



رتبه بندی عوامل موفقیت در زنجیره تامین سبز پایدار با استفاده از روش تصمیم گیری دیمتل و سوارا مطالعه موردی : شرکت بینا آزما سپاهان

نوشین شیرانی

گروه مهندسی صنایع، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

shiraninooshin@gmail.com

نوشین زمانی

گروه مهندسی صنایع، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

No407za@gmail.com

فرشاد کاوه

گروه مهندسی صنایع، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

Farshadkaveh@gmail.com

رویا محمدعلی پوراهری

گروه مهندسی صنایع، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

Roya.ahari@gmail.com

چکیده

موضوع زنجیره تامین و مدیریت آن یکی از موضوعات مهم در زندگی بشر می باشد. وجود مشکلات مختلف اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی سازمان ها را به سمت مدیریت زنجیره تامین سبز پایدار سوق داده است. پس از پیدایش موضوع زنجیره تامین، مسائل زیست محیطی نیز به دلیل اهمیت و داشتن محیط زیستی سالم تر، مورد توجه قرار گرفته است. بر این اساس اولویت بندی عوامل موفقیت زنجیره تامین سبز پایدار به عنوان چالش سازمان ها جهت بهبود عملکرد این بخش تلقی می گردد. این پژوهش با هدف وزن دهی و رتبه بندی عوامل موفقیت زنجیره تامین سبز پایدار با روش تصمیم گیری چند معیاره در شرکت بینا آزما سپاهان که ارائه دهنده خدمات آزمایشگاهی صنعتی می باشد انجام گردیده است. پژوهش حاضر با در نظر گرفتن عوامل موفقیت زنجیره تامین سبز پایدار در مقاله آگراوال و همکاران (2023) انجام شده است و به کمک ابزار پرسشنامه و براساس نظر خبرگان از روش سوارا جهت وزن دهی و رتبه بندی شاخص ها استفاده شده است و همچنین در راستای اثربخشی در پیاده سازی عوامل رتبه بندی شده، به روش دیمتل روابط بین این عوامل مورد تحلیل قرار گرفته است. در پایان با توجه به داده های حاصل از یک شرکت خدمات آزمایشگاهی صنعتی عامل احتیاجات مشتری به روش سوارا در رتبه نخست قرار گرفت و با در نظر گرفتن روش دیمتل عامل پایداری بیشترین تاثیر را بر روی سایر عوامل می گذارد و نیز به کمک این روش عامل های مرتبط مشخص شده اند. جهت بررسی نتایج استفاده شده است.

کلمات کلیدی: زنجیره تامین سبز، زنجیره تامین سبز پایدار، سوارا، دیمتل

مقدمه

زنجیره تامین سبز پایدار به عنوان یک مفهوم برجسته در حوزه مدیریت زنجیره تامین در عصر پایداری محیط زیست و اجتماعی، توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. درحالی که ما با تهدیدات و مسائل محیط زیستی روبرو هستیم، زنجیره تامین سبز پایدار به عنوان یک راهکار اساسی برای کاهش تأثیرات منفی زنجیره تامین بر محیط زیست و جامعه به یاد می آید. این رویکرد تمرکز خود را بر برنامه ریزی و اجرای عملیات زنجیره تامین با تأکید بر مسائل زیست محیطی و اجتماعی قرار می دهد. هدف اصلی زنجیره تامین سبز پایدار، برآورده کردن نیازهای کنونی بدون به خطر انداختن قابلیت آینده نسل های آینده است. این به معنای حفظ و بهره برداری مسئولانه از منابع طبیعی، کاهش آلودگی، بهبود کیفیت هوا و آب، مدیریت پسماندها و حفظ تنوع زیستی می باشد. علاوه بر این، زنجیره تامین سبز پایدار به ایجاد ارتباط مستدام با جوامع محلی و کمک به توسعه اجتماعی و اقتصادی آنها نیز توجه دارد. با ارتقاء شرایط کاری، احترام به حقوق انسانی و همکاری با تأمین کنندگان پایدار و اجتماعی مسئول، زنجیره تامین سبز پایدار می تواند بهبود عملکرد مالی سازمان ها را نیز به همراه داشته باشد. در نتیجه، زنجیره تامین سبز پایدار نه تنها به مشتریان و جوامع محلی سود می رساند، بلکه نقش مهمی در حفظ محیط زیست، بهبود کیفیت زندگی اجتماعی و ایجاد ارزش اقتصادی دارد.

امروزه بسیاری از شرکتهای تولیدی پیشرو، پایداری زنجیره تامین سبز را به عنوان یک استراتژی برای افزایش قدرت رقابت جهانی خود پذیرفته اند. این موضوع به خوبی روشن می باشد که روش های سنتی پایدار نمی باشند و سازمان ها باید اهداف خود را در راستای رسیدن به پایداری برآورد نمایند. لازم به ذکر است یکی از مهمترین فاکتورها برای ارتقا پایداری در سازمان مدیریت زنجیره تامین پایدار می باشد (هنری و همکاران، 1399).

مدیریت زنجیره تامین سبز را به عنوان یک زنجیره تامین یکپارچه، از خرید سبز از تأمین کننده تا ساخت و تولید، تحویل به مشتری و لجستیک معکوس بیان می کنند (Lameck & Kiarie, 2016). زنجیره ای تأمین سبز، پروسه در نظر گرفتن معیارها یا ملاحظات محیطی در تصمیمات خرید سازمانی و روابط بلندمدت با تأمین کنندگان می باشد. زنجیره ای تأمین سبز فرصت عالی برای افرادی می باشد که نگران مصرف پایدار و عملکردهای تجاری محیطی اند. از دید کلان، توجه به مسائل سبز، هم به عنوان یک مکانیسم برای بالا رفتن توانایی در طراحی محصولات سبز و هم به عنوان وسیله ای برای به وجود آوردن بازارهایی برای محصولات سبز سازگار با محیط دارای ضرورت می باشد (Khan, 2018).

مدیریت زنجیره تامین بعنوان یک عنصر بسیار حیاتی و تاثیر گذار در استراتژی های سازمان ها است و یکی از راه های مهم برای ایجاد ارزش برای مشتریان می باشد. در نظر گرفتن این بحث به خصوص در شرکت های تولیدی و سازمان ها کمک قابل توجهی به کاهش هزینه، بدست آوردن سود بیشتر، جلب رضایت مشتری، برنامه ریزی، ماندن در بازار و کسب مزیت رقابتی نسبت به سایر رقبا خواهد کرد. در این رویکرد سازمان ها به جای اینکه مجبور باشند در تمامی زمینه ها بهترین عملکرد را داشته باشند، می توانند از توانمندی های اساسی سایر سازمان ها به منظور بهینه سازی قابلیت ها و افزایش اثربخشی خود بهره گرفته و سطح رضایتمندی مشتریان را ارتقاء دهند (محمدی و همکاران، 1396).

مدیریت زنجیره تامین³ پایدار ریشه در پایداری سازمان ها دارد و شامل یک رویکرد گسترده به مدیریت زنجیره تامین است. پایداری در زنجیره تامین به معنای سوق دادن زنجیره تامین به سمت توجه به جنبه های اقتصادی، اجتماعی، و زیست محیطی و نیز رفع موانع

1 Sustainability Green Supply Chain

2 Green Supply Chain

موجود این جنبه ها در زنجیره تامین سنتی می باشد. سازمان ها باید زنجیره تامین خود را بر مبنای حفاظت از محیط زیست تغییر دهند و در کنار آن منجر به بهبود گردند و از آسیب رساندن به محیط زیست جلوگیری نمایند (سزواری و همکاران، 1400).

امروزه تضمین توسعه پایدار هر کشور منوط به حفظ و بهره گیری بهینه از منابع محدود و غیر قابل جایگزین در آن کشور می باشد لذا مدیران صنایع، به دنبال روش هایی هستند که ضمن حمایت از محیط زیست و راضی نگه داشتن مشتریان خود، عملکرد سازمان خود را افزایش دهند. از زمانی که موضوع محیط زیست با اقتصاد پیوند خورده و کشورها به این نتیجه رسیده اند که حفظ محیط زیست می تواند بهره وری را افزایش دهد؛ سازمان ها به دنبال یافتن راه کارهایی هستند تا بتوانند این اهداف را عملی کنند و این راه کارها باعث به وجود آمدن رویکردهای گوناگونی برای تحقق این آرمان ها شده که از جمله جدیدترین آن ها، رویکرد زنجیره تامین سبز می باشد (2020, 2ánchez-Flores et al

ایگاشی و همکاران (2013) یک تحقیق جامع بر روی ادبیات مدیریت زنجیره تامین سبز و پایدار انجام داده اند که عرضه کننده نقش مهمی را در ایجاد یک فرایند سبز و پایدار بازی می کند و وجود سیستم ارتباطات مناسب با عرضه کنندگان به عنوان یک اصل مهم برای بقای هر زنجیره تامین پایدار، حیاتی می باشد. نقش تولیدکننده و روابط آن با عرضه کننده ها در زنجیره های تامین سبز و پایدار مورد تاکید قرار گرفته است. نتایج پژوهش آنها نشان داد پایداری عملکرد سیستم زنجیره تامین سبز وابسته به بهبود مدیریت عملکرد تولیدکنندگان از طریق استفاده از مواد دوستدار طبیعت است (Igarashi et al, 2013).

گویندان و همکاران (2016) با ارائه یک مدل با در نظر گرفتن مسئولیت اجتماعی سازمان ها مسئولیت اجتماعی که شامل سه بعد اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی می باشد جهت انتخاب تامین کننده اقدام نموده اند. این مدل تصمیم گیری چند معیاره شامل سه فاز می باشد: فاز اول جمع آوری اطلاعات حاصل از فعالیت های مسئولیت اجتماعی به روش دلفی فازی، فاز دوم وزن دهی این داده ها و فاز سوم شامل انتخاب تامین کننده می باشد. به عنوان یک راه حل مهم در زنجیره تامین که منجر به پایداری و رقابت بین شرکت ها و سازمان ها میشود که در نتیجه مسئولیت اجتماعی سه بعد اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی را در بر میگیرد (Govindan, 2013).

هنری و همکاران (1399) یک الگوی زنجیره تامین سبز پایدار با در نظر گرفتن اثرات زیست محیطی در صنعت کاشی و سرامیک طراحی نموده اند. که این الگو براساس نظرات خبرگان مورد نظر سنجی و به کمک حداقل کردن مربعات مورد تحلیل قرار گرفته است. که با توجه به الگوی پیشنهادی، مدیران شرکتهای کاشی و سرامیک برای ورود به عرصه مدیریت سبز ابتدا به تغییر ساختار و روابط با تامین کنندگان و ماهیت عملکرد آنها پرداخته و با انتخاب تامین کنندگانی که در حوزه سبز عملکرد مناسبی داشته اند (هنری و همکاران، 1399).

آگراوال و همکاران (2023) به کمک تحقیقات انجام شده به شناسایی نه عامل موفقیت در زنجیره تامین سبز پایدار اقدام نموده اند که 189 نفر از کارکنان یک کارخانه تولیدی به آن پاسخ داده اند. و سپس به کمک روش های تاپسیس، سلسله مراتبی و دی متل این عوامل را اولویت بندی نموده اند با توجه به نتایج به دست آمده فاکتور مدیران ارشد بیشترین تاثیر را بر پایداری زنجیره تامین سبز داشته است (Agrawal et al, 2023).

شاهرودی و همکاران (1401) پژوهشی با عنوان و هدف "اولویت بندی قابلیت های محیطی مؤثر بر استراتژی های محیط خارجی با توجه به استراتژی های مرتبط با مدیریت زنجیره تامین سبز با استفاده از روش تاپسیس فازی (مورد مطالعه شرکت سیمان سپاهان)" انجام داده اند. جامعه آماری شرکت سیمان سپاهان مشتمل بر 934 نفر بوده است. ابتدا عوامل پژوهش شناسایی و سپس توسط روش تاپسیس فازی

4 Igarashi et al

5 Govindan

6 Agrawal

رتبه‌بندی شده‌اند. تعداد خیرگان نیز 24 نفر بوده که به پرسشنامه‌ها امتیاز داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که قابلیت‌های محیطی عامل ارتباط مؤثر کارخانه با سازمان محیط‌زیست رتبه اول، تجهیزات مربوط به بهبود محیط رتبه دوم و منابع فیزیکی، مربوط به بهبود محیط رتبه سوم را کسب کرده‌اند. در بخش استراتژی‌های محیط خارجی: تلاش برای به حداقل رساندن آلودگی محیطی رتبه اول، تأثیر محیط در هنگام تحویل کالا به مشتریان رتبه دوم و ارتباطات انعطاف‌پذیر با مشتریان مرتبط با محیط رتبه سوم را کسب کرده‌اند. در بخش قابلیت مدیریت زنجیره تأمین سبز ایجاد محصول معتبر، رتبه اول، قابلیت ایجاد محصول بادوام رتبه دوم و قابلیت ایجاد محصولی باکیفیت انطباق بالا رتبه سوم را کسب کرده‌اند (شاهرودی و همکاران، 1401).

شاهبندر زاده و باختر (1400) در پژوهش خود با عنوان و هدف "شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنایع با استفاده از تکنیک دیمتل" بیان نموده‌اند. در این پژوهش ابتدا با مرور ادبیات و جمع‌آوری نظرات متخصصان عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز شناسایی و سپس با استفاده از تکنیک دیمتل، تأثیر عوامل شناسایی‌شده بر یکدیگر بررسی شده است، به‌طوری‌که از ماتریس و نمودار تأثیرگذار کل نتیجه گرفته شد در میان 15 شاخص، تولید سبز از نظر تأثیرگذاری در رتبه اول و مشارکت سازمانی در رتبه دوم قرار گرفت (شاهبندر زاده و باختر، 1400).

پژوهش حاضر با درنظر گرفتن عوامل موفقیت زنجیره تأمین سبز پایدار در مقاله آگراوال و همکاران (2023) انجام شده است که این عوامل به شرح جدول شمار 1 می باشد. به کمک ابزار پرسشنامه و براساس نظر خبرگان از روش سوارا جهت وزن دهی و رتبه بندی شاخص ها استفاده شده است و همچنین در راستای اثربخشی در پیاده سازی عوامل رتبه بندی شده، به روش دیمتل روابط بین این عوامل مورد تحلیل قرار گرفته است. در پایان با توجه به داده های حاصل از یک شرکت خدمات آزمایشگاهی صنعتی جهت بررسی نتایج استفاده شده است.

جدول 1- عوامل موفقیت زنجیره تامین سبز پایدار (آگراوال و همکاران 2023)

ردیف	شاخص	ردیف	شاخص
1	تعهد مدیران ارشد(+)	6	مقررات و استانداردهای دولتی(+)
2	سازگاری با تکنولوژی و فرایندهای خرید(+)	7	آموزش(+)
3	احتیاجات مشتری(+)	8	مدیریت لجستیک معکوس(+)
4	مشارکت کارکنان(+)	9	پایداری(+)
5	تصویر برند (+)		

ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و اولویت‌بندی شاخص ها از تکنیک‌های تصمیم‌گیری سوارا و دیمتل بهره گرفته شده است. به‌منظور آشنایی بیشتر با فرآیند مقدمه‌ای از این دو روش بیان می‌گردد:

روش تصمیم‌گیری سوارا:

روش سوارا یا تحلیل نسبت ارزیابی وزن دهی تدریجی یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه که هدف آن محاسبه وزن معیارها و زیرمعیارها است. عملکرد این روش همانند روش‌های بهترین بدترین^۸، آنتروپی شانون و لینمپ^۹ می‌باشد. این روش توسط کرسولین، زادادسکاس و تورکسیس در سال 2010 معرفی شد. در این روش معیارها بر اساس ارزش رتبه‌بندی می‌شوند. در این روش به مهم‌ترین معیار رتبه یک و به کم‌اهمیت‌ترین معیار رتبه آخر داده می‌شود. مشخصه اصلی این روش، امکان برآورد کارشناسان و صاحب‌نظران در رابطه با نسبت اهمیت معیارها در فرآیند تعیین وزن آن‌ها می‌باشد. مهم‌ترین مزیت این روش در تصمیم‌گیری این است که در بعضی از مسائل، اولویت‌ها بر اساس سیاست‌های شرکت‌ها یا کشورها تعریف شده و برای رتبه‌بندی معیارها نیازی به ارزیابی نیست. در روش‌های دیگر مانند AHP یا ANP، مدل ما بر اساس معیارها و ارزیابی‌های متخصصان ایجاد شده است که بر اولویت‌ها و رتبه‌ها تأثیر می‌گذارد.

- گام‌های روش SWARA

مراحل انجام این روش به‌صورت زیر می‌باشد:

گام اول : مرتب کردن معیارها

در ابتدا معیارهای موردنظر بر اساس میزان اهمیت به ترتیب نوشته می‌شوند. مهم‌ترین معیارها در رده‌های بالاتر و معیارهای کم‌اهمیت‌تر در رده‌های پایین‌تر قرار می‌گیرند.

گام دوم : تعیین اهمیت نسبی هر معیار (S_j)

در این گام اهمیت نسبی هر معیار نسبت به معیارهای قبلی مشخص می‌شود. این مقدار با S_j نشان داده می‌شود.

گام سوم : محاسبه ضریب K_j

ضریب K_j که تابعی از مقدار اهمیت نسبی هر معیار است با استفاده از رابطه 1 محاسبه می‌شود:

$$K_j = S_j + 1 \quad (1)$$

گام چهارم : محاسبه وزن اولیه هر معیار

در این رابطه باید توجه داشت که وزن معیار نخست که مهم‌ترین معیار است برابر 1 در نظر گرفته می‌شود.

$$q_j = \frac{q_{j-1}}{K_j} \quad (2)$$

گام پنجم: محاسبه وزن نرمال نهایی

در آخرین گام از روش سوارا وزن نهایی شاخص‌ها که وزن نرمال شده نیز محسوب می‌گردد از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود. نرمال‌سازی به روش خطی ساده انجام می‌شود.

$$q_j = \frac{q_j}{\sum q_j} \quad ; j = 1 \dots n \quad (3)$$

7 Step wise Weight Assessment Ratio - SWARA

8 BWM

9 linmap

روش تصمیم‌گیری دیمتل¹⁰

روش دیمتل از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه می‌باشد که به بیان تاثیرپذیری و تاثیرگذاری معیارها بر یکدیگر و تعیین روابط بین معیارها می‌پردازد. این تکنیک توسط فونتلا و گابوس در سال سال 1971 ارائه شد. نکته مهمی که وجود دارد این است که این تکنیک رتبه بندی و یا اولویت بندی از معیارها ارائه نمی‌دهد و تنها معیارها را از نظر علت و معلولی مورد بررسی قرار می‌دهد.

- گام های دیمتل

گام اول: تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم : در این گام تاثیرگذاری معیارها دو به دو بر روی هم بررسی می‌شود. زمانیکه از دیدگاه چندمنفر استفاده می‌شود از میانگین حسابی نظرات استفاده می‌شود و M را تشکیل می‌دهیم. برای بررسی تاثیرگذاری معیارها بر روی هم از طیف کلامی جدول زیر استفاده می‌شود:

جدول شماره 3- طیف ارزیابی پرسشنامه

بی تاثیر	تاثیر خیلی کم	تاثیر کم	تاثیر زیاد	تاثیر خیلی زیاد
0	1	2	3	4

گام دوم: نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم: جهت نرمال سازی از رابطه $N=k*M$ استفاده می‌شود که در این فرمول k به صورت زیر محاسبه می‌شود. ابتدا جمع تمامی سطرها و ستون‌ها محاسبه می‌شود. معکوس بزرگترین عدد سطر و ستون k را تشکیل می‌دهد.

$$K=\frac{1}{\max \sum_{j=1}^n a_{ij}} \tag{4}$$

گام سوم: محاسبه ماتریس ارتباط کامل: ماتریس ارتباطات کل از رابطه $T=N \times (I-N)^{-1}$ محاسبه می‌شود. در این رابطه I ماتریس یکه است.

گام چهارم: ایجاد نمودار علی در این بخش جمع عناصر سطر و ستون ماتریس ارتباط کامل (T) را محاسبه می‌کنیم و به صورت زیر تحلیل می‌کنیم:

- جمع عناصر هر سطر (C) برای هر عامل نشانگر میزان تاثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل‌های سیستم است. (میزان تاثیر گذاری متغیرها). هر چه میزان این متغیر بیشتر باشد یعنی آن عامل تاثیر بیشتری دارد.
- جمع عناصر ستون (R) برای هر عامل نشانگر میزان تاثیرپذیری آن عامل از سایر عامل‌های سیستم است. (میزان تاثیرپذیری متغیرها)
- بنابراین بردار افقی $(C + R)$ میزان تاثیر و تائر عامل مورد نظر در سیستم است. به عبارت دیگر هرچه مقدار $C + R$ عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد.

- بردار عمودی (C - R) قدرت تاثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. بطور کلی اگر C - R مثبت باشد، متغیر یک متغیر علت محسوب می‌شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود.
- در نهایت یک دستگاه مختصات دکارتی ترسیم می‌شود. در این دستگاه محور طولی مقادیر C + R و محور عرضی براساس C - R می‌باشد. موقعیت هر عامل با نقطه‌ای به مختصات (C + R, C - R) در دستگاه معین می‌شود. به این ترتیب یک نمودار گرافیکی نیز بدست خواهد آمد.

جامعه و نمونه آماری تحقیق

جامعه آماری این تحقیق تعداد 9 نفر از مدیران ارشد فعال یک شرکت در حوزه خدمات آزمایشگاهی صنعتی می‌باشد. شرح خبرگانی که در این پژوهش شرکت داده شده‌اند در جدول 2 ارائه شده است.

پاسخ‌دهنده به پرسشنامه اطلاعات افراد: جدول 2

ردیف	جنسیت	سن	رشته تحصیلی	سابقه کار
1	مرد	32	دکتری	5
2	مرد	38	کارشناسی ارشد	8
3	مرد	47	کارشناسی	15
4	زن	38	کارشناسی ارشد	10
5	مرد	30	کارشناسی ارشد	5
6	مرد	32	کارشناسی ارشد	5
7	زن	35	کارشناسی	7
8	مرد	32	کارشناسی	5
9	مرد	54	کارشناسی	15

روش انجام پژوهش

گردآوری داده در این پژوهش به روش کتابخانه‌ای انجام شده است. بدین منظور که داده‌های اولیه و مطالب مربوط به بخش ادبیات پژوهش از روش کتابخانه‌ای از کتب، بررسی مجلات و داده‌های موجود در سایت‌ها و شبکه‌های اینترنتی، بررسی سندها و گزارش‌ها به دست می‌آید. این پژوهش از چهار گام تشکیل شده است و به ترتیب زیر می‌باشد: گام اول، محققین، با مطالعه ادبیات عوامل موفقیت زنجیره تأمین پایدار سبز از عوامل شناسایی شده در پژوهش آگراول و همکاران 2023 بهره گرفتند. در گام دوم بعد از انتخاب عوامل موفقیت، داده‌های اولیه توسط پرسشنامه به منظور به دست آوردن وزن و اولویت‌بندی معیارها جمع‌آوری گردید. در گام سوم نتایج به روش سوارا وزن دهی و رتبه بندی شده است و در گام چهارم در ادامه به کمک روش دیمتل جهت تحلیل روابط بین عوامل موفقیت در زنجیره تأمین سبز پایدار بررسی می‌شود. در نهایت نیز نتایج حاصل از پژوهش مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

مطالعه موردی

- بررسی نتایج داده های عددی به روش سوارا

در این بخش نتایج به دست آمده از توزیع پرسشنامه ها در میان نمونه آماری پژوهش توسط روش های ریاضی و آماری مورد بررسی و تحلیل قرار خواهند گرفت. بدین منظور از روش تصمیم گیری سوارا به منظور وزن دهی و رتبه بندی عوامل موفقیت زنجیره تأمین سبز پایدار انجام خواهد شد. و با توجه به مراحل ذکر شده در بخش 5 به رتبه بندی این عوامل پرداخته می شود.

گام اول: شناسایی عوامل موفقیت زنجیره تامین پایدار سبز

با توجه به جدول شماره 1 در بخش 1، 9 عدد عامل موفقیت زنجیره تامین پایدار سبز از مقاله آگراول و همکاران 2023 شناسایی شده

گام دوم : جمع آوری اطلاعات به کمک پرسشنامه

در این گام عوامل موفقیت زنجیره تامین پایدار سبز با در نظر گرفتن طیف لیکرت در قالب یک پرسشنامه تنظیم گردیده و در اختیار خبرگان شرکت بینا آزما سپاهان قرار گرفت. و نتایج حاصل از آن به کمک گام سوم و چهارم مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

گام سوم: وزن دهی و رتبه بندی به روش سوارا

با در نظر گرفتن اطلاعات جمع آوری شده از پرسشنامه ها، به کمک روش تصمیم گیری سوارا کلیه معیارها به شرح مراحل زیر وزن دهی و رتبه بندی گردیده است.

جدول شماره 4- ماتریس تصمیم گیری شاخص ها بر اساس روش سوارا

خبرگان	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
خبره 1	3	2	3	0	3	2	2	1	3
خبره 2	2	2	4	1	3	2	1	1	3
خبره 3	3	2	4	3	3	0	2	0	3
خبره 4	4	1	2	3	3	3	3	3	3
خبره 5	4	3	2	4	3	2	2	1	3
خبره 6	3	2	3	2	3	2	3	2	3
خبره 7	2	2	4	1	3	3	3	3	2
خبره 8	3	2	3	1	3	0	2	1	4
خبره 9	3	2	4	3	3	2	1	1	3

گام دوم : در این مرحله ماتریس تصمیم گیری شاخص ها نرمال طبق جدول شماره 5 نرمال می گردد.

جدول شماره 5- ماتریس تصمیم گیری شاخص ها بر اساس روش سوارا - نرمال شده

خبرگان	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
خبره 1	1	0,667	1	0	1	0,66	0,66	0,33	1
خبره 2	0,50	0,5	1	0,25	0,75	0,5	0,25	0,25	0,75
خبره 3	0,75	0,5	1	0,75	0,75	0	0,5	0	0,75
خبره 4	1	0,25	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
خبره 5	1	0,75	0,5	1	0,75	0,5	0,5	0,25	0,75
خبره 6	1	0,66	1	0,66	1	0,66	1	0,66	1
خبره 7	0,5	0,5	1	0,25	0,75	0,75	0,75	0,75	0,5
خبره 8	0,75	0,5	0,75	0,25	0,75	0	0,5	0,25	1
خبره 9	0,75	0,5	1	0,75	0,75	0,5	0,25	0,25	0,75

گام سوم : در این گام طبق جدول شماره 6 و 7 میانگین مجموع رتبه ها و تعیین اهمیت نسبی هر معیار برآورد گردیده است.

جدول شماره 6- محاسبه میانگین مجموع رتبه های یک شاخص

معیار	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
میانگین	0,806	0,537	0,861	0,519	0,806	0,481	0,574	0,389	0,806

جدول شماره 7- تعیین اهمیت نسبی هر معیار

معیار	C1	C3	C5	C9	C7	C2	C4	C6	C8
میانگین	0,81	0,86	0,81	0,81	0,57	0,54	0,52	0,48	0,39
S _i	0,06		0	0	0,23	0,04	0,02	0,04	0,09



جدول شماره 8- محاسبه ضریب Kj

K9	K8	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	معیار
1,09	1,04	1,02	1,04	1,23	1	1	1,06	1	K _j

جدول شماره 9- محاسبه ضریب Qj

C8	C6	C4	C2	C7	C9	C5	C1	C3	معیار
0,643	0,702	0,728	0,742	0,769	0,947	0,947	0,947	1	Q _j
0,087	0,095	0,098	0,1	0,104	0,128	0,128	0,128	0,135	وزن شاخص‌ها

نتایج حاصل از روش سوارا :

همانطور که در جدول شماره 9 نشان داده شده است شاخص شماره 3 مربوط به احتیاجات مشتری دارای بالاترین ضریب می باشد و بالاترین رتبه را به خود اختصاص داده است در نتیجه تاثیر چشم گیری بر روی زنجیره تامین سبز پایدار در صنعت شرکت خدمات آزمایشگاهی صنعتی را دارد و در مقابل شاخص مدیریت لجستیک معکوس در زنجیره تامین سبز پایدار پایین ترین رتبه را دارد.

- بررسی نتایج داده های عددی به روش دیمتل:

این مقاله پس از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی، نرمال شده، ماتریس روابط مستقیم کلی به شرح جدول شماره 10 ایجاد می شود.

جدول شماره 9- ماتریس روابط کلی

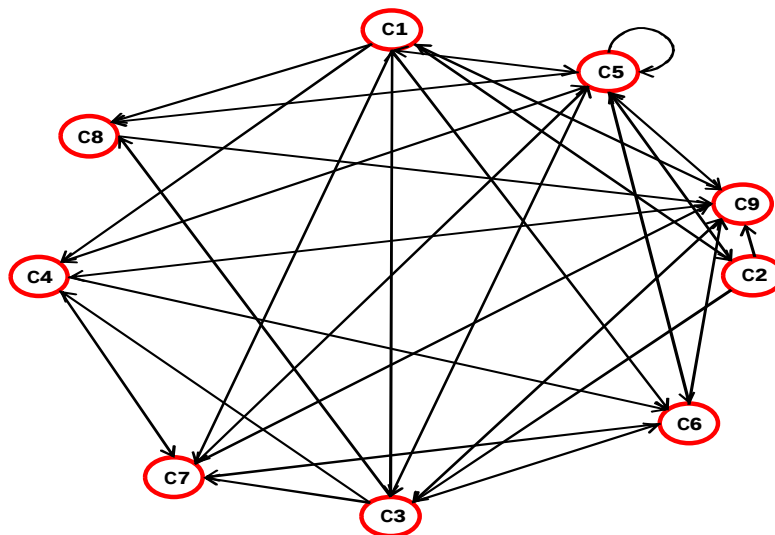
C9	C8	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	
0,37	0,16	0,25	0,23	0,38	0,2	0,393	0,271	0,27	C1
0,39	0,17	0,23	0,24	0,39	0,24	0,44	0,206	0,369	C2
0,38	0,13	0,26	0,18	0,38	0,30	0,286	0,27	0,391	C3
0,47	0,29	0,36	0,33	0,48	0,25	0,46	0,304	0,519	C4
0,46	0,21	0,31	0,29	0,35	0,38	0,44	0,357	0,503	C5
0,46	0,24	0,34	0,21	0,46	0,32	0,48	0,367	0,467	C6
0,41	0,26	0,22	0,30	0,44	0,27	0,49	0,314	0,416	C7
0,44	0,14	0,27	0,18	0,41	0,25	0,42	0,29	0,414	C8
0,322	0,14	0,26	0,27	0,43	0,33	0,41	0,302	0,439	C9

جدول شماره 10- ماتریس میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری معیارها

C9	C8	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	
3,036	2,833	3,136	3,324	3,336	3,488	2,599	2,709	2,564	R
3,729	1,834	2,54	2,284	3,754	2,577	3,882	2,639	3,795	C
6,753	4,666	5,698	5,611	7,09	6,065	6,48	5,349	6,359	C+R
-0,7	0,999	0,619	1,036	-0,42	0,91	-1,28	0,07	-1,23	R-C

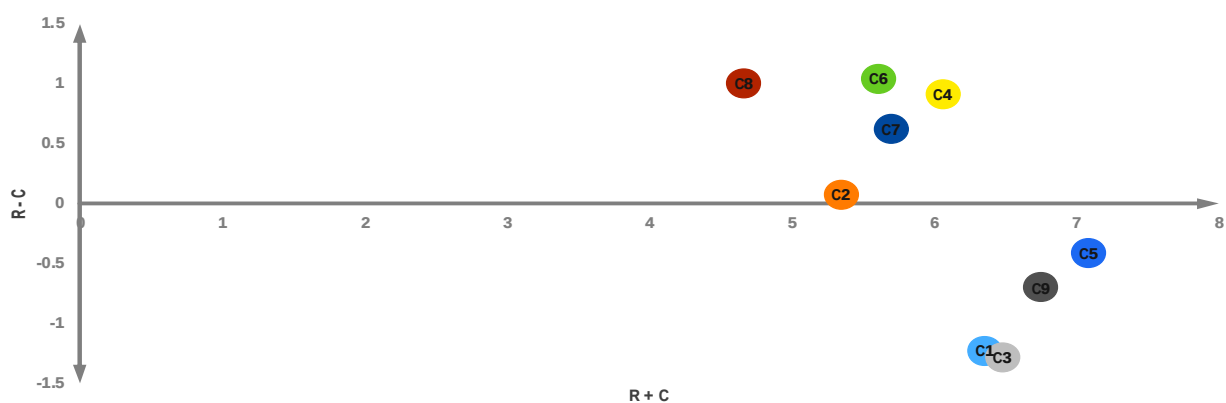
با توجه به نتایج حاصل از روش دیمتل فاکتورهای مشارکت کارکنان و تصور برند بالاترین تاثیر گذاری و تعهد مدیران ارشد و پایداری بالاترین تاثیر پذیری در زنجیره تامین سبز پایدار را دارد. همان طور که در جدول شماره 11 مشخص می باشد شاخص پایداری و احتیاجات مشتری تعامل بیشتری با سایر عوامل دیگر دارد و مقدار آن ها به ترتیب برابر با برابر با 6,48 و 6,75 می باشد.

نمودار شماره 1- نقشه روابط شبکه ای به روش دیمتل



شکل شماره 2 نمودار علت و معلول و میزان تأثیرگذاری فاکتورها با یکدیگر نشان داده شده است.

شکل شماره 1- نمودار علی



نتیجه روش دیمتل : با توجه به شکل شماره 1 شاخص های سازگاری با تکنولوژی و فرایندهای خرید، مشارکت کارکنان، مقررات و استانداردهای دولتی، آموزش و ر مدیریت لجستیک معکوس به صورت رابطه علی می باشند و شاخص های پایداری، تعهد مدیران ارشد، احتیاجات مشتری، تصویر برند به صورت رابطه معلول می باشند و در یک دسته قرار میگیرند.

نتیجه گیری

در این پژوهش به بررسی و رتبه بندی نه عامل موفقیت زنجیره تامین سبز پایدار در یک شرکت خدمات آزمایشگاهی صنعتی به روش سوارا و دیمتل انجام شده است. براساس نتایج به دست آمده از روش سوارا ، احتیاجات مشتری بالاترین رتبه را به خود اختصاص داده است و عامل مدیریت لجستیک معکوس پایین ترین رتبه را دارا می باشد. در ادامه به کمک روش دیمتل به بررسی روابط بین این عوامل پرداخته شده، که عوامل تکنولوژی و فرایندهای خرید، مشارکت کارکنان، مقررات و استانداردهای دولتی، آموزش و مدیریت لجستیک معکوس با یکدیگر تعامل دارند و عوامل تعهد مدیران ارشد، احتیاجات مشتری، تصویر برند با یکدیگر در تعامل می باشند. با در نظر گرفتن این دو روش واضح می باشد پنج فاکتوری که بالاترین رتبه را در روش سوارا به خود اختصاص داده اند دارای رابطه معلول و نیز چهار فاکتور بعدی دارای رابطه علی می باشند. در راستای مدیریت کارآمد علاوه بر رتبه بندی، دسته بندی و تعیین روابط بین این عوامل به روش دیمتل می تواند کمک شایانی به مدیریت زنجیره تامین سبز پایدار نماید.

منابع

- شاهرودی، درویش علی،1401، اولویت بندی قابلیت های محیطی مؤثر بر استراتژی های محیط خارجی با توجه به استراتژی های مرتبط با مدیریت زنجیره تأمین سبز با استفاده از روش تاپسیس فازی (مورد مطالعه شرکت سیمان سپاهان)، همایش ملی نوآوری در مهندسی صنایع، مکانیک و مواد.
- سبزواری، ملیحه، سجادی، سید مجتبی، حاجی مولانا، سید محمد، 2021، مدل سازی ریسک ها در پیکره بندی مجدد زنجیره تامین سبز برای توسعه محصول جدید (مطالعه موردی: محصولات مصرفی پر گردش). پژوهشنامه بازرگانی، 98(25)، 155-183.
- شاهبندر زاده، حمید و باختر، مریم، 1400، شناسایی و اولویت بندی عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنایع با استفاده از تکنیک دیمتل، هفتمین کنفرانس بین المللی مدیریت، حسابداری و توسعه اقتصادی.
- محمدی، سید مهدی و الاسوندی امامی، نریمان، 1396، بررسی تأثیر عوامل محرک اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز بر عملکرد شرکت های تولیدی کوچک و متوسط.
- هنری، محمدتقی ، میرفخرالدینی، سید حیدر ، دهقان دهنوی، حسن ، توتونچی، جلیل، 1399، نقش اثرات زیست محیطی در زنجیره تامین سبز پایدار(مطالعه موردی: صنعت کاشی و سرامیک ایران). فصل نامه علمی و پژوهشی جانوری.
- Agrawal, Vivek, Mohanty, R.P, Agrawal, Sucheta , Kumar Dixit1, Jitendra, Agrawal, A.,(2023). Analyzing critical success factors for sustainable green supply chain management. Environment, Development and Sustainability.

Lameck, Mogusu Mogeni. & Kiaria, David, (2016). Effect of Green Logistics Practices on Performance of Supply Chains in Multinational Organizations in Kenya. The International Journal Of Business & Management, Volume Vol 4 Issue 4, pp. 189-198.

Govindan, Kannan. Shankar, Madan. and Kannan, Devika, (2016). Supplier selection based on corporate social responsibility practices. International Journal of Production Economics. In Press, Corrected Proof. Vol. 200, pp: 353-379.

Igarashi, Mieko, De Boer, Luitzen. and Fet, Annik. Magerholm., (2013). What is required for greener supplier selection. A literature review and conceptual model development. Journal of Purchasing and Supply Management. Vol. 19, No. 4, pp: 247-263.

Khan, Syed Abdul Rehman, Yu, Zhang, Golpira, Hêriş, Sharif, Arshian, Mardani, Abbas, (2020), A state-of-the-art review and meta-analysis on sustainable supply chain management: Future research directions, Journal of Cleaner Production.(278) .

Sánchez-Flores , Rebeca B, Cruz-Sotelo, Samantha, Ojeda-Benitez, Sara, Ramírez-Barreto, Maria.(2020). Sustainable supply chain management—A literature review on emerging economies.Sustainability. 12-17(6972).

Singh, S, RP, Mohanty RP, Mangala, S, K, Agrawal, V.,(2023). Critical success factors of additive manufacturing for higher sustainable competitive advantage in supply chains, Journal of Cleaner Production.425(138908).

Ranking the Success Factors in Sustainable Green Supply Chain Using DEMATEL and SWARA Decision-Making Methods: A Case Study of Bina Azma Sepahan Company.

Nooshin Shirani

Department of Industrial Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran
shiraninooshin@gmail.com

Nooshin Zmani

Department of Industrial Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran
Iran No407za@gmail.com

Farshad Kaveh

Department t of Industrial Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran
Iran Farshadkaveh@gmail.com

Roya Mohammad Ali Pourahari

Department of Industrial Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran
Roya.ahari@gmail.com

Abstract

The topic of supply chain management is one of the important issues in human life. The existence of various social, economic, and environmental problems has directed organizations towards sustainable green supply chain management. After the emergence of the supply chain concept, environmental issues have also gained attention due to the importance of having a healthier environment. Accordingly, prioritizing the success factors of sustainable green supply chains is considered a challenge for organizations aiming to improve the performance of this sector. This research aims to weight and rank the success factors of sustainable green supply chains using a multi-criteria decision-making method at Bina Azma Sepahan Company, which provides industrial laboratory services. The current study is based on the success factors of sustainable green supply chains outlined in the article by Aggarwal et al. (2023) and employs a questionnaire tool based on expert opinions, utilizing the SWARA method for weighting and ranking the indicators. Additionally, to assess the effectiveness of implementing the ranked factors, the DEMATEL method has been used to analyze the relationships between these factors. In conclusion, based on the data obtained from an industrial laboratory services company, the factor of customer needs ranked first according to the SWARA method, while considering the DEMATEL method, the sustainability factor has the greatest impact on other

factors. Furthermore, this method has helped identify related factors. The results have been examined accordingly.

Key words: Green supply chain, Sustainable green supply chains, SWARA, DEMATEL