا عواملی است که روند اجرای یک مفهوم را تسهیل یا تسریع می‌کند. بنابراین توانمندسازها برای زنجیره تأمین سبز، فرایندهایی هستند که زنجیره تأمین را به سمت سبز بودن هدایت می‌کنند.

طراحی سبز، نقش حیاتی در اجرای موفقیت آمیز مدیریت زنجیره تأمین سبز ایفا می‌کند. این فعالیت اثرات منفی محصول بر محیط زیست را در سراسر چرخه عمر محصول کاهش می‌دهد (ماجمدار و سینها، ۲۰۱۹). این مسأله شامل مدیریت ریسک محیط زیست، ایمنی محصول، جلوگیری از آلودگی، حفظ منابع و مدیریت پسماند^۳ می‌شود (سلیتو، ۲۰۱۸).

1-Snape

2- Majumdar and Sinha

3- waste management

4- Sellitto

خرید سبز هم یکی از توانمندسازهای مهم در زنجیره تامین سبز است زیرا به معنای در نظر گرفتن مسائل محیط زیستی توسط شرکت خریدار در خرید محصولات و مواد اولیه است که از جمله این موارد می توان به کاهش اتلاف منابع، ترویج بازیافت، باز مصرف^۱، کاهش منابع و جایگزینی مواد اولیه اشاره کرد (کانکایا و سزن^۲، ۲۰۱۹). لجستیک معکوس هم نقش مهمی ایفا می کند زیرا بر اساس این فرایند می توان با توزیع معکوس مواد اولیه و بازیابی محصولات، نیاز به مواد اولیه را در زنجیره تامین مستقیم^۳ کاهش داد (حائری و رضایی^۴، ۲۰۱۹). آموزش و پشتیبانی از مشتری برای بهبود عملکرد محیط زیستی به منظور تعیین اهدافی برای بهبود محیط زیست از جمله فعالیت هایی هستند که مربوط به همکاری سبز با مشتریان می شوند (لیانگ و چونگ^۵، ۲۰۱۹). برای اجرای مدیریت زنجیره تامین سبز نیاز به آموزش سبز است. آموزش سبز، آموزش درباره موضوعات محیط زیستی است. این اقدام باعث می شود تا تمام کارکنان بتوانند برای عملکرد شرکت موضوعات محیط زیستی را در نظر بگیرند (یو و همکاران^۶، ۲۰۱۹). بر اساس یک بیانیه سیاست محیط زیستی شفاف که در آن مدیران خود را متعهد به حمایت از مدیریت زنجیره تامین سبز می دانند، همکاری متقابل برای اجرای عملیات سبز و ارائه آموزش سبز به خوبی انجام می شود (سوسوک و لائوسری هنگ تنگ^۷، ۲۰۱۷).

از سوی دیگر، صنعت خودرو سازی در ایران هم اکنون پس از صنایع مرتبط با نفت و گاز، به عنوان دومین صنعت بزرگ کشور شناخته می شود که نقشی پر رنگ در اقتصاد کشور ایفا می کند. در سند چشم انداز ۱۴۰۴ کشور برای پیشرفت این صنعت، اهداف و برنامه های خاصی در نظر گرفته شده است. در خصوص توجه به مفاهیم زیست محیطی در بخش چهارم سند فوق این چنین ذکر شده است: تحقیق و توسعه در حوزه مواد قابل بازیافت و سازگار با محیط زیست. همچنین در همین بخش به "ممنوعیت استفاده از انواع مواد مضر در سوخت و مواد اولیه" اشاره شده است. در بخش پنجم از سند چشم انداز ۱۴۰۴ در حوزه تولید خودرو به این مطلب تأکید شده است که: "رعایت استانداردهای زیست محیطی مصوب (اعمال مشوق ها و جرائم مالی برای انحراف از معیار)" از اهداف اصلی این سند چشم انداز می باشد. همچنین در حوزه تولیدات رقابت پذیر نیز در بخش چهارم سند چشم انداز ۱۴۰۴ در حوزه خودرو، بر ایجاد مزیت رقابتی با استفاده از مفاهیم زیست محیطی تأکید شده است. در این خصوص در سند مذکور بیان شده است: "تولید خودروهای رقابتی کم مصرف و سازگار با محیط زیست." همچنین در این سند به صورت جداگانه بر تولید خودروها با دارا بودن مشخصه های رقابتی و تولید در کلاس جهانی نیز

1-reuse
2- Cankaya and Sezen
3- forward supply chain
4- Haeri and Rezaei
5- Liang and Chong
6- Yu et al.
7- Somsuk and Laosirihongthong

تأکید شده است و در همین راستا در بخش چهارم سند چشم انداز ۱۴۰۴ در صنعت خودرو، در خصوص تولیدات رقابتی این مطالب ذکر شده است: "توسعه سیستم‌های فروش و خدمات پس از فروش رقابت پذیر در کلاس جهانی" (اریاب و همکاران، ۱۳۹۶).

بررسی ادبیات موضوع نشان داد که محققان مختلف مطالعات مختلفی در مورد توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز داشته‌اند. آگیبگ منساح و همکاران (۲۰۲۲) با به کارگیری مدل‌سازی معادلات ساختاری^۱ اثرات توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز، تولید به هنگام^۲ و مدیریت کیفیت جامع^۳ را بر عملکرد عملیاتی و عملکرد تجاری شرکت‌ها در غنا مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز، تولید به هنگام و مدیریت کیفیت جامع همگی تاثیر مثبتی بر عملکرد عملیاتی و عملکرد تجاری دارند. اوپادیا^۴ (۲۰۲۱) پیشینه و وضعیت فعلی توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز را در کشورهای در حال توسعه بررسی کردند. ناماگه و همکاران (۲۰۱۹) رابطه بین ۵ توانمندساز زنجیره تأمین سبز (یعنی خرید سبز، احیای سرمایه‌گذاری، همکاری مشتری، طراحی سازگار با محیط زیست و مدیریت محیط زیست داخلی) و عملکرد شرکت را در شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط در اوگاندا ارزیابی کردند. اسلام و همکاران^۵ (۲۰۱۸) از یک روش ترکیبی و بر اساس اهمیت و سطح عملکرد با اولویت‌های زبانی^۶ برای شناسایی توانمندسازهای حیاتی زنجیره تأمین سبز در صنعت چرم در بنگلادش استفاده کردند. کیم و چای^۷ (۲۰۱۷) اجرای توانمندسازهای محیط زیستی را برای دستیابی به مدیریت زنجیره تأمین سبز پایدار تجزیه و تحلیل کردند و تاثیر یکپارچه‌سازی با تأمین کنندگان و ریسک اختلال در عرضه را بر توانمندسازهای محیط زیستی بررسی کردند. یونس و همکاران (۲۰۱۶) مدلی را برای بررسی رابطه بین توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز، از جمله طراحی سبز، خرید سبز، همکاری محیط زیستی، لجستیک معکوس با عملکرد شرکت، از جمله عملکرد عملیاتی، عملکرد اقتصادی، عملکرد محیط زیستی و عملکرد اجتماعی، توسعه دادند. نتایج نشان داد که توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز بر ابعاد عملکرد شرکت تاثیرات متفاوتی دارد. خاکسار و همکاران^۸ (۲۰۱۶) تاثیر توانمندسازهای مدیریت زنجیره تأمین سبز را بر عملکرد محیط زیستی بررسی کردند و مزیت رقابتی حاصل از این توانمندسازها را در صنعت سیمان مورد مطالعه قرار دادند. جوی و هوانگ^۹ (۲۰۱۵) نقش تعدیل‌کنندگی قابلیت مشارکت را در تاثیر توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز بر عملکرد شرکت بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد اجرای توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز، عملکرد محیط زیستی و مالی شرکت را بهبود می‌دهد.

1- structural equation modeling

2- just in time

3- total quality management

4- Upadhyay

5- Islam et al.

6- linguistic preferences

7- Kim and Chai

8- Khaksar et al.

9- Choi and Hwang

خاکسار و همکاران^۱ (۲۰۱۵) توانمندسازهای موثر بر مدیریت زنجیره تامین سبز از قبیل مدیریت محیط زیست داخلی، لجستیک معکوس، تامین کننده سبز، خرید سبز، طراحی سبز، همکاری با مشتری، نرخ بازگشت سرمایه و نوآوری سبز را بررسی کردند. آن‌ها علاوه بر این، با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری اولویت این توانمندسازهای را در صنعت پتروشیمی تعیین کردند.

بررسی ادبیات موضوع حاکی از افزایش علاقه سازمان‌های مختلف برای به کارگیری توانمندسازهای زنجیره تامین سبز جهت بهبود مدیریت زنجیره تامین سبز است. به دلیل وجود مطالعات اندک در مورد روابط بین توانمندسازهای زنجیره تامین سبز مختلف، شاید اجرای توانمندسازهای زنجیره تامین سبز کمی دشوار به نظر برسد. سازمان‌ها از اهمیت کلیه توانمندسازهای زنجیره تامین سبز آگاهند اما در اجرای آن‌ها کوتاهی می‌کنند. برای اجرای موفقیت آمیز مدیریت زنجیره تامین سبز نیاز به شناسایی روابط متقابل بین توانمندسازهای زنجیره تامین سبز مختلف و تعیین توانمندسازهای با قدرت نفوذ و وابستگی بالا است. از این رو، در این پژوهش اهمیت توانمندسازهای زنجیره تامین سبز، تعاملات بین این توانمندسازهای و قدرت نفوذ و وابستگی این توانمندسازهای برای اجرای مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت خودروسازی کشور بررسی می‌شود.

روش شناسی

پژوهش حاضر بر مبنای هدف، جزء پژوهش‌های کاربردی می‌باشد؛ همچنین، این پژوهش از نوع توسعه‌ای نیز می‌باشد؛ چرا که با هدف بهبود فرآیندها و روش‌ها انجام شده است و می‌تواند به حل مشکل سازمان‌ها در این راستا کمک کند. در این پژوهش، برای دست یافتن به داده‌های مناسب با هدف تحقیق، از روش‌ها و ابزارهای متفاوتی از جمله مطالعات کتابخانه‌ای، بررسی‌های میدانی و پرسشنامه استفاده شده است. پس از جمع‌آوری داده‌های پژوهش با استفاده از ابزار ذکر شده، ابتدا با استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری - تفسیری مدل سطح‌بندی شده پژوهش ارائه می‌شود و سپس نمودار قدرت نفوذ و میزان وابستگی^۲ نیز تهیه و ارائه خواهد شد.

با توجه به اینکه در پژوهش حاضر برای رسیدن به مدل نهایی از روش مدل‌سازی ساختاری - تفسیری استفاده شده است، لذا پرسشنامه این تحقیق در بین ۱۶ نفر از خبرگان عملیات زنجیره تامین صنعت خودرو توزیع گردید. در این پژوهش از پرسشنامه ویژه روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری بهره گرفته شده است. پرسشنامه مدل‌سازی ساختاری تفسیری، یک ماتریس مربع ساده است که برای حل مسائل مدل‌سازی ساختاری تفسیری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پرسشنامه بر اساس مقادیر صفر و یک طراحی می‌شود. به بیان ساده اگر n عنصر برای تحلیل وجود داشته باشد باید یک ماتریس $n \times n$ تشکیل داد تا خبرگان روابط بین مؤلفه‌ها را بر اساس میزان تأثیر هر مؤلفه بر

1-Khaksar et al.
2-MicMac

دیگری مشخص نمایند. ملاک خبرگی در این پژوهش دارا بودن حداقل مدرک تحصیلی کارشناسی در رشته‌های تحصیلی مرتبط با زنجیره تأمین نظیر مدیریت صنعتی و مهندسی صنایع و همچنین دارا بودن حداقل ۱۵ سال سابقه فعالیت در خصوص عملیات زنجیره تأمین در شرکت‌های خودروسازی در نظر گرفته شده است. با توجه به محدود بودن جامعه آماری از روش سرشماری برای توزیع پرسشنامه بین جامعه آماری استفاده گردید. لذا حجم نمونه آماری با جامعه آماری برابر در نظر گرفته شد و تعداد ۱۶ پرسشنامه بین خبرگان پژوهش توزیع گردید که جهت ارائه مدل ساختاری تفسیری از نرم افزار متلب^۱ برای تشکیل مدل ساختاری تفسیری استفاده شده است.

در این پژوهش جهت استخراج توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز از روش فراترکیب بهره گرفته شده است. بدین منظور بررسی و انتخاب مقاله‌های مناسب بر اساس مجموعه‌ای از شاخص‌ها به اجرا رسید. بر این اساس شاخص‌های مدنظرگزینش مقاله، طی روند جست‌وجوی مقاله‌های نهایی برای پیشبرد فعالیت فراترکیب انتخاب شدند. در ادامه این توانمندسازها در قالب پرسشنامه دلفی فازی در اختیار خبرگان پژوهش قرار داده شدند. در نهایت و بر اساس نتایج به دست آمده از پرسشنامه دلفی فازی، تعداد ۱۶ توانمندساز جهت ارائه مدل ساختاری تفسیری انتخاب شدند.

یافته‌ها

پس از اینکه توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز مورد شناسایی قرار گرفتند، برای تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری اقدام می‌شود. در این قسمت برای تحلیل روابط میان توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز از مدل‌سازی ساختاری تفسیری استفاده می‌شود؛ بدین منظور از چهار نماد بهره گرفته شده است. این نمادها به شرح ذیل تفسیر می‌شوند:

V: توانمندساز A به تحقق توانمندساز J کمک می‌کند.

A: توانمندساز J توسط توانمندساز I محقق می‌شود.

X: هر دو توانمندساز I و J به تحقق یافتن یکدیگر کمک می‌کنند.

O: توانمندسازهای I و J نسبت به یکدیگر بی‌رابطه هستند.

جهت مشخص نمودن روابط بین توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز، توانمندسازها به صورت دو به دو و زوجی با یکدیگر مقایسه می‌شوند. برای این منظور خبرگان پژوهش، با استفاده از نمادهای V, A, X, O که قبلاً معرفی شدند، اقدام به مشخص نمودن روابط بین توانمندسازها می‌کنند. در ادامه ماتریس خودتعاملی ساختاری توانمندسازها که از نتایج پاسخ خبرگان به دست آمده در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: ماتریس خود تعاملی ساختاری توانمندسازها

معیارها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶		
۱. لجستیک معکوس		V	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	A	A	X		
۲. فشارهای عمومی و جامعه			V	A	V	X	V	X	O	V	A	O	V	X	O	X		
۳. مدیریت ارتباط با تأمین کنندگان				V	V	O	V	O	V	V	V	V	X	A	V	O		
۴. تعهد و حمایت مدیران ارشد					V	X	V	O	O	V	V	O	A	O	V	O		
۵. بازاریابی سبز						X	V	O	O	V	X	V	A	A	X	O		
۶. آگاهی مشتریان							V	A	O	A	A	O	A	V	A	A		
۷. تلاش برای بازیافت و استفاده مجدد								A	X	X	A	A	A	X	A	A		
۸. خرید سبز									O	V	V	O	O	V	A	X		
۹. استفاده از فناوری‌های سبز										V	A	X	A	A	A	O		
۱۰. مسئولیت اجتماعی و زیست محیطی سازمان											A	O	A	O	O	O		
۱۱. ارتقاء آگاهی‌های زیست محیطی نیروی انسانی												V	A	O	V	O		
۱۲. برنامه‌ریزی بهینه حمل و نقل مواد اولیه														A	O	O		
۱۳. طراحی سبز															V	V		
۱۴. قوانین و مقررات دولتی																A		
۱۵. استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر																	V	
۱۶. مدیریت کیفیت جامع																		

ماتریس دسترس پذیری اولیه و نهایی

از طریق تبدیل نمادهای V, A, X, O به اعداد یک و صفر برای هر توانمندساز، هر ماتریس خود تعاملی ساختاری به یک ماتریس باینری تبدیل می‌شود که به آن ماتریس دسترس پذیری اولیه گفته می‌شود. تبدیل این نمادها بایستی بر اساس قوانینی باشد که در ادامه شرح داده شده‌اند:

۱. چنانچه ورودی (i, j) (محل برخورد سطر i و ستون j) در ماتریس خود تعاملی ساختاری نماد V قرار گرفته باشد، در ورودی (i, j) در ماتریس دسترس پذیری عدد یک قرار می‌گیرد و در ورودی (j, i) عدد صفر نوشته می‌شود.

۲. چنانچه ورودی (i, j) در ماتریس خود تعاملی ساختاری نماد A قرار گرفته باشد، در ورودی (i, j) در ماتریس دسترس پذیری عدد صفر نوشته می‌شود و در ورودی (j, i) عدد یک قرار می‌گیرد.

۳. چنانچه ورودی (i, j) در ماتریس خود تعاملی ساختاری نماد X قرار گرفته باشد، در ورودی (i, j) در ماتریس دسترس پذیری عدد یک نوشته می‌شود و در ورودی (j, i) نیز عدد یک قرار می‌گیرد.

۴. چنانچه ورودی (i, j) در ماتریس خود تعاملی ساختاری نماد O قرار گرفته باشد، در ورودی (i, j) در ماتریس دسترس پذیری عدد صفر نوشته می‌شود و در ورودی (j, i) نیز عدد صفر قرار می‌گیرد.

طبق قوانینی که در بالا اشاره شد، ماتریس‌های دسترس‌پذیری اولیه تشکیل می‌شوند. جدول ۲ نمایانگر ماتریس دسترس‌پذیری اولیه توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز می‌باشد. لازم به ذکر است طبق دستورالعمل وارفیلد (۱۹۷۴) به منظور تعیین نوع رابطه میان توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز، از مُد نظرات خبرگان استفاده شده است.

جدول ۲: ماتریس دسترس‌پذیری اولیه توانمندسازها

معیارها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
۱. لجستیک معکوس	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲. فشارهای عمومی و جامعه	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳. مدیریت ارتباط با تأمین کنندگان	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴. تعهد و حمایت مدیران ارشد	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵. بازاریابی سبز	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۶. آگاهی مشتریان	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۷. تلاش برای بازیافت و استفاده مجدد	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸. خرید سبز	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۹. استفاده از فناوری‌های سبز	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۰. مسئولیت اجتماعی و زیست محیطی سازمان	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۱. ارتقاء آگاهی‌های زیست محیطی نیروی انسانی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۲. برنامه ریزی بهینه حمل و نقل مواد اولیه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۳. طراحی سبز	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۴. قوانین و مقررات دولتی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۵. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶. مدیریت کیفیت جامع	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

با دخالت دادن انتقال‌پذیری، ماتریس‌های دسترس‌پذیری نهایی تشکیل داده می‌شوند. در مدل‌سازی ساختاری تفسیری، انتقال‌پذیری روابط مفهومی میان معیارها، یک فرض اصلی است. انتقال‌پذیری مبین این مطلب است که چنانچه توانمندساز A بر توانمندساز B، و توانمندساز B بر توانمندساز C تاثیر دارد، بر این اساس A بر C تاثیر دارد. این انتقال‌پذیری‌ها در ماتریس‌های دسترس‌پذیری در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. هم‌چنین قدرت نفوذ و میزان وابستگی هر توانمندساز نیز در این ماتریس به نمایش درآمده است. قدرت نفوذ یک معیارها از جمع تعداد معیارها متأثر از آن و خود معیار به دست می‌آید. میزان وابستگی یک معیار نیز از جمع معیارهایی که از آن‌ها تاثیر می‌پذیرد و خود معیار به دست می‌آید.

جدول ۳: ماتریس دسترس پذیری نهایی توانمندیها

معیارها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	نقوذ
۱. لجستیک معکوس	۱	۱	۰	۰	۱*	۰	۰	۰	۱*	۰	۰	۰	۰	۰	۱*	۱	۷
۲. فشارهای عمومی و جامعه	۰	۱	۱	۱*	۱	۱	۱	۱	۱*	۱	۱*	۱*	۱	۱	۱*	۱	۱۵
۳. مدیریت ارتباط با تأمین کنندگان	۰	۱*	۱	۱	۱	۱*	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱*	۱	۰	۱۳
۴. تعهد و حمایت مدیران ارشد	۰	۱	۰	۱*	۱*	۱	۱	۱*	۰	۱	۱	۱	۱	۱*	۱	۰	۱۱
۵. بازاریابی سبز	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱*	۰	۱	۱	۱	۱*	۱	۰	۹
۶. آگاهی مشتریان	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۷
۷. تلاش برای بازیافت و استفاده مجدد	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۴
۸. خرید سبز	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱*	۱	۱	۱	۱۰
۹. استفاده از فناوری‌های سبز	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴
۱۰. مسئولیت اجتماعی و زیست محیطی سازمان	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۳
۱۱. ارتقاء آگاهی‌های زیست محیطی نیروی انسانی	۰	۱	۱*	۱*	۱	۱	۱	۱	۱*	۱	۱	۱	۱*	۱	۰	۱	۱۳
۱۲. برنامه ریزی بیهنه حمل و نقل مواد اولیه	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳
۱۳. طراحی سبز	۰	۱*	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱*	۱۴
۱۴. قوانین و مقررات دولتی	۱	۱	۱	۱*	۱*	۰	۱*	۱	۱*	۱	۱*	۱	۱	۰	۱	۱	۱۳
۱۵. استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر	۱	۱	۰	۱*	۰	۰	۱*	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱*	۱۱
۱۶. مدیریت کیفیت جامع	۱	۱	۱*	۱	۰	۰	۱*	۱*	۱	۱	۱	۱	۱*	۰	۰	۱	۱۱
وابستگی	۴	۱۱	۴	۶	۱۲	۱۲	۱۵	۷	۱۲	۱۴	۷	۸	۸	۸	۹	۷	

بخش بندی سطح

بخش بندی سطوح با استفاده از ماتریس های دسترس پذیری نهایی، و مشخص شدن مجموعه های ورودی و خروجی برای توانمندی های زنجیره تأمین سبز به دست می آید. مجموعه خروجی برای هر توانمندی شامل خود توانمندی و توانمندی هایی است که بر آنها تاثیر دارد. مجموعه ورودی برای هر توانمندی نیز در بردارنده خود توانمندی و توانمندی هایی است که از آن تاثیر می پذیرند. بعد از مشخص شدن مجموعه های خروجی و ورودی، اشتراک این مجموعه ها برای هر یک از توانمندی ها تعیین می شود. به این صورت مجموعه مشترک برای هر توانمندی به دست می آید. جدول ۴ نمایانگر اولین تکرار بخش بندی سطوح ماتریس دسترس پذیری نهایی است.

جدول ۴: نخستین تکرار بخش بندی سطوح ماتریس دسترسی

معیار	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	مجموعه مشترک	سطح
۱	۱،۲،۵،۸،۱۴،۱۵،۱۶	۱،۱۴،۱۵،۱۶	۱،۱۴،۱۵،۱۶	
۲	۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۱،۲،۳،۴،۶،۸،۱۱،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۲،۳،۴،۶،۸،۱۱،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	
۳	۲،۳،۴،۵،۶،۷،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵	۲،۳،۱۳،۱۴	۲،۳،۱۳،۱۴	
۴	۲،۴،۵،۶،۷،۹،۱۰،۱۱،۱۳،۱۵	۲،۳،۴،۶،۱۱،۱۳	۲،۴،۶،۱۱،۱۳	
۵	۵،۶،۷،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۴،۱۵	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۸،۱۱،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۵،۶،۱۱،۱۴،۱۵	
۶	۲،۴،۵،۶،۷،۱۰،۱۴	۲،۳،۴،۵،۶،۸،۱۰،۱۱،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۲،۴،۵،۶،۱۰،۱۴	
۷	۷،۹،۱۰،۱۴	۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۷،۹،۱۰،۱۴	۱
۸	۲،۵،۶،۸،۱۰،۱۱،۱۴،۱۵،۱۶	۱،۲،۸،۱۱،۱۴،۱۵،۱۶	۲،۸،۱۱،۱۴،۱۵،۱۶	
۹	۷،۹،۱۰،۱۲	۲،۳،۴،۵،۷،۹،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۷،۹،۱۲	
۱۰	۶،۷،۱۰	۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۶،۷،۱۰	۱
۱۱	۲،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵	۲،۳،۴،۵،۸،۱۱،۱۳	۲،۴،۵،۸،۱۱،۱۳	
۱۲	۷،۹،۱۲	۲،۳،۵،۹،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴	۷،۹،۱۲	
۱۳	۲،۳،۴،۵،۶،۷،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۲،۳،۴،۱۱،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۲،۳،۴،۱۱،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	
۱۴	۱،۲،۳،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۶	۱،۲،۴،۴،۵،۶،۷،۸،۱۱،۱۳،۱۴،۱۶	۱،۲،۳،۵،۶،۷،۸،۱۳،۱۴،۱۶	
۱۵	۱،۲،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۳،۱۵،۱۶	۱،۲،۳،۴،۵،۸،۱۱،۱۳،۱۵	۱،۲،۵،۸،۱۳،۱۵	
۱۶	۱،۲،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۳،۱۴،۱۶	۱،۲،۸،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۱،۲،۸،۱۳،۱۴،۱۶	

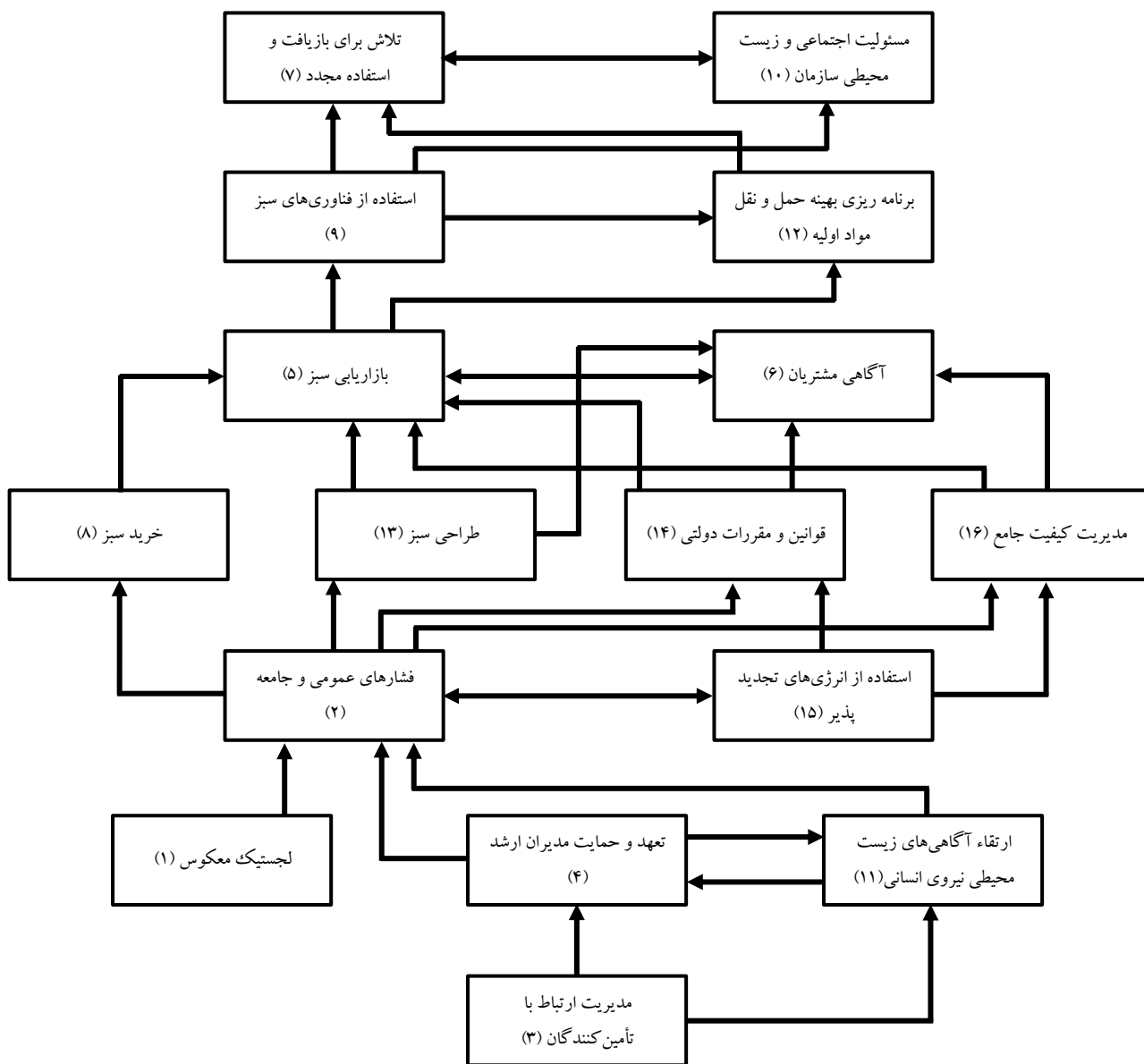
توانمندی‌هایی که مجموعه خروجی و مشترک آنها شبیه به یکدیگر باشد در مدل ساختاری تفسیری در بالاترین سطح قرار می‌گیرند. زمانی که در نخستین تکرار، معیارهای بالاترین سطح تعیین شدند بایستی این معیارها از سایر معیارها جدا شوند؛ در واقع باید حذف شوند. این عملیات تا هنگامی که سطح همه معیارها تعیین شود تکرار می‌شود. نتایج به دست آمده از تکرار معیارها نشان می‌دهند که در این پژوهش ۷ مرتبه تکرار صورت گرفت که این تکرارها در جدول ۵ مشخص شده‌اند.

جدول ۵: تکرار دوم تا هفتم بخش بندی سطوح ماتریس دسترسی

معیار	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	مجموعه مشترک	سطح
۱	۱،۲،۵،۸،۱۴،۱۵،۱۶	۱،۱۴،۱۵،۱۶	۱،۱۴،۱۵،۱۶	۶
۲	۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۱،۲،۳،۴،۶،۸،۱۱،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۲،۳،۴،۶،۸،۱۱،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۵
۳	۲،۳،۴،۵،۶،۷،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵	۲،۳،۱۳،۱۴	۲،۳،۱۳،۱۴	۷
۴	۲،۴،۵،۶،۷،۹،۱۰،۱۱،۱۳،۱۵	۲،۳،۴،۶،۱۱،۱۳	۲،۴،۶،۱۱،۱۳	۶
۵	۵،۶،۷،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۴،۱۵	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۸،۱۱،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۵،۶،۱۱،۱۴،۱۵	۳
۶	۲،۴،۵،۶،۷،۱۰،۱۴	۲،۳،۴،۵،۶،۸،۱۰،۱۱،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۲،۴،۵،۶،۱۰،۱۴	۳
۸	۲،۵،۶،۸،۱۰،۱۱،۱۴،۱۵،۱۶	۱،۲،۸،۱۱،۱۴،۱۵،۱۶	۲،۸،۱۱،۱۴،۱۵،۱۶	۴
۹	۷،۹،۱۰،۱۲	۲،۳،۴،۵،۷،۹،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۷،۹،۱۲	۲
۱۱	۲،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵	۲،۳،۴،۵،۸،۱۱،۱۳	۲،۴،۵،۸،۱۱،۱۳	۶
۱۲	۷،۹،۱۲	۲،۳،۵،۹،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴	۷،۹،۱۲	۲
۱۳	۲،۳،۴،۵،۶،۷،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۲،۳،۴،۱۱،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۲،۳،۴،۱۱،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۴
۱۴	۱،۲،۳،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۶	۱،۲،۴،۵،۶،۷،۸،۱۱،۱۳،۱۴،۱۶	۱،۲،۳،۵،۶،۷،۸،۱۳،۱۴،۱۶	۴
۱۵	۱،۲،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۳،۱۵،۱۶	۱،۲،۳،۴،۵،۸،۱۱،۱۳،۱۵	۱،۲،۵،۸،۱۳،۱۵	۵
۱۶	۱،۲،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۳،۱۴،۱۶	۱،۲،۸،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶	۱،۲،۸،۱۳،۱۴،۱۶	۴

تشکیل مدل ساختاری - تفسیری

پس از مشخص شدن نتایج بخش بندی سطوح ماتریس دسترسی، باید مدل نهایی ساختاری تفسیری توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز تشکیل شود. شکل ۱ نمایانگر مدل ساختاری تفسیری توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز در صنعت خودرو سازی کشور است. مدل مذکور دارای هفت سطح می‌باشد. بر اساس مبانی مدل سازی ساختاری تفسیری، هرچه از سطوح پایینی به سمت سطوح بالاتر حرکت کنیم، میزان اثرگذاری توانمندسازها کاسته می‌شود و به میزان تأثیرپذیری توانمندسازها افزوده می‌شود.



شکل ۱: مدل توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز در صنعت خودرو

تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی (MicMac)

در ادامه، تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز (شکل ۲) ارائه می‌شود.

۱۶																									
۱۵										۲															
۱۴												۱۳			۱۴										
۱۳							۳						۱۱												
۱۲																									
۱۱									۴		۱۶			۱۵											
۱۰												۸													
۹															۵										
۸																									
۷								۱								۶									
۶																									
۵																									
۴																۹								۷	
۳																									
۲																									
۱																									
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶									

شکل ۲: تحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی

در این قسمت، طبقه‌بندی مؤلفه‌ها در چهار گروه انجام می‌شود. نخستین گروه تشکیل شده از مؤلفه‌های خودمختار (ناحیه ۱) می‌شود که قدرت نفوذ و وابستگی ضعیفی دارند. متغیرهای قرار گرفته در این ناحیه عبارتند از لجستیک معکوس و برنامه‌ریزی بهینه حمل و نقل. این مؤلفه‌ها تا حدی از بقیه مؤلفه‌ها جدا هستند و ارتباط کمی دارند.

گروه دوم، مؤلفه‌های وابسته (ناحیه ۲) هستند که از قدرت نفوذ ضعیف اما وابستگی بالایی برخوردارند. متغیرهای قرار گرفته در این ناحیه عبارتند از: آگاهی مشتریان، تلاش برای بازیافت و استفاده مجدد، استفاده از فناوری‌های سبز و تعهد و حمایت مدیران ارشد.

سومین گروه، مؤلفه‌های پیوندی (ناحیه ۳) هستند که از قدرت نفوذ و وابستگی بالایی برخوردارند. در حقیقت، هر نوع عملیاتی که بر روی این مؤلفه‌ها صورت بگیرد باعث تغییر در سایر مؤلفه‌ها می‌شود. بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل داده‌ها، متغیرهایی که در این گروه قرار گرفته‌اند عبارتند از: فشارهای عمومی و جامعه، بازاریابی سبز، قوانین و مقررات دولتی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر. چهارمین گروه، مؤلفه‌های مستقل (ناحیه ۴) را شامل می‌شود. این گروه از مؤلفه‌ها از قدرت نفوذ بالا و وابستگی پایینی برخوردار هستند. مؤلفه‌هایی که قدرت نفوذ بالایی دارند، به عنوان مؤلفه‌های کلیدی شناخته می‌شوند. مشخص است که این گروه از مؤلفه‌ها در یکی از دو

گروه مستقل یا پیوندی قرار می‌گیرند. مؤلفه‌های قرار گرفته در این ناحیه عبارتند از: ارتقاء آگاهی‌های زیست محیطی، طراحی سبز و مدیریت کیفیت جامع.

بحث و نتیجه گیری

صنعت خودروسازی به عنوان یکی از صنایع مادر در بسیاری از کشورها شناخته می‌شود و این صنعت همواره مورد توجه دولت‌های مختلف در سرتاسر جهان بوده است. همچنین امروزه مسائل زیست محیطی و مخاطراتی که پیش روی محیط پیرامونی انسان‌ها قرار دارد نیز در مرکز توجهات بین‌المللی قرار گرفته است. صنعت خودروسازی به علت ماهیتی که دارد می‌تواند تأثیرات منفی فراوانی بر محیط زیست داشته باشد؛ به همین روی، تلاش‌های بسیاری به هدف کاهش این اثرات در حال اجرا شدن است. یکی از فعالیت‌های مهمی که در این خصوص می‌تواند راه‌گشا باشد، حرکت به سمت استفاده هر چه بیشتر از زنجیره‌های تأمین سبز می‌باشد که با استفاده از شیوه‌های مختلف می‌تواند اثرات زیست محیطی این صنعت را تا حد قابل قبولی کاهش دهد. مهم‌ترین هدف پژوهش حاضر ارائه مدلی برای توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز بود که بتواند در سبز سازی فعالیت‌های زنجیره تأمین در صنعت خودروسازی کشور کمک کند.

بر اساس نتایج به دست آمده از مدل تحقیق، توانمندساز "مدیریت ارتباط با تأمین کنندگان" در سطح هفتم مدل ساختاری تفسیری پژوهش قرار گرفته است و این بدان معنا است که توانمندساز مذکور بیش‌ترین میزان تأثیرگذاری بر دیگر توانمندسازها را دارد. مدیریت ارتباط با تأمین‌کننده را می‌توان به عنوان ابزاری برای تأثیرگذاری بر رفتار تأمین‌کننده و تأثیر بر رویه‌های سبز سازمان از طریق همکاری با تأمین‌کنندگان در فعالیت‌هایی مانند کاهش بسته‌بندی، بهبود شرایط کاری در انبارها، استفاده از حمل و نقل با مصرف سوخت کمتر و الزام تأمین‌کنندگان به تعهدات محیطی در نظر گرفت. این مطلب خود گویای اهمیت برقراری ارتباطی صحیح و مبتنی بر اصول سبز با تأمین‌کنندگان است. واضح است که امروزه با وجود پیشرفت‌های تکنولوژیکی و افزایش آگاهی‌های زیست محیطی، فعالان زنجیره تأمین همچنان به اصول سنتی زنجیره تأمین مانند هزینه، کیفیت، انعطاف پذیری و زمان‌بندی بیش‌تر از عوامل زیست محیطی اهمیت می‌دهند. لذا استفاده از ساختارهایی که بتواند علاوه بر کنترل عوامل سنتی، به الزامات زیست محیطی نیز در ارتباط با تأمین‌کنندگان توجه کند بسیار ضروری است. بهره‌گیری از فناوری اطلاعات می‌تواند نقشی اساسی در عبور از مفاهیم سنتی زنجیره تأمین داشته باشد. داشتن ارتباطات قوی بر مبنای اصول به روز شده فناوری اطلاعات، می‌تواند بر تحکیم اصول زنجیره تأمین سبز در زنجیره تأمین تأثیر قابل توجهی داشته

باشد. ارتباط با تأمین کنندگان و یکپارچگی اطلاعاتی با ایشان علاوه بر ایجاد حرکت یکنواخت جریان کالا در زنجیره تأمین، باعث اشتراک تجربیات و راهکارهای قابل استفاده برای کاهش تأثیرات منفی زنجیره تأمین بر محیط زیست نیز خواهد شد.

همچنین، در بالاترین سطح مدل به دست آمده از روش مدل‌سازی ساختاری - تفسیری، توانمندسازهای "مسئولیت اجتماعی و زیست‌محیطی سازمان" و "تلاش برای بازیافت و استفاده مجدد" قرار گرفته‌اند که این مسأله نمایانگر این امر است که توانمندسازهای مذکور تأثیر پذیرترین توانمندسازها هستند و تغییر در دیگر توانمندسازها می‌تواند این دو توانمندساز را تحت تأثیر قرار دهد. در حال حاضر سازمان‌ها باید نسبت به آسیب‌هایی که فعالیت‌های آنان می‌تواند به محیط زیست وارد کند آگاهی داشته باشند و مسئولیت اجتماعی خود در این خصوص را بپذیرند. زیرا تا زمانی که فعالان صنایع مختلف از جمله صنعت پر اهمیت خودروسازی نسبت به آنچه در برابر جامعه و محیط زیست مسئولیت دارند آگاه نشوند، نمی‌توان انتظار تغییر در رویه‌های کنونی داشت. ضمناً بحث بازیافت و استفاده مجدد نیز نبایستی فراموش شود. بر اساس داده‌های موجود، صنعت خودروسازی از جمله صناعی است که میزان ضایعات در آن زیاد است. ضمن اینکه چرخه عمر محصولات صنایع خودروسازی در کشور ما نسبتاً کوتاه است و این امر خود دلیل دیگری بر افزایش تأثیرات این صنعت بر محیط زیست می‌باشد. لذا ضروری است که صنعت خودروسازی کشور با بهره‌گیری از فرصت‌هایی که از سمت دولت برای نوسازی ناوگان حمل و نقل ایجاد می‌شود، مسئولیت خود برای بازیافت خودروهای فرسوده را پررنگ‌تر بپذیرند و مسئولیت اجتماعی و زیست‌محیطی خود در این حوزه را با جدیت بیش‌تری پیگیری نمایند.

در مقایسه نتایج به دست آمده از این پژوهش با تحقیق وانگ و همکاران^۱ (۲۰۲۳) مشخص گردید نتایج این تحقیقات با یکدیگر هم‌سو نمی‌باشند. در مدل ارائه شده در پژوهش وانگ و همکاران (۲۰۲۳) مؤلفه یکپارچگی خارجی سبز در سطح نخست و مؤلفه اندازه سازمان در بالاترین سطح قرار گرفته‌اند. هم‌چنین در مقایسه نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر با تحقیق مالویا و کانت^۲ (۲۰۱۷) مشخص شد قسمتی از نتایج به دست آمده از این دو پژوهش هم‌سو می‌باشند؛ بدین صورت که در مدل ارائه شده توسط مالویا و کانت (۲۰۱۷) مؤلفه مدیریت ارتباط با تأمین کنندگان در پایین‌ترین سطح قرار گرفته است که در پژوهش حاضر نیز مؤلفه مذکور در پایین‌ترین سطح واقع شده است. اما در پژوهش مالویا و کانت (۲۰۱۷) مؤلفه‌های سیستم‌های اندازه‌گیری عملکرد و مقیاس سنجی در بالاترین سطح قرار گرفته‌اند که این بخش از تحقیق مذکور با پژوهش حاضر هم‌سو نمی‌باشد.

1-Wang et. al.

2- Malviya & Kant

در نهایت پس از اجرای پژوهش، پیشنهادهای به فعالان حوزه صنعت خودروسازی کشور ارائه می‌شود. دستیابی به زنجیره‌های تأمین سبز امروزه تبدیل به یک نیاز استراتژیک شده است. درخواست مشتریان و فشارهای قانونی از جمله دلایلی هستند که فعالان صنایع گوناگون را به سمت استفاده از این زنجیره‌ها سوق می‌دهد. بدین منظور به دست‌اندر کاران صنعت خودروسازی پیشنهاد می‌شود با بررسی مجدد زنجیره تأمین سازمان خود، به دنبال راهکارهایی برای استفاده از توانمندسازهای زنجیره تأمین سبز جهت دستیابی و استفاده از زنجیره تأمین سبز باشند. استفاده از روش‌هایی مانند برنامه‌ریزی بهینه حمل و نقل مواد و خرید سبز از جمله قدم‌های ابتدایی اما پر تأثیر می‌باشند. همچنین پیشنهاد می‌شود آگاهی‌های زیست محیطی کارکنان و مدیران این سازمان‌ها نیز با استفاده از برنامه‌های آموزشی مناسب بهبود یابد. بسیاری از تغییراتی که امروزه در زنجیره‌های تأمین در سطح جهان به وجود آمده ناشی از نوآوری افرادی بوده است که به طور مستقیم در فرآیندهای زنجیره تأمین حضور داشته‌اند و قسمت‌های مختلف آن را می‌شناسند. لذا ارائه آموزش‌های جدید در حوزه محیط زیست می‌تواند به ابتکار و نوآوری کارکنان منجر شود.

منابع

- آقای پور، ی.، بصیری، ح.، اضغرزاده، ک.، و باقری، ک. (۱۴۰۲). طراحی مدل ریاضی بهینه سازی شبکه لجستیک یکپارچه با رویکرد نوآوری در زنجیره تامین سبز راهبرد نوین کسب مزیت رقابتی. *مجله نخبگان علوم و مهندسی*، ۸(۴)، ۱۷۵-۱۶۰.
- ارباب، ح.، امامی میدی، ع.، و رجبی قادری، ص. (۱۳۹۶). رابطه مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب اوپک. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۶(۲۳)، ۵۶-۲۹.
- اژدری، علیرضا، و مصلح پور، مسعود. (۱۴۰۰). بررسی تاثیر زنجیره تامین سبز بر عملکرد بازرگانی خارجی با توجه به نقش میانجی عملکرد زیست محیطی در میان کسب و کارهای کوچک و متوسط فعال در حوزه صنایع سلولزی شهرک‌های صنعتی استان گلستان. *فصلنامه مدیریت سبز*، ۱(۱)، ۱-۱۷.
- تاری یان، اعظم، زندحسامی، حسام، و خمسه، عباس. (۱۴۰۱). تبیین عوامل موثر بر استقرار مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت ساخت و ساز با رویکرد فراترکیب. *مطالعات مدیریت صنعتی*، ۲۰(۶۷)، ۲۳۷-۲۶۶.
- گزمه، عطیه و امیرخانی، امیر حسین. (۱۴۰۰). تحلیل موانع مدیریت زنجیره تامین سبز با رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری (مطالعه موردی بیمارستان‌ها و مراکز آموزشی درمانی استان گلستان). *فصلنامه مدیریت سبز* ۱(۱)، ۱۶۲-۱۵۲.
- Agyabeng-Mensah, Y., Afum, E., Agnikpe, C., Cai, J., Ahenkorah, E. and Dacosta, E. (2020), "Exploring the mediating influences of total quality management and just in time between green supply chain practices and performance", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 32 No. 1, pp. 156-175.
- Ali, S.S., Kaur, R., Ersoz, F., Lotero, L. and Weber, G.W. (2019), "Evaluation of the effectiveness of green practices in manufacturing sector using CHAID analysis", *Journal of Remanufacturing*, Vol. 9 No. 1, pp. 3-27.
- Çankaya, S.Y. and Sezen, B. (2019), "Effects of green supply chain management practices on sustainability performance", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 30 No. 1, pp. 98-121.
- Choi, D. and Hwang, T. (2015), "The impact of green supply chain management practices on firm performance: the role of collaborative capability", *Operations Management Research*, Vol. 8 No. 3, pp. 69-83.
- Haeri, S.A.S. and Rezaei, J. (2019), "A grey-based green supplier selection model for uncertain environments", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 221, pp. 768-784.
- Hervani, A.A., Helms, M.M. and Sarkis, J. (2005), "Performance measurement for green supply chain management", *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 12 No. 4, pp. 330-353.
- Islam, M.S., Tseng, M.L., Karia, N. and Lee, C.H. (2018), "Assessing green supply chain practices in Bangladesh using fuzzy importance and performance approach", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 131, pp. 134-145.

- Khaksar, E., Abbasnejad, T., Esmaili, A. and Tamošaitiene, J. (2016), "The effect of green supply chain management practices on environmental performance and competitive advantage: a case study of the cement industry", *Technological and Economic Development of Economy*, Vol. 22 No. 2, pp. 293-308.
- Khaksar, E., Kahanaali, R.A., Tizroo, A. and Rad, F.B. (2015), "An analysis of the effective actions on green supply chain management using ISM method (Studying the petrochemical industry)", *Journal of Materials and Environmental Science*, Vol. 6 No. 7, pp. 1987-1996.
- Kim, M. and Chai, S. (2017), "Implementing environmental practices for accomplishing sustainable green supply chain management", *Sustainability*, Vol. 9 No. 7, p. 1192.
- Lee, H. (2023), "Drivers of green supply chain integration and green product innovation: a motivation-opportunity-ability framework and a dynamic capabilities perspective", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 34 No. 3, pp. 476-495.
- Liang, R. and Chong, H.Y. (2019), "A hybrid group decision model for green supplier selection: a case study of megaprojects", *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 26 No. 8, pp. 1712-1734.
- Majumdar, A. and Sinha, S.K. (2019), "Analyzing the barriers of green textile supply chain management in Southeast Asia using interpretive structural modeling", *Sustainable Production and Consumption*, Vol. 17, pp. 176-187.
- Malviya, R.K. and Kant, R. (2017), "Modeling the enablers of green supply chain management: An integrated ISM – fuzzy MICMAC approach", *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 24 No. 2, pp. 536-568.
- Namagembe, S., Ryan, S. and Sridharan, R. (2019), "Green supply chain practice adoption and firm performance: manufacturing SMEs in Uganda", *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 30 No. 1, pp. 5-35
- Panpatil, S.S. and Kant, R. (2022), "Green supply chain management implementation: modeling the green supply chain practices (GSCPs)", *Journal of Advances in Management Research*, Vol. 19 No. 3, pp. 389-413.
- Sage, A. (1977), *Interpretive Structural Modeling: Methodology for Large Scale Systems*, Vols 91-164, McGraw-Hill, New York.
- Sellitto, M.A. (2018), "Assessment of the effectiveness of green practices in the management of two supply chains", *Business Process Management Journal*, Vol. 24 No. 1, pp. 23-48.
- Snape, R. H. (1996). Trade Discrimination—Yesterday's Problem? *THE ECONOMIC RECORD*, 72(219), 381-396.
- Somsuk, N. and Laosirihongthong, T. (2017), "Prioritization of applicable drivers for green supply chain management implementation toward sustainability in Thailand", *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, Vol. 24 No. 2, pp. 175-191.
- Upadhyay, A. (2021), "Antecedents of green supply chain practices in developing economies", *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 32 No. 6, pp. 1150-1165.
- Wang, G., Feng, T., Zhu, Z., & Jiang, Y. (2023). Enabling green supply chain integration via green entrepreneurial orientation: Does environmental leadership matter? *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 30(2), 518–530.
- Warfield, J.N. (1974), "Developing interconnection matrices in structural modeling", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, No. 1, pp. 81-87.
- Younis, H., Sundarakani, B. and Vel, P. (2016), "The impact of implementing green supply chain management practices on corporate performance", *Competitiveness Review*, Vol. 26 No. 3, pp. 216-245.
- Yu, Y., Zhang, M. and Huo, B. (2019), "The impact of supply chain quality integration on green supply chain management and environmental performance", *Total Quality Management and Business Excellence*, Vol. 30 Nos 9-10, pp. 1110-1125.
- Xie, X., Han, Y. and Hoang, T.T. (2022), "Can green process innovation improve both financial and environmental performance? The roles of TMT heterogeneity and ownership", *Technological Forecasting and*