



Identifying and prioritizing sustainable supply chain cost reduction for cable manufacturing using ANP and Fuzzy DEMATEL

Mohammad Reza Komari Alaei¹, Mahdi Abdsharafat ^{*2}, Meraj Heidari³

1. Department of Industrial Engineering Management, Alghadir institute of Higher Education, Tabriz, Iran.

2. Ph.D. Candidate, Department of Management, Ur. C., Islamic Azad University, Urmia, Iran. mahdi.abdsharafat@iau.ac.ir

3. Department of Industrial Engineering Management, Alghadir institute of Higher Education, Tabriz, Iran.

ABSTRACT

Received: 21 April 2025
Revised: 31 May 2025
Accepted: 15 June 2025
Available Online: 1 July 2025

Article type: Research Paper
DOI:

The aim of this research is to present a combined ANP and Fuzzy DEMATEL model in multi-criteria decision-making for identifying and prioritizing sustainable supply chain cost reduction of production cables. The statistical population of this research includes all industrial engineers and production planners based at Simcat Tabriz Company. The statistical sample is 10 industry experts selected according to hourly opinion. A researcher-made questionnaire. In this research, ANP has been used to prioritize sustainable supply chain cost reduction and prioritize it, and Fuzzy DEMATEL has been used to identify the intensity of cause-and-effect relationships in sustainable supply chain cost reduction. For this purpose, 23 criteria have been selected according to the opinions of industry experts. The results obtained from network analysis show that the cost control is more preferable for company and is the best criterion for selecting the green warehouse priority. Because the use of green energy and the adoption of sustainable technologies to produce cables with environmental compatibility and prevent further pollution were required in those conditions. On the other hand, the production of such cables created energy savings and the transfer of this energy savings to other sectors for optimal energy use was more necessary. The results of the fuzzy DEMATEL method show that consumer pressure, investment, competitors and societal culture thinking are in the first, second, third and last ranks respectively.

Keywords: Sustainable supply chain, environmental compatibility, compliance with external requirements, green warehouse cost control, green credit.

*Corresponding author: Mahdi Abdsharafat

E-mail address: mahdi.abdsharafat@iau.ac.ir



شناسائی و اولویت بندی کاهش هزینه های زنجیره تامین پایدار کابل های تولید با

استفاده از ANP و Fuzzy DEMATEL

محمد رضا کماری علانی^۱، مهدی عبدشرافت^{۲*} و معراج حیدری^۳

۱. استادیار، گروه مدیریت مهندسی صنایع، موسسه آموزش عالی الغدير، تبریز، ایران.

۲. دانشجوی دکتری گروه مدیریت، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران.

mahdi.abdsharafat@iau.ac.ir

۳. کارشناسی ارشد، گروه مدیریت مهندسی صنایع، موسسه آموزش عالی الغدير، تبریز، ایران.

چکیده

هدف این تحقیق ارائه یک مدل ترکیبی ANP و دیمتل فازی در تصمیم گیری چند شاخصه برای شناسائی و اولویت بندی کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار کابل های تولید می باشد. جامعه آماری این تحقیق، شامل کلیه مهندسان صنایع، برنامه ریزان تولید مستقر در شرکت سیمکات تبریز می باشند. نمونه آماری طبق نظر ساعتی ۱۰ نفر از خبرگان صنعت انتخاب شده اند. ابزار مورد استفاده در این تحقیق، پرسشنامه محقق ساخته می باشد. در این تحقیق برای ارجحیت کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار و اولویت بندی آن از ANP و جهت شناسائی شدت روابط علت و معلول کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار از روش دیمتل فازی استفاده شده است. برای این منظور ۲۳ معیار طبق نظر خبرگان صنعت انتخاب شده اند. نتایج بدست آمده حاصل از روش تجزیه و تحلیل شبکه نشان میدهد که معیار سوم (کنترل هزینه) نسبت به بقیه معیار ها از ارجحیت بیشتری برای شرکت سیمکات داشته و بهترین گزینه برای انتخاب ارجحیت انبار سبز می باشد. زیرا استفاده از انرژی سبز و پذیرش فناوری های پایدار جهت تولید کابل هایی با سازگاری محیط زیست و جلوگیری از آلودگی بیشتر را در آن شرایط می طلبد. از طرفی تولید این گونه کابل ها صرفه جویی هایی در انرژی بوجود آورده و انتقال این صرفه جویی در مصرف انرژی به سایر بخش ها جهت استفاده بهینه انرژی ضرورت بیشتری داشت. نتایج حاصل از روش دیماتل فازی نشان می دهد که فشار مصرف کننده، سرمایه گذاری، رقبا و تفکر فرهنگ جامعه به ترتیب در رتبه اول، دوم، سوم و آخر قرار دارند.

واژگان کلیدی: زنجیره تامین پایدار، سازگاری با محیط زیست، تناسب با الزامات بیرونی،

کنترل هزینه انبار سبز، اعتبار سبز

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۰۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۴/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۴/۱۰

مقاله علمی پژوهشی

* نویسنده مسئول: مهدی عبدشرافت

آدرس پست الکترونیک: mahdi.abdsharafat@iau.ac.ir

مقدمه

امروزه، شرکت های تولیدی کوچک و متوسط^۱ عملکرد عملیاتی خود را از طریق مدیریت کارآمدتر زنجیره تامین بهبود می بخشند. این شرکت ها در حال نوآوری در فرآیندهای داخلی برای تضمین رقابت مستمر و پایداری در یک محیط بین المللی هستند(مانگلا و لوترا^۲، ۲۰۱۸). از آنجایی که زنجیره تامین شامل سازمان ها و فعالیت های درگیر در تمامی فرآیندها، از تولید محصولات یا خدمات گرفته تا مصرف می شود، یک عامل مرکزی موثر بر عملکرد شرکت است. زنجیره تامین با بهبود روابط بین شرکت های خود برای به حداکثر رساندن سودآوری برای همه به اوج عملکرد دست می یابد (ساوینو و ماززا^۳، ۲۰۱۴). هدف مدیریت زنجیره تامین^۴ بهبود عملکرد و رقابت تجاری از طریق این پیوندهای استراتژیک است. به عبارت دیگر، تقویت استراتژی های شکل گرفته در زنجیره تامین، کلید موفقیت زنجیره تامین و کسب و کار است. با توجه به اینکه شرکت های کوچک و متوسط برای توسعه اقتصادی ملی حیاتی هستند، معرفی و بکارگیری استراتژی های زنجیره تامین برای حمایت از پایداری آنها حیاتی است(کورمک^۵ و همکاران، ۲۰۲۱). پایداری، به طور کلی به عنوان "استفاده از منابع" تعریف می شود برآوردن نیازهای حال بدون به خطر انداختن توانایی نسل های آینده برای برآوردن نیازهای خود برای عموم و برای صنعت اهمیت پیدا می کند. اما در حال حاضر موضوعات زیست محیطی نقش بسیار مهمی ایفا می کنند و به نقطه مرکزی سیاست های مدیریت استراتژیک و عملیاتی تبدیل می شوند. امروزه دستیابی به پایداری در زنجیره تامین بدون در نظر گرفتن محدودیت های بودجه آسان نیست یا این

¹ Small and medium-sized enterprises (SMEs)

² Mangla & Luthra

³ Savino & Mazza

⁴ Supply chain management (SCM)

⁵ Cormack, et al.

واقعیت که یک پروژه ممکن است کارآمد یا کافی برای دستیابی به پایداری نباشد. برای دستیابی به پایداری به طور موثر لازم است بهبود در حوزه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی به آن دست یابیم. هر پروژه ای باید این سه جنبه از پایداری و هزینه سرمایه گذاری را در نظر بگیرد. طراحی یک زنجیره تامین پایدار یک فرآیند حیاتی است که می تواند منجر به شکست کامل در زمان درخواست شود. علاوه بر این، هر کاربرد در یک نقطه خاص از زنجیره تامین، بلافاصله کل زنجیره تامین را تحت تاثیر قرار می دهد (ایوبوکوزگن^۱ و همکاران، ۲۰۲۱) در شرایط فعلی و محیط جهانی غالب، سازمان ها در بازاری فعالیت می کنند که پیچیدگی و پویایی در حال رشد است. بنابراین یک زنجیره تامین پایدار که نیازهای مشتری را در حال تغییر سریع برآورده کند، ضروری است (ماناوالان^۲، ۲۰۱۹). زنجیره تامین پایدار شامل مجموعه ای از نوآوری ها و سیاست های سازمان از نظر برنامه ریزی و مدیریت زنجیره تامین با در نظر گرفتن شاخص های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی (گوپتا^۳ و همکاران، ۲۰۲۰).

روش های پایداری برای اکثر کسب و کار های امروزی اهمیت دارد. سازگاری با محیط زیست به یکی از مؤلفه های کلیدی مدل های کسب و کار و پایداری شرکت تبدیل شده است زیرا شرکت ها به فشار مصرف کنندگان، سرمایه گذاران، مقررات دولتی، رقبا و کارمندان برای اجرای طرح های پایداری پاسخ می دهند. سرمایه گذاری در چنین طرح های پایداری مردمی در درازمدت مقرون به صرفه تر و با مجموعه ای از مزایای اضافی دیگر، از جمله کنترل هزینه، کاهش اثرات زیست محیطی، و افزایش وفاداری و شهرت برند، مقرون به صرفه تر است. مدیریت موفقیت آمیز پایداری زنجیره تامین و اتخاذ رویکرد خط پایین سه گانه می تواند منجر به کاهش هزینه های بلندمدت با وجود سرمایه گذاری اولیه شود. با

¹ Üyüközkan, et al.

² Manavalan

³ Gupta et al.

کاهش ضایعات و افزایش کارایی ماشین آلات، شرکت ها می توانند بازده مالی هنگفتی داشته باشند و ردپای کربن خود را کاهش دهند. وقتی صحبت از افزایش کارایی پایداری زنجیره تامین و کاهش هزینه ها می شود، تحول دیجیتال یک عامل کلیدی است. در سال های اخیر، کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه بر روی ابتکارات پایداری محور در کسب و کار خود تمرکز کرده اند تا چالش های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی خود را مدیریت کنند. صرف نظر از بخش های کاربردی، شرکت های مختلف با فشار فزاینده ای از سوی ذینفعان برای اتخاذ شیوه ها و عملیات سازگار با محیط زیست مواجه هستند. الزامات اجرای شیوه های تجاری پایدار پس از معرفی اهداف توسعه پایدار^۱ توسط سازمان ملل متحد به یک دستور جهانی تبدیل می شود (طبری و همکاران، ۱۳۹۹). توسعه پایدار و مدیریت تولید انرژی و مصرف به طور فزاینده ای برای سیاست گذاران اقتصادهای توسعه یافته و در حال توسعه اهمیت پیدا می کند (عبدالرحمن^۲ و همکاران، ۲۰۱۴). با افزایش تقاضای انرژی، موضوع تغییر اقلیم به دلیل ارتباط قوی آن با استفاده بهینه از منابع انرژی تحت فشار فزاینده ای قرار دارد. چالش های رو به رشد اجتماعی بر تمام بخش های تجاری، به ویژه شرکت های بخش انرژی تأثیر گذاشته است. به طور خاص، آنها به طور مداوم برای مقابله با نگرانی های اجتماعی و زیست محیطی، از جمله بر سلامت عمومی و ثبات زیست محیطی، در حال حرکت هستند (ژائو^۳ و همکاران، ۲۰۲۱). از این رو یکی از مهمترین موضوعایی که باید به آن پرداخته شود، هزینه می باشد. با این اوصاف تولید کابل هایی که هم از لحاظ کیفیت، سازگار با محیط زیست و همچنین کاهش هزینه های زنجیره تامین پایدار در حوزه تولید کابل برای شرکت سیمکات تشریح شده است. ساختار مقاله به شرح زیر است؛ در بخش دوم مروری بر ادبیات تحقیق تفصیل ارائه شده است. بخش سوم روش

¹ Sustainable Development Goals (SDGs)

² Abdulrahman et al.

³ Zhao et al.

تحقیق این مطالعه، به ویژه روش تجزیه و تحلیل شبکه و دیماتل فازی را تشریح می کند. در نهایت، تجزیه و تحلیل داده ها و نتیجه گیری در بخش های چهار و پنج مورد بحث قرار می گیرد.

مبانی نظری

۱. زنجیره تامین

یک زنجیره تامین را می توان به عنوان سیستمی ترسیم کرد که متخصصان مختلف را از تامین کننده به مشتری نهایی از طریق خدمات و تولید با هدف حفظ جریان کالا و اطلاعات متصل می کند. این برای فهمیدن چگونگی برآوردن نیازهای تجاری مفید است (آزودو^۱ و همکاران، ۲۰۱۳). پس از جهانی شدن کسب و کار و شروع به دنبال کردن استراتژی های جدید از جمله برنامه های ناب، پاسخ سریع و پاسخگویی کارآمد به مشتری، بازار پویا می شود و نیاز به تغییرات در زنجیره تامین را افزایش می دهد این تغییرات مسئول افزایش پیچیدگی زنجیره تامین هستند (سینگ^۲ و همکاران، ۲۰۱۹).

۲. مدیریت زنجیره تامین

مدیریت زنجیره تامین یکی از ضروری ترین جنبه های انجام تجارت است. بسیاری از افراد خارج از جامعه مستقیم (در تحقیقات و صنعت) این را نمی دانند زیرا مصرف کننده معمولی اغلب فقط اثرات آن را تجربه می کند. مدیریت زنجیره تامین چنین است که افراد بر اساس تجربه شخصی خود تعریف متفاوتی از آن ارائه می کنند. از نظر برخی، مدیریت زنجیره تامین به مدیریت پایگاه تامین کننده، تعیین اینکه چه چیزی و به چه کسی برون سپاری شود و مدیریت روابط با تامین کنندگان مختلف است (نعمتی و همکاران، ۱۴۰۳).

¹ Azevedo et al.

² Singh et al.

۳. پایداری

در سال های اخیر، کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه بر روی ابتکارات مبتنی بر پایداری در کسب و کار خود تمرکز کرده اند تا چالش های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی خود را مدیریت کنند. صرف نظر از بخش های کاربردی، شرکت های مختلف با فشار فزاینده ای از سوی ذینفعان برای اتخاذ شیوه ها و عملیات سازگار با محیط زیست مواجه هستند. سازمان ها به طور نامناسبی تحت فشار قرار می گیرند تا پایداری را در امتداد زنجیره های تامین خود یکپارچه کنند تا مزیت رقابتی و مشارکتی را افزایش دهند، زیرا زنجیره های تامین، سیستم های حیاتی سازمان ها هستند (بویچ^۱ و همکاران، ۲۰۱۹). واقعی سازی مؤثر عملکرد پایداری واقعی در شرکت ها تا حد زیادی به شبکه تامین کنندگان آنها بستگی دارد تا مجموعه ای از پیش نیازهای پایداری را ارائه دهند و شرکای زنجیره تامین ملزم به همکاری برای رسیدگی فعالانه به مسائل پایداری و برآورده کردن موارد تعیین شده هستند. توسعه پایدار و پایداری موضوعات مهمی هستند که در زمینه مسئولیت اجتماعی شرکت ها^۲ مورد بحث قرار می گیرند، که می تواند به عنوان پایه ای برای توسعه پایدار در نظر گرفته شود. راهبرد پل زدن با فعالیت های اقتصادی پایدار از نظر زیست محیطی، مسئولیت اجتماعی شرکت ها مشوق هایی را به همراه می آورد که در نهایت به مفهوم توسعه پایدار کمک می کند (یه^۳ و همکاران، ۲۰۲۰)، اهمیت مسئولیت اجتماعی شرکت ها مؤثر و پایدار محور به طور فزاینده ای رایج است. مسئولیت اجتماعی

¹ Bubicz et al.

² Corporate Social Responsibility (CSR)

³ Ye et al.

شرکت ها راهی است که یک نهاد در قبال ذینفعان و جامعه مسئولیتی را برای مشارکت در توسعه ناپایدار و رفاه اجتماعی، پیروی از قوانین و مقررات محلی و بین المللی، حمایت از رفتار اخلاقی و تضمین شفافیت مدیریت بر عهده می گیرد (ژائو و همکاران، ۲۰۲۱).

۴. پایداری در زنجیره تامین

از آنجا که ارتباط بین بازارها و منابع، تقاضا و عرضه، ارتباط استراتژیک SCM را افزایش داده است، در دنیای رقابتی امروز، حفظ یک زنجیره تامین کارآمد و انعطاف پذیر برای هر شرکتی حیاتی شده است. با افزایش پذیرش استانداردهای زیست محیطی ISO 14001، نقش بیشتری برای مدیریت زنجیره تامین در عملکرد محیطی سازمانی وجود دارد (اتو^۱ و همکاران، ۲۰۰۳).

۵. زنجیره تامین پایدار

زنجیره تامین پایدار شامل مجموعه ای از نوآوری ها و سیاست های سازمان از نظر برنامه ریزی و مدیریت زنجیره تامین با در نظر گرفتن شاخص های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی است (گوپتا و همکاران، ۲۰۲۰). زنجیره تامین پایدار میتواند منجر به افزایش کارایی و بهبود کلی در عملکرد سازمانی شود (گوویندان^۲ و همکاران، ۲۰۲۰) تجزیه و تحلیل داده های بزرگ فناوری ها و تکنیک هایی هستند که برای تجزیه و تحلیل داده های پیچیده و در مقیاس بزرگ از برنامه های مختلف به منظور کسب هوش و استخراج روابط، الگو ها و اطلاعات ناشناخته، پنهان، معتبر و مفید استفاده می شوند. کلان داده می تواند در افزایش پایداری زنجیره تامین بسیار مفید باشد زیرا می تواند برای شناسایی تاثیر پایداری

¹ Otto et al.

² Govindan et al.

SC در گذشته و همچنین برای پیش بینی تاثیر پایداری آینده آن استفاده شود) دویی^۱ و همکاران، ۲۰۱۹).

۶. زنجیره تامین پایدار و نوآوری

ادبیات مربوط به SC های پایدار (عباسی و نیلسون^۲، ۲۰۱۲) در حال رشد است و شامل جنبه های کلیدی مانند سبز کردن تامین کنندگان، مدیریت ریسک، همسویی سهامداران، به اشتراک گذاری اطلاعات، اولویت بندی و همکاری است.؛ (پاراتیپاراج^۳ و همکاران، ۲۰۱۸)، یکی از تعریف های نوآوری که به طور گسترده استفاده می شود، عبارت است از اجرای محصول (کالا یا خدمات) یا فرآیند جدید یا بهبود یافته جدید، یک روش بازاریابی جدید یا یک روش سازمانی جدید در عملکرد تجاری (نیلسون و همکاران^۴، ۲۰۲۱).

۷. نوآوری های پایدار

مفهوم نوآوری های پایدار^۵ (SI) از نوآوری اقتصادی ناشی می شود، نوآوری محیطی سبز، و نوآوری اجتماعی، و بر اساس تمام ابعاد توسعه پایدار است. در مقایسه با مفهوم نوآوری سبز، که در گذشته بیشتر در سطح کلان مورد تحقیق قرار گرفته است، و نوآوری زیست محیطی که منشأ آن در فناوری سبز سازی و طراحی محصول است. SI توسط (نوتزلینگ^۶ و همکاران، ۲۰۱۸) به عنوان "معرفی محصولات، فرآیندهای تولید، شیوه های مدیریت یا

¹ Dubey

² Abbasi & Nilsson.

³ Parthibaraj et al.

⁴ Nilsson et al.

⁵ Sustainable Innovations

⁶ Neutzling et al.

مدل های تجاری، جدید یا به طور قابل توجهی بهبود یافته، که نتایج اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی به همراه دارد."، تعریف شده است.

۸. نوآوری زنجیره تامین پایدار

مفهوم نوآوری زنجیره تامین پایدار نسبتاً جدید است. نوآوری زنجیره تامین پایدار را از دیدگاه نوآوری SC تعریف می کند: اگر نوآوری زنجیره تامین منجر به عملکرد نامتعادل در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی شود، به عبارت دیگر، هر سه بعد دارای عملکرد نوآوری مثبت هستند و به آن نوآوری زنجیره تامین پایدار^۱ (SSCI) می گویند (گائو^۲ و همکاران، ۲۰۱۷).

۹. مدیریت زنجیره تامین پایدار

زنجیره تامین باید به عنوان یک نهاد واحد طراحی، مدیریت و هماهنگ شود تا اینکه به عنوان عملکردهای مجزا به طور جداگانه طراحی شود SSCM شامل عناصر مختلف سازمانی، انسانی و فناوری است، مانند: مشارکت همه اعضای زنجیره تامین در تعریف مأموریت، چشم انداز، ارزش ها، سیاست ها، اهداف و استراتژی های جدید SC که شامل رویکرد پایداری است؛ طراحی مجدد فرآیندهای تجاری و ایجاد فرآیندهای جدید مانند لجستیک معکوس یا زنجیره تامین حلقه بسته برای ترکیب شیوه های پایدار؛ آموزش و ایجاد مهارت های جدید در بین منابع انسانی و پشتیبانی از فناوری اطلاعات و ارتباطات برای بهینه سازی فرآیندهای تجاری و تصمیم گیری. این امر SSCM را به یک وظیفه پیچیده

¹ Sustainable supply chain innovation

² Gao et al.

تبدیل می کند که باید بر مشکلات مختلفی غلبه کند، مانند تنوع محصولات و خدمات ارائه شده توسط زنجیره تامین پراکندگی جغرافیایی اعضای زنجیره تامین با مقررات قانونی مختلف سپس لزوم اندازه گیری اثرات زنجیره تامین بالادست و پایین دست و دشواری در دستیابی به داده ها فراتر از زنجیره تامین (چالمتا^۱ و همکاران، ۲۰۲۰).

۱۰. زنجیره تامین پایدار و محرک ها

زنجیره تامین پایدار به مدیریت مواد، جریان اطلاعات و سرمایه و همچنین همکاری بین شرکت های که در طول زنجیره تامین قرار دارند در حالی که از سه هدف استفاده می کنند ابعاد توسعه پایدار، به عنوان مثال، اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی، که از نیازهای مشتری و ذینفعان ناشی می شود (زمانیان و صالحی، ۱۴۰۱).

۱۱. کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار

انرژی الکتریکی علاوه بر مصرف در بخشهای مسکونی و غیرمسکونی، تولید ناخالص داخلی را تحت تأثیر قرار میدهد، با توجه به اهمیت این صنعت در سطح جهان، مطالعات گسترده ای به منظور تعیین چالش ها و چگونگی رفع آن ها انجام شده است. هزینه های بالای انرژی، دارای تبعات منفی اقتصادی و مالی زیادی بر ظرفیت کشورها است. از این رو یکی از مهمترین چالش هایی که باید به آن رسیدگی شود، کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار میباشد، روش های پایداری برای اکثر کسب و کارهای امروزی اهمیت دارد. سازگاری با محیط زیست به یکی از مؤلفه های کلیدی مدل های کسب و کار و پایداری شرکت تبدیل شده است زیرا شرکتها به فشار مصرف کنندگان، سرمایه گذاران، مقررات دولتی، رقبا و کارمندان برای اجرای طرح های پایداری پاسخ میدهند (حیدری دهویی و همکاران، ۱۳۹۸).

پیشینه تحقیق

¹ Chalmeta et al.

نعمتی و همکاران (۱۴۰۳) در تحقیقی با عنوان طراحی مدل چابکی زنجیره تامین پایدار در صنعت نفت و گاز استان بوشهر با رویکرد آمیخته پرداختند. یافته‌های کیفی نشان داد که شاخص‌های چابکی زنجیره تامین پایدار شامل عوامل محیطی (خرید سبز، طراحی و بسته‌بندی سازگار با محیط زیست و اقتصادی، حفظ محیط زیست)، عوامل اقتصادی (پذیرش فناوری اطلاعات، پاسخگویی، سرعت، شایستگی، انعطاف‌پذیری) و عوامل اجتماعی (همکاری مشتری، خرید اخلاقی، مسئولیت اجتماعی، رعایت قوانین، ادغام روابط و همکاری تأمین‌کننده) هستند. در بخش کمی، مرحله اول با استفاده از رویکرد دیمتل فازی نشان داد که عوامل محیطی در دسته معیارهای معلول قرار می‌گیرند، در حالی که عوامل اقتصادی و اجتماعی در دسته متغیرهای علت قرار می‌گیرند. یافته‌های ANP نشان داد که در بین عوامل محیطی، شاخص خرید سبز بالاترین وزن (۰,۳۳) و پس از آن شاخص حفظ محیط زیست (۰,۰۸۷) و طراحی و بسته‌بندی سازگار با محیط زیست و اقتصادی (۰,۰۸۶) قرار دارند. در بین عوامل اقتصادی، شاخص سرعت بالاترین وزن (۰,۰۵۲۴) و پس از آن انعطاف‌پذیری (۰,۰۵۱۳) و شایستگی (۰,۰۵۰۵) قرار دارند. در بین عوامل اجتماعی، شاخص همکاری با مشتری (۰,۰۴۳۹) و رعایت قوانین (۰,۰۴۳۸) بالاترین وزن را دارند.

حسین پور و همکاران (۱۴۰۲) به تحقیقی با عنوان نگاشت مدل علی انعطاف‌پذیری زنجیره تامین صنعت کاشی با روش دلفی فازی و دیمتل فازی پرداختند. نتایج نشان داد که ابعاد حجم، ساخت و محصول مهمترین ابعاد SCF در صنعت کاشی هستند که باید بیشتر از سایر ابعاد مورد توجه قرار گیرند. خروجی پژوهش بینش قابل توجهی به متخصصان و مدیران جهت درک و ارتقای انعطاف‌پذیری زنجیره تامین می‌دهد.

زمانیان و صالحی (۱۴۰۱) به تحقیقی با عنوان ارزیابی عملکرد زنجیره تامین خدماتی با نگرش استراتژیک مبتنی بر رویکرد SCOR و تکنیک اولویت بندی فازی پرداختند. فرآیند این پژوهش شامل سه مرحله شناسایی شده موثر در ارزیابی عملکرد زنجیره تامین خدماتی

مبتنی بر رویکرد SCOR، غربالگری عوامل شناسایی شده با استفاده از تکنیک دلفی فازی و اولویت بندی عوامل با استفاده از رویکرد فازی است که در مرحله اولویت بندی مقیاس های اندازه گیری از مدل بهینه سازی غیر خطی استفاده شد و نتایج نشان داد که معیار های قابلیت اطمینان، دارایی، چابکی، انعطاف پذیری، هزینه و پاسخ گویی به ترتیب بالاترین اولویت را در ارزیابی عملکرد به خود اختصاص دادند.

طبری و یحیی زاده فر (۱۳۹۹) در تحقیقی با عنوان «شناسائی و اولویت بندی عوامل کلیدی موفقیت در زنجیره تامین پایدار با استفاده از رویکرد ترکیبی ANP و دیمتل در صنعت خودرو ایران» پرداختند. نتیجه این تحقیق نشان داد که سه معیار پایداری و پشتیبانی مدیریت ارشد، برنامه ریزی راهبردی و داشتن دورنگاه بلند مدت و نظارت زیست محیطی تامین کنندگان به عنوان سه عامل مهم و ترکیب بندی عملکرد متقابل به عنوان عامل کم اهمیت تر مشخص شدند.

حیدری دهویی و حسینی دهشیری (۱۳۹۸) در تحقیق تحت عنوان «شناسایی و اولویت بندی راهکارهای کاهش هزینه زنجیره تامین کابل و تجهیزات نیروگاهی با استفاده از مهندسی ارزش» پرداختند. در این مقاله سعی شده تا با ترکیب مباحث زنجیره ارزش و متدود های جدید تصمیم گیری چندشاخصه نسبت به شناسایی و اولویت بندی راه حل های کاهش هزینه در زنجیره تامین کابل و تجهیزات جانبی نیروگاه سیکل ترکیبی سیرجان (گل گهر) اقدام شود. بدین منظور در اولین گام نسبت به راه حل های نهایی در جهت نقصان هزینه اقدام شد و پس از برگزاری جلسات بسیار با کارشناسان تیم مهندسی ارزش، پروژه شناسایی شدند. سپس این راه حل ها با شاخص هایی که از ادبیات تحقیق استخراج شده بود با نظر کارشناسان تیم مهندسی ارزش پروژه (در قالب فرآیند دلفی فازی) برابر سازی شده و نهایی شدند، مورد ارزیابی قرار گرفت. معیارهای نهایی و هریک از زیرشاخص ها با روش سوآرا وزندهی شدند. سپس وزن نهایی هریک از زیرشاخص ها

محاسبه شدند، در ادامه برای اولویت بندی راه حل های نهایی از روش آراس خاکستری بهره گرفته شد. پس از اولویت بندی راه حل ها، راه حل دوازدهم (نقصان زمان سفارش تا خرید و تحویل از طریق بهبود رویه خرید)، به عنوان بهترین راه حل برای نقصان هزینه و در نتیجه افزایش کارایی زنجیره تامین موردنظر شناسایی شد.

علائی و همکاران (۲۰۲۳) به تحقیقی با عنوان تأثیر تاب‌آوری برای انتخاب تأمین‌کنندگان با استفاده از MCDM فازی ترکیبی پرداختند. نتایج به‌دست‌آمده از COPRAS-G نشان داد که معیارهای سنتی در انتخاب تأمین‌کننده تاب‌آور در رتبه اول و انتخاب تأمین‌کننده از دیدگاه ذینفعان در رتبه دوم قرار دارند. علاوه بر این، مقادیر مطلوبیت و رتبه‌بندی گزینه‌های کاندید نشان داد که تأمین‌کننده سبز (A5) در رتبه اول، انتخاب تأمین‌کنندگان (A3) در رتبه بعدی و پس از آن به ترتیب معیارهای سنتی (A1)، معیارهای تأمین‌کننده (A4) و انتخاب تأمین‌کننده از دیدگاه ذینفعان (A2) قرار دارند.

روش شناسی

با در نظر گرفتن ماهیت تحقیق ابتدا میزان اهمیت کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار کابل با استفاده از روش ANP با اوزان داده شده توسط خبرگان تعیین گردیده و سپس برای شناسایی روابط و چگونگی تاثیر عوامل و شدت اثر آنها از روش دیمتل فازی از طریق ۲ پرسشنامه برای جمع آوری اطلاعات مورد نیاز در این تحقیق استفاده شده است. با عنایت بر مرور پیشینه پژوهشی در خصوص انتخاب و رتبه بندی تامین کنندگان مختلف با اتخاذ پارادایم ترکیبی، ضمن ارائه الگوی جامع تامین کنندگان در شرکت سیمکات تبریز با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه جهت اولویت بندی و از دیماتل فازی برای شناسایی روابط و چگونگی تاثیر عوامل و شدت اثر آنها به صورت امتیازدهی مورد بررسی قرار دادیم.

ابزار گردآوری داده‌های این تحقیق، پرسشنامه محقق ساخته است. جمع‌آوری داده‌های لازم به نوع متدود پژوهش اتخاذ شده بستگی دارد، به عبارت دیگر، در بخش اسنادی پژوهش، ابزار گردآوری داده‌ها می‌تواند کتاب، مجلات معتبر و مرتبط، ماهنامه‌ها، پایان‌نامه‌ها، طرح‌های پژوهشی و سایر اسناد و مدارک اعم از فارسی و انگلیسی باشد. از سوی دیگر جمع‌آوری اطلاعات قسمت پیمایشی پژوهش حاضر از طریق پرسشنامه محقق ساخته جهت گردآوری نظرات خبرگان و کارشناسان انجام می‌گیرد. با توجه به موضوع تحقیق یعنی ارائه یک مدل ترکیبی چند شاخصه ANP دیمتل فازی برای شناسائی کاهش هزینه‌های زنجیره تامین پایدار در شرکت سیمکات تبریز می‌باشد.

جامعه آماری، حجم نمونه و نمونه‌گیری :

طبق نظر توماس ساعتی ۱۰ نفر از خبرگان شرکت سیمکات به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته خواهد شد و چون تعداد جامعه آماری کمتر است کل جامعه آماری به عنوان نمونه تحقیق در نظر گرفته شده است. در این تحقیق از خبرگان شرکت سیمکات جلساتی مبنی بر شناسائی کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار (کارشناسان خطوط تولید کابل) و متخصصان تامین کنندگان شرکت (شامل مدیران خرید و تدارکات، مهندسان تولید، مدیر انبار، مدیر مالی و مدیر لجستیک) که دارای تخصص در زمینه تولید کابل را دارند، تشکیل شد. پس از مطالعه و بررسی نظرات خبرگان شرکت و نیز مرور مطالعه ادبیات تحقیق در زمینه پژوهش اقدام به شناسائی کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار کابل خواهد شد. سپس جهت اولویت بندی و ارجحیت ابعاد کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار پرسشنامه توسط خود محقق با روش ANP تجزیه و تحلیل شده است. از پرسشنامه دیگری جهت شناسائی روابط و چگونگی تاثیر عوامل و شدت اثر آنها با روش کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار توسط خود محقق با روش دیمتل فازی ایجاد و تجزیه و تحلیل شده است. از بسته نرم افزار های مورد استفاده در این تحقیق از نرم افزار های سافت گسترو Supper Decision

استفاده شده است. همچنین در این تحقیق ابعاد و ساختار پرسشنامه با توجه به مرور ادبیات تحقیق و نظرات استاد راهنما و خبرگان سیمکات تبریز طبق جدول ۱ شناسائی شدند.

جدول ۱: شاخص های کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار به همراه علائم اختصاری

ابعاد اصلی	علامت اختصاری
فشار مصرف کننده	D ₁
سرمایه گذاری	D ₂
رقبا	D ₃
کاهش ضایعات	D ₄
افزایش کارائی	D ₅
ماشین آلات	D ₆
هزینه بازیافت	D ₇
امکان پذیری اقتصادی	D ₈
امکانپذیری تکنولوژیکی	D ₉
ماشین آلات مدرن	D ₁₀
سهولت اجرا	D ₁₁
انعطاف پذیری	D ₁₂
ایمنی	D ₁₃
اعتبار سبز	D ₁₄
شرایط منصفانه	D ₁₅
تعهد کارکنان	D ₁₆
وجدان کاری	D ₁₇
اعتماد سازی به برند	D ₁₈

D ₁₉	در نظر گرفتن ویژگی های محیطی
D ₂₀	تطابق با ادراکات و باورهای جامعه
D ₂₁	حداقل کردن تاثیرات زیست محیطی
D ₂₂	محدودیت های منابع
D ₂₃	تفکر فرهنگ جامعه

دیمتل فازی:

دیمتل فازی برای ارزیابی روابط علی استفاده می شود. این ترکیب برای ماهیت غیر دقیق و ذهنی دیمتل فازی از روش قضاوت های انسانی استفاده می شود. در تئوری مجموعه های فازی از مجموعه های بازه ای به جای اعداد واقعی استفاده می شود. اصطلاحات زبان شناسی به اعداد فازی تبدیل می شوند. روش پیشنهادی برای آشکارسازی روابط بین عوامل و رتبه بندی معیارهای مربوط به نوع روابط و تأثیر درجه شدید هر یک از معیارها مطلوب است.

تحلیل روش دیمتل فازی به شرح زیر توضیح داده شده است:

مرحله ۱. معیارهای ارزیابی را تعریف کنید .

مرحله ۲. گروهی از متخصصان را انتخاب کنید که دانش و تجربه ای در مورد مسئله دارند تا تأثیر بین عوامل را با استفاده از مقایسه زوجی ارزیابی کنند.

مرحله ۳. تعریف مقیاس زبانی فازی برای مقابله با مبهم بودن ارزیابی های انسانی، متغیر زبانی "نفوذ" با مقیاس پنج سطحی شامل موارد زیر استفاده می شود.

مرحله ۴: آیتم های مقیاس در تصمیم گیری گروهی پیشنهاد شده: بدون تأثیر، نفوذ بسیار کم، تأثیر کم، تأثیر زیاد و تأثیر بسیار زیاد. اعداد فازی برای این اصطلاحات زبانی در جدول ۲ آورده شده است. یک ماتریس رابطه مستقیم اولیه را با مقایسه زوجی بدست آورید. ماتریس رابطه مستقیم فازی اولیه Z_k را با ارائه روابط تأثیرگذاری زوج فازی بین اجزاء در یک ماتریس $n \times n$ که k تعداد متخصصان است، توسعه دهید. بر این اساس، ماتریس رابطه

مستقیم به صورت $Z^k = [z_{kij}]$ ایجاد می شود که در آن Z یک ماتریس $n \times n$ غیر منفی است Z_{ij} . نشان دهنده تأثیر مستقیم عامل i بر عامل j می باشد و زمانی که $i = j$ ، عناصر مورب برای سادگی، $Z_{ii} = 0$. Z^k را با این عنوان علامت گذاری کنید

(1)

For simplicity, denote Z^k as

$$z_{ij}^k = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$$

$$Z^k = \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} \begin{bmatrix} [0,0] & \otimes z_{12}^k & \dots & \otimes z_{1n}^k \\ \otimes z_{21}^k & [0,0] & \dots & \otimes z_{2n}^k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes z_{n1}^k & \otimes z_{n2}^k & \dots & [0,0] \end{bmatrix}$$

را با استفاده از عبارات (۲) به ماتریس رابطه مستقیم فازی نرمال شده D مرحله ۵: به طور کلی ماتریس مربوط تبدیل کنید. از رابطه مستقیم فازی زیر بدست می آید Z . به طور کلی ماتریس.

(2)

$$D = \frac{Z^k}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n z_{ij}}, i, j = 1, 2, \dots, n$$

ماتریس کل رابطه T را با استفاده از عبارت (۲) محاسبه کنید، که در آن $n \times n$ با هویت I ماتریس مرحله ۶. نشان داده می شود. مقادیر بالا و پایین به طور جداگانه محاسبه می شود:

(3)

$$T = [t_{ij}]_{n \times n} \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

"

(4)

$$r_i = \sum_{1 \leq j \leq n} t_{ij} \quad \forall i$$

(5)

$$c_j = \sum_{1 \leq i \leq n} t_{ij} \quad \forall j$$

با مرحله ۷. نمودار علی محورا فقی $r_i + c_j$ و محور عمودی $(r_i - c_j)$ ساخته شده است. محور افقی "برجستگی" به درجه اهمیت عامل اشاره دارد، در حالی که محور عمودی "رابطه" میزان تأثیر را می دهد. اگر $r - c_j$ نشان محور مثبت باشد، عامل در گروه علت است. اگر گروه منفی باشد، در غیر این صورت، فاکتور در گروه اثر است. نمودارهای علی می توانند روابط پیچیده عوامل را به یک مدل ساختاری قابل فهم تبدیل کنند و آگاهی را برای حل مسئله فراهم کنند (چاندان و داس^۱، ۲۰۱۷).

متغیر کلامی	معادل قطعی	معادل فازی
بدون تأثیر	۰	(۰/۲۵ و ۰ و ۰)
تأثیر کم	۱	(۰/۵ و ۰/۲۵ و ۰)
تأثیر متوسط	۲	(۰/۷۵ و ۰/۵ و ۰/۲۵)
تأثیر زیاد	۳	(۱ و ۰/۷۵ و ۰/۵)
تأثیر خیلی زیاد	۴	(۱ و ۱ و ۰/۷۵)

¹ Chandan & Das

جدول ۲: طیف زبانی برای مقایسات زوجی (لینتون و همکاران^۱، ۲۰۰۷).

تحلیل داده ها

در این بخش، معیارهای کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار کابل با استفاده از روش ANP مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. ابتدا نظرات خبرگان اعم از اساتید مربوط، مدیران و کارشناسان (خبرگان) شرکت های مستقر در شرکت سیمکات تبریز طی پرسشنامه طراحی شده جمع آوری و سپس اطلاعات مربوط برابر پرسشنامه ای که به همین منظور طراحی شده و توسط پژوهشگران غربالگری شده و در ادامه با نرم افزار Super Decisions، مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. از پرسشنامه دیگری جهت شناسائی روابط و چگونگی تاثیر عوامل و شدت اثر کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار توسط خود محقق با روش دیمتل فازی ایجاد و تجزیه و تحلیل شده است مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد.

یافته های تحقیق

ابتدا جهت روشن شدن موضوع نسبت به طراحی شبکه ANP به شرح زیر اقدام شده است :

¹ Linton et al.

شکل ۱: شبکه ANP

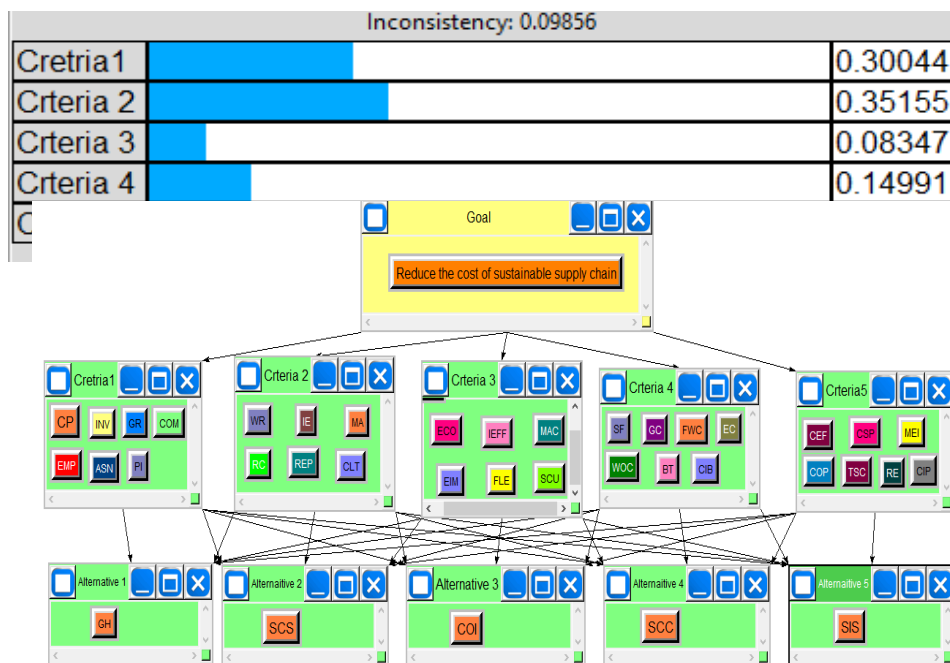
مقایسه معیارهای تصمیم گیری :

نمودار ابعاد کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار :

ابعاد تصمیم گیری انتخاب کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار در شرکت سیمکات تبریز

طبق نمودار 1 نشان داده شده است :

نمودار ۱: مقایسه ابعاد تصمیم گیری



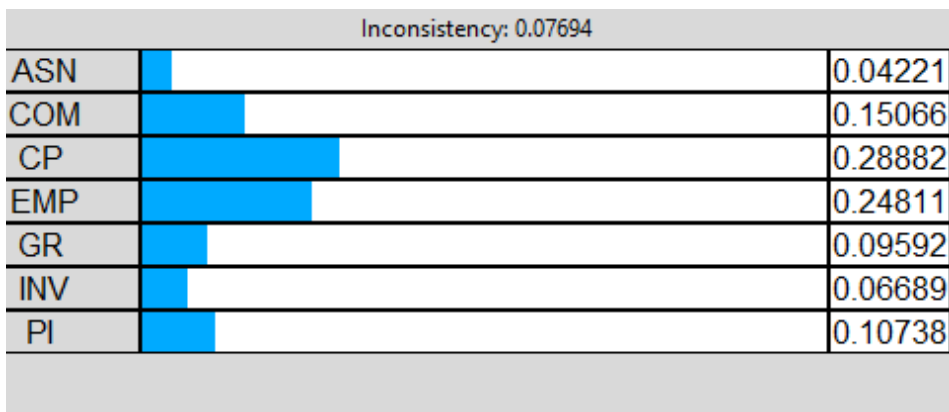
با توجه به نمودار 1 ، ملاحظه می شود که نرخ سازگاری کمتر از ۰,۱ بوده، بنابراین ناسازگاری بین ابعاد کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار، وجود ندارد. در این نمودار ابعاد کنترل هزینه با مقدار ۰,۳۵، نسبت به بقیه ابعاد مقدار بیشتری به خود اختصاص داده است و نشان دهنده این است که این بعد در شرکت سیمکات تبریز از اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین ابعاد سازگاری با محیط زیست ، ابعاد ایجاد وفاداری و شهرت برند، تناسب با

الزامات بیرونیامکگان پذیری به ترتیب با داشتن مقادیر ۰,۳۰، ۰,۱۴۹، ۰,۱۱۴ و ۰,۰۸۳ در رده های بعدی قرار گرفته اند.

نمودارهای ارجحیت معیارهای تصمیم گیری :

الف) نمودار ارجحیت معیارهای تصمیم گیری با توجه به ابعاد سازگاری با محیط زیست
 ارجحیت معیارهای تصمیم گیری با توجه به سازگاری با محیط زیست طبق نمودار ۲ نشان داده شده است :

نمودار ۲) : مقایسه ارجحیت معیارهای تصمیم گیری با توجه به ابعاد سازگاری با محیط زیست



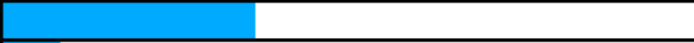
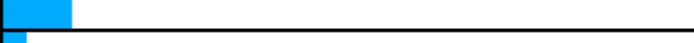
ارجحیت معیارهای تصمیم گیری با توجه به ابعاد سازگاری با محیط زیست طبق نمودار ۴ نشان داده شده است:

با توجه به نمودار ۲ ، ملاحظه می شود که نرخ سازگاری کمتر از ۰,۱ بوده، بنابراین ناسازگاری بین ارجحیت معیار های تصمیم گیری در ابعاد سازگاری با محیط زیست، وجود ندارد. در این نمودار با مد نظر قرار دادن ابعاد سازگاری با محیط زیست ، معیاراول (CP) فشار مصرف کننده توسط شرکت با مقدار ۰,۲۸۸۸ نسبت به بقیه معیارها بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است و نشان دهنده این است که این معیار برای شرکت

سیمکات تبریز از اهمیت بالایی نسبت به سایر معیارها دارد. همچنین معیار ششم (EMP) کارمندان در شرکت با مقدار ۰,۲۴۸۱، معیار دوم (COM) رقبا توسط شرکت با مقدار ۰,۱۵۰، معیار هشتم (PI) بهبود بهره وری شرکت با مقدار ۰,۱۷۳، معیار چهارم (GR) قوانین دولتی شرکت مقدار ۰,۰۹۵۹، معیار دوم (INV) سرمایه گذاران به شرکت با مقدار ۰,۰۶۶۸ و معیار هشتم (ASN) هشتم شرکت با مقدار ۰,۰۶۲۴ به ترتیب در رده های بعدی قرار گرفته اند.

ب) نمودار ارجحیت معیار های تصمیم گیری با توجه به ابعاد کنترل هزینه

نمودار ۳) : مقایسه ارجحیت معیارهای تصمیم گیری با توجه به ابعاد کنترل هزینه

Inconsistency: 0.09750		
CLT		0.24583
IE		0.36635
MA		0.08164
RC		0.17541
REP		0.09875
WR		0.03202

ارجحیت معیارهای تصمیم گیری با توجه به ابعاد کنترل هزینه طبق نمودار ۳ نشان داده شده است:

با توجه به نمودار ۳، ملاحظه می شود که نرخ سازگاری کمتر از ۰,۱ بوده، بنابراین ناسازگاری بین ارجحیت معیار های تصمیم گیری در ابعاد کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار، وجود ندارد. در این نمودار با مد نظر قرار دادن ابعاد کنترل هزینه، معیار دوم (IE) افزایش کارایی شرکت با مقدار ۰,۳۶۶۳ نسبت به بقیه معیارها بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است و نشان دهنده این است که این معیار برای شرکت سیمکات تبریز از اهمیت بالایی نسبت به سایر معیارها دارد. همچنین معیار ششم (CLT) فناوری های پاک شرکت با مقدار ۰,۲۴۵۸، معیار چهارم (RC) هزینه های بازافت شرکت با مقدار ۰,۱۷۵۴

، معیار پنجم (REP) تکمیل مجدد فرآیند شرکت با مقدار ۰,۰۹۸۷ ، معیار سوم (MA) ماشین آلات شرکت مقدار ۰,۰۸۱۶ و معیار اول (WR) شرکت با مقدار ۰,۰۳۲۰ به ترتیب در رده های بعدی قرار گرفته اند.

ج) نمودار ارجحیت معیار های تصمیم گیری با توجه به ابعاد امکان پذیری

نمودار ۴) : مقایسه ارجحیت معیار های تصمیم گیری با توجه به ابعاد امکان پذیری

Inconsistency: 0.09120		
ECO		0.47506
EIM		0.20225
FLE		0.18390
MAC		0.05751
SCU		0.08129

ارجحیت معیار های تصمیم گیری با توجه به ابعاد امکان پذیری طبق نمودار ۴ نشان داده شده است:

با توجه به نمودار ۵، ملاحظه می شود که نرخ سازگاری کمتر از ۰,۱ بوده، بنابراین سازگاری بین ارجحیت معیار های تصمیم گیری در کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار، وجود ندارد. در این نمودار با مد نظر قرار دادن ابعاد امکان پذیری ، معیار اول (EOC) امکان پذیری اقتصادی شرکت با مقدار ۰,۴۷۵۰ نسبت به بقیه معیارها بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است و نشان دهنده این است که این معیار برای شرکت سیمکات تبریز از اهمیت بالایی نسبت به سایر معیارها دارد. همچنین معیار چهارم (EIM) سهولت اجرا شرکت با مقدار ۰,۲۰۲۲ ، معیار پنجم (FLE) انعطاف پذیری کارکنان با مقدار ۰,۱۸۳۹ ، معیار ششم (SCU) ایمنی با مقدار ۰,۰۸۱۲ و معیار سوم (MAC) شرکت مقدار ۰,۰۵۷۵ به ترتیب در رده های بعدی قرار گرفته اند.

د) نمودار ارجحیت معیار های تصمیم گیری با توجه به ابعاد ایجاد وفاداری و شهرت برند

نمودار ۵) : مقایسه ارجحیت معیار های تصمیم گیری با توجه به ایجاد وفاداری و شهرت برند

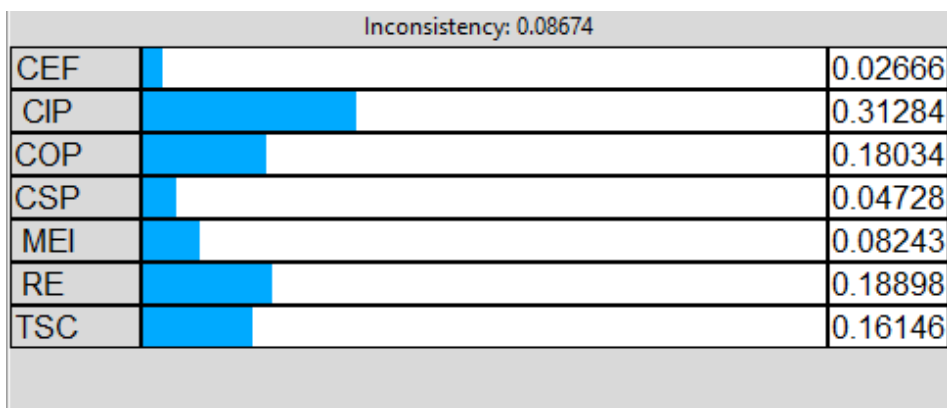
Inconsistency: 0.09766		
BT		0.05663
CIB		0.14266
EC		0.06979
FWC		0.25744
GC		0.32575
SF		0.11932
WOC		0.02842

ارجحیت معیارهای تصمیم گیری با توجه به ایجاد وفاداری و شهرت برند طبق نمودار ۵ نشان داده شده است :

با توجه به نمودار ۵، ملاحظه می شود که نرخ سازگاری کمتر از ۰,۱ بوده، بنابراین ناسازگاری بین ارجحیت معیار های تصمیم گیری در ابعاد کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار، وجود ندارد. در این نمودار با مد نظر قرار دادن ابعاد ایجاد وفاداری و شهرت برند، معیار دوم (GC) اعتماد سازی برند شرکت به با مقدار ۰,۳۲۵۷ نسبت به بقیه معیارها بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است و نشان دهنده این است که این معیار برای شرکت های انتخاب شده در شرکت سیمکات تبریز از اهمیت بالایی نسبت به سایر معیارها دارد. همچنین معیار سوم (FWC) شرایط کار منصفانه شرکت با مقدار ۰,۲۵۷۹ ، معیار هفتم (CIB) خلاقیت و نوآوری در نان تجاری شرکت با مقدار ۰,۱۴۲۶ ، معیار اول (SF) ردپای اجتماعی شرکت با مقدار ۰,۱۱۹۳ ، معیار پنجم (EC) تعهد کارکنان شرکت مقدار ۰,۰۶۹۷ و معیار پنجم (BT) اعتبار سازی برند شرکت با مقدار ۰,۰۵۶۶ ، معیار چهارم (WOC) وجدان کاری شرکت با مقدار ۰,۰۲۸۲ به ترتیب در رده های بعدی قرار گرفته اند.

ح) نمودار ارجحیت معیار های تصمیم گیری با توجه به ابعاد تناسب با الزامات بیرونی ارجحیت معیارهای تصمیم گیری با توجه به تناسب با الزامات طبق نمودار ۶ نشان داده شده است :

نمودار ۶) : مقایسه ارجحیت معیارهای تصمیم گیری با توجه به ابعاد تناسب با الزامات بیرونی



با توجه به نمودار ۶، ملاحظه می شود که نرخ سازگاری کمتر از ۰,۱ بوده، بنابراین ناسازگاری بین ارجحیت معیار های تصمیم گیری در ابعاد کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار، وجود ندارد. در این نمودار با مد نظر قرار دادن ابعاد تناسب با الزامات بیرونی، معیار هفتم (CIP) خلاقیت و نو آوری در نوع محصول شرکت به با مقدار ۰,۳۱۲۸ نسبت به بقیه معیارها بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است و نشان دهنده این است که این معیار برای شرکت های انتخاب شده در شرکت سیمکات تبریز از اهمیت بالایی نسبت به سایر معیارها دارد. همچنین معیار ششم (RE) محدودیت های منابع شرکت با مقدار ۰,۱۸۸۹، معیار چهارم (COP) فشار های رقبا شرکت با مقدار ۰,۱۸۰۳، معیار پنجم (TSC) تفکر فرهنگ جامعه شرکت با مقدار ۰,۱۶۱۴، معیار سوم (MEI) حداقل کردن تاثیرات زیست محیطی شرکت با مقدار ۰,۰۸۲۴، معیار دوم (CSP) تطابق با ادراکات و باورهای جامعه شرکت با مقدار ۰,۰۴۲۷ و معیار اول (CEF) در نظر گرفتن ویژگی های محیطی شرکت با مقدار ۰,۰۲۶۶ به ترتیب در رده های بعدی قرار گرفته اند.

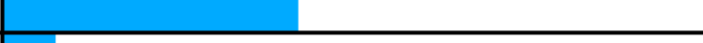
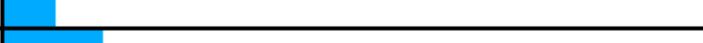
نمودار نهایی ارجحیت انتخاب بهترین گزینه کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار در شرکت سیمکات تبریز با توجه به هریک از ابعادهای ۵ گانه (سازگاری با محیط

زیست، کنترل هزینه، امکان پذیری، ایجاد وفاداری و شهرت برند و تناسب با الزامات بیرونی)

با توجه به مجموع محاسبات به عمل آمده از طریق مقایسات زوجی و با استفاده از تکنیک ANP طبق نمودار ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ در زیر نشان داده شده اند.

نمودار ۷: نمودار نهایی ارجحیت بهترین گزینه انتخاب کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار با توجه به

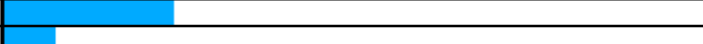
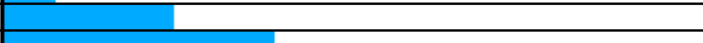
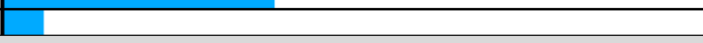
معیار سازگاری با محیط زیست

Inconsistency: 0.07703		
AL1		0.28814
AL2		0.07948
AL3		0.42075
AL4		0.07157
AL5		0.14005

با توجه به نمودار ۷، نرخ ناسازگاری کمتر از ۰،۱ می باشد. اگر شرکت سیمکات با توجه به معیار اول بخواهد بهترین گزینه را جهت کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار به کار گیرد با توجه به نمودار بهترین گزینه، بهبود مستمر می باشد و گزینه های انبار سبز، بکارگیری استاندارد های ایزو، استراتژی شرکت با تامین کنندگان و استراتژی و تعهد شرکت به ترتیب در رده های انتخاب بعدی قرار خواهند گرفت.

نمودار ۸: نمودار نهایی ارجحیت بهترین گزینه انتخاب کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار با توجه به

معیار کنترل هزینه

Inconsistency: 0.08894		
AL1		0.24188
AL2		0.07267
AL3		0.24178
AL4		0.38774
AL5		0.05593

با توجه به نمودار ۸، نرخ ناساگاری کمتر از ۰,۱ می باشد. اگر شرکت سیمکات با توجه به معیار دوم بخواهد بهترین گزینه را جهت کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار به کار گیرد با توجه به نمودار بهترین گزینه، استراتژی و تعهد شرکت می باشد و گزینه های بهبود مستمر، انبار سبز، استراتژی شرکت با تامین کنندگان و استراتژی به کارگیری استاندارد های ایزو به ترتیب در رده های انتخاب بعدی قرار خواهند گرفت.

نمودار ۹: نمودار نهایی ارجحیت بهترین گزینه انتخاب کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار با توجه به

معیار امکان پذیری

Inconsistency: 0.09646		
AL1		0.53113
AL2		0.05922
AL3		0.20585
AL4		0.15838
AL5		0.04541

با توجه به نمودار ۹، نرخ ناساگاری کمتر از ۰,۱ می باشد. اگر شرکت سیمکات با توجه به معیار سوم بخواهد بهترین گزینه را جهت کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار به کار گیرد با توجه به نمودار بهترین گزینه، انبار سبزی می باشد و گزینه های بهبود مستمر، انبار سبز، استراتژی و تعهد شرکت، استراتژی شرکت با تامین کنندگان و به کارگیری استاندارد های ایزو به ترتیب در رده های انتخاب بعدی قرار خواهند گرفت.

نمودار ۱۰: نمودار نهایی ارجحیت بهترین گزینه انتخاب کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار با توجه به

معیار ایجاد وفاداری و شهرت برند

Inconsistency: 0.09930		
AL1		0.29589
AL2		0.02877
AL3		0.09504
AL4		0.19281
AL5		0.38749

با توجه به نمودار ۱۰ ، نرخ ناساگاری کمتر از ۰,۱ می باشد. اگر شرکت سیمکات با توجه به معیار چهارم بخواهد بهترین گزینه را جهت کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار به کار گیرد با توجه به نمودار بهترین گزینه، بکارگیری استانداردهای ایزو می باشد و گزینه های انبار سبز، استراتژی و تعهد شرکت ، بهبود مستمر و استراتژی شرکت با تامین کنندگان به ترتیب در رده های انتخاب بعدی قرار خواهند گرفت.

نمودار ۱۱: نمودار نهایی ارجحیت بهترین گزینه انتخاب کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار با توجه به

معیار تناسب با الزامات بیرونی

Inconsistency: 0.08684		
AL1		0.34395
AL2		0.13460
AL3		0.20535
AL4		0.08672
AL5		0.22939

با توجه به نمودار ۱۱ ، نرخ ناساگاری کمتر از ۰,۱ می باشد. اگر شرکت سیمکات با توجه به معیار پنجم بخواهد بهترین گزینه را جهت کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار به کار گیرد با توجه به نمودار بهترین گزینه، انبار سبز می باشد و گزینه های بکارگیری استانداردهای ایزو، بهبود مستمر ، استراتژی شرکت با تامین کنندگان و استراتژی و تعهد شرکت به ترتیب در رده های انتخاب بعدی قرار خواهند گرفت.

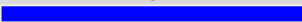
نمودار نهایی ارجحیت انتخاب بهترین گزینه کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار در شرکت سیمکات تبریز با توجه ابعادهای ۵ گانه (سازگاری با محیط زیست، کنترل هزینه، امکان پذیری ، ایجاد وفاداری و شهرت برندو تناسب با الزامات بیرونی)

نمودار ۱۲: انتخاب بهترین گزینه کاهش هزینه زنجیره تامین پایدار در شرکت سیمکات تبریز

در شبکه تصمیم گیری

New synthesis for: Super Decisions Main Window: Hidery.sdmod

Here are the overall synthesized priorities for the alternatives.
You synthesized from the network Super Decisions Main Window: Hidery.sdmod

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
GH		1.000000	1.000000	0.339386

Okay Copy Values

با توجه به مجموع محاسبات به عمل آمده از طریق مقایسات زوجی و با استفاده از تکنیک ANP طبق نمودار ۱۲ انبار سبز به عنوان بهترین گزینه انتخاب می شود. تعیین روابط و چگونگی تاثیر عوامل و شدت اثر آنها با استفاده از دیمتل فازی: گام های روش دیمتل فازی :

برای شناسائی الگوی روابط میان n معیار ابتدا یک ماتریس $n \times n$ تشکیل می شود. تاثیر عنصر مندرج در هر سطر بر عناصر مندرج در ستون در این ماتریس به صورت یک عدد فازی درج می شود. اگر از دیدگاه بیش از یک نفر استفاده شود، هریک از خبرگان باید ماتریس موجود را تکمیل کنند. سپس از میانگین ساده نظرات استفاده شده و ماتریس ارتباط مستقیم z را تشکیل داده می شود

$$z = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & \tilde{z}_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{z}_{1n} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

جدول ۳ ماتریس ارتباط مستقیم که همان مقایسات زوجی خبرگان هست را نشان می دهد. اگر در ارزیابی از چند خبره استفاده شده است ماتریس زیر میانگین حسابی تمام خبرگان می باشد.

جدول ۳: ماتریس ارتباط مستقیم

همچنین در جدول زیر طیف فازی به کار رفته در مدل آورده شده است.

کد	عبارت کلامی	L	M	U
1	بدون تاثیر	0	0	0.25
2	تاثیر خیلی پایین	0	0.25	0.5
3	تاثیر پایین	0.25	0.5	0.75
4	تاثیر بالا	0.5	0.75	1
5	تاثیر خیلی بالا	0.75	1	1

گام ۲: نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم فازی

برای نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم فازی از رابطه زیر استفاده می شود.

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{\tilde{z}_{ij}}{r} = \left(\frac{l_{ij}}{r}, \frac{m_{ij}}{r}, \frac{u_{ij}}{r} \right)$$

که

$$r = \max_{T(i,j)} \left\{ \max_i \sum_{j=1}^n u_{ij}, \max_j \sum_{i=1}^n u_{ij} \right\} \quad i, j \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$$

گام ۳: محاسبه ماتریس فازی ارتباط کامل

در این گام طبق رابطه زیر ماتریس فازی روابط کل تشکیل می شود.

$$\tilde{T} = \lim_{k \rightarrow +\infty} (\tilde{x}^1 \oplus \tilde{x}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{x}^k)$$

است به صورت $\tilde{t}_{ij} = (l_{ij}^n, m_{ij}^n, u_{ij}^n)$ اگر هر درایه عدد فازی ماتریس روابط کل به صورت

زیر محاسبه می شود:

$$[l_{ij}^n] = x_l \times (I - x_l)^{-1}$$

$$[m_{ij}^n] = x_m \times (I - x_m)^{-1}$$

$$[u_{ij}^n] = x_u \times (I - x_u)^{-1}$$

به عبارت دیگر ابتدا معکوس ماتریس نرمال را محاسبه نموده و سپس آن را از ماتریس ۱ کم می کنیم و در انتها ماتریس نرمال را در ماتریس حاصل ضرب می کنیم. جدول ۴ ماتریس ارتباط کامل فازی را نشان می دهد.

گام ۴: فازی زدایی مقادیر ماتریس ارتباط کامل

برای فازی زدایی از روش CFCS اپریکویک و زنگ استفاده شده است. مراحل روش فازی زدایی به صورت زیر است:

$$l_{ij}^n = \frac{(l_{ij}^t - \min l_{ij}^t)}{\Delta_{min}^{max}}$$

$$m_{ij}^n = \frac{(m_{ij}^t - \min l_{ij}^t)}{\Delta_{min}^{max}}$$

$$u_{ij}^n = \frac{(u_{ij}^t - \min l_{ij}^t)}{\Delta_{min}^{max}}$$

به طوری که:

$$\Delta_{min}^{max} = \max u_{ij}^t - \min l_{ij}^t$$

محاسبه کران بالا و پایین مقادیر نرمال:

$$l_{ij}^s = m_{ij}^n / (1 + m_{ij}^n - l_{ij}^n)$$

$$u_{ij}^s = \frac{u_{ij}^n}{(1 + u_{ij}^n - l_{ij}^n)}$$

خروجی الگوریتم cfcs یک ماتریس با مقادیر قطعی است.

محاسبه کل مقادیر قطعی نرمال شده:

$$x_{ij} = \frac{[l_{ij}^s(1 - l_{ij}^s) + u_{ij}^s \times u_{ij}^s]}{[1 - l_{ij}^s + u_{ij}^s]}$$

جدول زیر مقادیر دیفازی شده ماتریس ارتباط کامل را نشان می دهد.

گام ۵: محاسبات حد آستانه

تمام مقادیر ماتریس ارتباط کامل قطعی شده که کمتر از میانگین ماتریس ارتباط کامل باشند، با استفاده از رابطه زیر شناسایی و صفر می شوند، به عبارت دیگر آن رابطه علی در نظر گرفته نمی شود.

$$TS = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V_{ij}}{m \times n}$$

$$U_{ij} = \begin{cases} V_{ij} & V_{ij} \geq TS \\ 0 & \text{Others} \end{cases}$$

جدول زیر ماتریس ارتباط کامل که مقادیر کمتر از آستانه حذف شده است را نشان می دهد. بر اساس جدول زیر روابط علی معلولی بین عناصر ترسیم می شود. مقدار آستانه (TS) در این تحقیق برابر 0.0620.062 است

گام 6: خروجی نهایی و ایجاد نمودار علی

گام بعدی به دست آوردن مجموع سطرها و ستون های ماتریس T است. مجموع سطرها (D) و ستون ها (R) با توجه به فرمول های زیر به دست می آوریم.

$$D = \sum_{j=1}^n T_{ij}$$

$$R = \sum_{i=1}^n \tilde{T}_{ij}$$

سپس با توجه به D و R ، مقادیر $D+R$ و $D-R$ را به دست می آوریم که به ترتیب نشان دهنده میزان تعامل و قدرت تاثیرگذاری عوامل هستند.

خروجی نهائی در جدول زیر آمده است.

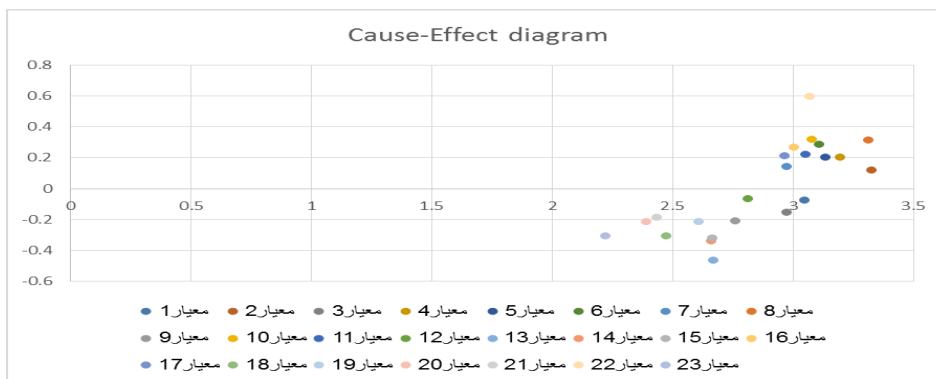
جدول ۴: خروجی نهائی

D-R	D+R	D	R	
-0.078	3.05	1.486	1.564	معیار 1
0.119	3.329	1.724	1.605	معیار 2
-0.157	2.975	1.409	1.566	معیار 3
0.2	3.195	1.698	1.498	معیار 4
0.201	3.138	1.67	1.469	معیار 5
0.286	3.109	1.697	1.411	معیار 6
0.143	2.974	1.559	1.416	معیار 7
0.311	3.315	1.813	1.502	معیار 8
-0.21	2.764	1.277	1.487	معیار 9
0.316	3.08	1.698	1.382	معیار 10
0.222	3.055	1.638	1.417	معیار 11
-0.069	2.812	1.371	1.44	معیار 12
-0.466	2.671	1.102	1.568	معیار 13
-0.34	2.661	1.161	1.501	معیار 14
-0.32	2.666	1.173	1.493	معیار 15
0.268	3.004	1.636	1.368	معیار 16
0.211	2.965	1.588	1.377	معیار 17
-0.306	2.475	1.084	1.391	معیار 18
-0.216	2.609	1.196	1.413	معیار 19

معیار 20	1.303	1.089	2.393	-0.214
معیار 21	1.313	1.123	2.436	-0.189
معیار 22	1.237	1.833	3.07	0.596
معیار 23	1.265	0.958	2.223	-0.306

شکل زیر نیز الگوی روابط معنی دار را نشان می دهد. این الگو در قالب یک نمودار هست که در آن محور طولی مقادیر $D + R$ و محور عرضی براساس $D - R$ می باشد. موقعیت و روابط هر عامل با نقطه ای به مختصات $(D + R, D - R)$ در دستگاه معین می شود.

نمودار ۱۳: الگوی روابط



گام 7: تفسیر نتایج

با توجه به نمودار و جدول فوق هر عامل از چهار جنبه بررسی می شود:

- میزان تاثیر گذاری متغیرها: جمع عناصر هر سطر (D) برای هر عامل نشانگر میزان تاثیر گذاری آن عامل بر سایر عامل های سیستم است. در این تحقیق معیار 1 از بیشترین

تاثیر گذاری برخوردار است و معیار 2، معیار 3، معیار 4، معیار 5، معیار 6، معیار 7، معیار 8، معیار 9، معیار 10، معیار 11، معیار 12، معیار 13، معیار 14، معیار 15، معیار 16، معیار 17، معیار 18، معیار 19، معیار 20، معیار 21، معیار 22 و معیار 23 در درجات بعدی تاثیر گذاری قرار دارند .

- میزان تاثیر پذیری متغیرها: جمع عناصر ستون (R) برای هر عامل نشانگر میزان تاثیر پذیری آن عامل از سایر عامل های سیستم است. در این تحقیق معیار 2 از بیشترین تاثیر پذیری برخوردار است و معیار 13، معیار 3، معیار 1، معیار 8، معیار 14، معیار 4، معیار 15، معیار 9، معیار 5، معیار 12، معیار 11، معیار 7، معیار 19، معیار 6، معیار 18، معیار 10، معیار 17، معیار 16، معیار 21، معیار 20، معیار 23 و معیار 22 در درجات بعدی تاثیر پذیری قرار دارند .

- بردار افقی ($D + R$) میزان تاثیر و تاثیر عامل مورد نظر در سیستم را نشان می دهد. به عبارت دیگر هرچه مقدار $D + R$ عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد. در این تحقیق معیار 2 از بیشترین تاثیر گذاری برخوردار است و معیار 8، معیار 4، معیار 5، معیار 6، معیار 10، معیار 22، معیار 11، معیار 1، معیار 16، معیار 3، معیار 7، معیار 17، معیار 12، معیار 9، معیار 13، معیار 15، معیار 14، معیار 19، معیار 18، معیار 21، معیار 20 و معیار 23 در درجات بعدی تاثیر گذاری قرار دارند .

- بردار عمودی ($D - R$) قدرت تاثیر گذاری هر عامل را نشان می دهد. بطور کلی اگر $D - R$ مثبت باشد، متغیر یک متغیر علی محسوب می شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می شود. در این تحقیق معیار 2، معیار 4، معیار 5، معیار 6، معیار 7، معیار 8، معیار 10، معیار 11، معیار 16، معیار 17، معیار 22 علی بوده و معیار 1، معیار 3، معیار 9، معیار 12، معیار 13، معیار 14، معیار 15، معیار 18، معیار 19، معیار 20، معیار 21، معیار 23 معلول به حساب می آیند 0.0620.0620. در این تحقیق معیار 1 از بیشترین تاثیر گذاری برخوردار

است و معیار 2، معیار 3، معیار 4، معیار 5، معیار 6، معیار 7، معیار 8، معیار 9، معیار 10، معیار 11، معیار 12، معیار 13، معیار 14، معیار 15، معیار 16، معیار 17، معیار 18، معیار 19، معیار 20، معیار 21، معیار 22 و معیار 23 در درجات بعدی تاثیرگذاری قرار دارند. در این تحقیق معیار 2 از بیشترین تاثیرپذیری برخوردار است و معیار 3، معیار 1، معیار 8، معیار 14، معیار 4، معیار 15، معیار 9، معیار 5، معیار 12، معیار 11، معیار 7، معیار 19، معیار 6، معیار 18، معیار 10، معیار 17، معیار 16، معیار 21، معیار 20، معیار 23 و معیار 22 در درجات بعدی تاثیرپذیری قرار دارند. در این تحقیق معیار 2 از بیشترین تاثیرگذاری برخوردار است و معیار 8، معیار 4، معیار 5، معیار 6، معیار 10، معیار 22، معیار 11، معیار 1، معیار 16، معیار 3، معیار 7، معیار 17، معیار 12، معیار 9، معیار 13، معیار 15، معیار 14، معیار 19، معیار 18، معیار 21، معیار 20 و معیار 23 در درجات بعدی تاثیرگذاری قرار دارند. در این تحقیق معیار 2، معیار 4، معیار 5، معیار 6، معیار 7، معیار 8، معیار 10، معیار 11، معیار 16، معیار 17، معیار 22 علی بوده و معیار 1، معیار 3، معیار 9، معیار 12، معیار 13، معیار 14، معیار 15، معیار 18، معیار 19، معیار 20، معیار 21، معیار 23 معلول به حساب می آیند .

بحث و نتیجه گیری

نتایج بدست آمده را می توان به شرح زیر خلاصه نمود:

برای مسائل کوچک، هر دو الگوریتم ارائه شده در کمترین زمان ممکن به جواب بهینه رسیدند.

مقایسه الگوریتم های ارائه شده برای مسائل متوسط و بزرگ، کارایی الگوریتم های نهنگ بهبود یافته و الگوریتم شبکه های عصبی مصنوعی ترکیبی با الگوریتم ژنتیک نشان داده می شود.

الگوریتم اصلاح شده، بهترین الگوریتم از الگوریتم اولیه ارائه شده، در مقایسه با بهترین الگوریتم های موجود در ادبیات، برای مسائل کوچک همانند اکثر آنها قادر به یافتن جواب بهینه در کوتاه ترین زمان ممکن می باشد.

الگوریتم اصلاح شده برای مسائل متوسط و بزرگ، از بسیاری از الگوریتم های ارائه شده در ادبیات بهتر عمل می کند.

پیشنهاد برای تحقیقات آتی :

۱. با توجه به فرض مجاز نبودن برش در کارها، در نظر گرفتن برش کارها و تأخیر انتقال یک کار از روی یک ماشین به روی ماشین دیگر و اضافه کردن آن به تابع هدف.

۲. انجام مطالعات مشابه با تعداد برش مشخص در کارها.

۳. انجام مطالعات مشابه با این تحقیق با استفاده از معیارهای بهینه سازی چندگانه و در نظر گرفتن محدودیت های تکنولوژیکی گوناگون به منظور کاهش فاصله مسائل واقعی و مسائل تئوریک کاملاً منطقی به نظر می رسد.

۴. تمام پارامترهای مسأله مورد نظر، قطعی می باشند. می توان این مسأله را در محیط فازی نیز مورد بررسی قرار داد.

۵. استفاده همزمان از محدودیت زمان تکمیل کارها با محدودیت های دیگر

۶. در نظر گرفتن سایر محیط های موجود در زمان بندی با محدودیت زمان تکمیل کارها

۷. به کارگیری توابع هدف دیگر یا توابع هدف چندگانه

۸. بررسی مسأله در حالت عدم قطعیت

۹. بررسی افزودن سایر محدودیت‌ها با استفاده از الگوریتم فراابتکاری نهنگ با معیار ریسک مورد انتظار و غیره، مدل مذکور را جامعیت بخشیده و الگوریتم های بهینه را به واقعیت نزدیک تر کرد. هم‌چنین می‌توان از این الگوریتم در سایر زمینه‌های رشته مالی مانند پیش‌بینی شاخص و پیش‌بینی قیمت سهام استفاده کرد.

۱۰. استفاده از ترکیب برنامه ریزی صحیح و الگوریتم های ابتکاری برای یافتن الگوریتم های کارا تر

منابع

- زمانیان، الهه، & صالحی، مجتبی. (۱۴۰۱). ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین خدماتی با نگرش استراتژیک مبتنی بر رویکرد SCOR و تکنیک اولویت‌بندی فازی. مدیریت زنجیره تأمین، ۲۴(۷۵)، ۷۵-۸۵.
- حسین پور، فاطمه، سلیمانی دامنه، رضا و اسماعیل زاده، منصور. (۱۴۰۳). نگاشت مدل علی انعطاف‌پذیری زنجیره تامین صنعت کاشی با روش دلفی فازی و دیمتل فازی. بهبود مدیریت، ۱۸(۲)، ۱-۲۰. doi: 10.22034/jmi.2024.421556.3030.
- حیدری دھویی، جلیل، حسینی دهشیری، سید جلال لدین. (۱۳۹۸). « شناسایی و اولویت بندی راهکارهای کاهش هزینه زنجیره تأمین کابل و تجهیزات نیروگاهی با استفاده از مهندسی ارزش. فصلنامه علمی مطالعات مدیریت صنعتی - سال هفدهم، شماره ۲۵، ۲۵۲- صفحات ۲۲.
- طبری، سید علوی، یحیی زاده فرد، محمود. (۱۳۹۹). شناسایی و رتبه بندی عوامل کلیدی موفقیت صنعت خودرو سازی ANP, DEMATEL. اجرای زنجیره تامین پایدار با استفاده از یک روش ترکیبی فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، آزاد اسلامی واحد سنندج، سال یازدهم شماره ۵۱.
- نعمتی، روح الله، جعفرنژاد چقوشی، احمد، عموزاد مهدیرجی، حنا. (۱۴۰۳). «طراحی مدل چابکی زنجیره تامین پایدار در صنعت نفت و گاز استان بوشهر با رویکرد آمیخته». تکنولوژی در کارآفرینی و مدیریت استراتژیک. دوره ۳، شماره ۴، ۲۹۱-۳۰۶.
- Abbasi, M., Nilsson, F. (2012). Themes and challenges in making supply chains environmentally sustainable. Supply Chain Manag. 17, 517e530.

- Abdulrahman, M.D., Gunasekaran, A., Subramanian, N. (2014). Critical barriers in implementing reverse logistics in the Chinese manufacturing sectors. *Int. J. Prod. Econ.* 147, 460e471.
- Alaei, M. R. K., Rostamzadeh, R., Abdsharafat, M., Albayrak, K., & Abdollahi, S. The effect of resilience for selection of suppliers with hybrid fuzzy mcdm El efecto de la resiliencia para la selección de proveedores con hybrid fuzzy mcdm. <https://doi.org/10.5377/nexo.v36i04.16789>.
- Azevedo SG, Govindan K, Carvalho H, Cruz-Machado V. (2013). Ecosilient index to assess the greenness and resilience of the upstream automotive supply chain. *J Clean Prod* 56:131–146.
- Bubicz ME, Barbosa- Pova APF, Carvalho. (2019). Incorporating social aspects in sustainable supply chains: trends and future directions. *J Cleaner Prod*, 237:117500.
- Chalmeta, Ricardo, Santos-deLeón, Nestor J. (2020). Sustainable supply chain in the era of industry 4.0 and big data: a systematic analysis of literature and research. *Sustainability* 2020, 12, 4108; doi: 10.3390/su12104108.
- Cormack, Allan., Tavares Thom'e, Antonio M'arcio, Silvestre, Bruno. (2021). An integrative conceptual framework for supply chain sustainability learning: A process-based approach. *Journal of Cleaner Production* 320, 128675. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128675>
- De, A., Choudhary, A., Tiwari, M.K. (2019). Multi objective approach for sustainable ship routing and scheduling with draft restrictions. *IEEE Trans. Eng. Manag.* 66,35e51.
- Dubey, R.; Gunasekaran, A.; Childe, S.J.; Papadopoulos, T.; Helo, P. (2019). Supplier relationship management for circular economy. *Manag. Decis.* 57, 767–790.
- Gao, D., Xu, Z.D., Ruan, Y.L.Z., Lu, H.Y. (2017). From a systematic literature review to integrated, definition for sustainable supply chain innovation (SSCI). *J. Clean. Prod.* 142, 1518e1538.
- Govindan K, Rajeev A., Padhi SS, Pati RK. (2020). Supply chain sustainability and performance of firms: a meta-analysis of the literature. *Transport Res Part E: Logist Transport Rev*; 137:101923.
- Gupta H, Kusi-Sarpong S, Rezaei J. (2020). Barriers and overcoming strategies to supply chain sustainability innovation. *Resour Conserv Recycl* 2020; doi: 10.1016/j.resconrec.2020.104819.
- Chandan, H, C., Das, R. (2017). Evolution of responsible and sustainable corporate identity for Chinese firms. *The China Business Model*, Elsevier, pp. 71–96.

- Linton, J. D., Klassen, R., & Jayaraman, V. (2007). Sustainable supply chains: An introduction. *Journal of Operations Management*, 25, 1075–1082.
- Luthra, S.; Mangla, S.K. (2018). Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. *Process. Saf. Environ. Prot.* 117, 168–179.
- Manavalan E, Jayakrishna K Manalapan. (2019). A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. *Comput Ind Eng* 2019; 127:925–53.
- Mueller, M., Gomes dos Santos, V., Seuring, S. (2009). The contribution of environmental and social standards towards ensuring legitimacy in supply chain governance. *J. Bus. Ethics* 89 (4), 509e524.
- Neutzling, D.M., Land, A., Seuring, S., Do Nascimento, L.F.M. (2018). Linking sustainability-oriented innovation to supply chain relationship integration. *J. Clean. Prod.* 172, 3448e3458.
- Nilsson, Fredrik, Malin, Oransson. (2021). Critical factors for the realization of sustainable supply chain.
- Otto, A.; Kotzab, H. Does supply chain management really pay? (2003). Six perspectives to measure the performance of managing a supply chain. *Eur. J. Oper. Res.* 144, 306–320.
- Parthibaraj, C.S., Subramanian, N., Palaniappan, P.L.K., Lai, K.-H. (2018). Sustainable decision model for liner shipping industry. *Comput. Oper. Res.* 89, 213e229.
- Savino, M.M., Mazza, A. (2014). Toward environmental and quality sustainability: an integrated approach for continuous improvement. *IEEE Trans. Eng. Manag.* 61 (1), 161e171.
- Seuring, S., Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *J. Clean. Prod.* 16, 1699e1710.
- Singh, C.S., Soni, G. & Badhotiya, G.K. Performance indicators for supply chain resilience: review and conceptual framework. *J Ind Eng Int* 15 (Suppl 1), 105–117 (2019). <https://doi.org/10.1007/s40092-019-00322-2>
- Üyüközkan, Gülçin, B, Çiğdem, Berkol. (2021). Designing a sustainable supply chain using an integrated analytic network process and goal programming approach in quality function deployment. *Expert Systems with Applications*.38(2011)1373113748. doi:10.1016/j.eswa.2011.04.171.
- Ye, Nan., Kueh, Tung-Boon, Hou, Lisong. (2020). A bibliometric analysis of corporate social responsibility in sustainable development, *J. Clean. Prod.* 272, 15.

Zhao, Guohao., Ahmed, Rahil Irfan., Ahmad, Naveed., Yan, Cheng, Shahjahan Usmani, Muhammad. (2021). Prioritizing critical success factors for sustainable energy sector in China: A DEMATEL approach. Energy Strategy, Reviews35, 100635.