

Examining the criteria for the location of passing load gauges with ANP and Fuzzy DEMATEL methods (Case study: Arta Profile Ardabil Company)

■ **Mohammad Hariri** 

*Industrial Engineering Department, Al Ghadir
Institute of Higher Education, Tabriz, Iran*

■ **Mohammad Reza Komari Alaei** 

*Industrial Engineering Department, Al Ghadir
Institute of Higher Education, Tabriz, Iran*

■ **Saeed Fazayeli** 

*Industrial Engineering Department, Technical
and Engineering faculty, Urmia University,
Urmia, Iran*

Receive date: 18 May 2024, Revise date: 21 June 2024, & Accept date: 23 June 2024

 [10.22034/jtd.2025.2029511.1935](https://doi.org/10.22034/jtd.2025.2029511.1935)

ABSTRACT

In most manufacturing environments, it is difficult to ship directly from the manufacturer to the customer. Therefore, a middle point is necessary for the communication between manufacturers and customers. The traditional warehouse is not favored by current companies due to the cost of maintaining the inventory and laborious labor costs of order selection, storage and order taking. Therefore, logistics techniques that can help reduce inventory costs while increasing the flow of goods and shortening the transportation cycle are a significant approach for these companies. A transit loader is a special type of warehouse where the received products are immediately loaded to the exit dock door within 24 hours. As a result, order picking and storage activities can be minimized or eliminated.

The purpose of this research is to investigate the location criteria of transit load (case study: Ardabil Arta Profile Company). The statistical population of this research includes all industrial engineers, production planners based in Arta Profile Company, Ardabil. According to Thomas Saati, 10 industry experts have been selected as a statistical sample. The tool used in this research is a researcher-made questionnaire. In this research, the ANP method is used to prioritize the location of the transit load and to prioritize it, and the Fuzzy DEMATEL method is used to identify the severity of the cause and effect relationships of the transit load location. For this purpose, 28 criteria have been selected according to the opinion of industry experts. The results obtained from the network analysis method show that the first criterion of the vehicle routing problem with a value of 0.34 is higher than the rest of the dimensions. The results of the Fuzzy Dimetal method show that the distribution centers are in the first place, the reduction of delivery/distribution operations is in the second place, and the cost of lateness and early delivery is in the last place.

Keywords:

ANP method, fuzzy dimethyl, transit loading, location.

* Corresponding Author

Email: S.fazayeli@urmia.ac.ir

۱۷

شماره شصت، تابستان ۱۴۰۴

فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی

<https://jtd.iranjournals.ir/>

How to cite: Hariri, M., Komari Alaei, M.R., Fazayeli, S. (2025), Examining the criteria for the location of passing load gauges with ANP and Fuzzy DEMATEL methods (Case study: Arta Profile Ardabil Company), Quarterly journal of Industrial Technology Development, 23(60), 3-16.



بررسی معیارهای مکان‌یابی بارانداز عبوری با روش ANP و Fuzzy DEMATEL (مطالعه موردی: شرکت آرتا پروفیل اردبیل)



■ محمد حریری^۱ ID

کارشناسی ارشد موسسه آموزش عالی الغدير، تبریز،
ایران

■ محمدرضا کماری علائی^۲ ID

استادیار گروه مدیریت کسب و کار، دانشگاه حاجت تپه،
آنکارا، ترکیه

■ سعید فضایی^۳ ID

استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه ارومیه، ارومیه،
ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۲۹، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۴/۱ و تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۴/۳

صفحات: ۱۶-۳

[10.22034/jtd.2025.2029511.1935](https://doi.org/10.22034/jtd.2025.2029511.1935) DOI

چکیده

در اکثر محیط‌های تولیدی، ارسال مستقیم از سازنده به مشتری دشوار است. بنابراین یک نقطه میانی برای ارتباط تولیدکنندگان و مشتریان ضروری است. انبار سنتی به دلیل هزینه‌های نگهداری موجودی و هزینه‌های کار پر زحمت انتخاب سفارش، ذخیره‌سازی و سفارش‌گیری موردپسند شرکت‌های کنونی نیست. بنابراین، تکنیک‌های لجستیکی که می‌توانند به کاهش هزینه‌های موجودی کمک کنند و در عین حال جریان کالا را افزایش دهند و چرخه حمل‌ونقل را کوتاه کنند، به‌عنوان یک رویکرد قابل توجه این شرکت‌ها هستند. بارانداز عبوری نوع خاصی از انبار است که در آن محصولات دریافتی بلافاصله ظرف ۲۴ ساعت به درب اسکله خروجی بارگیری می‌شود. در نتیجه، فعالیت‌های انتخاب و ذخیره‌سازی سفارش می‌تواند به حداقل برسد یا حذف شود. هدف این تحقیق بررسی معیارهای مکان‌یابی بارانداز عبوری با مطالعه موردی: شرکت آرتا پروفیل اردبیل است. جامعه آماری این تحقیق، شامل کلیه مهندسان صنایع، برنامه‌ریزان تولید مستقر در شرکت آرتا پروفیل اردبیل است. نمونه آماری طبق نظر توماس ساعتی ۱۰ نفر از خبرگان صنعت انتخاب شده‌اند. ابزار مورد استفاده در این تحقیق، پرسشنامه محقق ساخته است. در این تحقیق برای ارجحیت مکان‌یابی بارانداز عبوری و اولویت‌بندی آن از روش ANP و جهت شناسایی شدت روابط علت و معلول مکان‌یابی بارانداز عبوری از روش Fuzzy DEMATEL استفاده شده است. برای این منظور، ۲۸ معیار طبق نظر خبرگان صنعت انتخاب شده‌اند. نتایج بدست آمده حاصل از روش تجزیه و تحلیل شبکه نشان می‌دهد، معیار اول مسئله مسیریابی وسیله نقلیه با مقدار ۰,۳۴ نسبت به بقیه ابعاد مقدار بیشتری است. نتایج حاصل از روش دیمتل فازی نشان می‌دهد که مراکز توزیع در رتبه اول، کاهش عملیات تحویل/توزیع در رتبه دوم و هزینه دیرکرد و زودکرد در رتبه آخر قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: روش ANP، دیمتل فازی، باراندازی عبوری، مکان‌یابی.

۱ آدرس پست الکترونیکی: Mohamad.hariri4350@gmail.com

۲ آدرس پست الکترونیکی: Komari.reza@hacettepe.edu.tr

* عهده دار مکاتبات

آدرس پست الکترونیکی: S.fazayeli@urmia.ac.ir

<https://jtd.iranjournals.ir/>

فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی | شماره شصت، بهار ۱۴۰۴ | ۳



نحوه استناددهی به این مقاله: حریری، محمد، کماری علائی، محمدرضا، فضایی، سعید. (۱۴۰۴). بررسی معیارهای مکان‌یابی بارانداز عبوری با روش Fuzzy و ANP

DEMATEL (مطالعه موردی: شرکت آرتا پروفیل اردبیل)، فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، (۶۰)، ۲۳، ۱۶-۳.

ناشر: پژوهشکده توسعه تکنولوژی

۱- مقدمه

تقاضای فزاینده مصرف کننده و نیاز به خدمات با کیفیت منجر به افزایش فشار و رقابت شدید بین خرده فروشان شده است؛ فروشگاه‌های بیشتری باز می‌شوند و روش‌های مدرن کسب و کار جدید برای خرده فروشان ظهور پیدا می‌کند. بنابراین چالش پیش‌رو، کاهش هزینه‌ها در حالی که ارزش خدمات را بهبود می‌بخشد، همچنان ادامه دارد (Teece, 2010).

از ابتدای این قرن، خرده‌فروشان آنلاین غول‌پیکر (مانند آمازون و والمارت با ناوگان حمل‌ونقل خود) از بارانداز عبوری به‌عنوان یک مزیت رقابتی در بازار برای کاهش هزینه‌های مربوط به نگهداری موجودی و حمل‌ونقل و در عین حال ارائه خدمات تحویل در روز بعدی به مشتریان بهره‌برده‌اند. علاوه بر این، شرکت‌های تدارکات شخص ثالث و شرکت‌های حامل به‌عنوان مثال، نکسوس لجستیک^۳ و منلو لجستیک^۴ علاوه بر خرید، انبارداری، حمل‌ونقل و تحویل، خدمات اتصال متقابل را به مشتریان ارائه می‌دهند. در عمل، در حالی که افزایش هزینه تحویل به دلیل رشد جمعیت شهری در سراسر جهان و تراکم فزاینده کاهش کالا در مناطق شهری، تقاضا برای تحویل در خانه به طرز شگفت‌انگیزی در حال افزایش است (Goodarzi et al., 2021).

از نقطه نظر تجاری، بارانداز عبوری، همچنین به‌عنوان یک راهبرد کارآمد برای تنظیم جریان محصولات در یک زنجیره تامین، به دلیل مزیت عدم نگهداری یا حداقل نگه داشتن سطح پایین ذخیره سازی موقت و صرفه جویی در مقیاس در حمل‌ونقل ورودی و خروجی، به رسمیت شناخته شده است.

همچنین در اکثر محیط‌های تولیدی، ارسال مستقیم از سازنده به مشتری دشوار است. بنابراین یک نقطه میانی برای ارتباط تولیدکنندگان و مشتریان ضروری است. انبار سنتی دارای چهار عملیات اصلی است: دریافت، ذخیره‌سازی، سفارش‌گیری و ارسال. به این انبارها مراکز توزیع نیز گفته می‌شود که در آن‌ها محصولات به‌صورت بلندارنگ پردازش می‌شوند و طبق برنامه زمانی وارد و خارج می‌شوند. با این وجود، معمولاً به دلیل هزینه‌های نگهداری موجودی از انبار و هزینه‌های کار پر زحمت انتخاب سفارش، ذخیره‌سازی و سفارش‌گیری پرهزینه‌ترین عملیات مراکز توزیع سنتی است. بنابراین، تکنیک‌های لجستیکی که می‌توانند به کاهش هزینه‌های موجودی کمک کنند و در

عین حال جریان کالا را افزایش دهند و چرخه حمل و نقل را کوتاه کنند، به‌عنوان یک رویکرد بارانداز قابل توجه هستند. بارانداز عبوری نوع خاصی از انبار است که در آن محصولات دریافتی بلافاصله ظرف ۲۴ ساعت به درب اسکله خروجی بارگیری می‌شود. در نتیجه، فعالیت‌های انتخاب و ذخیره‌سازی سفارش می‌تواند به حداقل برسد یا حذف شود. بارانداز عبوری مزایای بیشتری نسبت به انبار سنتی از نظر کاهش هزینه حمل و نقل و هزینه نگهداری موجودی و افزایش زمان چرخه و رضایت مشتری دارد (Buakum & Wisittipanich, 2019).

با توجه به این که مساله مکان‌یابی بارانداز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های امروزی صنایع است و حساسیت بیشتری از طرف صنایع تولیدی نسبت به این موضوع در جهت کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل مشاهده می‌شود، در نتیجه در این به بررسی معیارهای مکان‌یابی بارانداز عبوری با روش ANP و Fuzzy DEMATEL (مطالعه موردی: شرکت آرتا پروفیل اردبیل) پرداخته خواهد شد.

تحقیق موجود از دو جنبه صورت مساله و روش حل نسبت به تحقیقات پیش‌داری نوآوری می‌باشد. در این تحقیق از تصمیم‌گیری چند شاخصه با تجزیه و تحلیل شبکه و روش آزمایشی و ارزیابی تصمیم‌گیری که از ماتریس‌ها و نمودارها برای تجسم ساختار روابط علی پیچیده برای شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای مکان‌یابی بارانداز عبوری است، استفاده شده است. در روش تجزیه و تحلیل شبکه جهت ارجحیت و رتبه‌بندی معیارها و زیرمعیارها جهت مکان‌یابی بارانداز عبوری و همچنین جهت شناسایی مکان‌یابی بارانداز عبوری با استفاده از روش ارزیابی و تصمیم‌گیری نمودارها با استفاده از ساختار روابط علی پیچیده از روش دیمتل فازی استفاده شده است.

۲- مرور ادبیات

بارانداز عبوری سوالات بهینه‌سازی متعددی را مطرح می‌کند، اعم از راهبردی، تاکتیکی یا عملیاتی. چندین نویسنده سعی کرده‌اند مقالاتی را که به بخشی از این سوالات می‌پردازند، مرور کنند. قربانی و افشار نجفی یک مساله مکان‌یابی انبارهای بارانداز عبوری و زمان‌بندی وسیله نقلیه در زنجیره تامین چندمحصولی با امکان برداشت و تحویل گسسته ارائه کردند (قربانی و افشارنجفی، ۱۴۰۰). غفاری توران و بدلی به روشی مشابه، عملیات مربوط به بارانداز عبوری را در بعد عملیاتی مورد بررسی

مساله مکان بارانداز عبوری قابل اعتماد تحت خطر اختلال پرداختند. آنها به دنبال ایجاد یک شبکه قابل اعتماد از بارانداز عبوری‌ها با در نظر گرفتن اختلالات و مسائل قابلیت اطمینان برای محافظت در برابر خطر ناهمگن شکست بارانداز عبوری بودند (Goodarzi et al., 2020).

تعدادی از مطالعات بررسی‌های دقیقی از ادبیات و شیوه‌های صنعت مربوط به عملیات بارانداز عبوری انجام دادند. به عنوان مثال، ون بله و همکاران ادبیات کراس داکینگ را در این حوزه بررسی کردند (Van Belle et al., 2012). لادیار و همکاران آخرین نظرسنجی گسترده مربوط به عملیات بارانداز عبوری را در سال ۲۰۱۶ انجام دادند (Ladier & Alpan, 2016). این مطالعه چندین جنبه از بارانداز عبوری را مورد بحث قرار داد، از دیدگاه راهبردی تا دیدگاه‌های تاکتیکی و عملیاتی. مشکل برنامه‌ریزی کامیون در سطح عملیاتی نیز در نظر گرفته شد. شه‌میری و همکاران در مقاله‌ای یک مسئله مسیریابی و زمان بندی برای شبکه‌های بارانداز عبوری با محصولات فاسد شدنی، وسایل نقلیه ناهمگن و تحویل تقسیمی، ارائه کردند (Shahmiri et al., 2021). در سال‌های اخیر نیز مقالات متعددی مسئله مکان‌یابی بارانداز عبوری را به همراه سایر مسائل مانند زمان‌بندی و مسیریابی مورد مطالعه قرار داده‌اند. عمادآبادی و همکاران مسئله مکان‌یابی تخصیص را در طراحی شبکه زنجیره تأمین چند دوره‌ای و چند محصولی با در نظر گرفتن اختلال در تسهیلات و مسیرهای ارتباطی مدنظر قرار دادند (عمادآبادی و همکاران، ۱۳۹۸). حسنی گودرزی و همکاران به بررسی مسئله مکان‌یابی بارانداز عبوری قابل اعتماد تحت خطر اختلال پرداختند. آنها بیان داشتند که به دنبال ایجاد یک شبکه قابل اعتماد از بارانداز عبوری‌ها با در نظر گرفتن مشکلات ریسک و قابلیت اطمینان در برابر خطر ناهمگون شکست بارانداز هستند (Goodarzi et al., 2021). موسوی و همکاران یک مدل تصمیم‌گیری جدید برای مرکز بارانداز عبوری در شبکه‌های لجستیکی با ارزش فاصله‌ای و عدم قطعیت فازی شه‌ودی ارائه کردند. آنها اظهار داشتند که بارانداز عبوری یک رویکرد لجستیکی جدید برای ادغام و توزیع موثر محصولات متعدد در شبکه‌های لجستیکی بوده است (Mousavi et al., 2019). همکاران یک الگوریتم فراابتکاری کلونی مورچگان برای مساله ایجاد شبکه کراس داکینگ ارائه کردند (Musa et al., 2010).

۳- متدولوژی تحقیق

ایزار گردآوری داده‌های این تحقیق، پرسشنامه بوده است. طبق نظر

قرار دادند (غفاری توران و بدلی، ۱۳۹۶). قیاسی و همکاران زمان‌بندی کامیون‌ها در یک انبار بارانداز عبوری مورد توجه قرار دادند. آن‌ها با در نظر گرفتن لجستیک معکوس و مرتب‌سازی محموله‌ها، نگاهی متفاوت به مساله داشته‌اند (قیاسی و همکاران، ۱۴۰۰). لادیار و همکاران به عملیات کراس داکینگ، تحقیق فعلی در مقابل صنعت پرداختند (Ladier & Alpan, 2016). رضایی و خیرخواه به بررسی ادبیات موضوع بارانداز عبوری در طراحی شبکه‌های لجستیک پرداختند (رضایی و خیرخواه، ۱۳۹۴).

اولین مطالعه در مورد مکان یابی بارانداز عبوری توسط سانگ و سونگ انجام شد (Sung & Song, 2003 - Sung & Yang, 2008). در مساله در نظر گرفته شده، کالاها باید از طریق یک بارانداز عبوری از گره‌های عرضه به تقاضا منتقل شوند (ارسال مستقیم مجاز نیستند). کراس داک‌ها از طریق بهینه‌سازی هزینه‌های عملیاتی و زمان، افزایش رضایت مشتری را تضمین می‌کنند (Javanmard et al., 2014 - Mousavi & Tavakkoli, 2013 - Moghaddam, 2013). گوموش و بوکبلایندر مساله مکان‌یابی بارانداز‌های عبوری را مورد بررسی قرار دادند (Bookbinder, 2004).

راهبرد بارانداز عبوری به‌طور عمده برای سیستم‌های بزرگ با تقاضای بالا و تنوع محصول استفاده می‌شود، زیرا طیف وسیعی از محصولات روزانه از بارانداز تخلیه، دسته بندی و بارگیری می‌شوند (Moghadam et al., 2014 - Mousavi & Tavakkoli, 2013 - Moghaddam, 2013 - Dondo & Cerdá, 2014). حسنی گودرزی و همکاران (۲۰۲۰) مشکل مکان یابی بارانداز عبوری قابل اطمینان تحت خطر اختلالات را مورد بررسی قرار دادند (Goodarzi et al., 2021).

بابازاده و همکاران یک مدل بهینه سازی قوی برای مشکل مکان یابی در یک زنجیره تامین پاسخگو متشکل از کارخانه‌ها، انبارها و اسکله‌های بارانداز عبوری را پیشنهاد می‌کند (Babazadeh et al., 2014). پس از آن، رهبری و همکاران از دو مدل قوی برای در نظر گرفتن عدم قطعیت زمان سفر و عمر تازگی محصولات فاسدشدنی در مشکل مسیریابی خودرو با اتصال متقابل (VRPCD) استفاده کردند (Rahbari et al., 2019). در مقاله‌ای از درویشی و همکاران سطح برنامه‌ریزی تاکتیکی متمرکز است. نویسندگان یک رویکرد مبتنی بر روش تصادفی فازی-مقاوم ترکیبی را در برنامه‌ریزی تولید با بارانداز عبوری به کار می‌برند (Darvishi et al., 2020). حسنی گودرزی در مقاله‌ای به

	محصول		
D ₁₉	انحراف زمان فرایند کامیون	D ₅	وابستگی به زمان سفر
D ₂₀	تعداد لمس پالت	D ₆	تراکم ترافیک در ساعات اوج مصرف
D ₂₁	طول برنامه یا فاصله زمانی محصولات بارگذاری شده	D ₇	ضریب تخفیف حمل- و نقل بین هاب
D ₂₂	زمان بندی و مسیر یابی وسایل حمل و نقل	D ₈	استراتژی تخصیص تک/چندگانه
D ₂₃	مکان یابی و مسیریابی مراکز توزیع	D ₉	ساختار شبکه هاب(شبه ستاره‌ای)
D ₂₄	یافتن بهترین مکان	D ₁₀	تعداد درهای خروجی
D ₂₅	بهترین زمان بندی مسیریابی وسایل نقلیه	D ₁₁	مقدار جریان و هزینه حمل و نقل بین گره
D ₂₆	تحويل و تخصیص در درب بارانداز	D ₁₂	افزایش جریان کالا
D ₂₇	آماده سازی سفارش و تحويل	D ₁₃	کوتاه شدن چرخه حمل و نقل
D ₂₈	هزینه های دیرکرد و زودکرد	D ₁₄	زمان تحويل کوتاه تر

در این مرحله کمیته تصمیم گیری یک سری مقایسه زوجی مرتبط با اهمیت معیارها و دیدگاه ها ایجاد می کند. در این مقایسه ها، از شاخص ۱-۹ استفاده می شود. در این سطح، وزن معیارها و دیدگاه ها با استفاده از یک بردار سوپر ماتریس خاص تامین می شود و در ماتریس فوق العاده مورد استفاده قرار می گیرد. ساعتی از طریق مقایسه ماتریک زوجی، نرخ سازگاری (C.R.) را معرفی کرد. اگر مقدار $C.R. \leq 0.01$ باشد، سازگاری مقایسه ماتریس زوج قابل قبول است.

- مرحله سوم: ساخت و تفکیک سوپر ماتریس
مفهوم سوپر ماتریس شبیه فرایند زنجیره مارکوف است. معیارها و دیدگاه ها و وزن ها از مرحله دوم برای محاسبه ستون ماتریس فوق العاده استفاده می کنند. ترجیح نهایی برای هر عنصر از هر زیر گروه، با توجه به استدلال ساعتی براساس فرایندهای مارکوف بیان می شود. در این حالت، عناصر سوپر ماتریس به یک مقدار واحد همگرا می شوند که مقادیر آن در هر ردیف از سوپر ماتریس برابر خواهد بود. به این ترتیب اولویت گزینه های مقایسه و ترتیب در هر ردیف امکان پذیر است.

در نهایت، سوپر ماتریس از طریق ضرب ابرماتریس در خودش محاسبه می شود. تا زمانی که مقادیر سطرها سوپر ماتریس با مقدار مشابه هر یک از ستون های ماتریس همگرا شوند. ما این نتیجه را ماتریس محدود می نامیم.

- مرحله چهارم: انتخاب بهترین گزینه

توماس ساعتی ۱۰ نفر از خبرگان شرکت پروفیل آرتا اردبیل به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شدند. در واقع جامعه آماری کارشناسان این شرکت محدود بوده و نظرسنجی از کل جامعه آماری صورت پذیرفته است. پس از مطالعه و بررسی نظرات خبرگان شرکت و نیز مطالعه ادبیات تحقیق، اقدام به شناسایی معیارهای مکان یابی بارانداز عبوری گردید. سپس جهت اولویت بندی معیارهای مکان یابی بارانداز عبوری، تجزیه و تحلیل با روش ANP انجام شده است. از پرسشنامه دیگری جهت شناسایی روابط و چگونگی تاثیر عوامل و شدت اثر آن ها در مکان یابی بارانداز عبوری استفاده گردیده است که با روش Fuzzy DEMATEL تجزیه و تحلیل شده است. از بسته نرم افزارهای سافت گستر و Supper Decision در این تحقیق استفاده شده است.

۳-۱- تحلیل شبکه (ANP)

فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) تعمیم یافته، از طریق در نظر گرفتن وابستگی بین عناصر سلسله مراتبی ایجاد می گردد. بسیاری از مسائل تصمیم گیری را نمی توان به صورت سلسله مراتبی ساختار داد، زیرا آنها شامل تعامل و وابستگی عناصر سطح بالاتر در یک سلسله مراتب هستند. ANP به جای یک سلسله مراتب، توسط یک شبکه نمایش داده می شود (ساعتی، ۲۰۰۶). ANP یک تکنیک تصمیم گیری جامع است که از طریق آن خروجی از معیار پیروی می کند. AHP نقطه شروع در ANP است و شناسایی اولویت ها در هر دو روش مشابه و ثابت است. ANP از ۴ مرحله تشکیل شده است:

- مرحله اول: ساخت سلسله مراتبی و ساختار مسئله

ساختار مسئله در هر سلسله مراتبی مستلزم سطوحی مانند اهداف، دیدگاه ها، معیارها و انتخاب ها است. سلسله مراتب، مقایسه هدف، سطوح عناصر و رابطه بین عناصر را می توان از طریق بررسی ایده های طوفان فکری تصمیم گیرندگان یا سایر روش های مناسب مانند مرور ادبیات شناسایی کرد.

- مرحله دوم: تعیین وزن معیارها و دیدگاه ها

جدول ۱: معیارهای در نظر برای مکان یابی بارانداز عبوری

ابعاد اصلی	علامت اختصاری	ابعاد اصلی	علامت اختصاری
مراکز توزیع	D ₁	ظرفیت ذخیره موقت	D ₁₅
کاهش عملیات تحويل / توزیع	D ₂	کاهش هزینه های موجودی	D ₁₆
طراحی مسیرهای تحويل/جمع آوری از انبارهای منفرد با هزینه کم	D ₃	کل زمان بارگیری یا تخلیه	D ₁₇
تحويل همزمان	D ₄	کل زمان ماندگاری	D ₁₈

محاسبه کنید، که در آن $n \times n$ با هویت I نشان داده می‌شود. مقادیر بالا و پایین به‌طور جداگانه محاسبه می‌شود:

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

$$r_i = \sum_{1 \leq j \leq n} t_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$c_j = \sum_{1 \leq i \leq n} t_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

مرحله ۷: نمودار علی محورافقی $r_i + c_j$ و محور عمودی $(r_i - c_j)$ ساخته شده است. محور افقی "برجستگی" به درجه اهمیت عامل اشاره دارد، درحالی‌که محور عمودی "رابطه" میزان تاثیر را می‌دهد، اگر $r_i - c_j$ نشان محور مثبت باشد، عامل در گروه علت است.

اگر گروه منفی باشد، در غیر این صورت، فاکتور در گروه اثر است، نمودارهای علی می‌توانند روابط پیچیده عوامل را به یک مدل ساختاری قابل فهم تبدیل کنند و آگاهی را برای حل مسئله فراهم کنند (سکر و همکاران، ۲۰۱۷).

جدول ۲: طیف فازی برای مقایسات زوجی (لی، ۲۰۰۷)

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

۳-۳ - مطالعه موردی

پژوهش حاضر در شرکت آرتا پروفیل صورت گرفته است. ایجاد انبارهای دائمی در شرایط کنونی (افزایش سراسام‌آور هزینه‌های خرید زمین، ساخت ساختمان و تامین امکانات انبار) توجیه اقتصادی مخصوصاً برای شرکت‌های دارای نقدینگی پایین ندارد. با ایجاد انبارهای دائمی، سرمایه در گردش شرکت تبدیل به سرمایه ثابت شده و از جریان تولید خارج می‌گردد. لذا با توجه به این مشکلات در شرکت آرتا پروفیل، این شرکت جهت پژوهش انتخاب شده است. قلمرو زمانی این پژوهش از مرداد ۱۴۰۱ تا دی ۱۴۰۱ است.

۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

۴-۱- روش ANP

ابتدا مقایسه معیارهای تصمیم‌گیری به شرح زیر انجام می‌شود:

۱. ابعاد مکان‌یابی بارانداز عبوری دارای معیارهای زیر است:

با توجه به محدود بودن ماتریس و وزن گزینه‌ها در رابطه با معیارها، می‌توانیم وزن کل هر گزینه را ادغام کنیم. با توجه به اولویت وزن‌ها، گزینه را رتبه‌بندی می‌کنیم.

۳-۲- دیمتل فازی (Fuzzy DEMATEL)

دیمتل فازی برای ارزیابی روابط علی استفاده می‌شود. این ترکیب برای ماهیت غیردقیق و ذهنی DEMATEL از روش قضاوت‌های انسانی استفاده می‌شود. در تئوری مجموعه‌های فازی از مجموعه‌های بازهای به جای اعداد واقعی استفاده می‌شود. اصطلاحات زبان شناسی به اعداد فازی تبدیل می‌شوند. روش پیشنهادی برای آشکارسازی روابط بین عوامل و رتبه‌بندی معیارهای مربوط به نوع روابط و تاثیر درجه شدید هر یک از معیارها مطلوب است. تحلیل روش دیمتل فازی به شرح زیر است:

مرحله ۱: معیارهای ارزیابی را تعریف کنید؛

مرحله ۲: گروهی از متخصصان را انتخاب کنید که دانش و تجربه‌ای در مورد مسئله دارند. تاثیر بین عوامل را با استفاده از مقایسه زوجی ارزیابی کنند؛

مرحله ۳: تعریف مقیاس زبانی فازی برای مقابله با مبهم بودن ارزیابی‌های انسانی، متغیر زبانی "نفوذ" با مقیاس پنج سطحی شامل موارد زیر استفاده می‌شود؛

مرحله ۴: آیت‌های مقیاس در تصمیم‌گیری گروهی پیشنهاد شده توسط لی (۱۹۹۴): بدون تاثیر، نفوذ بسیار کم، تاثیر کم، تاثیر زیاد و تاثیر بسیار زیاد. اعداد فازی برای این اصطلاحات زبانی در جدول شماره 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 تاثیرگذاری 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 $Z^k = [z_{ij}^k]$ ایجاد می‌شود که در آن Z یک ماتریس $n \times n$ غیر منفی است. Z_{ij} نشان دهنده تاثیر مستقیم عامل i بر عامل j است و زمانی که $i = j$ ، عناصر مورب برای سادگی، $Z_{kij} = 0$ را با این عنوان علامت‌گذاری کنید؛

مرحله ۵: به‌طور کلی ماتریس D را با استفاده از عبارات زیر به ماتریس رابطه مستقیم فازی نرمال شده تبدیل کنید. به‌طور کلی ماتریس Z از رابطه مستقیم فازی زیر بدست می‌آید:

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

مرحله ۶: ماتریس کل رابطه T را با استفاده از عبارت زیر

Inconsistency: 0.03233		
AFTCP		0.14250
ESL		0.25246
HNS		0.09853
NED		0.39412
SMAS		0.11238

شکل ۳: مقایسه ارجحیت معیارهای تصمیم‌گیری با توجه به ابعاد

مسئله مکان‌یابی

با توجه به شکل شماره ۳، ملاحظه می‌شود که نرخ سازگاری کمتر از ۰٫۱ بوده است. بنابراین ناسازگاری بین ارجحیت معیارهای تصمیم‌گیری در ابعاد مسیریابی مکان‌یابی وجود ندارد. در این نمودار با مدنظر قراردادن مسیریابی مکان‌یابی، معیار چهارم (NED)، تعداد درب‌های خروجی با مقدار ۰٫۳۹۴۱۲ نسبت به بقیه معیارها بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است.

۴. ارجحیت معیارهای تصمیم‌گیری با توجه به ابعاد مکان‌یابی هاب: کاهش هزینه‌های موجودی شرکت (RIC)، تحویل زمان کوتاه‌تر (SDT)، کوتاه شدن چرخه حمل‌ونقل (STC)، ظرفیت ذخیره موقت (TS).

Inconsistency: 0.01716		
RIC		0.41809
SDT		0.24969
STC		0.10962
TS		0.22259

شکل ۴: مقایسه ارجحیت معیارهای تصمیم‌گیری با توجه به ابعاد

مسئله مکان‌یابی هاب

ملاحظه می‌شود که نرخ سازگاری کمتر از ۰٫۱ بوده است. بنابراین ناسازگاری بین ارجحیت معیارهای تصمیم‌گیری در مکان-یابی هاب وجود ندارد. در این نمودار با مدنظر قراردادن ابعاد مکان-یابی هاب، معیار اول (RIC) کاهش هزینه‌های موجودی شرکت با مقدار ۰٫۴۱۸۰۹ نسبت به بقیه معیارها بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است.

۵. ارجحیت معیارهای تصمیم‌گیری با توجه به ابعاد اندازه‌گیری عملکرد بارانداز عبوری: تعداد لمس پالت (NPT)، طول برنامه یا فاصله زمانی محصولات بارگذاری نشده (PLTUP)، کل زمان بارگیری یا تخلیه (TLU)، کل زمان انحراف پردازش/فرآیند کامیون (TPD)، کل زمان ماندگاری محصول (TPS).

Inconsistency: 0.04675		
NPT		0.26599
PLTUP		0.43985
TLU		0.05049
TPD		0.10521
TPS		0.13846

شکل ۵: مقایسه ارجحیت معیارهای تصمیم‌گیری با توجه به اندازه-

گیری عملکرد بارانداز عبوری

ملاحظه می‌شود که نرخ سازگاری کمتر از ۰٫۱ بوده است. بنابراین ناسازگاری بین ارجحیت معیارهای تصمیم‌گیری در ابعاد ارزیابی بارانداز عبوری وجود ندارد. در این نمودار با مدنظر

مسیریابی وسیله نقلیه، مسیریابی محل، مکان‌یابی هاب، اندازه‌گیری عملکرد، مسیریابی بارانداز عبوری.

با توجه به شکل شماره ۱، ملاحظه می‌شود که نرخ سازگاری کمتر از ۰٫۱ بوده است. بنابراین ناسازگاری بین ابعاد مکان‌یابی بارانداز عبوری وجود ندارد. در این نمودار ابعاد مسئله مسیریابی وسیله نقلیه با مقدار ۰٫۳۴ نسبت به بقیه ابعاد مقدار بیشتری به خود اختصاص داده است و نشان‌دهنده این است که این بعد در شرکت آرتا پروفیل اردبیل از اهمیت بالایی برخوردار است.

Inconsistency: 0.06815		
Cretria1		0.34462
Criteria3		0.08404
Criteria 2		0.23222
Criteria 4		0.24123
Criteria5		0.09789

شکل ۱: مقایسه ابعاد تصمیم‌گیری

۲. نمودارهای ارجحیت معیارهای تصمیم‌گیری: مراکز توزیع (DC)، تحویل همزمان (SD)، وابستگی به زمان سفر (DTT)، ضریب تخفیف حمل‌ونقل بین هاب (IHSDF)، طراحی مسیرهای تحویل/جمع‌آوری از انبارهای منفرد با هزینه کم (GCW)، کاهش تحویل/عملیات‌های توزیع (DDO)، تراکم ترافیک در ساعات اوج (TDPH)

Inconsistency: 0.08679		
DC		0.27300
DTT		0.15640
GCW		0.10948
IHSDF		0.13650
RDO		0.05935
SD		0.21378
TDPH		0.05149

شکل ۲: مقایسه ارجحیت معیارهای تصمیم‌گیری با توجه به ابعاد

مسئله مسیریابی وسیله نقلیه

با توجه به شکل شماره ۲ ملاحظه می‌شود که نرخ سازگاری کمتر از ۰٫۱ بوده است. بنابراین ناسازگاری بین ارجحیت معیارهای تصمیم‌گیری در ابعاد مسئله مسیریابی وسیله نقلیه وجود ندارد. در این نمودار با مدنظر قراردادن ابعاد مسئله مسیریابی وسیله نقلیه، معیار اول (DC) مراکز توزیع با مقدار ۰٫۲۷۳ نسبت به بقیه معیارها بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. این امر نشان‌دهنده این است که این معیار برای شرکت آرتا پروفیل اردبیل از اهمیت بالایی نسبت به سایر معیارها دارد.

۳. ارجحیت معیارهای تصمیم‌گیری با توجه به ابعاد مسیریابی مکان‌یابی: تعداد جریان و هزینه حمل‌ونقل بین جفت گره شرکت (AFTCP)، سطح خدمات (مکان‌یابی هاب رقابتی شرکت) (ELS)، ساختار شبکه هاب (شبکه ستاره‌ای) شرکت (HNS)، تعداد درب‌های خروجی (NED)، راهبرد تخصیص (تخصیصی تک یا چند گانه) (SMAS).

شکل ۸: ارجحیت بهترین گزینه انتخاب مکان یابی بارانداز عبوری با توجه به معیار مسیریابی-مکان یابی

Inconsistency: 0.12078		
AL1		0.17774
AL2		0.40087
AL3		0.10235
AL4		0.10162
AL5		0.21741

شکل ۹: ارجحیت بهترین گزینه انتخاب مکان یابی بارانداز عبوری با توجه به معیار مکان یابی هاب

Inconsistency: 0.05117		
AL1		0.21639
AL2		0.13091
AL3		0.42462
AL4		0.05561
AL5		0.17248

شکل ۱۰: ارجحیت بهترین گزینه انتخاب مکان یابی بارانداز عبوری با توجه به معیار اندازه گیری عملکرد بارانداز عبوری

Inconsistency: 0.06103		
AL1		0.10501
AL2		0.40063
AL3		0.05512
AL4		0.30130
AL5		0.13794

شکل ۱۱: ارجحیت بهترین گزینه انتخاب مکان یابی بارانداز عبوری با توجه به معیار مکان یابی بارانداز عبوری

اگر شرکت آرتا پروفیل اردبیل با توجه به معیار اول بخواهد بهترین گزینه را برای مکان یابی بارانداز عبوری به کار گیرد با توجه به شکل شماره ۷، بهترین گزینه، کل زمان بارگیری و تخلیه است. گزینه های صرفه جویی در مقیاس، مکان تاسیسات، تصمیم گیری راهبردی و زمان بندی وسایل حمل و نقل به ترتیب در رده های انتخاب بعدی قرار خواهند گرفت. اگر شرکت با توجه به معیار دوم مسیریابی مکان یابی بخواهد بهترین گزینه را برای مکان یابی بارانداز عبوری به کار گیرد با توجه به شکل شماره ۸، بهترین گزینه، صرفه جویی در مقیاس و تعهد شرکت اشته و گزینه های کل زمان بارگیری و تخلیه، زمان بندی وسایل حمل و نقل، تصمیم گیری راهبردی و مکان تاسیسات به ترتیب در رده های انتخاب بعدی قرار خواهند گرفت. اگر شرکت با توجه به معیار سوم بخواهد بهترین گزینه را برای مکان یابی بارانداز عبوری به کار گیرد، با توجه به شکل شماره ۹، بهترین گزینه، تصمیم گیری راهبردی است و گزینه های کل زمان بارگیری و تخلیه، مکان تاسیسات، صرفه جویی در مقیاس کل زمان بارگیری و تخلیه به ترتیب در رده های انتخاب بعدی قرار خواهند گرفت. اگر شرکت با توجه به معیار چهارم بخواهد بهترین گزینه را برای مکان یابی بارانداز عبوری به کار گیرد، با توجه به شکل شماره ۱۰، بهترین گزینه صرفه جویی در مقیاس است و گزینه های مکان تاسیسات، زمان بندی وسایل حمل و نقل، تصمیم گیری راهبردی، کل زمان بارگیری و تخلیه به ترتیب در رده های انتخاب بعدی

قراردادن ابعاد ارزیابی عملکرد بارانداز عبوری، معیار دوم (PLTUP) طول برنامه یا فاصله زمانی محصولات بارگذاری نشده با مقدار ۰,۴۳۹۸۵ نسبت به بقیه معیارها بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است.

۶. ارجحیت معیارهای تصمیم گیری با توجه به ابعاد مکان یابی بارانداز عبوری: بهترین زمان بندی مسیریابی وسایل نقلیه (BVRS)، آماده سازی سفارش و تحویل (DAD)، مراکز توزیع (DSC)، تحویل و تخصیص در درب بارانداز (FBL)، هزینه های دیرکرد و زودکرد (LEE)، یافتن بهترین مکان (OPD)، مسئله زمان بندی و مسیریابی وسایل حمل و نقل (VRSP).

Inconsistency: 0.09810		
BVRS		0.29788
DAD		0.12041
DSC		0.14578
FBL		0.06693
LEE		0.10433
OPD		0.20353
VRSP		0.06114

شکل ۶: مقایسه ارجحیت معیارهای تصمیم گیری با توجه به ابعاد مکان یابی بارانداز عبوری

ملاحظه می شود که نرخ سازگاری کمتر از ۰,۱ بوده است. بنابراین ناسازگاری بین ارجحیت معیارهای تصمیم گیری در ابعاد مکان یابی بارانداز عبوری وجود ندارد. در این نمودار با مدنظر قراردادن ابعاد مکان یابی بارانداز عبوری، معیار اول (BVRS) بهترین زمان بندی مسیریابی وسایل نقلیه به با مقدار ۰,۲۹۷۸۸ نسبت به بقیه معیارها بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است.

۷. ارجحیت نهایی معیارهای مکان یابی بارانداز عبوری با توجه به هر یک از ابعاد ۵ گانه: کل زمان بارگیری و تخلیه (AL1)، صرفه جویی در مقیاس، مکان تاسیسات (AL2)، تصمیم گیری راهبردی (AL3)، زمان بندی وسایل حمل و نقل (AL4)، مکان تاسیسات (AL5).

با توجه به مجموع محاسبات به عمل آمده از طریق مقایسات زوجی و با استفاده از تکنیک ANP طبق اشکال شماره ۷ تا ۱۱ در زیر نشان داده شده اند.

Inconsistency: 0.08095		
AL1		0.15217
AL2		0.12939
AL3		0.17668
AL4		0.46007
AL5		0.08169

شکل ۷: ارجحیت بهترین گزینه انتخاب مکان یابی بارانداز عبوری با توجه به معیار مسیریابی وسیله نقلیه

Inconsistency: 0.07998		
AL1		0.07517
AL2		0.13225
AL3		0.40570
AL4		0.20986
AL5		0.17702

ساده نظرات استفاده شده و ماتریس ارتباط مستقیم z را تشکیل داده می‌شود.

با توجه به مجموع محاسبات به عمل آمده از طریق مقایسات زوجی و با استفاده از تکنیک ANP طبق شکل شماره ۱۲، تصمیم‌گیری راهبردی به عنوان بهترین گزینه انتخاب می‌شود.

$$z = \begin{bmatrix} 0 & \dots & \tilde{z}_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{z}_{1n} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

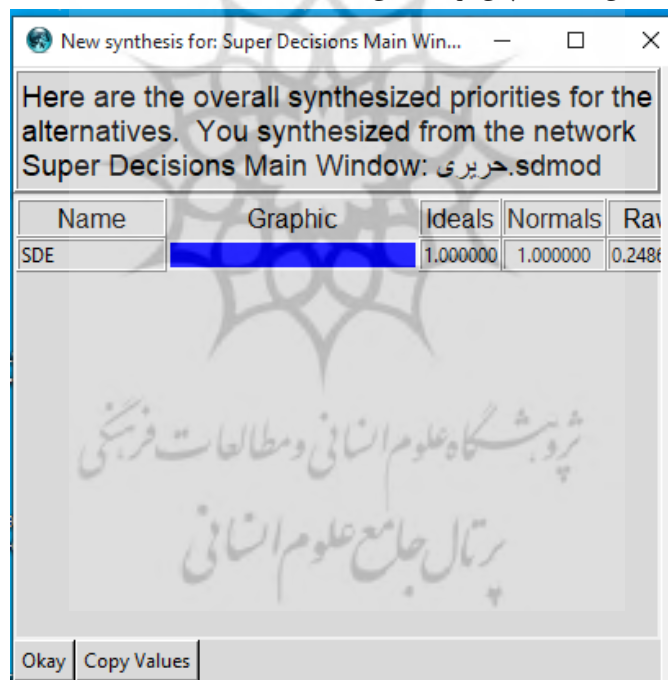
جدول شماره ۳ بخشی از ماتریس ارتباط مستقیم است که همان مقایسات زوجی خبرگان را نشان می‌دهد. اگر در ارزیابی از چند خبره استفاده شده است، ماتریس زیر میانگین حسابی تمام خبرگان است. تعداد معیارها ۲۸ عدد است که به دلیل محدودیت فقط سه معیار اول و سه معیار آخر در اینجا آورده شده است. همچنین در جدول شماره ۴ طیف کلامی به کار رفته در مدل آورده شده است.

قرار خواهند گرفت. اگر شرکت آر تا با توجه به معیار پنجم بخواهد بهترین گزینه را برای مکان‌یابی بارانداز عبوری به کار گیرد، با توجه به نمودار بهترین گزینه، تصمیم‌گیری راهبردی است و گزینه‌های کل زمان بارگیری و تخلیه، زمان‌بندی وسایل حمل‌ونقل و مکان تاسیسات به ترتیب در رده‌های انتخاب بعدی قرار خواهند گرفت.

۸. ارجحیت نهایی انتخاب بهترین گزینه مکان‌یابی بارانداز عبوری با توجه ابعاد ۵ گانه (مسیر یابی وسیله نقلیه، مسیر یابی مکان‌یابی، مکان‌یابی هاب، اندازه‌گیری عملکرد بارانداز عبوری و مکان‌یابی بارانداز عبوری):

۴-۲- روش دیمتل فازی

گام ۱: برای شناسایی الگوی روابط میان n معیار ابتدا یک ماتریس $n \times n$ تشکیل می‌شود. تاثیر عنصر مندرج در هر سطر بر عناصر مندرج در ستون در این ماتریس به صورت یک عدد فازی درج می‌شود. اگر از دیدگاه بیش از یک نفر استفاده شود، هریک از خبرگان باید ماتریس موجود را تکمیل کنند. سپس از میانگین



شکل ۱۲: انتخاب بهترین گزینه انتخاب مکان‌یابی بارانداز عبوری در شبکه تصمیم‌گیری

جدول ۳: ماتریس ارتباط مستقیم

معیار ۲۸	معیار ۲۷	معیار ۲۶	...	معیار ۳	معیار ۲	معیار ۱	
(0.125,0.250,0.500)	(0.175,0.300,0.500)	(0.150,0.325,0.525)	...	(0.150,0.350,0.600)	(0.125,0.250,0.500)	(0.000,0.000,0.000)	معیار ۱
(0.100,0.225,0.425)	(0.100,0.250,0.425)	(0.225,0.425,0.675)	...	(0.050,0.275,0.525)	(0.000,0.000,0.000)	(0.125,0.250,0.500)	معیار ۲
(0.125,0.300,0.525)	(0.200,0.350,0.550)	(0.100,0.275,0.500)	...	(0.000,0.000,0.000)	(0.050,0.225,0.450)	(0.150,0.375,0.625)	معیار ۳
...	...	...	...	...	...	...	...
(0.000,0.000,0.000)	(0.100,0.300,0.550)	(0.150,0.350,0.575)	...	(0.200,0.400,0.650)	(0.000,0.100,0.275)	(0.200,0.350,0.550)	معیار ۲۶
(0.075,0.200,0.425)	(0.000,0.000,0.000)	(0.200,0.375,0.575)	...	(0.150,0.300,0.525)	(0.175,0.350,0.575)	(0.125,0.275,0.500)	معیار ۲۷
(0.150,0.375,0.625)	(0.275,0.475,0.700)	(0.000,0.000,0.000)	...	(0.125,0.275,0.500)	(0.150,0.350,0.600)	(0.225,0.425,0.675)	معیار ۲۸

جدول ۴: طیف کلامی

کد	عبارت کلامی	L	M	U
۱	بدون تاثیر	0	0	0.25
۲	تاثیر خیلی پایین	0	0.25	0.5
۳	تاثیر پایین	0.25	0.5	0.75
۴	تاثیر بالا	0.5	0.75	1
۵	تاثیر خیلی بالا	0.75	1	1

جدول ۵: ماتریس ارتباط فازی مستقیم

معیار ۱	معیار ۲	معیار ۳	...	معیار ۲۶	معیار ۲۷	معیار ۲۸
(0.150,0.350,0.600)	(0.125,0.250,0.500)	(0.000,0.000,0.000)	...	(0.150,0.325,0.525)	(0.175,0.300,0.500)	(0.125,0.250,0.500)
(0.050,0.275,0.525)	(0.000,0.000,0.000)	(0.125,0.250,0.500)	...	(0.225,0.425,0.675)	(0.100,0.250,0.425)	(0.100,0.225,0.425)
(0.000,0.000,0.000)	(0.050,0.225,0.450)	(0.150,0.375,0.625)	...	(0.100,0.275,0.500)	(0.200,0.350,0.550)	(0.125,0.300,0.525)
.....	...		...	...	...	...
(0.200,0.350,0.550)	(0.000,0.100,0.275)	(0.200,0.400,0.650)	...	(0.150,0.350,0.575)	(0.100,0.300,0.550)	(0.000,0.000,0.000)
(0.125,0.275,0.500)	(0.175,0.350,0.575)	(0.150,0.300,0.525)	...	(0.200,0.375,0.575)	(0.000,0.000,0.000)	(0.075,0.200,0.425)
(0.225,0.425,0.675)	(0.150,0.350,0.600)	(0.125,0.275,0.500)	...	(0.000,0.000,0.000)	(0.275,0.475,0.700)	(0.150,0.375,0.625)

گام ۲: نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم فازی

در این گام طبق رابطه شماره ۸ ماتریس فازی روابط کل

برای نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم فازی از رابطه زیر تشکیل می‌شود.

استفاده می‌شود.

$$\tilde{T} = \lim_{k \rightarrow \infty} (\tilde{x}^1 \oplus \tilde{x}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{x}^k) \quad (۸)$$

در هر درایه عدد فازی ماتریس روابط کل به صورت $\tilde{t}_{ij}$ است و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{\tilde{z}_{ij}}{r} = \left(\frac{l_{ij}}{r}, \frac{m_{ij}}{r}, \frac{u_{ij}}{r} \right) \quad (۹)$$

$$[l_{ij}^*] = x_l \times (I - x_l)^{-1} \quad (۹)$$

$$[m_{ij}^*] = x_m \times (I - x_m)^{-1} \quad (۱۰)$$

$$[u_{ij}^*] = x_u \times (I - x_u)^{-1} \quad (۱۱)$$

به عبارت دیگر ابتدا معکوس ماتریس نرمال را محاسبه نموده

و سپس آن را از ماتریس I کم می‌کنیم و در انتها ماتریس نرمال

را در ماتریس حاصل ضرب می‌کنیم. جدول شماره ۶ ماتریس

ارتباط کامل فازی را نشان می‌دهد.

$$= \max_{\tau}(i,j) \left\{ \max_i \sum_{j=1}^n u_{ij}, \max_j \sum_{i=1}^n u_{ij} \right\} \quad i,j \in \{1,2,3,\dots,n\} \quad (۷)$$

نتایج در جدول شماره ۵ ارائه شده است.

گام ۳: محاسبه ماتریس فازی ارتباط کامل

جدول ۶: ماتریس ارتباط فازی کامل

معیار ۱	معیار ۲	معیار ۳	...	معیار ۲۶	معیار ۲۷	معیار ۲۸
(0.009,0.021,0.036)	(0.008,0.015,0.030)	(0.000,0.000,0.000)	...	(0.009,0.020,0.032)	(0.011,0.018,0.030)	(0.008,0.015,0.030)
(0.003,0.017,0.032)	(0.000,0.000,0.000)	(0.008,0.015,0.030)	...	(0.014,0.026,0.041)	(0.006,0.015,0.026)	(0.006,0.014,0.026)
(0.000,0.000,0.000)	(0.003,0.014,0.027)	(0.009,0.023,0.038)	...	(0.006,0.017,0.030)	(0.012,0.021,0.033)	(0.008,0.018,0.032)
.....	...		...	...	...	...
(0.012,0.021,0.033)	(0.000,0.006,0.017)	(0.012,0.024,0.039)	...	(0.009,0.021,0.035)	(0.006,0.018,0.033)	(0.000,0.000,0.000)
(0.008,0.017,0.030)	(0.011,0.021,0.035)	(0.009,0.018,0.032)	...	(0.012,0.023,0.035)	(0.000,0.000,0.000)	(0.005,0.012,0.026)
(0.014,0.026,0.041)	(0.009,0.021,0.036)	(0.008,0.017,0.030)	...	(0.000,0.000,0.000)	(0.017,0.029,0.042)	(0.009,0.023,0.038)

$$u_{ij}^n = \frac{(u_{ij}^t - \min l_{ij}^t)}{\Delta_{min}^{max}} \quad (۱۴)$$

به طوری که:

$$\Delta_{min}^{max} = \max u_{ij}^t - \min l_{ij}^t \quad (۱۵)$$

محاسبه کران بالا و پایین مقادیر نرمال:

گام ۴: فازی‌زدایی مقادیر ماتریس ارتباط کامل

برای فازی‌زدایی از روش CFCS اپریکویک و زنگ استفاده شده

است. مراحل روش فازی‌زدایی به صورت زیر است:

$$l_{ij}^n = \frac{(l_{ij}^t - \min l_{ij}^t)}{\Delta_{min}^{max}} \quad (۱۲)$$

$$m_{ij}^n = \frac{(m_{ij}^t - \min l_{ij}^t)}{\Delta_{min}^{max}} \quad (۱۳)$$

$$x_{ij} = \frac{[l_{ij}^s(1 - l_{ij}^s) + u_{ij}^s \times u_{ij}^s]}{[1 - l_{ij}^s + u_{ij}^s]} \quad (18)$$

جدول شماره ۷ مقادیر دیفازی شده ماتریس ارتباط کامل را نشان می‌دهد.

$$l_{ij}^s = \frac{m_{ij}^n}{(1 + m_{ij}^n - l_{ij}^n)} \quad (16)$$

$$u_{ij}^s = \frac{u_{ij}^n}{(1 + u_{ij}^n - l_{ij}^n)} \quad (17)$$

خروجی الگوریتم CFCS یک ماتریس با مقادیر قطعی است. محاسبه کل مقادیر قطعی نرمال شده:

جدول ۷: ماتریس ارتباط قطعی کامل

معیار ۲۸	معیار ۲۷	معیار ۲۶	...	معیار ۳	معیار ۲	معیار ۱	
(0.012,0.043,0.637)	(0.015,0.049,0.674)	(0.014,0.050,0.680)	...	(0.005,0.029,0.628)	(0.012,0.042,0.635)	(0.013,0.050,0.669)	معیار ۱
(0.010,0.039,0.603)	(0.010,0.043,0.638)	(0.017,0.053,0.656)	...	(0.011,0.041,0.626)	(0.004,0.026,0.576)	(0.007,0.043,0.633)	معیار ۲
(0.011,0.045,0.628)	(0.016,0.051,0.666)	(0.010,0.046,0.667)	...	(0.013,0.050,0.653)	(0.007,0.040,0.621)	(0.004,0.029,0.623)	معیار ۳
...	...	...	...	...	...	...	...
(0.004,0.027,0.591)	(0.010,0.048,0.659)	(0.013,0.050,0.664)	...	(0.016,0.051,0.647)	(0.004,0.033,0.605)	(0.016,0.049,0.648)	معیار ۲۶
(0.008,0.038,0.600)	(0.004,0.030,0.610)	(0.016,0.051,0.647)	...	(0.013,0.045,0.624)	(0.014,0.047,0.606)	(0.011,0.044,0.628)	معیار ۲۷
(0.013,0.051,0.661)	(0.021,0.060,0.703)	(0.005,0.032,0.667)	...	(0.012,0.046,0.674)	(0.013,0.049,0.657)	(0.018,0.056,0.691)	معیار ۲۸

0.076	8.456	4.266	4.19	معیار ۷) ضریب تخفیف حمل و نقل بین هاب
-0.185	8.03	3.923	4.108	معیار ۸) استراتژی تخصیص تک/چندگانه
-0.019	8.469	4.225	4.244	معیار ۹) ساختار شبکه هاب/شبکه ستاره
-0.002	8.838	4.418	4.42	معیار ۱۰) تعداد درب‌های خروجی
0.24	8.019	4.129	3.889	معیار ۱۱) مقدار جریان حمل و نقل بین گره
-0.127	8.335	4.104	4.231	معیار ۱۲) افزایش جریان کالا
-0.049	8.619	4.285	4.334	معیار ۱۳) کوتاه شدن چرخه حمل و نقل
-0.064	8.411	4.174	4.237	معیار ۱۴) زمان تحویل کوتاه‌تر
-0.009	8.797	4.394	4.403	معیار ۱۵) ظرفیت ذخیره موقت
-0.03	8.922	4.446	4.476	معیار ۱۶) کاهش هزینه های موجودی
0.074	8.446	4.26	4.186	معیار ۱۷) کل زمان بارگیری/تخلیه
0.005	8.764	4.385	4.379	معیار ۱۸) زمان ماندگاری محصول
-0.18	8.787	4.304	4.483	معیار ۱۹) انحراف فرایند کامیون
-0.006	8.724	4.359	4.365	معیار ۲۰) تعداد لمس پالت
0.032	8.285	4.159	4.126	معیار ۲۱) طول برنامه یا فاصله زمانبندی محصول
-0.156	8.096	3.97	4.126	معیار ۲۲) زمان بندی و مسیریابی وسایل حمل و نقل
0.364	8.001	4.183	3.818	معیار ۲۳) مکان یابی و مسیریابی مراکز توزیع
0.002	8.327	4.165	4.162	معیار ۲۴) یافتن بهترین مکان
0.36	8.442	4.401	4.041	معیار ۲۵) بهترین زمان بندی مسیریابی وسایل نقلیه
0.13	8.263	4.196	4.066	معیار ۲۶) تحویل و تخصیص در درب بارانداز/اسکله
-0.268	8.479	4.106	4.373	معیار ۲۷) آماده سازی سفارش و تحویل
0.042	8.828	4.435	4.393	معیار ۲۸) هزینه دیرکرد و زودکرد

گام ۶: خروجی نهایی و ایجاد نمودار علی

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

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.

$$TS = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V_{ij}}{m \times n} \quad (19)$$

$$U_{ij} = \begin{cases} V_{ij} & V_{ij} \geq TS \\ 0 & Others \end{cases} \quad (20)$$

جدول شماره ۸، زیرماتریس ارتباط کامل از آستانه حذف شده است را نشان می دهد. براساس جدول شماره ۸، روابط علی-معلولی بین عناصر ترسیم می شود. مقدار آستانه (TS) در این تحقیق برابر ۰,۰۶۲۰ است.

جدول ۸: ماتریس کامل قطعی با حذف مقادیر آستانه

معیار ۲۸	معیار ۲۷	معیار ۲۶	...	معیار ۳	معیار ۲	معیار ۱	
0	0.156	0.158	...	0.156	0	0	معیار ۱
0	0	0.157	...	0	0	0	معیار ۲
0	0.156	0.153	...	0	0	0.153	معیار ۳
...	...	...	...	...	...	...	...
0	0	0.152	...	0.154	0	0.152	معیار ۲۶
0	0	0	...	0	0	0	معیار ۲۷
0.152	0.154	0.169	...	0.153	0.152	0.163	معیار ۲۸

جدول ۹: ماتریس کامل قطعی با حذف مقادیر آستانه

D-R	D+R	D	R	
0.109	8.536	4.322	4.213	معیار ۱) مراکز توزیع
0.051	8.123	4.087	4.036	معیار ۲) کاهش عملیات تحویل/توزیع
-0.019	8.493	4.237	4.256	معیار ۳) طراحی مسیرهای تحویل/جمع-آوری انبارهای منفرد
-0.107	8.333	4.113	4.22	معیار ۴) تحویل همزمان
-0.223	8.223	4	4.223	معیار ۵) وابستگی به زمان سفر
-0.042	8.391	4.174	4.217	معیار ۶) تراکم ترافیک در ساعات اوج مصرف

هر عامل نشانگر میزان تاثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل‌های سیستم است. در این تحقیق مراکز توزیع معیار ۱ از بیشترین تاثیرگذاری برخوردار است.

- میزان تاثیرپذیری متغیرها: جمع عناصر ستون (R) برای هر عامل نشانگر میزان تاثیرپذیری آن عامل از سایر عامل‌های سیستم است. در این تحقیق معیار ۱۹، انحراف فرایند کامیون، از بیشترین تاثیر پذیری برخوردار است.

- بردار افقی (D + R) میزان تاثیر و تاثیر عامل موردنظر در سیستم را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، هرچه مقدار D + R عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد. در این تحقیق معیار ۱۶، کاهش هزینه‌های موجودی، از بیشترین تاثیرگذاری برخوردار است.

- بردار عمودی (D - R) قدرت تاثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. به طور کلی اگر D - R مثبت باشد، متغیر یک متغیر علی محسوب می‌شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود. در این تحقیق معیار ۱، مراکز توزیع، دارای بیشترین تاثیر است.

$$D = \sum_{j=1}^n T_{ij} \quad (21)$$

$$R = \sum_{i=1}^n \tilde{T}_{ij} \quad (22)$$

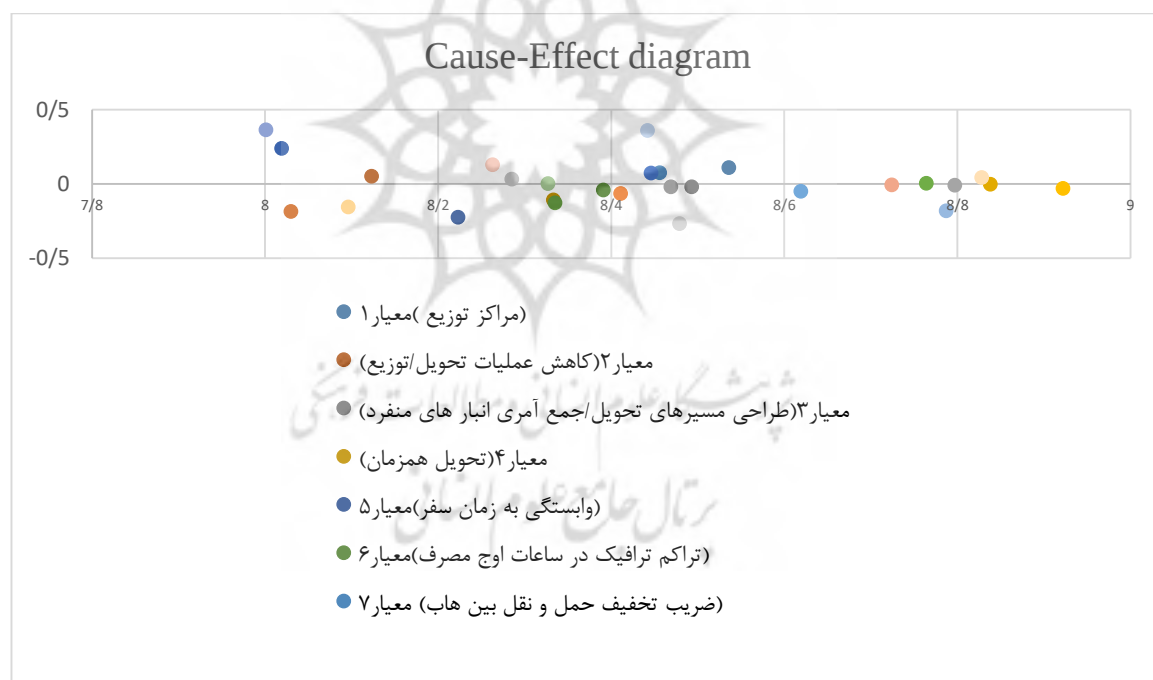
سپس با توجه به D و R، مقادیر D+R و D-R را بدست می‌آوریم که به ترتیب نشان‌دهنده میزان تعامل و قدرت تاثیرگذاری عوامل هستند. خروجی نهایی در جدول شماره ۹ آمده است.

شکل شماره ۱۳ نیز الگوی روابط معنی‌دار را نشان می‌دهد. این الگو در قالب یک نمودار هست که در آن محور طولی مقادیر D + R و محور عرضی براساس D - R است. موقعیت و روابط هر عامل با نقطه‌ای به مختصات (D + R, D - R) در دستگاه معین می‌شود.

گام ۷: تفسیر نتایج

با توجه به نمودار و جدول شماره ۹، هر عامل از چهار جنبه بررسی می‌شود:

- میزان تاثیرگذاری متغیرها: جمع عناصر هر سطر (D) برای



شکل ۱۳: الگوی روابط

کامیون، معیار ۱۸ زمان ماندگاری محصول، معیار ۲۰ تعداد لمس پالت، معیار ۱۳ کوتاه شدن چرخه حمل و نقل، هشت معیار اولی هستند که بیشترین تعامل را با دیگر عوامل مورد مطالعه دارند.

بردار عمودی (D-R)، قدرت تاثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. به طور کلی اگر D-R مثبت باشد، متغیر یک متغیر علت محسوب می‌شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود. بر

بردار افقی (D+R)، میزان تاثیر و تاثیر عامل موردنظر در سیستم است. به عبارت دیگر، هرچه مقدار D+R عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد. براین اساس، به ترتیب معیار ۱۶ یعنی کاهش هزینه‌های موجودی، معیار ۱۰ تعداد درب‌های خروجی، معیار ۲۸ هزینه زودکرد و دیرکرد، معیار ۱۵ ظرفیت ذخیره موقت، معیار ۱۹ انحراف فرایند

امکان تقسیم چندبخشی در تقاضا (SDVRP) ایجاد کند؛ تقسیم چندبخشی در تقاضا انجام پذیرد؛ مسئله مسیریابی وسایل نقلیه با امکان تقسیم تقاضا، توسعه‌ای از مسئله مسیریابی وسیله نقلیه را بوجود می‌آورد و امکان سرویس‌دهی به مشتریان با بیشتر از یک وسیله نقلیه میسر می‌کند و شرکت آرتا پروفیل اردبیل باید در پروسه کار خود قرار دهد. انجام تجزیه و تحلیل داده‌ها با روش Fuzzy DEMATEL با استفاده از نرم‌افزار سافت گستر انجام گرفت و نتایج زیر حاصل شد: در این تحقیق معیار ۱۶ کاهش هزینه‌های موجودی از بیشترین تاثیرگذاری برخوردار است. با توجه به نتایج بدست آمده، بدیهی است که شرکت آرتا پروفیل اردبیل باید نسبت به معیار ۱۶ یعنی کاهش هزینه موجودی، حساسیت بیشتری داشته باشد. زیرا هزینه‌های موجودی به‌عنوان یکی از هزینه‌های متغیر تولید به حساب می‌آید که با افزایش تولید، افزایش و با کاهش آن کاهش می‌یابد. همچنین انحراف فرایند کامیون در بارانداز عبوری موجب می‌شود که باراندازهای عبوری با مشکل بسیاری روبرو شوند.

به‌منظور بهبود روند تحقیقات آتی و کمک به محققین بعدی پیشنهادهای زیر مطرح می‌گردد: استفاده مکان‌یابی بارانداز عبوری با استفاده از توابع چندمعیاره و چندهدفه نیز پیشنهاد می‌گردد؛ سایر معیارهای مکان‌یابی بارانداز عبوری نیز می‌تواند مدنظر قرار گیرد؛ همچنین استفاده از روش‌های فرا ابتکاری در شرکت‌های مشابه می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد.

این اساس به ترتیب معیار ۲۳ مراکز توزیع، معیار ۲۵ بهترین زمان‌بندی مسیریابی وسایل نقلیه، معیار ۱۱ مقدار جریان حمل و نقل بین گره، معیار ۲۶ تحویل و تخصیص در درب بارانداز، معیار ۱ مکان‌یابی و مسیریابی مراکز توزیع، معیار ۷ ضریب تخفیف حمل و نقل بین هاب‌ها، معیار ۱۷ کل زمان بارگیری و تخلیه، معیار ۲ کاهش عملیات تحویل و توزیع، معیار ۲۸ هزینه زودکرد و دیرکرد، معیار ۲۱ فاصله زمان‌بندی محصول، معیار ۱۸ زمان ماندگاری محصول و معیار ۲۴ یعنی یافتن بهترین مکان، عامل‌ها هستند و مابقی معیارها، معیارهای وابسته را تشکیل می‌دهند. همچنین قابل توجه است که اکثریت معیارهای عامل از گروه عواملی هستند که تعامل کمتری نیز با سایر معیارها دارند.

۵- نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصله و روش ANP، مسئله مسیریابی وسیله نقلیه با مقدار ۰,۳۴ نسبت به بقیه معیارها بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است و نشان دهنده این است که این معیار برای شرکت آرتا پروفیل اردبیل از اهمیت بالایی نسبت به سایر معیارها دارد. همچنین ابعاد اندازه‌گیری عملکرد، مسیر یابی مکان، مکان‌یابی بارانداز عبوری و مکان‌یابی هاب به ترتیب با داشتن مقادیر ۰,۲۴، ۰,۲۳، ۰,۰۹۷ و ۰,۰۸۴ به ترتیب در رده‌های بعدی قرار گرفته‌اند. با توجه به نتایج بدست آمده، برای شرکت آرتا پروفیل اردبیل ضروری است که برای مسئله مسیریابی وسیله نقلیه تمهیداتی از قبیل: مسئله مسیریابی با

فهرست منابع

- قربانی، سهیلا، افشارنجفی، بهروز. (۱۴۰۰). ارائه مدل و حل مسئله مکان‌یابی انبارهای متقاطع و زمان‌بندی وسایل نقلیه در زنجیره تأمین چندمحصولی با امکان برداشت و تحویل گسسته. چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۱(۲)، ۴۱-۶۶.
Doi: 10.52547/jimp.11.2.41
- غفاری توران، حسین و بدلی، حبیب. (۱۳۹۶). عملیات بارانداز عبوری پژوهش‌های کنونی در مقایسه با تجربیات صنعتی، مجله مدیریت زنجیره تأمین دانشگاه امام حسین (ع)، ۱۹(۵۷)، ۹۳-۱۲۱.
- قیاسی، حمیدرضا، موسوی، سید میثم، عظیمی، فرزاد. (۱۴۰۰). زمان بندی کامیون‌ها در یک انبار متقاطع با در نظر گرفتن لجستیک معکوس و مرتب سازی محموله‌ها در محیط خاکستری، چهارمین کنفرانس بین المللی محاسبات نرم.
<https://civilica.com/doc/1418574>
- رضائی، سعید، خیر خواه، امیر سامان. (۱۳۹۴): "به کارگیری عملیات بارانداز عبوری در طراحی شبکه‌های لجستیک: دسته بندی و مرور ادبیات"، مجله مدیریت زنجیره تأمین، ۱۷ (۴۹)، ۱۸-۱۳۵.
- عمادآبادی، علی‌اصغر، تیموری، ابراهیم، پیشوایی، میرسامان. (۱۳۹۸). طراحی شبکه زنجیره تأمین چنددوره‌ای و چندمحصولی با در نظر گرفتن اختلال در تسهیلات و مسیرهای ارتباطی (مورد مطالعه: طرح اشتراک نشریات)، چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۳۵-۱۶۳، (۳)۹.

doi: 10.52547/jimp.9.3.135

Babazadeh, R., Jolai, F., Razmi, J., & Pishvae, M. S. (2014). Developing a robust programming approach for the

- responsive logistics network design under uncertainty. *International Journal of Industrial Engineering*, 21(1).
- Buakum, D., & Wisittipanich, W. (2019, March). A literature review and further research direction in cross-docking. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 471-481).
- Darvishi, F., Yaghin, R. G., & Sadeghi, A. (2020). Integrated fabric procurement and multi-site apparel production planning with cross-docking: A hybrid fuzzy-robust stochastic programming approach. *Applied Soft Computing*, 92, 106267.
- Dondo, R., & Cerdá, J. (2014). A monolithic approach to vehicle routing and operations scheduling of a cross-dock system with multiple dock doors. *Computers & Chemical Engineering*, 63, 184-205.
- Hasani Goodarzi, A., Zegordi, S. H., Alpan, G., Nakhai Kamalabadi, I., & Husseinzadeh Kashan, A. (2021). Reliable cross-docking location problem under the risk of disruptions. *Operational Research*, 21(3), 1569-1612.
- üü müs, M., & Bookbinder, J. .. (2004). Cross-docking and its implications in location-distribution systems. *Journal of Business logistics*, 25(2), 199-228.
- Hasani Goodarzi, A., Zegordi, S. H., Alpan, G., Nakhai Kamalabadi, I., & Husseinzadeh Kashan, A. (2021). Reliable cross-docking location problem under the risk of disruptions. *Operational Research*, 21(3), 1569-1612.
- Ladier, A. L., & Alpan, G. (2016). Cross-docking operations: Current research versus industry practice. *Omega*, 62, 145-162.
- Javanmard, S., Vahdani, B., & Tavakkoli-Moghaddam, R. (2014). Solving a multi-product distribution planning problem in cross docking networks: An imperialist competitive algorithm. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 70(9), 1709-1720.
- Moghadam, S. S., Ghomi, S. F., & Karimi, B. (2014). Vehicle routing scheduling problem with cross docking and split deliveries. *Computers & chemical engineering*, 69, 98-107.
- Mousavi, S. M., & Tavakkoli-Moghaddam, R. (2013). A hybrid simulated annealing algorithm for location and routing scheduling problems with cross-docking in the supply chain. *Journal of manufacturing systems*, 32(2), 335-347.
- Mousavi, .. M., Antuchevičienė, J., Zavadskas, E. .. , Vahdani, B., & Hashemi, .. (2019). A new decision model for cross-docking center location in logistics networks under interval-valued intuitionistic fuzzy uncertainty. *Transport*, 34(1), 30-40.
- Musa, R., Arnaout, J. P., & Jung, H. (2010). Ant colony optimization algorithm to solve for the transportation problem of cross-docking network. *Computers & Industrial Engineering*, 59(1), 85-92.
- Rahbari, A., Nasiri, M. M., Werner, F., Musavi, M., & Jolai, F. (2019). The vehicle routing and scheduling problem with cross-docking for perishable products under uncertainty: Two robust bi-objective models. *Applied Mathematical Modelling*, 70, 605-625.
- Shahabi-Shahmiri, R., Asian, S., Tavakkoli-Moghaddam, R., Mousavi, S. M., & Rajabzadeh, M. (2021). A routing and scheduling problem for cross-docking networks with perishable products, heterogeneous vehicles and split delivery. *Computers & industrial engineering*, 157, 107299.
- Sung, C. S., & Song, S. H. (2003). Integrated service network design for a cross-docking supply chain network. *Journal of the Operational Research Society*, 54(12), 1283-1295.
- Sung, C. S., & Yang, W. (2008). An exact algorithm for a cross-docking supply chain network design problem. *Journal of the Operational Research Society*, 59(1), 119-136.
- Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long range planning*, 43(2-3), 172-194.
- Van Belle, J., Valckenaers, P., & Cattrysse, D. (2012). Cross-docking: State of the art. *Omega*, 40(6), 827-846.

Reference (In Persian)

- Emadabadi, A.A., Teimoury, E., Pishvae, M.S. (2019). Design of Multi-Periodical and Multi-Product Supply Chain Network with Regard to Disruption of Facilities and Communication Paths (Case Study: Subscription Plan for Publications), , *Industrial Management Perspective*, 9(3), 135-163.
- Ghaffari Touran, H., Badali, H. (2017). Cross-Docking Operations: Current Research versus Industry Practice, *Supply Chain Management*, 19(57), 93-121.
- Ghiasi, H.R., Musavi, S.M., Azimi, F. (2021). Truck scheduling in a cross-dock warehouse considering reverse logistics and cargo sorting in a gray environment, *Fourth International Conference on Soft Computing*.
- Ghorbani, S., Afshar-Nadjafi, B. (2021). Modeling and Solving the Cross-Docking Centers Location and Vehicle Scheduling Problem in a Multi-Product Supply Chain with Discrete Pick-up and Delivery, *Industrial Management Perspective*, 11(2), 41-66.
- Rezaei, S., Kheirkhah, A.S. (2015). Applying Cross-Docking Operations in Logistics Network Design: Analysis and Literature Review, *Supply Chain Management*, 17(49), 118-135.

