Scientific Journal of Supply Chain Management
Vol. 26, No. 1, Spring 2024, Serial No. 82
ISSN: 2008-9198 , E-ISSN: 2717-1647

The Development of the Order Allocation Model based on the Reliability of Retailers

Azam modares , Nasser Motahari Farimani *, Vahideh Bafandegan Emroozi

* Associate Professor, Department of Management, Faculty of Administrative Sciences and Economics, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(Received: 05/07/2023, Revised: 21/12/2023, Accepted: 06/02/2024, Published: 20/05/2024)
DOR: 20.1001.1.20089198.1403.26.82.1.8

ABSTRACT

One of the novel approaches in supply chain management is Vendor-managed inventory (VMI). The aim of this policy is to establish a long-term relationship between retailers and vendors. The prerequisite for the long-term relationship of vendors with retailers is to select retailers who can meet the most criteria from the vendors' perspective and have a considerable level of reliability. In this paper, a two-tier supply chain with multiple retailers and multiple vendors has been developed using a combination of multi-criteria decision-making methods and multi-objective programming under the VMI policy. The developed model is such that, in order to establish long-term relationships and reduce supply chain costs, each retailer can only participate with one vendor. In general, the aim of the present study is to minimize costs, increase the reliability of retailers, and select retailers who have relative prominence compared to other retailers. To this end, a hierarchical analysis process (AHP) has been performed for each vendor, and the weights of retailers relative to the suppliers have been calculated. Then, the obtained weights were input into the three-objective model designed. The proposed model, considering a combination of qualitative and quantitative criteria in selecting retailers under VMI, can find a combination of the best retailers by balancing between the criteria. In order to maintain the long-term relationship of the vendor with the retailers, it is better for the vendor to consider important criteria that are necessary in selecting retailers.

Keywords: Vendor-Managed Inventory (VMI), Analysis Hierarchical Process (AHP), Retailer Selection, Reliability

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

Publisher: Imam Hussein University © Authors

* Corresponding Author Email: n.motahari@um.ac.ir

نشریه علمی «مدیریت زنجیره تامین»
سال بیست و ششم، شماره ۸۲، بهار ۱۴۰۳؛ ص ۱۶-۱
شاپای چاپی: ۲۰۰۸-۹۱۹۸| شاپای الکترونیکی: ۲۷۱۷-۱۶۴۷

علمی – پژوهشی

توسعه مدل تخصیص سفارش با توجه به قابلیت اطمینان خرده‌فروشان

اعظم مدرس[۱]، ناصر مطهری فریمانی[۲*]، وحیده بافندگان امروزی[۳]

۱- دانشجوی دکتری، مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران ۲ - دانشیار گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران۳ - دانشجوی دکتری، مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

DOR: 20.1001.1.20089198.1403.26.82.1.8

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۹/۳۰ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۲/۳۱

چکیده

یکی از رویکردهای نوین در زمینه زنجیره‌تأمین، سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده است. هدف در این سیاست ارتباط درازمدت خرده‌فروش و فروشنده است. لازمه رابطه درازمدت فروشندگان با خرده‌فروشان، انتخاب خرده‌فروشانی است که بتوانند بیشترین معیارها را از نظر فروشندگان برآورده سازند و از قابلیت اطمینان قابل توجهی برخوردار باشند. در این مقاله یک زنجیره‌تأمین دو سطحی با چند خرده‌فروش و چندفروشنده با ترکیبی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و برنامه‌ریزی چندهدفه تحت سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده توسعه داده شده است. مدل توسعه داده شده به گونه‌ای است که به منظور برقراری رابطه درازمدت و کاهش هزینه‌های زنجیره‌تأمین، هر خرده‌فروش فقط با یک فروشنده می‌تواند مشارکت داشته باشد. به‌طور کلی هدف از پژوهش حاضر کمینه‌کردن هزینه‌ها، افزایش قابلیت‌اطمینان خرده‌فروشان و انتخاب خرده‌فروشانی که برجستگی نسبی نسبت به دیگر خرده‌فروشان دارند، است. بدین منظور به ازای هر فروشنده یک فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی انجام شده است و وزن خرده‌فروشان نسبت به فروشندگان محاسبه شد. پس از آن وزن‌های به دست آمده تحت ورودی‌های مدل سه‌هدفه طراحی شده به مدل وارد شد. مدل پیشنهادی با در نظر گرفتن ترکیبی از معیارهای کیفی و کمی در برگزیدن خرده‌فروشان در سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده، می‌تواند با توازن برقرار کردن بین معیارها ترکیبی از بهترین خرده فروشان را پیدا کند. به‌منظور تداوم رابطه درازمدت فروشنده با خرده‌فروشان، بهتر است فروشنده، معیارهای مهمی که در انتخاب خرده‌فروشان ضروری است را در نظر بگیرد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت موجودی توسط فروشنده، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، انتخاب خرده فروش، قابلیت اطمینان

۱- مقدمه

تغییرات سریع دنیای امروز به‌دلیل پدیده جهانی‌شدن سبب شده است شرکت‌ها در تعامل هر چه بیشتر با یکدیگر قرار گیرند [۱،۲و۳]. در دنیای رقابتی امروز مدیریت زنجیره‌تأمین نقش مهمی در مدیریت هزینه‌ها و یکپارچگی بخش‌های مختلف سازمان ایفا می‌کند [۳و۴]. یکی از فاکتورهای کلیدی در مدیریت زنجیره‌تأمین، مدیریت موجودی است [۳و۵]. مدیریت موجودی توسط فروشنده یکی از مهم‌ترین راهبرد در مدیریت موجودی است که بر اساس مشارکت دو جانبه خرده‌فروش و فروشنده است [۶،۷و۸].

در مدیریت موجودی توسط فروشنده، خرده‌فروش اطلاعات در زمینه میزان فروش و سطح موجودی خود را به فروشنده ارائه می‌دهد. بنابراین فروشنده می‌تواند بر اساس این اطلاعات، زمان و میزان تجدید موجودی خود و پایین‌دستی‌ها را تعیین کند [۹،۱۰و۱۱]. بیشتر مطالعات انجام شده در زمینه مدیریت موجودی توسط فروشنده با یک فروشنده و چند خرده‌فروش انجام شده است. در حالی که در دنیای واقعی رقابت بین فروشندگان وجود دارد و بیشتر از یک فروشنده وجود دارد. بنابراین این پژوهش چند فروشنده با چند خرده‌فروش را مورد بررسی قرار می‌دهد. در تمامی تحقیقات قبلی انجام شده با چند فروشنده و چند خرده‌فروش فرض بر این است که هر خرده‌فروش از چندین فروشنده می‌تواند سفارش دریافت

*رایانامه نویسنده مسئول: n.motahari@um.ac.ir

* این مقاله یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز Creative Commons Attribution (CC BY) توزیع شده است.
ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع) © نویسندگان

کنند. در صورتی که در سیاست موجودی توسط فروشنده برای تداوم رابطه درازمدت بین خرده‌فروش و فروشنده بهتر است هر خرده‌فروش از یک فروشنده سفارشات خود را دریافت کند. با توجه به اینکه در سیاست ذکر شده، هر فروشنده ارتباط درازمدت با خرده‌فروش برقرار می‌کند باید بتواند از بین تعداد زیادی از خرده‌فروشان که به آن‌ها سفارش می‌دهند، مناسب‌ترین خرده‌فروشان را متناسب با معیارهای خود برای تداوم رابطه با آن‌ها انتخاب کند.

با توجه به اینکه در این سیاست، فروشنده تصمیم‌گیرنده اصلی در مورد کنترل موجودی و مدیریت هزینه‌ها است، بهتر است هر خرده‌فروش تنها با یک فروشنده مشارکت داشته باشد تا تداخل در تصمیمات فروشندگان مختلف به وجود نیاید. در این صورت فروشنده مسئولیت بیشتری برای فراهم بودن کالای موردنیاز دارد و در نتیجه هزینه‌های هر دوطرف کاهش می‌یابد. لازم به ذکر است که با توجه به اینکه تصمیم‌گیری های مربوط به سفارش، میزان موجودی و... توسط فروشنده صورت می‌گیرد، به منظور سودآوری هر دو عضو یعنی فروشنده و خریدار در درازمدت و اجرای مناسب سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده، بهتر است که هر خرده‌فروش با یک فروشنده مشارکت داشته باشد. در صورتی که هر فروشنده می‌تواند با خرده‌فروشان متعددی ارتباط برقرار کند. بنابراین در سیاست موجودی توسط فروشنده، برای یک فروشنده بسیار ضروری است که در انتخاب خرده‌فروشان توجه کافی مبذول دارد. به دلیل محدودیت‌هایی همچون ظرفیت تولید و ظرفیت انبار فروشنده فقط می‌تواند به تعداد محدودی از خرده‌فروشان خدمات ارائه دهد. از آنجا که در سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده، هدف رابطه درازمدت فروشندگان با خرده‌فروشان است و به شدت هزینه زنجیره‌تأمین را تحت تاثیر قرار می‌دهد، فروشندگان باید در انتخاب خرده‌فروشان دقت بیشتری به عمل آورند. بنابراین هدف این پژوهش آن است که ابتدا اهمیت هر خرده‌فروش از نظر هر فروشنده محاسبه شود و سپس بر اساس آن سفارشات به خرده‌فروشانی تخصیص یابد که برجستگی نسبی بیشتری نسبت به دیگر خرده‌فروشان دارند. به دلیل ارتباط تنگاتنگ انتخاب خرده‌فروشان با معیارهایی از قبیل خدمات پس از فروش، فاصله، سابقه همکاری و... برای هر فروشنده بررسی و پیاده‌سازی تکنیک‌هایی که بتواند همه این معیارها را با توجه به هر فروشنده در نظر بگیرد ضروری به نظر می‌رسد. تکنیک‌های موجود در تصمیم‌گیری چند معیاره به تصمیم‌گیرنده کمک می‌کنند تا بتواند یک ارزیابی بین تمام این معیارها نسبت به هر فروشنده انجام دهد [۱۲و۱۳].

بنابراین در این پژوهش از روش فرایند تحلیلی سلسله مراتبی که یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است برای به دست آوردن وزن خرده‌فروشان نسبت به فروشندگان (برجستگی نسبی) استفاده می‌شود. هدف حداکثر کردن سفارشات فروشندگان به خرده‌فروشانی است که بیشترین معیارها را برآورده سازند. همچنین برای تداوم ارتباط درازمدت خرده‌فروش و فروشنده قابلیت اطمینان بالای خرده‌فروش و همچنین قابلیت اطمینان تداوم رابطه آن‌ها بسیار مهم و ضروری به نظر می رسد. قابلیت اطمینان خرده‌فروش احتمال کارکرد سالم فعالیت‌های خرده‌فروش تا مدت زمان معینی می‌باشد. همچنین قابلیت اطمینان رابطه بین خرده‌فروش و فروشنده احتمال تداوم رابطه بین آنها تا مدت زمان مشخصی است. بنابراین در این پژوهش سعی بر آن است علاوه بر انتخاب خرده‌فروشان مناسب‌تر از نظر فروشندگان، به قابلیت اطمینان آن‌ها و قابلیت اطمینان ارتباط بین آنها توجه شود تا بتوان با خرده‌فروشان بهتر و قابل اعتمادتر ارتباط برقرار کرد. با توجه به اینکه مدل مربوط به این پژوهش چند هدفه است از روش ال-پی‌متریک که یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندهدفه است استفاده شد و به یک مدل تک هدفه تبدیل شد.

بیشتر تحقیقات قبلی در زمینه سیاست موجودی توسط فروشنده با چند خرده‌فروش و چند فروشنده تنها هزینه را در تعیین میزان سفارش مورد بررسی قرار داده‌اند [۳،۱۴و۱۵]. در حالی که این پژوهش معیارهای مهم و و قابل توجه خرده‌فروشان و فروشندگان را مورد توجه قرار داده است. شکاف‌های اصلی که در این پژوهش وجود دارد بدین ترتیب است: در مدل پیشنهادی هر خرده‌فروش تنها با یک فروشنده می‌تواند مشارکت و رابطه دراز مدت داشته باشد. برای اولین بار در این تحقیق انتخاب خرده‌فروشان با توجه به میزانی که معیارهای قابل توجه را برای هر فروشنده بتوانند برآورده سازند، مورد بررسی قرار گرفته است. قابلیت اطمینان خرده‌فروشان تاکنون در سیاست موجودی توسط فروشنده مورد مطالعه قرار نگرفته است. همچنین تمامی مدل‌های موردبررسی سیاست موجودی توسط فروشنده با چندین خرده‌فروش و چندین فروشنده تک هدفه هستند و فقط هزینه را در نظرگرفته‌اند. تاکنون مدلی که همزمان هزینه، انتخاب خرده‌فروش و قابلیت اطمینان خرده‌فروشان را در نظر بگیرد در مدیریت موجودی توسط چند فروشنده، چند خرده‌فروش مورد بررسی قرار نگرفته است.

۲- پیشینه تحقیق

مشارکت خرده‌فروش- فروشنده در سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده در تحقیقات موجود تاکنون از سه جنبه مورد بررسی واقع شده است: یک فروشنده، یک خرده‌فروش؛ یک فروشنده، چند خرده فروش؛ چند فروشنده، چند خرده‌فروش. بیشتر تحقیقاتی که انجام شده است در دو مورد اول است و چند فروشنده، چند خرده‌فروش به صورت بسیار محدود انجام شده است. صادقی و همکاران [۳] سیستم مدیریت موجودی توسط فروشنده شامل چند فروشنده، چند خریدار و یک انبار مرکزی تحت سیاست مدیریت موجودی توسط

فروشنده را برای اولین بار بررسی کردند. صادقی و همکاران [۱۶] یک مدل دو هدفه مدیریت موجودی فروشنده برای زنجیره‌تأمین چند سطحی شامل یک تولیدکننده، یک فروشنده و چند خرده‌فروش ارائه کردند. یکی از توابع هدف مورد بررسی افزایش قابلیت اطمینان کل برای کالاهای تولیدی است. صادقیان و همکاران [۱۷] یک مدل موجودی برای یک زنجیره‌تأمین سه سطحی شامل چندین خرده‌فروش و چندین فروشنده را با در نظر گرفتن تقاضای احتمالی ارائه کردند.

هنگ و چنیان [۱۴] یک مدل موجودی توسط فروشنده با چندین فروشنده و چندین خرده‌فروش با کاهش هزینه‌های زنجیره‌تأمین مورد بررسی قرار دادند. کرباسی بناب و همکاران [۹] یک مدل دو هدفه مدیریت موجودی فروشنده با تقاضای فازی را برای یک زنجیره تأمین با چندین فروشنده و چندین خرده‌فروش مورد بررسی قرار دادند. اشرف و همکاران [۱۸] به بررسی سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده سه سطحی با یک خریدار، انبار مرکزی و چندین خرده‌فروش پرداخته‌اند. در این مدل برای بیان عدم قطعیت متغیرهای تقاضا و میزان سفارش، اعداد فازی نوع دوم استفاده شدند. هدف مدل پیشنهادی کاهش هزینه‌های کل زنجیره‌تأمین است. به‌منظور حل مدل با توجه به ان-پی سخت[1] بودن آن، روش بهینه‌سازی اجتماع پرندگان توسعه داده شده است. مدل هم با استفاده از متغیرهای قطعی و هم فازی حل و مورد مقایسه قرار گرفته است. استانتی و همکاران [۱۹] سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده را با یک فروشنده و یک خرده‌فروش مورد مطالعه قرار داده‌اند. در این مطالعه اثر خرابی محصولات مورد بررسی قرار گرفته است و محصولات مورد بازرسی صددرصد برای بررسی کیفیت قرار گرفته‌اند. هدف این پژوهش کاهش هزینه خرابی محصولات، سفارش، نگهداری، حمل‌ونقل محصولات و همچنین انتشارات زیست‌محیطی است. لطفی و دیگران [۲۰] سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده را با یک فروشنده و چند خرده‌فروش بررسی کرده‌اند. در این مطالعه برای بهبود تاب‌آوری و پایداری زنجیره‌تأمین ترکیبی از رویکردهای فازی و استوار مبتنی بر داده استفاده شده است. بدین منظور سه مدل با رویکرد برنامه‌ریزی تصادفی طراحی شده است. مدل‌ها با بررسی رویکردهای ارزش در معرض خطر شرطی، استوار با بدترین حالت و رویکرد بدون در نظر گرفتن همکاری بین اعضا طراحی شده‌اند. کوساما و کالیستا [۲۱] به بررسی سیاست موجودی توسط فروشنده پرداختند. مدل طراحی شده شامل سه سطح فروشنده، توزیع‌کننده و مشتریان است. در این مدل هدف مشتریان، انتخاب بهترین تأمین‌کنندگان است. همچنین توزیع کننده محصولات ارسالی را از سه طریق کنترل می‌کند: موجودی فروشنده، مشتریان و ترجیحات مشتریان. شانگ و دیگران [۲۲] برای اولین بار مدل مدیریت موجودی را با دو رویکرد مسیریابی و مکان‌یابی ترکیب کرده‌اند. در این پژوهش مکان‌یابی برای انبارها مورد بررسی قرار گرفته است. مسئله در سه سطح فروشنده، انبار و خرده‌فروش مورد بحث قرار گرفته است. در این مطالعه دو نوع تحویل مورد بررسی قرار گرفته است. تحویل به انبارها و دیگری ارسال مستقیم به مشتری‌ها. همچنین در این رویکرد برای مقابله با عدم قطعیت تقاضا از برنامه‌ریزی استوار استفاده شده است. علاوه بر این با توجه به شرایط بحران پیش‌آمده برای کووید ۱۹، رویکرد استوار جدیدی معرفی شده است. محجوب و دیگران [۲۳] به بررسی مدیریت موجودی توسط فروشنده با توجه بر مسئله مسیریابی پرداختند. نویسندگان یک زنجیره‌تأمین دوسطحی شامل یک تأمین‌کننده و چند خرده‌فروش را بررسی کرده‌اند. مدل چند محصولی و چند دوره‌ای به گونه‌ای طراحی شده است که به مسیریابی وسایل نقلیه از تأمین‌کننده به خرده‌فروشان می‌پردازد. با توجه به ماهیت پیچیده مسئله الگوریتم ژنتیک توسعه یافته طراحی شده است که از دیگر نوآوری‌های این مطالعه است. کارتیک و دیگران [۲۴] یک زنجیره‌تأمین دو کاناله با یک فروشنده و چندین خریدار را در نظر گرفته‌اند که کانال اول یک کانال آفلاین است که در آن محصولات استاندارد تولید و به خریداران ارسال می‌شود و کانال دوم یک کانال آنلاین با جریان محصولات بین فروشنده و خریدار است. کانال اول یک موجودی مدیریت شده توسط فروشنده با توافقنامه سهام محموله بین فروشنده و خریداران را دنبال می‌کند. زمان عرضه بین فروشنده و خریدار با هزینه قابل کنترل در نظر گرفته می‌شود. همچنین در مدل اول، نرخ تقاضای استاندارد و سفارشی محصول حساس به قیمت و زمان تحویل در نظر گرفته می‌شود و در مدل دوم، تقاضاها نامشخص یا مبهم هستند و به‌عنوان یک عدد فازی ذوزنقه ای شکل در نظر گرفته شده‌اند. پورسلطان و همکاران [۲۵] مدل مدیریت موجودی توسط فروشنده با یک فروشنده و چند خرده‌فروش با چندین محصول را با بررسی تصادفی بودن نرخ خرابی محصولات با توزیع مشخص مورد بررسی قرار داده‌اند. محصولات خراب شده به فروشنده برگشت داده می‌شوند. همچنین در این پژوهش از منحنی یادگیری برای فرایندهای تولید و تولید مجدد استفاده شده است. با توجه به ان-پی سخت بودن مدل در این مقاله از سه رویکرد متاهیوریستیک برای حل مدل استفاده شده است.

[1] NP- Hard

مدرس و همکاران [۲۶] سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده را با در نظر گرفتن تکنولوژی بلاک‌چین مورد بررسی قرار داده‌اند.

در این تحقیق هدف کاهش هزینه‌های موجودی، تراکنش و آلودگی‌های زیست محیطی ایجاد شده از وسایل نقلیه و تراکنش‌های انجام شده به وسیله بلاک‌چین است. کریمی و دیگران [۲۷] یک سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده در حالت زنجیره‌ی تامین تک کالایی با یک تولیدکننده و چند خرده‌فروش در شرایط رقابتی ارائه کردند. مدل زنجیره‌ی تامین غیرمتمرکز, با در نظر گرفتن کاهشی بودن تابع تقاضا و محدودیت ظرفیت تولید به‌کمک تئوری بازی استاکلبرگ مورد بررسی قرار گرفته‌است. محمدی و همکاران [۲۸] در پژوهش به ارائه مدلی ریاضی برای زنجیره تأمین هوشمند, تحت سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده با رویکرد اینترنت اشیا پرداختند. مدل ارائه شده منجر به بهبود فرآیند بهینه‌سازی و رفع چالش‌های زنجیره تأمین سنتی از قبیل عدم اطمینان، هزینه و تغییر تقاضای مشتریان شده است.

قاسمی و همکاران [۲۹] یک مدل یکپارچه مفهومی و فرآیندی برای مدیریت موجودی توسط تأمین‌کننده مبنی‌بر فناوری زنجیره بلوکی را پیشنهاد کردند، تا امکان تطبیق سفارش های تامین کننده و مشتری در حالت غیرمتمرکز فراهم شود. در نهایت مدل آنها منجر به حفظ یکپارچگی داده‌ها, بهبود دقت سفارش, افزایش سود ذینفعان, افزایش سطح اعتماد بین طرفین و تغییر ناپذیری داده ها شده است. رضانیا و موسی‌زاده [۳۰] یک مسئله طراحی شبکه تا آور زنجیره‌تأمین میگو را از طریق توسعه مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط مورد مطالعه قرار دادند. این پژوهش زنجیره‌تأمین میگو را به عنوان مجموعه‌ای از تأمین‌کننده‌ها و با عدم قطعیت مرتبط با تقاضا مورد بررسی قرار داده است. مدل ارائه شده در این تحقیق سعی در حداقل رساندن هزینه کل، بیشینه‌سازی پایداری و خاصیت ارتجاعی شبکه زنجیره‌تأمین دارد.

برتازی [۳۱] به توسعه‌ی رویکرد مدیریت موجودی توسط فروشنده با یک خرده‌فروش و یک خریدار پرداخته است به گونه ای که یک تصمیم گیرنده باید یک خط مشی حمل‌ونقل دوره‌ای پیدا کند که مجموع هزینه حمل‌ونقل و هزینه موجودی را هم برای تولید کننده و هم برای مشتری به حداقل برساند. این مسئله در سطح تاکتیکی تعریف می‌شود و سطوح موجودی اولیه در تولیدکننده و مشتری متغیرهای تصمیم هستند. سویسال و دیگران [۳۲] به یک مسئله مسیریابی مدیریت موجودی توسط فروشنده با یک خریدار و چند خرده‌فروش در زنجیره‌تأمین حلقه بسته تحت یک ناوگان ترکیبی از وسایل نقلیه الکتریکی و معمولی پرداخته‌اند. در این مقاله مدل پشتیبانی تصمیمی پیشنهاد شده است که امکان برآورد بهتر هزینه سوخت و برق و انتشار گازهای گلخانه‌ای را فراهم می‌کند.

پاکسوی، فیض‌الهی و شرفی [۳۳] یک مدل برنامه‌ریزی چند هدفه، چند سطحی، تک محصولی برای زنجیره‌تأمین حلقه بسته ارائه کردند. اهداف این تحقیق شامل کمینه کردن هزینه‌ها، حداکثرسازی سود محصولات بازیافتی و افزایش صرفه جویی هزینه های حاصل از بازیافت و اثرات زیست‌محیطی بوده است. مدرس و همکاران [۳۴] به بررسی رویکردی یکپارچه جهت برنامه‌ریزی تأمین، تولید و توزیع در زنجیره‌تأمین محصولات کشاورزی پرداختند. در این پژوهش یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح چند هدفه با هدف کمینه‌کردن هزینه‌ها، اثرات زیست‌محیطی و حداکثرکردن اهمیت تأمین‌کنندگان ارائه شده است.

خاتون و همکاران [۳۵] یک مدل یکپارچه مدیریت موجودی توسط فروشنده در زنجیره تأمین حلقه برای محصولات فاسد شدنی ارائه کردند. ترکیب این رویکردها نهایتاً بهبودهای اقتصادی و زیست محیطی را فراهم نموده است.

مدرس و همکاران سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده را را در یک زنجیره‌تأمین سه سطحی مورد بررسی قرار داده اند. هدف در این پژوهش انتخاب مناسب‌ترین تأمین‌کنندگان با در نظرگرفتن معیارهای قیمت، کیفیت، فاصله، قابلت اطمینان تحویل با استفاده از روش بهترین-بدترین بیزین است به گونه‌ای که هزینه‌های کل زنجیره‌تأمین کاهش یابد [۳۶]. مدرس و همکاران سیاست مدیریت موجودی زنجیره‌تأمین را در یک زنجیره‌تأمین چهار سطحی مورد بررسی قرار داده‌اند. سطوح مورد بررسی در این پژوهش تأمین‌کنندگان سطح ۱، تأمین‌کنندگان سطح ۲، فروشنده و خرده‌فروش است. هدف در این پژوهش انتخاب مناسب‌ترین تأمین‌کنندگان در دو سطح با در نظرگرفتن معیارهای کیفیت، فاصله و قابلیت اطمینان تحویل، به گونه‌ای است که هزینه‌های کل زنجیره‌تأمین کاهش یابد. [۳۷].

با بررسی مطالعات و تحقیقات پیشین، این نتیجه حاصل می‌شود که علیرغم پژوهش‌های بسیار در زمینه یک فروشنده چندین خرده‌فروش [۲،۶،۱۵،۲۶،۲۷،۲۸،۲۹ و ۳۷] مستندات علمی اندکی درسیستم‌های مدیریت موجودی توسط فروشنده با چندین فروشنده و چندین خرده‌فروش انجام شده است. همچنین پژوهش‌های داخلی در زمینه سیاست‌های موجودی توسط چند فروشنده عمدتاً با یک خریدار و چند فروشنده موردبررسی قرار گرفته‌اند.

۳ - مبانی نظری

۳-۱-کنترل موجودی

کنترل موجودی فرآیندی است که طی آن همواره میزان کالاها و محصولات موجود در انبار را در یک سطح بهینه و مناسب نگه می‌دارد تا از کمبود و ذخیره بیش از حد کالا و همچنین سایر مشکلات هزینه‌ساز انبار جلوگیری شود. این روش شامل برنامه‌ریزی، هماهنگی و کنترل فعالیت‌های مرتبط با گردش موجودی‌ها است. به کمک راهبردهای کنترل موجودی، تعداد کالاهایی که تقاضای کمی دارند در انبار محدود و در مقابل تعداد محصولاتی که تقاضای بیشتری دارند افزایش داده می‌شود. به این ترتیب می‌توان در وقت و هزینه صرفه‌جویی کرد، زیرا زمان و انرژی صرف سفارش مجدد، دریافت و نگهداری کالاهایی که واقعاً به آنها نیازی نیست نمی‌شود. همچنین از اختصاص فضای انبار برای نگهداری این محصولات خودداری می‌شود، که این امر به خودی خود باعث کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل و بیشتر شدن فضای ذخیره‌سازی برای محصولات با تقاضای زیاد می‌شود [۳۵ ،۳۳،۳۸،۳۹].

کنترل موجودی در عین حال که از صرف هزینه‌های زیاد برای خرید موجودی بیش از حد جلوگیری می‌کند، جلوی کمبود موجودی را نیز می‌گیرد. تقریباً هر کسب‌وکاری به نوع و مقداری از موجودی نیاز دارد که این میزان از طریق سیاست‌های کنترل موجودی به بهترین شکل مدیریت می‌شود [۳۰،۴۰،۴۱].

۳-۲- مدیریت موجودی توسط فروشنده

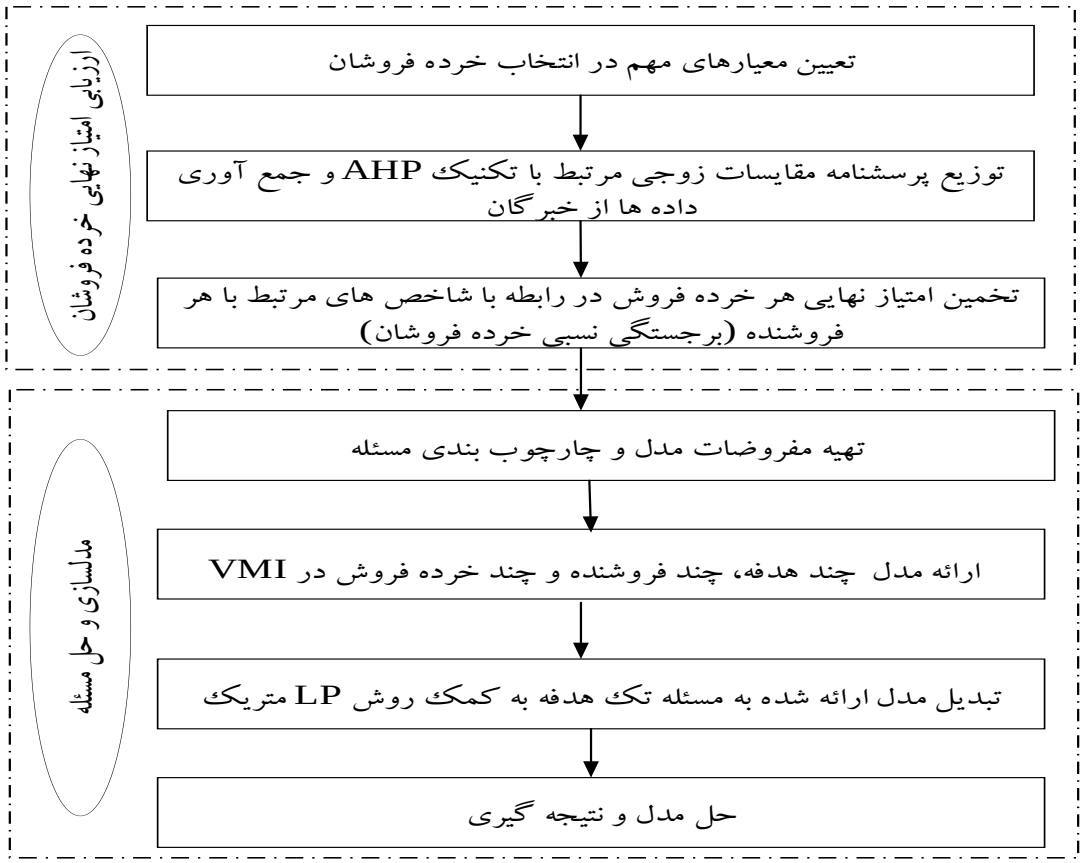
مدیریت موجودی توسط فروشنده یک برنامه مداوم جایگزینی است که با تبادل اطلاعات مابین خرده‌فروشان و فروشنده به منظور مدیریت فرایند تأمین کالا به کار می‌رود [۱۳]. در این شراکت فروشنده تصمیمات مربوط به کنترل موجودی انبار را برای خرده‌فروش اتخاذ می‌کند. به‌کارگیری مدیریت موجودی توسط فروشنده می‌تواند نقش کلیدی و مهمی را در زنجیره‌های عرضه جهت کاهش هزینه‌ها و افزایش سطح سرویس داشته باشد [۴۲].

در فرایند تکمیل سفارش‌دهی در زنجیره‌های عرضه بدون وجود سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده، میزان فروش با استفاده از داده‌های قبلی پیش‌بینی انجام می‌شود و فروشنده اطلاعی از میزان فروش و سطح موجودی کالا ندارد [۱۰]. اما در فرایند تکمیل سفارش‌دهی با وجود سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده نوعاً فعالیت‌های پیش‌بینی و صدور سفارشات خرید توسط فروشنده انجام می‌شود [۲۵]. همچنین این سیاست باعث کاهش موجودی در انبار خرده‌فروش می‌شود که این شاخص‌ترین مزیت این سیاست است. از آنجا که فروشنده عمل پیش‌بینی را انجام می‌دهد و سفارشات بر اساس اطلاعات تقاضای صادره از جانب خرده‌فروش تعیین می‌شود هزینه‌های خرده‌فروش جهت فعالیت‌های خرید و پیش‌بینی کاهش می‌یابد [۴۳].

۴- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از حیث تحقیق از نوع کاربردی، و از نظر روش از نوع مدل‌سازی و کمی است. از لحاظ روش‌شناسی و نحوه گردآوری داده‌ها تحقیق حاضر از نوع تحلیلی و از شاخه مطالعه موردی است. همچنین این پژوهش به لحاظ اجرا نیز در دسته پژوهش‌های میدانی است. در این تحقیق ابتدا یک مسئله ریاضی چند هدفه تحت سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده مدل‌سازی و به منظور تبدیل مسئله چند هدفه به تک هدفه از رویکرد ال-پی متریک استفاده شد. سپس مدل پیشنهادی با استفاده از نرم افزار گمز و حل کننده سیپلکس حل شد. سپس با استفاده از مطالعه موردی مدل اعتبارسنجی شده و نتایج مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است که داده‌های مورد نیاز مدل به روش میدانی و از طریق مصاحبه با مدیران ارشد و افراد مطلع در سازمان جمع‌آوری شده است.

این پژوهش در سه مرحله اصلی انجام شده است. در مرحله اول پس از شناسایی معیارهای تأثیرگذار در ارزیابی خرده‌فروشان نسبت به هر فروشنده (به کمک پرسشنامه لیکرت)، از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای به دست‌آوردن وزن نهایی فروشندگان (به کمک پرسشنامه فرآیند تحلیل سلسله مراتبی) و جایگذاری آن در مدل استفاده شد. بدین منظور در ابتدا برای به دست آوردن وزن خرده‌فروشان نسبت به هر فروشنده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (به کمک نرم افزار Expert Choice) استفاده شد. یعنی به ازای هر فروشنده یک فرایند تحلیل سلسله مراتبی انجام شد و وزن خرده‌فروشان به ازای هر فروشنده محاسبه شد. در مرحله دوم به مدل‌سازی برای برآورده کردن توابع هدف پرداخته شد. در نهایت هم مدل با استفاده از ال-پی متریک که یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندهدفه است، به یک تابع هدف تبدیل شد و حل شد. شکل (۱) مراحل انجام تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل (۱): مراحل انجام تحقیق

۴-۱- ارزیابی امتیاز نهایی خرده‌فروشان نسبت به فروشندگان

۴-۱-۱-تعیین معیارهای مهم برای انتخاب خرده‌فروشان

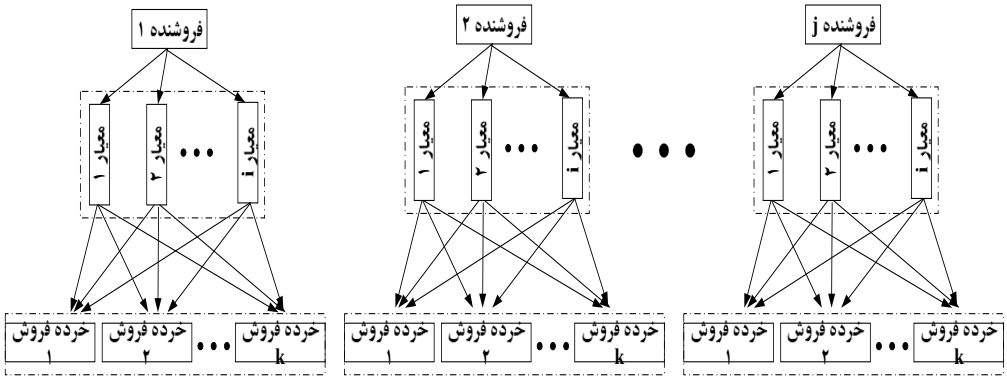
این پژوهش خرده‌فروشانی را بررسی می‌کند که فروشنده تلویزیون جی پلاس هستند. شرکت‌های خرده‌فروشی در تهران واقع هستند. خرده‌فروشان محصولات خود را از سه فروشنده خریداری و به بازار عرضه می‌کنند. خرده‌فروشان به دلیل کاهش هزینه‌های سفارش و نگهداری و اطمینان از موجودی خود تصمیم گرفتند برای ارتباط درازمدت خود فقط با یک فروشنده مشارکت داشته باشند و در راستای رسیدن به اهداف خود از سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده استفاده کنند. بنابراین در این پژوهش داده‌های موردنیاز از فروشندگان و ۱۰ خرده‌فروش معروف سطح شهر تهران جمع آوری گردید. بدین منظور ابتدا با مطالعه ادبیات موضوع و بهره‌گیری از نتایج مطالعات گذشته معیارهای انتخابی برای ارزیابی و انتخاب خرده‌فروشان انتخاب و استخراج شد. برای استخراج معیارهای مؤثر بر انتخاب فروشنده بین معیارهای مورد مطالعه، با مصاحبه و نظرسنجی با خبرگان، مدیران کنترل کیفیت، مدیران بازرگانی و تولید مهمترین معیارها بر اساس راهبرد و نیازهای فروشندگان و خرده‌فروشان تعیین گردید. تعداد کل این افراد پس از مذاکره با شرکت حدود ۱۵ نفر اعلام شده است. پس از مصاحبه و بررسی‌های لازم از بین معیارهای تعیین شده چهار معیار فاصله، میزان تسهیم اطلاعات، تکنولوژی اطلاعاتی، سابقه همکاری انتخاب شد. برای انتخاب چهار معیار، تمامی معیارهای استخراج شده از تحقیقات پیشین (حدود ۹ معیار) به کمک پرسشنامه لیکرت (گویه‌های ۵ تایی) مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این پرسشنامه بین تیم خبره (شامل ۱۵ نفر) توزیع شد و نتایج بدست آمده از این پرسشنامه در مجموع به تعیین چهار معیار اصلی منجر گردید. معیارها در صورتی انتخاب شدند که میانگین حاصل از نظرات ۱۵ خبره مقداری بیشتر از میانگین در پرسشنامه لیکرت ۵ گویه‌ای (بیشتر از ۳) داشته باشند.

۴-۱-۲-توزیع پرسشنامه مقایسات زوجی برمبنای رویکرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی

با گنجاندن معیارهای استخراج شده در پرسشنامه طراحی شده، برمبنای روش تحلیل سلسله مراتبی داده‌های موردنیاز جمع آوری گردید. پرسشنامه‌ها مربوط به مقایسات زوجی با مقیاس‌های ساعتی (۱ تا ۹) برای مقایسه شاخص‌ها دو به دو با هم بوده است.

۴-۱-۳- تخمین درجه اهمیت معیارها با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی

در این مرحله به تعداد هر فروشنده باید یک فرایند تحلیل سلسله مراتبی صورت گیرد. شکل(۲) نحوه انجام فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و به دست آوردن وزن‌های خرده‌فروشان نسبت به فروشندگان را نشان می‌دهد. ابتدا برای تمامی خرده‌فروشان نسبت به هر فروشنده، برای هر معیار، مقایسات زوجی صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه سه فروشنده در مطالعه موردی مورد بررسی وجود دارد، سه فرایند تحلیل سلسله مراتبی انجام شد. خروجی‌های این مرحله به عنوان ورودی‌های تابع هدف سوم وارد مدل می‌شوند.

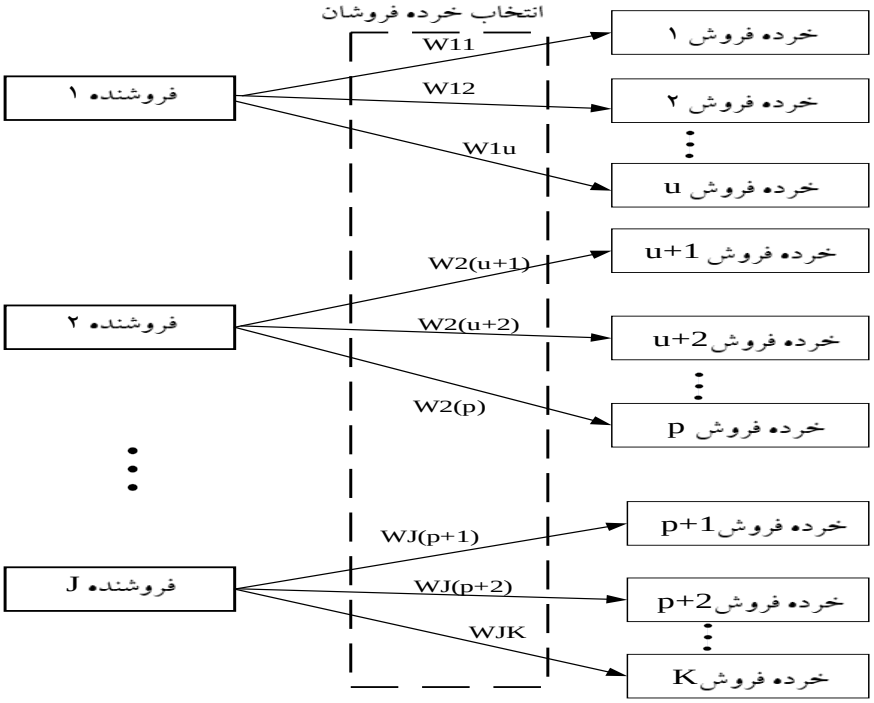


شکل (۲): چارچوب دستیابی به وزن خرده‌فروشان به کمک تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی

۴-۲- مدل‌سازی و حل مسئله

۴-۲-۱- تهیه مفروضات مدل و چارچوب‌بندی مسئله

در این پژوهش به توسعه یک مدل سه هدفه مدیریت موجودی توسط فروشنده در زنجیره‌تأمین دوسطحی پرداخته شده است. این مدل خرده‌فروشانی را بررسی می‌کند که فروشنده تلویزیون جی پلاس هستند. شرکت‌های خرده‌فروشی در پایتخت ایران واقع هستند. خرده‌فروشان محصولات خود را از سه فروشنده خریداری و به بازار عرضه می‌کنند. خرده‌فروشان به‌دلیل کاهش هزینه‌های سفارش و نگهداری و اطمینان از موجودی خود تصمیم گرفتند برای ارتباط درازمدت خود فقط با یک فروشنده مشارکت داشته باشند و در راستای رسیدن به اهداف خود از سیاست موجودی توسط فروشنده استفاده کنند. بنابراین در این پژوهش داده‌های موردنیاز از فروشندگان و ۱۰ خرده‌فروش معروف سطح شهر جمع‌آوری گردید. بنابراین مسئله حاضر شامل چندین خرده‌فروش و چندین فروشنده است. شکل (۳) ساختار مدیریت موجودی را نشان می‌دهد



شکل (۳): ساختار مدیریت موجودی

مفروضات مرتبط با مسئله به صورت زیر است:

- زنجیره‌تأمین شامل چند خریدار و چند فروشنده است.
- دوره‌های سفارش‌دهی خریدارانی که به وسیله یک فروشنده تأمین می شوند یکسان است.
- کمبود مجاز بوده و به صورت پس‌افت برای خرده‌فروشان است.
- زمان سیکل فروشندگان و خرده‌فروشان یکسان است.
- تخفیف مجاز نیست.

۴-۲-۲- ارائه مدل پیشنهادی

مدل در سه تابع هدف به ترتیب حداقل کردن هزینه، ماکزیمم کردن قابلیت اطمینان خرده‌فروشان و ماکزیمم کردن سفارشات اختصاص یافته به خرده‌فروشانی که معیارهای مهم‌تری از فروشندگان برآورده می‌سازند و محدودیت‌هایی فرموله شد. در جدول (۱) متغیرها تعریف شده‌اند.

جدول (۱): تعریف متغیرهای مسئله

مجموعه‌ها	
J	مجموعه فروشندگان
K	مجموعه خرده‌فروشان
متغیرهای تصمیم	
q_{jk}	مقدار محصول سفارش داده شده از فروشنده j ام توسط خرده‌فروش k ام.
x_{jk}	متغیر باینری، اگر خرده‌فروش k ام به فروشنده j ام سفارش محصول بدهد یک وگرنه صفر است.
q_j	مقدار محصول سفارش داده شده از فروشنده j ام.
پارامترها	
A_{jk}	هزینه سفارش هر واحد کالای خرده‌فروش k ام از فروشنده j ام.
a_j	هزینه راه‌اندازی فروشنده j ام.
H_{jk}	هزینه نگهداری هر واحد کالای خرده‌فروش k ام که توسط فروشنده j ام تأمین می‌شود.
h_j	هزینه نگهداری فروشنده j ام.
d_{jk}	تقاضای خرده‌فروش k ام که توسط فروشنده j ام تأمین می‌شود.
d_j	تقاضای فروشنده j ام.
R_k	قابلیت اطمینان خرده‌فروش k ام.
λ_k	نرخ خرابی فعالیت‌های خرده‌فروش k ام.
λ_{jk}	نرخ خرابی فعالیت‌های خرده‌فروش k ام که توسط فروشنده j ام تأمین می‌شود.
v_k	مقدار سفارش نهایی خرده‌فروش k ام.
p_j	نرخ تولید فروشنده j ام.
π_j	هزینه معوق فروشنده j ام.
$\hat{\pi}_j$	هزینه ثابت معوق فروشنده j ام.
b_j	ماکزیمم کمبود مجاز برای فروشنده j ام.
F_{jk}	هزینه انتقال محصول از فروشنده j ام به خرده‌فروش k ام
f	فضای موردنیاز برای یک واحد محصول
Cap_j	ماکزیمم فضای فروشنده j ام
Sho_j	ماکزیمم کمبود مجاز برای فروشنده j ام.
u_{jk}	ماکزیمم مقدار سفارش خرده‌فروش k ام توسط فروشنده j ام.
w_{jk}	وزن نسبی خرده‌فروش k ام به فروشنده j ام.

تابع هدف اول: حداقل کردن هزینه‌ها

$$\min TC=\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}\frac{d_{jk}}{q_{jk}}(A_{jk}+F_{jk})+\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}H_{jk}(\frac{q_{jk}}{2})+\sum_{j=1}^{J}a_j\frac{d_j}{q_j}+\sum_{j=1}^{J}h_j\frac{\left[q_j(1-\frac{d_j}{p_j})-b_j\right]^2}{q_j(1-\frac{d_j}{p_j})}+\sum_{j=1}^{J}\frac{\pi_j b_j^2}{2q_j(1-\frac{d_j}{p_j})}+\sum_{j=1}^{J}\frac{\hat{\pi}_j b_j d_j}{q_j}$$

(رابطه ۱)

تابع هدف اول به حداقل کردن هزینه‌های زنجیره‌تأمین می‌پردازد. این تابع هدف از مجموع شش عبارت تشکیل شده است. عبارت اول در تابع هدف، مجموع هزینه‌های سفارش‌دهی و حمل‌ونقل از کل خرده‌فروشان به فروشندگان را نشان می‌دهد. عبارت دوم مجموع هزینه نگهداری و ذخیره ایمنی کل خرده‌فروشان را نشان می‌دهد. عبارت سوم هزینه راه‌اندازی کل فروشندگان را نشان می‌دهد. عبارت چهارم بیانگر مجموع هزینه نگهداری کل فروشندگان است. عبارت پنجم هزینه معوق کل فروشندگان را متناسب با زمان تعویق نشان می‌دهد و عبارت نهایی هزینه ثابت معوق فروشندگان را مستقل از زمان تعویق و تنها متأثر از تعداد دفعات کمبود بیان می‌کند.

تابع هدف دوم: ماکزیمم کردن سفارشات تخصیص یافته به خرده‌فروشان با برجستگی نسبی بیشتر

$$\text{Max } W=\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}w_{jk}q_{jk}$$

(رابطه ۲)

تابع هدف دوم حداکثر کردن تخصیص سفارشات فروشندگان به خرده‌فروشانی است که بیشترین معیارها را نسبت به آن‌ها برآورده می‌سازند. اهمیت هر خرده‌فروش از نظر هر فروشنده که از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی محاسبه می‌گردد و سفارشات به خرده‌فروشانی تخصیص یابد که معیارهای بیشتری را از نظر فروشندگان برآورده می سازند و برجستگی نسبی بیشتری دارند.

تابع هدف سوم: افزایش قابلیت اطمینان خرده‌فروشان

$$\max R_r=\sum_{k=1}^{K}\sum_{j=1}^{J}x_{jk}(R_k+R_{jk})$$

(رابطه ۳)

تابع هدف سوم حداکثر کردن قابلیت اطمینان خرده‌فروشان است. این تابع هدف از دو بخش تشکیل شده است. بخش اول قابلیت اطمینان خرده‌فروشان و بخش دوم قابلیت اطمینان روابط بین خرده‌فروشان و فروشندگان است. قابلیت اطمینان خرده‌فروش احتمال اینکه فعالیت‌های خرده‌فروش تا مدت زمان مشخصی تداوم داشته باشد را نشان می‌دهد. قابلیت اطمینان تداوم روابط بین خرده‌فروش و فروشنده، احتمال اینکه روابط بین آن‌ها تا مدت زمان مشخصی تداوم داشته باشد، است. بنابراین برای اینکه قابلیت اطمینان خرده‌فروش را فرموله کنیم، فرض می‌شود زمان موردنیاز برای خرابی فعالیت‌های خرده‌فروش k ام متغیری است که از توزیع نمایی پیروی می‌کند. بنابراین قابلیت اطمینان خرده‌فروش k ام از معادله ۴ به‌دست می‌آید. در این رابطه τ حداقل زمانی است که هیچ‌گونه خرابی در فعالیت‌های خرده‌فروش اتفاق نیفتد. به عبارتی معادله ۴ احتمال اینکه خرده‌فروش تا زمان τ کار کند را نشان می‌دهد.

$$R_k=P_r(T_k>\eta)=e^{-\lambda_k(\tau)}$$

(رابطه ۴)

بنابراین برای اینکه قابلیت اطمینان روابط بین خرده‌فروش و فروشنده را فرموله کنیم، فرض می‌شود زمان موردنیاز برای خرابی روابط خرده‌فروش k ام و فروشنده j ام متغیری است که از توزیع نمایی پیروی می‌کند. بنابراین قابلیت اطمینان روابط بین خرده‌فروش k ام و فروشنده j ام از معادله ۴ به دست می‌آید. در این رابطه η حداقل زمانی است که هیچ‌گونه مشکلی در ارتباط بین خرده‌فروش k ام و فروشنده j ام رخ ندهد. به عبارتی معادله ۴ احتمال اینکه روابط خرده‌فروش k ام و فروشنده j ام تا زمان η تداوم داشته باشد، را نشان می‌دهد.

$$R_{jk}=P_r(T_{jk}>\eta)=e^{-\lambda'_{jk}(\eta)}$$

(رابطه ۵)

بنابراین معادله ۶ از جایگذاری معادلات ۵ و ۶ در معادله ۴ به دست می‌آید.

$$\max R_k=\sum_{k}^{K}x_{jk}(e^{-\lambda'_{jk}(\eta)}+e^{-\lambda_k(\tau)})$$

(رابطه۶)

محدودیت‌ها

$$\sum_{j=1}^{J}x_{jk}=1 \qquad \forall k=1,\dots,K$$

(رابطه ۷)

معادله (۷) بیانگر آن است که هر خرده‌فروش فقط به یک فروشنده اختصاص می‌یابد.

$$\sum_{k=1}^{k}x_{jk}\geq 1 \qquad \forall j=1,\dots,J$$

(رابطه ۸)

معادله (۸) نشان می‌دهد حداقل به هر فروشنده یک خرده‌فروش تخصیص می‌یابد.

$$u_{jk}x_{jk} \le q_{jk} \le Mx_{jk} \qquad \forall j=1,...,J \ , \ k=1,...,K$$

(رابطه ۹)

معادله (۹) بیانگر آن است که اگر خرده‌فروش به فروشنده‌ای اختصاص مقدار تقاضای آن از تأمین‌کننده موردنظر صفر نباید باشد.

$$\sum_{j=1}^{J} q_{jk} \le v_k \qquad \forall k=1,...,K$$

(رابطه ۱۰)

معادله (۱۰) نشان دهنده حد پایین مقدار سفارش نهایی خرده‌فروش از کلیه فروشندگان برای محصول است.

$$f\left[q_j(1-\frac{d_j}{p_j})-b_j\right] \le Cap_j \qquad \forall j=1,...,J$$

(رابطه ۱۱)

معادله (۱۱) بیانگر آن است که ظرفیت انبار از حد مجاز آن برای هر فروشنده نباید تجاوز کند.

$$\frac{b_j^2}{2q_j\left(1-\frac{d_j}{p_j}\right)} \le Sho_j \qquad \forall j=1,...,J$$

(رابطه ۱۲)

معادله (۱۲) حداکثر کمبود مجاز را نشان می‌دهد.

$$\sum_{k=1}^{k} d_{jk}x_{jk} = d_j \qquad \forall j=1,...,J$$

(رابطه ۱۳)

معادله (۱۳) بیانگر آن است که تقاضا برای هر فروشنده برابر با کل تقاضای خرده‌فروشان که از آن فروشنده سفارش دریافت می‌کنند، است.

$$\sum_{k=1}^{k} q_{jk}x_{jk} = q_j \qquad \forall j=1,...,J$$

(رابطه ۱۴)

معادله (۱۴) بیانگر آن است سفارشات به هر فروشنده برابر با کل سفارشات تخصیص یافته به آن فروشنده است.

در نهایت مدل ارائه شده به صورت زیر است:

$$\min TC = \sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}\frac{d_{jk}}{q_{jk}}(A_{jk}+F_{jk}) + \sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K}H_{jk}(\frac{q_{jk}}{2}+S_{jk}) + \sum_{j=1}^{J}a_j\frac{d_j}{q_j} + \sum_{j=1}^{J}h_j\frac{\left[q_j(1-\frac{d_j}{p_j})-b_j\right]^2}{q_j(1-\frac{d_j}{p_j})} + \sum_{j=1}^{J}\frac{\pi_j b_j^2}{2q_j(1-\frac{d_j}{p_j})} + \sum_{j=1}^{J}\frac{\hat{\pi}_j b_j d_j}{q_j}$$

(رابطه ۱۵)

$$\max W = \sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K} w_{jk}q_{jk}$$

(رابطه ۱۶)

$$\max R_r = \sum_{k=1}^{K} x_{jk}(R_k + R_{jk})$$

(رابطه ۱۷)

Subject to

$$\sum_{j=1}^{J} x_{jk} = 1 \qquad \forall k=1,...,K$$

(رابطه ۱۸)

$$\sum_{k=1}^{k} x_{jk} \ge 1 \qquad \forall j=1,...,J$$

(رابطه ۱۹)

$$u_{jk}x_{jk} \le q_{jk} \le Mx_{jk} \qquad \forall j=1,...,J \ , \ k=1,...,K$$

(رابطه ۲۰)

$$\sum_{j=1}^{J} q_{jk} \le v_k \qquad \forall k=1,...,K$$

(رابطه ۲۱)

$$f\left[q_j(1-\frac{d_j}{p_j})-b_j\right] \le Cap_j \qquad \forall j=1,...,J$$

(رابطه ۲۲)

$$\frac{b_j^2}{2q_j\left(1-\frac{d_j}{p_j}\right)} \le Sho_j \qquad \forall j=1,...,J$$

(رابطه ۲۳)

$$\sum_{s=1}^{S} c_{sj}M_{sj} \le bud_j \qquad \forall j=1,...,J$$

(رابطه ۲۴)

$$\sum_{k=1}^{k} d_{jk}x_{jk} = d_j \qquad \forall j=1,...,J$$

(رابطه ۲۵)

$$\sum_{k=1}^{k} q_{jk} x_{jk} = q_j \qquad \forall j = 1,\ldots,J$$

(رابطه۲۶)

$$x_{jk} \in \{0,1\}$$

(رابطه ۲۷)

$$q_{jk}\,,\; M_{sj} \geq 0 \quad ,\ \text{integer}$$

(رابطه ۲۸)

۵- یافته‌های پژوهش

۵-۱- تبدیل مدل ارائه شده به مسئله تک هدفه به کمک روش ال-پی‌متریک

به‌منظور حل مدل چند هدفه ارائه شده نیاز بر این است که یک روش برای حل آن معرفی شود. روش‌های زیادی برای حل مسائل چند هدفه مانند لکسیکوگراف و آرمانی معرفی شده‌اند. در روش لکسیکوگراف توابع هدف به صورت همزمان مورد بررسی قرار نمی‌گیرند. روش آرمانی نیز به شدت تحت تأثیر نظر خبرگان در رابطه با میزان انحراف از اهداف است. بنابراین برای حل مدل چند هدفه پیشنهادی از روش ال-پی‌متریک که از جمله روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است استفاده شد. هدف از این روش حداقل کردن انحراف توابع هدف موجود در این مدل نسبت به یک راه‌حل ایده‌آل است. چون مدل طراحی شده سه تابع هدف دارد، در روش ال-پی‌متریک به منظور کاهش انحرافات باید ابتدا هر مسئله جداگانه با یک تابع هدف حل شود و در نهایت با استفاده از جواب-های هر مدل تابع هدف یگانه تشکیل شود [۴۴- ۴۶]. برای حل مدل چون ابعاد مسئله خیلی بزرگ نیست از حل‌کننده سیپلکس استفاده شد.

۵-۱-۱- روش ال-پی‌متریک

فاصله متریک در روش‌های ال-پی‌متریک به منظور سنجش نزدیکی یک راه حل موجود نسبت به راه حل ایده‌آل مورد استفاده واقع می شوند [۴۷، ۴۸]. این سنجش از انحراف به صورت یک تابع سازگار طبق معادله ۲۹ خواهد بود.

$$L_p(\gamma) = \left\{ \sum_j \omega_j \left(\frac{Z_j^* - Z_j}{Z_j^*} \right)^p \right\}^{\frac{1}{p}}$$

(رابطه ۲۹)

γ درجه اهمیت (وزن) برای هدف و p مشخص کننده درجه تأکید به انحرافات موجود است. به گونه‌ای که هر چه این ارزش بزرگتر باشد، تأکید بیشتری بر بزرگترین انحرافات خواهد بود و اگر $p = \infty$ شود، بدان مفهوم خواهد بود که بزرگترین انحراف از انحرافات موجود برای بهینه‌سازی مدنظر واقع می گردد [۴۹، ۵۰]. z_j^* میزان بهینه ایده آل تابع هدف j ام با حل مدل تک هدفه z_j است. در این مسئله p برابر با یک در نظر گرفته شد. بنابراین پس از حل سه مدل به صورت تک هدفه، تابع هدف مدل نهایی برای حل با رویکرد ال -پی متریک به صورت زیر در می‌آید:

$$Min\, Z = w_1 \times \left(\frac{Z_1^* - Z_1}{Z_1^*}\right) + w_2 \times \left(\frac{Z_2^* - Z_2}{Z_2^*}\right) + w_3 \times \left(\frac{Z_3^* - Z_3}{Z_3^*}\right)$$

(رابطه ۳۰)

نتایج حاصل از حل مدل‌ها به صورت جداگانه در جدول (۲) آورده شده است.

جدول (۲): نتایج حاصل از هر مدل به صورت جداگانه

توابع هدف	Z_3^*	Z_2^*	Z_1^*
مقدار	۹،۸	۴۵۴۰	۲۹۸۳۰۵

جواب نهایی از حل مدل ال پی متریک در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول(۳): نتایج حاصل از حدل مدل با روش ال-پی متریک

فروشنده	خرده‌فروش	ال-پی متریک		
		x_{jk}	q_{jk}	q_j
فروشنده ۱	۱	۰	۰	۸۹۳۰
	۲	۰	۰	
	۳	۰	۰	
	۴	۰	۰	
	۵	۱	۲۳۲۰	
	۶	۱	۴۰۰۰	
	۷	۱	۲۶۳۲	
	۸	۰	۰	
	۹	۰	۰	
	۱۰	۰	۰	
فروشنده۲	۱	۰	۰	۹۰۹۵
	۲	۰	۰	
	۳	۱	۲۴۹۵	
	۴	۱	۲۱۸۰	
	۵	۰	۰	
	۶	۰	۰	
	۷	۰	۰	
	۸	۱	۲۲۹۰	
	۹	۰	۰	
	۱۰	۱	۲۰۰۰	
فروشنده ۳	۱	۱	۲۳۳۰	۷۹۱۰
	۲	۱	۲۱۵۰	
	۳	۰	۰	
	۴	۰	۰	
	۵	۰	۰	
	۶	۰	۰	
	۷	۰	۰	
	۸	۰	۰	
	۹	۱	۳۳۷۳	
	۱۰	۰	۰	

همان‌طور که مشاهده می‌گردد نتایج نهایی حاکی از آنست که هرکدام از خرده‌فروشان از کدام تأمین‌کننده سفارش خود را تأمین‌می‌کنند. همچنین مقادیر بهینه سفارش بر اساس توابع هدف و محدودیت‌های مدل تعیین شده است. نتایج بیانگر آنست که با توجه به هدف سوم (اهمیت خرده‌فروشان نسبت به شاخص‌های مرتبط با تأمین‌کننده) اکثر خرده‌فروشان به فروشندگانی اختصاص یافته‌اند که نسبت به دو تأمین‌کننده دیگر از وزن بالاتری برخوردار بوده‌اند. در رابطه با خرده‌فروشان ۱، ۲، ۶، ۹ این رابطه بصورت کامل برقرار است. از آنجائیکه سایر توابع هدف هزینه و قابلیت‌اطمینان خرده‌فروش نیز در انتخاب موثر هستند در مورد سایر خرده‌فروشان این رابطه تا حدی برقرار است. بر اساس جواب بهینه به تأمین‌کننده دوم چهار خرده‌فروش و دو فروشنده دیگر سه خرده‌فروش تخصیص داده شده است. بطور کلی نتایج حاصل شده نشان‌دهنده تعامل سه تابع هدف برای حصول جواب بهینه است و بیانگر آنست که تمامی توابع اهداف به‌نحوی در تعیین مقادیر متغیرهای تصمیم تاثیرگذارند.

۵-۱-۲- تحلیل حساسیت

با توجه به اهمیت در نظر گرفتن همزمان تمامی توابع اهداف، همان‌طور که در قسمت قبل عنوان گردید؛ ابتدا مسئله با هر کدام از توابع اهداف با در نظر گرفتن محدودیت‌ها حل شده است. مدل ۱: مدلی با تابع حداقل کردن هزینه‌ها (z_1) با توجه به محدودیت‌های مرتبط تعریف شده است. مدل ۲: مدلی با هدف حداکثر نمودن سفارشات تخصیص یافته به خرده‌فروشان (z_2) با درنظر گرفتن محدودیت‌های مربوطه و مدل ۳: مدلی با هدف حداکثر نمودن قابلیت اطمینان خرده‌فروشان (z_3) با توجه به محدودیت‌های مرتبط تعریف شده است. سپس مدل ال-پی‌متریک می‌تواند به عنوان ترکیبی از مدل ۱، ۲ و ۳ با توجه به محدودیت‌های مرتبط ایجاد گردد. از این رو، طیف وسیعی از راه‌حل‌های چند هدفه با در نظر گرفتن ω های مختلف حاصل می‌شود.

وقتی W_1 برابر با یک است، مدل ال-پی متریک برابر با مدل ۱ است. در این شرایط، مشاهده می‌شود که بهترین مقدار مدل۱ (z_1) اما بدترین مقدار برای z_2 و z_3 بدست آمده است. وقتی W_2 برابر با یک است، مدل ال-پی متریک معادل مدل۲ ، اما بدترین مقدار برای z_3 حاصل شده و در نهایت وقتی W_3 برابر با یک است، مدل ال-پی‌متریک معادل مدل۲ و بهترین مقدار برای مدل ۳ (z_3) به دست آمده است، اما بدترین مقدار برای z_1 و z_2 حاصل شده است.

از تجزیه‌وتحلیل نتایج ارائه شده می‌توان اینطور استدلال نمود که نظر تصمیم‌گیرنده برای انتخاب W_i بسیار مهم بوده و برجواب نهایی حاصل از حل مدل و مرز کارآمد تاثیرگذار خواهد بود. میزان تغییر جواب‌های بهینه پارتو در اثر تغییر هرکدام از W_i ها در جداول ۴،۵ و ۶ ارائه شده است. در جدول (۴) میزان تغییر W_1 بین مقادیر ۱ تا ۰ را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که وزن دو تابع هدف دیگر با مقادیر برابر در نظر گرفته شده است. جداول (۵) و (۶) نیز همانند جدول (۴) میزان تغییر مقدار بهینه تابع هدف را به ازای مقادیر مختلف W_2 و W_3 را نشان می‌دهد.

جدول (۴): نتایج حاصل از حل مدل ال-پی متریک با W_1 های مختلف

ω_1	Z_1	Z_2	Z_3
۱	۲۹۸۳۰۵	۴۰۸۰	۹/۲
۰/۹	۲۹۸۳۰۵	۴۰۸۰	۹/۲
۰/۸	۲۹۸۳۰۵	۴۰۸۰	۹/۲
۰/۷	۲۹۸۳۰۵	۴۰۸۰	۹/۲
۰/۶	۳۰۸۹۰۰	۴۲۶۰	۹/۵
۰/۵	۳۰۸۹۰۰	۴۲۶۰	۹/۵
۰/۴	۳۰۸۹۰۰	۴۲۶۰	۹/۵
۰/۳	۳۲۵۳۰۰	۴۴۷۰	۹/۸
۰/۲	۳۲۵۳۰۰	۴۴۷۰	۹/۸
۰/۱	۳۲۵۳۰۰	۴۴۷۰	۹/۸
۰ •	۳۲۵۳۰۰	۴۴۷۰	۹/۸

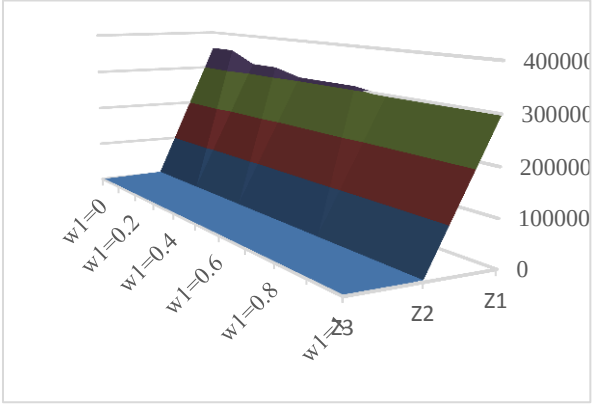
جدول (۵): نتایج حاصل از حل مدل ال-پی متریک با W_2 های مختلف

ω_2	Z_1	Z_2	Z_3
۱	۳۲۵۳۰۰	۴۵۴۰	۹/۲
۰/۹	۳۲۵۳۰۰	۴۵۴۰	۹/۲
۰/۸	۳۲۵۳۰۰	۴۵۴۰	۹/۲
۰/۷	۳۲۵۳۰۰	۴۵۴۰	۹/۲
۰/۶	۳۱۷۵۰۰	۴۳۷۰	۹/۴
۰/۵	۳۱۷۵۰۰	۴۳۷۰	۹/۴
۰/۴	۳۱۷۵۰۰	۴۳۷۰	۹/۴
۰/۳	۳۰۸۹۰۰	۴۲۶۰	۹/۵
۰/۲	۳۰۸۹۰۰	۴۲۶۰	۹/۵
۰/۱	۳۰۸۹۰۰	۴۲۶۰	۹/۵
۰	۳۰۸۹۰۰	۴۲۶۰	۹/۵

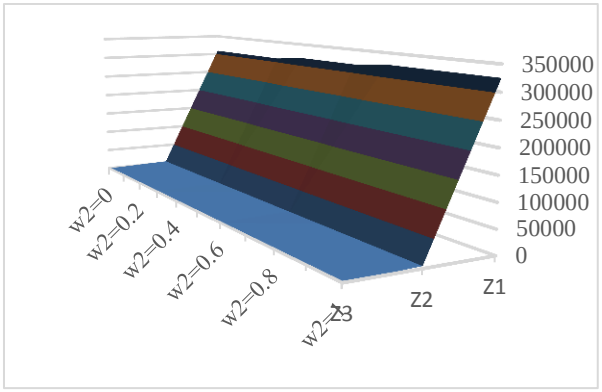
جدول (۶): نتایج حاصل از حل مدل ال-پی متریک با W_3 های مختلف

ω_3	Z_1	Z_2	Z_3
۱	۳۲۵۳۰۰	۴۲۶۰	۹/۸
۰/۹	۳۲۵۳۰۰	۴۲۶۰	۹/۸
۰/۸	۳۲۵۳۰۰	۴۲۶۰	۹/۸
۰/۷	۳۲۵۳۰۰	۴۲۶۰	۹/۸
۰/۶	۳۲۵۳۰۰	۴۲۶۰	۹/۸
۰/۵	۳۲۵۳۰۰	۴۲۶۰	۹/۸
۰/۴	۳۰۸۹۰۰	۴۳۷۰	۹/۵
۰/۳	۳۰۸۹۰۰	۴۳۷۰	۹/۵
۰/۲	۳۰۸۹۰۰	۴۳۷۰	۹/۵
۰/۱	۳۰۸۹۰۰	۴۳۷۰	۹/۵
۰	۳۰۸۹۰۰	۴۳۷۰	۹/۵

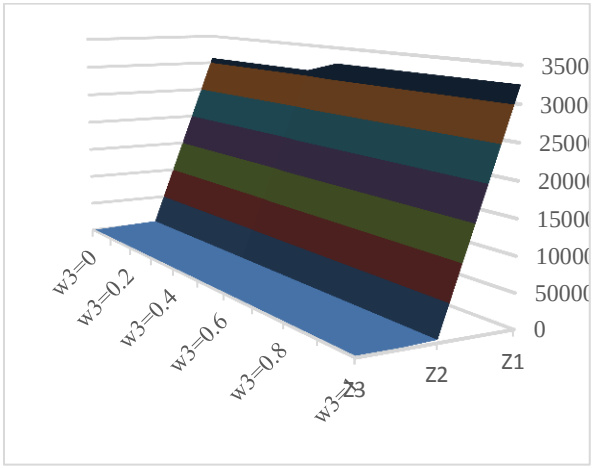
در شکل۴، ۵ و ۶ موازنه بین سه تابع هدف برای مقادیر مختلف ω (بین مقادیر ۰ تا ۱ با طول گام ۰,۱) به عنوان مجموعه‌ای از راه‌حل‌های بهینه پارتو نشان داده شده است.



شکل (۴): توازن بین توابع هدف برای W_1 های مختلف



شکل (۵): توازن بین توابع هدف برای W_2 های مختلف



شکل (۶): توازن بین توابع هدف برای W_3 های مختلف

یافته‌های بدست آمده از تحلیل حساسیت بیانگر آنست که با کاهش W_i مرتبط با هریک از اهداف، مقدار بهینه به سمت بدتر شدن سوق پیدا می‌کند. آشکار است که درجه اهمیت هریک از توابع اهداف موجود در مدل ال-پی‌متریک میزان تأثیرگذاری و اهمیت را نشان می‌دهد. وقتی W_1 برابر با یک است به تابع هدف اول بیشترین اهمیت را داده و از دو تابع دیگر چشم‌پوشی می‌شود که معادل حل مدل تک‌هدفه اول است. هر چقدر به سمت W_1 های کوچکتر حرکت می‌کنیم از میزان اهمیت تابع اول کم شده و به سایر اهداف اضافه می‌شود. این امر منجر به بدتر شدن مقدار بهینه تابع هدف اول و بهتر شدن مقادیر بهینه سایر توابع می‌شود. وقتی W_1 برابر با صفر است. یعنی تابع هدف اول در نظر گرفته نشده و مقدار بهینه با توجه به دو تابع هدف دیگر محاسبه شده است. با توجه به مطالبی که عنوان شد ضروری است مدیران و تصمیم گیران با کنترل عوامل زمینه را برای سفارش از فروشندگان برای در نظر گرفتن هر سه هدف فراهم کنند و در تعیین وزن‌های بهینه به توابع هدف توجه کافی داشته باشند.

۶ -نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مدیریت موجودی توسط تأمین‌کننده یکی از راهبردهای محبوب برای مدیریت هماهنگ و یکپارچه کنترل موجودی در زنجیره‌تأمین است. در این راهبرد، تأمین‌کننده بر اساس اطلاعاتی که از مشتری دریافت می‌کند تصمیم‌های مرتبط با مقدار سفارش را اتخاذ می‌کند. در تحقیق حاضر یک مسئله مدیریت موجودی توسط فروشنده، در یک زنجیره تأمین دوسطحی شامل چند خرده‌فروش و چند فروشنده مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از تحقیق حاضر تعیین سفارش‌دهی هر خرده‌فروش از هریک از تأمین‌کنندگان و مقدار بهینه سفارش خرده‌فروشان از تأمین‌کنندگان است. مدل ارائه شده در تحقیق حاضر سعی در کمینه‌کردن هزینه‌های کنترل موجودی (شامل هزینه‌های راه‌اندازی، هزینه‌های سفارش‌دهی، هزینه‌های کمبود بصورت معوق، هزینه‌های نگهداری)، بیشینه‌سازی وزن خرده‌فروشانی که بیشترین معیارها را برای فروشندگان برآورده می‌کنند و ماکزیمم‌سازی قابلیت اطمینان خرده‌فروشان را با توجه به محدودیت‌های حداکثر میزان کمبود، بودجه، انبار و سایر محدودیت‌های ذاتی و منطقی مسئله را دارد. مدل تحقیق حاضر بر خلاف سایر مطالعات پیشین به‌گونه‌ای طراحی شده استکه با تخصیص هر خرده‌فروش تنها به یک تأمین‌کننده زمینه برقراری ارتباط بلند مدت با تأمین‌کننده را فراهم سازد. به طور کلی موفقیت در زنجیره‌های تأمین وابستگی مستقیمی با مدیریت روابط بین هزینه‌های موجودی، انتخاب بهترین خرده‌فروشان بر اساس مهمترین معیارها و قابلیت اطمینان کل اعضای زنجیره دارد. استفاده از مدل پیشنهادی در نهایت می‌تواند منجر به تعامل خرده‌فروشان با فروشندگان مناسب و قابلیت اطمینان بیشتر زنجیره تأمین با در نظر گرفتن هزینه‌ها شود.

اکثر تحقیقات موجود در ادبیات تحقیق به بررسی مسائل مدیریت موجودی توسط فروشنده با توجه به مسائل مسیریابی و مکان یابی پرداخته‌اند. از آنجا که در سیاست مدیریت موجودی توسط خرده‌فروشان، فروشنده با چندین خرده‌فروش ارتباط برقرار می کند و تولیدات خود را بر اساس موجودی و تقاضای آن‌ها تنظیم می‌کند، انتخاب خرده‌فروشانی که بیشترین قابلیت اطمینان را داشته باشند از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین در این پژوهش قابلیت اطمینان تداوم فعالیت‌های خرده‌فروش و همچنین قابلیت اطمینان روابط خرده‌فروشان با هر فروشنده در نظر گرفته شده است و هدف این است که هر فروشنده با خرده فروشانی که بیشترین قابلیت اطمینان را دارند ارتباط برقرار کند. از آنجا که در سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده، هدف فروشنده برقراری ارتباط بین فروشنده و خرده فروش در بلندمدت است این موضوع از اهمیت بالایی برخوردار است که در این تحقیق برای اولین بار به آن پرداخته شده است. همچنین در این پژوهش با رویکردی جامع و یکپارچه هزینه‌های حمل‌ونقل، کمبود، سفارش، تولید و نگهداری برای محصولات مورد بررسی واقع شده‌اند.

با توجه به نتایج حاصل از حل مدل می‌توان چنین استدلال کرد که با به کارگیری مدل ارائه شده در این تحقیق به مدیران کمک می‌کند تا تصمیمات یکپارچه و جامعی در ارتباط با میزان تولید فروشنده و میزان سفارشات خرده‌فروشان از فروشنده اتخاذ کنند و با این امر زمینه کاهش هزینه‌ها و افزایش توان رقابتی را فراهم کنند. بنابراین با اجرای این مدل در شرایط مشابه کلیه تصمیمات خرید، تولید و توزیع با لحاظ نمودن کاهش هزینه کل در زنجیره‌تأمین اجرا می‌شود. اجرای این مدل در صنایع مختلف که تداوم ارتباطات با مشتری‌هایشان برایشان اهمیت دارد، بسیار سودمند خواهد بود و در نتیجه با در نظر قابلیت اطمینان خرده-فروشان بهبود چشمگیری در شبکه زنجیره‌تأمین حاصل می‌شود. این امر منجر به کاهش هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم و افزایش اعتبار شرکت شده و در نتیجه گامی اساسی در جهت ارتقای سطوح زنجیره‌تأمین برداشته می‌شود. بنابراین مدل ارائه شده برای سازمان‌هایی که به تولید و توزیع محصولات با در نظر گرفتن سیاست موجودی توسط فروشنده دارند، مثمر ثمر بوده و به بهبود تصمیم‌گیری مدیران کمک می‌کند.

در تحقیق حاضر تمامی متغیرها قطعی و معین ارائه شده‌اند پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی مسئله مدیریت موجودی توسط فروشنده در محیط غیرقطعی (تصادفی، فازی) که نزدیکی بیشتری با دنیای واقعی دارد طراحی شود و روش‌های برنامه‌ریزی تصادفی، استوار، فازی و دیگر روش‌ها برای حل مدل بکار گرفته شوند. همچنین پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آینده سیکل زمانی برای فروشنده و خرده‌فروشان و همچنین خرده‌فروشان متفاوت فرض شود. در تحقیق حاضر تنها یک محصول در نظر گرفته شده بنابراین پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده مدل بصورت چندمحصولی توسعه داده شود. همچنین علاوه برکمبود به شکل معوق، کمبود به-شکل پس‌افت نیز در هزینه‌ها لحاظ گردد. در تحقیق حاضر یک مسئله مدیریت موجودی توسط فروشنده در یک زنجیره‌تأمین دوسطحی ارائه شده، بنابراین پیشنهاد می‌شود برای توسعه مدل مدیریت موجودی توسط فروشنده با در نظر گرفتن انبارها بصورت تک و یا چندتایی و گسترش بررسی زنجیره تأمین مدل به سطوح بالاتر توسعه داده شود. با توجه به اینکه تقاضا به قیمت وابسته است بهتر است قیمت و سیاست‌های تخفیفاتی فروشنده در تخصیص بهینه سفارش در نظر گرفته شود. علاوه بر این می‌توان با در نظر گرفتن مدل به صورت چند دوره‌ای و لحاظ کردن زمان‌های پیشبرد توسعه بیشتری بر روی مدل ایجاد کرد.

۷- مراجع

[1] B. Hu, C. Meng, D. Xu, and Y.-J. Son, "Supply chain coordination under vendor managed inventory-consignment stocking contracts with wholesale price constraint and fairness," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 202, pp. 21–31, Aug. 2018, doi: 10.1016/j.ijpe.2018.05.009.

[2] E. Bazan, M. Y. Jaber, S. Zanoni, and L. E. Zavanella, "Vendor Managed Inventory (VMI) with Consignment Stock (CS) agreement for a two-level supply chain with an imperfect production process with/without restoration interruptions," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 157, pp. 289–301, Nov. 2014, doi: 10.1016/j.ijpe.2014.02.010.

[3] J. Sadeghi, S. M. Mousavi, S. T. A. Niaki, and S. Sadeghi, "Optimizing a multi-vendor multi-retailer vendor managed inventory problem: Two tuned meta-heuristic algorithms," *Knowl.-Based Syst.*, vol. 50, pp. 159–170, Sep. 2013, doi: 10.1016/j.knosys.2013.06.006.

[4] D. Choudhary and R. Shankar, "The value of VMI beyond information sharing in a single supplier multiple retailers supply chain under a non-stationary (Rn, Sn) policy," *Omega*, vol. 51, pp. 59–70, Mar. 2015, doi: 10.1016/j.omega.2014.09.004.

[5] M. Karimi and A. H. Niknamfar, "A vendor-managed inventory system considering the redundancy allocation problem and carbon emissions," *Int. J. Manag. Sci. Eng. Manag.*, vol. 12, no. 4, pp. 269–279, Oct. 2017, doi: 10.1080/17509653.2016.1251859.

[6] M. A. Darwish and O. M. Odah, "Vendor managed inventory model for single-vendor multi-retailer supply chains," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 204, no. 3, pp. 473–484, Aug. 2010, doi: 10.1016/j.ejor.2009.11.023.

[7] A. Sainathan and H. Groenevelt, "Vendor managed inventory contracts – coordinating the supply chain while looking from the vendor's perspective," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 272, no. 1, pp. 249–260, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.ejor.2018.06.028.

[8] Y. Yao and M. Dresner, "The inventory value of information sharing, continuous replenishment, and vendor-managed inventory," *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 44, no. 3, pp. 361–378, May 2008, doi: 10.1016/j.tre.2006.12.001.

[9] V. Karbasi-bonab, M. Yousefi Nejad Attari, and E. Neishabouri, "Presenting a bi-objective vendor managed inventory model with fuzzy demand for multiple vendor," Journal of Decisions and Operations Research, vol. 2 pp. 147-168, 2018, doi: 10.22105/dmor.2018.57316. (In Persian).

[10] A. Gharaei, M. Karimi, and S. Shekarabi, "An integrated multi-product, multi-buyer supply chain under penalty, green, and quality control polices and a vendor managed

pp. 254–270, May 2021, doi: 10.1080/21681015.2021.1878301.
[26] A. Modares, N. M. Farimani, and F. Dehghanian, "A New Vendor-Managed Inventory Model by Applying Blockchain Technology and Considering Environmental Problems," *Process Integr. Optim. Sustain.*, vol. 7, no. 5, pp. 1211–1239, Nov. 2023, doi: 10.1007/s41660-023-00338-7.
[27] M. Karimi, H. Khademi Zare, Y. Zare Mehrjerdi, and M. B. Fakhr Zad, "Presenting a new vendor management inventory model to choose the retailer in competitive conditions," vol. 37, no. 1, pp. 115–103, 2021, doi: 10.24200/J65.2021.56263.2142. (In Persian).
[28] T. Mohammadi, S. M. Sajadi, S. E. Najafi, and M. Yazdi Taghizadeh, "Optimizing Smart Supply Chain with Vendor Managed Inventory through the Internet of Things," vol. 14, no. 3, pp. 458–483, 2021, doi: 10.22059/IMJ.2022.343552.1007948. (In Persian).
[29] R. Ghasemi, P. Akhavan, O. Fattahi valilaei, and M. Abbasi, "Designing an Integrated Blockchain-Based Model for Supplier-Managed Inventory," vol. 25, no. 78, pp. 23–36, 2023. (In Persian).
[30] A. Rezania and M. Mousazadeh, "Designing a Resilience Closed-Loop Shrimp Supply Chain Network Under Uncertainty: A Sustainable Mmulti-Objective Model," *Supply Chain Manag.*, vol. 25, no. 79, pp. 49–66, 2023. (In Persian).Dor: 20.1001.1.20089198.1402.25.79.4.8
[31] L. Bertazzi, S. D. Moezi, and F. Maggioni, "The value of integration of full container load, less than container load and air freight shipments in vendor–managed inventory systems," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 241, p. 108260, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.ijpe.2021.108260.
[32] M. Soysal, S. Belbağ, and Ç. Sel, "A closed vendor managed inventory system under a mixed fleet of electric and conventional vehicles," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 156, p. 107210, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.cie.2021.107210.
[33] D. feizollahi and V. sharafi, "Development of a Closed-Loop Supply Chain Mathematical Model with Demand Constraints and Fuzzy Supplier Capacity and Solving it with Meta-Heuristic Algorithms," *Supply Chain Manag.*, vol. 25, no. 79, pp. 17–38, 2023. (In Persian).Dor: 20.1001.1.20089198.1402.25.79.2.6
[34] azam modares, vahideh bafandegan emroozi, zahra mohemmi, and azade modares, "Presenting the Integrated Production-Distribution Planning Model of the Closed-Loop Supply Chain for Agricultural Products Based on Probably Group Decision-Making and Environmental Issues," *Supply Chain Manag.*, vol. 25, no. 79, pp. 103–121, 2023. (In Persian).Dor: 20.1001.1.20089198.1402.25.79.7.1
[35] A. Khatun, S. Islam, and A. Garai, "Enhanced environmental and economic sustainability of VMI-CS agreement-based closed-loop supply chain for deteriorating products," *Results Control Optim.*, vol. 13, p. 100321, 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.rico.2023.100321.
[36] A. Modares, N. M. Farimani, V. B. Emroozi, "A vendor-managed inventory model based on optimal retailers selection and reliability of supply chain," *J. Ind. Manag. Optim.*, vol. 19, no. 5, pp. 3075–3106, 2023, doi: 10.3934/jimo.2022078.
[37] A. Modares, N. M. Farimani, F. Dehghanian, "A new vendor-managed inventory four-tier model based on reducing environmental impacts and optimal suppliers selection under uncertainty," *J. Ind. Manag. Optim.*, vol. 20, no. 1, pp. 188–220, 2024, doi: 10.3934/jimo.2023074.
[38] A. Modares, M. Kazemi, V. B. Emroozi, P. Roozkhosh, "A new supply chain design to solve supplier selection based on internet of things and delivery reliability," *J. Ind. Manag. Optim.*, vol. 19, no. 11, pp. 7993–8028, 2023, doi: 10.3934/jimo.2023028.
[39] A. Modares, V. Bafandegan Emroozi, and N. Motahari Farimani, "Developing a Newsvendor Model based on the Relative Competence of Suppliers and Probable Group Decision-making," vol. 14, no. 1, pp. 115–142, 2022, doi: 10.22059/imj.2022.331988.1007872. (In Persian).
inventory with consignment stock agreement: The outer approximation with equality relaxation and augmented penalty algorithm," *Appl. Math. Model.*, vol. 69, pp. 223–254, May 2019.
[11] Y. Yao, Y. Dong, and M. Dresner, "Managing supply chain backorders under vendor managed inventory: An incentive approach and empirical analysis," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 203, no. 2, pp. 350–359, Jun. 2010, doi: 10.1016/j.ejor.2009.08.004.
[12] A. Darko, A. P. C. Chan, E. E. Ameyaw, E. K. Owusu, E. Pärn, and D. J. Edwards, "Review of application of analytic hierarchy process (AHP) in construction," *Int. J. Constr. Manag.*, vol. 19, no. 5, pp. 436–452, Sep. 2019, doi: 10.1080/15623599.2018.1452098.
[13] W. Liu, G. Y. Ke, J. Chen, and L. Zhang, "Scheduling the distribution of blood products: A vendor-managed inventory routing approach," *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 140, p. 101964, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.tre.2020.101964.
[14] X. Hong, W. Chunyuan, L. Xu, and A. Diabat, "Multiple-vendor, multiple-retailer based vendor-managed inventory," *Ann. Oper. Res.*, vol. 238, no. 1, pp. 277–297, Mar. 2016, doi: 10.1007/s10479-015-2040-0.
[15] T. Poorbagheri and S. Niaki, "Vendor Managed Inventory of a Supply Chain under Stochastic Demands," *J. Optim. Ind. Eng.*, vol. 8, pp. 47–59, Jul. 2015.
[16] J. Sadeghi, S. M. Mousavi, S. T. A. Niaki, and S. Sadeghi, "Optimizing a bi-objective inventory model of a three-echelon supply chain using a tuned hybrid bat algorithm," *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 70, pp. 274–292, Oct. 2014, doi: 10.1016/j.tre.2014.07.007.
[17] R. Sadeghian, G. Talebi, and N. Zoraghi, "An Inventory Model for Tri-Stage Supply Chain with a Warehouse, Stochastic Demand and Multi Retailers and Vendors," *Int. J. Oper. Logist. Manag.*, vol. 4, pp. 125–138, Jul. 2015.
[18] Z. Ashraf, D. Malhotra, P. K. Muhuri, and Q. M. D. Lohani, "Interval Type-2 Fuzzy Vendor Managed Inventory System and Its Solution with Particle Swarm Optimization," *Int. J. Fuzzy Syst.*, vol. 23, no. 7, pp. 2080–2105, Oct. 2021, doi: 10.1007/s40815-021-01077-y.
[19] R. D. Astanti, Y. Daryanto, and P. K. Dewa, "Low-Carbon Supply Chain Model under a Vendor-Managed Inventory Partnership and Carbon Cap-and-Trade Policy," *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, vol. 8, no. 1, p. 30, Mar. 2022, doi: 10.3390/joitmc8010030.
[20] R. Lotfi, B. Kargar, M. Rajabzadeh, F. Hesabi, and E. Özceylan, "Hybrid Fuzzy and Data-Driven Robust Optimization for Resilience and Sustainable Health Care Supply Chain with Vendor-Managed Inventory Approach," *Int. J. Fuzzy Syst.*, vol. 24, no. 2, pp. 1216–1231, Mar. 2022, doi: 10.1007/s40815-021-01209-4.
[21] K. Daru and M. Kallista, "Collaborative vendor managed inventory model by using multi agent system and continuous review (r, Q) replenishment policy," *J. Appl. Eng. Sci.*, vol. 20, no. 1, pp. 254–263, 2022, doi: 10.5937/jaes0-31532.
[22] X. Shang, G. Zhang, B. Jia, and M. Almanaseer, "The healthcare supply location-inventory-routing problem: A robust approach," *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 158, p. 102588, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.tre.2021.102588.
[23] M. Mahjoob, S. S. Fazeli, S. Milanlouei, L. S. Tavassoli, and M. Mirmozaffari, "A modified adaptive genetic algorithm for multi-product multi-period inventory routing problem," *Sustain. Oper. Comput.*, vol. 3, pp. 1–9, 2022, doi: 10.1016/j.susoc.2021.08.002.
[24] B. Karthick and R. Uthayakumar, "Optimization on dual-channel supply chain model with pricing decision and trapezoidal fuzzy demand under a controllable lead time," *Complex Intell. Syst.*, vol. 8, no. 3, pp. 2557–2591, Jun. 2022, doi: 10.1007/s40747-022-00642-8.
[25] L. Poursoltan, S. Mohammad Seyedhosseini, and A. Jabbarzadeh, "A two-level closed-loop supply chain under the constract Of vendor managed inventory with learning: a novel hybrid algorithm," *J. Ind. Prod. Eng.*, vol. 38, no. 4,

[40] M. Akbari Kaasgari, D. M. Imani, and M. Mahmoodjanloo, "Optimizing a vendor managed inventory (VMI) supply chain for perishable products by considering discount: Two calibrated meta-heuristic algorithms," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 103, pp. 227–241, Jan. 2017, doi: 10.1016/j.cie.2016.11.013.

[41] P. Roozkhosh, A. Pooya, O. Soleimani Fard, and R. Bagheri, "Designing a changeable multi-level supply chain network with additive manufacturing capability and costs uncertainty: a Monte Carlo approach," *Oper. Res.*, vol. 24, no. 1, p. 5, Mar. 2024, doi: 10.1007/s12351-023-00812-7.

[42] S. Krichanchai and B. L. MacCarthy, "The adoption of vendor managed inventory for hospital pharmaceutical supply," *Int. J. Logist. Manag.*, vol. 28, no. 3, pp. 755–780, Aug. 2017, doi: 10.1108/IJLM-01-2015-0010.

[43] J. Wettasinghe and H. T. Luong, "A vendor managed inventory policy with emergency orders," *J. Ind. Prod. Eng.*, vol. 37, no. 2–3, pp. 120–133, Apr. 2020, doi: 10.1080/21681015.2020.1736657.

[44] P. De Giovanni, "Smart Supply Chains with vendor managed inventory, coordination, and environmental performance," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 292, no. 2, pp. 515–531, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.ejor.2020.10.049.

[45] A. Modares, N. Motahari Farimani, V. B. Emroozi, "A new model to design the suppliers portfolio in newsvendor problem based on product reliability," *J. Ind. Manag. Optim.*, vol. 19, no. 6, pp. 4112–4151, 2023, doi: 10.3934/jimo.2022124.

[46] V. B. Emroozi, M. Kazemi, A. Modares, P. Roozkhosh, "Improving quality and reducing costs in supply chain: The developing VIKOR method and optimization," *J. Ind. Manag. Optim.*, vol. 0, no. 0, pp. 0–0, 2023, doi: 10.3934/jimo.2023088.

[47] A. Ganjloo, N. Motahari Farimani, E. Rezaee Nik, and P. Roozkhosh, "A new fuzzy multi-objective model for selecting capital projects in the public sector," *J. Ind. Syst. Eng.*, vol. 14, no. 4, pp. 210–233, 2023.

[48] V. Bafandegan Emroozi, P. Roozkhosh, A. Modares, and F. Roozkhosh, "Selecting Green Suppliers by Considering the Internet of Things and CMCDM Approach," *Process Integr. Optim. Sustain.*, vol. 7, no. 5, pp. 1167–1189, Nov. 2023, doi: 10.1007/s41660-023-00336-9.

[49] P. Roozkhosh and N. Motahari Farimani, "The Location-allocating Hub Problem with Direct Transportation Capability Considering Congestion and Tardiness Time in Hubs," *Ind. Manag. J.*, vol. 15, no. 1, pp. 150–179, 2023, doi: 10.22059/imj.2022.343575.1007947. (In Persian).

[50] P. Roozkhosh and M. Kazemi, "Application of Internet of Things in the Green Supply Chain and Investigating the Effective Factors for Selecting a Green Supplier (A Case Study: Mashhad Rubber Factory)," *Supply Chain Manag.*, vol. 24, no. 75, pp. 61–73, 2022. (In Persian). Dor: 20.1001.1.20089198.1401.24.75.4.3