Iranian Journal of Supply Chain Management

Vol. 25, No. 81, Winter, 2024

Presentating a Model for the Vendor-Managed Inventory in a Two-Tier Supply Chain of Perishable Products Under Demand Uncertainty

Azam modares, Nasser Motahari Farimani*, Farzad Dehghanian

*Associate Professor, Departmentof Management, Faculty of Economics and Adminstrative, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(Received: 13/03/2023; Accepted: 07/02/2024)

Abstract

One of the most common and successful approaches to integrated supply chain management is vendor-managed Inventory. In this policy, a vendor takes control of inventory decisions for a number of retailers. This research aims to examine planning for supply, production, and distribution with an integrated approach to reduce waste and shortages of perishable products in a manner that minimizes costs for both the vendor and retailers in the supply chain, considering the vendor-managed Inventory. Since reducing the costs of waste, shortages, production, and storage of perishable goods is of paramount importance, this research simultaneously investigates the proposed model. In this study, as demand depends on product quality and quality information is not available to the retailer before production, demand follows a random and specific distribution. Since chance constraint programming has been introduced as a powerful tool for decision-making systems, in this study, the problem is modeled using this technique. Ultimately, the effectiveness of the proposed method was validated through a case study of a food supply chain. The results indicated that reducing confidence intervals in stochastic constraints could significantly reduce costs within the organization. This research can provide valuable assistance to managers when reducing waste, shortages, and demand fulfillment is of utmost importance.

Keywords: Vendor-Managed Inventory, Chance Constraint Programming, Supply Chain, Perishable Products

*Corresponding Author E-mail: n.motahari@um.ac.ir

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

نشریه علمی «مدیریت زنجیره تامین»
سال بیست و پنجم، شماره ۸۱، زمستان ۱۴۰۲؛ ص ۱۵-۱

علمی – پژوهشی

ارائه مدل مدیریت موجودی توسط فروشنده در زنجیره‌تأمین دو سطحی محصولات فاسدشدنی تحت تقاضای تصادفی

اعظم مدرس[۱]، ناصر مطهری فریمانی[۲*]، فرزاد دهقانیان[۳]

۱- دانشجوی دکترای مدیریت صنعتی، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، مشهد، ایران۲- دانشیار گروه مدیریت، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، مشهد، ایران ۳- دانشیار گروه صنایع، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی، مشهد، ایران

(دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲، پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۸)

چکیده

یکی از رایج‌ترین و موفق‌ترین رویکردها برای مدیریت یکپارچه زنجیره‌تأمین، سیاست موجودی مدیریت شده توسط فروشنده است. در این سیاست، یک فروشنده کنترل تصمیمات موجودی را برای تعدادی از خرده‌فروشان در دست می‌گیرد. در این تحقیق سعی بر آن است تا برنامه‌ریزی برای عرضه، تولید و توزیع با رویکردی یکپارچه برای کاهش ضایعات و کمبود محصولات فاسدشدنی به گونه‌ای مورد بررسی قرار گیرد که هزینه‌های فروشنده و خرده‌فروشان در زنجیره‌تأمین با در نظر گرفتن سیاست موجودی مدیریت شده توسط فروشنده به کمترین حد خود برسد. از آنجایی که کاهش هزینه‌های ضایعات، کمبود، تولید و ذخیره‌سازی کالاهای فاسدشدنی از اهمیت بالایی برخوردار است، در این تحقیق به‌طور همزمان در مدل پیشنهادی بررسی می‌شوند. در این پژوهش، چون تقاضا وابسته به کیفیت محصول است و اطلاعات کیفیت برای خرده‌فروش قبل از تولید در دسترس نیست، تقاضا تصادفی و از توزیع مشخصی پیروی می‌کند. از آنجایی که برنامه‌ریزی محدودیت شانسی به‌عنوان ابزاری قوی برای سامانه‌های تصمیم‌گیری تصادفی معرفی شده است، در این مطالعه مسئله مورد نظر با استفاده از برنامه‌ریزی محدودیت شانسی مدل شده است. در نهایت، کارایی روش ارائه شده از طریق مطالعه موردی زنجیره‌تأمین مواد غذایی تایید شد. نتایج نشان داد که کاهش ضریب اطمینان در محدودیت‌های شانسی می‌تواند بسیاری از هزینه‌ها را در سازمان کاهش دهد. این تحقیق می‌تواند به مدیران، زمانی که کاهش هزینه ضایعات و کمبود و تأمین تقاضا از اهمیت بالایی برخوردار است کمک شایانی بکند.

واژه‌های کلیدی: مدیریت موجودی توسط فروشنده، برنامه‌ریزی محدودیت شانسی، زنجیره‌تأمین، محصولات فاسدشدنی

۱- مقدمه

یکی از عوامل کلیدی و مهم در مدیریت زنجیره‌تأمین مدیریت موجودی است [۱]. کنترل موجودی به خصوص زمانی که محصولات فاسدشدنی هستند یک عملیات بسیار مهم برای سازمان‌ها به شمار می‌رود. از آنجا که مصرف محصولات لبنی در سلامتی همه افراد جامعه نقش مهمی دارد، کمبود عرضه می‌تواند به هزینه‌های قابل توجهی، منجر شود. از سوی دیگر، طول عمر محدود محصولات لبنی شرایط را پیچیده‌تر می‌کند. شیر و فرآورده‌های آن را نمی‌توان مانند کالاهای معمولی در مقادیر زیاد انباشته و کیفیت آن‌ها با زمان حمل‌ونقل به سرعت کاهش می‌یابد[۲]. بنابراین، فروشنده باید از برآورده شدن تقاضا اطمینان حاصل کند تا هزینه‌های عملیاتی سازمان‌ها کاهش یابد. حفظ سطوح موجودی مناسب محصولات فاسدشدنی تضمین می‌کند که تقاضا بدون متحمل شدن هزینه‌های نگهداری غیرضروری، کمبود یا ضایعات برآورده شود. مدیریت موجودی توسط فروشنده یکی از مهم‌ترین راهبردها در مدیریت موجودی است که بر اساس مشارکت دو جانبه خرده‌فروش و فروشنده است [۳]. در مدیریت موجودی توسط فروشنده، خرده‌فروش اطلاعات در زمینه میزان تقاضا و سطح موجودی خود را به فروشنده ارائه می‌دهد. بنابراین فروشنده می‌تواند بر اساس این اطلاعات، زمان و میزان تجدید موجودی خود و خرده‌فروشان را تعیین کند [۵، ۴].

در طول دهه‌های گذشته، مدیریت زنجیره‌های تأمین محصولات کشاورزی و غذایی هم از سوی پزشکان و هم از سوی محققین مورد توجه قرار گرفته است. مدیریت موجودی برای هر کسب‌وکاری به خصوص زمانی که محصولات فاسدشدنی هستند

*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.
© نویسندگان

ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع)

و دوره عمر کوتاهی دارند، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. علاوه بر این، هرگونه کمبود در تحویل این محصولات ممکن است هزینه‌های زیادی را بر سازمان‌ها تحمیل کند. بنابراین فروشنده ممکن است در برابر عدم قطعیت، یک سیاست کنترل موجودی محافظه‌کارانه اتخاذ کنند [۶]. با توجه به ماهیت فاسدشدنی محصولات غذایی، چنین راهبرد منجر به انقضای موجودی اضافی می‌شود. چالش کمبود و ضایعات محصولات لبنی از مهمترین مسائل در زنجیره‌تأمین است. از یک طرف محصولات هدر رفته و ضایعات تاثیر منفی بر محیط زیست و افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای دارند و از طرف دیگر کمبود منجر به ایجاد هزینه‌هایی برای سازمان‌ها می‌شود. با توجه به ماهیت محصولات فاسدشدنی و عدم قطعیت تقاضای خرده فروشی، اتخاذ تصمیمات دقیق برای کاهش هزینه سامانه بسیار مهم است و در نظر گرفتن عدم اطمینان در کاهش مقدار هدر رفته تاثیر بسزایی دارد. بنابراین توجه به کنترل موجودی این محصولات در سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده از ارزش بالایی برخوردار است و اشتراک اطلاعات بین اعضا می‌تواند به میزان قابل توجهی از هزینه‌ها بکاهد [۸، ۷]. از عوامل اصلی برای اجرای موفقیت‌آمیز سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده، می‌توان تسهیم اطلاعات، کیفیت اطلاعات، تعهد مدیریت، کیفیت روابط و اعتماد را نام برد[۹]. بنابراین لازمه اجرای موفق این سیاست استفاده از سامانه‌های اطلاعاتی مناسب است [۱۰].

علیرغم محبوبیت سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده در چندین زمینه، استفاده از این روش‌ها در مدیریت زنجیره‌های تامین محصولات غذایی بسیار محدود است. نوآوری اصلی این مقاله پیشنهاد یک مدل ریاضی جدید چند دوره‌ای با تقاضاهای تصادفی برای یک محصول فاسد شدنی با در نظر گرفتن ضایعات و کمبود است. این مسئله نه تنها برای محصولات فاسدشدنی غذایی و دارویی کاربرد دارد بلکه می‌تواند برای تمامی محصولاتی که تاریخ مصرف محدودی دارند مانند گل، لوازم الکترونیکی و ... به کار آید. به طور کلی هدف این پژوهش توسعه یک مدل دوسطحی با در نظر گرفتن سطوح فروشنده و خرده‌فروشان در یک زنجیره‌تأمین مبتنی بر سیاست موجودی توسط فروشنده با در نظر گرفتن عدم قطعیت در تقاضا درکل زنجیره است. فروشنده به دنبال مقدار بهینه محصولاتی است که باید در هر دوره در یک افق برنامه‌ریزی با هدف به حداقل‌رساندن مقدار محصولات منقضی شده و همچنین کمبودها و سطح موجودی به خرده‌فروشان ارسال شود.

با توجه به اهمیت کمبود و ضایعات در زنجیره‌تأمین در این تحقیق تلاش بر این است که به‌طور همزمان به کاهش هزینه‌های ضایعات، کمبود، تولید، نگهداری و سفارش پرداخته شود، به گونه‌ای که برنامه‌ریزی تولید و کنترل موجودی به طور مناسب انجام شود. از آنجا که کاهش مواد منقضی شده و ضایعات یکی از جنبه‌های حیاتی مدیریت زنجیره‌تأمین به‌خصوص برای مواد غذایی است، در این پژوهش فعالیت‌هایی مانند حمل‌ونقل، توزیع و انبارداری به‌صورت جامع به‌گونه‌ای مورد بررسی قرار گرفته‌اند که ضایعات و کمبود به حداقل ممکن برسند.

در این پژوهش در بخش دوم و سوم مروری بر ادبیات تحقیق و مطالعات گذشته انجام می‌شود. در بخش چهارم روش تحقیق و مدل ریاضی پیشنهادی و درنهایت در بخش پنجم نتیجه‌گیری از تحقیق ارائه شده و پیشنهاداتی برای پژوهش‌های آتی ارائه شده است.

۲- مبانی نظری

۲-۱- زنجیره‌تأمین

زنجیره‌های‌تأمین، شبکه‌های پیچیده‌ای از نهادهای دوردست و مجزا هستند که کالاها، پرداخت‌ها و داده‌ها را در یک چشم‌انداز پویا و دائماً در حال تکامل مبادله می‌کنند. زنجیره‌تأمین، مجموعه‌ای از واحدها است که به‌وسیله جریان‌های مواد، اطلاعات و جریان‌های مالی به یکدیگر مرتبط می‌شوند [۱۱]. این سازمان‌ها می‌توانند شامل بنگاه‌هایی باشند که مواد خام، قطعات و محصولات را تولید و خدماتی از قبیل توزیع، انبارش، عمده‌فروشی و خرده‌فروشی را ارائه دهند و به طور گسترده شامل افراد، منابع، فعالیت‌ها و سازمان‌هایی می‌شود که در تبدیل مواد خام به محصولات جدید نقش دارند و سفارشات مشتری را به طور مستقیم و غیرمستقیم تکمیل می‌کنند. مدیریت زنجیره‌تأمین یک کارکرد اصلی کسب‌وکار است که مسئول جابجایی کالاها و خدمات در میان چندین ذینفع است. در واقع مدیریت زنجیره‌تأمین شامل مدیریت کلیه فعالیت‌های تدارکات و منبع‌یابی، فعالیت‌های لجستیک و هماهنگی‌های مربوط به تحویل کالا از مرحله مواد خام تا تحویل به مصرف‌کننده نهایی است [۱۳، ۱۲].

با توسعه به سمت جهانی‌شدن سازمان‌ها و فضای رقابتی، زنجیره‌تأمین، به تدریج به سیستم عظیم و پیچیده در بین شرکت‌ها و طراحی شبکهٔ زنجیره‌تأمین، به یکی از فعالیت‌های

مهم برنامه‌ریزی در شبکهٔ تأمین تبدیل شده است که یک مسئلهٔ زیرساختی در مدیریت زنجیره‌تأمین است که در سطح فعالیت‌های عملیاتی و تاکتیکی اثر درازمدتی دارد [۱۴].

۲-۲- 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 واقعا 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 می‌شود [۱۵].

کنترل موجودی در عین حال که از صرف هزینه‌های زیاد برای خرید موجودی بیش از حد جلوگیری می‌کند، جلوی کمبود موجودی را نیز می‌گیرد. در حالی که شرکت‌های زیادی از روش سامانه سفارش به موقع می‌کنند، ممکن است موجودی‌های بسیار اندکی در اختیار داشته باشند. تقریباً هر کسب‌وکاری به نوع و مقداری از موجودی نیاز دارد که این میزان از طریق سامانه‌های کنترل موجودی به بهترین شکل مدیریت می‌شود [۱۶].

اگر شرکتی بتواند سطح موجودی خود را کاهش دهد، می‌تواند به منابع مالی جدیدی برای گسترش خود یا کسب سود دست پیدا کند. همچنین اگر کسب‌وکاری نیاز به در اختیار داشتن سطح بیشتری از موجودی داشته باشد، فرآیندهای کنترل موجودی دقیق می‌تواند سطح موجودی را بالا برده و مقدمات افزایش فروش و سود شرکت را فراهم کند. استفاده از کنترل موجودی راهی مطمئن برای کاهش هزینه‌ها و مدیریت بهتر هر نوع محصولی است [۱۷].

در میان زنجیره‌های تأمین، زنجیره تأمینی که محصول طی گذر زمان فاسد می‌شود، از حساسیت و توجه بیشتری برخوردار است، زیرا در این زنجیره‌ها علاوه بر هزینه‌های رایج موجودی، هزینه فساد نیز وجود دارد که به خرید بیش از تقاضا برای خریدار و به تبع تحمیل هزینه اضافه به هر یک از اعضای زنجیره منجر می‌شود. مدیریت و کنترل موجودی‌های فسادپذیر در بسیاری از واحدها و بنگاه‌های صنعتی از اهمیت بسیاری برخوردار بوده و از موجودی‌ها با طول عمر نامحدود، سخت‌تر و پیچیده‌تر است [۱۸، ۱۹].

۲-۳- سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده

یکی از رویکردهای نوین در زمینه زنجیره‌تأمین، سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده است. هدف در این سیاست ارتباط درازمدت خرده‌فروش و فروشنده است. در دنیای رقابتی امروز مدیریت زنجیره‌تأمین نقش مهمی در مدیریت هزینه‌ها و یکپارچگی بخش‌های مختلف سازمان ایفا می‌کند [۲۰، ۲۱]. مدیریت موجودی توسط فروشنده یکی از مهم‌ترین راهبردها در زنجیره‌تأمین است که بر اساس مشارکت دو جانبه خرده‌فروش و فروشنده است [۲۲]. در مدیریت موجودی توسط فروشنده، خرده‌فروش اطلاعات در زمینه میزان تقاضا 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 [۲۳].

مدیریت موجودی توسط فروشنده با تبادل اطلاعات مابین خرده‌فروشان و فروشنده به منظور مدیریت فرایند تأمین کالا به کار می‌رود [۲۴]. در این شراکت فروشنده تصمیمات مربوط به کنترل موجودی انبار را برای خرده‌فروش اتخاذ می‌کند. به کارگیری مدیریت موجودی توسط فروشنده می‌تواند نقش کلیدی و مهمی را در زنجیره‌های عرضه جهت کاهش هزینه‌ها و افزایش سطح سرویس داشته باشد [۲۵]. در فرایند تکمیل سفارش‌دهی در زنجیره‌های عرضه بدون وجود سامانه مدیریت موجودی توسط فروشنده، پیش‌بینی تقاضا با استفاده از داده‌ها و اطلاعات قبلی انجام می‌شود و فروشنده اطلاعی از میزان فروش و سطح موجودی کالا ندارد [۲۶]. اما در فرایند تکمیل سفارش‌دهی با وجود مدیریت موجودی توسط فروشنده اطلاعات مربوط به تقاضا و موجودی خرده‌فروش با فروشنده به اشتراک گذاشته می‌شود [۲۷]. به این ترتیب از بروز اثر شلاق چرمی تا حدود زیادی جلوگیری می‌شود. با افزایش دقت پیش‌بینی‌ها، به طور قطع تولیدکننده می‌تواند برنامه‌ریزی تولید و حمل‌ونقل خود را به میزان قابل توجهی بهبود دهد. همچنین این سیاست باعث کاهش موجودی در انبار خرده‌فروش می‌شود که این شاخص‌ترین مزیت این سیاست است. از آنجا که سفارشات بر اساس اطلاعات تقاضای صادره از جانب خرده‌فروش توسط فروشنده انجام می‌شود، هزینه‌های خرده‌فروش جهت فعالیت‌های خرید و سفارش کاهش می‌یابد [۲۸]. علیرغم اینکه راهبرد مدیریت موجودی توسط فروشنده به ابزاری پرکاربرد برای زنجیره‌تأمین تبدیل شده است، پیاده‌سازی آن در بسیاری از موارد موفقیت‌آمیز نبوده است.

در واقع، چندین پیش‌نیاز برای اجرای موفقیت‌آمیز یک مدل مدیریت موجودی توسط فروشنده وجود دارد.

۳- پیشینه تحقیق

به‌طور کلی مطالعات فراوانی پیرامون سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده انجام شده است. در ادامه مختصری از این تحقیقات که با موضوع این پژوهش همخوانی دارند ارائه می‌شود:

طالعی‌زاده و همکاران یک مدل موجودی مدیریت توسط فروشنده را برای یک زنجیره‌تأمین دو سطحی متشکل از یک فروشنده و چندین خرده‌فروش غیررقیب توسعه می‌دهند که در آن مواد خام و محصول نهایی نرخ‌های فاسدشدنی متفاوتی دارند. در این پژوهش فرض بر این است که تقاضای بازار برای محصول نهایی قطعی و وابسته به قیمت است. هدف در این پژوهش به حداکثر رساندن سود کل زنجیره‌تأمین است [۲۹]. هو و همکاران 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. 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 به عنوان یک عدد فازی ذوزنقه‌ای شکل در نظر گرفته شده‌اند [۳۰]. ورایکات و همکاران یک مدل سیاست موجودی توسط فروشنده دو سطحی را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این پژوهش هدف بهبود پایداری در یک زنجیره‌تأمین دارویی و حداقل رساندن مقدار داروهای تاریخ مصرف گذشته در بیمارستان‌ها است. علاوه بر این، مجموعه‌ای از آزمایش‌های شبیه‌سازی مونت کارلو برای بررسی استواری مدل پیشنهاد شده توسط محقق تحت عدم قطعیت تقاضا انجام شده است [۳۱].

اونگو و همکاران یک زنجیره‌تأمین محصولات کشاورزی را با یک تأمین‌کننده در نظر گرفته‌اند که به چندین مرکز خرده‌فروشی خدمات ارائه می‌دهد. مراکز خرده‌فروشی مقدار مشخصی از موجودی محصول فاسد شدنی را حمل می‌کنند. در این پژوهش تأمین‌کننده تصمیمات موجودی و مسیریابی را برای به حداقل رساندن موجودی، حمل‌ونقل، ضایعات مواد غذایی و هزینه‌های موجودی در مواجهه با تقاضای تصادفی مشتری و میزان محصولاتی که باید به هر مرکز خرده‌فروشی تحویل داده شود، می‌گیرد [۳۲]. لیو و همکاران زنجیره‌تأمین محصولات فاسد شدنی خون را با در نظر گرفتن سیاست موجودی توسط فروشنده مورد بررسی قرار داده‌اند. در مدل ارائه شده در این پژوهش عمر محصول و تاریخ انقضای محصولات در نظر گرفته است. هدف این پژوهش توزیع محصولات از تأمین‌کنندگان به خرده‌فروش است به‌گونه‌ای که هزینه‌های موجودی و محصولات فاسدشده کاهش یابد [۳۳].

ایهام و دیگران به بررسی مدیریت موجودی توسط فروشنده با توجه بر مسئله مسیریابی پرداختند. این مدل یک زنجیره‌تأمین دوسطحی شامل یک تأمین‌کننده و چند خرده‌فروش را بررسی کرده است. مدل چند محصولی و چند دوره‌ای 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[۳۴]. امیری و همکاران توزیع محصولات فاسدشدنی را در یک زنجیره‌تأمین دو سطحی با در نظر گرفتن سیاست موجودی توسط فروشنده مورد بررسی قرار دادند. هدف این پژوهش افزایش سود فروشنده با در نظرگرفتن هزینه‌های توزیع، موجودی و تولید است. قیمت فروش محصولات در این تحقیق ثابت در نظرگرفته شده است [۳۵]. اشرف و همکاران به بررسی سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده سه سطحی با یک خریدار، انبار مرکزی و چندین خرده‌فروش پرداخته اند. در این مدل برای بیان عدم قطعیت پارامترهای تقاضا و میزان سفارش، اعداد فازی نوع دوم استفاده شدند. هدف مدل پیشنهادی کاهش هزینه‌های کل زنجیره‌تأمین است. به منظور حل مدل با توجه به ان-پی سخت[1] بودن آن، روش بهینه‌سازی اجتماع پرندگان توسعه داده شده است. مدل هم با استفاده از پارامترهای قطعی و هم فازی حل و مورد مقایسه قرار گرفته است[۳۶].

برتازی به توسعه یک مسئله حمل‌ونقل مربوط به تحویل مجموعه‌ای از محصولات از تولیدکننده به مشتری پرداخت. در این پژوهش از یک رویکرد مدیریت موجودی توسط فروشنده با یک خرده‌فروش و یک خریدار استفاده شده است: یک تصمیم-گیرنده باید یک خط‌مشی 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 پارامتر نیستند، بلکه متغیرهای تصمیم هستند [۳۷]. نجف‌نژاد و دیگران سیاست مدیریت موجودی دو سطحی شامل یک فروشنده و چند خرده‌فروش را مورد بررسی قرار داده‌اند. در مدل پیشنهادی علاوه بر تصمیمات موجودی، یک حد بالایی برای سطوح موجودی در نظر گرفته و برای بیشتر از آن جریمه در نظر گرفته شده است. همچنین مقادیر عدد صحیح را برای مقادیر سفارش در هر چرخه برای خرده‌فروشان در نظر گرفته شده است.

[1] NP- hard

علاوه‌بر این، تعداد سفارش‌های فروشنده از حد مجازی بیشتر نمی‌تواند باشد. مدل مورد بررسی با الگوریتم متاهیوریستیک و یک روش دقیق حل شده است و مورد مقایسه قرار گرفته است [۳۸]. بینیک سیاست مدیریت موجودی را در دو سطح با یک فروشنده و چند خرده‌فروش مورد مطالعه قرار داده است. تصمیمات فروشنده برای مشخص‌کردن میزان بهینه سفارش در دو مرحله صورت گرفته است. در مرحله اول، فروشنده قیمت محموله را مشخص می‌کند و مقدار سفارش با هدف به حداکثر رساندن سود مورد انتظار فروشنده تعیین می‌شود. در مرحله دوم، قیمت خرده‌فروش با به حداکثر رساندن سود مورد انتظار خرده‌فروش تعیین می‌شود. در این مطالعه تقاضای مشتری به صورت تصادفی و حساس به قیمت فرض شده است [۳۹].

کشاورز قربانی و دیگران سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده را با یک فروشنده و یک خرده‌فروش با چندین محصول مورد بررسی قرار داده‌اند. در این پژوهش نرخ برگشت محصولات وابسته به کیفیت محصولات است. نرخ خرابی محصولات تصادفی در نظر گرفته شده است و برای محصولات معیوب فرایند دوباره-کاری صورت می‌گیرد. همچنین در این مقاله اثرات یادگیری بر مسئله کنترل موجودی مورد بحث قرار گرفته است. با توجه به پیچیدگی مسئله، مدل از سه روش فراابتکاری حل شده و مورد مقایسه قرار گرفته است [۴۰]. کومار و همکاران توزیع محصولات فاسدشدنی را با در نظرگرفتن سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده و مسیریابی وسایل نقلیه مورد بررسی قرار داده‌اند. در این پژوهش تقاضا ماهیت تصادفی دارد و هدف کاهش هزینه‌های کل موجودی و ظرفیت در سرتاسر زنجیره‌تأمین است. به منظور قطعی کردن محدودیت‌های احتمالی از رویکرد محدودیت شانسی استفاده شده است [۴۱]. استانتی و همکاران سامانه 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. در این مطالعه یک مدل برای بهینه‌سازی تولید، مقدار تحویل و تعداد تحویل در هر چرخه تولید توسعه داده شده است. هدف این پژوهش کاهش هزینه خرابی محصولات، سفارش، نگهداری، حمل‌ونقل محصولات و همچنین انتشارات زیست‌محیطی است [۴۲]. کوساما و کالیستا 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. برای هر فروشنده یک عامل زمانبندی‌کننده وجود دارد که نقش آن مدیریت فرایند تولید فروشنده است و میزان محصولی که فروشنده بر اساس موجودی مشتری و ترجیحات آن باید تولید کند را مشخص می‌کند. همچنین توزیع‌کننده محصولات ارسالی را از سه طریق کنترل می‌کند: موجودی فروشنده، مشتریان و ترجیحات مشتریان [۴۳]. لطفی و دیگران 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 ریسک شرطی، استوار با بدترین حالت و رویکرد بدون در نظر گرفتن همکاری بین اعضا طراحی شده‌اند [۴۴]. 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[۴۵].

پورسلطان و همکاران 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 [۴۶].

مدرس و همکاران 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 تراکنش های انجام شده به وسیله بلاک‌چین است [۴۷]. مدرس و همکاران سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده را را در یک زنجیره‌تأمین سه سطحی مورد بررسی قرار داده‌اند. هدف در این پژوهش انتخاب مناسب‌ترین تأمین‌کنندگان با در نظرگرفتن معیارهای قیمت، کیفیت، فاصله، قابلیت اطمینان تحویل با استفاده از روش بهترین-بدترین بیزین است به گونه‌ای که هزینه‌های کل زنجیره‌تأمین کاهش یابد [۴۸].

در جدول (۱) به بررسی مطالعات مرتبط با سیاست مدیریت موجودی فروشنده پرداخته شده است، تا سهم پژوهش حاضر در بحث دانش‌افزایی و مرتفع ساختن خلأ تحقیقاتی مطالعات پیشین مشخص شود. با بررسی ادبیات تحقیق در زمینه سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده، دریافتیم که تعداد محدودی از آن‌ها محصولات فاسدشدنی را در نظر گرفته اند. همچنین در

این تحقیقات کمبود و ضایعات به طور همزمان مورد بررسی واقع نشده اند. این پژوهش با ارائه مدلی جدید سعی در رفع برخی از محدودیت‌ها و فرضیات سایر مقالات دارد در این تحقیق یک مدل برنامه‌ریزی زنجیره‌تأمین ارائه شده است، که مقادیر بهینه سفارش از هر تأمین‌کننده، میزان تولید و توزیع محصولات را با توجه به محدودیت‌ها، مورد بررسی قرار می‌دهد. همچنین با در نظر گرفتن عمر محصولات، هزینه‌های ضایعات، کمبود، موجودی و سفارش، مدل پیشنهادی درصدد کاهش هزینه در سرتاسر زنجیره‌تأمین می‌باشد.

جدول (۱). مقایسه تحقیق حاضر و تحقیقات پیشین

محقق	تقاضا	عمر محصول	نرخ فاسدشدن	ماهیت محصولات	محدودیت‌ها				
					موجودی	ضایعات	کمبود	ظرفیت	تقاضا
طالعی‌زاده و همکاران (۲۰۱۵)	قطعی	×	✓	فاسدشدنی	✓	×	✓	×	×
هو و همکاران (۲۰۱۷)	فازی	×	×	غیر فاسدشدنی	✓	×	×	✓	✓
ورایکات و همکاران (۲۰۱۹)	قطعی	✓	✓	فاسدشدنی	✓	×	×	✓	×
اونگو و همکاران (۲۰۱۹)	تصادفی	✓	×	فاسدشدنی	✓	×	×	✓	×
لیو و همکاران (۲۰۲۰)	قطعی	✓	×	فاسدشدنی	✓	✓	×	✓	×
ایهام و همکاران (۲۰۲۰)	قطعی		×	غیر فاسدشدنی	✓	×	×	×	✓
امیری و همکاران (۲۰۲۰)	تصادفی	✓	×	فاسدشدنی	✓	×	×	✓	×
اشرف و همکاران (۲۰۲۱)	فازی	×	×	غیر فاسدشدنی	✓	×	×	✓	×
برتازی و همکاران (۲۰۲۱)	قطعی	×	×	غیر فاسدشدنی	✓	×	×	✓	×
نجف‌نژاد و همکاران (۲۰۲۱)	قطعی	×	×	غیر فاسدشدنی	✓	×	×	✓	×
بینیک و همکاران (۲۰۲۱)	تصادفی	×	×	غیر فاسدشدنی	✓	×	×	✓	×
کشاورز قربانی و همکاران (۲۰۲۱)	قطعی	×	✓	غیر فاسدشدنی	✓	×	✓	×	×
کومار و همکاران (۲۰۲۲)	قطعی	✓	×	فاسدشدنی	×	✓	×	✓	×
استانی و همکاران (۲۰۲۲)	قطعی	×	✓	غیر فاسدشدنی	✓	×	×	×	×
کوساما و کالیستا (۲۰۲۲)	قطعی	×	×	غیر فاسدشدنی	✓	×	✓	✓	×
لطفی و همکاران (۲۰۲۲)	تصادفی	×	×	غیر فاسدشدنی	✓	×	×	✓	×
پورسلطان و همکاران (۲۰۲۱)	قطعی	×	×	غیر فاسدشدنی	✓	×	×	✓	✓
مدرس و همکاران (۲۰۲۳)	تصادفی	×	×	غیر فاسدشدنی	✓	×	✓	✓	✓
مدرس و همکاران (۲۰۲۳)	قطعی	×	×	غیر فاسدشدنی	✓	×	✓	✓	✓
تحقیق حاضر	تصادفی	✓	✓	فاسدشدنی	✓	✓	✓	✓	✓

پس از بررسی پژوهش‌های مرتبط با سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده، می‌توان به نکات زیر اشاره کرد:

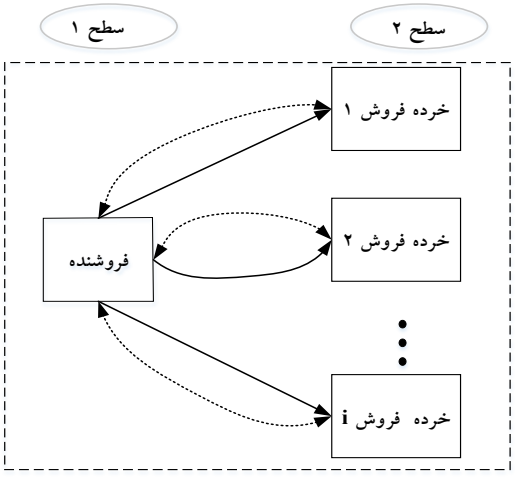
- با توجه به اهمیت میزان هدرفت محصولات فاسدشدنی با توجه به تاریخ مصرف محدودی که دارند بررسی میزان محصولات منقضی شده از اهمیت بالایی برخوردار است که در این پژوهش مورد توجه قرار گرفته است.
- ازآنجا که میزان کمبود در میزان فروش و هزینه‌های فروشنده تأثیر زیادی دارد در این تحقیق در نظر گرفته شده است.
- در این پژوهش کیفیت محصولات وابسته به زمان است و با گذشت زمان بدتر می‌شود و قیمت محصولات هم متغیر و وابسته به کیفیت محصولات است.
- در این پژوهش ماهیت تصادفی تقاضا می‌تواند نقش قابل توجهی در کاهش هزینه‌ها داشته باشد، که تحقیقات کمی در زمینه سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده این موضوع را در نظر گرفته‌اند.

۴- روش تحقیق

۴-۱- بیان مسئله

هدف اصلی از طراحی این مدل تعیین مقدار بهینه تولید، میزان محصول تحویل داده‌شده از فروشنده به خرده‌فروشان است. فروشنده اطلاعات تقاضای محصول خود را با استفاده از قراردادهای هوشمند با خرده‌فروش به‌اشتراک می‌گذارد. خرده‌فروش هم اطلاعات تقاضا و موجودی خود را در اختیار فروشنده می‌گذارد. اطلاعات جهت اعتبارسنجی به‌صورت مدل ارائه شده و این مدل بر روی مورد مطالعه دنیای واقعی اجرا شده است. مورد مطالعه کارخانه لبنی نیمبلوک قائنات است. محصول فاسدشدنی تحت بررسی بعد از چند دوره منقضی می‌شود. در این پژوهش برای دستیابی به پارامترهای مورد نیاز در مسئله، از اسناد مکتوب سازمان مورد مطالعه، پرسشنامه و مصاحبه استفاده می‌شود.

شبکه زنجیره‌تأمین شامل کارخانه‌ای است که یک محصول فاسدشدنی تولید می‌کند و همیشه محصولات تازه را به خرده‌فروشی‌ها تحویل می‌دهد، در این مقاله مسئله عملی کنترل تولید/موجودی که یک تولیدکننده مواد غذایی با آن مواجه است، مورد مطالعه قرار می‌گیرد. تولیدکننده در هر دوره باید تصمیم بگیرد که آیا تولید کند یا نه و اگر تولید کند به چه میزان باید تولید کند؟ به‌منظور تعیین میزان تولید باید ضایعات و کمبود در نظر گرفته شود. شکل (۱) ساختار شبکه زنجیره‌تأمین را نشان می‌دهد.



شکل (۱). ساختار شبکه زنجیره‌تأمین

در این پژوهش از آنجا که متغیر تقاضا تصادفی در نظر گرفته شده است، به منظور مواجهه با عدم قطعیت آن‌ها در مدل از رویکرد محدودیت‌های شانسی استفاده می‌شود. برنامه‌ریزی تصادفی شانسی شامل محدودیت‌هایی با پارامترهای تصادفی است که باید با یک آستانه احتمال از پیش تعیین‌شده برآورده شوند[۴۳]. چنین محدودیت‌هایی برای مدل‌سازی الزامات برآوردی در زمینه‌های مختلف کاربردی مانند انرژی، خدمات و تولید استفاده می‌شوند. از آنجا که فروشنده و خرده‌فروشان با هم از طریق تکنولوژی اطلاعاتی ارتباط دارند، بنابراین اطلاعات پیش‌بینی تقاضا از طریق خرده‌فروشان به فروشنده داده می‌شود.

۴-۲- مدیریت تقاضا

بزرگترین منبع عدم قطعیت در زنجیره‌تأمین تقاضا است. مدیریت موجودی توسط فروشنده یک راهبرد است که تأمین‌کننده (فروشنده) با استفاده از اطلاعات تقاضای ارائه شده توسط خرده‌فروش، مسئول مدیریت موجودی‌های مشتری خود می‌باشد. خریدار اطلاعات تقاضا و موجودی خود را با تأمین‌کننده خود به اشتراک می‌گذارد و تأمین‌کننده از این اطلاعات برای تصمیم‌گیری میزان ارسال محصول برای خریدار و زمان ارسالی آن‌ها استفاده می‌کند. بنابراین فروشنده می‌تواند بر اساس این اطلاعات، میزان تجدید موجودی خود و پایین‌دستی‌ها را تعیین کند [۳۹].

با توجه به اینکه تحویل محصولات در اول هر دوره صورت می‌گیرد، میزان سفارشات و تحویلی‌های خرده‌فروشان برای هر دوره از محصولات و تولیدی‌های دوره‌های قبل صورت می‌گیرد. از آنجا که تقاضای خرده‌فروشان وابسته به کیفیت محصول می‌باشد خرده‌فروشان اطلاعات کیفیت را دقیق نمی‌دانند و کیفیت پارامتری تصادفی در نظر گرفته می‌شود. لازم به ذکر است که کیفیت محصولات در طی دوره زمانی بدتر می‌شود و از توزیع نمایی پیروی می‌کند. بنابراین کیفیت اولیه محصول در روز اول تولید برای هر خرده‌فروش مشخص است و خرده‌فروش می‌تواند پیش‌بینی تقاضای خود را بر آن اساس انجام دهد. کیفیت محصول در طول زمان کاهش می‌یابد. معادله (۱) در ارتباط با کیفیت محصولات تولیدی است. در حقیقت بدتر شدن کیفیت از توزیع نمایی پیروی می‌کند. همچنین برای محصولاتی که تاریخ انقضای آن‌ها سر رسیده باشد کیفیت صفر در نظر گرفته می‌شود.

$$q_{pt} = \begin{cases} q_{0\mathrm{p}} e^{-\lambda''_p t} & t < G \\ 0 & t \geq G \end{cases} \qquad (۱)$$

در این پژوهش تقاضا وابسته به کیفیت محصولات در نظر گرفته می شود که به صورت معادله (۲) است. با توجه به اینکه حساسیت تقاضای مصرف‌کنندگان به کیفیت $\left(\beta_{pt}^{i}\right)$ عددی مثبت می‌باشد، هر چه کیفیت محصولات بالاتر باشد تقاضای محصولات

بیشتر می‌شود. معادله (۲) تقاضای محصولات را نشان می‌دهد.

$$d_{pt}^{i}=\begin{cases}D_{pt}^{i}+\beta_{pt}^{i}q_{pt} & t<G\\ 0 & t\geq G\end{cases} \quad (۲)$$

۴-۳- درآمد محصولات بر اساس کیفیت آن‌ها

معادله (۳) بیانگر این است که محصولات با کیفیت‌های متفاوت از قیمت‌های مختلفی برخوردارند. قیمت محصولات بر اساس کیفیت محصولات ارزش‌گذاری و تعیین می‌شود در حقیقت یک حد آستانه r_1 برای کیفیت تعیین می‌شود که اگر کیفیت از آن بیشتر باشد، قیمت در بالاترین حد خود است. اگر کیفیت بین دو حد آستانه r_1 و r_2 باشد قیمت کمتر می‌شود و در کیفیت‌های پایین‌تر از r_2 هم قیمت صفر است.

$$r_{pgt}=\begin{cases}\Pr_{pgt}^{1} & q_{pg}\geq r_1\\ \Pr_{pgt}^{2} & r_1<q_{pg}\leq r_2\\ 0 & q_{pg}<r_2\end{cases} \quad (۳)$$

۴-۴- مدل ریاضی توسعه داده شده

در این بخش یک مدل چند محصولی، چند دوره‌ای برای مدل مدیریت موجودی توسط فروشنده بر اساس تعریف مسئله و مفروضات اصلی توسعه داده شده است. هدف اصلی طراحی این مدل تعیین تخصیص بهینه سفارش به خرده‌فروشان است.

۴-۴-۱- مفروضات مدل

مدل ارائه شده با توجه به مفروضات زیر طراحی شده است:

- یک تولیدکننده محصولات فاسدشدنی را تولید و به تعدادی خرده‌فروش می‌فروشد.
- افق زمانی محدود و به صورت ماهانه است.
- کیفیت محصولات تحت تأثیر عمر آن‌ها قرار دارد و با گذشت زمان کاهش می‌یابد.
- تولیدکننده در هر دوره مقداری محصول تازه تولید می‌کند.
- محصولات فاسدشدنی تحت بررسی بعد از چند دوره منقضی می‌شوند. بنابراین دوره مصرف محصولات محدود و متغیر است.
- در شروع هر دوره فروشنده اطلاعات کامل در ارتباط با پیش‌بینی تقاضای خرده‌فروشان را دارد.
- زمان انتظار برای تحویل محصولات از فروشنده به خرده‌فروشان صفر است.
- اقلام با سن G منقضی می شوند و به خرده‌فروش تحویل داده می‌شود.

پارامترها و متغیرهای تصمیم در جدول (۲) آورده شده‌اند:

جدول (۲). تعریف مجموعه‌ها، پارامترها و متغیرهای تصمیم

مجموعه ها	
P	مجموعه محصولات
T	مجموعه دوره‌ها
I	مجموعه خرده‌فروشان
G	مجموعه تاریخ انقضا
متغیرها	
I_{pt}^{i}	موجودی محصول p در دوره t برای خرده‌فروش i
I_{pt}^{0}	موجودی محصول p در دوره t برای فروشنده
w_{pt}	مقدار محصول منقضی شده p در دوره t
S_{pt}^{0}	مقدار کمبود محصول برای محصول p در دوره t برای فروشنده
m_{pt}	مقدار تولید محصول برای محصول p در دوره t برای فروشنده
δ_{pt}	متغیر باینری برابر با ۱ اگر محصول p دردوره t تولید شود وگرنه صفر
y_{pgt}^{i}	میزان تحویلی محصول p در دوره t برای خرده فروش i
پارامترها	
R_p	هزینه جریمه واحد برای هدر رفتن محصول p
d_{pt}^{i}	تقاضای محصول p در دوره t برای خرده فروش i
M	عدد مثبت بزرگ
h_p^0	
h_p^i	هزینه نگهداری محصول p در دوره t برای خرده فروش i
e_{pt}	هزینه کمبود برای محصول p برای فروشنده
ch^i	حداکثر ظرفیت نگهداری محصولات برای خرده فروش i
Cap	حداکثر ظرفیت نگهداری محصولات برای فروشنده
C_{pt}	هزینه متغیر تولید برای محصول p برای فروشنده
OC_{pt}^{i}	هزینه سفارش محصول p در دوره t برای خرده فروش i
F_{pt}	هزینه ثابت تولید محصول p در دوره t برای فروشنده

۴-۴-۲- مدل ریاضی توسعه داده شده

(۴)

$$\min Z = \begin{pmatrix} \sum_{t=1}^{T}\sum_{p=1}^{P} I_{pt}^{0} h_{p}^{0} + \sum_{i=1}^{T}\sum_{p=1}^{I}\sum_{t=1}^{P} E\left(I_{pt}^{i}\right) h_{p}^{i} \\ + \sum_{t=1}^{T}\sum_{p=1}^{P}\left(w_{pt}\right) R_{p} + \sum_{t=1}^{T}\sum_{p=1}^{P}\left(S_{pt}\right) e_{pt} \\ + \sum\sum\left(\delta_{pt} Fc_{pt} + P_{pt} C_{pt}\right) + \\ \sum_{g=1}^{G}\sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{I}\sum_{p=1}^{P} y_{pgt}^{i} OC^{i} \end{pmatrix}$$

$$I_{pt}^{0} = I_{p,t-1}^{0} + p_{pt} - \sum_{i=1}^{I} E\left(d_{pt}^{i}\right) - E\left(w_{pt}\right) \quad (۵)$$

$$I_{pt}^{i} = I_{p,t-1}^{i} + y_{pt}^{i} - E\left(d_{pt}^{i}\right) \quad (۶)$$

$$w_{pt}^{0} = \left[\max \begin{pmatrix} 0, I_{p,t-G}^{0} - \sum_{i=1}^{I}\sum_{s=t-G+1}^{t-1} E\left(d_{p,s}^{i}\right) \\ - \sum_{s=t-G+1}^{t-1} E\left(w_{p,s}^{0}\right) \end{pmatrix} \right] \quad (۷)$$

$$S_{pt}^{0} = \left[\max\left(0, \sum_{i=1}^{I} E\left(d_{pt}^{i}\right) - I_{pt}^{0}\right) \right] \quad (۸)$$

$$P\left(d_{pt}^{i} \geq I_{p,t-1}^{i} + y_{pt}^{i} - ch_{p}^{i}\right) \geq \gamma \quad (۹)$$

$$\sum_{p=1}^{P} y_{pt}^{i} \leq \left(ch^{i} - \sum_{p=1}^{P} I_{p,t-1}^{i}\right) \quad (۱۰)$$

$$p\left(\sum_{p=1}^{P} d_{pt}^{i} \leq ch^{i}\right) \geq \delta \quad (۱۱)$$

$$p\left(\sum_{t'\geq\tau}^{t'<t+G} d_{pt}^{i} \geq \mathrm{I}_{pt}^{i}\right) \geq X \quad (۱۲)$$

۴-۴-۳- تابع هدف

تابع هدف ارائه شده تلاش می‌کند تا سود کل سامانه را به حداکثر برساند. بخش اول رابطه (۴)، درآمد حاصل از فروش محصولات را نشان می‌دهد. بقیه بخش‌ها هزینه‌های کل سامانه را نشان می‌دهد. این هزینه‌ها شامل تمرکز بر بخش‌های مختلف است. در این مدل یکپارچه، هدف به حداقل رساندن هزینه‌های سامانه از جمله عملیات سفارش، تولید و کنترل موجودی است. بخش اول هزینه مربوط به موجودی فروشنده را نشان می‌دهد. هزینه نگهداری برای تعداد محصولات تولید شده علاوه بر میزان تقاضا در پایان هر دوره در نظر گرفته می‌شود. بخش دوم تابع هدف نشان‌دهنده هزینه‌های مرتبط با موجودی خرده‌فروشان است. قسمت سوم هزینه‌های مربوط به ضایعات محصولات با توجه به تاریخ انقضا می‌باشد. بخش چهارم تابع هدف هزینه‌های کمبود را نشان می‌دهد. وقتی مقدار تقاضای تصادفی از مقدار موجودی بیشتر باشد، هزینه مربوط به کمبود موجودی به مجموعه هزینه‌های کل اضافه می‌شود. در این مدل هزینه کل کمبود از میانگین هزینه کمبود در بهای هر واحد کمبود به دست می‌آید. قسمت پنجم تابع هدف نشان‌دهنده هزینه-های مربوط به تولید است که شامل هزینه‌های ثابت و متغیر هر واحد محصول می‌شود. هزینه‌های متغیر به تعداد محصولات تولیدشده بستگی دارد، اما هزینه‌های ثابت به تعداد محصولات تولیدشده وابسته نیست و به تولید در هر دوره مربوط می‌شود. بخش ششم هزینه‌های مربوط به تکمیل سفارش محصولات را نشان می‌دهد.

۴-۴-۴- محدودیت‌ها

محدودیت (۵) محدودیت مربوط به موجودی فروشنده را نشان می دهد. محدودیت (۶) نشان‌دهنده موجودی خرده‌فروش است که مجموع محصولات باقی‌مانده از دوره قبل و محصولات تحویل‌شده منهای تقاضا برای آن محصولات است. محدودیت (۷) نشان‌دهنده میزان محصولات منقضی شده که تاریخ مصرف آن‌ها به پایان رسیده است، می‌باشد. اگر مدت زمان محصول کمتر از زمان انقضا باشد نشان‌دهنده این است که هنوز تاریخ مصرف آن تمام نشده است و در نتیجه ضایعات محصول برابر با صفر می‌شود. اگر زمان تولید محصول بیشتر از زمان انقضا باشد، مقدار محصول منقضی‌شده برابر است با تفاوت بین کل موجودی کالا در یک دوره با عمر منقضی از مقدار تحویل‌شده به کل خرده‌فروشان و ضایعات با عمر بیشتر از عمر منقضی‌شده برای یک محصول با دوره‌ی انقضا G، محصولاتی که در دوره t منقضی می‌شوند، محصولاتی هستند که در دوره t-G تولید می‌شوند. بنابراین، محصولات $I_{p,t-G}^{0}$ باقی‌مانده آن محصولاتی هستند که تاریخ انقضا آنها گذشته است و باید دور ریخته شوند. حال از این موجودی باید مقدار محصولاتی که از موجودی این دوره در دوره های بعدی به خرده‌فروشان تحویل داده شده است (در واقع این محصول در زمانی کمتر از زمان انقضا در اختیار خرده‌فروشان قرار گرفته است) نیز کم شود. موجودی دوره قبل باید از کل موجودی دوره‌ای با عمر منقضی‌شده کم شود زیرا این محصولات در دوره‌های قبلی منقضی شده و دور ریخته شده‌اند. محدودیت (۸) مربوط به هزینه‌های کمبود است. محدودیت (۹) بیان می‌کند که موجودی خرده‌فروشان نمی‌تواند از

ظرفیت انبار تجاوز کند. محدودیت (۱۰) نشان می‌دهد که مقدار تحویل به خرده‌فروشان نمی‌تواند از مقدار معینی تجاوز کند. محدودیت (۱۱) نشان می‌دهد که تقاضا نباید از ظرفیت ذخیره‌سازی تجاوز کند. محدودیت (۱۲) بیان می‌کند که سطح موجودی خرده‌فروشان باید کمتر از کل تقاضای دوره‌های بعدی تا زمان عمر محصول باشد.

۴-۴-۵- تبدیل محدودیت‌های شانسی به محدودیت‌های قطعی

در این تحقیق d^i_{pgt} پارامتری تصادفی با میانگین μ^i_{pgt} و واریانس σ^i_{pgt} می‌باشد برای محدودیت‌های ۹، ۱۰، ۱۱و ۱۲ با توجه به اینکه توزیع متغیرها مشخص است، از یک محدودیت شانس تصادفی برای تبدیل آن به یک محدودیت قطعی استفاده می شود. محدودیت (۱۵) معادل با محدودیت (۱۳) است. با خطی کردن معادله (۷)، داریم:

$$S^0_{pt} \geq \sum_{i=1}^{I} d^i_{pt} - I^0_{pt} \quad (۱۳)$$

$$P\left(\sum_{i=1}^{I} d^i_{pt} \leq S^0_{pt} - I^0_{pt}\right) \geq \theta \quad (۱۴)$$

$$\sum_{i=1}^{I} \mu^i_{pt} - \Phi^{-1}_{1-\theta}\left(\sqrt{\sum_{i=1}^{I}\left(\sigma^i_{pt}\right)^2}\right) \leq S^0_{pt} - I^0_{pt} \quad (۱۵)$$

در محدودیت زیر چون I^i_{pgt} وابسته به تقاضا که پارامتری تصادفی است باید به جای I^i_{pgt} معادل آن را در معادله (۱۸) قرار داد. محدودیت (۱۶) معادل با محدودیت (۱۷) است. معادله (۱۸) معادل با $\sum_{p=1}^{P} I'^i_{pt}$ که در معادله (۱۷) تعریف شده است می‌باشد.

$$P\left(\sum_{p=1}^{P} I^i_{pt} \leq ch^i\right) \geq \phi \quad (۱۶)$$

$$\sum_{p=1}^{P} I'^i_{pt} - \sum_{p=1}^{P} \mu^i_{pt} \leq Ch^i + \Phi^{-1}_{1-\phi}\sqrt{\sum_{p=1}^{P}\left(\sigma^i_{pt}\right)^2} \quad (۱۷)$$

$$\sum_{p=1}^{P} I'^i_{pt} = \sum_{p=1}^{P}\left(I^i_{p,t-1} + y^i_{pt}\right) \quad (۱۸)$$

محدودیت (۱۹) معادل با محدودیت (۲۲) است.

$$I^i_{pt} \leq \sum_{t'\geq t}^{t'<t+G} d^i_{pt'} \quad (۱۹)$$

$$I^i_{p,t-1} + y^i_{pt} \leq \sum_{t'\geq t}^{t'<t+G} d^i_{pt'} + d^i_{pt} \quad (۲۰)$$

$$P\left(\sum_{t'\geq t}^{t'<t+G} d^i_{pt'} + d^i_{pt} \geq I^i_{p,t-1} + y^i_{pt}\right) \geq \rho \quad (۲۱)$$

$$\sum_{t'\geq t}^{t'<t+G} \mu^i_{pt'} - \Phi^{-1}_{1-\rho}\sqrt{\sum_{t'\geq t}^{t'<t+G}\left(\sigma^i_{pt'}\right)^2} + \mu^i_{pt} - \Phi^{-1}_{1-\rho}\sqrt{\left(\sigma^i_{pt}\right)^2} \geq I^i_{p,t-1} + y^i_{pt} \quad (۲۲)$$

محدودیت (۲۳) معادل با محدودیت (۲۵) است.

$$\sum_{p=1}^{P} d^i_{pt} \leq ch^i \quad (۲۳)$$

$$P\left(\sum_{p=1}^{1} d^i_{pt} \leq ch^i_p\right) \geq \kappa \quad (۲۴)$$

$$\sum_{p=1}^{P} \mu^i_{pt} - \Phi^{-1}_{1-\kappa}\sqrt{\left(\sum_{p=1}^{P}\sigma^i_{pt}\right)^2} \leq ch^i \quad (۲۵)$$

محدودیت (۲۷) معادل با محدودیت (۲۹) است.

$$y^i_{pt} \geq d^i_{pt} \quad (۲۷)$$

$$P\left(d^i_{pt} \leq y^i_{pt}\right) \geq \beta \quad (۲۸)$$

$$\mu^i_{pt} - \Phi^{-1}_{1-\beta}\sqrt{\left(\sigma^i_{pt}\right)^2} \leq y^i_{pt} \quad (۲۹)$$

۴-۵- مطالعه موردی

این مدل مطالعه موردی را برای ارزیابی مدل ریاضی پیشنهادی در نظر می‌گیرد. این کارخانه در شهرستان قاینات که محصولات لبنی تولید می‌کند، قرار دارد. پس از اتمام مراحل تولید، محصولات نهایی برای مشتریان ارسال می‌شود. برای بررسی اعتبار مدل توسعه‌یافته، یک مسئله در دنیای واقعی در نظر گرفته‌شده و مدل با داده‌های مربوط به این مسئله حل می‌شود. در این مدل تقاضای محصولات به صورت تصادفی بوده و از توزیع

نرمال پیروی می‌کند. داده‌های مربوط به هزینه‌ها و تقاضای ایـن شرکت در جداول (۳)، (۴)، (۵) و (۶) آورده شده است:

جدول (۳). داده‌های مربوط به هزینه‌های کمبود و تولید

دوره	محصول	e_{pt}	F_{pt}	C_{pt}
۱	۱	۲۵	۶۹۸۷	۸۷۶۵
۲		۲۵	۵۸۷۶	۸۷۶۵
۳		۲۸	۶۵۴۳	۸۷۶۸
۴		۲۸	۷۶۵۴	۹۲۳۴
۱	۲	۳۰	۶۵۴۳	۸۵۴۳
۲		۳۰	۶۷۵۴	۹۴۳۲
۳		۲۸	۷۶۵۳	۹۰۸۷
۴		۲۵	۵۸۷۶	۸۸۷۶
۱	۳	۲۰	۶۸۷۶	۸۸۸۸
۲		۳۰	۶۸۷۸	۹۴۳۱
۳		۲۵	۵۸۷۶	۸۷۶۴
۴		۳۰	۶۷۰۰	۹۸۷۶

جدول (۴). داده‌های مربوط به تقاضا

محصول	خرده فروش	تقاضا d^i_{pt}			
		$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$
۱	۱	۴۳۰۰	۰	۳۲۰۰	۰
۲		۴۸۰۰	۲۹۰۰	۳۴۰۰	۶۲۰۰
۳		۰	۴۱۰۰	۴۰۰۰	۴۵۴۰
۱	۲	۳۹۰۰	۳۲۰۰	۳۰۰۰	۰
۲		۶۸۰۰	۴۱۳۰	۳۵۰۰	۶۸۰۰
۳		۰	۰	۲۰۰۰	۵۶۰۰
۱	۳	۶۵۰۰	۳۳۰۰	۴۰۰۰	۰
۲		۲۸۰۰	۵۸۷۰	۵۰۰۰	۴۳۰۰
۳		۰	۰	۴۵۰۰	۳۷۸۰
۱	۴	۲۶۵۰	۲۰۰۰	۴۵۰۰	۰
۲		۵۰۰۰	۲۷۰۰	۵۰۰۰	۳۳۰۰
۳		۰	۰	۳۸۰۰	۳۰۰۰

جدول (۵). داده‌های مربوط به هزینه سفارش و ظرفیت خرده‌فروشان

محصول	خرده‌فروش ۳		خرده‌فروش ۲		خرده‌فروش ۱	
	OC^i_p	Ch^i_p	OC^i_p	Ch^i_p	OC^i_p	Ch^i_p
۱	۳۴۰	۱۲۰۰۰	۴۳۰	۱۳۰۰۰	۳۲۸	۱۲۰۰۰
۲	۴۳۰	۱۴۰۰۰	۴۶۰	۱۷۰۰۰	۳۴۰	۱۲۰۰۰
۳	۳۵۰	۱۳۰۰۰	۵۲۰	۱۲۰۰۰	۳۵۰	۱۲۰۰۰

جدول (۶). داده های مربوط به هزینه نگهداری و هزینه ضایعات

پارامتر	محصول ۱	محصول ۲	محصول ۳
h_p	۴۵۳	۴۵۸	۴۶۸
R_p	۳۴۲	۳۴۰	۳۴۵

نتایج حل مدل با استفاده از نرم افزارگمـز در جـداول (۷)، (۸) و (۹) آورده شده است.

جدول (۷). نتایج حاصل از حل مدل برای مقادیر تحویل داده شده

محصول	خرده فروش	مقادیر تحویل داده شده از تأمین کننده به خرده فروشان y^i_{pt}			
		$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$
۱	۱	۰	۱۶۰۰۰	۰	۱
۲		۱۲۰۰۰	۱۳۰۰۰	۱	۱
۳		۱۷۰۰۰	۰	۱	۰
۱	۲	۰	۰	۰	۰
۲		۱۷۰۰۰	۰	۱	۰
۳		۰	۱۷۰۰۰	۰	۱
۱	۳	۱۷۰۰۰	۰	۱	۰
۲		۱۳۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱	۱
۳		۱۰۰۰۰	۱۳۰۰۰	۱	۱
۱	۴	۰	۰	۰	۰
۲		۰	۱۳۰۰۰	۰	۱
۳		۱۶۰۰۰	۱۲۰۰۰	1	۱

جدول (۸). نتایج مدل پیشنهادی (مقادیر مربوط به تولید)

محصول	مقادیر تولید			
	p_{pt}			
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$
۱	۲۴۸۰۰	۲۳۲۰۰	۲۴۳۶۰	۰
۲	۲۷۰۰۰	۲۱۰۰۰	۲۳۲۰۰	۲۴۳۰۰
۳	۰	۰	۲۵۶۰۰	۲۷۳۰۰

جدول (۹). نتایج مدل پیشنهادی (مقادیر باینری متناظر با تولید)

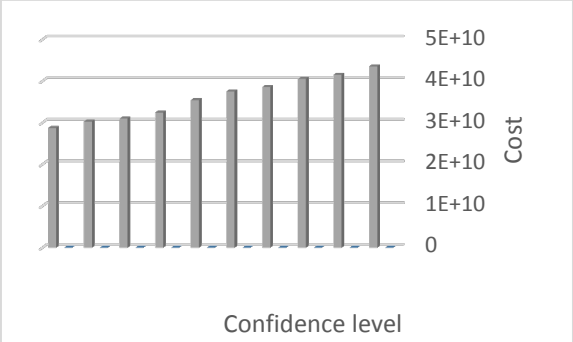
محصول	متغیرهای باینری متناظر با تولید			
	δ_{pt}			
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$
۱	۱	۱	۱	۰
۲	۱	۱	۱	۱
۳	۰	۰	۱	۱

جداول (۷) و (۸) مقادیر تخصیص سفارش را برای هر تأمین‌کننده به‌ترتیب با استفاده از مدل نشان می‌دهد. بنابراین می‌تواند در بهبود عملکرد زنجیره‌تأمین در شرایط تصادفی با محصولات فاسدشدنی که پس از گذشت مدتی فاسد می‌شوند بسیار موثر باشد. بنابراین، نتایج می‌تواند به مدیران در کاهش بهینه هزینه‌ها کمک کند. همچنین، با توجه به اینکه مدل پیشنهادی موجودی، هزینه‌های نگهداری و کمبود را در نظر می‌گیرد، می‌تواند به کنترل موجودی اعضای درگیر در زنجیره‌تأمین کمک کند. علاوه بر این، این مدل را می‌توان برای بسیاری از محصولات به‌ویژه محصولات فاسدشدنی استفاده کرد. پیامد مدیریتی اصلی نتایج این است که مدل پیشنهادی می‌تواند با خرده‌فروشان متعدد مورد استفاده قرار گیرد. این مدل به‌طور همزمان هزینه‌های ضایعات، کمبود، نگهداری و تولید را در نظر می‌گیرد که می‌تواند برای تصمیم‌گیرندگان در سازمان که می‌خواهند همزمان این عوامل را کاهش دهند بسیار مفید باشد.

تجزیه و تحلیل حساسیت برای به حداقل رساندن تابع هدف با توجه به "سطح اطمینان" متفاوت محدودیت‌های شانس انجام می‌شود. مقدار سطح اطمینان از ۰/۰۱ تا ۰/۱ با افزایش ۰/۰۱ متغیر است. نتایج در جدول (۱۰) آورده شده است. شکل (۲) نشان می‌دهد که هزینه‌ها با افزایش سطح اطمینان کاهش می‌یابد. تغییرات تابع هدف در مدل ناشی از تغییر در سطح اطمینان از طریق شکل (۲) نشان داده شده است. با توجه به نتایج تحلیل حساسیت در سطح اطمینان، این عامل تاثیر بسزایی در کاهش هزینه‌های زنجیره‌تأمین دارد.

جدول (۱۰). نتایج تحلیل حساسیت

تابع	سطح اعتماد
۴۳۵۶۷۲۳۶۶۷۵	۰/۰۰۱
۴۱۵۴۳۲۳۴۳۲۱	۰/۰۰۲
۴۵۴۳۸۷۷۶۵۱	۰/۰۰۳
۳۸۶۵۲۵۵۶۷۴۳	۰/۰۰۴
۳۷۷۸۶۵۴۳۰۰۸	۰/۰۰۵
۳۵۴۴۵۵۷۸۶۴۳	۰/۰۰۶
۳۲۴۵۸۶۵۳۲۱۴	۰/۰۰۷
۳۱۰۰۰۷۶۵۴۳۲	۰/۰۰۸
۳۳۲۴۵۶۷۸۳۲	۰/۰۰۹
۲۸۷۶۵۴۳۲۸۷۶	۰/۱



شکل (۲). نتایج تحلیل حساسیت

۵- نتیجه‌گیری

مدیریت موجودی توسط فروشنده یکی از معروف‌ترین سیاست‌ها برای مدیریت هماهنگ و یکپارچه موجودی در زنجیره‌تأمین است. در این سیاست، فروشنده تصمیمات مربوط به میزان سفارش را بر اساس اطلاعات دریافتی از خرده‌فروشان اتخاذ می‌کند. در مدیریت موجودی توسط فروشنده رابطه بلندمدت بین فروشنده و خرده‌فروش برای برآورده کردن دقیق تقاضا و سفارش‌های خرده‌فروش الزامی است. در این سیاست نه تنها ارتباط فروشنده با خرده‌فروش در سفارش صحیح تصمیمات و موجودی خرده‌فروش بسیار مهم است، بلکه فروشنده باید بتواند در برنامه‌ریزی تولید خود به میزانی تولید کند که بتواند کمترین میزان کمبود، ضایعات و هزینه نگهداری را در سازمان داشته باشد. بنابراین در نظر گرفتن ضایعات و کاهش هزینه آن‌ها از اهمیت بالایی در سازمان‌ها برخوردار است که در این مقاله با تصادفی در نظر گرفتن تقاضا احتمال برآورده شدن بیشتر تقاضا با توجه به محدودیت‌ها بیشتر است. در این مطالعه، مدل زنجیره‌تأمین را با محصولات فاسدشدنی با تقاضای تصادفی در نظر گرفته‌ایم. به دلیل ماهیت عدم قطعیت، مسئله را قطعی

کردیم. در نظر گرفتن ریسک و قابلیت اطمینان زنجیره‌تأمین به دلیل ماهیت نامشخص دنیای واقعی می‌تواند دیدگاه نظری ما را به دنیای واقعی ببندد.

مدل پیشنهادی با در نظر گرفتن عدم قطعیت می‌تواند کاربردهای بالقوه زیادی در یک زنجیره‌تأمین داشته باشد. از آنجا که احتمال برآورده شدن بعضی از محدودیت‌ها برایمان از اهمیت بالایی برخوردار است با استفاده از رویکرد محدودیت شانسی در این مقاله این مسئله مورد توجه قرار گرفت.

همان‌طور که در مقدمه گفته شد چالش کمبود و ضایعات از مهمترین مسائل در زنجیره‌تأمین محصولات فاسدشدنی است. بنابراین هدف مدل پیشنهادی در این تحقیق کاهش هزینه‌های کل زنجیره‌تأمین از جمله هزینه میزان محصولات فاسدشده و کمبود است. محصولات فاسد شده محصولاتی هستند که تاریخ انقضای آن‌ها به اتمام رسیده است و باید دور ریخته شوند. در مدل پیشنهادی، مدل طراحی شده به گونه‌ای عمل می‌کند که مدیران برای تعیین میزان تولید و محصولات ارسال شده به مشتری، علاوه بر در نظر گرفتن تقاضا، به دنبال کاهش میزان محصولات منقضی شده که هزینه بالایی برای سازمان‌ها دارند نیز هستند. همچنین یکی از مسائلی که سازمان‌ها با آن مواجه هستند، هزینه‌های کمبود محصولات است. بنابراین مدل طراحی شده با در نظر گرفتن هزینه‌های کمبود و ضایعات به طور همزمان به گونه‌ای عمل می‌کند که تولید به گونه‌ای تنظیم شود که هزینه‌های کل به حداقل ممکن خود برسند.

همچنین در مدیریت زنجیره‌تأمین، تولید مناسب برای اطمینان از اینکه سازمان بتواند عرضه را با تقاضا تطبیق دهد، به ویژه برای تداوم روابط بین اعضا و کاهش هزینه‌ها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. وقتی تقاضا دست کم گرفته شود، مشتریان ممکن است نتوانند محصولات مورد نظر خود را به موقع بدست آورند. از طرف دیگر، تولید بیشتر از تقاضا منجر به افزایش موجودی و در نتیجه هزینه‌های بالا می‌شود. این موضوع در زمینه کنترل موجودی محصولات فاسدشدنی از اهمیت بالاتری برخوردار است. بنابراین در نظر گرفتن ماهیت تصادفی تقاضا در این پژوهش می‌تواند کمک شایانی به تولیدکنندگان در برنامه‌ریزی تولید و سفارش کند. بنابراین این پژوهش با طراحی مدل پیشنهادی به مدیریت کنترل موجودی‌ها به گونه‌ای می‌پردازد که میزان محصولات موجود در انبار در یک سطح بهینه و مناسب باشد تا از هزینه‌های کمبود، نگهداری، سفارش و ضایعات جلوگیری شود.

در نهایت، نتایج تحلیل حساسیت حاکی از صحت اعتبار مدل ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که سطح اطمینان تأثیر بسزایی در کاهش هزینه‌های زنجیره‌تأمین دارد. همچنین این مدل زمینه را برای کاهش هزینه‌ها و افزایش رقابت‌پذیری شرکت‌ها در خصوص تصمیمات یکپارچه در زنجیره‌تأمین فراهم می‌کند. سیاست موجودی یکپارچه پیشنهادی می‌تواند به کاهش قابل توجه هزینه‌های زنجیره‌های تأمین کمک کند و اتحاد راهبردی بین طرفین در زنجیره‌تأمین را تسهیل کند. در مدل توسعه‌یافته، می‌توان رابطه بلندمدت بین تولیدکننده و خرده‌فروشان را حفظ کرد و می‌تواند به مدیران در ارتباط با اعضای زنجیره‌تأمین کمک کند.

با تحلیل نتایج مشخص شد که مدل پیشنهادی با توجه به این که هزینه ضایعات و هزینه کمبود را کاهش می‌دهد از توجیه اقتصادی برای پیاده‌سازی برخوردار است. با اجرای این مدل در شرایط مشابه کلیه تصمیمات خرید، تولید و توزیع با لحاظ نمودن کاهش هزینه کل در زنجیره‌تأمین اجرا می‌شود. با توجه به نتایج حاصل از تحقیق پیشنهاد می‌شود مدیران تقاضای تصادفی را با سطح اطمینان مناسب در سازمان در تعیین میزان تولید خود در نظر بگیرند تا بتوانند از تطابق عرضه با تقاضا اطمینان کنند.

همچنین اجرای این مدل در صنایع و کارخانجات مختلف که کیفیت و بهبود فرایند تولید و توزیع وابسته به زمان است، بسیار سودمند خواهد بود در نتیجه با در نظر گرفتن‌هزینه‌های ضایعات و کمبود بهبود چشمگیری در شبکه‌زنجیره‌تأمین حاصل می‌شود. این امر منجر به کاهش میزان ضایعات، هزینه‌های 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 فاسدشدنی می‌پردازد مثمر ثمر بوده و به بهبود تصمیم‌گیری مدیران کمک می‌کند.

مدل پیشنهادی را می‌توان به سایر سامانه‌های موجودی با چندین تأمین‌کننده و خرده‌فروش‌های متعدد توسعه داد. اضافه کردن نرخ هزینه تصادفی، نرخ تولید تصادفی به مدل توسعه‌یافته، برخی از موضوعات تحقیقاتی آینده است. مدل فعلی را می‌توان با در نظر گرفتن سامانه تولید محصول سبز در زنجیره‌تأمین حلقه بسته توسعه داد. می‌توان با استفاده از برنامه‌ریزی تصادفی، فازی، استوار و دیگر روش‌ها عدم قطعیت برای بسیاری از پارامترها مانند تقاضا، هزینه‌ها، ظرفیت را در نظر گرفت تا مسئله به دنیای واقعی نزدیک‌تر باشد. با چند هدفه در نظر گرفتن مدل و به منظور بیشتر برآورده شدن تقاضا تابع هدفی را برای حداقل کردن تقاضاهای برآورده نشده در نظر گرفت. همچنین به‌منظور اینکه تأمین‌کننده بتواند برای برآورده کردن تقاضای مشتریان مواد اولیه خود را به موقع و در زمان مناسب و با کیفیت کافی به مشتری تحویل بدهد بهتر است سطح تأمین‌کنندگان مواد اولیه را هم در نظر گرفت.

پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آینده سیکل زمانی برای فروشنده و خرده‌فروشان و همچنین خرده‌فروشان متفاوت فرض شود. در تحقیق حاضر یک مسئله مدیریت موجودی توسط فروشنده در یک زنجیره‌تأمین دوسطحی ارائه شده است لذاپیشنهاد می‌شود برای توسعه مدل مدیریت موجودی توسط فروشنده با در نظر گرفتن انبارها بصورت تک و یا چندتایی و گستره زنجیره تأمین مدل به سطوح بالاتر توسعه داده شود. با توجه به اینکه تقاضا به کیفیت محصول وابسته است بهتر است قیمت و سیاست‌های تخفیف فروشنده در تخصیص بهینه سفارش در نظر گرفته شود.

از آنجا که در مدل طراحی شده تاریخ اتقضاء در نظر گرفته شده است، پیشنهاد می‌شود عمر محصولات هم در مدل‌سازی در نظر گرفته شود. همچنین محدودیت‌هایی در ارتباط با قابلیت اطمینان تولید و تحویل فروشنده می‌توان به مدل اضافه کرد که در این پژوهش با توجه به اینکه محققان نتوانستند اطلاعاتی در این زمینه به دست آورند، به آن پرداخته نشده است.

۶- مراجع

[1] A. Niknamfar, "Multi-objective production-distribution planning based on vendor-managed inventory strategy in a supply chain," Ind. Manag. Data. Syst., vol. 6(4) pp. 1-28, 2015, doi:10.1108/IMDS-03-2015-0073.

[2] A. Modares, N. M. Farimani, and V. B. Emroozi, "A new model to design the supplier's 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.

[3] B. 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, 2014, doi:10.1016/j.ijpe.2014.02.010.

[4] A. Chang, B. Melamed, and N. Michael Katehakis, "Blockchain Adoption and design for supply chain management," Graduate School-Newark Rutgers, The State University of New Jersey In partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, 2021, doi:10.7282/t3-wxwf-xj62.

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

[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(3) pp. 473-484, 2010, doi:10.1016/j.ejor.2009.11.02.

[7] T. K. Dasaklis, and F. Casino, "Improving vendor-managed inventory strategy based on Internet of Things (IoT) applications and blockchain technology," 2019 IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency, pp. 50-55, 2019, doi:10.1109/BLOC.2019.8751478.

[8] A. Modares, N. Motahari Farimani, and V. Bafandegan Emroozi, "Developing a Newsvendor Model based on the Relative Competence of Suppliers and Probable Group Decision-making," Ind. Manag. J., vol. 1, pp. 115–142, 2022, doi: 10.22059/IMJ.2022.331988.1007872.

[9] A. M. F. Saghih and A. Modares, "A new dynamic model to optimize the reliability of the series-parallel systems under warm standby components," J. Ind. Manag. Optim., vol. 19 no. 1 p. 376, 2023, doi:10.3934/jimo.2021189.

[10] A. Gharaei, M. Karimi and S. Shekarabia, "An integrated multiproduct, multi-buyer supply chain under penalty, green, and quality control police and a vendor managed inventory with consignment stock agreement: The outer approximation with equality rel," Applied Mathematical Modeling, vol. 69 pp. 223-254, 2019, doi:10.1016/j.apm.2018.11.035.

[11] P. Giovanni, "Smart Supply Chains with vendor managed inventory, coordination, and environmental performance," Eur. J. Oper. Res., vol. 299 pp. 515-531, 2021, doi:10.1016/j.ejor.2020.10.049.

[12] 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 pp. 269-279, 2017, doi:10.1080/17509653.2016.1251859.

[13] W. Liu, G. Y. Ke, J. Chen and L. Zhang, "Scheduling the distribution of blood products: A vendor-managed inventory routing approach," Transport. Res. E. Logist. Transport. Rev., vol. 140, 2020, doi:10.1016/j.tre.2020.101964.

[14] P. Roozkhosh, A. Pooya, O. Soleimani Fard, and R. Bagheri, "Revolutionizing Supply Chain Sustainability: an Additive Manufacturing-Enabled Optimization Model for Minimizing Waste and Costs," Process Integr. Optim. Sustain., Sep. 2023, doi: 10.1007/s41660-023-00368-1.

[15] A. Kumar, "Value and incentives for adoption of Blockchain technology for a single supplier multiple retailer network," J. High Tech. Manag. Res., vol. 32, 100407, 2021, doi:10.1016/j.hitech.2021.100407.

[16] J. Li, D. Greenwood, and M. Kassem, "Blockchain in the built environment and construction industry: A systematic review, conceptual models and practical use cases," Autom. Construct., vol. 102 pp. 288–307, 2019, doi:10.1016/j.autcon.2019.02.005.

[17] W. Liua, G.Y. Ke, J. Chen, and L. Zhang, "Scheduling the distribution of blood products: A vendor-managed inventory routing approach," Transport. Res. E, vol. 140, 101964, 2022, doi:10.1016/j.tre.2020.101964.

[18] J. Tipmontian, J. C. Alcover, and M. Rajmohan, "Impact of blockchain adoption for safe food supply chain management through system dynamics approach from management perspectives in Thailand," Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings, vol. 39(1) p. 14, 2019, doi:10.3390/proceedings2019039014.

[19] A. Sainathan, and H. Groenevelt, "Vendor managed inventory contracts–coordinating the supply chain while looking from the vendor's perspective," European Journal of Operational Research, vol. 272, pp. 249-260, 2019, doi: 10.1016/j.ejor.2018.06.028.

[20] S.S. Kamble, A. Gunasekaran, V. Kumar, A. Belhadi, and C. Foropon, "A machine learning-based approach for predicting blockchain adoption in Supply Chain," Technological Forecasting & Social Change, vol. 163, 120465, 2021, doi: 10.1016/j.techfore.2020.120465.

[21] M, Soysal, S. Belbag, and C. Sel, " A closed vendor managed inventory system under a mixed fleet of electric and conventional vehicles," Comput. Ind. Eng. Vol. 156, 2021, doi: 10.1016/j.cie.2021.107210.

[22] H. M. Stellingwerf, A. Kanellopoulos, F. Cruijssen and J. Bloemhof, 2019" Fair gain allocation in eco-efficient vendor-managed inventory cooperation," Journal of cleaner production, vol. 231 pp. 746-755, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.05.232.

[23] J. Wettasinghe, and H.T. Luong, "A vendor managed inventory policy with emergency orders," Int. J. Ind. Prod. Eng., vol. 37(2-3) pp. 120-133, 2020, doi: 10.1080/21681015.2020.1736657.

[37] 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. Production Economics, vol. 241, 108260, 2021, doi:10.1016/j.ijpe.2021.108260.

[38] E. Najafnejhad, M. T. Roodsari, S. Sepahrom, and M. Jenabzadeh, “A mathematical inventory model for a single-vendor multi-retailer supply chain based on the Vendor Management Inventory Policy,” Int. J. Syst. Assur. Eng. Manag., vol. 12(3), pp. 579–586, 2021, doi:10.1007/s13198-021-01120-z.

[39] M. Bieniek, "The ubiquitous nature of inventory: Vendor Managed Consignment Inventory in adverse market conditions," Eur. J. Oper. Res., vol. 291 pp. 411-420, 2021, doi:10.1016/j.ejor.2019.07.070.

[40] F. Keshavarz-Ghorbani, and S. H. R. Pasandideh, “Optimizing a two-level closed-loop supply chain under the vendor managed inventory contract and learning: Fibonacci, GA, IWO, and MFO algorithms,” Neural Comput. & Applic., vol 33 pp. 9425–9450, 2021, doi:10.1007/s00521-021-05703-6.

[41] M. Kumar. M. D. Kumar. D. P. Saini, and S. Pratap, “Inventory routing model for perishable products toward circular economy,” Computers & Industrial Engineering, vol. 169, 108220. 2022.

[42] 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(1) pp. 30, 2022, doi:10.3390/joitmc8010030.

[43] P. D. Kusuma, and M. Kallista, “Collaborative vendor-managed inventory model by using the multi-agent system and continuous review (r, Q) replenishment policy,” Journal of Applied Engineering Science, vol. 20(1) pp. 254-263, 2022, doi:10.5937/jaes20-31532.

[44] R. Lotfi, B. Kargar, M. Rajabzadeh, F. Hessabi, 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(2), pp. 1216-1231, 2022, doi: 10.1007/s40815-021-01209-4.

[45] A. Modares, N. M. Farimani, and 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.

[46] L. Poursoltan, M. Seyedhosseini and A. Jabbarzadeh, “A two-level closed-loop supply chain under the constract Of vendor managed inventory with learning: a novel hybrid algorithm,” Int. J. Ind. Prod. Eng., vol. 38(4) pp. 254-270, 2021, doi: 10.1080/21681015.2021.1878301.

[47] 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., Jul. 2023, doi: 10.1007/s41660-023-00338-7.

[48] A. Modares, N. M. Farimani, and 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, 2023, doi: 10.3934/jimo.2023074.

[24] V. B. Emroozi, M. Kazemi, A. Modares, and 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

[25] A. Modares, M. Kazemi, V. B. Emroozi, and 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.

[26] P. Roozkhosh, A. Pooya, and R. Agarwal, “Blockchain acceptance rate prediction in the resilient supply chain with hybrid system dynamics and machine learning approach,” Oper. Manag. Res., vol. 16, no. 2, pp. 705–725, Jun. 2023, doi: 10.1007/s12063-022-00336.

[27] T.H. Hejazi and P. Roozkhosh, “Partial inspection problem with double sampling designs in multi-stage systems considering cost uncertainty,” J. Ind. Eng. Manag. Stud., vol. 6, no. 1, Jul. 2019, doi: 10.22116/jiems.2019.87659.

[28] A. Modares, V. B. Emroozi, Z. Mohemmi and A. 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, Iranian J. Supply Chain Manag., vol. 25(79), pp. 103-121, 2023, doi: 20.1001.1.20089198.1402.25.79.7.1 [in Persian]

[29] A. A. Taleizadeh. M. Noori-daryan, and L. E. Cárdenas-Barrón, “Joint optimization of price, replenishment frequency, and replenishment cycle and production rate in vendor managed inventory system with deteriorating items,” International Journal of Production Economics, vol. 159, pp. 285-295, 2015.

[30] 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, 2018, doi:10.1016/j.ijpe.2018.05.009.

[31] D. Weraikat, M. K. Zanjani, and N. Lehoux, “Improving sustainability in a two-level pharmaceutical supply chain through Vendor-Managed Inventory system,” Operations Research for Health Care, 21, pp. 44-55, 2019.

[32] B. Onggo,. S. Panadero. C. G. Corlu, and A.A. Juan, “Agri-food supply chains with stochastic demands: A multi-period inventory routing problem with perishable products,” Simulation Modelling Practice and Theory, 97, 101970, 2019.

[33] W. Liu. Y. Ginger, J. Chen, and L. Zhang, "Scheduling the distribution of blood products: A vendor-managed inventory routing approach." Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 140: 101964, 2020.

[34] O. Ilhaam, R. Jayaraman, K. Salah, M. Debe, and M. Omar, “Enhancing vendor managed inventory supply chain operations using blockchain smart contracts,” EEE Access, vol. 8, pp.182704-182719, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3028031.

[35] S. A. Amiri. H. S. Zahedi. A., Kazemi. M. Soroor, J. and M. Hajiaghaei-Keshteli, “Determination of the optimal sales level of perishable goods in a two-echelon supply chain network. Computers & Industrial Engineering,” vol. 139, 106156, 2020.

[36] Z. Ashraf, D. Malhotra, P. Muhuri and Q. M. Danish Lohani, "Interval type-2 fuzzy vendor managed inventory system and its solution with particle swarm optimization," Int. J. Fuzzy Syst., vol. 23(7) pp. 2080-2105 ,2021, doi:10.1007/s40815-021-01077-y.