Industrial Management Studies Vol.19
No 62, Autumn 2021, 193-223
.atu.ac.ir
DOI: 10/22054/jims.2021.411130.2298

ATU PRESS

Original Reserch / Review / …
Received:3/3/2019
Accepted:29/5/2021
eISSN: ISSN:

Fabric Procurement Planning and Evaluating in Apparel Global Supply Chain: An Integrated Modified VIKOR With Fuzzy-Random Data and Nonlinear Programming

Reza Ghasemy Yaghin* Assistant Professor, Textile Engineering Department, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

Fateme Darvishi MSc Candidate, Textile Engineering Department, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

Abstract

This paper presents a global supplier selection model for the textile and clothing industry using a fuzzy multi-criteria group decision making approach. Then, the order quantity of each supplier is determined by a mathematical programming model. In the first step, a group fuzzy analysis hierarchical process approach is used to obtain the overall weight of the criteria and sub-criteria and then modified VIKOR is developed in order to calculate the vendor rating. In doing so, a modified VIKOR method with fuzzy-random data is extended due to the existence of both qualitative and quantitative criteria. The qualitative criteria are considered by fuzzy linguistic modeling and quantitative criteria from random data are formulated in a stochastic environment (based on historical data of suppliers). In the second step, a nonlinear programming model is developed to determine the purchasing quantities from suppliers with multi-sourcing strategy. Finally, using a numerical study, the deployment of the above model is done in the clothing industry and crucial parameters are discovered by sensitivity analysis. Our findings indicate the critical role of customer's demand and assigned capacity of suppliers in procurement plan.

Keywords: Global Supplier Selection, Apparel Supply Chain, Modified VIKOR with Fuzzy-random Data, Mathematical Programming

* Corresponding Author: yaghin@aut.ac.ir
How to Cite: Vol.19 No 62, Autumn 2021

مقاله پژوهشی

مطالعات مدیریت صنعتی
دوره نوزدهم، شماره ٦٢، پاییز ١٤٠٠، ٢٢٣-١٩٣
.atu.ac.ir
DOI:١٠,٢٢٠٤٥/jims.٢٠٢١,٤١١١٣,٢٢٩٨

ارزیابی و برنامه‌ریزی خرید پارچه در زنجیره عرضه جهانی پوشاک: یک رویکرد تلفیقی ویکور گسترش یافته فازی-تصادفی و برنامه‌ریزی غیرخطی

رضا قاسمی‌یقین* استادیار، گروه مهندسی پوشاک و مدیریت، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

فاطمه درویشی دانشجوی کارشناسی‌ارشد، رشته مدیریت نساجی، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۸

eISSN: ISSN:۲۲۵۱۸۰۲۹

چکیده

توجه به چالش‌های ارزیابی تامین کنندگان و انتخاب آنها با وجود شاخص‌های کمی-کیفی و تعیین مقدار سفارش از هر واحد بافندگی پارچه برای صنعتگران نساجی بسیار حیاتی است. لذا، در مقاله حاضر ابتدا با استفاده از یک رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیری چند معیاره در حالت چند تصمیم‌گیرنده، یک مدل ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده بین‌المللی در صنعت نساجی و پوشاک توسعه داده می‌شود و سپس با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی، میزان سفارش به هر تامین‌کننده مدلسازی می‌شود. در مرحله اول از روش پژوهش، در ابتدا رویکرد فازی گروهی-فرآیند تحلیل سلسله مراتبی جهت بدست آوردن وزن کلی معیارها و زیرمعیارها استفاده شده است. به دلیل وجود هر دو نوع معیار کیفی و کمی، روش تلفیقی ویکور گسترش یافته فازی-تصادفی توسعه داده می‌شود که برای معیارهای کیفی از داده‌های فازی و برای معیارهای کمی از داده‌های تصادفی (بر اساس پیشینه‌ی تاریخی) استفاده می‌شود در مرحله دوم از روش پژوهش، برای تعیین میزان خرید مدل برنامه‌ریزی غیرخطی توسعه داده می‌شود. در انتها، با استفاده از یک مطالعه عددی، استقرار مدل فوق در صنعت پوشاک انجام می‌شود و با آنالیز حساسیت مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. نتایج این پژوهش بیانگر میزان اهمیت تقاضا و ظرفیتِ تخصیص داده شده توسط تامین‌کنندگان بر برنامه تدارکات است.

کلیدواژه‌ها: انتخاب تامین‌کننده جهانی، زنجیره عرضه پوشاک، ویکور گسترش یافته فازی-تصادفی، برنامه‌ریزی ریاضی

* نویسنده مسئول: yaghin@aut.ac.ir

مقدمه

انتخاب تامین‌کننده یک فرایند استراتژیک است که بقای طولانی یک شرکت را تعیین می‌کند و یک نقش کلیدی در دستیابی به اهداف یک زنجیره عرضه موثر بازی می‌کند (چان و همکاران ۲۰۰۸،هامامی و همکاران ۲۰۱۴). منبع‌یابی جهانی به عنوان فرایند شناسایی، ارزیابی، مذاکره، و پیکربندی در سراسر مکان‌های جغرافیایی متعدد به منظور کاهش هزینه‌ها، به حداکثر رساندن عملکرد و کاهش خطرات تعریف می‌شود (گارجیا و ریچر ۲۰۰۵). صنایع نساجی و پوشاک در میان تعدادی از صنایع جهانی شده، هم از نظر از اجزاء شرکت‌کننده و هم پیچیدگی زنجیره عرضه مطرح هستند. از آنجا که اغلب، دستمزد در کشورهای در حال توسعه پایین‌تر است می‌توان محصولات پوشاک را با قیمت کمتر در کشورهای دیگر تولید کرد که این یکی از دلایل اهمیت یافتن منابع جهانی در صنعت پوشاک و نساجی است (گارجیا و ریچر ۲۰۰۵). شرکت‌های تولید پوشاک، منبع‌یابی جهانی را نه تنها برای قیمت رقابتی بلکه برای تمرکز بر قابلیت‌های اصلی و مدیریت بهره‌وری در عصر رقابتی نیز افزایش دادند (نونگ و هو ۲۰۱۹). برندهای جهانی از جمله: گپ[1] (کلیفرنیا، آمریکا) و اچ اند ام[2] (استکهلم، سوئد) نمونه برندهایی هستند که بدون بستر تولید داخلی موفق شده‌اند (کیم ۲۰۱۲).

همینطور که اشاره شد، صنعت نساجی در زنجیره خود ناگزیر از خریدهای جهانی مواد اولیه (مانند پارچه) است که بتواند برای تولید پوشاک و سایر منسوجات با تامین‌کنندگان در گستره جهانی تعامل داشته باشد. در این مسیر، ارائه رویکردی برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگانِ این صنعت می‌تواند علاوه بر تعیین شاخص‌های پر اهمیت، ابزار تصمیم‌گیری کمّی را به مدیران خرید در این صنعت ارائه دهد. مضاف برآنکه انتخاب، تعیین مقدار خرید (طاقه‌های پارچه) و حمل آنها

1. Gap
2. H&M

مولفه‌های مهمی در این صنعت محسوب می‌شوند که در صورت توفیق در برنامه ریزیِ مقرون به صرفه، بتوان با کاهش هزینه‌ها در فضای رقابتی فعالیت نمود. با جزییات بیشتر، بیان مسئله این تحقیق به این صورت است: به طور کلی منبع‌یابی جهانی مزایای مختلفی به همراه دارد از جمله: مزایای هزینه، دسترسی به تکنولوژی محصول و فرآیند، کیفیت بالاتر، رقابت با تامین کنندگان داخلی. تغییر مکرر در پایه تامین، در بازارهای جهانی و رقابتی امکان‌پذیری اقتصادی ندارد، بنابراین این تصمیم باید با دقت زیادی انجام شود.

لذا در این مقاله برای پوشش ضرورت شناسایی شده، ابتدا از طریق پرسشنامه‌ای، معیارهای مهم در ارتباط با فرآیند انتخاب تامین‌کننده جهانی در صنعت پوشاک شناسایی می‌شوند، که طبقه‌بندی و الویت‌بندی معیارهای تصمیم‌گیری مختلف ممکن است بسته به نیاز شرکت متفاوت باشد برخی از معیارها ارزیابی کیفی دارند و تصمیم‌گیرنده به صورت مقایسه‌ای و با متغیرهای بیانی در مورد آن‌ها اظهار نظر می‌کند، در حالی که در برخی معیارهای کمی، سابقه‌ای از پیشینه عرضه‌کنندگان در خریدهای قبل موجود است. بدین منظور، این مسئله در این پژوهش در دو مرحله با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و روش ویکور تلفیقی مدلسازی شده است. در انتها مدل انتخاب تامین‌کننده جهانی در حالت چند تصمیم‌گیرنده با استفاده از مدل فازی گروهی– فرآیند سلسله مراتبی و ویکور تلفیقی فازی-تصادفی ارائه می‌شود. سپس در فاز دوم، میزان خرید از هر تامین‌کننده با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی تعیین می‌شود.

در ادامه‌ی مقاله ابتدا، مروری بر ادبیات موضوع منبع‌یابی جهانی آورده می‌شود و سپس تعریف مساله و مدلسازی انجام شده توضیح داده می‌شود. همچنین در ادامه، به ترتیب الگوریتم حل و نتایج مثال عددی در صنعت نساجی و پوشاک نشان داده می‌شود و با تحلیل حساسیت، پارامترهای بحرانی مدل مشخص می‌شود.

مرور ادبیات موضوع

فاگن (۱۹۹۱)، با تاکید بر افزایش تعداد شرکت‌های در حال خرید مواد و خدمات از یک عرضه جهانی چگونگی به دست آوردن مزایای استفاده از منابع جهانی با به حداقل رساندن هزینه‌ها و خطرات را شرح می‌دهد. چان و همکاران (۲۰۰۸)، علاوه بر معیارهای سنتی هزینه و کیفیت، برخی از معیارهای مهم به ویژه در مورد انتخاب تامین‌کنندگان جهانی شامل: اهمیت وضعیت سیاسی-اقتصادی، موقعیت جغرافیایی، زیرساخت‌ها، زمینه مالی، پیشینه عملکرد، عوامل خطر و مانند آن نیز در نظر می‌گیرند. همچنین، گلد و آوشتی (۲۰۱۵)، یک مدل برای انتخاب تامین کنندگان پایدار جهانی با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی- فازی ارائه داده‌اند. همچنین یک رویکرد دو مرحله‌ای فازی برای حل مساله انتخاب تامین‌کننده توسط اوتای و کبی (۲۰۱۶)، پیشنهاد شده است. آن‌ها برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان روش FUZZY-MULTIMOORA را به کار گرفتند. از اواخر دهه ۱۹۵۰، شرکت‌های پوشاک آمریکایی اولین بار به ژاپن، سپس به هنگ‌کنگ، سپس به کره جنوبی و تایوان نقل مکان کردند. هنگ‌کنگ، کره و تایوان سه کشور از چهار کشور نوظهور صنعتی آسیا بودند که با استفاده از پوشاک به عنوان اولین صادر کننده‌های اصلی تبدیل شدند (بوناسیچ و همکاران ۱۹۹۴). مطالعات محدودی در گذشته الگوها و تغییرات منبع‌یابی جهانی را خصوصا در صنعت نساجی و پوشاک بررسی نموده‌اند. برای مثال سو و همکاران به نقل از مرجع (گارجیا و ریچر ۲۰۰۵)، تغییرات در الگوهای منبع‌یابی آمریکا را برای نخ، پارچه و پوشاک بررسی کردند. همچنین، تجزیه و تحلیل استراتژی‌های منبع‌یابی جهانی در صنعت پوشاک کره جنوبی توسط کیم (۲۰۱۲) انجام شده است. از طرفی، تنگ و جارامیلو (۲۰۰۵)، به موضوع موثر بر شرکت‌های نساجی و پوشاک ایالات متحده، برای پیدا کردن تامین‌کننده مناسب پرداختند. مقاله دیگری نیز با هدف تأکید بر اهمیت مسائل انتخاب فروشنده و ارتباط آن با استراتژی و اهداف زنجیره عرضه توسط کوپرالا و آلبیراکوگلا (۲۰۱۷)، ارائه شده است. آوشتی و همکاران (۲۰۱۷)، یک رویکرد یکپارچه فرآیند تحلیل سلسله مراتبی-ویکور فازی برای مساله انتخاب تامین‌کننده جهانی پایدار پیشنهاد کردند در صنایع دیگر نیز مقالاتی توسعه داده شده است. زیمر و همکاران (۲۰۱۷) نیز به ارزیابی ریسک‌های اجتماعی در زنجیره-

های عرضه جهانی برای انتخاب تامین‌کننده جهانی در صنعت خودروسازی آلمان پرداختند. آن‌ها از رویکرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را برای توسعه مدل مذکور بکار گرفتند. برای منبع‌یابی با نگرش پایداری، ورسته و برندنبرگ (۲۰۱۸) تحلیلی برای منبع‌یابی پنبه ارگانیک از کشورهایی امریکایی صورت دادند و بررسی نمودند چگونه با حفظ عملکرد زیست محیطی می‌توان منبع‌یابی را بصورت جایگزین از کشورهایی آفریقایی انجام داد و تاثیر آن بر زنجیره عرضه پوشاک چیست. در فرآیند منبع یابی مواد نساجی، مجامدر و همکاران (۲۰۲۰) نیز مدلی برای میزان آسیب پذیری صنعت پوشاک آسیا در مقابله با ریسک‌ها با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی ارائه کردند. در دنیای امروز با توجه به گستردگی رقابت و وجود چندین منبع، موضوع تخصیص سفارش و تعیین میزان خرید نیز اهمیت پیدا می‌کند. به همین‌منظور، یک مدل یکپارچه توزیع عملکرد کیفیت فازی[1] و برنامه‌ریزی خطی چند هدفه برای انتخاب تامین‌کننده و تخصیص سفارش در زمینه جهانی توسط کومار و همکاران (۲۰۱۱) پیشنهاد شده است. همچنین، کومار و همکاران (۲۰۰۴)، نیز یک رویکرد برنامه‌ریزی‌آرمانی فازی برای حل مسئله انتخاب فروشنده با اهداف متعدد ارائه کرده‌اند. در همین مسیر تحقیقاتی،هامدن و چیاتو (۲۰۱۶)، یک مدل تصمیم‌گیری غیرخطیِ عددصحیح برای مساله انتخاب تامین‌کننده سبز و تخصیص سفارش در چند دوره را ارائه می‌کنند. بعلاوه، یک رویکرد یکپارچه روند سلسله مراتب تحلیلی بهبود یافته توسط نظریه مجموعه‌های تخمینی[2] و برنامه‌ریزی عدد صحیح چند هدفه مختلط توسط وو زیا (۲۰۰۷) پیشنهاد شده است تا به طور همزمان تعداد تامین کنندگان و مقدار سفارش اختصاص داده شده به هریک مشخص شود. در همین حوزه،هامامی و همکاران (۲۰۱۴) نیز، با استفاده از یک مدل عدد صحیح مختلط مبتنی بر روش برنامه‌ریزی تصادفی با هدف به حداقل رساندن هزینه‌های کل با در نظر گرفتن نوسانات ارز و تخفیف ارائه کردند. اخیرا، درویشی و همکاران (۲۰۲۰)، مدلی برای ارزیابی و تخصیص سفارش به تامین‌کنندگان بهمراه مطالعه موردی در صنعت نساجی و پوشاک با تقاضای تصادفی ارائه کردند. جدول۱، خلاصه‌ای از تحقیقات مرتبط با منبع‌یابی

1 .Fuzzy Quality Function Deployment (FQFD)
2. Rough sets theory

جهانی را نشان می‌دهد. با توجه به ضرورت و اهمیت انتخاب تامین‌کننده در مدیریت زنجیره عرضه، تحقیقات بسیاری برای مساله انتخاب تامین‌کننده و ارائه تکنیک‌های برای حل این مساله در دسترس هستند، در حالی که مسئله "انتخاب تامین‌کننده جهانی" خصوصا در صنعت نساجی و پوشاک، به گستردگی مورد بحث قرار نمی‌گیرد. با این حال در بین مقالات، روش تحلیل فرآیند سلسله مراتبی فازی بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است. علاوه بر این، مدل‌های متداول در مقالات، به طور خاص در صنعت نساجی و پوشاک قابل استفاده نیستند چرا که پارامترها و متغیرهای موجود در این صنعت، متفاوت است. برای مثال ظرفیت تامین‌کنندگان بر حسب متر مربع پارچه است در حالی که سفارش بر حسب طاقه پارچه است. بنابراین در این مقاله، در ابتدا یک روش دومرحله‌ای با استفاده از روش تحلیل فرآیند سلسله مراتبی-فازی گروهی و ویکور گسترش یافته با داده‌های تصادفی-فازی به منظور انتخاب و ارزیابی تامین‌کنندگان توسعه داده شده است. در ابتدا پس از تهیه پرسشنامه و وزن‌دهی معیارها با استفاده از روش تحلیل فرآیند سلسله مراتبی-فازی گروهی، معیارها کیفی با داده‌های فازی و معیارهای کمی با داده‌های تصادفی (با استفاده از پیشینه تاریخی عرضه‌کنندگان) در روش ویکور گسترش یافته بکار گرفته می‌شوند. پس از رتبه‌بندی عرضه‌کنندگان، مدل ریاضی غیرخطی، توسعه داده می‌شود طوری که بتواند تقاضا را پاسخ دهد. سپس مدل غیر خطی به مدل خطی برای تعیین میزان خرید به هریک از تامین‌کنندگان در صنعت نساجی و پوشاک تبدیل می‌شود.

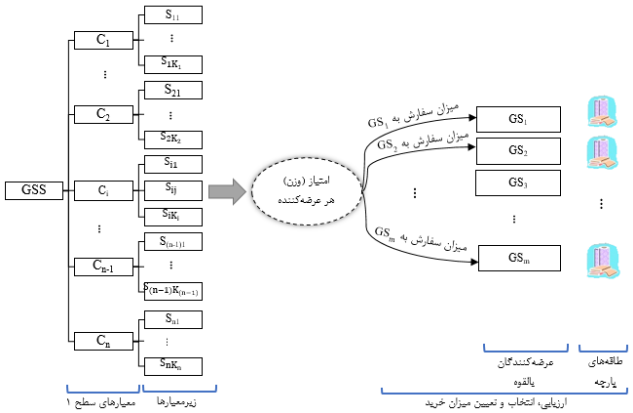
جدول ۱: خلاصه ای از تحقیقات مرتبط با انتخاب تامین‌کننده جهانی و جایگاه مقاله حاضر

مقاله	نوع مدلسازی	تئوری	صنعت/تمرکز
گارجیا و ریچر (۲۰۰۵)	CA	بررسی تغییرات در الگوهای منبع‌یابی آمریکا برای نخ، پارچه و پوشاک	نساجی
چان و همکاران (۲۰۰۸)	Fuzzy-AHP	شناسایی معیارهای مهم در انتخاب تامین کننده جهانی و حل مشکل انتخاب	-
کومار و همکاران (۲۰۱۱)	FQFD / MOLP	انتخاب تامین‌کننده و تخصیص سفارش با روش برنامه‌ریزی خطی چند هدفه	جهانی
کیم (۲۰۱۲)	-	بررسی روند یافتن منابع جهانی توسط شرکت‌ها و ویژگی‌های محصول و کشورهای عرضه‌کننده	پوشاک
هامامی و همکاران (۲۰۱٤)	MISP	تخصیص سفارش در محیط تصادفی	-
کبی و اوتای (۲۰۱٦)	Fuzzy MULTIMOORA	ارائه روشی برای انتخاب بهترین تامین‌کننده	نوشابه‌سازی
کوپرالا و آلبیراکوگلا (۲۰۱۷)	AHP	انتخاب و ارزیابی تامین‌کننده	پوشاک
آوشتی و همکاران (۲۰۱۷)	Fuzzy-AHP-VIKOR	انتخاب و ارزیابی تامین کننده	الکترونیک
ورسته و برندنبرگ (۲۰۱۸)	مروری	بررسی منبع یابی با رویکرد پایداری در صنعت پنبه	پنبه
نونگ و هو (۲۰۱۹)	پرسشنامه	شناسایی و تحلیل معیارهای منبع یابی جهانی در صنعت نساجی ویتنام	نساجی
درویشی و همکاران (۲۰۲۰)	Fuzzy MINLP	انتخاب و تخصیص سفارش پارچه با تقاضای تصادفی	نساجی و پوشاک
مجامدر و همکاران (۲۰۲۰)	Fuzzy AHP	بررسی سیاست انتخاب موارد در صنعت پوشاک آسیا با ریسک‌های جهانی	پوشاک
این مقاله	Fuzzy-AHP +VIKOR with Fuzzy-Random Data / NLP	انتخاب و ارزیابی تامین‌کننده و تخصیص سفارش با مدل برنامه‌ریزی غیرخطی	نساجی و پوشاک

روش‌شناسی تحقیق و تعریف مساله

شکل ۱، ساختار کلی سلسله مراتبی را در مساله انتخاب تامین‌کننده نشان می‌دهد که این ساختار شامل ۴ سطح هدف اصلی، معیارها، زیرمعیارها و تامین‌کنندگان است. همچنین

جدول ۲ نیز، نمادهای به کار گرفته شده در این مقاله را نشان می‌دهد. با عنایت به همه مولفه‌هایی که منبع‌یابی جهانی در زنجیره‌های عرضه با آن مواجه است، مساله مرتبط با آن، یک مساله تصمیم‌گیری چند سطحی با چند زیرمعیار و گزیدارهای چندگانه است. در اغلب این مسائل تصمیم‌گیری در ادبیات موضوع با بهره‌گیری از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و مقایسات زوجی، الویت‌بندی گزینه‌ها صورت می‌گیرد. این روند با افزایش تعداد معیارها و زیرمعیارها، پیچیدگی محاسبات را افزایش و عملکرد تکنیک را کاهش می‌دهد. روش ویکور یکی از روش‌های بهینه‌سازی مسائل چندمعیاره با حداقل فاصله از بیشترین مطلوبیت و حداکثر فاصله از نامطلوبترین مطلوبیت است که قادرست یک جواب سازشی در شرایط عوامل در تضاد یا غیرشفاف، ارائه دهد (ژو و همکاران ۲۰۱۹). البته روش تاپسیس نیز دو نقطه مرجع (ایده‌آل و ضد ایده‌آل) را معرفی می‌کند، ولی اهمیت نسبی فواصل از این دو نقطه را در نظر نمی‌گیرد. ویکور با ارائه یک تابع ادغامی، مفهوم نزدیکی به نقاط مرجع را مدلسازی می‌کند (یالسین و همکاران ۲۰۱۲). در واقع در مدل ویکور، اولویت‌بندی گزینه‌ها، از طریق ارزیابی گزینه‌ها نسبت به معیارها صورت می‌گیرد. این روش برای بهینه‌سازی چندمعیاره سیستم‌های پیچیده توسعه یافته است و روی دسته‌بندی و انتخاب از یک مجموعه گزینه‌ها تمرکز داشته و جواب‌های سازشی را برای یک مسأله با معیارهای متضاد تعیین می‌کند، به گونه‌ای که قادر است تصمیم گیرندگان را برای دست‌یابی به یک تصمیم نهایی یاری دهد. در اینجا جواب سازشی نزدیک‌ترین جواب موجه به جواب ایده‌آل است (اپریکوویک و تزنگ ۲۰۰۴).



شکل ۱: تعریف مساله انتخاب تامین‌کننده جهانی از طریق ساختار سلسله مراتبی چند سطحی

علاوه بر موارد صدر الذکر، تفاوت اصلی مدل ویکور با مدل‌های تصمیم‌گیری سلسله مراتبی یا شبکه‌ای در اینست که در مدل ویکور، مقایسه‌های زوجی بین معیارها و گزینه‌ها صورت نمی‌گیرد و هر گزینه توسط شاخص عملکردیش ارزیابی می‌شود. با توجه به مزایای روش مذکور، این پژوهش از روش گسترش یافته ویکور برای ارزیابی گزینه‌ها استفاده می‌کند که علاوه بر شاخص‌های کیفی با ملاحظه شرایط عدم قطعیت در اظهار نظر خبرگان (مدلسازی با ویکور فازی)، داده‌های تصادفی منتج از ارزیابی تاریخیِ تامین‌کنندگان (مدلسازی با ویکور تصادفی) را در نظر می‌گیرد. شایان ذکر است که در مدل تصمیم‌گیری ویکور، عوامل تصمیم (مانند معیارها و زیرمعیارها) وزن‌دهی نمی‌شوند، لذا از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبیِ فازی با چندین تصمیم گیرنده، برای تعیین میزان اهمیت معیارهای ارزیابی تامین کنندگان بهره گرفته می‌شود. لذا در بخش تجمیع نظرات، روند مدلسازی این مساله تشریح می‌شود.از طرف دیگر برخی معیارها کیفی و برخی معیارها کمی هستند. برای حل این مساله، با بهره‌گیری از روش ویکور گسترش یافته، معیارهای کیفی با داده‌های فازی و معیارهای کمی با داده‌های تصادفی (با استفاده از پیشینه تاریخی عرضه‌کنندگان) بکار گرفته می‌شوند.

موضوع دیگر پس از رتبه‌بندی و ارزیابی عرضه‌کنندگان، تخصیص سفارش به آن‌ها است. در صورت وجود یک منبع، تمام سفارش‌ها به آن یک منبعِ عرضه تخصیص داده می‌شود اما در صورت وجود چند منبع، میزان خرید از هر یک از عرضه‌کنندگان باید مشخص گردد. در ادامه، در بخش برنامه‌ریزی و تخصیص سفارش، مدلسازی ریاضی جهت تخصیص سفارش تشریح می‌شود.

مفروضات

مفروضات در نظر گرفته شده در این مقاله به صورت زیر است:

برای تعیین میزان اهمیت معیارهای تصمیم‌گیری، گروهی از خبرگان در شرکت خریدار مشارکت دارند. قضاوت‌های خبرگان (تصمیم‌گیرندگان) بر اساس اعداد فازی مثلثی مدلسازی می‌شود. مجموعه‌ای از عرضه‌کنندگانِ بالقوه توسط شرکت خریدار شناسایی شده‌اند. ظرفیت عرضه‌کنندگان برای همکاری با شرکت خریدار، از پیش تعیین شده و محدود است. برای سفارش پارچه از عرضه کنندگان، هر توپ پارچه با ۹۰ مترمربع پارچه

فرض می‌شود. فرض می‌شود که برای هر تامین کننده، تعداد زدگی پارچه توسط شرکت خریدار برآورده شده و در دسترس قرار دارد.

نمادها

نمادها و پارامترهای مورد استفاده به جهت مدلسازی ریاضی به صورت جدول ۲ است.

جدول۲ : تعریف نمادهای بکار گرفته شده

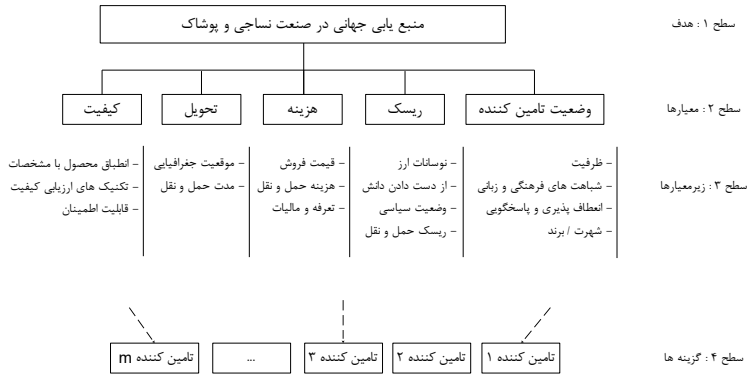
نماد	تعریف	نماد	تعریف
اندیس‌ها:		W_j^{AHP}	وزن بدست آمده از طریق AHP برای هر زیرمعیار
$i=1,\ldots,n$	اندیس مرتبط با معیارها	N_i^j	درایه jام معیار i ام در ماتریس مقایسات زوجی
$j=1,\ldots,k_i$	اندیس مرتبط با زیرمعیارها	Q_t	شاخص ویکور (وزن تامین‌کننده t ام بدست امده از روش $AHP\text{-}VIKOR\text{-}FUZZY$)
$t=1,\ldots,m$	اندیس مرتبط با تامین کنندگان	O_t	تعداد زدگی پارچه در هر متر مربع برای تامین-کننده t
پارامترها:		OS	تعداد زدگی قابل قبول در هر متر مربع (تعیین توسط تصمیم‌گیرنده)
S_{ij}	زیرمعیارها	Q_t	شاخص ویکور (وزن تامین‌کننده t ام بدست آمده از روش $AHP\text{-}VIKOR\text{-}FUZZY$)
GS_t	تامین کننده جهانی t	υ	حداکثر مطلوبیت گروهی
۲̃	تجمیع نظرات کارشناسان	S_t	شاخص سودمندی (فاصله نسبی گزینه t ام از راه حل ایده‌آل مثبت)
F_i	ارزش فازی مصنوعی برای معیار i ام	R_t	شاخص تاسف (حداکثر تاسف گزینه t ام از دوری از راه حل ایده‌آل مثبت)
D	تقاضا (متر مربع)	**متغیرهای تصمیم:**	
N_{tj}^+	عدد فازی نرمال برای زیرمعیارهای مثبت	x_t	میزان سفارش پارچه (متر مربع) به تامین‌کننده t ام
N_{tj}^-	عدد فازی نرمال برای زیرمعیارهای منفی	NIX_t	کوچکترین عدد صحیح بزرگتر از IX_t (تعداد طاقه‌های ۹۰ متر مربعی پارچه)
f_j^+	حالت ایده‌آل مثبت برای زیرمعیار jام	**متغیر کمکی:**	
f_j^-	حالت ایده‌آل برای منفی زیرمعیار jام	IX_t	متغیر کمکی برای خطی‌سازی تعداد توپ‌های پارچه
V_t	ظرفیت تامین‌کننده t ام (متر مربع)	-	-

مدلسازی

در این مقاله، یک مدل انتخاب تامین‌کننده بین‌المللی در صنعت نساجی و پوشاک ارائه می‌شود. بدین منظور، یک روش دو مرحله‌ای فازی گروهی- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و ویکور گسترش یافته با داده‌های فازی و تصادفی به کار گرفته شده است. در ادامه، ابتدا معیارهای مهم در منبع‌یابی جهانی با توجه به مقالات و جست‌وجوهای انجام شده جمع‌آوری و سپس ساختار سلسله مراتبی در ۴ سطح درنظر گرفته شد (در ادامه سطوح مختلف ساختار سلسله مراتبی در بخش "تبیین شاخص‌ها" تشریح می‌شود).

تبیین شاخص‌های تصمیم‌گیری منبع یابی جهانی در صنعت پوشاک

معیارها با توجه به ادبیات موضوع، خبرگان صنعت نساجی و مدیران تدارکات استخراج شده است (شکل ۲). بدین ترتیب که ابتدا با تعیین معیارهای اصلی و سپس با جلسات گروهی، زیرمعیارها مورد شناسایی، حذف یا معرفی عوامل مهم تاثیرگذار انجام شده است. در نمودار سلسله مراتبی سطح اول شامل هدف، یعنی انتخاب تامین‌کننده جهانی در صنعت پوشاک و نساجی است. در سطح دوم معیارهای اصلی از جمله: کیفیت (C_1)، تحویل (C_2)، هزینه (C_3)، ریسک (C_4) و وضعیت تامین‌کننده(C_5).در سطح سوم نیز زیرمعیارهای مرتبط با هر معیار قرار گرفته‌اند. خواننده برای درک بیشتر آنها می‌تواند به چن و همکاران (۲۰۰۸) مراجعه کند.



شکل۲: ساختار سلسله مراتبی انتخاب تامین‌کننده جهانی در صنعت نساجی و پوشاک (درویشی و قاسمی‌یقین ۲۰۱۸)

ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان: یک فرآیند دو مرحله‌ای

در ادامه در ابتدا، پس از محاسبه وزن کلی معیارها و زیرمعیارها، نظرات کارشناسان برای محاسبه وزن نهایی زیرمیعارها ادغام شده و پس از نرمالسازی، با توجه به روابط حاکم در روش ویکور، فاصله هر گزینه از حالت ایده‌آل و ضد ایده‌آل محاسبه شده و شاخص‌های مربوطه بدست می‌آیند و تامین کنندگان رتبه‌بندی می‌شوند. بنابراین برای محاسبه امتیاز تامین کنندگان بر اساس دو دسته زیرمعیارهای کیفی و کمی از روش تلفیقی ویکور گسترش یافته استفاده شده است. لذا، زیرمعیارهای کمی (مثل قیمت، هزینه حمل و نقل و مدت حمل و نقل) با داده‌های تصادفی و زیرمعیارهای کیفی با داده‌های فازی درنظر گرفته می‌شوند. روش محاسباتی برای محاسبه وزن اولویت‌های مختلف و در نهایت تصمیم‌گیری در مورد بهترین گزینه جهانی با استفاده از روش فازی- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی-ویکور گسترش یافته را می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

فاز I و II: ایجاد سلسله مراتب و روش فازی- AHP

مرحله ۱: پس از ایجاد ساختار سلسله مراتبی، الویت یک معیار بر دیگری از طریق پرسشنامه (نظرات خبرگان) مشخص می‌شود.

مرحله ۲: تجمیع نظرات کارشناسان و بدست آوردن یک عدد فازی برای هر الویت، که از طریق فرمول $a=\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}a_i, b=\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}b_i, c=\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}c_i$ که در آن k تعداد تعداد تصمیم گیرندگان است، محاسبه می‌شود. سپس ماتریس مقایسه فازی برای معیارها و زیرمعیارها با توجه به هدف با کمک فرم پرسشنامه، تشکیل می‌شود. مرحله ۳: ارزش فازی مصنوعی (چن و همکاران ۲۰۰۸) برای هر معیار، با از طریق فرمول ۱ محاسبه می‌شود:

$$\mathrm{F}_i=\sum_{j=1}^{k}N_{oi}^{j}\times\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}N_{oi}^{j}\right]^{-1} \qquad (۱)$$

مرحله ۴: تعیین میزان احتمال برتری هر ارزش فازی مصنوعی (با استفاده از درجه اعتبار) (مندل و همکاران ۲۰۱۱): اگر A و B دو عدد فازی مثلثی به صورت زیر باشند، درجه اعتبار عدد فازی (Cr) عدد B نسبت به A از طریق معادله ۲ و معادلات ۳ و ۴ قابل محاسبه است:

$$Cr(B\le A)=0.5\left[Pos\ (A\ge B)+\ Nec\ (A\ge B)\right]=0.5\left[Pos\ (A\ge B)+1-\ Pos\ (B\ge A)\right] \qquad (۲)$$

$$Pos(A\le B)=\left(b_3-a_1\right)/\left(a_2-a_1\right)+\left(b_3-b_2\right) \qquad (۳)$$

$$Pos(A \geq B) = (a_3 - b_1)/(b_2 - b_1) + (a_3 - a_2) \quad (۴)$$

در روابط ۲ تا ۴، Pos درجه امکان و Nec درجه لزوم هستند و درجه امکان دو عدد فازی نسبت به یکدیگر از طریق رابطه ۳ و ۴ قابل محاسبه است. اگر $a_2 \geq b_2$ در این صورت $Pos(A \geq B) = 1$ و اگر $a_3 \leq b_1$ باشد در این صورت $Pos(A \geq B) = 0$ است.

مرحله ۵: محاسبه حداقل درجه اعتبار برتری هر معیار بر دیگری، از طریق در نظر گرفتن مقدار کمینه بین درجات اعتبار هر معیار. مرحله ۶: تعیین بردارهای وزن معیارها با کمک حداقل درجه امکان برتری هر معیار، با اعداد مرحله ۵. مرحله ۷: نرمال کردن بردارهای وزن و تعیین وزن نهایی معیارها (از طریق تقسیم بر مجموع وزن‌ها) مرحله ۸: تکرار مراحل ۱ تا ۷ برای تصمیم‌گیری در مورد وزن نهایی کلی زیرمعیارها با توجه به معیار مرتبط.

فازIII: ویکور -معیارهای کیفی: داده‌های فازی

مرحله ۹: نظرات بیانی هر زیرمعیار نسبت به گزینه‌ها تعیین و به اعداد فازی تبدیل شده و نظرات خبرگان ادغام می‌شود. مرحله ۱۰: نرمالسازی براساس زیرمعیارهای مثبت و منفی: اگر (a,b,c) را یک عدد فازی ادغام شده در نظر گرفته و سپس بین سه عدد a و b و c ، بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب max و min نامیده شود، نرمال شده آن از طریق معادلات ۵ و ۶ محاسبه می‌شود.

$$N_{tj}^{+} = \left(\frac{a}{max}, \frac{b}{max}, \frac{c}{max}\right), \quad t = 1,...,m \;\; j = 1,...,k \quad (۵)$$

$$N_{tj}^{-} = \left(\frac{min}{c}, \frac{min}{b}, \frac{min}{a}\right), \quad t = 1,...,m \;\; j = 1,...,k \quad (۶)$$

مرحله ۱۱: حالت ایده‌آل و ضد ایده‌آل برای هر زیر معیار مثبت و منفی، با توجه به فرمول ۷ و ۸ محاسبه می‌شود و پس از ماتریس وزنی طبق فرمول ۹ برای هر زیرمعیار مرتبط با هر منبع محاسبه می‌شود. برای زیرمعیارهای مثبت:

$$f_j^{+} = \max\{f_{tj}\}, f_j^{-} = \min\{f_{tj}\}, \quad (۷)$$

برای زیرمعیارهای منفی:

$$f_j^{+} = \min\{f_{tj}\}, f_j^{-} = \max\{f_{tj}\} \;\; , \; t = 1,...,m \;\; , \;\; j = 1,...,k \quad (۸)$$

$$W_j^{AHP} \times \left(\frac{f_j^{+} - f_{tj}}{f_j^{+} - f_j^{-}}\right) \;\; , t = 1,...,m \;\; , \;\; j = 1,...,k \quad (۹)$$

مرحله ۱۳: با توجه به فازی بودن داده‌ها، پس از محاسبه ماتریس وزنی، داده‌های فازی مطابق فرمول ۱۰ دیفازی می‌شوند.

$$\tilde{l} \qquad \tilde{} \qquad (۱۰)$$
$$6$$

فاز III : ویکور –معیارهای کمی: داده‌های تصادفی

مرحله ۱۴: داده‌های میانگین و ضریب تغییرات مرتبط با زیرمعیارهای کمی با توجه به سابقه تامین‌کنندگان، جمع‌آوری می‌شود. مرحله ۱۵: نرمالسازی و هم‌واحدسازی داده‌ها مطابق فرمول ۱۱ صورت می‌گیرد.

$$\bar{f}_{tj} = \frac{\bar{x}_{tj}}{\sqrt{\sum_j (f_{tj})^2}}, t = 1,2,...,\mathrm{m} \qquad (۱۱)$$

مرحله ۱۶: حالت ایده‌آل مثبت و منفی و ماتریس وزنی طبق فرمول‌های زیر محاسبه می‌شود:

برای زیرمعیارهای منفی:

$$f_j^+ = \min \bar{f}_{tj} \times (1 - \max_j \mathrm{cv}_{tj}),\ f_j^- = \max \bar{f}_{tj} \times (1 + \max_j \mathrm{cv}_{tj}) \qquad (۱۲), (۱۳)$$

برای زیرمعیارهای مثبت:

$$f_j^+ = \max f_{tj} \times (1 + \max_j \mathrm{cv}_{tj}),\ f_j^- = \min f_{tj} \times (1 - \max_j \mathrm{cv}_{tj}) \qquad (۱۴), (۱۵)$$

برای محاسبه ماتریس وزنی نیز مطابق فرمول‌های ۱۶ و ۱۷ عمل می‌شود.

برای زیرمعیارهای منفی:

$$W_j^{AHP} \times \left(\frac{\min \bar{f}_{tj} \times (1 - \max_j \mathrm{cv}_{tj}) - f_{tj}}{\min \bar{f}_{tj} \times (1 - \max_j \mathrm{cv}_{tj}) - \max \bar{f}_{tj} \times (1 + \max_j \mathrm{cv}_{tj})} \right), t = 1,\ldots,\mathrm{m} \qquad (۱۶)$$

برای زیرمعیارهای مثبت:

$$W_j^{AHP} \times \left(\frac{\max f_{tj} \times (1 + \max_j \mathrm{cv}_{tj}) - f_{tj}}{\max f_{tj} \times (1 + \max_j \mathrm{cv}_{tj}) - \min f_{tj} \times (1 - \max_j \mathrm{cv}_{tj})} \right), t = 1,\ldots,\mathrm{m} \qquad (۱۷)$$

انتخاب و رتبه‌بندی تامین کنندگان

مرحله ۱۷ : شاخص سودمندی (S) و شاخص تاسف (R) برای هر یک از گزینه‌ها، مطابق فرمول‌های ۱۸ و ۱۹ محاسبه می‌شوند.

$$S_t = \sum_{t=1}^{m} W_j^{AHP} \times \left(\frac{f_j^+ - f_{tj}}{f_j^+ - f_j^-} \right) \qquad t = 1,\ldots,\mathrm{m} \qquad (۱۸)$$

$$R_t = \max_j \left[W_j^{AHP} \times \left(\frac{f_j^+ - f_{tj}}{f_j^+ - f_j^-} \right) \right] \qquad t = 1,\ldots,\mathrm{m} \qquad (۱۹)$$

مرحله ۱۸ : شاخص ویکور برای هر تامین‌کننده نیز مطابق فرمول ۲۰ محاسبه می‌شود.

$$Q_t = \upsilon \left[\frac{S_t - S_t^+}{S_t^- - S_t^+} \right] + (1-\upsilon) \left[\frac{R_t - R_t^+}{R_t^- - R_t^+} \right] \qquad t = 1,\ldots,\mathrm{m} \qquad (۲۰)$$

مرحله ۱۹: تامین‌کنندگان با توجه به شاخص ویکور، رتبه‌بندی می‌شوند (بهترین تامین-کننده دارای کمترین مقدار Q است).

برنامه‌ریزی و تخصیص سفارش پارچه

مدل ساده تخصیص برای تعیین میزان سفارش به هر یک از تامین کنندگان با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی به شکل زیر مدل می‌شود:

$$\max \mathrm{TVP} = \sum_{t=1}^{m} (1 - (\upsilon \left[\frac{S_t - S_t^+}{S_t^- - S_t^+} \right] + (1-\upsilon) \left[\frac{R_t - R_t^+}{R_t^- - R_t^+} \right])) x_t \qquad s.t. \qquad (۲۱)$$

$$\sum_{t=1}^{m} x_t = D \qquad (۲۲)$$

$$x_t \le V_t \qquad \forall t \qquad (۲۳)$$

$$\sum_{t=1}^{m} O_t \times \left\lceil \frac{x_t}{90} \right\rceil \le OS \times \frac{D}{90} \qquad (۲۴)$$

$$x_t \ge 0 \qquad \forall t \qquad (۲۵)$$

معادله (۲۱)، تابع هدف حداکثر کردن کل ارزش خرید است. لازم به ذکر است به دلیل اینکه وزن تامین‌کنندگان توسط روش ویکور–فازی بدست آمده است. معادلات (۲۲) تا (۲۵) مرتبط با محدودیت‌ها می‌باشند که به ترتیب عبارت است از: محدودیت ظرفیت، محدودیت کیفیت (تعداد زدگی پارچه) و محدودیت مرتبط با غیر منفی بودن متغیرهای تصمیم.

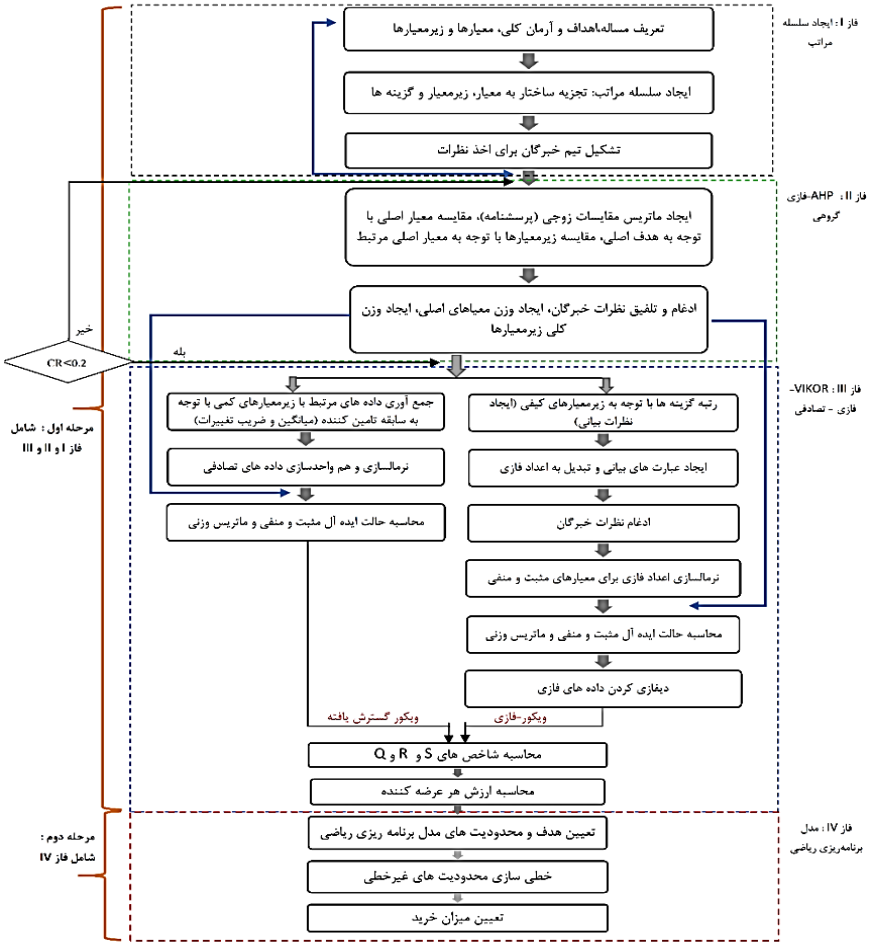
الگوریتم حل

روش ویکور یک ابزار مفید جهت تصمیم‌گیری چند به حساب می‌آید به خصوص در مواقعی که تصمیم‌گیرندگان به علت وجو شاخص‌های متناقض به راحتی نمی‌توانند ترجیحات خود را در مساله تصمیم‌گیری ابراز کنند. به عبارت دیگر، هدف روش ویکور تمرکز بر رتبه‌بندی و انتخاب از بین یک مجموعه راهکار در مساله‌ای با داشتن معیارهای متعارض است. راهکار سازشی بدست آمده در روش ویکور مورد توافق تصمیم‌گیرندگان خواهد بود زیرا این راهکار مطلوبیت گروهی را حداکثر (توسط شاخص S_t) و تاثرات فردی (توسط شاخص R_t) را حداقل می‌سازد. در این مقاله برای جلوگیری از طولانی شدن و افزایش مقایسات زوجی و نیز بدست آوردن وزن معیارها، تلفیق دو روش تحلیل فرآیند سلسله مراتبی ویکور استفاده شده است. لازم به ذکر است روش AHP مورد استفاده در این مقاله توسعه یافته روش مورد استفاده در مقاله (چان و همکاران ۲۰۰۸) است که در مقاله حاضر، تجمیع نظرات به صورت گروهی و تعیین میزان احتمال برتری ارزش فازی مصنوعی با استفاده از درجه اعتبار، صورت می‌گیرد. علاوه بر این، به دلیل وجود معیارهای مختلف کیفی و کمی، برای رتبه‌بندی نهایی عرضه‌کنندگان نمی‌توان از روش یکسان برای هر دو دسته معیار استفاده کرد. برخی معیارها کمی هستند مثل قیمت، که به دلیل سابقه تاریخی از تامین‌کنندگان می‌توانند به صورت داده‌های تصادفی در نظر گرفته شوند و برخی معیارها به صورت کیفی هستند که به صورت داده‌های فازی در نظر گرفته بنابراین به منظور بهبود روش‌های مورد استفاده، این مقاله یک رویکرد ترکیبی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و ویکور تلفیقی مبتنی بر فازی-گروهی با استفاده از اعداد فازی مثلثی برای نشان دادن قضاوت تصمیم‌گیرندگان و تبدیل معیارهای کیفی به کمی استفاه می‌کند.

از طرف دیگر، در بخش قبل، در محدودیت (۲۵)، به دلیل اینکه هر توپ پارچه حدودا ۹۰ متر مربع است بنابراین جز صحیح میزان سفارش تقسیم بر ۹۰، تعداد توپ‌های پارچه را نشان می‌دهد. از طرفی وجود براکت در مدل، موجب غیرخطی بودن آن می‌گردد، بنابراین در ادامه ابتدا عملیات خطی‌سازی برای محدودیت (۲۴) بیان می‌گردد. شکل ۳ نیز چارچوب تصمیم‌گیری در مورد مساله انتخاب بهترین تامین‌کننده جهانی با رویکرد تلفیقی، در این مقاله را نشان می‌دهد.

خطی‌سازی جز صحیح تعداد توپ‌های پارچه

همانطور که در بخش الگوریتم حل، گفته شد، وجود جز صحیح در معادله (۲۴) موجب غیر خطی بودن مدل برنامه‌ریزی مذکور می‌گردد. بنابراین به منظور خطی‌سازی و ساده‌تر شدن مدل برنامه-ریزی مورد نظر، جز صحیح موجود با استفاده از روابط زیر، تغییر داده می‌شود. می‌دانیم که هر عدد حقیقی مثبت بین دو عدد صحیح کوچکتر مساوی و بزرگتر مساوی خود قرار دارد. به همین منظور برای یافتن کوپکترین عدد صحیح بزرگتر از عدد حقیقی مثبت به عنوان تعداد توپ‌های پارچه، به صورت زیر عمل می‌شود (معادلات (۲۶) تا (۲۸))، که در آن NIX_t کوچکترین عدد صحیح بزرگتر از عدد حقیقی مثبت IX_t فرض شده است:



شکل ۳: چارچوب کلی تصمیم‌گیری در مورد مساله انتخاب بهترین تامین‌کننده جهانی با رویکرد تلفیقی

$$IX_t = {x_t}/{90} \qquad \forall t \qquad (۲۶)$$

$$NIX_t \le IX_t + 1 \qquad \forall t \qquad (۲۷)$$

$$NIX_t \ge IX_t + \varepsilon \qquad \forall t \qquad (۲۸)$$

که در روابط (۲۶) تا (۲۸)، $NIX_t \in \mathbb{Z}$ و ε یک عدد مثبت حقیقی خیلی کوچک است. در صورت عدم بخش‌پذیر بودن بر ۹۰، برای عبارت $({D}/{90})$ نیز خطی‌سازی مشابه معادلات (۲۶) تا (۲۸) انجام می‌گیرد. با توجه به توضیحات داده شده، در ادامه مدل برنامه-ریزی خطی برای تخصیص سفارش به صورت زیر خواهد بود:

$$\max \mathrm{TVP} = \sum_{t=1}^{m} (1 - (\upsilon \left[\frac{S_t - S_t^+}{S_t^- - S_t^+} \right] + (1-\upsilon) \left[\frac{R_t - R_t^+}{R_t^- - R_t^+} \right])) x_t \qquad (۲۹)$$

$$st. \sum_{t=1}^{m} (O_t \times NIX_t) \le OS \times \frac{D}{90} \qquad (۳۰)$$

$$IX_t = {x_t}/{90} \qquad \forall t \qquad (۳۱)$$

$$NIX_t \le IX_t + 1 \qquad \forall t \qquad (۳۲)$$

$$NIX_t \ge IX_t + \varepsilon \qquad (۳۳)$$

$$IX_t \ge 0 \ , \ NIX_t \ge 0 \ \& \ \text{integer} \qquad (۳۴)$$

(۲۵)و (۲۳) ، (۲۲)

در ادامه در بخش مطالعه عددی، اعتبارسنجی الگوریتم توسعه داده شده در این مقاله، از طریق مطالعه موردی در صنعت نساجی و پوشاک مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مطالعه عددی در زنجیره عرضه پوشاک

انتخاب و ارزیابی تامین‌کنندگان پارچه

در محیط جهانی، تولیدکنندگان با منابع محدود می‌خواهند، تامین‌کنندگان بالقوه برای تامین محصول مورد نیاز خود را ارزیابی کنند. تولیدکننده باید تمام معیارهای مهم ممکن که موثر بر عرضه محصول می‌باشد را شناسایی کند. پس از جست‌وجوهای گسترده، پنج معیار نخست شناسایی می‌شوند و سپس ۱۶ زیر معیار و ۶ عرضه‌کننده پارچه در گستره جهانی در نظر گرفته می‌شود (سلسله مراتب کلی انتخاب بهترین تامین‌کننده جهانی در شکل ۳ قابل مشاهده است). با توجه به مراحل گفته شده در بخش ارزیابی و انتخاب، در

گام اول، پس از ایجاد ساختار سلسله مراتبی، از طریق پرسشنامه‌ای برای مقایسه معیارها با توجه به هدف اصلی و مقایسه زیرمعیارها با توجه به معیارها، نظرات کارشناسان جمع‌آوری شده و ادغام می‌شوند. تجمیع نظرات انجام شده و ماتریس مقایسه فازی برای معیارها و زیرمعیارها با توجه به هدف با کمک فرم پرسشنامه، مطابق جدول ۳ تشکیل می‌شود.

سپس میزان احتمال برتری برای هر ارزش فازی مصنوعی طبق معادلات گفته در بخش ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده محاسبه می‌شود. در ادامه، حداقل درجه اعتبار برتری هر معیار بر دیگری، که از طریق در نظر گرفتن مقدار کمینه بین درجات اعتبار هر معیار بدست می‌آید. در ادامه مراحل بالا، برای تصمیم‌گیری در مورد وزن نهایی کلی زیرمعیارها با توجه به معیار مرتبط خود، تکرار می‌شود. در این مقاله ماتریس مقایسه فازی زیرمعیارهای کیفیت در جدول ۴ نشان داده شده است. برای سایر زیرمعیارهای مرتبط با هر معیار، این ماتریس تشکیل شده و وزن‌ها محاسبه می‌شود. در ادامه پس از محاسبه وزن کلی زیرمعیارها، محاسبات مرتبط با فاز سوم انجام می‌شود.

جدول۳: ماتریس مقایسه فازی معیارها با اعداد فازی تجمیع شده

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	(1,1,1)	(1,2.6,4.5)	(1,0.76,0.4)	(1,2.3,4.5)	(2.5,3.3,4.5)
C_2	(1,0.38,0.22)	(1,1,1)	(1,0.38,0.22)	(1,2,3.5)	(1,1.3,2.5)
C_3	(1,1.3,2.5)	(1,2.6,4.5)	(1,1,1)	(0.67,2,3.5)	(1,2,3.5)
C_4	(1,0.43,0.22)	(1,0.5,0.28)	(1.5,0.5,0.28)	(1,1,1)	(1,2.3,4.5)
C_5	(0.4,0.30,0.22)	(1,0.76,0.4)	(1,0.5,0.28)	(1,0.43,0.22)	(1,1,1)

جدول٤ : ماتریس مقایسه فازی زیرمعیارهای کیفیت با اعداد فازی تجمیع شده

	S1	**S2**	**S3**	**وزن**
S1	(1,1,1)	(3.5,4,4.5)	(1,2.3,4.5)	0.9022
S2	(0.28,0.25,0.22)	(1,1,1)	(0.67,1.6,3.5)	0.0978
S3	(1,0.43,0.22)	(1.5,0.62,0.28)	(1,1,1)	0

فاز III : ویکور –معیارهای کیفی : داده‌های فازی

در مقاله حاضر، زیرمعیارهای $S_1, S_2, S_3, S_4, S_{13}, S_{14}, S_{15}, S_{16}$ مثبت هستند؛ یعنی هرچه بیشتر باشند بهتر است و مابقی زیرمعیارها منفی هستند. برای مثال برای زیرمعیار S_1، اعداد نرمال شده به صورت جدول ۶ خواهد بود و برای سایر زیرمعیارها مشابه زیرمعیار S_1 عمل

می‌گردد. پس از نرمالسازی، حالت ایده‌آل و ضد ایده‌آل برای هر زیر معیار مثبت و منفی محاسبه شده و سپس ماتریس وزنی برای هر زیرمعیار محاسبه می‌شود.

جدول ۵ : رتبه گزینه‌ها با نظرات بیانی و اعداد فازی ادغام شده

زیرمعیار	گزینه	نظرات بیانی	ادغام نظرات	گزینه	نظرات بیانی	ادغام نظرات
S_1		م مخ مخ	(3.12, 3.6, 4.1)		م م م	(2.5, 3, 3.5)
		م م مخ	(2.8, 3.3, 3.8)		ب م م	(1.8, 2.08, 2.3)
		ب م م	(1.8, 2.08, 2.3)		م م مخ	(2.8, 3.3, 3.8)

خیلی مهم: (٤/٥ و ٤و ٣/٥) – مهم: (٣/٥و ٣و ٢/٥) – برابر (١و١و١) – اهمیت کم (٢/٥ و٢ و ٢/٥) – خیلی کم اهمیت (٥/١ و ١ و ٠/٦٧)

جدول ٦ : اعداد فازی نرمال شده برای معیار S_1

زیرمعیار	گزینه‌ها	نرمال شده	گزینه‌ها	نرمال شده
S_1		(0.76, 0.87, 1)		(0.6, 0.73, 0.85)
		(0.68, 0.8, 0.93)		(0.44, 0.5, 0.56)
		(0.44, 0.5, 0.56)		(0.68, 0.8, 0.93)

جدول ۷: ماتریس وزنی برای زیرمعیار S_1 و تامین کنندگان

زیرمعیار	گزینه‌ها	نرمال شده	دیفازی شده	گزینه‌ها	نرمال شده	دیفازی شده
S_1		(0.76, 0, 0)	0		(0.26, 0.27, 0.34)	0.28
		(0.13, 0.14, 0.16)	0.14		(0.53, 0.72, 0.99)	0.73
		(0.53, 0.72, 0.99)	0.73		(0.13, 0.14, 0.16)	0.14

فاز III : ویکور –معیارهای کمی: داده‌های تصادفی

در این مرحله، داده‌های میانگین و ضریب تغییرات مرتبط با زیرمعیارهای کمی با توجه به سابقه تامین کنندگان، جمع‌آوری شده است. برای مثال برای سه زیرمعیار کمی (قیمت، مدت حمل و نقل و هزینه حمل و نقل) در جدول ۸ نشان داده شده است. در جدول زیر، به ترتیب عدد اول میانگین و عدد دوم ضریب تغییرات به صورت (cv و $\overline{x}$) است.

جدول ۸: داده‌های میانگین و ضریب تغییرات برای زیرمعیارهای کمی

S_5	(10 , 0.23)	(11 , 0.15)	(10 , 0.29)	(12 , 0.3)	(10 , 0.19)	(11 , 0.26)
S_6	(3000 , 0.5)	(3200 , 0.52)	(3700 , 0.48)	(3600 , 0.46)	(3650 , 0.53)	(3000 , 0.49)
S_7	(2500 , 0.32)	(2450 , 0.29)	(2200 , 0.36)	(2500 , 0.3)	(2250 , 0.28)	(2100 , 0.35)

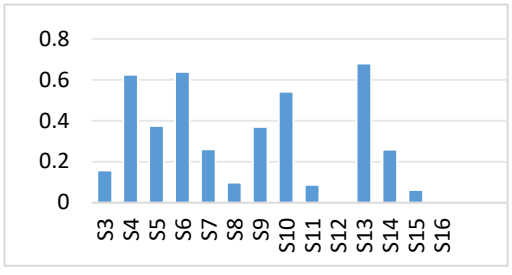
انتخاب و رتبه‌بندی تامین کنندگان پارچه

نتایج محاسبه شاخص ویکور برای هر یک از عرضه‌کنندگان مطابق جدول ۹ است. سپس تامین کنندگان با توجه به شاخص ویکور بدست آمده، رتبه‌بندی می‌شوند. با توجه به جدول ۹ داریم: $A_1 > A_3 > A_2 > A_6 > A_4 > A_5$

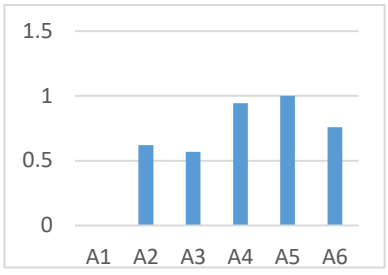
جدول ۹ : نتایج محاسبه شاخص ویکور حاصل از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی–ویکور–فازی

گزینه			گزینه		
0	0.304	1.296	0.945	0.69	2.865
0.621	0.46	2.264	1	0.73	2.891
0.5677	0.73	2.523	0.795	0.69	2.272

بنابراین منبع ۱ به عنوان بهترین تامین‌کننده و پس از آن تامین‌کننده جایگزین، ۳ خواهد بود. همچنین در شکل ۴–قسمت (الف) وزن کلی زیرمعیارها –که از فاز ۲ بدست آمده است– مشاهده می‌شود. مشاهده می‌شود که برخی زیرمعیارها دارای وزن کلی صفر هستند و این به این معنی است که در نهایت ضرب وزن کلی زیرمعیار در محاسبه ماتریس وزنی موجب می‌شود که برخی اعداد ماتریس صفر گردد.



شکل ٤– (الف)



شکل ٤– (ب)

شکل ٤ : الف) نمودار میله‌ای وزن کلی زیرمعیارها در انتخاب تامین‌کننده (بدست آمده از روش فازی–AHP)– ب) نمودار میله‌ای وزن نهایی تامین کنندگان بر اساس شاخص ویکور

همچنین، با توجه به شکل ۴، نمایان است برخی معیاهار دارای وزن بیشتر و برخی دارای وزن کمتری هستند و زیرمعیارهای S_{13}، S_6 و S_4 دارای وزن کلی بیشتری نسبت به سایر زیرمعیارها هستند، بنابراین اثر بیشتری در محاسبات مرتبط با انتخاب بهترین تامین‌کننده خواهند گذاشت. شکل ۴ قسمت (ب) نیز، رتبه‌بندی تامین کنندگان را با توجه به شاخص ویکور نشان می‌دهد.

تخصیص سفارش پارچه (طاقه)

فرض می‌شود که میزان تقاضا ۱۸۰۰۰ متر مربع (تقسیم بر ۱۰۰ شده است) و ظرفیت تامین کنندگان (اعداد تقسیم بر ۱۰۰ شده‌اند) و تعداد زدگی در هر ۹۰ متر مربع (توپ پارچه) برای هر عرضه‌کننده (که بر اساس گذشته و سابقه تامین‌کننده است) مطابق جدول ۱۰، در دسترس است. همچنین تعداد زدگی قابل قبول در هر ۹۰ متر مربع، ۵ در نظر گرفته می‌شود. مدل برنامه‌ریزی ریاضی مطابق معادلات شرح داده شده در بخش مدسازی ریاضی و خطی سازی با مثال عددی مذکور، در نرم افزار گمس ۲۴ کدنویسی شده و اجرا می‌شود. نتایج تخصیص سفارش، در جدول ۱۱ ارائه شده است. همچنین، میزان تابع هدف برابر با ۱۰۱۱۸/۸۸ بدست می‌آید. همانطور که در جدول ۱۱ مشاهده می‌شود، به تامین کنندگان ۵ هیچ مقداری تخصیص داده نمی‌شود و نیز به تامین کننده ۴ مقدار کمی تخصیص داده می‌شود. می‌توان گفت این دو تامین‌کننده دارای وزن (ویکور-فازی) بیشتری نسبت به سایر تامین کنندگان هستند اما از طرفی مدل به دنبال حداکثر کردن ارزش خرید است، بنابراین تا جایی که امکان دارد به ترتیب بهترین تامین کنندگان برای تخصیص سفارش انتخاب می‌شوند. مضاف بر آنکه، جدول ۱۱ نشان می‌دهد که اگر تخصیص سفارش به تامین‌کننده‌ای انجام نشود، تعداد طاقه‌های پارچه دریافتی نیز صفر شده است که بیانگر صحت کارکرد مدل نیز است (جدول ۱۱ ستون‌های سوم و ششم).

جدول ۱۰: داده‌های ظرفیت و درصد زدگی مرتبط با تامین کنندگان

گزینه	ظرفیت	تعداد زدگی	گزینه	ظرفیت	تعداد زدگی	گزینه	ظرفیت	تعداد زدگی
A_1	5400	4	A_3	3600	4	A_5	2700	2
A_2	7200	3	A_4	2700	4	A_6	3600	3

جدول ۱۱: نتایج حاصل از مدل برنامه‌ریزی خطی و تخصیص سفارش

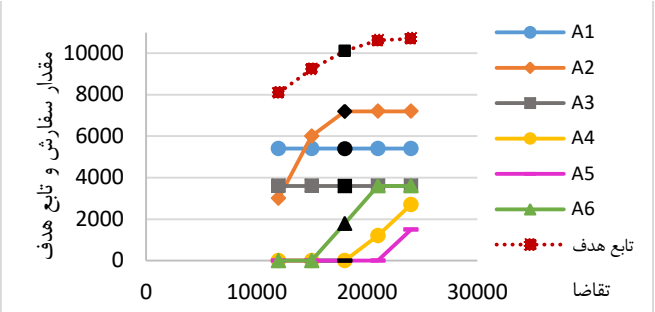
گزینه	x_t	NIX_t	گزینه	x_t	NIX_t	گزینه	x_t	NIX_t
A_1	5400	61	A_3	3600	41	A_5	0	0
A_2	7200	81	A_4	0	0	A_6	1800	21

آنالیز حساسیت مدل

در ادامه در جدول در جدول ۱۲، نتایج حاصل از تغییر تقاضا و میزان سفارش در هر حالت نشان داده شده است. همچنین در جدول ۱۳و ۱۴ نیز به ترتیب، نتایج حاصل از تغییر در ظرفیت تامین‌کننده اول و سوم و میزان سفارش در هر حالت نشان داده شده است. بعلاوه جدول‌های ۱۶و ۱۷، به ترتیب نتایج حاصل از تغییر در تعداد زدگی قابل قبول توسط شرکت، تعداد زدگی تامین‌کننده اول را نشان می‌دهند. همانطور که در جدول ۱۲ مشاهده می‌شود، در حالتی که میزان تقاضا ۱۸۰۰۰ مترمربع است، به تامین‌کننده ۵ و ۴ هیچ مقداری سفارش داده نشده است. با افزایش میزان تقاضا، با وجود اینکه که تامین‌کنندگان ۴ و ۵ دارای امتیاز کمتری هستند اما برای پاسخ به تقاضا به این تامین کنندگان نیز سفارش تعلق می‌گیرد. در واقع، چون ظرفیت تامین‌کنندگان ثابت در نظر گرفته شده است با افزایش تقاضای پارچه، ملاحظه می‌شود که مدل از تامین‌کنندگان دیگر نیز برای تخصیص سفارش استفاده می‌کند که حاکی از رفتار صحیح مدل ریاضی توسعه داده شده است. اما با کاهش تقاضا بدیهی است که در ابتدا به تامین‌کنندگان بهتر و دارای امتیاز بیشتر (تامین‌کننده ۱و ۳) و سپس به تامین‌کننده ۲، سفارش تخصیص داده می‌شود. علاوه بر آن با افزایش میزان تقاضای کلی، کل ارزش خرید (سطر تابع هدف) نیز افزایش پیدا می‌کند که صحت سنجی مدل را نمایش می‌دهد. شکل۵، نمودار تاثیر تغییرات تقاضا بر مقدار تابع هدف و میزان سفارش به هر عرضه‌کننده را نشان می‌دهد.

جدول ۱۲: نتایج حاصل از تغییر میزان تقاضا (متر مربع) و میزان سفارش (متر مربع) به هر تامین-کننده

تقاضا پارچه	24000	21000	18000	15000	12000
A_1	5400	5400	5400	5400	5400
A_2	7200	7200	7200	6000	3000
A_3	3600	3600	3600	3600	3600
A_4	2700	1200	0	0	0
A_5	1500	0	0	0	0
A_6	3600	3600	1800	0	0
تابع هدف	10701.18	10618.68	10118.88	9230.28	8093.28

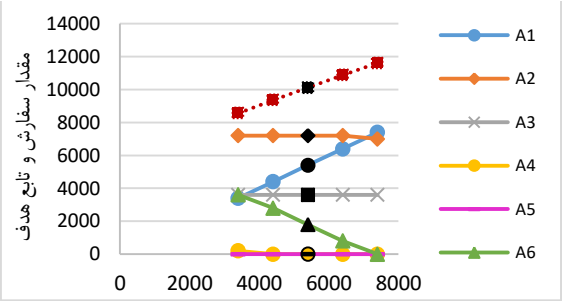


شکل۵: تاثیر تغییر تقاضا بر مقدار تابع هدف و میزان سفارش به هر عرضه‌کننده (نقاط سیاه: حالتی که تقاضا ۱۸۰۰۰ است)

مطابق جدول ۱۳ با افزایش میزان ظرفیت تامین‌کننده اول و با توجه به اینکه دارای امتیاز بیشتری است، اکثر ظرفیتش را اختصاص می‌دهد و همین امر باعث می‌شود به سایر تامین-کننده‌ها مقدار کمتری تخصیص داده شود و یا هیچ مقداری تخصیص داده نشود. بعلاوه با کاهش میزان ظرفیت تامین‌کننده ۱، میزان سفارش تخصیص داده شده به سایر تامین کنندگان افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش میزان ظرفیت، مقدار تابع هدف افزایش پیدا می‌کند و برعکس. شکل ۶، نمودار تاثیر تغییر در ظرفیت تامین‌کننده ۱ را بر مقدار تابع هدف و میزان سفارش به هر عرضه‌کننده نشان می‌دهد.

جدول ۱۳: نتایج حاصل از تغییر در میزان ظرفیت (متر مربع) تامین‌کننده اول (دارای رتبه اول)

3400	**4400**	**5400**	**6400**	**7400**	ظرفیت
3400	4400	5400	6400	7400	A_1
7200	7200	7200	7200	7000	A_2
3600	3600	3600	3600	3600	A_3
200	0	0	0	0	A_4
0	0	0	0	0	A_5
3600	2800	1800	800	0	A_6
8563.68	9359.88	10118.88	10887.88	11609.28	تابع هدف

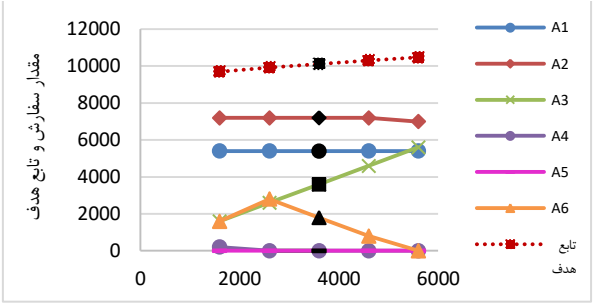


شکل ٦ : تاثیر تغییر در ظرفیت تامین‌کننده اول بر مقدار تابع هدف و میزان سفارش به هر عرضه-کننده (نقاط سیاه: حالتی که تقاضا ۱۸۰۰۰ است.

همچنین در جدول ۱۴ نیز، با افزایش میزان ظرفیت تامین‌کننده ۳ و با توجه به اینکه از لحاظ امتیاز در رتبه دوم است، تمام ظرفیتش اختصاص داده می‌شود و همین امر باعث می‌شود به ترتیب به سایر تامین‌کننده‌ها مقدار کمتری تخصیص داده شود و یا هیچ مقداری تخصیص داده نشود. بعلاوه با کاهش میزان ظرفیت تامین‌کننده ۳، میزان سفارش تخصیص داده شده به سایر تامین‌کنندگان افزایش می‌یابد. با افزایش و کاهش ظرفیت، به ترتیب مقدار تابع هدف نیز افزایش و کاهش پیدا می‌کند. شکل۷، نمودار تاثیر تغییر در ظرفیت تامین‌کننده ۳ را بر مقدار تابع هدف و میزان سفارش‌ها نشان می‌دهد.

جدول ١٤: نتایج حاصل از تغییر در میزان ظرفیت (متر مربع) تامین‌کننده سوم (دارای رتبه دوم)

1600	**2600**	**3600**	**4600**	**5600**	ظرفیت
5400	5400	5400	5400	5400	A_1
7200	7200	7200	7200	7000	A_2
1600	2600	3600	4600	5600	A_3
200	0	0	0	0	A_4
0	0	0	0	0	A_5
3600	2800	1800	800	0	A_6
9996.08	9927.58	10118.88	10310.18	10473.88	تابع هدف



شکل ۷ : تاثیر تغییر در ظرفیت تامین‌کننده ۳ بر مقدار تابع هدف و میزان سفارش به هر عرضه‌کننده (نقاط سیاه: حالتی که تقاضا ۱۸۰۰۰ است)

جدول ۱۵: نتایج حاصل از تغییر در تعداد زدگی قابل قبول توسط شرکت

تعداد زدگی	**9**	**7**	**5**	**4**	**3**
A_1	5400	5400	5400	5400	0
A_2	7200	7200	7200	7200	0
A_3	3600	3600	3600	3600	0
A_4	0	0	0	0	0
A_5	0	0	0	0	0
A_6	1800	1800	1800	1800	0
تابع هدف	10118.88	10118.88	10118.88	10118.88	0

همانگونه که در جدول ۱۵ مشاهده می‌شود، با افزایش و کاهش تعداد زدگی قابل قبول توسط شرکت، میزان سفارش پارچه به تامین‌کنندگان و مقدار تابع هدف تغییر نمی‌کنند اما از طرف دیگر وقتی که تعداد زدگی قابل قبول توسط شرکت به ۳ کاهش پیدا می‌کند، با توجه به معادلات موجود بهترین جواب صفر خواهد بود و نمی‌تواند مقداری برای تخصیص پیدا کند که در معادله مربوطه صدق کند. مطابق با جدول ۱۶، با کاهش و افزایش تعداد زدگی برای تامین‌کننده اول تا ۸ عدد، میزان سفارش به هریک از تامین‌کنندگان تغییر نمی‌کند، در صورتی که با افزایش تعداد زدگی به ۱۰ عدد، میزان تخصیص سفارش به هر یک از عرضه‌کنندگان تغییر پیدا کرده و همچنین میزان سفارش به تامین‌کننده ۱ و مقدار تابع هدف کاهش می‌یابد.

جدول ۱۶: نتایج حاصل از تغییر در تعداد زدگی تامین‌کننده اول (دارای رتبه اول)

تعداد زدگی	**10**	**8**	**6**	**4**	**2**
A_1	4581	5400	5400	5400	5400
A_2	7119	7200	7200	7200	7200

3600	3600	3600	3600	3591	A_3
0	0	0	0	81	A_4
0	0	0	0	45	A_5
1800	1800	1800	1800	2511	A_6
10118.88	10118.88	10118.88	10118.88	9468.348	تابع هدف

نتیجه‌گیری و تحقیقات آینده

در این مقاله، عوامل مهم در روند انتخاب بهترین تامین‌کننده جهانی در صنعت نساجی و پوشاک شناسایی و تجزیه و تحلیل آن با رویکرد تلفیقی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی- ویکورگسترش یافته در فضای فازی/تصادفی انجام شده است. به دلیل وجود معیارهای کیفی و کمی، روش ویکور تلفیقی توسعه داده شده است که معیارهایی کیفی در محیط فازی و معیارهای کمی در محیط تصادفی در نظر گرفته شدند. پس از مرحله انتخاب، از طریق برنامه‌ریزی غیرخطی، تخصیص سفارش انجام می‌شود. نتایج نشان داد میزان تابع هدف به تقاضا، ظرفیت تامین‌کننده ۱ و ۳، حساس است و با افزایش آن‌ها، ارزش کل خرید نیز افزایش می‌یابد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ارزش کلی خرید رابطه مستقیمی با میزان تقاضای مشتریان دارد و افزایش تقاضا (با سیاستهای بازاریابی مناسب) می‌تواند بر عملکرد برنامه خرید با افزایش ارزش کلی آن تاثیرگذار باشد. مضاف بر آنکه، ظرفیت ارائه شده (تخصیص داده شده از طرف تامین‌کنندگان) بر استراتژی منبع‌یابی چندگانه موثر است. بر اساس مطالعه عددی انجام شده در این پژوهش، با کاهش ظرفیت تامین کنندگان، پایه تامین افزایش می‌یابد. مهمتر آنکه با کاهش ظرفیت تامین کننده‌ای که دارای امتیاز بالایی است ارزش کلی خرید برای شرکت خریدار کاهش پیدا می‌کند.

تصمیم‌گیری در مورد انتخاب منابع جهانی ممکن است شامل دستورالعمل‌های زیست محیطی و اخلاقی تعیین شده توسط شرکت تولیدکننده باشد که این موضوع می‌تواند در شناسایی معیارها درنظر گرفته شود. از طرف دیگر، در حوزه تخصیص سفارش نیز می‌توان موضوعات لجستیکی دیگری مانند هزینه و مدهای حمل و نقل از عرضه‌کنندگان به تولید-کننده(ها) در قالب تغییر و انطباق مدهای حمل و نقل در نقاط هم‌اندازی بارانداز[1]، نوسانات نرخ ارز (خصوصا در خریدهای جهانی) و تعجیل در خرید از سوی تامین کنندگان را در قالب مسائل برنامه‌ریزی چند هدفه در نظر گرفت.

1. cross-docking

ORCID

R. Ghasemy Yaghin http://orcid.org/ 0000-0001-5232-4056

منابع

درویشی، فاطمه.، قاسمی یقین، رضا.، (۱۳۹۷). *خرید جهانی در زنجیره عرضه پوشاک: یک رویکرد یکپارچه تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی-گروهی*، مجله علوم و فناوری نساجی، ۷(۳)، ۵-۱۸.

References

Awasthi, A., Govindan, K., Gold, S. (2017). "*Multi-tier sustainable global supplier selection using a fuzzy AHP-VIKOR based approach*", International Journal of Production Economics, S0925-5273, 30328-6.

BonacichJ , E., Cheng, L., Chinchilla, N., Hamnton, N., Ong, P. (1994). "*Global production; The apparel industry in the Pacific Rim*" ,Temple University Press, Philadelphia 19122, United States of America.

Çebi, F., Otay, I. (2016). "*A two-stage fuzzy approach for supplier evaluation and order allocation problem with quantity discounts and lead time*", Information Sciences 339, 143-157.

Chan, T. Kumar, N., Tiwari, M., Lau, H., Choy, K. (2008). "*Global supplier selection: a fuzzy AHP approach*", International Journal of Production Research 46 (14), 3825-3857.

Darvishi, F., Ghasemy Yaghin, R. and Sadeghi, A. (2020), "*Integrated fabric procurement and multi-site apparel production planning with cross-docking: a hybrid fuzzyrobust stochastic programming approach*", Applied Soft Computing, 92, 106267.

Fagan, M.L. (1991) "*A Guide to Global Sourcing*", Journal of Business Strategy 12 (2), 21-25.

Gargeya, J.S., Richter, S.J. (2005). "*Global sourcing shifts in the U.S. textile and apparel industry: a cluster analysis* ", The Journal of The Textile Institute 96 (4), 261-276.

Gold, S., Awasthi, A. (2015) "*Sustainable global supplier selection extended towards sustainability risks from (1+n)th tier suppliers using fuzzy AHP based approach*", IFAC-PapersOnline 48 (3), 966-971.

Hamdan, S., Cheaitou, A. (2016). "*Supplier selection and order allocation with green criteria: An MCDM and multi-objective optimization approach*", Computers and Operation Research S0305-0548, 30269-6.

Hammami, R., Temponi, C., Frein, Y. (2014). "*A scenario-based stochastic model for supplier selection in global context with multiple buyers, currency fluctuation uncertainties, and price discounts*", European Journal of Operational Research 233 (1), 159-170.

Holweg, M., Reichhart, A., Hong, E. (2010). "*On risk and cost in global sourcing*", International Journal Production Economics 131, 333–341.

Jin, B., Farr, A. (2010). "*Supplier selection criteria and perceived benefits and challenges of global sourcing apparel firms in the United States*" Family & Consumer Sciences Research Journal 39 (1), 31–44.

Kim, S. (2012). "*Global sourcing of South Korean apparel industry: sourcing trend and supplier selection*", The Journal of The Textile Institute 103, 1335-1351.

Koprulu, A., Albayrakoglu, M.M. (2017). "*Supply chain management in the textile industry: a supplier selection model with the analytical hierarchy process*", ISAHP, Viña Del Mar, Chile.

Kumar, M., Vratb, P., Shankarc, R. (2004) "*A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain*", Computers & Industrial Engineering 46 (2004), 69–85.

Kumar, P., Shankar, R., Yadav, S.S. (2011). "*Global supplier selection and order allocation using FQFD and MOLP*", International Journal of Logistics Systems and Management 9 (1), 43-68.

Majumdar, A., Sinha, s. k., Shaw m. and Mathiyazhagan k. (2020), "*Analysing the vulnerability of green clothing supply chains in South and Southeast Asia using fuzzy analytic hierarchy process*", International Journal of Production Research, DOI: 10.1080/00207543.2019.1708988.

Mandal, S., Maity, A., Maity, K., Mondal, S., Maiti, M. (2011). "*Multi-item multi-period optimal production problem with variable preparation time in fuzzy stochastic environment*", Applied Mathematical Modelling 35, 4341-4353.

Matthyssens, P. (2006). "*The global purchasing challenge: A look back and a look ahead*", Journal of Purchasing & Supply Management 12, 167–169.

Nong, N.T., Ho, P.T., (2019). "*Criteria for Supplier Selection in Textile and Apparel Industry: A Case Study in Vietnam*", Journal of Asian Finance, Economics and Business 6 (2), 213-221.

Opricovic, S., and Tzeng, G. H. (2007), "*Extended VIKOR method in comparison with outranking methods*", European Journal of Operational Research, 178(2), 514-529.

Quintens, L., Pauwelsa, P. (2006) "*Global purchasing: State of the art and research directions*", Journal of Purchasing & Supply Management 12 (4), 170-181.

Tavana, M., Kiani, R., JSantos-Arteaga, F., Doust, E.R. (2016) "*An extended VIKOR method using stochastic data and subjective judgments*", Computers and Industrial Engineering 97, 240-247.

Teng, S., Jaramillo, H. (2005). "*A model for evaluation and selection of suppliers in global textile and apparel supply chains*", International Journal of Physical Distribution & Logistics Management 35 (7), 503-523.

Warasthe, r., Brandenburg, m., (2018), "*Sourcing Organic Cotton from African Countries Potentials and Risks for the Apparel Industry Supply Chain*", IFAC-PapersOnLine, 51(30), 297-301.

Wu, Z., Xia, W. (2007). "*Supplier selection with multiplecriteria involume discount environments*", International Journal of Management Sience, Omega 35, 494-504.

Yalcin, N., Bayrakdaroglu, A., Kahraman, C., (2012),"*Application of fuzzy multi-criteria decision making methods for financial performance evaluation of Turkish manufacturing industries*", Expert Systems with Applications 39, 350–364.

Zho, T., Li, L., Liao H., Zhang X., Shen, W. (2019), "*A hybrid multi-criteria decision making model for elective admission control in a Chinese public hospital*", Knowledge-Based Systems 173 (2019) 37–51.

Zimmer, K., Fröhling, M., Breun, P., Schultmann, F. (2017). "*Assessing social risks of global supply chains: a quantitative analytical approach and its application to supplier selection in the German automotive industry*", Journal of Cleaner Production, S0959-6526, 30245-7

Zyoud, S.H., Kaufmann, L.G., Shaheen, H., Samhan, S., Fuchs-Hanusch, D. (2016). "*A framework for water loss management in developing countries under fuzzy environment: Integration of Fuzzy AHP with Fuzzy TOPSIS*", Expert Systems With Applications 61, 86-105.

[In Persian}

Darvishi, F., Ghasemy Yaghin, R., (2018), "*Global purchasing in clothing supply chain: An integrated fuzzy-group multi-attribute decision making approach* " Journal of Textile Science and Technology, 7 (3), 5- 18.**].**