مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و سوم، شماره هفت، مهرماه ۱۴۰۰(۹۷-۸۱)

رتبه‌بندی شاخص‌های استقرار مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت سلولزی با استفاده از روش ترکیبی EDAS-SEM

مجید نیلی احمدآبادی[1*]

Nili2536@gmail.com

امیدعلی عادلی[2]

محمد چراغی[3]

تاریخ دریافت: ۹۹/۵/۱۷ **تاریخ پذیرش: ۹۹/۷/۲۲**

چکیده

زمینه و هدف: صنایع سلولزی ارتباط تنگاتنگی با جنگل‌ها و منابع طبیعی دارند و از طرف دیگر، مواد شیمیایی مورد استفاده در آن‌ها گاهی به طبیعت منتقل می‌شوند. از این‌رو می‌توانند به دوگونه محیط زیست را تحت تاثیر قرار دهند و لذا نیاز مبرمی به مدیریت با رویکرد سبز به ویژه در زمینه زنجیره تامین دارند. نیل به این مهم از طریق یافتن موثرترین عوامل پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تامین سبز در این صنعت امکان‌پذیر است، که این کار در این تحقیق انجام پذیرفته است. در تحقیقات مشابه قبلی غالباً وزن عوامل یکسان در نظر گرفته شده است و به‌علاوه، هنگام جمع‌آوری داده، وزن مصاحبه‌شوندگان نیز یکسان تلقی گردیده است. در این مقاله با بکارگیری روش‌های EDAS-SEM هر دو مشکل رفع گردیده و رتبه‌بندی معتبرتری درباره عوامل تشکیل‌دهنده مدیریت زنجیره تامین سبز در صنایع سلولزی ارائه شده است. این مطالعه با هدف ارائه مدل مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت سلولزی، شامل عوامل شفاف و وزن‌های دقیق انجام شده است به‌نحوی که با استفاده از آن هم بتوان عملکرد مدیران را در این حوزه اندازه‌گیری کرد و هم موثرترین عوامل را برای ارتقا در آینده به مدیران پیشنهاد داد.

روش‌بررسی: این پژوهش در نحوه جمع‌آوری داده‌ها کیفی و پیمایشی و در پردازش آن‌ها کمّی است. از لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ روش، آمیخته است. روش مدل‌سازی و تحلیل عبارتند از آنتروپی، EDAS,SEM. جامعه آماری ۶۳ نفر مدیران صنایع تولید محصولات سلولزی قم است که پرسشنامه در سال ۱۳۹۸ برای همگی آن‌ها ارسال گردید و ۵۵ مورد تکمیل شد. لذا روش نمونه‌گیری، نمونه در

۱- استادیارگروه مدیریت دانشگاه قم، ایران. * (مسوول مکاتبات)

۲- استادیارگروه اقتصاد دانشگاه قم، ایران.

۳- کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه قم، ایران.

دسترس است. ابزار جمع‌آوری داده‌ها، پرسشنامه و ابزار تحلیل داده‌ها، تحلیل عاملی تاییدی با رویکرد حداقل مربعات جزئی و نرم افزار SmartPLS3 است. برای محاسبات مربوط به آنتروپی و ایداس از Excel استفاده شد.

یافته‌ها: مهم‌ترین شاخص‌های عملکرد زنجیره تأمین سبز در صنایع محصولات سلولزی قم عبارتند از انتخاب تأمین‌کنندگان با معیارهای زیست‌محیطی، تعیین الزامات زیست‌محیطی برای خرید اقلام و ممیزی انطباق با مقررات زیست‌محیطی. همچنین وزن مدیران با در نظر گرفتن ویژگی‌های نخبگی، با یکدیگر متفاوت است. این یافته‌ها برای سایر صنایع سلولزی قابل تعمیم است.

بحث و نتیجه‌گیری: مدل ارائه شده می‌تواند برای آینده‌ای بهتر در مدیریت زنجیره تامین سبز صنایع سلولزی از طریق ارزیابی عملکرد مدیران در رده‌های ارشد و میانی در سطوح سازمانی و واحد، مورد استفاده قرار گیرد. همچنین برای شناسایی مهم‌ترین فاکتورها در هر سطح و تخصیص منابع آتی سازمان به آن‌ها نیز می‌توان از دستاوردهای این تحقیق بهره‌برداری نمود.

واژه‌های کلیدی: صنعت سلولز، مدیریت زنجیره تأمین سبز، آنتروپی شانون، ایداس، تحلیل عاملی.

J. Env. Sci. Tech., Vol 23, No. 7, October, 2021

Ranking of Indicators of Green Supply Chain Management in the Cellulose Industry Using EDAS-SEM Method

Majid Nili Ahmadabadi[1*]
Nili2536@gmail.com
Omid Ali Adeli[2]
Mohammad Cheraghi[3]

Admission Date:October 13, 2020 Date Received: August 7, 2020

Abstract

Background and Objective: Cellulose industries are closely related to forests and natural resources, and on the other hand, the chemicals used in them are sometimes transferred to nature. Therefore, they can affect the environment in two ways and therefore have an urgent need for management with a green approach, especially in the field of supply chain. Achieving this is possible by finding the most effective factors in implementing green supply chain management in this industry, which has been done in this research. In previous similar studies, the weight of the same factors has often been considered, and in addition, the weight of the interviewees has been considered the same when collecting data. In this paper, both problems have been solved by using EDAS-SEM methods and a more valid ranking of the components of green supply chain management in the cellulose industry has been presented.

To provide a green supply chain management model in the cellulose industry, including transparent factors and accurate weights so that it can be used to measure the performance of managers in this area and to suggest the most effective factors for future promotion to managers.

Material and Methodology: This research is qualitative and survey in how to collect data and quantitative in processing them. In terms of practical purpose and in terms of method, it is mixed. Modeling and analysis methods include entropy, EDAS, SEM. The statistical population is 63 managers of Qom cellulose production industries, for whom a questionnaire was sent in 2019, and 55 were completed. Therefore, sampling method, sample is available. Data collection tool is a questionnaire and data analysis tool is confirmatory factor analysis with partial least squares approach and SmartPLS3 software. Excel was used for entropy and EDAS calculations.

Findings: The most important indicators of green supply chain performance in Qom cellulose products industries are selecting suppliers with environmental criteria, determining environmental requirements for purchasing items and auditing compliance with environmental regulations. Also, the weight of managers varies according to the characteristics of the elites. These findings can be generalized to other cellulose industries.

1- Assistant Professor, Department of Management, University of Qom, Iran *(Corresponding Author)
2- Assistant Professor, Department of Economics, University of Qom, Iran
3- Master of Industrial Management, Qom University, Qom, Iran

Discussion and Conclusion: The proposed model can be used for a better future in the management of the green supply chain of cellulose industries by evaluating the performance of managers in senior and middle levels at the organizational and unit levels. The achievements of this research can also be used to identify the most important factors at each level and allocate future resources to them.

Keywords: Cellulose Industry, Green Supply Chain Management, Shannon Entropy, EDAS, Factor Analysis.

مقدمه

در خلال رشد اقتصادی و پیشرفت عظیم فناوری، ضایعات منابع طبیعی، مصرف بی‌رویه منابع و همچنین ضربات وارد شده به محیط زیست خصوصاً در کشورهای با رشد سریع افزایش یافته است. دولت‌ها و صنایع ملل مختلف تلاش کرده‌اند که با ایجاد استانداردها و قوانین و مقررات این موفقیت را بهبود دهند اما تلاش‌ها ناکافی بوده و چالش بزرگ همچنان باقی مانده است (۱). پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ حدود ۹ میلیارد و تا سال ۲۱۰۰، ۱۰/۱ میلیارد نفر باشد. این رشد عظیم جمعیت، فشارهای چشمگیری بر محیط زیست و منابع ایجاد می‌کند. بنابراین، نیاز به استخراج مواد اولیه، بیشتر شده و به تبع آن تولید ضایعات نیز بیشتر خواهد شد (۲). به همین دلیل سازمان‌ها تحت فشارهای متنوع و فزاینده‌ای از طرف ذینفعان قرار دارند تا اقدامات پایداری زیست‌محیطی را در شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین خود وارد کنند (۳). از این رو انجام اقدام مناسب در مقیاس وسیع تکنولوژیک و تغییرات اجتماعی، مالی و سیاسی ضروری به نظر می‌رسد و یکی از فرآیندهایی که می‌تواند در هر سازمانی برای مدنظر قراردادن این مهم و اعمال آن در کلیه فرآیندهای کاری مؤثر واقع شود، مدیریت زنجیره تأمین (SCM) است (۴). به ادعای انجمن مدیریت زنجیره تأمین[1] (۲۰۱۹) در محیط جهانی شده امروز، شرکت‌ها در مرحله‌هایی مبتنی بر یک مجموعه محصولات و یا خدمات واحد متحد شده، قابلیت اطمینان سیستم را افزایش داده، زمان تحویل را کاهش و هزینه‌های اضافی برای مشتری نهایی را حذف کرده‌اند. که ادغام این مراحل به عنوان زنجیره تأمین شناخته می‌شود (۵).

زنجیره تأمین شبکه‌ای است که تمام فعالیت‌های مرتبط با جریان و تبدیل کالاها از مرحله ماده خام به محصول نهایی و نیز جریان اطلاعاتی مرتبط با آن را شامل می‌شود (۶). مدیریت زنجیره تأمین، مدیریت و هماهنگی یک شبکه پیچیده از فعالیت‌های درگیر در ارائه محصول نهایی به مشتری است. فراتر از این تعریف، با اضافه کردن کلمه سبز، مدیریت زنجیره تأمین سبز (GSCM)، که اشاره به تدارکات سبز، تولید سبز، توزیع سبز و لجستیک معکوس دارد، معرفی می‌گردد. ایده مدیریت زنجیره تأمین سبز، از بین بردن یا به حداقل رساندن ضایعات (انرژی، تولید گازهای گلخانه ای، مواد شیمیایی خطرناک، مواد زائد جامد) در امتداد زنجیره تأمین است (۴).

از زمان انقلاب زنجیره تأمین در دهه ۱۹۹۰، چارچوب مدیریت محیط زیست در شرکت‌ها تغییر کرد. اهداف پایداری به هسته اصلی نگاه بسیاری از سازمان‌ها تبدیل شد و شرکت‌ها متوجه شدند که ادغام شیوه‌های مدیریت زیست‌محیطی در تمام بخش‌های سازمان برای رسیدن به بهترین نتیجه ضروری است و ایجاد دوستی با محیط زیست نه تنها در مورد هزینه‌های حمل بلکه به منظور ایجاد ارزش برای تجارت و بهبود عملکرد مالی است (۷). به همین دلیل مدیریت زنجیره تأمین سبز استراتژی مهمی برای شرکت‌ها است که موجب بهبود عملکرد زیست‌محیطی و اقتصادی همزمان با کاهش خطرات زیست-محیطی و افزایش بهره‌وری اقتصادی می‌شود. با این حال مدیریت زنجیره تأمین سبز هنوز هم یک مفهوم جدید است و به‌ویژه توسط شرکت‌های کوچک و متوسط به طور گسترده مورد استفاده قرار نگرفته است. به عنوان مثال تولیدکنندگان جهانی محصولات تولیدی و بیشتر شرکت‌های تولیدی در چین هنوز در مراحل اولیه یادگیری شیوه‌های زیست محیطی قرار

1-Council of Supply Chain Management

دارند (۸). محصولاتی که بطـور مسـتقیم از منـابع طبیعـی بـه عنوان ورودی استفاده می‌کنند بیشتر نیازمند آنند که بـه روش سبز مدیریت شوند. بکارگیری مواد شیمیایی متنـوع در صـنایع سلولزی باعث ایجاد پساب‌ها و ضایعاتی می‌شود که برای محیط زیست زیان آورند. لذا مدیریت زنجیره تـامین سـبز در ایـن‌جـا اهمیت دوچندان می‌یابد. ایجاد ارتباط مناسـب بـین صـنعت و محیط زیست بگونه‌ای که کمترین زیان به محـیط زیسـت وارد شود مستلزم اقداماتی است که برخی با عنوان مـدیریت سـبز و برخی تحت عناوین حفظ محیط زیسـت در مطالعـات مختلـف آورده شده‌اند.

برخی از این اقدامات به محصـول و طراحـی آن ارتبـاط دارنـد. طراحی محصولاتی که بتوانند با مصرف مواد یا انـرژی کمتـری کار کنند (۹)، طراحی محصول به نحوی که پس از خرابی قابل بازیافت یا تعمیر باشد (۸)، طراحی محصولات یا فرایندهایی که بتوانند بجای استفاده از مواد سمی و مضر برای محیط زیسـت، از مواد دوستدار محیط استفاده کنند (۱۰) و در نهایت، طراحی محصولاتی که زباله کمتری تولید می‌کننـد و یـا منـابع ورودی کمتری برای کار نیاز دارند (۱۱)، در این دسته از اقدامات قـرار می‌گیرند. برخی دیگر به مـدیریت سـبز سـازمان اشـاره دارنـد. تعیـین اهـداف و ارزش‌هـای زیسـت‌محیطـی بـرای سـازمان و کارکنان (۱۲)، هدفگذاری‌هـای بلندمـدت و میـان‌مـدت بـرای کـاهش انتشـار کـربن (۱۲)، نظـارت و ممیـزی انطبـاق بـا استانداردهای زیست‌محیطی (۱۳)، تدوین، اجرا و مستندسـازی برنامه اقدامات اصلاحی در راسـتای حفـظ محـیط زیسـت (۹)، تعهـد و حمایـت مـدیران ارشـد بـرای اجـرای GSCM (۱۱)، آموزش و تعهد مدیریت سـطح میانـه و کارکنـان بـرای اجـرای GSCM (۱۳)، اخـذ و اجـرای گواهینامـه ISO 14001 و استانداردهای مشابه آن (۷)، ارائه آموزش‌های زیست‌محیطـی و مدیریت کربن و آلاینده‌ها (۱۲)، همگی به اقدامات مدیریتی در این زمینه توجه دارند. برخی محققـین بـه خریـد سـبز توصـیه کرده‌اند. این مفهوم شامل تعیین الزامات زیسـت‌محیطـی بـرای خرید اقلام (۱۴)، انتخاب تـأمین‌کننـدگان بـا در نظـر گـرفتن معیارهای زیست‌محیطـی (۱۵)، خریـد مـواد اولیـه سـازگار بـا محیط زیست (۱۶)، فشار بر تأمین‌کننده بـرای انجـام اقـدامات زیست‌محیطـی (۱۲)، اسـتفاده از برچسـب زیسـت‌محیطـی بـر محصولات (۱۳)، می‌باشـد. ایـن اقـدامات از جـنس شـرایط یـا ضوابطی هستند که توسط سازمان برای تامین‌کننده وضع مـی-شود.

تمرکز بر خط تولید و سازگارسازی آن بـا محـیط زیسـت یکـی دیگر از فاکتورهایی است که محققان بدان پرداخته‌اند. اسـتفاده از سیستم یا فرایند جهت کنترل مواد آسیب‌زا (۱۵)، استفاده از فناوری کارآمد جهـت کـاهش مصـرف انـرژی (۹)، اسـتفاده از سیستم / فرآیند برای به حداقل رساندن ضایعات در حین تولید (۱۲)، تولید مجدد و تولید ناب (۱۰)، تولید پاک (۱۵)، استفاده بهتر از ظرفیت (۱۶)، هزینه‌های پایین‌تـر مـواد اولیـه، افـزایش بهره‌وری تولید و بهبود تصویر شرکت (۹)، راهکارهایی است که برای این کار به آن‌ها پرداخته شده است. بسته‌بندی سبز شامل بسته‌بندی سازگار با محـیط زیسـت (۱۶) و بسـته‌بنـدی قابـل بازیافت و استفاده مجدد (۱۲) نیز در ایـن زمینـه مطـرح شـده است. همچنین مفاهیمی مانند انبارداری سـبز (شـامل کـاهش سطح موجودی (۱۰)، فروش موجودی‌هـا و مـواد اضـافی (۱۳)، فروش تجهیزات سرمایه‌ای اضافی (۱۵))، لجستیک سبز (شامل حمل و نقل سازگار با محیط زیست (۱۶)، استفاده از سـوخت-های سبز مانند مقدار گوگرد کم و سوخت‌های جایگزین ماننـد گاز طبیعی مایع (۱۰)) و لجستیک معکوس (شـامل فـروش یـا استفاده مجدد از قطعات یا اجزاء استفاده شده (۹) و جایگزینی موارد منسوخ یا قدیمی در حال استفاده (۱۰))، برای سـازگاری صنعت و محیط زیست مورد توجه قرار گرفته‌اند.

چگـونگی همکـاری بـا تـأمین‌کننـدگان و مشـتریان از دیگـر موضوعاتی است که برای حفظ محـیط زیسـت توسـط صـنعت مورد عنایت محققین قرار گرفته است. مشارکت تأمین‌کنندگان در برنامه‌ریزی و طراحی می‌تواند باعث استفاده از مواد مناسب-تر/کمتر/کم خطرتر در تولید محصولات شود (۷). بـه اشـتراک-گذاری اهداف GSCM با تأمین‌کنندگان و فروشندگان (۹)، به اشتراک‌گذاری تکنیک‌ها و دانش مدیریت محیط زیست با آن‌ها (۱۰)، نظارت بـر وضـعیت انطبـاق زیسـت محیطـی و اقـدامات

عملیاتی تأمین‌کنندگان (۷)، همکاری با تأمین‌کنندگان در مدیریت جریان معکوس مواد و بسته‌بندی (۱۰)، ابلاغ اهداف پایدارسازی به تأمین‌کنندگان (۱۰)، بازخورد مشتری برای طراحی زیست محیطی (۱۷) و همکاری مشتری برای تولید پاک‌تر (۸)، در این زمره‌اند.

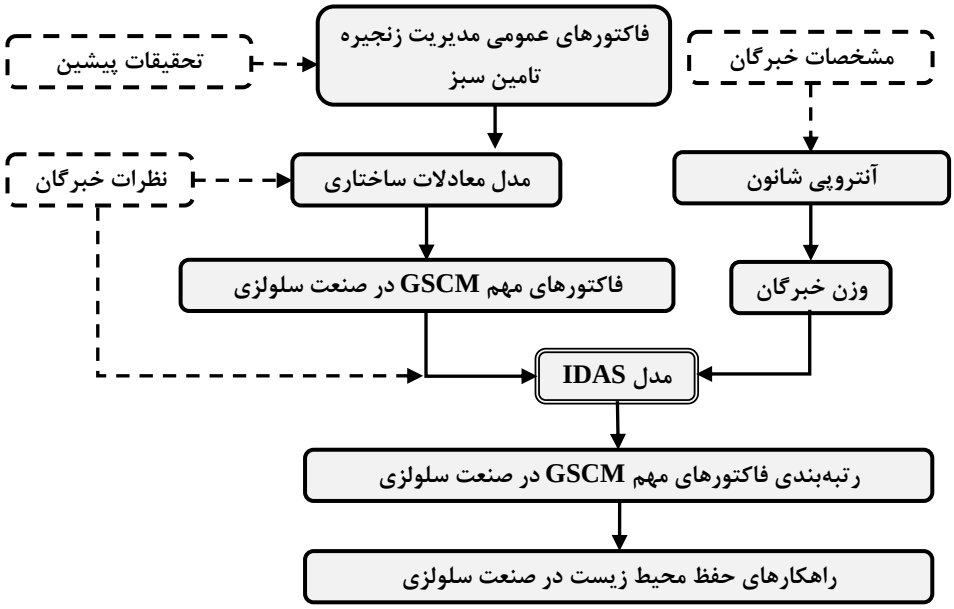
شارما و همکاران (۲۰۱۷) تمرکز بر عملکرد اقتصادی را با حفظ محیط زیست مرتبط می‌دانند. به این صورت که فاکتورهایی مانند کاهش هزینه مصرف انرژی، تلاش برای ایجاد نوآوری، کاهش هزینه دفع زباله، کاهش خسارت‌های زیست‌محیطی، افزایش درآمد شرکت، کاهش هزینه‌های مرتبط با خدمات و افزایش سهم بازار با حفظ محیط زیست رابطه مثبت دارند. در این زمینه رستم‌زاده و همکاران (۲۰۱۵) به رابطه عملکرد عملیاتی و محیط زیست پرداخته‌اند. بهبود در استفاده از ظرفیت، کاهش زمان تحویل، ارتقاء کیفیت و تصویر برند، ارتقاء روابط عمومی و افزایش وفاداری به برند از دید این محققین می‌توانند منجر به مدیریت زنجیره تامین سبز در سازمان شوند. مارتینز و ماتیاژاگان (۲۰۲۰) به عملکرد زیست‌محیطی پرداخته‌اند. فاکتورهایی نظیر قابلیت GSCM در کاهش انتشار کربن، اثربخشی سیستم در جهت کاهش آلاینده‌های آب و جامد و کاهش مواد مضر و سمی با اجرای GSCM از این قبیل‌اند.

در پژوهش رستم‌زاده (۲۰۱۵) که با هدف ارزیابی شاخص‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز در یک شرکت تولیدکننده لب‌تاب در مالزی انجام شد، ۲۹ شاخص زنجیره تأمین سبز در قالب ۶ بعد شناسایی شدند و نتایج رتبه‌بندی ابعاد نشان داد که طراحی زیست‌محیطی در رتبه اول قرار دارد. به همین ترتیب، تولید سبز - خرید سبز - بازیافت سبز - حمل و نقل سبز و انبارداری سبز در رتبه‌های بعدی قرار دارند و در میان شاخص-ها، طراحی محصول برای استفاده مجدد، بازیافت و غیره در اولویت اول قرار دارد. در تحقیق هسو و هو (۲۰۰۸) که شاخص‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز را در صنعت الکترونیکی در تایوان اولویت‌بندی کرده است، شاخص "ایجاد بانک اطلاعاتی زیست‌محیطی" به عنوان مهم‌ترین شاخص در اولویت اول قرار گرفت. شارما و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که بعد مدیریت زیست‌محیطی داخلی مهم‌ترین شاخص مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت کشاورزی است. مادیاتی و همکاران (۲۰۱۸) مدیریت زنجیره تامین سبز را از ابتدا تاکنون مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها برای دستیابی به این پدیده و حفظ محیط زیست بطور کلی، سه موضوع منابع، تولید و بازیافت را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این بررسی سایر شاخص‌ها در سه دسته مذکور دسته‌بندی شده‌اند و نتیجه نشان داده که تولید و بازیافت تاثیر بیشتری بر حفظ محیط زیست دارند (۷). مارتینز و ماتیاژاگان (۲۰۲۰) به بررسی روش-ها و روند مدیریت زنجیره تامین سبز در صنایع تولیدی پرداخته‌اند. نتیجه تحقیق آن‌ها نشان داد که جنبه‌های مهندسی تولید محصول نظیر طراحی و ساخت، بر سلامت محیط زیست تاثیرگذار است.

تحقیق حاضر به دنبال شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنایع تولید محصولات سلولزی قم است. هدف تحقیق این است که شاخص‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنایع تولید محصولات سلولزی مشخص شوند و همچنین مشخص شود هر یک از این شاخص‌ها در این صنعت از چه اولویت بندی برخوردار است. این موضوع می‌تواند باعث شود فاکتورهایی که حداکثر تاثیر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در این صنعت دارند مشخص شوند و با بهبود آن‌ها آسیب کمتری توسط این صنعت به محیط زیست قم وارد آورد.

روش تحقیق

جامعه آماری پژوهش حاضر را مدیران و کارشناسان صنایع تولید محصولات سلولزی قم و اساتید دانشگاهی فعال در زمینه زنجیره تأمین سبز تشکیل داده‌اند (۱۰ استاد دانشگاه، ۴ مدیر و ۶ کارشناس در صنایع سلولزی). روش نمونه‌گیری در این پژوهش به صورت قضاوتی و هدفمند و زمان تحقیق در سال ۱۳۹۸ بوده است. فرایند تحقیق در شکل زیر نشان داده شده است:



شکل ۱- فرایند تحقیق

Figure 1 .Research process

جدول ۱- شاخص ها و ابعاد ارزیابی عملکرد مدیریت زنجیره تامین سبز

Table 1. Indicators and dimensions of green supply chain management performance evaluation

شاخص اصلی	زیرشاخص / منبع	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
طراحی زیست-محیطی	۱- طراحی محصول برای کاهش مصرف مواد / انرژی			❊	❊	❊	❊	❊			❊	
	۲- طراحی محصول برای استفاده مجدد، بازیافت و غیره		❊	❊	❊	❊		❊			❊	
	۳- طراحی برای کاهش استفاده از مواد مضر / سمی			❊	❊	❊	❊	❊			❊	
	۴- طراحی با تمرکز بر کاهش مصرف منابع و تولید زباله					❊	❊			❊		
مدیریت زیست-محیطی	۱- تعیین اهداف زیست‌محیطی و کاهش انتشار کربن			❊	❊		❊					
	۲- نظارت و ممیزی انطباق با محیط زیست			❊	❊			❊				
	۳- فرآیند مستند برای اجرای برنامه اقدام اصلاحی			❊								
	۴- تعهد مدیریت ارشد برای اجرای *GSCM*			❊		❊	❊	❊				❊
	۵- تعهد مدیریت سطح میانه برای اجرای *GSCM*			❊				❊				
	۶- گواهینامه *ISO 14001*	❊	❊	❊	❊	❊		❊		❊		
	۷- ارائه آموزش‌های زیست‌محیطی و مدیریت کربن				❊		❊					
خرید سبز	۱- تعیین الزامات زیست محیطی برای خرید اقلام						❊		❊			❊

	۲- انتخاب تأمین‌کنندگان با در نظر گرفتن معیارهای زیست‌محیطی		❊		❊		❊	❊	❊	❊	❊	❊
	۳- خرید مواد اولیه سازگار با محیط زیست				❊				❊		❊	
	۴- فشار بر تأمین‌کننده برای انجام اقدامات زیست-محیطی				❊		❊		❊		❊	
	۵- برچسب زیست محیطی بر محصولات			❊				❊	❊			
تولید سبز	۱- استفاده از سیستم / فرایند کنترل مواد خطرناک			❊	❊					❊		
	۲- استفاده از فناوری کارآمد جهت کاهش مصرف انرژی			❊			❊					
	۳- استفاده از سیستم / فرآیند برای به حداقل رساندن ضایعات در حین تولید			❊	❊		❊					❊
	۴- تولید مجدد و تولید ناب			❊								❊
	۵- تولید پاک‌تر			❊			❊			❊		❊
	۶- استفاده بهتر از ظرفیت			❊								❊
	۷- هزینه‌های پایین‌تر مواد اولیه، افزایش بهره‌وری تولید و بهبود تصویر شرکت			❊	❊							
بسته‌بندی سبز	۱- بسته‌بندی سازگار با محیط زیست			❊								❊
	۲- بسته‌بندی قابل بازیافت و استفاده مجدد			❊			❊					
انبارداری سبز	۱- کاهش سطح موجودی			❊								❊
	۲- فروش موجودی‌ها / مواد اضافی			❊		❊		❊		❊	❊	❊
	۳- فروش تجهیزات سرمایه‌ای اضافی			❊		❊		❊		❊	❊	❊
لجستیک سبز	۱- حمل و نقل سازگار با محیط زیست			❊								❊
	۲- استفاده از سوخت‌های سبز و سوخت‌های جایگزین مانند گاز طبیعی مایع			❊								❊
لجستیک معکوس	۱- فروش یا استفاده مجدد از قطعات یا اجزاء استفاده شده			❊	❊							
	۲- جایگزینی موارد منسوخ یا قدیمی در حال استفاده			❊			❊					
همکاری با تأمین‌کنندگان و مشتریان	۱- مشارکت تأمین‌کننده در برنامه‌ریزی / طراحی	❊		❊	❊							
	۲- اشتراک‌گذاری اهداف *GSCM* با تأمین کنندگان و فروشندگان				❊							
	۳- به اشتراک‌گذاری تکنیک‌ها و دانش مدیریت محیط زیست با تأمین‌کنندگان			❊								
	۴- نظارت بر وضعیت انطباق زیست محیطی و اقدامات عملیاتی تأمین‌کنندگان	❊		❊								

	۵- همکاری با تأمین‌کنندگان در مدیریت جریان معکوس مواد و بسته‌بندی				*							
	۶- ابلاغ اهداف پایدارسازی به تأمین‌کنندگان				*							
	۷- بازخورد مشتری برای طراحی زیست محیطی			*		*		*	*		*	
	۸- همکاری مشتری برای تولید پاک‌تر	*	*	*		*		*			*	
عملکرد اقتصادی	۱- کاهش هزینه مصرف انرژی			*								
	۲- تلاش برای ایجاد نوآوری			*								
	۳- کاهش هزینه دفع زباله			*								
	۴- کاهش خسارت‌های زیست‌محیطی			*								
	۵- افزایش درآمد شرکت			*								
	۶- کاهش هزینه‌های مرتبط با خدمات و افزایش سهم بازار			*								
عملکرد عملیاتی	۱- کاهش زمان تحویل			*							*	
	۲- بهبود در استفاده از ظرفیت			*								
	۳- ارتقاء کیفیت و تصویر برند			*								
	۴- ارتقاء روابط عمومی			*								
	۵- افزایش وفاداری به برند			*								
عملکرد زیست محیطی	۱- قابلیت *GSCM* در کاهش انتشار کربن		*	*	*							
	۲- اثربخشی سیستم در جهت کاهش آلاینده‌های آب و جامد			*								
	۳- کاهش مواد مضر و سمی با اجرای *GSCM*		*	*								

نتیجه اجرای گام اول یعنی شناسایی شاخص‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز، در جدول ۱ آورده شده است. بر این اساس پرسشنامه تحقیق طراحی گردید. مقدار آلفای کرونباخ برابر ۰/۹۰۲ محاسبه گردید که نشان‌دهنده سطح مطلوب پایایی پرسشنامه است.

سپس خبرگان نهایی با توجه به معیارهای (تحصیلات، سابقه کار، سوابق مدیریتی و تعداد پژوهش‌های انجام شده توسط خبره در زمینه زنجیره تأمین سبز) و با استفاده از تکنیک آنتروپی شانون وزن‌دهی شدند. این تکنیک واریانس محور است و هر چقدر یک نفر از نظر معیارهای مذکور از دیگران متمایزتر باشد، وزن بیشتری به وی اختصاص می‌یابد. تحلیل داده‌ها توسط این تکنیک در ۵ گام به شرح زیر انجام می‌شود. مرحله ۱ تشکیل ماتریس تصمیم مطابق با رابطه ۱، مرحله ۲ تشکیل ماتریس نرمال با استفاده از رابطه ۲، مرحله ۳ محاسبه مقدار آنتروپی با استفاده از رابطه ۳، مرحله ۴ محاسبه درجه انحراف هر شاخص با استفاده از رابطه ۴ و در نهایت محاسبه وزن‌ها با استفاده از رابطه ۵.

$$X = \left[X_{ij} \right]_{n\times m} = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1m} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nm} \end{pmatrix} \quad (۱)$$

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} X_{ij}} \quad (۲)$$

$$E_j = -K\sum_{i=1}^{m}\left(P_{ij} \times \ln P_{ij} \right) \quad (۳)$$

$$d_j = 1 - E_j \quad (۴)$$

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j} \quad (۵)$$

a_{ij} نمره‌ای است که گزینه i از شاخص j دریافت می‌کند. گزینه‌ها افراد هستند و شاخص‌ها مدرک تحصیلی، سابقه کار و غیره که توسط آن‌ها افراد با هم مقایسه می‌شوند و فردی می‌تواند وزن بیشتری را به خود اختصاص دهد که بتواند نمره بیشتری از این شاخص‌ها کسب کند.

در ادامه برای اولویت‌بندی فاکتورهای مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت سلولزی قم، از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره ایداس[1] استفاده شد. در این‌جا مساله آن است که با استفاده از شاخص‌های مختلف (در این تحقیق یعنی نظر افراد مختلف) چگونه می‌توان بهترین گزینه (در این تحقیق یعنی موثرترین فاکتور مدیریت زنجیره تامین سبز) را مشخص کرد و یا گزینه‌ها را رتبه‌بندی کرد. تکنیک ایداس یا ارزیابی بر مبنای فاصله از راه‌حل میانگین اولین بار توسط کشاورز و قربانی (۲۰۱۵) ارائه شد. در تکنیک ایداس بهترین راه‌حل مربوط به فاصله از راه‌حل میانگین است. در این روش نیازی به محاسبه ایده‌آل مثبت و منفی نیست بلکه دو معیار برای ارزیابی مطلوب بودن گزینه‌ها در نظر گرفته می‌شوند: اول اندازه‌گیری فاصله مثبت از میانگین و دوم فاصله منفی از میانگین است. این اقدامات می‌تواند تفاوت بین هر گزینه و راه‌حل متوسط را نشان دهد. ارزیابی گزینه‌ها با توجه به ارزش بالاتر فاصله مثبت از میانگین و مقادیر پایین‌تر فاصله منفی از میانگین صورت می‌گیرد. مقادیر بالاتر فاصله مثبت از میانگین و یا مقادیر کمتر فاصله منفی از میانگین نشان دهنده این است که آن گزینه بهتر است (۱۸). مراحل تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط تکنیک ایداس در ۶ گام به شرح زیر انجام می‌شود.

در گام اول ماتریس تصمیم مطابق با رابطه ۱ تشکیل می‌شود. در گام دوم با استفاده از رابطه ۶ ماتریس میانگین برای تمامی معیارها به‌دست می‌آید. در گام سوم ماتریس فاصله مثبت از میانگین و ماتریس فاصله منفی از میانگین با استفاده از روابط ۷ و ۸ محاسبه می‌شود. در گام چهارم فواصل مثبت و منفی موزون با استفاده از روابط ۹ و ۱۰ تعیین می‌شوند. در گام پنجم فواصل مثبت و منفی موزون برای تمامی گزینه‌ها با استفاده از روابط ۱۱ و ۱۲ بی‌مقیاس‌سازی می‌شوند. در گام ششم (آخر) امتیاز ارزیابی برای همه گزینه‌ها محاسبه و اولویت گزینه‌ها با استفاده از رابطه ۱۳ تعیین می‌شود.

$$AV_j = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_{ij}}{n} \quad (۶)$$

$$PDA_{ij} = Max\left\{\frac{0,\left(X_{ij} - AV_j\right)}{AV_j}\right\} \quad (۷)$$

$$NDA_{ij} = Max\left\{\frac{0,\left(AV_j - X_{ij}\right)}{AV_j}\right\} \quad (۸)$$

$$SP_i = \sum W_j \times PDA_{ij} \quad (۹)$$

$$SN_i = \sum W_j \times NDA_{ij} \quad (۱۰)$$

$$NSP_i = \frac{SP_i}{Max_i\left(SP_i\right)} \quad (۱۱)$$

$$NSN_i = 1 - \frac{SN_i}{Max_i\left(SN_i\right)} \quad (۱۲)$$

$$AS_i = \frac{1}{2}\left(NSP_i + NSN_i\right) \quad (۱۳)$$

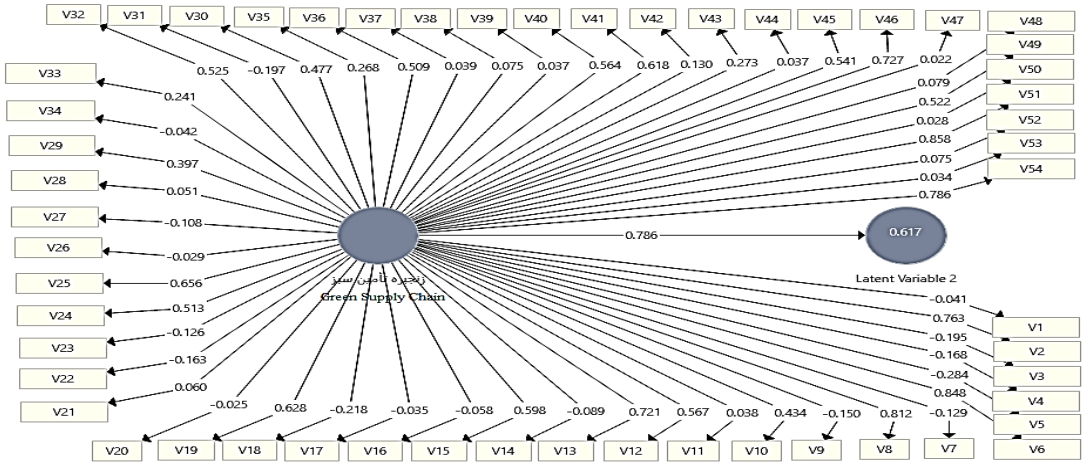
یافته‌ها

در مرحله شناسایی شاخص‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت سلولزی قم، مطابق جدول ۱، ۵۴ شاخص در قالب ۱۲ حوزه احصا گردید. در مرحله دوم جهت نهایی شدن شاخص‌های ارزیابی عملکرد مدیریت زنجیره تأمین سبز از تحلیل عاملی تأییدی با رویکرد حداقل مربعات جزئی و نرم‌افزار smart PLS3.2.9 استفاده شد. مدل استفاده شده در این مرحله همراه با خروجی مدل در شکل زیر نشان داده شده است.

معمولاً از معادلات ساختاری یا SEM برای ارتباط متغیرهایی استفاده می‌شود که هر یک دارای زیر مولفه‌هایی هستند. از آنجا که در این‌جا قصد محقق صرفاً محاسبه نقش زیرمولفه‌ها در مولفه اصلی بوده است، لذا از یک متغیر مجازی به عنوان متغیر وابسته استفاده شده است. در ادامه آزمون T برای معنی‌داری نقش متغیرها اجرا گردید. شاخص‌هایی که بار عاملی آن‌ها بیشتر از ۰/۴، آماره T آن‌ها بیشتر از ۱/۹۶ و P کمتر از

1-EDAS (Evaluation Based on Distance from Average Solution)

۰/۰۵ داشتند، جهت ادامه تحلیل‌ها مورد تأیید قرار گرفتند (انتخاب شدند). برای شاخص "حمل و نقل سازگار با محیط زیست" مقدار بار عاملی آن ۰/۳۹۷ به دست آمد که با اختلاف جزئی کمتر از ۰/۴ محاسبه شد اما آماره T آن ۲/۷۴۸ به دست آمد و از عدد ۱/۹۶ بیشتر است، که به دلیل اهمیت این شاخص، با کمی اغماض مورد تأیید قرار گرفت. جدول ۲، شاخص‌های تأیید شده نهایی را گزارش می‌کند که تعداد آن‌ها ۲۱ عامل است.



شکل ۲- مدل ساختاری و خروجی نرم‌افزار PLS

Figure 2 . Structural model and output of PLS software

جدول ۲- شاخص‌های نهایی شده ارزیابی عملکرد مدیریت زنجیره تأمین سبز

Table 2 . Final indicators for evaluating the performance of green supply chain management

کد	شاخص	نماد	بار عاملی	آماره *T*	*P*
A1	طراحی محصول برای استفاده مجدد ، بازیافت و غیره	*V2*	۰/۷۶۳	۵/۹۱۰	۰/۰۰۰
A2	نظارت و ممیزی انطباق با محیط زیست	*V6*	۰/۸۴۸	۷/۲۷۲	۰/۰۰۰
A3	تعهد مدیریت ارشد برای اجرای *GSCM*	*V8*	۰/۸۱۲	۷/۱۰۱	۰/۰۰۰
A4	گواهینامه *ISO 14001*	*V10*	۰/۴۳۴	۳/۱۰۶	۰/۰۰۲
A5	تعیین الزامات زیست‌محیطی برای خرید اقلام	*V12*	۰/۵۶۷	۳/۶۱۰	۰/۰۰۰
A6	انتخاب تأمین‌کنندگان با در نظر گرفتن معیارهای زیست‌محیطی	*V13*	۰/۷۲۱	۵/۵۹۸	۰/۰۰۰
A7	فشار بر تأمین‌کننده برای انجام اقدامات زیست محیطی	*V15*	۰/۵۹۸	۴/۳۰۹	۰/۰۰۰
A8	استفاده از سیستم / فرآیند برای به حداقل رساندن ضایعات در حین تولید	*V19*	۰/۶۲۸	۵/۳۵۶	۰/۰۰۰
A9	بسته‌بندی سازگار با محیط زیست	*V24*	۰/۵۱۳	۳/۹۴۸	۰/۰۰۰
A10	بسته‌بندی قابل بازیافت و استفاده مجدد	*V25*	۰/۶۵۶	۵/۷۴۹	۰/۰۰۰
A11	حمل و نقل سازگار با محیط زیست	*V29*	۰/۳۹۷	۲/۷۴۸	۰/۰۰۶
A12	استفاده از سوخت‌های سبز مانند مقدار گوگرد کم و سوخت‌های جایگزین مانند گاز طبیعی مایع	*V30*	۰/۴۷۷	۲/۷۰۹	۰/۰۰۷
A13	جایگزینی موارد منسوخ یا قدیمی در حال استفاده	*V32*	۰/۵۲۵	۳/۵۰۳	۰/۰۰۱
A14	نظارت بر وضعیت انطباق زیست‌محیطی و اقدامات عملیاتی تأمین‌کنندگان	*V36*	۰/۵۰۹	۲/۹۰۹	۰/۰۰۴
A15	همکاری مشتری برای تولید پاک‌تر	*V40*	۰/۵۶۴	۴/۴۷۳	۰/۰۰۰

کد	شاخص	نماد	بار عاملی	آماره T	P
A16	کاهش هزینه مصرف انرژی	*V41*	۰/۶۱۸	۵/۴۹۹	۰/۰۰۰
A17	افزایش درآمد شرکت	*V45*	۰/۵۴۱	۲/۷۶۵	۰/۰۰۶
A18	کاهش هزینه‌های مرتبط با خدمات و افزایش سهم بازار	*V46*	۰/۷۲۷	۴/۶۷۵	۰/۰۰۰
A19	ارتقاء کیفیت و تصویر برند	*V49*	۰/۵۲۲	۴/۲۱۴	۰/۰۰۰
A20	افزایش وفاداری به برند	*V51*	۰/۸۵۸	۶/۹۹۵	۰/۰۰۰
A21	کاهش مواد مضر و سمی با اجرای *GSCM*	*V54*	۰/۷۸۶	۷/۴۵۹	۰/۰۰۰

در مرحله سوم، با توجه به معیارهای تحصیلات، سابقه کار، سوابق مدیریتی و تعداد پژوهش‌های انجام شده توسط هر خبره در زمینه زنجیره تأمین سبز، با استفاده از تکنیک آنتروپی شانون و با استفاده از روابط ۱ تا ۵ به خبرگان وزن‌دهی شد. بدین معنی که با استفاده از رابطه ۱، ماتریس تصمیم مطابق جدول زیر تشکیل شد.

جدول ۳- ماتریس اولیه بر اساس مشخصات خبرگان

Table 3. Initial matrix based on experts' specifications

خبره / معیار	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
تحصیلات	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
سابقه کار	۵	۳	۴	۲	۶	۳	۵	۸	۶	۷	۹	۷	۱۰	۱۱	۸	۵	۶	۹	۷	۸
سوابق مدیریتی	۲	۲	۱	۱	۳	۱	۱	۴	۱	۴	۴	۲	۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
سوابق پژوهشی	۲	۲	۳	۲	۴	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

گام‌های بعدی مطابق با روابط ۲ تا ۵ صورت پذیرفت و در گام نهایی، وزن شاخص‌ها (خبرگان) با استفاده مطابق جدول زیر محاسبه شد.

جدول ۴- وزن‌دهی به خبرگان نهایی با استفاده از تکنیک آنتروپی شانون

Table 4. Weighting of final experts using Shannon entropy technique

خبره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
وزن	۰/۰۱۷	۰/۰۰۴	۰/۰۲۰	۰/۰۱۵	۰/۰۱۰	۰/۰۱۷	۰/۰۳۲	۰/۰۳۰	۰/۰۴۲	۰/۰۲۳	۰/۰۶۳	۰/۰۶۰	۰/۰۷۰	۰/۱۱۸	۰/۰۹۰	۰/۰۵۳	۰/۰۶۶	۰/۱۰۰	۰/۰۷۹	۰/۰۹۰

مشاهده می شود که وزن افراد با یکدیگر یکسان نیست. مثلاً خبره شماره ۱۴ با وزن ۰/۱۱۸، بیشترین وزن و خبره شماره ۲ با وزن ۰/۰۰۴، کمترین وزن را در اولویت‌بندی شاخص‌های مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت سلولزی قم دارند.

در مرحله چهارم، شاخص‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره ایداس اولویت‌بندی شدند. در گام اول پس از تکمیل پرسشنامه‌ها توسط ۲۰ نفر از خبرگان و همچنین استفاده از رابطه ۱، ماتریس تصمیم مطابق جدول شماره زیر تشکیل شد.

جدول ۵- ماتریس تصمیم بر اساس نظرات خبرگان نهایی

Table 5. Decision matrix based on the opinions of final experts

گزینه / خبره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
A1	۳	۲	۳	۲	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۳	۴	۳	۵	۲	۵	۵	۵	۴
A2	۵	۴	۵	۴	۴	۵	۴	۵	۴	۵	۴	۵	۴	۵	۴	۵	۴	۲	۵	۲
A3	۴	۴	۳	۴	۴	۳	۳	۴	۳	۳	۴	۵	۳	۵	۳	۴	۵	۲	۳	۲
A4	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۳	۳	۴	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۳	۴	۵	۴	۳
A5	۴	۳	۳	۴	۵	۵	۴	۴	۳	۵	۴	۵	۳	۵	۴	۴	۳	۵	۵	۳
A6	۵	۴	۵	۵	۵	۴	۵	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۵	۵	۴	۳	۱	۱	۵
A7	۴	۵	۴	۴	۵	۴	۴	۳	۵	۴	۳	۳	۴	۳	۴	۵	۳	۳	۳	۳
A8	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۲	۵	۳	۳	۴	۴	۳	۲	۵	۵	۳	۳	۳	۳
A9	۳	۴	۱	۳	۲	۴	۱	۴	۵	۳	۴	۲	۴	۲	۵	۵	۴	۴	۵	۵
A10	۴	۳	۵	۴	۵	۴	۵	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۴	۵	۴	۲
A11	۵	۳	۳	۴	۵	۳	۳	۲	۴	۳	۳	۵	۵	۳	۴	۳	۵	۵	۴	۴
A12	۴	۳	۳	۴	۵	۳	۲	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۳	۴	۴	۴	۵	۴	۴
A13	۵	۴	۲	۴	۵	۴	۲	۴	۴	۵	۵	۲	۵	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۲
A14	۳	۳	۱	۲	۳	۴	۳	۳	۱	۴	۴	۳	۱	۴	۲	۳	۲	۳	۱	۴
A15	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۳	۴	۵	۴	۴	۴	۲	۲	۴	۳	۴	۵	۵	۵
A16	۵	۴	۳	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۳	۵	۴	۴	۴	۴	۴
A17	۴	۴	۴	۳	۳	۳	۴	۳	۵	۳	۴	۵	۲	۵	۴	۴	۴	۵	۴	۳
A18	۴	۳	۴	۳	۵	۳	۳	۴	۵	۳	۴	۳	۴	۱	۴	۵	۵	۵	۵	۳
A19	۳	۴	۲	۳	۳	۳	۱	۴	۲	۱	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۳	۴	۴	۴
A20	۲	۴	۱	۳	۲	۴	۲	۳	۴	۱	۲	۱	۴	۳	۴	۲	۲	۱	۳	۲
A21	۲	۳	۳	۱	۲	۳	۴	۱	۵	۳	۱	۵	۲	۳	۳	۴	۱	۴	۲	۱

گام‌های دوم تا ششم مطابق روابط ۷ تا ۱۳ انجام شد و نتیجه

در قالب جدول زیر قابل مشاهده است:

جدول ۶- رتبه‌بندی عوامل مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت سلولزی قم

Table 6. Ranking of green supply chain management factors in Qom cellulose industry

شاخص	*NSPi*	*NSNi*	*ASi*	رتبه
A1	۰/۶۰۸	۰/۷۸۵	۰/۶۹۷	۶
A2	۰/۷۷۰	۰/۷۴۷	۰/۷۵۸	۳
A3	۰/۴۵۴	۰/۵۳۶	۰/۴۹۵	۱۵
A4	۰/۳۱۵	۰/۸۲۹	۰/۵۷۲	۱۴
A5	۰/۶۸۸	۰/۸۶۷	۰/۷۷۸	۲
A6	۱/۰۰۰	۰/۵۶۶	۰/۷۸۳	۱

شاخص	*NSPi*	*NSNi*	*ASi*	رتبه
A7	۰/۲۴۳	۰/۶۹۲	۰/۴۶۸	۱۶
A8	۰/۳۵۵	۰/۵۷۱	۰/۴۶۳	۱۷
A9	۰/۶۰۵	۰/۶۱۶	۰/۶۱۱	۱۲
A10	۰/۴۱۲	۰/۸۵۰	۰/۶۳۱	۱۱
A11	۰/۵۴۸	۰/۸۱۲	۰/۶۸۰	۹
A12	۰/۵۷۶	۰/۹۰۴	۰/۷۴۰	۴
A13	۰/۶۴۴	۰/۷۴۶	۰/۶۹۵	۸
A14	۰/۲۴۱	۰/۱۰۵	۰/۱۷۳	۱۹
A15	۰/۵۸۱	۰/۷۰۹	۰/۶۴۵	۱۰
A16	۰/۴۷۱	۰/۹۲۰	۰/۶۹۶	۷
A17	۰/۵۹۸	۰/۸۳۴	۰/۷۱۶	۵
A18	۰/۵۲۴	۰/۶۵۵	۰/۵۹۰	۱۳
A19	۰/۱۹۴	۰/۶۸۶	۰/۴۴۰	۱۸
A20	۰/۰۳۸	۰/۰۰۰	۰/۰۱۹	۲۱
A21	۰/۱۸۷	۰/۰۴۵	۰/۱۱۲	۲۰

مطابق جدول فوق گزینه‌ای کـه ASi بـالاتری دارد در اولویـت بالاتری قرار می‌گیرد. گزینه A6 (انتخاب تأمین‌کنندگان بـا در نظر گرفتن معیارهـای زیسـت محیطـی) بـا ۰/۷۸۳ ، بـالاترین امتیاز را به خود اختصـاص داد و بـه عنـوان مهـم‌تـرین گزینـه انتخاب شد. با وجود این، جدول فوق نشان می‌دهد کـه امتیـاز تمام معیارها بسیار نزدیک به هم است (به‌جز سه مورد آخـر) و تفاوت بسیار اندکی بین اولویت اول و اولویت‌های بعـدی وجـود دارد. در نهایت نتایج نشان داد که معیارهای "انتخـاب تـأمین-کنندگان با در نظر گـرفتن معیارهـای زیسـت‌محیطـی، تعیـین الزامات زیست‌محیطی برای خرید اقلام در رتبه دوم و نظـارت و ممیزی انطباق با مقررات زیست‌محیطی، با اختلاف بسیار اندک در اولویت‌های اول تا سـوم قـرار گرفتنـد. از آنجـا کـه انتخـاب تأمین‌کنندگان با در نظر گـرفتن معیارهـای زیسـت‌محیطـی و تعیین الزامات زیست‌محیطی برای خرید اقلام زیرگروه شـاخص خرید سبز هستند، در مدیریت و برنامه‌ریزی تولیـد محصـولات سلولزی باید به ایـن شـاخص توجـه بیشـتری شـود. همچنـین نظارت و ممیزی انطبـاق بـا مقـررات زیسـت‌محیطـی زیرگـروه شاخص خرید سبز هستند که این موضوع نیز باید مـورد توجـه قرار گیرد. هـر دو مـورد شـاخص لجسـتیک سـبز (اسـتفاده از سوخت‌های سبز و حمل و نقـل سـازگار بـا محـیط زیسـت در اولویت بالاتری قرار دارنـد کـه بـه معنـی اهمیـت داشـتن ایـن شاخص بوده و به منظور بهبود زنجیره سـبز بایـد بـه آن توجـه شود. طراحی زیست‌محیطی و عملکرد تولیدکنندگان محصولات سلولزی نیز از اهمیت بالایی برخوردارنـد. براسـاس یافتـه‌هـای تحقیق حاضر و مشکلات زیست‌محیطی ناشـی از فعالیـت‌هـای اقتصادی در صنایع مختلف، تولیدکنندگان محصولات سـلولزی بنابر وظیفه‌ای که در حفاظت از محیط زیسـت دارنـد بایـد بـه شاخص‌هایی همچـون خریـد سـبز، مـدیریت زیسـت‌محیطـی، لجستیک سبز، عملکرد اقتصادی و طراحی زیست‌محیطی توجه بیشتری نمایند. همچنین سیاست‌گـذاران اقتصـادی، مـدیران و متولیان دولتی مرتبط با تولیـد ایـن محصـولات نیـز در زمینـه نظارت و اجرای قوانین باید این شاخص‌ها را در نظر بگیرند.

بحث و نتیجه‌گیری

در کنار افزایش سطح تولید و رشد و توسعه و افزایش نسبی رفاه در دنیا، گرم شدن زمین و افزایش آلودگی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای و در نهایت تخریب محیط زیست به تهدیدی جدی برای سلامت بشر تبدیل شده است. بر این اساس حفظ محیط زیست و جلوگیری از تخریب آن از جنبه‌های مختلفی مورد توجه قرار گرفته است. مدیریت زنجیره تأمین سبز از جمله مواردی است که هم به لحاظ مدیریت اجرایی و هم به لحاظ علمی مورد توجه قرار گرفته و پژوهشگران در این زمینه مطالعاتی را انجام داده‌اند. پژوهش حاضر با هدف شناسایی و بررسی اهمیت شاخص‌های استقرار مدیریت زنجیره تأمین سبز محصولات سلولزی استان قم انجام شد. در این مطالعه ابتدا با استفاده از مطالعات قبلی و نظر خبرگان، شاخص‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز تعیین گردید و بعد از توزیع و جمع‌آوری پرسشنامه‌ها و تجزیه و تحلیل نتایج، این شاخص‌ها رتبه‌بندی شدند. در این پژوهش دو سوال اصلی مطرح شد که عبارتند از ۱) عوامل اصلی در مدیریت زنجیره تامین سبز در صنایع سلولزی قم کدامند؟ و ۲) مهم‌ترین این عوامل کدامند؟ پاسخ سوال ۱ در قالب جدول ۲ به‌صورت ۲۱ عامل و پاسخ سوال دوم در جدول ۶ آورده شده است. جدول ۷ نتیجه همخوانی یا ناهمخوانی یافته‌های این تحقیق با تحقیقات قبلی را نشان می‌دهد:

جدول ۷- مقایسه تطبیقی نتیجه تحقیق با تحقیقات قبلی

Table 7. Comparative comparison of research results with previous researches

نتیجه	تحقیق مرتبط	مشابه	مغایر
اهمیت عامل "انتخاب تأمین‌کنندگان با در نظر گرفتن معیارهای زیست‌محیطی" در GSCM صنعت سلولزی قم زیاد است.	مارتینز و ماتیاژاگان (۲۰۲۰)	*	
اهمیت عامل "تعیین الزامات زیست‌محیطی برای خرید اقلام" در GSCM صنعت سلولزی قم زیاد است.	وان محمود و همکاران (۲۰۱۳)	*	
اهمیت عامل "نظارت و ممیزی انطباق با محیط زیست" در GSCM صنعت سلولزی قم زیاد است.	اسلام و همکاران (۲۰۱۷)	*	
اهمیت عامل "نظارت بر وضعیت انطباق زیست‌محیطی و اقدامات عملیاتی تأمین‌کنندگان" در GSCM صنعت سلولزی قم زیاد نیست.	مادیاتی و همکاران (۲۰۱۸)		*
اهمیت عامل "کاهش مواد مضر و سمی با اجرای GSCM" در GSCM صنعت سلولزی قم زیاد نیست.	شارما و همکاران (۲۰۱۷)		*
اهمیت عامل "افزایش وفاداری به برند" در GSCM صنعت سلولزی قم زیاد نیست.	شارما و همکاران (۲۰۱۷)		*

یاداور می‌شود که مهم‌ترین عوامل از رتبه ۱ تا ۳ در نظر گرفته شده‌اند. همچنین ۳ رتبه آخر جدول ۶ کم اهمیت‌ترین عوامل نامیده شده‌اند و برای ۱۵ عامل دیگر اهمیت متوسطی در نظر گرفته شده است. ردیف‌های ۱ تا ۳ هر سه نشان می‌دهند که در صنایع سلولزی استان قم، می‌توان تا حد زیادی با وضع شروط و شاخص‌هایی در انتخاب و همکاری با تامین کننده، GSCM را در این صنعت بهبود بخشید. از بین آن‌ها وضع معیارهای زیست‌محیطی اهمیت بیشتری دارد و حاکی از آن است که بازار رقابت کامل در این صنعت وجود دارد. بدین معنی که این صنعت به تامین‌کننده چسبندگی ندارد و تعداد آن‌ها و شرایط بازار به‌نحوی است که می‌توان آزادانه بهترین تامین‌کننده را انتخاب کرد. رستم‌زاده و همکاران (۲۰۱۵) و

کانان و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان دادند که از طریق انتخاب درست تامین‌کننده می‌توان GSCM را ارتقا داد.

با توجه به سطر ۴ این جدول می‌توان گفت که حداقل در صنایع سلولزی قم نظارت مستقیم بر وضعیت انطباق زیست-محیطی و اقدامات عملیاتی تأمین‌کنندگان نمی‌تواند اثری بر GSCM داشته باشد. دلیل این موضوع آن است که مدیریت نتیجه‌گرا بیشتر از مدیریت فرایندگرا در این صنعت/استان رایج است. به‌علاوه در فضای داخل، بر خلاف کشورهای خارجی هنوز زمینه‌های فعالیت‌هایی بیرون از مرزهای سازمان و ورود به سازمان دیگر و رصد و کنترل فرایندهای آن مرسوم نیست. در سطر ۵ نقش کاهش مواد مضر و سمی با اجرای GSCM رد شده است. یکی از دلائل این امر ماهیت صنعت سلولزی است که در آن مواد شیمیایی خاص و غیر قابل جایگزینی استفاده می‌شود. از طرفی در صنایع داخلی بخش تحقیق و توسعه نقش فعالی ندارد و سرعت اختراع و جایگزینی مواد جدید و سبز، بسیار کند است. همچنین استفاده از این مواد در بسیاری موارد مقرون بصرفه نیست. بنابراین استقبال زیادی توسط تولیدکنندگان از این عامل نشده است. یکی دیگر از دلائل این تفاوت‌ها، صنایعی است که به عنوان مطالعه موردی انتخاب شده‌اند چراکه هیچ‌یک از صنایع انتخابی، از هر دو سوی زنجیره تامین (هم ورودی و هم خروجی) به محیط زیست آسیب وارد نمی‌کنند ولی در صنایع سلولزی چنین است.

عوامل انتهای جدول ۶ لزوماً کم‌اهمیت یا بی‌اهمیت نیستند، بلکه در این صنعت و در این مطالعه اهمیت آن‌ها کمتر از دیگر عوامل به‌دست آمده است. تعمیم‌پذیری نتایج تا صنایع سلولزی کل کشور می‌تواند در نظر گرفته شود. براساس نتایج این پژوهش و تولید محصولات سازگار با محیط زیست و جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی باید شاخص‌هایی همچون خرید سبز، مدیریت و طرای زیست‌محیطی و لجستیک سبز مورد توجه سیاست‌گذاران و تولیدکنندگان محصولات سلولزی قرار گیرد. به محققان آتی نیز توصیه می‌شود فاکتورهای GSCM صنعت سلولزی را در استان‌های دیگر بدست آورده و نتایج را با این مطالعه مقایسه کنند. نتیجه نشان خواهد داد دامنه تعمیم-پذیری این تحقیق تا چه حدی خواهد بود.

Reference

1. Ying J & Li-jun Z. Study on green supply chain management based on circular economy. Physics Procedia 2012; 25: 1682-1688.
2. Maqbool A, Khan S, Haleem A & Khan MI. Investigation of Drivers Towards Adoption of Circular Economy: A DEMATEL Approach. Recent Advances in Mechanical Engineering 2020; 147-160.
3. Fahimnia B, Sarkis J, Boland J, Reisi M and Goh M. Policy insights from a green supply chain optimization model. Int. J. Prod. Res 2014; 53(21): 6522-6533.
4. Miguel AS, Sandro AB, Bárbara IR. Evaluating the Implementation of GSCM in Industrial Supply Chains: Two Cases in the Automotive Industry, Chemical Engineering Transactions 2015; 43: 1315-1320.
5. Council of Supply Chain Management. Obtained from: http://www.cscmpspain.org/ recovered 2019 May 26.
6. JuusoTöyli S and Ojala L. Supply chain perspective on competitive strategies and green supply chain management strategies. Journal of Cleaner Production 2017;1303-1315.
7. Maditati DR, Munim ZH, Schramm HJ & Kummer S. A review of green supply chain management: From bibliometric analysis to a conceptual framework and future research directions. Resources, Conservation and Recycling 2018; 139: 150-162.
8. Martínez J and Mathiyazhagan K. Green Supply Chain Management: Evolution of the Concept, Practices and Trends. Recent Advances in Mechanical Engineering 2020; 47-56.

9. Sharma VK, Chandna P & Bhardwaj A. Green supply chain management related performance indicators in agro industry: A review. Journal of Cleaner Production 2017; 141: 1194-1208.
10. Islam S, Karia N, Fauzi FBA & Soliman M. A review on green supply chain aspects and practices. Management & Marketing 2017; 12(1): 12–36.
11. Kannan D, Jabbour ABLS, Jabbour CJC. Selecting green suppliers based on GSCM practices: Using fuzzy TOPSIS applied to a Brazilian electronics company. Eur. J. Oper. Res 2014; 233: 432–447.
12. Shang KC, Lu CS. Li S. A taxonomy of green supply chain management capability among electronics-related manufacturing firms in Taiwan. Journal of Environmental Management 2010; 91:1218-1226.
13. Zhu Q, Sarkis J & Lai K. Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation. International Journal of Production Economics 2008; 111(2): 261–273.
14. Wan Mahmood WH, Ab Rahman MN, Deros BM, Kamaruzaman J, Saptari A, Bakar A. Manufacturing Performance in Green Supply Chain Management. World Applied Sciences Journal 2013; 21: 76–84.
15. Tseng ML & Chiu ASF. Evaluating firm’s green supply chain management in linguistic preferences. Journal of Cleaner Production 2013; 40: 22–31.
16. Rostamzadeh R, Govindan K, Esmaeili A & Sabaghi M. Application of fuzzy VIKOR for evaluation of green supply chain management practices. Ecological Indicators 2015; 49: 188–203.
17. Hsu CW & Hu AH. Green supply chain management in the electronic industry. International Journal of Environmental Science & Technology 2008; 5(2): 205 –216.
18. Ali Nejad A and Khalili J. New techniques in multi-criteria decisions. Jihad University Amirkabir Branch 2017. (In Persian)
19. Keshavarz Ghorabaee M, Zavadskas EK, Olfat L & Turskis Z. Multi-criteria inventory classification using a new method of evaluation based on distance from average solution (EDAS). Informatica 2015; 26(3), 435-451.