نشریه علمی «مدیریت زنجیره تامین»
سال بیست و چهارم، شماره ۷۶، پاییز ۱۴۰۱؛ ص ۵۷- ۳۵

علمی ـ پژوهشی

طراحی زنجیره تأمین معکوس در صنعت مد سریع برای مدیریت ارتباط با مشتری با استفاده از داده‌کاوی و مدل‌سازی ریاضی

سیده غزل موسویان[1]، معصومه زینال‌نژاد[2*]

۱- کارشناس ارشد، ۲- استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

(دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۴، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۸)

چکیده

ازآنجاکه چرخه عمر کوتاه، عدم قطعیت در تقاضا و سرعت در پاسخگویی از مهم‌ترین ویژگی‌های مد سریع است، بهبود مدیریت ارتباط با مشتری از اهمیت ویژه‌ای در این صنعت برخوردار است. تحولات اخیر در صنعت پوشاک جهان موجب ایجاد بازار رقابتی گردیده و اصلاح ساختار چنین زنجیره تأمین انعطاف‌پذیری، اهمیتی دوچندان پیدا می‌کند. هدف تحقیق حاضر یکپارچه‌سازی سیاست‌های مدیریت ارتباط با مشتری و طراحی زنجیره تأمین معکوس در حوزه مد سریع به‌منظور کاهش هزینه‌ها و افزایش رضایت‌مندی مشتریان است. طی دو سال، تحلیل اطلاعات آخرین خرید، تداوم خریدها و ارزش ریالی خرید ۶۵۹ هزار رکورد واقعی مرتبط با مشتریان ۲۱ فروشگاه زنجیره‌ای پوشاک در تهران با استفاده از الگوریتم K-means منجر به خوشه‌بندی مشتریان در ۵ گروه و تعیین میزان تخفیف هر گروه گردید. جهت تعیین مکان بهینه مرکز تعمیرات و مراکز ترکیبی جمع‌آوری کالاهای مرجوعی، مدل ریاضی طراحی و با روش بهینه‌سازی تصادفی به‌صورت سناریومحور حل شد. نتایج نشان داد مراکز ترکیبی لزوماً در منطقه فروشگاه‌های با فروش بیشتر قرار نمی‌گیرند، بلکه بایستی نرخ مرجوعی کالا و میزان تقاضا به‌طور هم‌زمان لحاظ گردند. مطابق نمودار پارتو مدل، دوتایی مقادیر تابع هدف هزینه و رضایت‌مندی بین اعداد ۴/۷ میلیارد ریال برای هزینه و ۲۱۸۵ برای رضایت‌مندی، و ۶/۲ میلیارد ریال برای هزینه و ۳۱۵۶ برای رضایت‌مندی متغیر است. بازه حداقل و حداکثر تخفیفات برای خرید کالای جدید ۵٪ تا ۳۰٪ و برای تخفیف تعمیر کالا ۱۰٪ تا ۶۰٪ محاسبه شد. مدل ارائه‌شده در این پژوهش، عمومیت استفاده در صنایع خرده‌فروشی تندگردش از جمله کالاهای فاسدشدنی را دارد.

واژه‌های کلیدی: زنجیره تأمین معکوس، صنعت مد سریع، مدیریت ارتباط با مشتری، داده‌کاوی، عدم قطعیت

۱- مقدمه

در دنیای پررقابت امروز هیچ راهی جز توجه به مشتریان و پرداختن به نظرات آن‌ها وجود ندارد. این امر حوزه‌ای به نام مدیریت ارتباط با مشتری[1] را تعریف می‌نماید که در آن مشتریان به‌عنوان عنصر عملکرد در نظر گرفته می‌شوند و تمام فعالیت‌های شرکت می‌بایست حول این موضوع تنظیم گردند [۱].

در دهه اخیر تحولات گسترده و عمیقی در صنعت پوشاک جهان به وقوع پیوسته است. ظهور چین و سایر کشورهای آسیایی با نیروی کار ارزان، منجر به افزایش توانایی صادرات پوشاک توسط این کشورها شده و بازارهایی از جمله پوشاک ایران را در اختیار گرفته است. در این میان پدیده‌ای با عنوان مد سریع[2] با تولید در اروپا و کشورهای هم‌جوار موجب ایجاد بازار رقابتی و رشد صنعت پوشاک جهان گردیده است [۲]. مدیریت ارتباط با مشتری در ساختار چنین زنجیره تأمین انعطاف‌پذیر و پاسخگویی، اهمیتی دوچندان پیدا می‌کند زیرا چرخه عمر کوتاه، عدم قطعیت در تقاضا و سرعت در پاسخگویی از جمله مهم‌ترین خصوصیات صنعت مد سریع است، به‌گونه‌ای که پیش‌بینی درآمد در این صنعت ارتباط مستقیمی با رفتار تقاضا دارد؛ بنابراین، مدیریت ارتباط با مشتری می‌تواند با تکیه بر اطلاعات تاریخی گذشته و اطلاعات عملیاتی در زمان حال، به تحلیل رفتار مشتریان این صنعت بپردازد [۳]. امروزه با گسترش سیستم‌های پایگاهی و حجم بالای داده‌های ذخیره‌شده در این سیستم‌ها، نیاز به ابزاری است تا بتواند داده‌های ذخیره‌شده را پردازش و اطلاعات حاصل از این پردازش را در اختیار کاربران قرار دهد. در واقع، سیستم مدیریت ارتباط با مشتری با به‌کارگیری ابزارهایی مانند داده‌کاوی[3] و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، رفتار مشتریان را پیش‌بینی و در راستای رفع نیازهای مشتری

* رایانامه نویسنده مسئول: Zeinalnezhad.m@wtiau.ac.ir

[1] Customer relationship management (CRM)

[2] Fast Fashion

[3] Data Mining

گام برمی‌دارد [۴]. باهاری و الاییدام[1] معتقدند رویکرد مدیریت ارتباط با مشتری به همراه داده‌کاوی، ارتباط بین سازمان‌ها و مشتریان را در دنیای کسب‌وکار پیشرفته امروز مدیریت می‌کند. این تکنیک برای پیش‌بینی رفتار مشتریان در جهت بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری در راستای حفظ مشتریان ارزشمند استفاده می‌شود و به سازمان‌ها کمک می‌کند تا مشتریان باارزش را شناسایی و آینده خود را پیش‌بینی کنند [۵].

در عصر کنونی تجارت که چرخه عمر محصولات هر روز کوتاه‌تر و کوتاه‌تر می‌شود، سیاست‌های مرجوع نمودن محصول با زمان‌های پاسخگویی سریع و خدمات مشتری، موجب افزایش رضایت و وفاداری مشتریان و کاهش هزینه‌های زنجیره می‌گردد؛ لذا، طراحی یک زنجیره تأمین معکوس خود منجر به افزایش مزیت‌های رقابتی می‌شود [۶]. مقدس پور و همکاران با طراحی زنجیره تأمین معکوس در صنعت تایر و استفاده از یک مدل ریاضی دوهدفه، چندمحصولی و چنددوره‌ای اهمیت بازیافت و استفاده مجدد از محصولات بازگشتی را عنوان کرده‌اند [۷].

لزوم طراحی زنجیره تأمین معکوس در صنعت مد سریع نیز به‌وضوح احساس می‌شود؛ زیرا مد سریع ارائه شیک‌ترین محصولات در کوتاه‌ترین زمان به مشتریان است و نیاز به ساختارهای انعطاف‌پذیر و پاسخگو در زنجیره تأمین دارد، حتی اگر هزینه‌های بالایی را در بر داشته باشد [۸]. این موضوع حاکی از نقش مهم لجستیک در موفقیت سازمان‌ها است. یک سازمان برای اینکه بتواند خود را از سایر رقبا متمایز سازد باید به تحویل سریع (حتی رایگان) و قابل‌اعتماد به‌عنوان یک اهرم رقابتی توجه ویژه داشته باشد. با توجه به موارد فوق، لجستیک ابزاری است که سازمان را قادر می‌سازد تا با سرعت، قابلیت اطمینان و هزینه کمتر در بازار رقابت کند [۹].

امروزه افزایش رقابت در محیط کسب‌وکار باعث افزایش روند همکاری بین شرکت‌ها به‌عنوان اعضای یک زنجیره شده است. موفقیت یک شرکت به توانایی آن شرکت در یکپارچه‌سازی ارتباطات زنجیره تأمین بستگی دارد. ازاین‌رو، یکپارچه‌سازی طراحی شبکه لجستیک (به‌عنوان بخشی از زنجیره تأمین) نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. لجستیک کارکرد مهمی است که محصول مناسب را در زمان مناسب، با کیفیت و قیمت مناسب به دست مشتری مناسب می‌رساند. بسیاری از مدیران آن را به‌عنوان هزینه محسوب نموده و غالباً از این واقعیت غافل‌اند که لجستیک می‌تواند باعث پیشرفت یا شکست یک شرکت شود [۱۰]. یکی از زمینه‌های مناسب برای بهبود شبکه‌های لجستیک، طراحی مستقیم و معکوس آن به‌صورت یکپارچه است که می‌تواند باعث جلوگیری از زیربهینگی ناشی از طراحی جدا از هم در شبکه‌های لجستیک مستقیم و معکوس گردد. در این رابطه لی و دانگ[2] استفاده از تسهیلات ترکیبی[3] انبار/جمع‌آوری یا انبار/تعمیرات را به‌عنوان ابزاری جهت یکپارچه‌سازی لجستیک مستقیم و معکوس عنوان کرده‌اند. این تسهیلات ترکیبی در جریان مستقیم نقش مراکز توزیع (انبار) و در جریان معکوس نقش مراکز جمع‌آوری، بازرسی و یا مراکز احیاء را ایفا می‌کنند [۱۱]. طراحی مناسب شبکه نقش اساسی در بهبود کیفیت سیستم‌های لجستیکی دارد. از طرفی بهبود سیستم‌های لجستیکی در میزان رضایت مشتری و کاهش هزینه‌ها تأثیر به‌سزایی خواهد داشت؛ بنابراین، می‌توان گفت بهبود زنجیره تأمین، به معنای بهبود ترکیب عوامل مختلف است تا هزینه و زمان را تا حد ممکن کنترل نماید [۱۲].

در سال‌های اخیر، با توجه به آسیب‌های جبران‌ناپذیری که صنعت مد سریع برای محیط‌زیست ایجاد کرده است، رهبران مد سریع ابتکاراتی از جمله استفاده از مدیریت زنجیره تأمین پایدار[4] را اتخاذ کرده‌اند. مقایسه انجام‌شده در چند برند مطرح اروپایی در زمینه مد نشان می‌دهد صنعت مد سریع نتوانسته به‌اندازه کافی ذی‌نفعان بالادستی و پایین‌دستی را در استراتژی مدیریت زنجیره تأمین پایدار همراه سازد. لذا ضرورت طراحی و مدیریت زنجیره تأمین در این صنعت کاملاً مشهود است [۱۳].

با توجه به مباحثی که مطرح شد، ویژگی‌های صنعت مد سریع باعث شده است که جلب رضایت مشتری در مجموعه ارکان اصلی زنجیره قرار گیرد. ازاین‌رو، ضرورت ارائه موضوع مدیریت ارتباط با مشتری نیز در این صنعت بسیار حائز اهمیت است. گروه‌بندی مشتریان با توجه به رفتار ایشان در خرید محصولات، از اهم موضوعات است که باعث می‌شود برای هر گروه از مشتریان تصمیم‌گیری مناسبی جهت بهبود رضایت‌مندی صورت پذیرد و در نهایت رشد درآمد سازمانی را به دنبال خواهد داشت؛ بنابراین، مدیریت ارتباط با مشتری و تحلیل رفتار مشتریان از طریق داده‌کاوی علاوه بر کمک به پیش‌بینی تقاضا، راهی برای افزایش درآمد و کاهش هزینه هاست. در نظر گرفتن جریان معکوس در زنجیره و استفاده از تسهیلات ترکیبی، از دیگر مواردی است که منجر به افزایش رضایت‌مندی و کاهش هزینه‌ها می‌گردد.

[1] Bahari & Elayidom

[2] Lee & Dong
[3] Hybrid Centers
[4] Sustainable Supply Chain Management

لذا، طراحی زنجیره تأمین معکوس در صنعت مد سریع، با هدف کاهش هزینه‌ها و افزایش رضایت‌مندی با استفاده از مدیریت ارتباط با مشتری و تکنیک داده‌کاوی موضوع تحقیق حاضر است. محدوده تحقیق حاضر، فروشگاه‌های زنجیره‌ای است که درصدد ایجاد یکپارچگی در شبکه لجستیک و ارتباط با مشتریان از طریق روش‌های بهینه‌سازی ریاضی هستند. بر اساس مسئله تحقیق، سؤالات اصلی مطرح‌شده جهت دستیابی به هدف تحقیق، به شرح زیر است:

- ❖ چگونه می‌توان مدلی طراحی نمود که قادر به بیشینه‌سازی رضایت مشتریان و کمینه‌سازی هزینه شبکه لجستیک باشد؟
- ❖ چه اقداماتی را می‌توان جهت افزایش رضایت‌مندی مشتریان هر گروه طرح‌ریزی نمود؟
- ❖ کدام فروشگاه‌ها می‌بایست به مراکز ترکیبی جهت دریافت کالاهای بازگشتی تبدیل شوند؟
- ❖ مکان بهینه استقرار مرکز تعمیرات کجاست؟
- ❖ مشتریان را به چند گروه با چه مشخصاتی می‌توان تقسیم‌بندی نمود؟
- ❖ برای هر گروه از مشتریان چه میزان تخفیف برای تعمیرات یا خرید کالای جدید در نظر گرفته شود؟

۲- پیشینه تحقیق

به‌طور خاص، طراحی شبکه به‌عنوان یک تصمیم استراتژیک تعریف می‌گردد و استفاده از مفهوم مدیریت ارتباط با مشتری نیز در تصمیمات استراتژیک و تاکتیکی طراحی شبکه حائز اهمیت است. طراحی شبکه خوب یک شرکت را قادر می‌سازد تا روابط مؤثری با مشتریان خود داشته باشد. این به‌نوبه خود، فعالیت‌های شرکت را برای تشخیص و برآورده کردن نیازهای واقعی مشتریان تسهیل می‌سازد. همچنین، با استفاده از مدیریت ارتباط با مشتری می‌توان برنامه‌های عملی جدید را جهت بیشینه کردن رضایت مشتری تعریف کرد که منجر به ترغیب مشتریان به همکاری با محتوای استراتژی در جمع‌آوری محصولات نهایی در جریان معکوس می‌شود. علاوه بر این، توجه کردن به نیاز مشتری، به معنای افزایش ارزش مشتری است. مراکز ترکیبی به‌منظور توزیع محصولات جدید و جمع‌آوری محصولات استفاده‌شده نکته قابل‌توجهی است که بهینگی زنجیره را افزایش خواهد داد [۱۴].

در دنیای چالشی امروز که مشتریان مزیت رقابتی محسوب می‌شوند، یکی از اساسی‌ترین عوامل پیروزی سازمان‌ها، مدیریت ارتباط با مشتری موفق است. شناخت درست و ارزیابی عملکرد ناشی از این ابزار، دغدغه محققان و مدیران شرکت‌های جهانی است. در این راستا، کوشا و تبری به ارزیابی عملکرد شرکت گاز استان خراسان شمالی در فرآیند مدیریت ارتباط با مشتری بر پایه مدل کارت امتیازی مدیریت ارتباط با مشتری پرداخته‌اند و رتبه‌بندی معیارها از طریق فرآیند تحلیل شبکه‌ای انجام شده است [۱۵].

زنجیره‌های عرضه پوشاک مد و لباس در یک محیط بسیار پرسرعت کار می‌کنند که همواره خواهان کیفیت بهتر، در دسترس بودن بیشتر محصولات، مجموعه‌های گسترده‌تر و زمان تحویل کوتاه‌تر هستند. ازآنجایی‌که محصولات مد دارای عمر کوتاهی هستند و موفقیت بازار آن‌ها نامعلوم است، خرده‌فروشان مد سریع از استراتژی‌های متنوعی برای عدم قطعیت استفاده می‌کنند: تغییر زودبه‌زود محصولات، سرعت در پاسخگویی و تغییر کانال از جمله این موارد است [۱۶].

عدم قطعیت موجود در تقاضای این صنعت شباهت بسیاری به کالاهای مصرفی تندگردش[1] و فاسدشدنی دارد. جهان‌بخش و توحیدی، چابکی، انعطاف‌پذیری و عدم قطعیت را به‌عنوان ویژگی‌های زنجیره تأمین مواد فاسدشدنی مطرح کرده‌اند و در نهایت عوامل کاهش زمان تحویل و افزایش کیفیت، به‌عنوان راه‌حل کاهش میزان مرجوعی در این صنعت مطرح شده است [۱۷].

از یک‌سو، تحویل زودهنگام و کوتاه کردن زمان بین سفارش و تحویل محصول، دو عامل مهم در بازار رقابتی صنعت مد سریع است. برای دستیابی به این هدف شرکت‌های زیادی اقدام به افتتاح شبکه‌های توزیع شهری نزدیک به فروشگاه‌های خرده‌فروشی کرده‌اند. این شبکه‌ها می‌توانند تضمین‌کننده بیش از یک‌بار پر کردن فروشگاه‌ها در روز باشند. گرچه این موضوع نیاز به هزینه‌های سرمایه‌گذاری بالا دارد و موجب زیادشدن هزینه‌های حمل‌ونقل می‌گردد، اما آلفیری و همکاران[2] با انجام مطالعه موردی در فروشگاه‌های خرده‌فروشی ایتالیا نشان داده شده است که افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و حمل‌ونقل با افزایش فروش در فروشگاه‌های خرده‌فروشی قابل جبران است. ازسوی‌دیگر، ازآنجایی‌که استفاده از این شبکه‌ها باعث جلوگیری از نگهداری حجم زیاد موجودی در فروشگاه‌ها می‌گردد، کم شدن هزینه موجودی و آزاد شدن قفسه‌های فروشگاه را نیز به دنبال دارد [۱۸].

[1] Fast Moving Consumer Goods (FMCG)
[2] Alfieri et al.

در واقع صنعت انبوه مد سریع نیاز به زنجیره‌ای چابک، واکنش‌پذیر و پاسخگو دارد، زیرا مشتریان این صنعت رفتارهای خرید هیجانی دارند و دائماً محصولات جدید را طلب می‌کنند [۱۹].

در صنعت مد، تقاضای مصرف‌کنندگان بسیار آشفته و غیرقابل‌پیش‌بینی است. از یک‌سو، عدم قطعیت تقاضا، چالش اصلی مطرح شده توسط محققین و متخصصین است. انبارش ناشی از پیش‌بینی تقاضای ضعیف منجر به از دست رفتن مصرف‌کننده و آسیب جدی به تصویر برند می‌شود. ازسوی‌دیگر، باید از هزینه اجاره غیرضروری موجود در موجودی بیش‌ازحد نیز اجتناب شود [۲۰].

در کنار تمامی ویژگی‌های منحصربه‌فرد این صنعت، مراکز خرده‌فروشی به‌عنوان عنصر نهایی زنجیره تأمین که به‌طور مستقیم با مصرف‌کنندگان در ارتباط است، تأکید ویژه‌ای بر دسترسی به محصول و رضایت مشتری دارد. در حقیقت مصرف‌کنندگان در میان انواع مختلفی از محصولات ارائه‌شده توسط خرده‌فروش، فقط نیاز به مقدار محدودی از انواع خاصی دارند؛ بنابراین، برای خرده‌فروشان بسیار مهم و البته چالش‌برانگیز است که به‌طور دقیق یاد بگیرند چه چیزی مشتریان می‌خواهند، چه موقع و کجا تقاضا رخ می‌دهد و اطلاعات موردنیاز (برای مثال پیش‌بینی تقاضا، داده‌های فروش در زمان واقعی، بازگشت مشتری و وضعیت موجودی) را به دیگر اعضای بالادست ارائه دهند تا عملکرد زنجیره تأمین را بهبود بخشد [۲۱].

عوامل اقتصادی، قانونی یا مسئولیت شرکتی از جمله عواملی است که موجب ایجاد برنامه مدیریت بازگشت کالا در یک سازمان می‌گردد. در زمینه پارچه و پوشاک، مدیریت بازگشت به‌عنوان یک موضوع حساس مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته است. دلایل بازگشت کالا در صنعت مد را می‌توان به سه دسته اصلی تقسیم کرد: بازگشت از تولید، بازگشت از توزیع و بازگشت از مشتری [۲۲].

بازگشت کالا از مراحل تولید و توزیع، قبل از تحویل کالا به مشتری انجام می‌گردد و نقشی در رضایت‌مندی مشتریان ندارد؛ اما در بازگشت کالا از مشتری هنگامی‌که مشتری کالا را پس می‌دهد، محصول به مراکز بازگشت متمرکز[1] یا مراکز برگشتی که توسط شرکت یا ارائه‌دهندگان خدمات لجستیک شخص ثالث[2] مانند FedEx و UPS مشخص شده است، بازگردانده می‌شود. در واقع بخشی از مرکز، به‌عنوان مرکز بازگشت متمرکز اختصاص داده شده است [۲۳].

خرده‌فروش کالاها را از مصرف‌کنندگان جمع می‌کند و در فواصل منظم به تأمین‌کنندگان محصول انتقال می‌دهد. تأمین‌کننده به‌نوبه خود، سازوکارهای مختلفی برای رسیدگی به کالاهای برگشتی دارد. در تحقیق و نکاتش[3]، چالش خرده‌فروشان این است که کالاهای برگشتی را در تعداد بسیار کمی با تنوع زیاد و طی حمل‌ونقل نامنظم و بدون برنامه در مرکز بازگشت متمرکز خود دریافت می‌نمایند [۲۴].

زارا[4] به‌عنوان یک شرکت فعال در صنعت مد سریع، پس از دو فصل فروش سالیانه خود، یک دوره چندهفته‌ای جهت حراج محصولات دارد. به دلیل محدودیت در ظرفیت حمل‌ونقل، تصمیمات تخصیص برای موجودی انبار باقی‌مانده ۴ تا ۶ هفته قبل از دوره حراج آغاز می‌گردد. کارو و همکاران[5] به چالش هماهنگ‌سازی پویا برای تصمیمات موجودی و قیمت‌گذاری برای کالاهای فروخته‌نشده در آخرین ماه فصل عادی و سپس فروش حراج کالا می‌پردازد. تخصیص موجودی قبل از کاهش قیمت بسیار چالش‌برانگیز است زیرا این یک مشکل بهینه‌سازی در مقیاس بزرگ خواهد بود و کشورها برای محصولات کمیاب «رقابت» می‌کنند. علاوه‌براین، قوانین تجاری زیادی وجود دارد که باید رعایت شوند. تا همین اواخر، فرآیند تصمیم‌گیری که توسط زارا برای تخصیص موجودی پایان فصل و قیمت‌گذاری حراجی استفاده می‌شد، اساساً دستی و بر اساس قضاوت مدیریت بوده است. نویسندگان مقاله یک رویکرد مبتنی بر مدل را پیشنهاد دادند که بر اساس یک تقریب قطعی است. بااین‌حال مسئله بهینه‌سازی قطعی همچنان دارای ابعاد بزرگی است؛ بنابراین، به یک طرح جامع و یک مدل در سطح فروشگاه در هر کشور با استفاده از بازخورد بین دو سطح تقسیم می‌شود. آن‌ها با پیاده‌سازی آزمایشی طرح خود در یک تابستان توانستند ۲٫۴٪ معادل ۲۴ میلیون دلار درآمد زارا را افزایش دهند. آن‌ها زنجیره تأمین مستقیم را موردبررسی قرار دادند و برای حل مدل‌های بهینه‌سازی از نرم‌افزارهای تجاری استفاده کردند [۲۵].

تخفیف‌های قیمت برای خرده‌فروشان مد سریع مهم هستند تا از موجودی در کانال توزیع با استفاده از مدیریت تقاضا استفاده کنند. برآورد تقاضای آتی برای یک سطح تخفیف معین مستلزم ارزیابی داده‌های فروش سابق است. در این ارزیابی، مشاهدات اخیر ممکن است مهم‌تر از مشاهدات قدیمی باشد، زیرا اکثر تخفیف‌های قیمت در پایان فصل فروش اتفاق می‌افتد و آن دوره

[1] Centralized Return Centers (CRC)
[2] Third Part Logistics (3PL)
[3] Venkatesh
[4] Zara
[5] Caro et al.

زمانی تخمین‌های دقیق‌تری را ارائه می‌دهد. یلدیز و حکیم اوغلو[1] یک روش حداقل مربعات وزنی را برای تخمین پارامتر یک مدل تقاضای تجربی مورداستفاده در یک سیستم بهینه‌سازی تخفیف‌دهی در نظر گرفته‌اند. آن‌ها یک روش اکتشافی برای اجرای حداقل مربعات وزن‌دار در یک بهینه‌سازی تخفیف‌دهی با استفاده از یک تابع وزن عمومی از ادبیات پیشنهاد کردند. به لحاظ ادبیات بهینه‌سازی، روش حل آن‌ها زیرمجموعه روش‌های برنامه‌ریزی پویا تقریبی قرار می‌گیرد [۲۶].

مد سریع یک زمینه کاملاً رقابتی از مد است که در آن روندهای جدید تکرارشونده، تقاضای غیرمنتظره مشتری و موجودی زیادی از اقلام، از ویژگی‌های اصلی این حوزه هستند. از منظر عملیات، تصمیم‌گیرندگان باید انعطاف‌پذیری بالایی از خود نشان دهند تا بتوانند با سرعت مد سریع مطابقت داشته باشند. در این زمینه، هدف اصلی فارس و همکاران ارائه یک مدل کسب‌وکار پاسخ سریع است. این یک مدل ریاضی عملیاتی است که به خرده‌فروش‌های بین‌المللی اجازه می‌دهد تا تصمیمات اولیه بازنشانی (شارژ) کالا را با توجه به پاسخگویی بازار و آخرین داده‌های فروش، به ترتیب تصحیح کنند. برای بازتعریف پویا و مداوم سیاست‌های بازنشانی، مطابق با سرعت سریع بازار مد، یک مدل ریاضی برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح ارائه شده است که با استفاده از روش بهینه‌ساز سیپلکس حل گردید [۲۷].

آریگو[2] اظهار داشت که از دهه ۱۹۹۰، مفهوم مدیریت ارتباط با مشتری با برانگیختن علاقه جامعه دانشگاهی در ادبیات بازاریابی ظاهر شد. این شامل ادغام عملکردهای زنجیره تأمین به‌منظور دستیابی به کارایی بیشتر در ارائه و بهبود ارزش مشتری است. تحقیق وی بر صنعت مد سریع تمرکز دارد که حوزه‌ای جذاب را نشان می‌دهد که در آن مدیریت روابط مشتری را به دلیل ویژگی‌های خاص محصولات اعم از چرخه عمر کوتاه، تقاضای بی‌ثبات و سطح بالای خرید ناگهانی بررسی می‌کند. به‌منظور رشد درازمدت، شرکت‌های مد سریع با طیف وسیعی از اطلاعات سروکار دارند تا درک خوبی از روند بازار پیدا کنند. تا به امروز، مطالعات کمی مدیریت ارتباط با مشتری را در صنعت مد سریع موردبررسی قرار داده‌اند؛ بنابراین، این تحقیق برای کمک به پر کردن این شکاف موردبررسی قرار گرفته است. تجزیه‌وتحلیل عملکردهای کلیدی زنجیره‌های تأمین مد سریع از دیدگاه مدیریت ارتباط با مشتری انجام شده است و یافته‌ها حاکی از یک تغییر استراتژیک جالب است که بیان می‌دارد سیاست فروش در عرصه مد سریع از رویکرد برآورده‌سازی نیازهای مشتریان به هدایت رفتارهای خرید مشتریان تغییر یافته است [۲۸].

کای و همکاران[3] به بررسی تحلیلی چالش‌های شرکت‌ها در جمع‌آوری محصولات استفاده‌شده صنعت مد پرداختند. آن‌ها در مدل پایه خود، موردی را در نظر گرفتند که یک شرکت خرده‌فروش محصولات صنعت مد، با ارائه برنامه تخفیف، طرح جمع‌آوری محصولات استفاده‌شده را توسعه می‌دهد. بر اساس نوع برند، کالا پس از جمع‌آوری یا به خیریه و یا جهت بازیافت ارسال می‌شود. در هر دو صورت شرکت خرده‌فروش در این فرآیند مشمول دریافت سود خواهد بود. آن‌ها در پژوهش خود برنامه تخفیف بهینه را به‌صورت تحلیلی معین ساختند و همچنین هماهنگی زنجیره تأمین برای بیشینه‌سازی سود را مطالعه نمودند [۲۹].

وو و همکاران[4] در پژوهش خود به مقایسه تحلیلی سه استراتژی قیمت‌گذاری ثابت، قیمت‌گذاری استراتژیک گران و قیمت‌گذاری گران-ارزان و اثربخشی و بهینگی این موضوعات در شرایط مختلف پرداختند. آن‌ها بررسی خود را در زنجیره تأمین صنایع مختلف از جمله مد سریع پیاده‌سازی کردند. هدف اصلی پژوهش به‌طور دقیق شناسایی ارتباط میان رفتار استراتژیک مشتری در خرید و اثر آن بر قیمت‌گذاری بهینه است. نتایج حاکی از آن است که استراتژی قیمت‌گذاری گران-ارزان زمانی بهینه است که میزان تخفیف‌دهی ناچیز باشد. اگر جامعه مشتریان استراتژیک کوچک باشد و نیاز به ارائه تخفیف‌های سنگین احساس شود، بهتر است که از استراتژی قیمت‌گذاری ثابت بهره‌برداری شود. همچنین میزان تخفیف برای حراج آخرین محصولات و ساختار بازار بازیگران دیگر بر استراتژی بهینه قیمت‌گذاری اثرگذار است [۳۰].

ژانگ و همکاران[5] شرایطی را بررسی کردند که یک شرکت تولیدکننده محصولات لوکس با همکاری یک شرکت حوزه مد سریع اقدام به ایجاد یک برند مشترک جدید می‌نماید. هدف تحقیق، بررسی بازارهای هدف ممکن و انتخاب بازار هدف بهینه با استفاده از روش محاسبه تحلیلی با رویکرد نظریه بازی است. استراتژی بهینه هدف‌گیری بازار تعیین شده است. دو نوع مشتری لوکس و معمولی وجود دارد که نتایج حاکی از آن است که شرکت مد سریع که مسئولیت تبلیغات برند مشترک را دارد ترجیح می‌دهد یکی از دو بازار هدف (مشتری لوکس و معمولی)

[1] Yıldız & Hekimoğlu
[2] Arrigo
[3] Cai et al.
[4] Wu et al.
[5] Zhang et al.

را فدای دیگری کند که البته انتخاب هر یک بستگی به شرایط مسئله دارد. ریسک‌گریز بودن هر یک از دو شرکت بر نحوه انتخاب استراتژی بهینه انتخاب بازار هدف اثرگذار خواهد بود [۳۱].

خلاصه تحقیقات انجام شده طی سال‌های اخیر در حوزه‌های زنجیره تأمین، مدیریت ارتباط با مشتری و مد سریع، در جدول (۱) قابل مشاهده است.

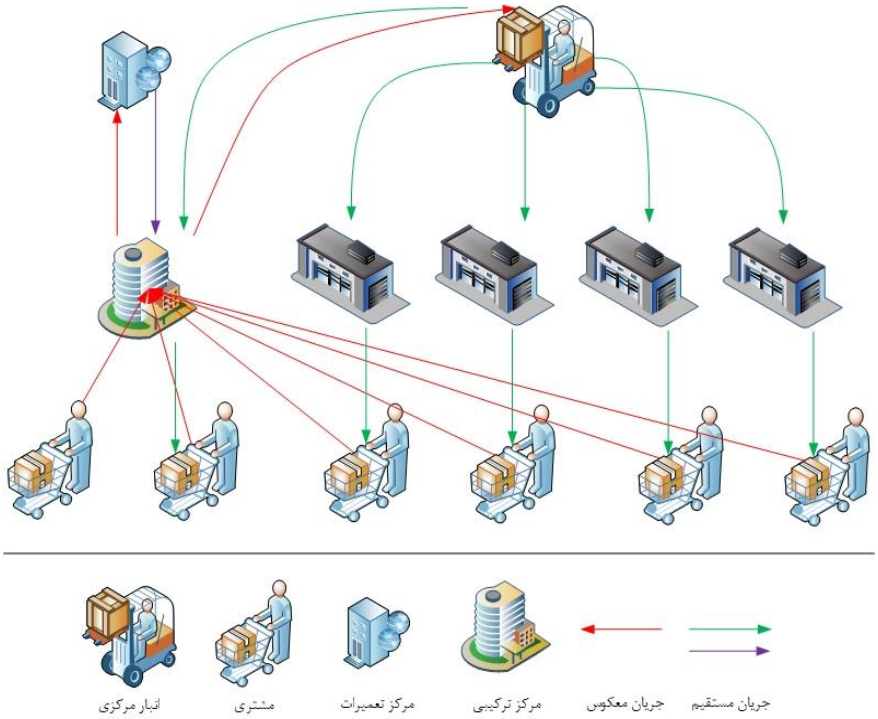
جدول (۱). خلاصه تحقیقات در حوزه‌های زنجیره تأمین، مدیریت ارتباط با مشتری و مد سریع

محقق	هدف	حوزه تحقیق						
		مد سریع	مدیریت ارتباط با مشتری	زنجیره تأمین مستقیم	زنجیره تأمین معکوس	تخفیف‌دهی	رویکرد مدل‌سازی و روش حل	تصمیمات
کارو و همکاران (۲۰۱۹)	هماهنگی توزیع موجودی و قیمت‌گذاری حراج جهت فروش کالا در زارا	*		*			بهینه‌سازی قطعی، نرم‌افزارهای حل‌گر تجاری	قیمت‌گذاری حراج، ذخیره‌سازی
یلدیز و حکیم اوغلو (۲۰۲۰)	بهینه‌سازی قیمت‌گذاری در بخش خرده‌فروشی پوشاک	*				*	بهینه‌سازی ریاضی، تابع حداقل مربعات وزن‌دار، برنامه‌ریزی پویا تقریبی	قیمت‌گذاری
فارس و همکاران (۲۰۱۸)	پاسخ‌دهی سریع در خرده‌فروشی مد سریع: مد بهینه‌سازی پاسخگویی زنجیره تأمین	*		*			برنامه‌ریزی عدد صحیح، نرم‌افزارهای حل‌گر تجاری	جایگذاری کالا
آریگو (۲۰۱۸)	روابط با مشتری و مدیریت زنجیره تأمین در صنعت مد سریع	*	*				تحلیل کیفی و استراتژیک	
کای و همکاران (۲۰۲۲)	عملیات جمع‌آوری پوشاک مورداستفاده در زنجیره تأمین خرده‌فروشی	*	*		*	*	نظریه بازی، محاسبه تحلیلی	میزان تخفیف
وو و همکاران (۲۰۲۲)	استراتژی قیمت‌گذاری بهینه: چگونه به مصرف‌کنندگان استراتژیک بفروشیم؟	*	*			*	محاسبه تحلیلی استراتژی بهینه	استراتژی بهینه
ژانگ و همکاران (۲۰۲۲)	هدف‌گذاری بازار با تأثیرات اجتماعی و ریسک‌گریزی در یک اتحاد برندسازی مشترک	*					نظریه بازی	شناسایی بازار هدف بهینه
یداللهی نیا و همکاران (۲۰۱۸)	طراحی زنجیره تأمین روبه‌جلو و معکوس با در نظر گرفتن مدیریت ارتباط با مشتری		*	*	*		برنامه‌ریزی عدد صحیح چندهدفه، برنامه‌ریزی آرمانی	تولید، انتقال، موجودی، استراتژی، راه‌اندازی
تحقیق حاضر	طراحی زنجیره تأمین معکوس در صنعت مد سریع برای مدیریت ارتباط با مشتری با استفاده از داده‌کاوی و مدل‌سازی ریاضی	*	*		*	*	بهینه‌سازی تصادفی (در نظر گرفتن عدم قطعیت تقاضا) به‌صورت سناریومحور، داده‌کاوی	گروه‌بندی مشتریان، تعیین طرح رضایت‌مندی، مکان‌یابی تسهیلات

همان‌طور که در جدول (۱) عنوان شده است، تحقیقات اندکی به‌صورت هم‌زمان مدیریت ارتباط با مشتری و زنجیره تأمین معکوس را در صنعت مد سریع موردمطالعه قرار داده‌اند. تحقیق حاضر مدیریت ارتباط با مشتری، زنجیره تأمین معکوس و تخفیف‌دهی را در این صنعت موردبررسی قرار می‌دهد. رویکرد مدل‌سازی و روش حل بهینه‌سازی تصادفی با در نظر گرفتن عدم قطعیت تقاضا به‌صورت سناریومحور است. همچنین، با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی، مشتریان گروه‌بندی شده و مدلی برای مدیریت ارتباط با مشتری طراحی می‌شود.

۳- روش تحقیق

زنجیره تأمین موردبررسی در این تحقیق شامل سه لایه مرکز توزیع (انبار مرکزی و مرکز تعمیرات)، مراکز خرده‌فروشی (فروشگاه‌ها) و مشتریان در جریان مستقیم زنجیره است که در شکل (۱) نمایش داده شده است. کالاها ابتدا از انبار مرکز به فروشگاه‌ها منتقل می‌شود. فروشگاه‌ها مکانی است که عرضه کالاها در آن انجام می‌گیرد و با مراجعه مشتری فرآیند روبه‌جلو زنجیره صورت می‌پذیرد. در جریان معکوس، کالاهای استفاده‌شده مشتریان در مراکز ترکیبی تحویل گرفته می‌شود و پس از بازرسی برحسب قابل تعمیر یا غیرقابل تعمیر بودن به مرکز تعمیرات یا انبار مرکز منتقل می‌گردند. کالاهای تعمیر شده مجدداً جهت تحویل به مشتری در چرخه مستقیم به جریان درمی‌آیند. بدین ترتیب شبکه موردبررسی یک شبکه لجستیک حلقه بسته خواهد بود. نکته مهمی که باید موردتوجه قرار گیرد این است که در شبکه موردبررسی فرض شده است که جمع‌آوری محصولات بازگشتی در همان مراکز خرده‌فروشی صورت می‌گیرد که به‌صورت ترکیبی هم عرضه و هم تحویل محصولات را بر عهده دارند.



شکل (۱). مدل زنجیره تأمین تحقیق حاضر

در مدل طراحی‌شده محصولات بازگشتی بعد از جمع‌آوری و بازرسی به دو گروه قابل تعمیر و غیرقابل تعمیر تقسیم می‌شوند. محصولات قابل تعمیر جهت انجام خدمات به مرکز تعمیرات و محصولات غیرقابل تعمیر جهت بازیافت به انبار مرکز منتقل می‌گردند. مصداق واقعی تعمیرات در صنعت پوشاک در مجموعه‌ای فعال در صنعت مد سریع در شهر تهران وجود داشته است و اساس ایجاد مرکز تعمیرات نیز به خواست مشتریان و جهت افزایش رضایت‌مندی آن‌ها بوده است. طبق موارد مشاهده‌شده بسیاری از نواقص کالا قبل از پایان عمر مفید کالا ایجاد شده است که نیاز مشتری به تعمیرات را در بر خواهد داشت.

همان‌طور که در مرور ادبیات اشاره شد از جمله نکات مهم در طراحی شبکه لجستیک یکپارچه نقش مهم مراکز عرضه در جریان مستقیم (خرده‌فروشی‌ها) و مراکز جمع‌آوری/بازرسی در جریان معکوس است. این اهمیت زمانی دوچندان می‌شود که هنگام طراحی شبکه لجستیک به‌طور یکپارچه امکان مکان‌یابی مراکز عرضه و مراکز جمع‌آوری/بازرسی در محل مشترک و در نتیجه سود بردن از مزایای صرفه‌جویی مالی حاصل از ادغام هزینه‌های احداث، نیروی انسانی و سایر هزینه‌های تأثیرپذیر فراهم آید. همان‌طور که در شکل (۱) نمایش داده شده است امکان انطباق مراکز عرضه و مراکز جمع‌آوری/بازرسی که اولی در جریان مستقیم و دومی در جریان معکوس نقش ایفا می‌کنند. به‌منظور امکان بهره‌گیری از صرفه‌جویی قابل‌توجه حاصل از این انطباق در شبکه موردتوجه قرار گرفته است، چراکه استفاده از این تسهیلات علاوه بر اینکه موجب کاهش پیچیدگی می‌شود از نظر اقتصادی نیز به دلیل ادغام جریان مستقیم و معکوس و استفاده بهتر از تسهیلات موجب صرفه‌جویی می‌گردد [۳۲].

کالاهای برگشتی به دو دسته آسیب شرکتی و صدمه انسانی تقسیم می‌شوند. در حالت آسیب شرکتی بسته به اینکه کالا دارای گارانتی باشد یا خیر، خدمات متفاوتی به مشتری ارائه می‌گردد و هزینه متفاوتی نیز به شرکت تحمیل خواهد شد. در حالت صدمه انسانی تفاوتی میان برخورداری یا عدم برخورداری از گارانتی وجود ندارد. کالاهای مرجوعی در نهایت به دو دسته تعمیری و بازیافتی تقسیم‌بندی می‌شوند که موارد تعمیری به مرکز تعمیرات و موارد بازیافتی به انبار مرکزی منتقل خواهند شد. مراکز ترکیبی نیز با توجه به سابقه خرید مشتریان از بین فروشگاه‌ها انتخاب می‌گردد. به این معنی که سعی بر انتخاب فروشگاه‌هایی به‌عنوان مراکز ترکیبی است که درصد بیشتری از تقاضای مشتریان را به خود اختصاص داده‌اند.

همچنین به جهت ایجاد انگیزه و افزایش ارزش و رضایت مشتریان، مزایایی با توجه به سطح مشتریان در نظر گرفته می‌شود. از جمله مزایایی که می‌توان برای مشتریان در نظر گرفت تخفیف در هزینه تعمیر کالاهای تعمیری و ارائه تخفیف برای خرید کالای جدید در صورت مرجوع نمودن محصول دیگر به تفکیک گروه مشتری است.

جامعه آماری موردبررسی در این تحقیق، سوابق خرید مشتریان طی دو سال از فروشگاه‌های یک مجموعه است و مجموعاً ۶۵۹ هزار رکورد داده موردبررسی قرار گرفته است. تمامی ۲۱ فروشگاه حاضر در این مجموعه در زمینه مد و پوشاک فعالیت دارند و شامل ۶ برند لوکس و نیمه‌لوکس هستند. تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار پایتون[1] و محیط اسپایدر[2] صورت گرفت. در مرحله اول داده‌کاوی، آماده‌سازی داده‌ها با حذف داده‌های گمشده و نامعتبر آغاز شد و داده‌ها نرمال شدند. همچنین، با استفاده از متغیرهای داده‌های موجود، سه متغیر جدید زمان خرید، تعداد خرید و مبلغ خرید که در روش RFM[3] برای ارزیابی ارزش مشتری مورداستفاده قرار می‌گیرند، ایجاد شده‌اند. در مسائل بازاریابی و ارتباط با مشتری به‌منظور خوشه‌بندی مشتریان بر اساس ارزش آن‌ها از این روش استفاده می‌گردد.

در مرحله دوم، مدل‌سازی با الگوریتم K-means جهت خوشه‌بندی صورت گرفت. ازآنجایی‌که الگوریتم خوشه‌بندی یک الگوریتم یادگیری نظارت نشده است، بنابراین متغیر وابسته یا خروجی در این روش وجود ندارد و از مشخصه کارت مشتری به‌عنوان متغیر خروجی استفاده نمی‌شود. متغیرهای ورودی الگوریتم خوشه‌بندی به‌قرار جدول (۲) است.

جدول (۲). متغیرهای ورودی الگوریتم خوشه‌بندی

ردیف	نام متغیر	نوع متغیر	شرح
۱	زمان خرید	مستقل	مدت‌زمان آخرین خرید مشتری تا زمان حال
۲	تعداد خرید	مستقل	تعداد کالای خریداری‌شده توسط هر مشتری
۳	مبلغ خرید	مستقل	مبلغ کل

خوشه‌بندی مشتریان باعث ایجاد یک الگو جهت مشخص شدن گروه مشتریان تازه‌وارد به زنجیره و همچنین به‌روزرسانی گروه مشتریان فعلی در زنجیره می‌گردد. همچنین اطلاعات مربوط به گروه‌بندی مشتریان در مدل بهینه‌سازی از طریق خوشه‌بندی به دست می‌آید.

مبحث تعمیرات و مرجوعی کالا و هزینه‌های مربوطه یک امر مهم در خدمات پس از فروش است که به قرارداد گارانتی میان شرکت و مشتری بازمی‌گردد. در زنجیره مد سریع تحقیق حاضر قرارداد گارانتی مطابق شکل (۲) تعریف شده است، به‌گونه‌ای که اگر طی مدت گارانتی، کالا دچار عیب یا نقصی شود که صدمه عمدی انسانی در آن دخیل نباشد، شرکت ملزم به تعویض کالا برای مشتری است. در این حالت هزینه‌ای از مشتری برای تعویض کالا دریافت نمی‌شود. همچنین اعتبار کاربری برای مشتری لحاظ خواهد شد. پس‌ازآن درصورتی‌که کالا جزو کالاهای بازیافتی باشد (حالت t_1، مرجوعی آسیب شرکتی-گارانتی-بازیافتی) کالا به انبار مرکزی منتقل خواهد شد و در دوره فروش بعدی مورداستفاده قرار خواهد گرفت. درصورتی‌که کالا نیاز به تعمیر داشته باشد (حالت t_2، مرجوعی آسیب شرکتی-گارانتی-تعمیری) کالا به مرکز تعمیرات منتقل خواهد شد.

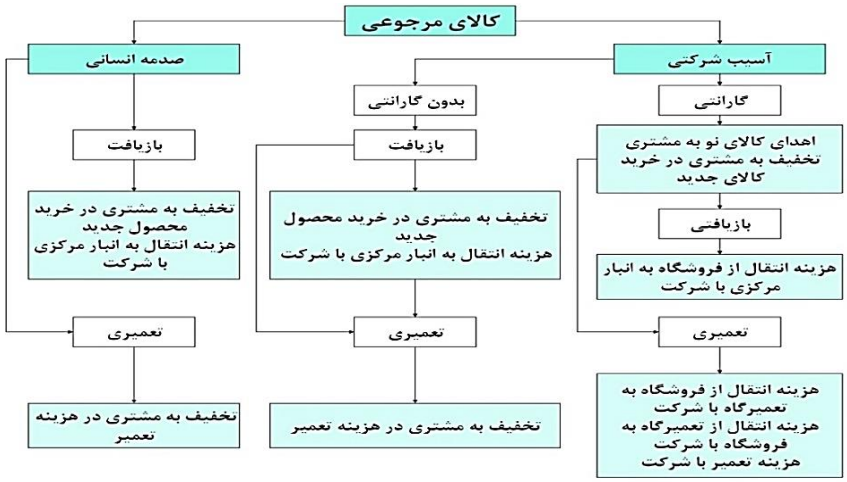
درصورتی‌که کالا فاقد گارانتی و جزو کالاهای بازیافتی باشد (حالت t_3، مرجوعی آسیب شرکتی-فاقد گارانتی-بازیافتی) کالا به انبار مرکزی منتقل خواهد شد و تخفیف خرید محصول جدید به مشتری داده می‌شود. اگر کالا نیاز به تعمیر داشته باشد (حالت t_4، مرجوعی آسیب شرکتی-فاقد گارانتی-تعمیری) کالا با هزینه مشتری به مرکز تعمیرات منتقل خواهد شد و در هزینه تعمیرات تخفیفی برای مشتری در نظر گرفته می‌شود.

اما درصورتی‌که نقص به وجود آمده از سوی مشتری باشد، تفاوتی نمی‌کند که محصول دارای گارانتی یا بدون گارانتی باشد. در هر دو حالت، در صورت بازیافتی بودن (حالت t_5، مرجوعی صدمه انسانی-بازیافتی) محصول از مشتری دریافت شده و به

[1]. Python
[2]. Spyder
[3]. Recency, Frequency, Monetary

مشتری برای خرید محصول جدید از همان برند تخفیف داده می‌شود. کالای بازیافتی نیز به انبار مرکزی منتقل خواهد شد. درصورتی‌که کالا تعمیری باشد (حالت مرجوعی t_6، صدمه انسانی-تعمیری) هزینه تعمیر با تخفیف از مشتری دریافت خواهد شد. در این حالت هزینه انتقال به مرکز تعمیرات و بالعکس با مشتری است.

پیشنهاد تخفیف بر روی هزینه تعمیر به‌صورت درصدی از هزینه تعمیر محاسبه می‌شود و با پارامتر α_g، عددی بین صفر تا یک، برای گروه مشتری g بیان می‌گردد. همچنین اعتبار کاربری به‌صورت درصد تخفیف بر روی خرید کالای جدید محاسبه می‌شود. این تخفیف با پارامتر β_g، عددی بین صفر و یک، برای گروه مشتری g قابل‌بیان است. نمودار حالات مختلف مرجوعی و نحوه اعمال تخفیف‌ها برای شرایط مختلف گارانتی در شکل (۲) قابل مشاهده است. در مقایسه دو حالت «آسیب شرکتی بدون گارانتی» و «صدمه انسانی» می‌توان مقادیر متفاوتی برای تخفیف در نظر گرفت اما در تحقیق حاضر به جهت جلوگیری از پیچیده شدن مدل‌سازی چنین تمایزی موردنظر نیست.



شکل (۲). انواع مرجوعی و سیاست‌های رضایت‌مندی مشتری

مفروضات بیان‌شده در این مسئله به شرح زیر است:

- مدل چندهدفه، تک‌دوره‌ای و چندمحصولی است.
- تعداد و مکان تسهیلات غیر از مرکز تعمیرات مشخص و ثابت است.
- مکان مرکز توزیع (انبار) و مراکز خرده‌فروشی (فروشگاه‌ها) ثابت و مراکز ترکیبی بالقوه است و از بین مراکز خرده‌فروشی (فروشگاه‌ها) انتخاب می‌شود.
- یک مکان به‌عنوان مرکز تعمیرات در نظر گرفته می‌شود.
- تقاضای مشتریان غیرقطعی است.
- درصدی از تقاضای مشتریان به‌عنوان کالای برگشتی در نظر گرفته می‌شود که مقدار آن قطعی است. درصد مرجوعی کالا به تفکیک انواع حالات نیز مشخص و ثابت است.
- جریان مستقیم به‌صورت کششی و جریان معکوس به‌صورت فشاری است.
- تقاضای مشتریان بایستی در هر سناریو پوشش داده شود و کمبود جایز نیست. در واقع فرض بر این است که ظرفیت تولید تمامی سناریوهای تقاضای مشتریان را پوشش می‌دهد.

در جداول (۳)، (۴) و (۵) نمادهای مورداستفاده در مدل ریاضی شامل مجموعه‌ها، پارامترها، و متغیرهای تصمیم مسئله به همراه تعاریف متناظر قابل مشاهده است.

جدول (۳). مجموعه‌ها

نماد	تعریف
$\{l\}$	مکان ثابت و مشخص انبار مرکزی
I	مکان ثابت و مشخص مراکز خرده‌فروشی (i = 1,2,…,I)
J	مجموعه نقاط جهت انتخاب مرکز تعمیرات (j = 1,2,…,J)
P	نوع محصولات در شبکه (p = 1,2,…,P)
G	گروه مشتری در شبکه (g = 1,2,…,G)
T	حالات مرجوعی (t = 1,2,…,T)
Ω	مجموعه سناریوها (s=1,2,…,Ω)

جدول (۴). پارامترها

نماد	تعریف
c_{il}	هزینه حمل‌ونقل هر واحد محصول از خرده‌فروشی i به انبار مرکز l
c_{ij}	هزینه حمل‌ونقل هر واحد محصول از خرده‌فروشی i به مرکز تعمیرات j
c_{ji}	هزینه حمل‌ونقل هر واحد محصول از مرکز تعمیرات j به خرده‌فروشی i
d_{ps}	تقاضای محصول p در سناریو s
$\overline{d}_{ips}$	میزان تقاضا به تفکیک فروشگاه، برند و سناریو
rep_p	هزینه تعمیرات محصول برگشتی p
u_i	هزینه ترکیب کردن مرکز خرده‌فروشی i
e_j	هزینه راه‌اندازی مرکز تعمیرات در نقطه j
pr_p	قیمت محصول p
f_g	میانگین امتیاز گروه g طبق مدل RFM
k_{tpg}	نرخ مرجوعی در حالت t برای محصول p توسط مشتری g
$\overline{k}_i$	میانگین نرخ مرجوعی هر فروشگاه بر روی سناریو
h	ضریب اهمیت فاصله جغرافیایی

جدول (۵). متغیرهای تصمیم

نماد	تعریف
x_{ils}	مقدار جریان محصولات مرجوعی از مرکز ترکیبی i به انبار مرکزی l تحت سناریوی s
x_{ijs}	مقدار جریان محصولات مرجوعی از مرکز ترکیبی i به مرکز تعمیرات j تحت سناریوی s
x_{jis}	مقدار جریان محصولات مرجوعی از مرکز تعمیرات j به مرکز ترکیبی i تحت سناریوی s
y_i	متغیر صفر و یک تبدیل خرده‌فروشی i به مرکز ترکیبی
v_j	متغیر صفر و یک انتخاب محل j برای احداث مرکز تعمیرات
π_{ij}	متغیر کمکی
α_g	درصد آفر تخفیفی تعمیرات برای گروه مشتری g
β_g	درصد آفر تخفیفی خرید کالای جدید به مشتری گروه g

مدل ریاضی شامل توابع هدف و محدودیت‌ها در ادامه ذکر شده است.

$$\begin{aligned}&\min cost = \textstyle\sum_i u_i y_i + \sum_j e_j v_j \\ &+\mathbb{E}_\Omega[\textstyle\sum_i c_{il}x_{ils} + \sum_{i,j} c_{ij}x_{ijs} + \sum_{i,j} c_{ji}x_{jis} \\ &+ \textstyle\sum_{g,p} pr_p\beta_g d_{ps}\left(k_{1pg} + k_{2pg} + k_{3pg} + k_{5pg}\right) \\ &+ \textstyle\sum_{g,p} rep_p\alpha_g d_{ps}\left(k_{4pg} + k_{6pg}\right) \\ &+ \textstyle\sum_p rep_p d_{ps}\left(\sum_g k_{2pg}\right) \\ &+ \textstyle\sum_p pr_p d_{ps}\left(\sum_g k_{1pg} + k_{2pg}\right)]\end{aligned} \quad (۱)$$

$$\begin{aligned}&\max crm = \mathbb{E}_\Omega[\textstyle\sum_{g,p}\beta_g d_{ps}\left(k_{1pg} + k_{2pg} + k_{3pg} + k_{5pg}\right) \\ &+ \textstyle\sum_{g,p}\alpha_g d_{ps}\left(k_{4pg} + k_{6pg}\right) \\ &\text{عدد ثابت} + \textstyle\sum_p d_{ps}\left(\sum_g k_{2pg} + k_{1pg}\right) \\ &- \textstyle\sum_{i,p}\overline{d}_{ips}\overline{k}_i h(1 - y_i)]\end{aligned} \quad (۲)$$

$$x_{ils} \geq \textstyle\sum_p d_{ps}(\sum_g k_{1pg} + k_{3pg} + k_{5pg})\, y_i / Q \qquad \forall i,s \qquad (۳)$$

$$x_{ijs} \geq \textstyle\sum_p d_{ps}(\sum_g k_{2pg})\,\pi_{ij}/Q \qquad \forall i,j,s \qquad (۴)$$

$$x_{jis} = x_{ijs} \qquad \forall i,j,s \qquad (۵)$$

$$\textstyle\sum_i y_i = Q \qquad (۶)$$

$$\textstyle\sum_j v_j = 1 \qquad (۷)$$

$$\pi_{ij} \geq (y_i + v_j - 1) \qquad \forall i,j \qquad (۸)$$

$$\alpha_g \leq \overline{\alpha} \qquad \forall g \qquad (۹)$$

$$\underline{\alpha} \leq \alpha_g \qquad \forall g \qquad (۱۰)$$

$$\beta_g \leq \overline{\beta} \qquad \forall g \qquad (۱۱)$$

$$\underline{\beta} \leq \beta_g \qquad \forall g \qquad (۱۲)$$

$$\alpha_g \geq \alpha_{g-1}{}^{f_g}\!/_{f_{g-1}} \qquad \forall g \qquad (۱۳)$$

$$\beta_g \geq \beta_{g-1}{}^{f_g}\!/_{f_{g-1}} \qquad \forall g \qquad (۱۴)$$

$$x,\alpha,\beta \geq 0, y,v,\pi \in \{0,1\} \qquad \forall g,i,j,p,s \qquad (۱۵)$$

تابع هدف (۱) جمع هزینه احداث مرکز تعمیرات و راه‌اندازی مراکز ترکیبی و میانگین موزون هزینه انتقال کالا و تخفیف مبتنی بر سناریو را نشان می‌دهد. تابع هدف (۲) میزان رضایت‌مندی حاصل از ارائه تخفیف و همچنین عدم رضایت ناشی از عدم یکسان بودن محل خرید کالا و مرکز ترکیبی را بیان می‌دارد. در واقع درصورتی‌که مشتری برای مرجوع نمودن کالا نیازمند مراجعه به شعبه دیگری غیر از شعبه مربوط به کالای خود باشد، وجود فاصله منجر به عدم رضایت خواهد شد. میزان هر واحد عدم رضایت بر اساس پارامتر h قابل تنظیم است.

محدودیت‌های (۳) الی (۵) میزان جریان کالا در شبکه که هزینه آن بر عهده شرکت است را مشخص می‌سازد. محدودیت (۶) بیان می‌دارد که تعداد Q مرکز ترکیبی می‌بایست راه‌اندازی شود. محدودیت (۷) گویای این مطلب است که یکی از مکان‌های

کاندید به‌عنوان مرکز تعمیرات انتخاب و احداث خواهد شد. محدودیت (۸) بیانگر محدودیت‌های کمکی برای مدل‌سازی خطی مسئله هستند. محدودیت‌های (۹) الی (۱۲) کف و سقف تخفیف قابل‌ارائه به هر دسته از مشتریان را مشخص می‌سازد. محدودیت‌های (۱۳) و (۱۴) به ترتیب برای تخفیف تعمیر و تخفیف خرید کالای جدید مشخص می‌سازند که حداقل به چه میزان بایستی میان تخفیف ارائه شده به دو گروه متوالی اختلاف ایجاد نمود. پارامتر f میانگین امتیاز کسب‌شده مشتریان هر یک از گروه‌ها طبق مدل RFM است که در بازه ۱ تا ۱۰ نرمال شده است. محدودیت (۱۵) بیانگر نوع متغیرهای مدل ریاضی است.

پارامترهای دارای اندیس g، شامل f_g ،k_{tpg}، با استفاده از داده‌های هر خوشه محاسبه می‌گردند. همچنین متغیرهای دارای اندیس g، شامل α_g و β_g، متغیرهای تصمیم مربوط به خوشه‌ها هستند که پس از حل مدل مقادیر آن‌ها محاسبه می‌شوند.

به‌منظور حل مدل می‌بایست به این نکته توجه داشت که تابع رضایت مشتریان به‌صورت محدودیت در مدل در نظر گرفته می‌شود. با توجه به اینکه این تابع از جنس هزینه نیست، نمی‌توان آن را با تابع هدف هزینه ادغام نمود. لذا برای تحلیل تعامل میان این دو تابع، می‌بایست از مفاهیم موجود در بهینه‌سازی چندهدفه استفاده کرد. بدین منظور در ادبیات موضوع از مفهوم مرز پارتو یاد شده است. نقاط موجود در جبهه، دوتایی‌هایی شامل مقادیر دو تابع هدف است که هیچ مقدار بهتری به‌صورت مطلق بر آن‌ها برتری ندارد. در واقع هیچ جوابی برای مسئله وجود ندارد که دوتایی بهتری را در هر دو مؤلفه تابع هدف اول و دوم نسبت به مرز پارتو ارائه دهد.

برای به دست آوردن مرز پارتو، ابتدا بدون در نظرگیری تابع هدف رضایت مشتریان، تابع هدف هزینه، رابطه (۱)، حل می‌شود و جواب به‌دست‌آمده در تابع رضایت مشتریان، رابطه (۲)، قرار می‌گیرد. مقدار به‌دست‌آمده برای تابع رضایت مشتریان بیانگر حداقل مقدار ممکن برای این تابع و مقدار به‌دست‌آمده برای تابع هدف هزینه به‌عنوان مقدار بهینه این تابع در نظر گرفته می‌شود. در مرحله بعد، تابع رضایت مشتریان به‌عنوان تابع هدف در نظر گرفته شده و از وجود تابع هدف هزینه صرف‌نظر می‌شود و مسئله با تابع هدف رضایت مشتریان حل می‌گردد. مقدار به‌دست‌آمده برای تابع رضایت مشتریان به‌عنوان مقدار بهینه برای این تابع در نظر گرفته شده و با قرار دادن جواب مسئله در تابع هزینه، حداکثر مقدار ممکن برای تابع هزینه به دست خواهد آمد. به‌این‌ترتیب جدول (۶) نشان‌دهنده تحلیل عنوان شده است:

جدول (۶). تحلیل توابع هدف

		مقدار تابع هدف	
		هزینه	رضایت مشتریان
تابع هدف	هزینه	بهینه هزینه	حداقل رضایت مشتریان
	رضایت مشتریان	حداکثر هزینه	بهینه رضایت مشتریان

نتیجه جدول (۶) دو عبارت دوتایی (بهینه هزینه، حداقل رضایت مشتریان) و (حداکثر هزینه، بهینه رضایت مشتریان) خواهد بود. این دو نقطه در واقع حدود تغییرات دو تابع هدف نسبت به یکدیگر را مشخص می‌کنند. به‌منظور به دست آوردن جبهه پارتو، ۱۹ مقدار مابین دو مقدار حداقل و بهینه رضایت مشتری، برای تابع هدف دوم در نظر گرفته می‌شود و با کمک آن‌ها تابع هدف هزینه، رابطه (۱)، حل می‌شود. با رسم مجموعه نقاط حاصل، جبهه پارتو به دست خواهد آمد. در بسیاری موارد با توجه به نوع رابطه بین دو تابع هدف، امکان دارد که تقعر و تحدب جبهه پارتو تغییر یابد و این تغییر در خصوص نزولی یا صعودی بودن آن نیز برقرار است.

دلیل استفاده از مرز پارتو این است که این روش یک ابزار مناسب برای تصمیم‌گیرندگان جهت افزایش دقت حدود محدودیت‌ها است. بسیاری از محدودیت‌ها و الزامات دنیای واقعی را نمی‌توان و یا به‌صرفه نیست که در مدل ریاضی گنجاند؛ لذا با تحلیل حساسیت با استفاده از ابزار مرز پارتو می‌توان دید مناسبی از روند تغییرات دو تابع هدف از یکدیگر به دست آورد و تصمیم‌گیرنده با لحاظ کردن محدودیت‌های نانوشته دیگر می‌تواند تصمیم مناسبی در خصوص حد مناسب تابع رضایت مشتریان اتخاذ نماید [۳۳].

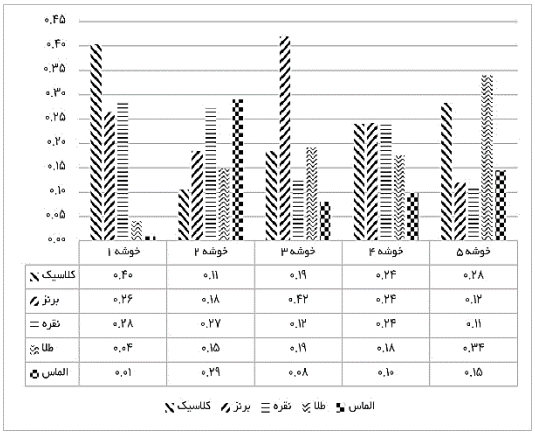
مسئله تحقیق حاضر ترکیبی از دو مسئله تخصیص و حمل‌ونقل است و با توجه به تعداد متغیرها و محدودیت‌های موجود، حداقل پیچیدگی آن NP-Complete است؛ اما با توجه به اینکه ابعاد موردکاوی حاضر متوسط است، مسئله در زمان معقول با روش‌های دقیق قابل‌حل است. همچنین مسئله موردبررسی به علت عدم قطعیت موجود در تقاضا یک مسئله بهینه‌سازی تصادفی است. در این پژوهش از رویکرد سناریومحور جهت مدل‌سازی مسئله استفاده شده است.

۴- نتایج و بحث

۴-۱- معرفی مطالعه موردی تحقیق

همان‌طور که عنوان شد جامعه آماری موردبررسی در این تحقیق، سوابق خرید مشتریان طی دو سال از فروشگاه‌های یک مجموعه با ۲۱ فروشگاه است که تمامی این فروشگاه‌ها در زمینه مد و پوشاک فعالیت دارند و شامل ۶ برند لوکس و نیمه‌لوکس با نام‌های A,B,…,F هستند.

با توجه به مجموعه‌ها، متغیرها و محدودیت‌های عنوان شده در مسئله، این موارد در مطالعه موردی ما به شرح جدول‌های (۷)، (۸) و (۹) است:



شکل (۳). میزان هم‌خوانی خوشه‌ها با گروه‌های مشتری

جدول (۷). مجموعه‌های مسئله

عنوان	تعداد	مجموعه‌ها
انبار مرکز	۱	l
فروشگاه‌ها	۲۱	i
مراکز ترکیبی	۶	j
گروه مشتری	۵	g
سناریو	۲۰	s
جمع کل	۵۳	

جدول (۸). متغیرهای مسئله

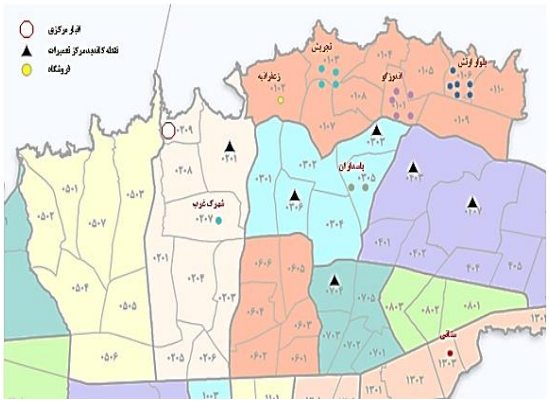
تعداد	متغیر
۵	alpha
۵	beta
۲۱*۷*۲۰=۲۹۴۰	x
۲۱	y
۶	v
۶*۲۱=۱۲۶	π
۳۱۰۳	جمع کل

جدول (۹). محدودیت‌های مسئله

شماره محدودیت	تعداد
۳	۲۱*۱*۲۰=۴۲۰
۴	۲۱*۶*۲۰=۲۵۲۰
۵	۲۱*۶*۲۰=۲۵۲۰
۶	۱
۷	۱
۸	۲۱*۶=۱۲۶
۹	۵
۱۰	۵
۱۱	۵
۱۲	۵
۱۳	۵
۱۴	۵
جمع کل	۵۶۱۸

۴-۲- نتایج داده‌کاوی

فرآیند داده‌کاوی جهت انتخاب بهترین گروه متناسب هر مشتری با توجه به عملکرد گذشته وی ارائه شد. مشتریان در ابتدا در گروه کلاسیک قرار می‌گیرند و طی زمان با افزایش تعداد دفعات و ارزش خرید با توجه به مدل یادگیری ماشین گروه آن‌ها به‌روزرسانی خواهد شد. الگوریتم خوشه‌بندی استفاده شده این مقایسه را انجام می‌دهد که اعضای هر خوشه به چه میزان با اعضای برچسب‌های موجود در داده‌ها هم‌خوانی دارند و نتایج مربوطه در شکل (۳) ارائه شده است.



شکل (۴). نقشه استقرار مؤلفه‌های زنجیره تأمین در شهر

با توجه به شکل (۳)، بهترین پیش‌بینی برای هر یک از گروه‌های مشتریان در جدول (۱۰) ارائه شده است.

جدول (۱۰). نتایج مدل خوشه‌بندی

نام گروه	اولین خوشه مشابه	درصد تشابه	بهترین خوشه
کلاسیک	۱	۰/۴۰	۱
برنز	۳	۰/۴۲	۳
نقره	۱	۰/۲۸	۴
طلا	۵	۰/۳۴	۵
الماس	۲	۰/۲۹	۲

برای هر گروه بهترین خوشه از میان خوشه‌ها بیان شده است؛ اما برای استفاده از این مدل در پیش‌بینی گروه مشتری، نباید اشتراکی میان خوشه متناظر با دو گروه مشتری وجود داشته باشد. در اینجا یک مسئله بهینه‌سازی تخصیص وجود دارد که هدف آن تخصیص هر خوشه به یک گروه مجزا است به‌نحوی‌که مجموع درصد اشتراک محاسبه‌شده حاصل از تخصیص بیشینه شود. نتیجه حاصل از حل مدل در ستون بهترین خوشه در جدول (۱۰) نمایش داده شده است.

مزیت روش خوشه‌بندی و تخصیص در این است که سه گروه کلاسیک، برنز و طلا را با اختلاف قابل‌توجهی نسبت به سایر گروه‌ها، در دسته مناسب قرار می‌دهد. بر اساس نتایج فوق می‌توان مختصات مشخصه‌های داده‌های آزمون و خوشه آن‌ها را به‌عنوان متغیر خروجی (برچسب) نگه‌داری کرد و سپس با طراحی یک مدل طبقه‌بندی مبتنی بر روش نزدیک‌ترین k همسایه، مشتریان جدید را گروه‌بندی و مشتریان قبلی را به‌روزرسانی کرد.

۴-۳- نتایج مدل‌سازی

مجموعه فروشگاه‌های زنجیره‌ای موردبررسی، در شهر تهران شعب مختلفی دارد و داده‌های آن مربوط به سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ است. بخش مهمی از پارامترهای مورداستفاده در مدل بهینه‌سازی یا به‌صورت مستقیم از داده‌های موجود جمع‌آوری شده است و یا با ایجاد تغییرات و انجام برخی محاسبات مقادیر موردنیاز محاسبه شده‌اند. بخش دیگری از پارامترها نیز با توجه به شرایط واقعی موردکاوی تولید شده‌اند.

مجموعه I فروشگاه‌های زنجیره شامل ۲۱ شعبه است که اکثریت این شعب در مناطق یک، دو و سه تهران قرار دارند. نقشه استقرار فروشگاه‌های مجموعه، نقاط کاندید راه‌اندازی مرکز تعمیرات و مختصات انبار مرکزی در شکل (۴) قابل مشاهده است.

اعداد مشخص‌شده در شکل (۴)، بیانگر کد نواحی شهرداری تهران هستند. اکثر شعب فروشگاه در مناطق ۱ و ۲ شهر تهران مستقر هستند. یک شعبه نیز در شرق تهران فعالیت دارد. نقاط کاندید احداث مرکز تعمیرات با توجه به معیارهایی نظیر هزینه راه‌اندازی شامل اجاره‌بها و عوارض و همچنین فاصله مناسب تا شعب فروشگاه زنجیره‌ای و انبار مرکزی است. همان‌طور که در بخش بیان مسئله عنوان شد، تقاضا دارای عدم‌قطعیت است و رویکرد تحقیق حاضر استفاده از مفهوم سناریو برای ورود پارامتر تقاضا در مدل ریاضی است. سناریوها را به طرق مختلفی می‌توان شناسایی کرد. از جمله آن‌ها تفکیک تقاضای روزانه، هفتگی، ماهانه، فصلی و یا سالیانه است. در اینجا تقاضا در هر ماه یک سناریو در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه اطلاعات فروش ۲۰ ماه در دسترس است، در نتیجه مسئله دارای ۲۰ سناریو است. در واقع پارامترهایی که در مدل مبتنی بر سناریو هستند (اندیس s) ۲۰ حالت دارند که با در نظر گرفتن این ۲۰ حالت در کنار هم مسئله حل می‌شود. اطلاعات تقاضا برای هر یک از برندها به تفکیک سناریو در جدول (۱۱) قابل مشاهده است.

جدول (۱۱). تقاضا به تفکیک برند و ماه (سناریو)

سال میلادی	ماه میلادی	A	B	C	D	E	F	مجموع
۲۰۱۷	آوریل	۱۲۸۶	۷۱۹۲	۳۶۷۴	۷۵۲	۳۶۰	۴۰۹۸	۱۷۳۶۲
۲۰۱۷	مه	۸۹۴	۶۷۲۲	۲۲۴۰	۱۳۳۴	۳۳۴	۵۷۷۴	۱۷۲۹۸
۲۰۱۷	ژوئن	۸۶۸	۹۷۱۸	۲۰۲۸	۱۴۷۰	۴۴۶	۸۵۱۶	۲۳۰۴۶
۲۰۱۷	ژوئیه	۲۳۹۶	۱۶۲۴۰	۴۹۹۰	۱۶۳۰	۵۴۲	۹۷۹۸	۳۵۵۹۶
۲۰۱۷	اوت	۲۱۷۲	۱۷۲۷۶	۷۴۷۰	۳۲۱۰	۷۱۲	۱۸۴۵۸	۴۹۲۹۸
۲۰۱۷	سپتامبر	۱۲۵۶	۱۴۹۲۴	۱۱۸۶۸	۳۱۲۸	۸۱۰	۱۹۱۷۶	۵۱۱۶۲
۲۰۱۷	اکتبر	۸۰۰	۸۱۰۴	۷۳۸۴	۱۲۵۸	۳۷۸	۱۳۷۸۸	۳۱۷۱۲
۲۰۱۷	نوامبر	۱۷۹۴	۱۳۲۵۸	۱۱۱۵۰	۱۸۵۴	۸۴۰	۱۴۸۲۶	۴۳۷۲۲
۲۰۱۷	دسامبر	۱۱۸۲	۶۸۴۴	۴۲۰۲	۲۲۰۶	۱۹۲	۱۶۱۷۰	۳۰۷۹۶
۲۰۱۸	ژانویه	۱۶۷۰	۱۵۹۷۸	۳۶۲۰	۲۷۶۰	۲۴۸	۲۴۸۹۸	۴۹۱۷۴

جدول (۱۱). تقاضا به تفکیک برند و ماه (سناریو)

سال میلادی	ماه میلادی	A	B	C	D	E	F	مجموع
۲۰۱۸	فوریه	۲۰۲۰	۳۰۰۶۴	۴۲۲۸	۷۵۳۴	۵۹۶	۳۲۶۷۰	۷۷۱۱۲
۲۰۱۸	مارس	۱۳۹۷	۱۶۹۹۷	۵۳۷۵	۵۷۱۰	۳۹۵	۲۰۷۶۹	۵۰۶۴۳
۲۰۱۸	آوریل	۴۷۳	۲۶۵۷	۱۱۳۷	۵۹۵	۱۰۱	۲۹۸۶	۷۹۴۹
۲۰۱۸	مه	۳۹۴	۲۷۸۱	۱۲۴۶	۵۷۱	۸۱	۴۲۱۶	۹۲۸۹
۲۰۱۸	ژوئن	۴۱۷	۳۰۲۷	۱۳۴۲	۵۸۴	۱۰۱	۵۴۱۹	۱۰۸۹۰
۲۰۱۸	ژوئیه	۴۲۲	۴۰۸۰	۱۸۶۵	۷۲۰	۱۰۶	۵۵۲۱	۱۲۷۱۴
۲۰۱۸	اوت	۶۶۴	۶۱۵۱	۲۶۴۷	۱۰۰۷	۱۸۶	۹۱۸۷	۱۹۸۴۲
۲۰۱۸	سپتامبر	۲۰۶	۳۵۰۵	۱۸۵۴	۵۸۹		۵۴۶۶	۱۱۶۲۰
۲۰۱۸	اکتبر	۲۹۴	۱۵۶۲	۵۵۰	۲۲۷		۲۹۷۹	۵۶۱۲
۲۰۱۸	نوامبر	۶۶۷	۵۱۳۸	۲۲۶۱	۱۷۱۷		۴۶۶۴	۱۴۴۴۷
مجموع		**۲۱۲۷۲**	**۱۹۲۲۱۸**	**۸۱۱۳۱**	**۳۸۸۵۶**	**۶۴۲۸**	**۲۲۹۳۷۹**	**۵۶۹۲۸۴**

پارامتر مهم دیگری که در مسئله موجود است، نرخ مرجوعی است. با توجه به داده‌های موجود اطلاعات مرجوعی کالا برای کالاهای دارای گارانتی که آسیب شرکتی دارند موجود است؛ بنابراین با توجه به تقسیم‌بندی انجام‌شده در خصوص انواع مرجوعی اطلاعات مجموع حالت‌های ۱ و ۲ موجود است. همچنین با مشورت با یکی از کارشناسان حوزه فروش پوشاک، درصد مرجوعی انواع دیگر نیز به قرار زیر به دست آمده است؛ بنابراین با استفاده از جدول (۱۲)، اطلاعات مرجوعی برای ۶۰٪ از کل مرجوعی موجود است.

جدول (۱۲). درصد تشکیل‌دهنده هر یک از انواع مرجوعی

شماره نوع مرجوعی	درصد از کل مرجوعی	شماره نوع مرجوعی	درصد از کل مرجوعی
۱	٪۱۰	۲	٪۵۰
۳	٪۲	۴	٪۸
۵	٪۶	۶	٪۲۴

لذا با استفاده از نسبت‌های به‌دست‌آمده می‌توان مقادیر سایر انواع مرجوعی را بر اساس تفکیک‌های موردنیاز محاسبه کرد. در جدول (۱۳) اطلاعات مرجوعی موجود است.

جدول (۱۳). درصد متوسط مرجوعی در ماه به تفکیک فروشگاه

ردیف	کد فروشگاه	درصد متوسط مرجوعی در ماه	ردیف	کد فروشگاه	درصد متوسط مرجوعی در ماه	ردیف	کد فروشگاه	درصد متوسط مرجوعی در ماه
۱	۱۰۰۰۱	۱۰.۸٪	۸	۱۰۰۷۷	۳.۲٪	۱۵	۱۰۱۱۰	۱۰.۰٪
۲	۱۰۰۰۲	۱۵.۷٪	۹	۱۰۰۸۸	۳.۸٪	۱۶	۱۰۱۱۵	۴.۷٪
۳	۱۰۰۰۴	۴.۵٪	۱۰	۱۰۰۸۹	۵.۰٪	۱۷	۱۰۱۱۸	۱۱.۰٪
۴	۱۰۰۰۵	۳.۸٪	۱۱	۱۰۰۹۰	۵.۵٪	۱۸	۱۰۱۱۹	۳.۷٪
۵	۱۰۰۷۴	۱۱.۰٪	۱۲	۱۰۰۹۱	۸.۳٪	۱۹	۱۰۱۲۰	۴.۸٪
۶	۱۰۰۷۵	۳.۸٪	۱۳	۱۰۰۹۴	۹.۲٪	۲۰	۱۰۱۲۱	۳.۸٪
۷	۱۰۰۷۶	۵.۰٪	۱۴	۱۰۱۰۳	۱۱.۵٪	۲۱	۱۰۱۲۲	۹.۵٪

جدول (۱۴). میانگین امتیاز محاسبه‌شده برای هر گروه مشتری

گروه مشتری	میانگین امتیاز
الماس	۹
طلا	۷
نقره	۶
برنز	۴
کلاسیک	۲

اطلاعات مربوط به هزینه راه‌اندازی مرکز تعمیرات در نقاط کاندید و مراکز ترکیبی به تفکیک فروشگاه در جداول پیوست (۱) و پیوست (۲) قابل مشاهده است. این هزینه‌ها با توجه به منطقه جغرافیایی نقاط، ابعاد فروشگاه، میزان نیروی انسانی موردنیاز و غیره موردبررسی و محاسبه قرار گرفته است. همچنین هزینه انتقال کالاها از فروشگاه‌ها به نقاط کاندید مرکز تعمیرات و انبار مرکز در جداول پیوست (۳) و پیوست (۴) آورده شده است. قیمت متوسط خرید و تعمیر کالاها به تفکیک برند نیز طبق جدول پیوست (۵) موجود است.

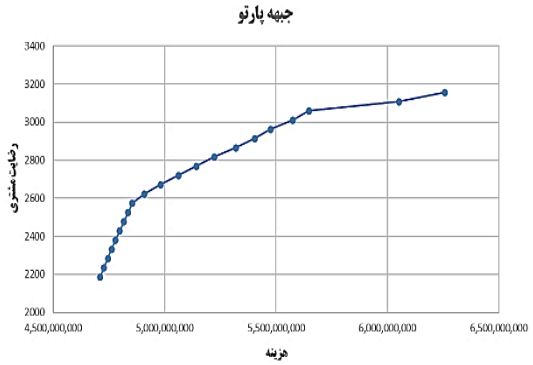
همان‌طور که در روش تحقیق عنوان شد، اطلاعات مربوط به گروه‌بندی مشتریان در مدل بهینه‌سازی از طریق خوشه‌بندی به دست می‌آید. جدول (۱۴) میانگین امتیاز محاسبه‌شده هریک از گروه‌های مشتری را بر اساس مدل RFM بیان می‌کند. از اطلاعات جدول (۱۴) جهت محاسبه پارامتر f مدل بهینه‌سازی استفاده شده است. روش محاسبه میانگین امتیاز بدین‌صورت است که سه مشخصه زمان خرید، تعداد خرید و مبلغ خرید برای هر مشتری محاسبه می‌شود. سپس با استفاده از روش مقیاس‌بندی کمینه-بیشینه، هر یک از اعداد به بازه ۱ تا ۱۰ منتقل می‌شوند و سپس میانگین امتیاز بر اساس گروه‌های مختلف محاسبه می‌شود. با این روش یک فاصله منطقی مابین میزان تخفیف گروه‌های مختلف ایجاد می‌گردد.

نتایج حل مدل با استفاده از نرم‌افزار گمز و روش اپسیلون محدودیت در جدول (۱۵) ارائه شده است که بیانگر مقادیر حداقل و حداکثر توابع هدف است. با توجه به دوهدفه بودن مسئله، اهداف مسئله از طریق مرز پارتو نشان داده شده است.

جدول (۱۵). مقادیر حداقل-حداکثر توابع هدف

		تابع هدف	
		هزینه (ریال)	رضایت مشتری
تابع هدف	هزینه	۴,۷۰۹,۲۹۶,۳۴۱	۲۱۸۵
	رضایت مشتری	۶,۲۵۷,۸۵۷,۵۶۵	۳۱۵۶

با توجه به سناریومحور بودن مسئله، طبق جدول (۱۱) در هر بار حل مسئله برای متغیرهای مبتنی بر سناریو ۲۰ مقدار مختلف در نظر گرفته می‌شود. پس از هر بار حل مسئله یک دوتایی از دو تابع هدف موجود به دست می‌آید که نشان‌دهنده نقاط مرز پارتو است. بر اساس پژوهش‌های موجود. با تقسیم‌بندی بازه حداقل و حداکثر (بهینه) تابع رضایت مشتری به ۲۱ قسمت و حل مدل بهینه‌سازی به ازای سطوح مختلف رضایت مشتری (نمود) در این بازه، نتایج حاصل مقادیر توابع هدف به‌دست‌آمده به‌قرار جدول (۱۶) است. همچنین نمودار مرز پارتو نیز طبق شکل (۵) به دست می‌آید.



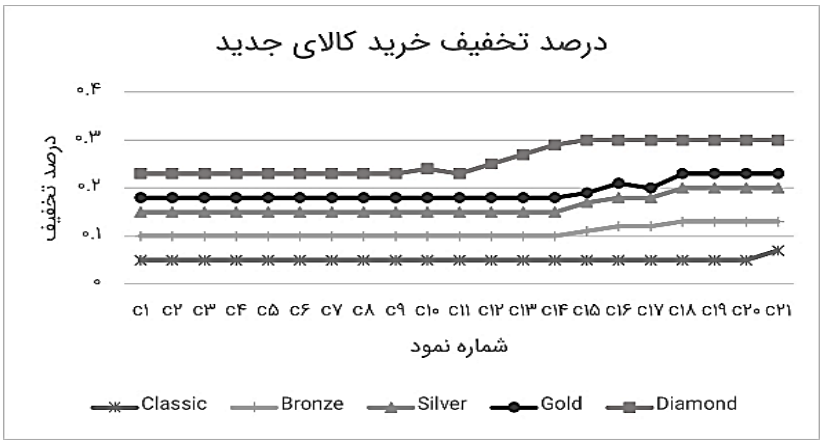
شکل (۵). مرز پارتو

جدول (۱۶). نتایج مرز پارتو

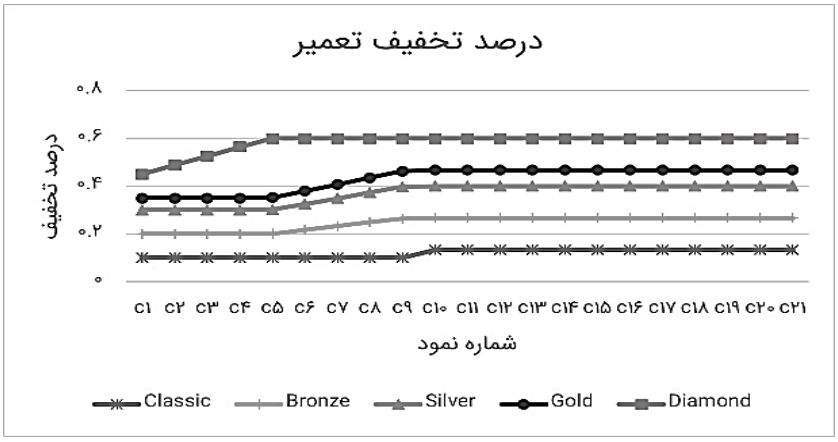
نمود	مقدار تابع هزینه	حداقل مقدار رضایت مشتری	درصد از متوسط درآمد کل ماه	رضایت در طیف ۱۰ امتیازی
c1	۴,۷۰۹,۲۹۶,۳۴۱	۲۱۸۵	۰.۱۰	۷
c2	۴,۷۲۶,۷۹۱,۷۶۸	۲۲۳۴	۰.۱۰	۷
c3	۴,۷۴۴,۲۸۷,۱۹۶	۲۲۸۳	۰.۱۰	۷
c4	۴,۷۶۱,۷۸۲,۶۲۳	۲۳۳۱	۰.۱۰	۷
c5	۴,۷۷۹,۳۶۴,۳۹۵	۲۳۸۰	۰.۱۰	۸
c6	۴,۷۹۸,۲۲۱,۵۹۵	۲۴۲۸	۰.۱۰	۸
c7	۴,۸۱۷,۰۷۸,۷۹۴	۲۴۷۷	۰.۱۰	۸
c8	۴,۸۳۵,۹۳۵,۹۹۴	۲۵۲۵	۰.۱۰	۸
c9	۴,۸۵۴,۷۹۳,۱۹۳	۲۵۷۴	۰.۱۰	۸
c10	۴,۹۰۹,۴۶۸,۴۳۶	۲۶۲۲	۰.۱۱	۸
c11	۴,۹۸۱,۰۹۹,۴۸۴	۲۶۷۱	۰.۱۱	۸
c12	۵,۰۶۱,۳۱۱,۸۲۱	۲۷۱۹	۰.۱۱	۹
c13	۵,۱۴۱,۵۲۴,۱۵۸	۲۷۶۸	۰.۱۱	۹
c14	۵,۲۲۱,۷۳۶,۴۹۵	۲۸۱۶	۰.۱۱	۹
c15	۵,۳۱۸,۲۳۰,۹۶۹	۲۸۶۵	۰.۱۱	۹
c16	۵,۴۰۴,۰۱۰,۱۵۴	۲۹۱۴	۰.۱۲	۹
c17	۵,۴۷۵,۱۲۷,۱۱۷	۲۹۶۲	۰.۱۲	۹
c18	۵,۵۷۵,۵۶۸,۵۲۴	۳۰۱۱	۰.۱۲	۱۰
c19	۵,۶۴۶,۶۸۵,۴۸۷	۳۰۵۹	۰.۱۲	۱۰
c20	۶,۰۵۱,۰۴۰,۸۸۶	۳۱۰۸	۰.۱۳	۱۰
c21	۶,۲۵۷,۸۵۷,۵۶۵	۳۱۵۶	۰.۱۴	۱۰

ستون نمود بیانگر نمودهای مسئله بهینه‌سازی حل‌شده به ازای هر یک از سطوح حداقل رضایت مشتری است. در ستون دوم و سوم مقدار تابع هدف هزینه و حداقل رضایت مشتری مدنظر بیان شده است. ستون چهارم بیانگر نسبت مقدار تابع هزینه به میانگین درآمد مجموعه است که در واقع نشانگر میزان کاهش درآمد مجموعه در ماه را به‌طور متوسط نشان می‌دهد. ایجاد طرح‌های رضایت‌مندی مشتری در میان‌مدت و بلندمدت منجر به افزایش میزان فروش خواهد شد و لذا در مجموع در درازمدت افزایش سود مجموعه را در پی خواهد داشت. محاسبه دقیق میزان افزایش سود نیازمند طراحی مدل‌های بهینه‌سازی و پیش‌بینی چنددوره‌ای و برآورد پارامترهای مرتبط با اثرگذاری رضایت مشتری بر میزان فروش دوره‌های آتی مجموعه است که خارج از موضوع تحقیق حاضر است. ستون پنجم جدول (۱۶) بیانگر میزان رضایت کسب‌شده در طیف ۱۰ امتیازی است. در واقع اگر بیشترین میزان تابع رضایت برابر با مقدار ۱۰ باشد، با اندازه‌گیری نسبت مقدار رضایت در سایر نمودها به بیشترین رضایت قابل کسب و نگاشت آن‌ها به بازه ۱۰ امتیازی می‌توان امتیاز رضایت را شفاف‌تر بیان نمود. این موضوع می‌تواند به‌عنوان یک برآورد از امتیاز قابل کسب مجموعه در رقابت با سایر مجموعه‌ها در پلتفرم‌های امتیازدهی باشد و از این مدل می‌توان برای بهینه‌سازی میزان رضایت و متعادل‌سازی آن با توجه به هدف کاهش هزینه به‌عنوان قدم اول بهره برد. همچنین با توجه به نمودار پارتو این موضوع واضح است که برای دستیابی به امتیاز ۸ در طیف ۱۰ امتیازی هزینه به‌صورت خطی افزایش پیدا می‌کند اما برای دستیابی به امتیاز بیشتر، هزینه کل به‌صورت نمایی افزایش می‌یابد.

همان‌طور که در جدول پیوست (۶) قابل مشاهده است فروشگاه‌های شماره ۱۰۱۲۰ و ۱۰۰۰۴ که به ترتیب در نواحی اندرزگو (برند F) و پاسداران (برند B) قرار دارند به ترتیب در ۹۰٪ و ۶۲٪ نمودها به‌عنوان جواب بهینه انتخاب شده‌اند و مابقی موارد زیر ۴۰٪ هستند. این در حالی است که در بهینه‌ترین حالت به لحاظ رضایت مشتری، (نمود c_{21}) فروشگاه سنایی که در شرق تهران قرار دارد به‌عنوان یکی از دو مرکز ترکیبی انتخاب شده است. ممکن است این سؤال به وجود آید که فروشگاه مذکور در نقطه دورتری نسبت به سایر فروشگاه‌ها قرار دارد؛ اما داده‌های جدول پیوست (۷) این موضوع را تأیید می‌کند که به دلیل وجود بالاترین میزان متوسط مرجوعی کالا در فروشگاه سنایی، این فروشگاه انتخاب شده است. در واقع با انتخاب این شعبه به‌عنوان مرکز ترکیبی از عدم رضایت فاصله مکانی مشتریان برای مرجوع نمودن کالا کاسته می‌شود.



شکل (۶). درصد تخفیف خرید کالای جدید



شکل (۷). درصد تخفیف تعمیر

در خصوص نقاط کاندید بهینه برای انتخاب مرکز تعمیرات، نتایج حاکی از انتخاب سه ناحیه ۰۳۰۳، ۰۴۰۳ و ۰۴۰۷ از میان شش نقطه کاندید هستند که از این میان ناحیه ۰۴۰۳ با حضور در ۶۲٪ نمودها به‌عنوان جواب بهینه بیشترین مقبولیت را از خود نشان داده است. دو ناحیه دیگر به ترتیب دارای ۵٪ و ۳۳٪ حضور در جواب بهینه هستند.

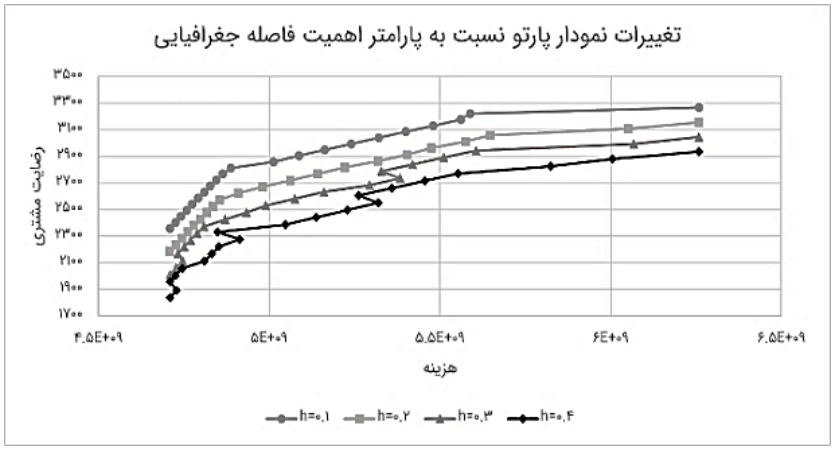
میزان تخفیف بهینه برای هر یک از گروه‌های مشتری جهت خرید کالای جدید و انجام تعمیرات در شکل‌های (۶) و (۷) قابل مشاهده است.

کالاهایی که توسط مشتریان حاضر در گروه‌های با رتبه بالاتر خریداری می‌شوند معمولاً سطح قیمت بالاتری دارند؛ لذا ارائه تخفیف به این گروه از مشتریان هزینه بیشتری را در پی خواهد داشت؛ اما خروجی مدل بهینه‌سازی نشان می‌دهد که لزوماً نباید با افزایش حداقل سطح رضایت موردانتظار ابتدا تخفیف گروه‌های با هزینه کمتر را افزایش داد. بلکه می‌بایست به میزان تقاضای ایجاد شده توسط گروه‌های مختلف مشتریان نیز توجه نمود.

با حل مدل بهینه‌سازی، درصورتی‌که صرفاً هدف کاهش هزینه باشد، حداقل تخفیفات در نظر گرفته می‌شود و در صورت بیشینه‌سازی رضایت مشتری، میزان تخفیف به سقف خود خواهد رسید؛ اما در این میان برای انتخاب مقادیر بهینه می‌بایست میزان تخفیف را با توجه به حالتی محاسبه کرد که هزینه و رضایت‌مندی در تعادل با یکدیگر باشند. با توجه به نتایج، با افزایش حداقل رضایت مشتری مورد انتظار در مقادیر کم، مقدار تابع هزینه به‌صورت خطی افزایش پیدا می‌کند و از نقطه‌ای به بعد برای کسب بیشتر رضایت مشتری، هزینه به‌طور نمایی افزایش خواهد یافت؛ اما به‌طور متعادل می‌توان عنوان کرد که ارائه بیشترین تخفیف می‌بایست برای گروه‌های با رتبه بالاتر (الماس، طلا و ...) در اولویت قرار گیرد. از یک‌سو بایستی درصد تخفیف هزینه تعمیرات را افزایش داد و نسبت به درصد تخفیف خرید کالای جدید بیشتر حساس بود، چراکه این تخفیف هزینه سنگینی را می‌تواند از خود برجای گذارد. ازسوی‌دیگر، ارائه تخفیف‌های بیشتر برای خرید کالای جدید می‌تواند تقاضا در میان‌مدت و درازمدت را برای مجموعه افزایش دهد که در کل به معنی افزایش درآمد و سود خواهد بود اما نیازمند برآورد رابطه میان دو متغیر مذکور است.

۴-۴- تحلیل حساسیت

در تابع هدف رضایت مشتری، از پارامتر h به‌عنوان ضریب اهمیت فاصله جغرافیایی استفاده شد. این پارامتر بیان‌کننده این موضوع است که اگر مشتری مجبور شود کالای خود را به فروشگاهی غیر از فروشگاهی که از آن خریداری نموده تحویل دهد، رضایت مشتری به چه میزان کاهش خواهد داشت. با توجه به اینکه امکان ترکیبی کردن تمامی فروشگاه‌ها وجود ندارد، لذا این پارامتر جهت سنجش میزان نارضایتی مشتریان بیان شده است. مطابق شکل (۸)، تغییر این پارامتر تأثیر به‌سزایی در نتایج به‌دست‌آمده از حل مدل بهینه‌سازی دارد و می‌تواند به ازای هر ۰/۱ واحد افزایش، منجر به کاهش ۵ درصدی رضایت مشتری شود که در طیف ۱۰ امتیازی، به معنی کاهش یک امتیاز به ازای ۰/۲ واحد افزایش است؛ لذا، در تصمیم‌گیری این موضوع اهمیت بسیاری دارد که درک صحیحی از اولویت مشتریان نسبت به پارامترهای تأثیرگذار بر رضایت مشتری به وجود آید.



شکل (۸). تغییرات نمودار پارتو نسبت به پارامتر اهمیت فاصله جغرافیایی

عددگذاری پارامتر h می‌بایست به نحوی باشد که میان دو بخش رضایت تخفیف و عدم رضایت فاصله جغرافیایی مراکز ترکیبی در تابع هدف رضایت‌مندی تعادل ایجاد نماید. در واقع مقیاس دو بخش تابع هدف نباید نامرتبط با یکدیگر باشند. براین‌اساس یک رویکرد استفاده از فرمول زیر جهت محاسبه پارامتر h است.

$$h = \frac{D \times \zeta}{r \times (I - Q)} \qquad (۱۶)$$

در فرمول (۱۶)، D مجموع تخفیف‌های در نظر گرفته شده (بخش اول تابع هدف رضایت‌مندی مشتری)، ζ ضریب تعادل تابع هدف است که مقدار آن ۰,۲۵ لحاظ شده است. پارامتر r بیانگر میانگین درآمد یک فروشگاه در یک ماه، I تعداد فروشگاه‌ها (۲۰) و Q تعداد مراکز ترکیبی (۲) است. با توجه به بازه پارامتر D و مقادیر سایر پارامترها به‌طور میانگین با در نظرگیری پارامتر h در محدود ۰,۱ تا ۰,۳ می‌توان تعادل مناسبی میان دو بخش تابع هدف ایجاد کرد و مقیاس دو بخش تابع هدف مشابه یکدیگر خواهد بود.

۵- نتیجه‌گیری

در این پژوهش، یک مدل زنجیره تأمین معکوس با در نظرگیری استراتژی‌های مدیریت ارتباط با مشتری در صنعت مد سریع به‌منظور بیشینه‌سازی رضایت مشتری و کمینه‌سازی هزینه ارائه شد. مقدار تابع هدف هزینه میان اعداد ۴,۷ میلیارد ریال و ۶,۲ میلیارد ریال و میزان تابع رضایت‌مندی میان اعداد ۲۱۸۵ تا ۳۱۵۶ متغیر است. از دیگر پارامترهای مهم، ضریب اهمیت فاصله جغرافیایی در مدل است که با مقدار پیش‌فرض برابر با ۰,۲ منجر به تعیین مناطق بهینه مراکز ترکیبی در دو فروشگاه مستقر در مناطق پاسداران و اندرزگو و منطقه شمال شرق تهران (ناحیه هروی) به‌عنوان مرکز تعمیرات گردید؛ همچنین میزان حداقل و حداکثر تخفیف برای هر گروه مشتری در خصوص خرید کالای جدید میان ۵ الی ۳۰ درصد و برای تعمیر کالا نیز میان ۱۰ تا ۶۰ درصد محاسبه شد.

به‌طورکلی با در نظرگیری نمود c_{10} به‌عنوان جواب بهینه در میان تمامی نمودها، درصد تخفیف تعمیر برای تمامی گروه‌ها غیر از گروه کلاسیک در حداکثر خود قرار گرفته‌اند و این عدد برای گروه کلاسیک برابر ۱۰٪ است؛ همچنین برای گروه الماس درصد تخفیف خرید کالای جدید برابر ۲۵٪ لحاظ شده است درحالی‌که برای سایر گروه‌ها افزایش تخفیف وجود ندارد؛ بنابراین توصیه می‌شود با توجه به افزایش نمایی هزینه کل در بازه رضایت‌مندی ۸ تا ۱۰ امتیاز، میزان رضایت ۸ به‌عنوان حداکثر رضایت قابل‌اجرا در زنجیره مدنظر قرار گیرد و جهت جلوگیری از افزایش عدم رضایت ناشی از مکان‌یابی مراکز ترکیبی، بر روی کاهش پارامتر h تمرکز گردد. همچنین در زمان ارائه تخفیفات و سایر طرح‌های پیشنهادی توجه به گروه مشتری بسیار حائز اهمیت است و مطمئناً هرچه گروه مشتری رتبه بالاتری داشته باشد، وفاداری و سودآوری مشتری نیز بیشتر خواهد بود؛ لذا با توجه به این افراد سودآوری بالاتری را نیز برای زنجیره به دنبال خواهد داشت.

با توجه به ویژگی‌های مطرح شده در خصوص صنعت مد سریع، کاربردهای صنعتی این مسئله را می‌توان استفاده در صنایع فاسدشدنی مانند مواد مصرفی تندگردش و خون عنوان کرد که از نظر پاسخگویی سریع و عدم قطعیت تقاضا ویژگی‌هایی مشابه با صنعت مد سریع دارند. همچنین وجود زنجیره تأمین انعطاف‌پذیر که پاسخگوی جریان روبه‌عقب کالا نیز باشد با توجه به انتظارات امروزه مشتریان، مزیت‌های رقابتی و قوانین زیست‌محیطی به‌شدت موردنیاز خواهد بود.

موارد زیر را می‌توان به‌عنوان پیشنهاد جهت مطالعات آتی در نظر گرفت:

۱. تابع هدف اول و دوم مدل بهینه‌سازی به‌صورت چنددوره‌ای طراحی گردد تا میزان تأثیر تصمیمات بر عملکرد میان‌مدت و بلندمدت مشخص گردد.

۲. با در نظر گرفتن مدل بهینه‌سازی به‌صورت میان‌مدت و بلندمدت رابطه میان میزان رضایت‌مندی مشتریان و افزایش تقاضا موردبررسی قرار گیرد.

۳. با لحاظ نمودن یک بستر برقراری ارتباط با مشتری، مانند انتشار فیزیکی فرم نظرسنجی، نظرسنجی الکترونیکی در جوامع مجازی یا سایت فروشگاه، و یا برقراری تماس تلفنی با مشتریان، علاقه‌مندی‌ها و نیازهای ایشان شناسایی شده و در طراحی مسئله موردتوجه قرار گیرند.

در نظرگیری هزینه کمبود و موجودی انبار انتهای دوره با توجه به نوسانات شدید تقاضا در صنعت مد سریع.

۶- مراجع

[1] C. Malthouse, M. Haenlein, B. Skiera, E. Wage and M. Zhang, "Managing Customer Relationships in the Social Media Era: Introducing the Social CRM House," J MARKETING, Vol. 27, 2013.

[2] E. Soltani. "Fast fashion, the solution for the development of Iran's garment industry," Textile Science and Technology Quarterly, Year 5, Number 1, Spring 2015. (In Persion)

[3] Z. Zhang and J. Feng, "Price of Identical Product with Gray Market Sales: An Analytical Model and Empirical Analysis," INFORM SYST RES, Vol. 28, 2017.

[4] D. Liang and Ch. Hai, "An Online Mall CRM Model Based on Data Mining," QUANT Logic-Soft Computing. Springer International Publishing, 2017.

[5] F. Bahari and M. Elayidom, "An Efficient CRM-Data Mining Framework for the Prediction of Customer Behaviour," ICICT, pp. 725-731, 2015.

[6] S. Azizi and H. Fazlolahtabar, "Designing a reverse supply chain framework with exposure to potential failure modes," The First International Conference on Industrial Engineering, Management and Accounting, 1394. (In Persion)

[7] B. Moghadaspoor, M.S. Jebel Ameli and A. Bozorgi Amiri. "Providing a closed-loop supply chain model considering third-party factors: a case study," Scientific journal of supply chain management, Year 22, Number 66, Spring 2019. (In Persion).

[8] M. Mehrjoo and J. Pasek, "Risk assessment for the supply chain of fast fashion apparel industry: a system dynamics framework," INT J PROD RES, Vol. 54, 2016.

[9] Ch. Tang and L. Veelenturf, "The Strategic Role of Logistics in the Industry 4.0 era," TRANSPORT RES E-LOG, Vol.129, PP. 1-11, 2019.

[10] F. Richter, "The Growing Weight of Amazon's Logistics Costs," Statista, 2019.

[11] D. Lee and M. Dong, "A heuristic approach to logistics network design for end-oflease computer products recovery," TRANSPORT RES E, Vol. 44, 2018.

[12] E. Desiderio, L. Garcia, D. Hall, A. Segre and M. Vittuari, "Social sustainability tools and indicators for the food supply chain: A systematic literature review," SUSTAIN PRO CONS, Vol.30, PP. 527-540, 2022.

[13] B. Wren, "Sustainable supply chain management in the fast fashion Industry: A comparative study of current efforts and best practices to address the climate crisis," Cleaner Logistics and Supply Chain, Vol. 4, 2022.

[14] M. Yadollahiniaa, E. Teimourya and M. Paydarb, "Tire forward and reverse supply chain design considering customer relationship management," Resour Conserv & Recycl, Vol.138 PP. 215-228, 2018.

[15] H. Koosha and S. Tabari, "Designing a customer relationship management evaluation system," Scientific journal of supply chain management, Year 20, Number 61, pp. ???-???, Autumn 2017.

[16] Z. Zhang and J. Feng, "Price of Identical Product with Gray Market Sales: An Analytical Model and Empirical Analysis," INFORM SYST RES, 2017.

[17] N. Jahanbakhsh, H. Tohidi, "Competitive design of perishable goods logistics chain network based on optimizing demand and increasing customer satisfaction," Scientific journal of supply chain management, Year 22, Number 69, Winter 2019. (In Persion)

[18] A. Alfieri, A. DeMarco and E. Pastore, "Last mile logistics in Fast Fashion supply chains: a case study," IFAC-Papers Online, Vol. 52, PP. 1693-1698, 2019.

[19] V. Gabrielli, I. Baghi and V. Codeluppi, "Consumption practices of fast fashion products: a consumer-based approach," J of Fashion Marketing and Management: An Intl J, Vol. 17(2), PP. 206-224, 2013.

[20] N. Agrawal, S.A. Smith, "Optimal inventory management for a retail chain with diverse store demands," Eur. J. Oper. Res, Vol. 225 (3), PP. 393–403, 2017.

[21] L. Oliveira, G. Miranda, M. Dias, "Sustainable practices in slow and fast fashion stores: What does the customer perceive", Cleaner Eng and Techno, Vol. 6, 2022.

[22] H. Wang, L. Wei, L. Menghan, Y. Xianyi, W. Zhenfeng, Z. Zhenzhen and W. Liang, "Intelligent selection of delivery parties for fresh agricultural product based on third-party logistics in smart city," SUSTAIN Energy Technologies and Assessments, Vol. 52, 2022.

[23] S. Jauhar, S. Hassanzadeh and H. Zolfagharinia, A proposed method for third-party reverse logistics partner selection and order allocation in the cellphone industry," COMPUT IND ENG, Vol. 162, 2021.

[24] V. Venkatesh, "Reverse Logistics: An Imperative Area of Research for Fashion Supply Chain," IUP Journal of Supply Chain Management, Vol. 7, PP. 77-89, 2010.

[25] F. Caro, F. Babio and F. Pena, (2019). "Coordination of inventory distribution and price markdowns for clearance sales at zara," In Operations in an Omnichannel World, PP. 311-339, 2019.

[26] S. Yıldız and M. Hekimoglu, "Markdown optimization in apparel retail sector," In International Conference on Advances in National Brand and Private Label Marketing, PP. 50-57, 2020.

[27] N. Fares, M. Lebbar and N. Sbihi, "Quick response in fast fashion retail: An optimization supply chain responsiveness model," INT Conference on Optimization and Applications, PP. 1-5, 2018.

[28] E. Arrigo, "Customer relationships and supply chain management in the fast fashion industry," In Diverse methods in customer relationship marketing and management, PP. 1-16, 2018.

[29] Y. Cai, T. Choi and T. Zhang, "Commercial used apparel collection operations in retail supply chains," EUR J OPER RES, Vol. 298(1), PP. 169-181, 2022.

[30] M. Wu, Y. Ran and S. Zhu, "Optimal pricing strategy: How to sell to strategic consumers?," INT J PROD ECON, Vol. 244, 2022.

[31] Q. Zhang, J. Chen and J. Lin, "Market targeting with social influences and risk aversion in a co-branding alliance," EUR J OPER RES, Vol. 297(1), PP. 301-318, 2022.

[32] H. Yu and W. Solvang, "A carbon-constrained stochastic optimization model with augmented multi-criteria scenario-based risk-averse solution for reverse logistics network design under uncertainty," J Cleaner Production, Vol.164, PP.1248-1267, 2017.

[33] N. Gunantara, "A review of multi-objective optimization: Methods and its applications," Cogent Engineering, 2018.

پیوست‌ها

پیوست (۱). هزینه راه‌اندازی مرکز تعمیرات به تفکیک نواحی کاندید

موقعیت مرکز تعمیرات	هزینه راه‌اندازی
۰۲۰۱	۴۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۰۳۰۳	۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۰۳۰۶	۴۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۰۴۰۳	۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۰۴۰۷	۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۰۷۰۴	۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰

پیوست (۲). هزینه راه‌اندازی مراکز ترکیبی به تفکیک فروشگاه

کد فروشگاه	هزینه ترکیب	کد فروشگاه	هزینه ترکیب	کد فروشگاه	هزینه ترکیب
۱۰۱۲۲	۵۰۰.۰۰۰.۰۰۰	۱۰۰۹۰	۹۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۰۷۶	۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۱۰۱۲۱	۹۰۰.۰۰۰.۰۰۰	۱۰۰۸۹	۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۰۷۴	۶۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۱۰۱۲۰	۵۰۰.۰۰۰.۰۰۰	۱۰۰۰۲	۷۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۰۷۵	۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۱۰۱۱۸	۱.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰	۱۰۰۸۸	۹۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۱۰۳	۹۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۱۰۱۱۹	۶۰۰.۰۰۰.۰۰۰	۱۰۰۰۱	۸۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۱۱۰	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۱۰۰۹۱	۷۰۰.۰۰۰.۰۰۰	۱۰۰۰۴	۶۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۱۱۵	۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۱۰۰۹۴	۶۰۰.۰۰۰.۰۰۰	۱۰۰۷۷	۹۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۰۰۵	۸۰۰,۰۰۰,۰۰۰

پیوست (۳). هزینه انتقال هر واحد کالا میان نقاط موجود در شبکه

کد فروشگاه	ناحیه فروشگاه	ناحیه مناطق کاندید راه‌اندازی مرکز تعمیرات					
		۰۲۰۱	۰۳۰۳	۰۳۰۶	۰۴۰۳	۰۴۰۷	۰۷۰۴
۱۰۱۲۲	۱۰۱	۱۰۰,۰۰۰	۲۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰
۱۰۱۲۱	۱۰۱	۱۰۰,۰۰۰	۲۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰
۱۰۱۲۰	۱۰۱	۱۰۰,۰۰۰	۲۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰
۱۰۱۱۸	۱۰۱	۱۰۰,۰۰۰	۲۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰
۱۰۱۱۹	۱۰۱	۱۰۰,۰۰۰	۲۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰
۱۰۰۹۱	۱۰۶	۱۴۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۲۰,۰۰۰
۱۰۰۹۴	۱۰۶	۱۴۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۲۰,۰۰۰
۱۰۰۹۰	۱۰۶	۱۴۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۲۰,۰۰۰
۱۰۰۸۹	۱۰۶	۱۴۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۲۰,۰۰۰
۱۰۰۰۲	۱۰۶	۱۴۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۲۰,۰۰۰
۱۰۰۸۸	۱۰۶	۱۴۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۲۰,۰۰۰
۱۰۰۰۱	۳۰۵	۸۰,۰۰۰	۲۰,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۲۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰
۱۰۰۰۴	۳۰۵	۸۰,۰۰۰	۲۰,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۲۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰
۱۰۰۷۷	۱۰۳	۸۰,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰
۱۰۰۷۶	۱۰۳	۸۰,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰
۱۰۰۷۴	۱۰۳	۸۰,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰
۱۰۰۷۵	۱۰۳	۸۰,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰
۱۰۱۰۳	۱۰۲	۴۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰	۱۲۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰
۱۰۱۱۰	۱۳۰۳	۱۶۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۱۲۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰	۶۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰
۱۰۱۱۵	۲۰۷	۲۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۱۲۰,۰۰۰	۱۴۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰
۱۰۰۰۵	۲۰۷	۲۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۱۲۰,۰۰۰	۱۴۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰

پیوست (۴). هزینه انتقال هر واحد کالا به تفکیک فروشگاه به انبار مرکزی

کد فروشگاه	ناحیه	هزینه	کد فروشگاه	ناحیه	هزینه	کد فروشگاه	ناحیه	هزینه
۱۰۱۲۲	۱۰۱	۱۲۰۰۰۰	۱۰۰۹۰	۱۰۶	۱۶۰۰۰۰	۱۰۰۷۶	۱۰۳	۱۰۰۰۰۰
۱۰۱۲۱	۱۰۱	۱۲۰۰۰۰	۱۰۰۸۹	۱۰۶	۱۶۰۰۰۰	۱۰۰۷۴	۱۰۳	۱۰۰۰۰۰
۱۰۱۲۰	۱۰۱	۱۲۰۰۰۰	۱۰۰۰۲	۱۰۶	۱۶۰۰۰۰	۱۰۰۷۵	۱۰۳	۱۰۰۰۰۰
۱۰۱۱۸	۱۰۱	۱۲۰۰۰۰	۱۰۰۸۸	۱۰۶	۱۶۰۰۰۰	۱۰۱۰۳	۱۰۲	۶۰۰۰۰
۱۰۱۱۹	۱۰۱	۱۲۰۰۰۰	۱۰۰۰۱	۳۰۵	۱۰۰۰۰۰	۱۰۱۱۰	۱۳۰۳	۱۸۰۰۰۰
۱۰۰۹۱	۱۰۶	۱۶۰۰۰۰	۱۰۰۰۴	۳۰۵	۱۰۰۰۰۰	۱۰۱۱۵	۲۰۷	۴۰۰۰۰
۱۰۰۹۴	۱۰۶	۱۶۰۰۰۰	۱۰۰۷۷	۱۰۳	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۵	۲۰۷	۴۰۰۰۰

پیوست (۵). قیمت متوسط خرید و تعمیر کالاها به تفکیک برند

برند	قیمت متوسط خرید	قیمت متوسط تعمیر	برند	قیمت متوسط خرید	قیمت متوسط تعمیر
A	۱۴,۰۰۰,۰۰۰	۳,۵۰۰,۰۰۰	D	۲,۱۰۰,۰۰۰	۵۰۰,۰۰۰
B	۱,۰۴۰,۰۰۰	۲۰۰,۰۰۰	E	۳,۷۲۰,۰۰۰	۷۴۰,۰۰۰
C	۱,۶۵۰,۰۰۰	۳۳۰,۰۰۰	F	۹۰۰,۰۰۰	۱۸۰,۰۰۰

پیوست (۶). انتخاب بهینه مراکز ترکیبی به تفکیک نمود

نمود	کد فروشگاه				
	۱۰۱۲۲	۱۰۱۲۰	۱۰۰۹۱	۱۰۰۰۴	۱۰۱۱۰
c1		۱		۱	
c2		۱		۱	
c3		۱		۱	
c4		۱		۱	
c5		۱		۱	
c6		۱		۱	
c7		۱		۱	
c8		۱		۱	
c9		۱		۱	
c10		۱		۱	
c11	۱	۱			
c12	۱	۱			
c13	۱	۱			
c14	۱	۱			
c15		۱		۱	
c16		۱		۱	
c17	۱	۱			
c18		۱		۱	
c19	۱	۱			
c20	۱		۱		
c21	۱				۱

پیوست (۷). میانگین مرجوعی به تفکیک فروشگاه

کد فروشگاه	حجم تقاضا	نرخ مرجوعی	حجم مرجوعی	نام ناحیه
۱۰۱۱۰	۴۱۹۱	۰.۱	۴۱۹	سنایی
۱۰۱۲۲	۳۹۰۲	۰.۰۹۵	۳۷۱	اندرزگو
۱۰۰۹۱	۴۲۰۱	۰.۰۸۳	۳۴۹	بلوار ارتش
۱۰۰۰۴	۱۹۳۸	۰.۰۴۵	۸۷	پاسداران
۱۰۱۱۹	۲۲۹۶	۰.۰۳۷	۸۵	اندرزگو
۱۰۰۷۵	۲۰۷۳	۰.۰۳۸	۷۹	تجریش
۱۰۰۸۸	۱۸۶۵	۰.۰۳۸	۷۱	بلوار ارتش
۱۰۰۰۵	۱۸۴۸	۰.۰۳۸	۷۰	شهرک غرب
۱۰۰۷۶	۱۲۱۸	۰.۰۵	۶۱	تجریش
۱۰۱۲۰	۱۱۹۱	۰.۰۴۸	۵۷	اندرزگو
۱۰۰۸۹	۹۹۴	۰.۰۵	۵۰	بلوار ارتش
۱۰۱۱۵	۱۰۳۴	۰.۰۴۷	۴۹	شهرک غرب
۱۰۱۰۳	۳۹۷	۰.۱۱۵	۴۶	زعفرانیه
۱۰۰۹۴	۳۷۸	۰.۰۹۲	۳۵	بلوار ارتش
۱۰۱۲۱	۸۱۰	۰.۰۳۸	۳۱	اندرزگو
۱۰۰۰۲	۱۸۸	۰.۱۵۷	۲۹	بلوار ارتش
۱۰۰۰۱	۲۴۸	۰.۱۰۸	۲۷	پاسداران
۱۰۰۷۷	۷۸۰	۰.۰۳۲	۲۵	تجریش
۱۰۰۹۰	۴۴۰	۰.۰۵۵	۲۴	بلوار ارتش
۱۰۰۷۴	۲۰۶	۰.۱۱	۲۳	تجریش
۱۰۱۱۸	۱۸۴	۰.۱۱	۲۰	اندرزگو

Iranian Journal of Supply Chain Management

Vol. 24, No. 76, Autumn, 2022

Reverse Supply Chain Design in the Fast Fashion Industry for Customer Relationship Management Using Data Mining and Mathematical Modeling

S. Gh. Mousavian, M. Zeinalnezhad*

*Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

(Received: 05/07/2022; Accepted: 19/12/2022)

Abstract

Since the short life cycle, uncertainty in demand, and speed in response are the most important characteristics of fast fashion, improving customer relationship management (CRM) is of particular importance in this industry. Recent developments in the world's clothing industry have created a competitive market, and reforming the structure of flexible supply chains in this field has become very important. This research aims to integrate CRM policies and reverse supply chain design in the field of fast fashion in order to reduce costs and increase customer satisfaction. The analysis of 659 thousand real records related to the information of the last purchase, the continuity of purchases and the value of purchases related to the customers of 21 clothing chain stores in Tehran during two years using the K-means algorithm led to the clustering of customers into 5 groups and then the amount of discount for each group were determined. In order to determine the optimal location of the repair center and combined centers for the collection of returned goods, a mathematical model was designed and solved using the random optimization method in a scenario-oriented manner. The results showed that combined centers are not necessarily located in the area of stores with higher sales, but the return rate of goods and the amount of demand should be taken into account at the same time. According to the Pareto model diagram, the binary values of the objective function of cost and satisfaction vary between the numbers of 4.7 billion Rials for cost and 2185 for satisfaction, and 6.2 billion Rials for cost and 3156 for satisfaction. The range of minimum and maximum discounts for the purchase of new goods was calculated from 5% to 30% and for the repair of goods from 10% to 60%. The model presented in this research is generally used in fast-moving retail industries, including perishable goods.

Keywords: Reverse Supply Chain, Fast fashion Industry, Customer Relationship Management (CRM), Data Mining, Uncertainty

*Corresponding Author E-mail: Zeinalnezhad.m@wtiau.ac.ir