پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری
دوره ۸، شماره ٤، زمستان ۱٤۰۲، صص ۱-۲۹
نوع مقاله: پژوهشی

ارائه مدل یکپارچه بهینه‌سازی تصمیمات قیمت‌گذاری، موجودی و بازاریابی برای کالاهای تند گردش در شبکه توزیع چند کاناله

حسن باقری [۱]، محمدحسین کریمی گوارشکی [*۲]، مرتضی عباسی [۳]، حامد فضل الله تبار [۴]

۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران
۲. دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران
۳. استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران
٤. دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۰۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۱۰/۰۵

چکیده

یکی از عناصر موفقیت هر سازمان تولیدی، بهینه‌سازی کانال توزیع کالا است. زیرا تمامی فعالیت‌های سازمان را به منظور ارائه خدمات مورد نیاز مشتریان تحت تأثیر قرار می‌دهد. عناصری مانند موجودی کالاها، تصمیمات بازاریابی، قیمت‌گذاری در بهینه‌سازی کانال توزیع موثر هستند. هر چند بررسی این عوامل به تنهایی باعث بهینه‌سازی می‌شود ولی بهینه‌سازی همزمان آن‌ها، بهینگی سراسری را بوجود می‌آورد که درمطالعات گذشته به ندرت به این مسئله پرداخته شده است. لذا این مقاله به دنبال ارائه یک مدل یکپارچه برای بهینه‌سازی همزمان عناصر زنجیره‌تامین در کانال توزیع است. مدل پیشنهادی یک مدل غیرخطی دو هدفه است که در آن تصمیمات مربوط به بازاریابی، قیمت‌گذاری و کنترل موجودی در نظر گرفته شده است. برای عنصر کنترل موجودی، از دو تامین کننده داخلی و خارجی استفاده شده است. در این بررسی، تابع هدف اول، به دنبال حداکثر کردن سود و تابع هدف دوم مطلوبیت حاصل از رضایت مشتری می‌باشد. مدل ارائه شده در شبکه زنجیره تامین فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا پیاده‌سازی شده است. مدیریت موجودی در مراکز توزیع و همچنین پارامترهای بازاریابی اعم از قیمت‌گذاری محصولات در کانال‌ها (عمده فروشی، خرده فروشی، اینترنتی)، انتخاب بهترین کانال برای هر محصول، میزان فروش هر محصول در هر کانال و در نهایت میزان تخفیف برای محصولات در کانال‌های مختلف در مدل پیشنهادی بررسی شده است و سپس با روش ال پی متریک توسط نرم افزار گمز و الگوریتم ژنتیک رتبه‌بندی نامغلوب حل گردیده است. که نشان می‌دهد الگوریتم ژنتیک رتبه‌بندی نامغلوب در ابعاد بالا نتایج مطلوب در زمان مناسب‌تری ارائه می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: قیمت‌گذاری، موجودی، مدیریت یکپارچه، کالاهای تند فروش، شبکه توزیع

---

* نویسنده مسئول مقاله E-mail: mh_karimi@mut.ac.ir

۱- مقدمه و بیان مسئله

زنجیره تامین مجموعه‌ای از تسهیلات، مشتریان، محصولات، موجودی‌ها و روش‌های خرید، توزیع و کنترل موجودی است که تامین‌کنندگان را به مشتریان نهایی وصل می‌کند. این زنجیره با تولید مواد خام توسط تامین‌کننده شروع می‌شود و با مصرف محصول توسط مشتری خاتمه می‌یابد. در این جریان، کالاها بین تامین‌کننده و مشتری از چندین مرحله عبور می‌کند و هر مرحله ممکن است شامل تسهیلات متعددی باشد. به طور کلی زنجیره تامین شامل همه فعالیت‌های مرتبط با جریان کالا و تبدیل مواد، از مرحله تهیه ماده اولیه تا مرحله تحویل کالا به مصرف کننده است. در زنجیره‌تامین علاوه بر جریان کالا دو جریان اطلاعات و جریان منابع مالی و ارتباطات نیز حضور دارند. لذا مدیریت زنجیره تامین فرآیند یکپارچه‌سازی فعالیت‌های زنجیره تامین و نیز جریان اطلاعاتی مرتبط با آن از طریق بهبود و هماهنگ‌سازی فعالیت‌های تولید و عرضه محصول است.

در بسیاری از تحقیقات گذشته هریک از زیر مسائل مهم زنجیره تامین به صورت مجزا مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. با حل مجزای هر یک از این زیرمسائل نیز می‌توان بهبود قابل توجهی در زنجیره تامین ایجاد کرد، اما بهینگی سراسری هنگامی بدست می‌آید که همه زیرمسایل به صورت همزمان و در قالب یک مدل یکپارچه حل شوند[۱، ص ۱].

یکی از این زیر مسائل، مدیریت شبکه توزیع و فروش است که به عنوان انتهای زنجیره و همچنین نزدیکترین سطح به مشتری برای دریافت سلایق و نظرات، اهمیت فزاینده‌ای یافته است. کانال توزیع سیستمی است که به تهیه محصولات از تولیدکنندگان تا مصرف‌کنندگان نهایی کمک می‌کند. شرکت‌ها از کانال‌های توزیع برای اطمینان از دسترسی نهایی مشتریان و مصرف‌کنندگان به محصولاتشان در زمان و مکان مناسب استفاده می‌کنند. کانال‌های توزیع همچنین شامل سازمان‌های واسطه‌ای هستند که به روند تهیه و تحویل محصولات به مصرف‌کنندگان نهایی کمک می‌کنند[۲، ص ۱۰۵]. به همین دلیل شناسایی معیارهای تأثیرگذار در انتخاب کانال توزیع، اولویت‌بندی این معیارها، بر مبنای اهمیت آن‌ها، در بستر زنجیره تأمین روش پایا است[۳، ص ۱۳۵].

یکی از چالش‌های پیشروی مدیریت زنجیره تأمین، سیستم توزیع کالای تندگردش است. در این راستا، کالای تندگردش، گروهی از کالاها هستند که به‌شدت به مکانیزم توزیع منسجم و

کارآمد نیاز دارند و نقش مهمی در تامین مایحتاج روزمره و کالاهای مورد نیاز مصرف‌کنندگان ایفا می‌کنند. همچنین سهم بالایی از شاخص‌ها و فعالیت‌های توزیع در ایران را شامل می‌شوند [٤، ص ۱۲۱]. یکی از ویژگی‌های اصلی کالاهای این دسته، قابل مصرف بودن آن‌ها است. این کالاها اغلب تاریخ انقضا کوتاه دارند و مصرف‌کنندگان نسبت به ساخت یا تاریخ انقضا حساس هستند[٥، ص ۲۱].

کالاهای تندگردش، زیر مجموعه‌ای از کالاهای مصرفی هستند که نسبتا ارزان بوده و در زمان کوتاهی به فروش می‌رسند. اقلامی مانند لبنیات، میوه و سبزیجات، نوشیدنی‌ها، برخی از داروها و... نمونه‌هایی از این کالاها هستند. این کالاها معمولاً عمر مصرف کوتاهی نسبت به سایر کالاها دارند و زودتر مصرف می‌شوند. به همین دلیل، کانال‌های توزیع در رساندن مناسب و به‌موقع کالا به مصرف‌کنندگان نهایی از اهمیت بالایی برخوردار هستند. استفاده‌ی بهینه از کانال‌های توزیع در این صنعت باعث می‌شود تا مصرف‌کنندگان، دسترسی آسان‌تری به این‌گونه کالاها داشته باشند. مهم‌ترین وظایف کانال‌های توزیع در صنعت کالاهای تندگردش شامل، برقراری ارتباط با عمده‌فروشان و خرده‌فروشان و ارائه‌ی اطلاعات راجع به هر محصول، تهیه‌ی بسته‌بندی، حمل کالا و سفارش‌گیری از مشتریان، حمل و تحویل کالا از تولیدکننده به عرضه‌کننده و خرده‌فروش و درنهایت به مصرف‌کنندگان نهایی، ارائه‌ی سبد کالای موردنیاز مصرف‌کنندگان با توجه به پیش‌بینی بازار آینده و ارائه‌ی خدمات پشتیبانی است. امروزه، تولیدکنندگان به دنبال افزایش هماهنگی میان محصولات تولیدشده و روند بازار هستند. به‌همین دلیل، یکی از اساسی‌ترین نکات در پخش کالاهای تندگردش، زمان تحویل کالا به مصرف‌کنندگان نهایی است. از سوی دیگر، عوامل مؤثری در بهره‌وری کانال‌های توزیع تأثیرگذار هستند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتست از: حجم بازار، مدت‌زمان فرسودگی محصول (عمر محصول)، نظم در توزیع کالا، حمل‌ونقل ارزان‌قیمت، کنترل موجودی، شهرت برند، تصمیمات بازاریابی، حاشیه‌ی سود بالا برای عمده‌فروشان و خرده‌فروشان (قیمت‌گذاری مناسب).

با توجه به اهمیت سیستم توزیع کالای تندگردش و هماهنگی سایر عناصر زنجیره تامین، در مطالعات پیشین چندان مورد بررسی قرار نگرفته است. در این راستا، در این مقاله، مدلی برای بهینه‌سازی همزمان قیمت‌گذاری، بازاریابی و کنترل موجودی برای سیستم توزیع کالاهای

تندگردش ارائه شده است. برای نزدیکی به واقعیت و کارایی بیشتر مدل در سازمان اتکا پیاده سازی شده است. این سازمان به علت دارا بودن زنجیره کامل تولید، توزیع و تأمین بسیاری از کالاهای تند مصرف توانسته‌است که مزیت رقابتی‌ای در قیمت تمام شده به نسبت سایر رقبا برای خود ایجاد کند. همچنین علاوه بر فروشگاه‌های سازمان در کشور بیش از ۵۰۰ فروشگاه به‌صورت همیار با اتکا همکاری می‌کند و از زنجیره‌تامین آن‌ها استفاده می‌نمایند. فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا، شامل دو نوع تولید کننده، تولیدکننده‌های نوع اول، داخل سازمان(هولدینگ) و تولیدکننده‌های نوع دوم شامل تولیدکننده‌های بیرون سازمان هستند. مراکز توزیع یا شرکت توزیع و پخش، محصولات تولیدی را خریداری و در شبکه فروش، توزیع می‌نمایند. سه کانال خرده‌فروشی، عمده‌فروشی و اینترنتی برای این شبکه درنظرگرفته شده است. برنامه‌ریزی شبکه توزیع و قیمت‌گذاری باید به گونه‌ای باشد که خرده‌فروشان برای خرید محصول به سوی عمده‌فروشان نروند. در مدل پیشنهادی مقدار تقاضا بالقوه هر منطقه با استفاده از توزیع نرمال پیش‌بینی شده است. تعیین قیمت‌ها، حجم فروش و انتخاب کانال‌های بهینه برای هر محصول باید به گونه‌ای باشد که تضاد و رقابت بین دو کانال داخلی شرکت (کانال خرده‌فروشی و عمده‌فروشی) تا حد امکان کاهش یابد و در کانال خرده‌فروشی و اینترنتی، محصولات تولیدی تا حد امکان به مشتری نهایی نزدیک شوند. لذا هزینه توزیع و فروش آن بالاتر از کانال عمده‌فروشی است.

هدف از مدل مورد بررسی حداکثر کردن سود حاصل از فروش در هر سه کانال خرده‌فروشی، عمده‌فروشی و اینترنتی است و نیز، حداکثر کردن مطلوبیت برای مشتری با در نظر گرفتن سطح دسترس پذیری و کمینه کردن زمان تحویل کالا به مشتری می‌باشد. در این مسئله مراکز توزیع، و واحدهای تولیدی وابسته به هولدینگ از ظرفیت محدودی برخوردار هستند. استفاده از ظرفیت‌های چندگانه تامین برای انبار مراکز توزیع باعث کاربردی‌تر شدن مسئله شده است. از دیگر تصمیمات می‌توان به تخصیص بهینه خرده‌فروشان و عمده‌فروشان به مراکز توزیع تأسیس‌شده، تعیین قیمت محصول و مقدار تقاضای مشتری‌ها برای حالات مختلف توزیع، اشاره کرد. در سیاست قیمت‌گذاری اتخاذ شده، سعی شده است تا ابزارهایی از قبیل لحاظ کردن محدودیت بر روی قیمت‌های عمده‌فروشی، خرده‌فروشی و اینترنتی مدیریت شوند. از نوآوری‌های اصلی مقاله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- در نظر گرفتن شبکه زنجیره تامین چندکاناله و چندمحصولی؛
- در نظر گرفتن تصمیمات تاکتیکی شامل کنترل موجودی، بازاریابی و قیمت‌گذاری به صورت همزمان که به عنوان متغیر تصمیم در نظر گرفته شده‌اند و تقاضای مشتریان، نحوه توزیع در هر کانال و نحوه قیمت‌گذاری در هر کانال به این تصمیمات وابسته است؛
- ارائه مدل توزیع و فروش برای کالای تندگردش با شیوه مدیریت موجودی ترکیبی اعم از (مقدار سفارش اقتصادی- مقدار تولید اقتصادی) برای هولدینگ‌های چندفعالیتی؛
- ارائه مدل توزیع فروش با در نظر گرفتن تمامی پارامترهای بازاریابی (اعم از چه کالایی، با چه مقداری با چه قیمتی در چه کانالی)؛
- انتخاب بهینه‌ترین کانال توزیع برای هر محصول بر مبنای دو هدف حداکثر کردن سود و مطلوبیت برای مشتری.

۲- ادبیات پژوهش

دراین بخش به بررسی مقالات مرتبط با موضوع مدل پیشنهادی پرداخته شده است.

۲-۱- مدیریت زنجیره تامین

امروزه کسب مزیت رقابتی پایدار هدف بسیاری از شرکت‌ها و سازمان‌ها است. این آرمان بزرگ، کسب مزیت رقابتی پایدار، توجه زیاد و گسترده‌ای را در چند دهه اخیر در سازمان‌ها و برنامه‌ریزی‌های استراتژیک آن‌ها به خود جلب کرده است. بخش زیادی از این توجه معطوف به زنجیره‌تامین بوده و مبحث زنجیره‌تامین در ادبیات مدیریت استراتژیک جایگاه خاص و مهمی پیدا کرده است. مدیریت زنجیره‌تامین به عنوان یکی از رشته‌های مهم مدیریتی جهت کمک به شرکت‌ها برای بهبود عملیات زنجیره‌تامین شناخته شده است[٦، ص ٦٥]. در یک صنعت رقابتی، سازمان‌ها و عرضه‌کنندگان باید مزیت رقابتی و نیز حالت و جایگاه بازاری مطلوب و به دنبال آن، بهبود عملکرد در عملیات زنجیره تامین را کسب کنند. برای مثال برنامه‌های همکاری و تجدید تدارکات که یک سری از فرآیندهای کاری در زنجیره‌تامین هستند می‌توانند اثربخشی زنجیره‌ی‌تامین را بهبود دهند که این مسئله نیازمند تغییر در ساختار

سازمان، فرهنگ همکاری و فرآیندهای عملیاتی در سازمان است. لانگدان (۲۰۰۶)[۱] نشان داد که اثربخشی زنجیره‌تامین عنصر مهمی در عملکرد سازمان و بهبود آن است. بهره‌وری و اثربخشی زنجیره‌تامین ارتباط مستقیم با سودآوری، انعطاف‌پذیری و قابلیت اطمینان و نیز حذف تلفات و ضایعات دارد. مؤلفه‌های هزینه (هزینه تولید، انتقال و توزیع و مواد اولیه) ازجمله هزینه‌هایی هستند که روی اثربخشی زنجیره‌تامین اثر دارند [۷، ص ۱]. وایتین (۱۹۹۵)[۲] در مقاله خود یک تابع تقاضای وابسته به قیمت را به‌صورت خطی ساده در نظر گرفت و تصمیمات قیمت‌گذاری و موجودی بهینه را با مدل کمی سفارش اقتصادی استخراج کرد[۸، ص ٦١]. سپس در مطالعات متعدد دیگری تصمیمات توام با مدل‌های مقدار سفارش اقتصادی که در آن عدم قطعیت تقاضا به صورت افزایشی یا ضربدری بود، بیشتر مورد مطالعه قرار گرفت[۹، ص ۳۱۲]. جدا از مدل‌های مقدار سفارش اقتصادی، محققان مدل‌های بازبینی دوره‌ای [۱۰، ص ۵۸۱]، مدل‌های بازبینی مداوم[۱۱، ص ۳۲۳]، و مدل های چند دوره‌ای [۱۰، ص ۵۸۱]، را در نظر گرفتند. مسئله بهینه‌سازی توام نیز در تنظیمات زنجیره‌تامین غیرمتمرکز و متمرکز مورد مطالعه قرار گرفته شده است که تقاضا فقط به قیمت بستگی دارد. به عنوان مثال، پتروزی و دادا (۱۹۹۹)[۳] تصمیمات بهینه موجودی و قیمت‌گذاری را با تقاضای تصادفی افزایشی و ضربی تحت چارچوب مدل پسر روزنامه فروش بررسی کردند [۱۲، ص ۱۸۳]. چن و همکاران (۲۰۰٦)[٤] استراتژی‌های قیمت‌گذاری و بازپرسازی بهینه را با تقاضای حساس نسبت به قیمت تحت سه ساختار مختلف زنجیره‌تامین با هماهنگ‌کننده مرکزی که سود سیستم را به حداکثر می‌رساند، تصمیم‌گیری‌های متوالی در یک زنجیره تامین یکپارچه عمودی اتخاذ می‌کرد، و یک بازی استکلبرگ[۵] در یک زنجیره‌تامین غیرمتمرکز را تحلیل کردند. آن‌ها الگوریتمی برای حل مسئله ارائه کردند و عملکرد هر ساختار زنجیره‌تامین را از طریق مطالعه موردی برای نشان دادن ناکارآمدی زنجیره تامین نشان دادند[۱۳، ص ۸۳۹]. بویاچی و گالیگو (۲۰۰۲)[٦] تقاضای وابسته به قیمت را در نظر گرفتند و قیمت‌های انتقالی و همچنین مالکیت موجودی را در مدل زنجیره تامین با دقیقاً یک تامین‌کننده و حداقل یک خرده‌فروش گنجاندند. آن‌ها تصمیمات بهینه

---

[۱] Langdon
[۲] Whitin
[۳] Petruzzi and Dada
[٤] Chen et al.,
[۵] Stackelberg
[٦] Boyaci and Gallego

قیمت‌گذاری و موجودی به منظور اتخاذ تصمیمات یک به یک برای بهینه کردن راه حل‌ها در زمان بالا بودن نرخ تقاضا بالا بررسی کردند[١٤، ص ٩٥]. سجادیه و جوکار (۲۰۰۹)[۱] یک مسئله بهینه‌سازی تولید-موجودی-بازاریابی را با تقاضای خطی وابسته به قیمت توسعه دادند و دریافتند که قیمت خرده فروشی تحت هماهنگی زنجیره‌تامین در مقایسه با وضعیت غیرمتمرکز کمتر است[١٥، ص ٥٦٤]. کیم و همکاران (۲۰۱۱)[۲] یک تابع تقاضای حساس به قیمت را برای مطالعه تصمیمات تحت چهار موقعیت مختلف (هماهنگی کامل، هماهنگی جزئی در تئوری اقتصادی شرکت یا تنظیمات موجودی مدیریت شده و بدون هماهنگی) اتخاذ کرد [١٦، ص ٨١]. سجادیه و دهقان باغی (۲۰۱۷)[۳] تصمیمات مشترک قیمت‌گذاری، موجودی و فرکانس ارسال را برای یک زنجیره تامین دو کانالی با چندین محصول تحت یک سیاست بازنگری مستمر بررسی کردند. علاوه بر این، آن‌ها حساسیت تقاضای محصول به قیمت، قیمت محصول مکمل و به قیمت خرده فروشی را در نظر گرفتند. نتایج عددی نشان داد که سود کل زنجیره تامین با افزایش قیمت کالای مکمل کاهش می‌یابد [١٧، ص ١٥٠]. آربون (۲۰۰۸)[٤] مدلی به منظور بررسی تقاضای وابسته به قیمت مرجع تحت چارچوب پسرروزنامه فروش ارائه کرد. نتایج مدل او نشان داد که قیمت مرجع بر تصمیمات قیمت‌گذاری و موجودی کالا تأثیر می‌گذارد[١٨، ص ٧٨]. زو و تونمن (۲۰۰۹)[٥] یک تامین‌کننده واحد و یک زنجیره‌تامین خرده فروش را در نظر گرفتند که در آن خرده فروش دو محصول را به بازار می‌فروشد [١٩، ص ١٧٥]. تقاضای یک محصول به قیمت خود محصول و قیمت محصولات دیگر بستگی دارد. خروجی مدل نشان داد، سود خرده فروش با مدیریت هر دو محصول به صورت همزمان و یا استفاده از استراتژی قیمت‌گذاری پویا بهبود می‌یابد. مطالعات دیگر در این زمینه نشان می‌دهند برخی از محققان تصمیماتی را بررسی کرده‌اند که در آن تقاضا نه تنها به قیمت، بلکه به عوامل دیگر نیز وابسته است. به عنوان مثال، یورگنسن و کورتیک (۲۰۰۲)[٦] مدلی را برای مقدار سفارش اقتصادی توسعه دادند. آن‌ها فرض کردند، تقاضا به قیمت و سطح موجودی اطمینان وابسته است و قیمت پایین‌تر و سطح بالاتر موجودی اطمینان در فروشگاه، منجر به تقاضای بالاتر می‌شود. سپس تصمیمات بهینه سیستم‌های غیرمتمرکز و متمرکز مقایسه

---

[۱] Sajadieh and Jokar
[۲] Kim et al.,
[۳] Dehghanbaghi and Sajadieh
[٤] Urban
[٥] Zhu and Thonemann
[٦] Jorgensen and Kort

کردند[۲۰، ص ۵۷۸]. چن و ویی (۲۰۱۲ و ۲۰۱۳)[۱] سیاستی پویا برای تصمیم قیمت‌گذاری همزمان و بازپرسازی در یک چرخه موجودی با از دست دادن انقباض برای مسائل در دوره‌های متعدد را مطالعه کردند. آن‌ها یک مدل تقاضای وابسته به قیمت و زمان را به شکل چند متغیره توسعه دادند [۲۱، ج ۵۰، ص ٤٣٩٦ -۲۲، ج ٤۲، ص ۵۱۸]. این مطالعات سپس توسط چن (۲۰۱٤) گسترش یافت. تابع تقاضا در آن حساس به قیمت و زمان در نظر گرفته شد و دو حالت عملیات مختلف عبارتند از، موجودی مدیریت شده خرده فروش با قرارداد قیمت‌گذاری عمده فروشی، و یک موجودی مدیریت شده با یک قرارداد به ترتیب در بازارهای سنتی و الکترونیکی بررسی شد. برنامه‌ریزی پویا توسعه داده شد و نتایج نشان داد که موجودی مدیریت شده با قرارداد محموله‌ای که در بازار الکترونیک عمل می‌کند، سود تخفیف کل کانال را افزایش می‌دهد [۲۳، ص ٤٦].

منگ منگ و شینجی (۲۰۲۲)[۲] بررسی دوره‌ای روی قیمت‌گذاری پویا و مسئله موجودی برای یک زنجیره‌تامین دو کاناله با یک تولیدکننده و یک خرده فروش انجام دادند. تقاضا به صورت تصادفی و حساس به قیمت در نظر گرفته شده است[٢٤، ص ۲۷۳]. میهمی و همکاران (۲۰۲۱)[۳]، مسئله قیمت‌گذاری و برنامه‌ریزی موجودی یک فروشنده اقلام غیرآنی فاسدشدنی را تحت کمبودهای نیمه عقب مانده با سرمایه‌گذاری سبز بررسی کردند. تقاضای مشتریان و متغیرهای کنترل موجودی تحت تأثیر برنامه‌های سبزسازی قرار گرفته‌اند. نتایج نشان‌دهنده هزینه سبز شدن به طور مثبت بر تقاضا و سود کل فروشنده تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، برنامه‌ریزی موجودی فروشنده با توجه به تابع تقاضا و سطح سبزی طراحی و متمایز می‌شود [۲۵]. شرافتی و نجفی قبادی (۱٤۰۱)، مدل نوینی برای طراحی شبکه زنجیره‌تامین پایدار ارائه کردند که در آن تنها تسهیلات سازگار با محیط‌زیست می‌توانند فعالیت داشته باشند و سایر تسهیلات آسیب‌زا به محیط‌زیست، باید تعمیر و نوسازی شوند. علاوه‌براین، جهت افزایش توسعه یافتگی و بهبود وضعیت معیشتی و اجتماعی مردم، در مدل پیشنهادی، مکان احداث تولیدکننده از میان مناطق کمتر توسعه یافته با پتانسیل رشد بیشتر انتخاب می‌گردد[٢٦، ص ۱۰٤]. فتحی هلی آبادی و همکاران (۲۰۲۳)، شبکه زنجیره‌تامین با در نظر گرفتن اعتبار تجاری

---

[۱] Chen and Wei
[۲] Mengmeng and Shinji
[۳] Maihami et al.,

طراحی و توسعه داده شده است که وجه تمایز این پژوهش در نظر داشتن اعتبار تجاری در تمامی سطوح در یک شبکه زنجیره‌تامین سه سطحی شامل تامین‌کنندگان، کارخانه و مراکز توزیع می‌باشد. برای حل مدل در ابعاد کوچک از حل‌کننده CPLEX و در ابعاد بالا از الگوریتم‌های فراابتکاری چند هدفه کلونی زنبور عسل و نهنگ استفاده شد[۲۷، ص ۹۸]. فتاحی و همکاران (۲۰۱۵)[۱] اشاره کردند که تصمیمات قیمت‌گذاری دو نقش عمده را در زنجیره‌تامین ایفا می‌کند. نقش اول، درآمد حاصل از فروش یک واحد محصول به مشتریان را تعیین می‌کنند و بر تقاضای محصول و درنتیجه بر میزان فروش و کل درآمد از طریق رابطه قیمت-تقاضا تأثیر می‌گذارند. نقش دوم، از آنجایی‌که تقاضای مشتری در مناطق مختلف به تصمیمات قیمت بستگی دارد، بر تعداد و ظرفیت تسهیلات و ساختار کلی زنجیره‌تامین برای پاسخگویی مناسب به تقاضاها تاثیرمی‌گذارند [۲۸، ص ۱٦۹]. نصیری و همکاران (۲۰۲۱)[۲] یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی اعداد صحیح مختلط برای تعیین قیمت‌گذاری بهینه محصولات در کانال‌های فروش و توزیع مختلف و در عین حال یکپارچه‌سازی تصمیم‌های تخصیص مکان و کنترل موجودی مراکز توزیع در یک محیط غیر قطعی، توسعه دادند. آن‌ها الگوریتم ممتیک را برای حل مدل برنامه‌ریزی غیرخطی اعداد صحیح مختلط استفاده کردند که نتایج پیاده‌سازی مسائل نمونه طراحی شده، عملکرد خوب الگوریتم پیشنهادی را نشان می‌دهد [۲۹]. امیرطاهری و همکاران (۲۰۱۵)[۳]، یک زنجیره‌تامین دو سطحی شامل یک تولید کننده و یک توزیع کننده تحت مدیریت غیرمتمرکز و با هدف بیشینه سازی سود از طریق تامین تقاضای بازارهای مختلف مورد مطالعه قرار دادند. تولید کننده ضمن انجام تبلیغات عمومی، در بخشی از هزینه تبلیغات محلی توزیع کننده مشارکت می‌نماید. ارتباط میان تولید کننده و توزیع کننده در قالب دو سناریوی قدرت مبتنی بر بازی استکلبرگ با بهره‌گیری از روش برنامه‌ریزی دو سطحی مدل سازی شده و سیاست‌های بهینه تولیدکننده و توزیع کننده در حوزه قیمت‌گذاری، مدیریت موجودی, تبلیغات و لجستیک تعیین می‌گردد. به منظور حل مدل‌های برنامه‌ریزی دو سطحی، دو الگوریتم فراابتکاری ژنتیک با ساختار سلسله مراتبی توسعه یافت[۳۰، ص ۱]. خلیلی و همکاران (۲۰۲۲)[٤] در مقاله خود مدلی را با ترکیب سری‌های زمانی، الگوریتم یادگیری ماشین و بهینه‌سازی

---

[۱] Fattahi et al.,
[۲] Nasiri et al.,
[۳] Amir Tahari et al.,
[٤] Khalil et al.,

ترکیبی به منظور شناسایی فرصت‌های ذخیره‌سازی موجودی با قیمت مناسب پیشنهاد کردند [۳۱، ص ٤۲۳]. کارتیک و اوتایاکومار (۲۰۲۲)[۱] یک مدل زنجیره تامین دو کاناله با یک فروشنده و چندین خریدار را در نظر گرفتند که در آن (۱) یک کانال یک کانال آفلاین[۲] بود که در آن محصولات استاندارد تولید و به خریداران ارسال می‌شود و (۲) کانال دوم یک کانال آنلاین[۳] با جریان بود. محصولات سفارشی بین فروشنده و خریداران / مصرف‌کنندگان آنلاین جریان داشت. تصمیمات قیمت‌گذاری و کنترل موجودی برای هر دو حالت درنظر گرفته شده است [۳۲، ص ۲۵۵۷]. دای[٤] (۲۰۲۰)، مدلی یکپارچه برای کنترل موجودی، قیمت‌گذاری و بازاریابی با استفاده از تبلیغات ارائه کرد. هدف آن‌ها حداکثر کردن سود حاصل از تخفیف می‌باشد. نتایج نظری آن‌ها ثابت کرد که شرکت یک استراتژی قیمت گذاری ثابت را اتخاذ کند و سپس نشان داد که مسیرهای بهینه را می‌توان به طور منحصر به فرد تعیین کرد [۳۳، ص ٥۷٦]. چن و همکاران (۲۰۲۳)، یک مسئله کلاسیک قیمت‌گذاری مشترک و کنترل موجودی را با در نظر گرفتن مدت زمان تحویل در نظر گرفتند و به دلیل ساختار پیچیده سیاست بهینه حل آن بسیار دشوار بود. آن‌ها، یک کلاس از سیاست‌های قیمت‌گذاری پویا با سفارش ثابت را پیشنهاد کردند [۳٤]. بای و همکاران[٥] (۲۰۲۳) اخیراً یک مدل موجودی با در نظر گرفتن فروش از دست رفته و مدت زمان تحویل که از یک بخش قطعی و یک بخش تصادفی تشکیل شده است را تجزیه و تحلیل کردند و بهینه بودن مجانبی سیاست‌های حلقه باز را با واگرایی بخش قطعی اثبات کردند[۳٥]. خلاصه‌ای از مرور ادبیات در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱. خلاصه مرور ادبیات

نویسندگان	بهینه سازی توام	تصمیمات بازاریابی			چند محصولی	عدم قطعیت در تقاضا	چندکاناله	روش حل
		محصول	کانال	قیمت				
دهقان باغی و سجادیه [۱۷]	موجودی – قیمت‌گذاری	-	-	-	✓	-	-	دقیق
پنگ و همکاران [۱۰]	موجودی – قیمت‌گذاری	-	-	-	-	✓	-	دقیق

[۱] Karthick and Uthayakumar
[۲] offline
[۳] online
[٤] Dye
[٥] Bai et al.,

نویسندگان	بهینه سازی توام	تصمیمات بازاریابی			چند محصولی	عدم قطعیت در تقاضا	چندکاناله	روش حل
		محصول	کانال	قیمت				
پتروزی و دادا [۱۲]	موجودی – قیمت‌گذاری	-	-	-	-	✓	-	دقیق
چن [۲۱]	موجودی – قیمت‌گذاری	-	-	-	–	✓	–	دقیق
منگ منگ و شینجی [٢٤]	موجودی – قیمت‌گذاری	-	-	-	–	✓	✓	دقیق
میهمی و همکاران [۲۵]	موجودی – قیمت‌گذاری	-	-	-	–	✓	–	ابتکاری
نصیری و همکاران [۲۷]	موجودی – قیمت‌گذاری	-	-	-	–	–	✓	فراابتکاری
دای [۳۱]	موجودی – قیمت‌گذاری– بازاریابی	✓	-	-	–	-	-	دقیق
چن [۳۲]	موجودی – قیمت‌گذاری	-	-	-	-	-	-	دقیق
پژوهش حاضر	موجودی– قیمت‌گذاری– تصمیمات بازاریابی	✓	✓	✓	✓	✓	✓	دقیق/ فراابتکاری

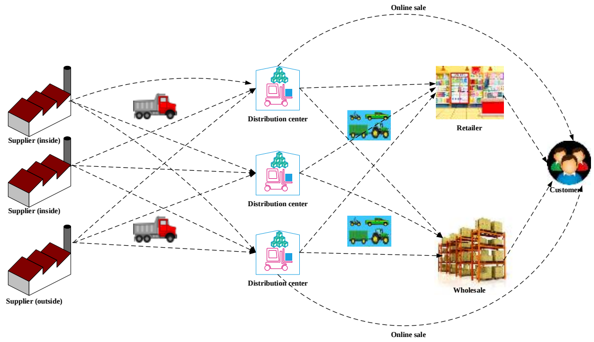
مطابق جدول (۱)، در هیچ‌کدام از مقالات قبلی، تصمیم‌گیری همزمان عناصر زنجیره‌تامین انجام نشده است. بهینه‌سازی عناصر به‌صورت تکی صورت گرفته است. در این مقاله، مدلی ارائه شده است که تصمیمات مربوط بر روی بازاریابی، کنترل موجودی، قیمت‌گذاری در کانال توزیع و فروش به صورت همزمان اتخاذ گردیده و با بهینه‌سازی هریک، سود کل زنجیره بهبود می‌یابد. مدل پیشنهادی بر روی کانال توزیع و فروش که اهمیت بسزایی در کل زنجیره دارد تمرکز کرده است و جز نوآوری‌های قابل توجه مقاله می‌باشد. علاوه بر این، از دو روش دقیق و فراابتکاری برای حل آن استفاده شده است.

۳- تعریف و مدل‌سازی ریاضی

شبکه توزیع و فروش مورد بررسی در این تحقیق یک شبکه توزیع روبه‌جلو[۱]، تک دوره‌ای و چند محصولی است که اجزای آن شامل تولیدکننده داخل سازمان، تولیدکننده بیرون سازمان، توزیع‌کننده که از طریق سه کانال خرده‌فروشی، عمده‌فروشی و فروش آنلاین می‌توانند به دست مشتری نهایی برسند. شبکه مورد بررسی دارای یک ساختار واگرا است، به این معنا که در طی فرآیندی کالا از تولید کننده به سمت مراکز توزیع حمل و ازآنجا به عمده‌فروشان و خرده‌فروشان و حتی مشتری نهایی ارسال می‌شود. در این مسئله نواحی تقاضای مختلفی وجود دارد که میزان تقاضای هر منطقه در هر لحظه مشخص می‌باشد در این مدل، اینکه چه مقدار تقاضای هر منطقه توسط کدام کانال، تامین و تخصیص گردد طوری که بیشترین سود را برای هولدینگ و همچنین بیشترین مطلوبیت را برای مشتری از لحاظ قیمت محصول و همچنین زمان ارائه خدمات داشته باشد، تصمیم‌گیری می‌شود. قیمت بهینه محصول در هر سه کانال می‌تواند متفاوت باشد. در این شبکه میزان تقاضای کلی در هر منطقه به صورت غیر قطعی بوده است که با این روش، تقاضای کل توسط سه کانال تامین می‌گردد.

از مفروضات مدل این است که زنجیره‌تامین مورد بررسی با مراکز توزیع خود در سطح کشور بتواند کل مناطق مورد نظر کشور را با سه کانال مختلف پوشش بدهد و به تمامی تقاضاها در کوتاهترین زمان پاسخ دهد. محصول پس از تولید در کارخانه به انبار مراکز توزیع منتقل می‌شود و درآنجا با همدیگر به صورت یک بسته درآمده و به عمده فروشی‌ها، خرده‌فروشی‌ها یا حتی به مشتری نهایی در مناطق مختلف ارسال می‌گردد که در شکل (۱) شبکه توزیع مورد بررسی به صورت شماتیک آورده شده است.

[۱] Forward Logistics



شکل ۱ . شبکه توزیع مورد بررسی

۳-۱- مدل ریاضی

همانطور که در بخش تعریف مسئله بیان شد مدل مورد نظر به صورت یک مدل یکپارچه که شامل چند محصولی، سه سطحی و سه کاناله می‌باشد ارائه گردیده و دارای دو نوع مرکز تولید به صورت چند محصولی که تمامی محصولات تولیدی خود را از طریق مراکز توزیع در سه کانال خرده فروشی، عمده فروشی و فروش اینترنتی به دست مشتری نهایی می‌رساند مورد بررسی قرار گرفته است. متغیرهای مسئله تعیین کننده این هستند که چه محصولی با چه حجمی با چه قیمتی در چه کانالی به فروش برسد که میزان تقاضای هر منطقه پوشش داده شود و بیشترین سود را برای سازمان یا شرکت داشته باشد. علاوه بر موارد فوق، بهترین خدمات را به مشتری از لحاظ زمان تحویل[۱]و همچنین قیمت داشته باشد به عبارت دیگر مدل مورد نظر به صورت دو هدفه بوده که هدف اول مدل به دنبال حداکثر کردن سود شرکت و هدف دوم حداکثر کردن مطلوبیت برای مشتری (از بعد قیمت فروش در هر کانال و زمان ارائه) تحویل می‌باشد.

در این مدل فرض شده است که

- ✓ تولید و نوع زنجیره به صورت رو به جلو است و نوع زنجیره ساخته شده بر اساس سفارش[۲]در نظر گرفته شده است.

---

[۱]Lead time
[۲] make to order

- ✓ مدل مورد نظر برای فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا در نظر گرفته شده است.
- ✓ تقاضای هر منطقه به صورت مجزا و احتمالی (توزیع نرمال) در نظر گرفته شده است.
- ✓ در مدل مورد نظر برنامه‌ریزی به صورت چند محصولی بوده است.

۳-۲- اندیس، پارامترها و متغیرهای مدل

اندیس ها	
i:	مراکز تولید داخل هولدینگ
j:	مراکز تولید بیرون هولدینگ
l:	مراکز توزیع
m:	مجموعه کانال‌های فروش
γ:	مجموعه محصولات مراکز تولید و تامین
r:	مجموعه ای از مناطق تقاضا
پارامترها	
$P_{i\gamma}$:	تعداد تولید محصول γ ام توسط تولید کننده داخلی i
$M_{m\gamma}$:	میانگین قیمت رقبا برای محصول γ ام در کانال توزیع m ام
$CAP_{i\gamma}$:	ظرفیت تولید کننده تولید کننده داخلی i برای محصول γ ام
CAP_l:	ظرفیت مراکز توزیع l ام
h_γ:	هزینه نگهداری هر واحد محصول γ ام در مراکز توزیع
$T_{il\gamma}$:	هزینه حمل و نقل هر واحد محصول γ ام از تولید داخلی i به مراکز توزیع l ام
$T'_{jl\gamma}$:	هزینه حمل و نقل هر واحد محصول γ ام از تولید کننده بیرونی j به مراکز توزیع l ام
$T''_{il\gamma}$:	هزینه حمل و نقل هر واحد محصول γ ام از انبار l ام به کانال فروش m ام
A_γ:	هزینه سفارش محصول γ ام از تولید کننده i به کانال فروش m ام
A'_γ:	هزینه سفارش محصول γ از تولید کنندگان بیرونی
$D_{\gamma r}$:	میزان تقاضای منطقه r ام از محصول γ ام (دارای توزیع نرمال)
C_γ:	هزینه تولید محصول γ ام توسط تولید کننده داخلی
C'_γ:	قیمت خرید محصول γ ام از تامین کننده خارجی (برون سپاری)
$D_\gamma = \sum_r D_{r\gamma}$:	مجموعه تقاضای تمامی مناطق r برای محصول γ ام
$P_\gamma = \sum_i P_{i\gamma}$:	مجموع تعداد تولید محصول γ ام توسط تولید کننده های i داخل هولدینگ
LT_γ:	زمان تحویل برای محصول γ ام از تامین کننده خارجی به مراکز توزیع

V_γ:	واریانس تقاضا
$OP_{l\gamma}$:	زمان عملیات و آماده سازی محصول γ در انبار l برای ارسال به کانال های فروش
tt_{lm}:	زمان حمل و نقل محصول از انبار l به کانال فروش m
$OP_{m\gamma}$:	زمان عملیات و آماده سازی محصول γ در کانال فروش m
tt_{mr}:	زمان حمل و نقل محصول از کانال فروش m برای تحویل به مشتری منطقه r
متغیرها	
$\beta_{m\gamma}$:	قیمت فروش محصول γ در کانال mام
$\varphi_{lm\gamma r}$:	اگر محصول γ ازطریق انبار l و کانال فروش m به مشتری منطقه r تخصیص پیدا کند ۱ در غیر اینصورت ۰
$v_{lm\gamma r}$:	میزان تخصیص کالای γ از مرکز توزیع l از طریق کانال m جهت تقاضای مشتری منطقه r
$\alpha_{m\gamma}$:	حداقل سود خالص در نظر گرفته شده برای فروش محصول γ در کانال m
$EOQ_{jl\gamma} = S_{jl\gamma}$:	میزان تخصیص سفارش محصول γ جهت مرکز توزیع l از تامین کننده خارجی (برون سپاری) j
Q^*_γ:	میزان کل سفارش اقتصادی برای محصول γ
$EPQ_{il\gamma} = F_{il\gamma}$:	میزان تخصیص سفارش تولید محصول γ جهت مرکز توزیع l از تامین کننده داخلی i
$DIS_{m\gamma}$:	میزان اختلاف قیمت فروش محصول γ سازمان در کانال m نسبت به رقبا و بازار
$LT_{ml\gamma r}$:	زمان تحویل محصول γ از طریق انبار l کانال فروش m برای مشتری منطقه r

۳-۳- مدل ریاضی توزیع و فروش

$$\max f1 = \sum_l \sum_m \sum_\gamma \sum_r \beta_{m\gamma} v_{lm\gamma r} - \sum_j \sum_l \sum_\gamma A'_\gamma C'_\gamma S_{jl\gamma} - \sum_i \sum_l \sum_\gamma C_\gamma F_{il\gamma} - \left(\sum_i \sum_j \sum_l \sum_\gamma \sum_r \frac{h\gamma}{2} Q^* + A_\gamma \frac{D_\gamma - P_\gamma}{Q^*}\right) \quad (۱)$$

$$\max f2 = \sum_l \sum_m \sum_\gamma \left(\frac{DIS_{m\gamma}}{LT_{im\gamma r}}\right) v_{im\gamma r} \quad (۲)$$

St:

$$\forall \gamma, l, r \quad \sum_i F_{il\gamma} + \sum_j S_{il\gamma} = \sum_m \sum_r v_{im\gamma r} \quad (۳)$$

$$\forall \gamma, i, r \quad \sum_m \varphi_{im\gamma r} \le 2 \tag{۴}$$

$$\forall \gamma, l, r, m \quad LT_{im\gamma r} = \{(op_{l\gamma} + tt_{lm}) + (op_{m\gamma} + tt_{mr}) \tag{۵}$$

$$\forall \gamma, r \ \sum_m \sum_l \varphi_{im\gamma r} v_{lm\gamma r} \le D_{\gamma r} \tag{۶}$$

$$\forall \gamma, l \ Q^*_\gamma = \sum_i \sum_l S_{jl\gamma} \tag{۷}$$

$$\beta_{m\gamma} \ge \frac{(\sum_i \sum_l F_{il\gamma} C_\gamma) + (Q^*_\gamma C_\gamma)}{(\sum_i \sum_l F_{il\gamma}) + (Q^*_\gamma)} \qquad \forall \gamma, m \tag{۸}$$

$$\beta_{m\gamma} \le (1 + \alpha_{m\gamma}) \frac{(\sum_i \sum_l F_{il\gamma} C_\gamma) + (Q^*_\gamma C_\gamma)}{(\sum_i \sum_l F_{il\gamma}) + (Q^*_\gamma)} \qquad \forall \gamma, m \tag{۹}$$

$$\sum_i \sum_l F_{il\gamma} + \sum \sum S_{jl\gamma} \le CAP_i \qquad \forall l \tag{۱۰}$$

$$\sum_i F_{il\gamma} = CAP_{i\gamma} \qquad \forall \gamma, i \tag{۱۱}$$

$$DIS_{m\gamma} = (M_{m\gamma} - \beta_{m\gamma}) \qquad \forall \gamma, m \tag{۱۲}$$

$$0 \le \alpha_{m\gamma} \le 0.5 \tag{۱۳}$$

$$\beta_{m\gamma}, v_{lm\gamma r}, Q^*_\gamma, F_{il\gamma}, S_{jl\gamma}, DIS_{m\gamma}, R^*_\gamma, LT_{lm\gamma r} \ge o \qquad \varphi_{im\gamma r} \text{ int } eger \tag{۱۴}$$

رابطه (۱) مربوط به تابع هدف اول بوده که از دو بخش درآمد فروش و هزینه‌ها تشکیل شده است. هدف از این تابع حداکثر کردن سود حاصل از کل مجموعه است. رابطه (۲) مربوط به تابع هدف دوم بوده که نشان دهنده مطلوبیت ارائه خدمات (تخفیفات و همچنین زمان ارائه خدمات) در کانال‌های مختلف برای مشتری بر اساس مبنای قیمت رقبا بوده که این تابع به دنبال حداکثر کردن مطلوبیت ارائه خدمات در کانال‌های مختلف نسبت به رقبا می‌باشد. رابطه (۳) نشان دهنده محدودیت تعادل می‌باشد که نشان دهنده برابری مقدار ورودی و خروجی کالا به مراکز توزیع می‌باشد. به عبارت دیگر این تابع بیان می‌کند چه کالاهایی از چه مراکز تولیدی به چه مقداری وارد مراکز توزیع شده و چه مقدار از مراکز توزیع به سمت کانال‌های فروش رفته است یعنی مقدار کالایی که وارد انبار می‌شود با مقدار خروجی آن یکسان است. رابطه (٤) نشان می‌دهد که هر کالایی حداکثر می‌تواند در دو کانال به فروش برسد دلیل اینکار مدیریت

بهتر کالا در بازار بوده و اگر کالا از طریق کانال‌های مختلف به فروش برسد زیر فروشی و خراب کردن برند محصول اتفاق خواهد افتاد. رابطه (٥) نشان دهنده زمان تحویل هر کالا در هر کانال فروش براساس تقاضای هر منطقه می‌باشد. رابطه (٦) شیوه تخصیص محصول برای تقاضای هر منطقه از تقاضا را نشان می‌دهد که خروجی این محدودیت بیان کننده این است که تقاضای هر منطقه توسط چه کانال‌هایی با چه حجمی پوشش داده می‌شود. رابطه (۷) شیوه تخصیص مقدار سفارش اقتصادی به مراکز توزیع برمبنای پوشش مراکز تقاضا با کانال‌های مختلف را نشان می‌دهد به عبارت دیگر، میزان تخصیص مقدار سفارش اقتصادی به انبارها را نشان می‌دهد. رابطه (۸ و ۹) محدودیت قیمت‌گذاری محصولات را در کانال‌های مختلف نشان می‌دهد که این قیمت‌گذاری برمبنای قیمت تمام شده محصول برای کانال‌های مختلف بوده است. این معادله از دوبخش حد بالا و حد پایین تشکیل شده است که حد پایین قیمت تمام شده محصول را نشان می‌دهد و حد بالای آن درصدی از قیمت تمام شده که مبنای سود سیستم است را نشان می‌دهد. در این دو معادله قیمت محصول در کانال‌های مختلف و میزان حاشیه سود بهینه به عنوان متغیر بوده و بعد از حل مدل بدست می‌آیند به عبارت دیگر نشان‌دهنده محدودیت قیمت‌گذاری در کانال‌های مختلف توزیع است. رابطه (۱۰) ظرفیت مراکز توزیع براساس کالاهای ورودی از طریق مراکز تولید داخل هولدینگ و همچنین مراکز تولید بیرون هولدینگ را نشان می‌دهد. رابطه (۱۱) ظرفیت مرکز تولید داخل هولدینگ را نشان می‌دهد. رابطه (۱۲) میزان اختلاف قیمت محصول در کانال‌های مختلف نسبت به رقبا را نشان می‌دهد. رابطه (۱۳)، نشان‌دهنده بازه قرارگیری $\alpha_{m\gamma}$ است. رابطه (١٤) نشان دهنده نوع متغیرهای مدل را نشان می‌دهد.

۴- مطالعه موردی

در این بخش زنجیره‌تامین مربوط به فروشگاه زنجیره‌ای اتکا در نظر گرفته شده است که شامل دو نوع تولید کننده، تولیدکننده‌های نوع اول داخل سازمان (هولدینگ) و تولیدکننده‌های نوع دوم بیرون سازمان(برونسپاری) می‌باشد. مراکز توزیع یا شرکت توزیع و پخش محصولات آن‌ها را خریداری و در شبکه خود توزیع می‌نمایند. در جدول(۲)، اطلاعات مربوط به تامین‌کنندگان درون سازمانی و برون سازمانی، مراکز توزیع موجود برای فروشگاه زنجیره‌ای اتکا، نام منطقه و نوع محصول برای مشتری آورده شده است.

جدول ۲ . داده‌های مدل پیشنهادی

تامین‌کننده (تولیدکننده)	محل قرارگیری تامین کننده	نشانگر مشتری شماره r	تقاضای استان
i=۱	تهران	r=۱	گیلان
i=۲	تهران	r=۲	اصفهان
j=۲	قزوین	نشانگر مشتری شماره r	تقاضای استان
عدد نشانگر(۱)	مکان مرکز توزیع موجود	γ =۱	رب گوجه فرنگی
DC=۱	تهران	γ =۲	تن ماهی
		DC=۲	مازندران
		شماره نشانگر کانال (m)	کانال فروش
		m=۱	عمده فروشی
		m=۲	خرده فروشی
		m=۳	فروش آنلاین

۵- روش حل

با توجه به اینکه مدل پیشنهادی دارای دو تابع هدف است و عمدتا مسائل و مدل‌های زنجیره تامین از نوع مسائل پیچیده هستند، در مقیاس‌های کوچک از روش ال پی متریک در نرم افزار گمز و در مقیاس‌های بالا الگوریتم ژنتیک رتبه‌بندی نامغلوب استفاده شده است. در ادامه درباره روش‌های بالا بیشتر توضیح داده خواهد شد.

۵-۱- روش ال پی متریک

یک مدل تصمیم گیری چندهدفه، برداری از متغیرهای تصمیم، توابع هدف و محدودیت‌ها را شامل می‌شود و هدف تصمیم‌گیرنده، ماکزیمم کردن یا مینیمم کردن توابع هدف می‌باشد. از آنجایی که این مسائل به ندرت حل منحصر به فردی دارند، تصمیم‌گیرنده جوابی را از میان مجموعه جواب‌های کارا انتخاب می‌کند. این روش مجموع توان انحرافات نسبی اهداف را از مقدار بهینه‌شان حداقل کرده و توابع هدف چندگانه را به صورت یک هدف ترکیب می‌نماید. روش ال پی متریک به منظور سنجش نزدیکی یک‌راه حل، از ایده آل مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سنجش از انحراف به صورت زیر خواهد بود، پس برای کمینه کردن تابع هدف داریم:

$$\min z = \sum_{i=1}^{w} \left(\frac{z_i^* - z_i}{z_i^*}\right)^p w_i$$

۵-۲- الگوریتم ژنتیک رتبه‌بندی نامغلوب(NSGA۲)

الگوریتم ژنتیک یکی از الگوریتم‌های اکتشافی حل مسئله است که از مدلسازی زیستی جمعیت جانداران به وجود آمده است. در این الگوریتم، خصوصیات نسل جانداران به مقدار توابع هدف و بهبود در خصوصیات نسلی در پی گذشت زمان تشبیه و ظهور نسل‌های جدید از آمیزش نسل‌های قبلی به بهبود در مقدار توابع هدف مانند شده است. به عبارت دیگر این الگوریتم از اصول انتخاب طبیعی داروین برای یافتن فرمول یا جواب بهینه به منظور پیش‌بینی یا تطبیق الگو استفاده می‌کند.

جدول ۳. مشخصات الگوریتم ژنتیک NSGA۲

تابع عملگر جهش ناگهانی	تابع گوسی	نوع جمعیت	بردار دوگانه
مقیاس عملگر جهش ناگهانی	۱	اندازه جمعیت	۳۰۰
تعداد نسل‌ها	۱۰۰	تابع انتخاب	چرخ گردان رولت
محدودیت و تاخیر زمانی(شرط توقف)	نامحدود	نوع عملگر ضربدری	۰.۸
محدودیت تعداد نسل (شرط توقف)	نامحدود	تابع عملگر ضربدری	پراکنده٤۰
محدودیت دقت تغییر در تابع هدف (شرط توقف)	$۱۰^{-۶}$	نرخ نخبه‌گرایی و مهاجرت	۰.۲

با توجه به جدول (۵)، الگوریتم ژنتیک بر اساس اندازه جمعیت تعریف شده، ۳۰۰ مرکز توزیع را بعنوان کروموزوم تولید و فرآیند تکامل را تا ۱۰۰ نسل ادامه می‌دهد؛ در انتها، ۳۰۰ مرکز توزیع طراحی شده به کمک الگوریتم ژنتیک بر اساس معیارهای موجود، اولویت‌بندی می‌شوند.

۵-۳- نتایج حاصل از مطالعه موردی

نتایج حاصل از مطالعه موردی در ادامه آورده شده است. با توجه به اینکه در مدل پیشنهادی دو تابع هدف وجود دارد، مقادیر مختلف تابع هدف در جدول (٤) آورده شده است.

جدول ۴. نتایج حل مدل

تابع هدف بهینه	مقادیر بهینه
سود	۱۳۸.۲
مطلوبیت	۸٤.۲۳

جدول ۵. نتایج حل مدل به ازای مقادیر مختلف از اندیس‌ها

	پارامتره ا	γ=۲		γ=۱		γ
مطالعه موردی (انتگا)	C_γ	۱۱		۵		-
	C'_γ	۱۲.۱		۵.۵		-
	A_γ	۲٤		۲۰		-
	A'_γ	۱۵		۹		–
	h_γ	۷		۵		-
	$CAP_{i\gamma}$	۷۰		۸۰		-
	$M_{\gamma m}$	۱۵		۷.۷		m= ۱
		۱۵.۷		۸.۸		m= ۲
		۱۷		۹.۱		m=۳
	CAP_l	l=۲		l=۱		l
		۲۰۰		۱۵۰		
	پارامتره ا	r=۲		r=۱		r
	$D_{\gamma r}$	N(۳۵,۳)		N(٦۰,٤)		γ=۱
		N(۷۰,٤)		N(۵۰,٤)		γ=۲
	پارامتره ا	l=۲		l=۱		l
		γ=۲	γ=۱	γ=۲	γ=۱	γ
	$T_{il\gamma}$	۲	۱	۳	۲	i=۱

j=۱		۱		۲		۲		۲		$T'_{jl\gamma}$
j=۲		۲		۱		۲		۱		
m		γ=۱		γ=۲		γ=۱		γ=۲		پارامتره ۱
γ		r=۱	r=۲	r=۱	r=۲	r=۱	r=۲	r=۱	r=۲	
l=۱	m= ۱	۲	۱	۳	۱	۳	۲	۱	۲	$T'_{lm\gamma r}$
	m= ۲	۳	۱	٤	۲	۲	۱	۲	۲	
	m= ۳	۳	۲	۳	۱	۳	۳	۲	۲	
l=۲	m= ۱	۲	۱	۲	۱	۳	۱	۱	۲	
	m= ۲	۲	۱	۲	۳	٤	۳	۲	۲	
	m= ۳	۲	۳	۳	۲	۳	۱	۲	۳	
l=۱	m= ۱	٤	۲	۱۵	۱٤	۸	۲	۰	۰	$LT_{lm\gamma r}$
	m= ۲	۸	۱۰	٦	٦	٤	۸	٦	۱٤	
	m= ۳	۱۲	۱۰	۱۰	۱۰	۱۵	۸	۳	۵	
l=۲	m= ۱	۸	۷	٦	٤	۱٤	۷	۲۱	۱٤	
	m= ۲	۸	۷	۹	٤	۱۰	٦	۹	۷	
	m= ۳	۱۰	۱۰	۱۲	۹	۹	۱٤	۱۳	۱۷	
γ		γ=۱				γ=۲				متغیر (۱)
m= ۱		۷.۵				۱٤.۵				$\beta_{m\gamma}$
m= ۲		۸.۵				۱۵.۲				
m= ۳		۸.۸				۱٦.۳				
m= ۱		۰.۱٤				۰.۰٦				$\alpha_{m\gamma}$
m= ۲		۰.۲۳				۰.۱۰				
m= ۳		۰.۳۵				۰.۱٤				
m= ۱		۰.۲				۰.۱۵				$DIS_{m\gamma}$
m= ۲		۰.۱۲				۰.۱۹				
m= ۳		۰.۱۸				۰.۱۱				
l		l=۱				l=۲				متغیر (۲)
γ		γ=۱		γ=۲		γ=۱		γ=۲		
i=۱		۰		۰		۸۰		۰		$EPQ_{il\gamma}$
j=۱		۱٤		۰		۰		۰		$EOQ_{jl\gamma}$
j=۲		۰		٤۸		۰		۷۰		

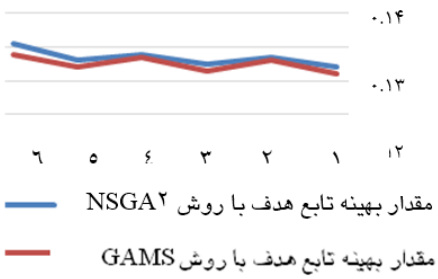
	متغیر (۳)	γ=۲		γ=۱		γ	
		r=۲	r=۱	r=۲	r=۱	r	
	$v_{lm\gamma r}$	۰	۰	۲	۸	m= ۱	l=۱
		۲۵	۱۵	۰	٤	m= ۲	
		۵	۳	۰	۰	m= ۳	
		۲۵	۲۱	۷	۲۰	m= ۱	l=۲
		۱۵	۹	۲۸	۲۵	m= ۲	
		۰	۰	۰	۰	m= ۳	
	$\varphi_{lm\gamma r}$	۰	۰	۱	۱	m= ۱	l=۱
		۱	۱	۰	۱	m= ۲	
		۱	۱	۰	۰	m= ۳	
		۱	۱	۱	۱	m= ۱	l=۲
		۱	۱	۱	۱	m= ۲	
		۰	۰	۰	۰	m= ۳	

مقادیر مختلف متغیرهای تصمیم به ازای اندیس‌های مختلف در جدول (۵) آورده شده است. به عنوان مثال M_{11} = ۷/۷ و M_{12} = ۱۵. جدول (٦) شامل اطلاعات کاملی است که تصمیم‌گیرندگان بر اساس آن می‌توانند مقادیر بهینه هر متغیر را استخراج کرده و براساس آن تصمیم بهینه اتخاذ کنند. در جدول (٦)، نتایج حاصل از روش ال پی متریک در نرم افزار گمز با روش رتبه‌بندی نامغلوب در الگوریتم ژنتیک مقایسه شده است. مدت زمان حل در روش روش رتبه‌بندی نامغلوب کمتر است و برای حل در مقیاس‌های بالاتر این روش پیشنهاد می‌شود.

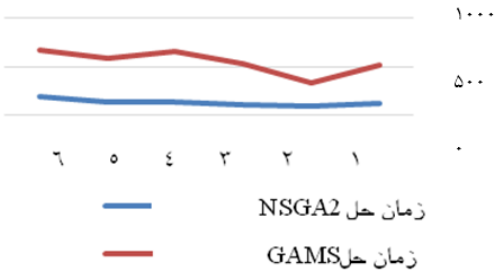
جدول ۵. نتایج حل مدل با استفاده از نرم افزار گمز و الگوریتم ژنتیک رتبه‌بندی نامغلوب

مثال‌ها	وزن بهینه توابع هدف	الگوریتم ژنتیک رتبه‌بندی نامغلوب				نرم افزار گمز			
		زمان حل	مقدار بهینه تابع هدف	مقدار تابع هدف مطلوبیت (f^2)	مقدار تابع هدف سود (f^1)	زمان حل	مقدار بهینه تابع هدف	مقدار تابع هدف مطلوبیت (f^2)	مقدار تابع هدف سود (f^1)
۱	w_1= ۰.۸ w_2= ۲.۰	۱۲۱.۱۸	۰.۱۲٤	۱۸.۱	۳٦۳.۳	٥۲٤.۱۲	۰.۱۲۲	۱۸.۳	۳٦٥.۲
۲	w_1= ۰.۸ w_2= ۲.۰	۹۹.۹۸	۰.۱۲۷	۲۲.۹	٤٥۸.۳	۳۳٥.۹۲	۰.۱۲٦	۲٤.۳	٤٦۲.٥

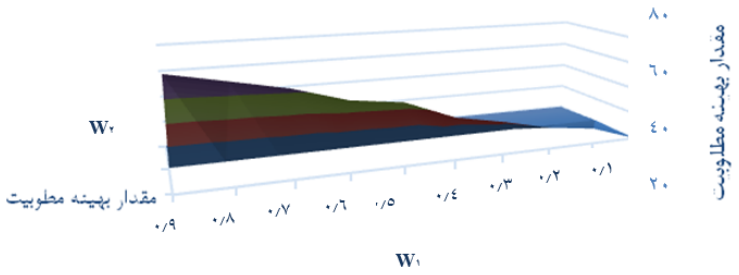
مثال‌ها	وزن بهینه توابع هدف	الگوریتم ژنتیک رتبه‌بندی نامغلوب				نرم افزار گمز			
		زمان حل	مقدار بهینه تابع هدف	مقدار تابع هدف مطلوبیت (f۲)	مقدار تابع هدف سود (f۱)	زمان حل	مقدار بهینه تابع هدف	مقدار تابع هدف مطلوبیت (f۲)	مقدار تابع هدف سود (f۱)
۳	$w_1=0.8$ $w_2=2.0$	۱۰۱.۲۲	۰.۱۲۵	۲۲.۸	۵۱۷.۳	۵۲۹.۳۹	۰.۱۲۳	۳۳.۲	۵۲٤.۲
٤	$w_1=0.8$ $w_2=2.0$	۱۳۳.۳۷	۰.۱۲۸	۳۷.۸	٦۲۹.۳	٦۵۸.۱۸	۰.۱۲۷	٤۱.۲	٦٤۲
۵	$w_1=0.8$ $w_2=2.0$	۱٤۳.۲٦۹	۰.۱۲٦	٤۵.۳	٦۹۸.۳	۵۸۳.۳٤	۰.۱۲٤	٤٦.۳	۷۲۱.۱
٦	$w_1=0.8$ $w_2=2.0$	۱۸۷.۱۹۱	۰.۱۳۱	۵۲.۹	۷۸۷.۷	٦٦۸.۱۳	۰.۱۲۸	۵۵.۳	۷۹۱.۳
۷	$w_1=0.8$ $w_2=2.0$	۱۳۵.۵۹٤	۰.۱۳۲	٦۱.۳	۸٤۵.۳		-	-	-
۸	$w_1=0.8$ $w_2=2.0$	۲۵۸.٤۲۷	۰.۱۳۲	۷٤.۳	۸۹٦.۷		-	-	-
۹	$w_1=0.8$ $w_2=2.0$	۲۲۷.٦۸۸	۰.۱۳۵	۸۲.۳	۹۲٦.۳		-	-	-
۱۰	$w_1=0.8$ $w_2=2.0$	۱٦۷.۵۱۷	۰.۱۳٦	۹۱.٦	۹۸٦.٤		-	-	-
۱۱	$w_1=0.8$ $w_2=2.0$	۱٤۳.۳۵۹	۰.۱۳۸	۹۸.٦	۱۰۲۱.۲		-	-	-



شکل ۲ . مقایسه نتایج حل روش‌های پیشنهادی



شکل ۳ . مقایسه زمان حل روش‌های پیشنهادی



شکل ۴ . مقدار بهینه تابع هدف دوم، با تغییر وزن‌های صورت و مخرج

مطابق نتایج بدست آمده و شکل (۲) می‌توان نتیجه گرفت الگوریتم فرابتکاری زمان حل کمتری نسبت به نرم افزار گمز دارد بنابراین برای حل مدل پیشنهادی به منظور صرفه جویی در زمان، در مقیاس پایین توصیه می‌شود از الگوریتم فراابتکاری ژنتیک رتبه‌بندی نامغلوب استفاده شود. مطابق شکل (۳)، نتایج حاصل از هر دو روش تفاوت معناداری ندارند و در مقیاس‌های کوچک تقریبا یکسان هستند. برای تحلیل حساسیت روی تابع هدف دوم، از روش وزن‌دهی استفاده شده است. به صورت و مخرج وزن داده شده است به صوری که مجموع وزن آن‌ها برابر ۱ است و سپس مقادیر بهینه تابع هدف را در وزن‌های مختف بدست آورده و مقدار تابع هدف محاسبه شده است. با توجه به غیرخطی بودن تابع هدف دوم، شکل آن سه بعدی است که در شکل (٤) آورده شده است. هرچه مقدار وزن صورت بیشتر باشد، مقدار تابع هدف بیشتر خواهد بود.

۶- نتیجه‌گیری

در این پژوهش یک مدل ریاضی غیر خطی توسعه یافته برای برنامه‌ریزی شبکه توزیع و فروش برای بهینه‌سازی اهداف اقتصادی اعم از سود حاصل از فروش محصول و همچنین مطلوبیت ارائه خدمات نسبت به رقبا، ارائه شد. نوآوری این پژوهش، در چهارسطحی بودن زنجیره تامین است که به‌صورت چندکاناله یکپارچه فعالیت می‌کند و کانال‌های فروش آن مستقیم و اینترنتی هستند، می‌باشد. به دلیل بهینه‌سازی سراسری شبکه زنجیره‌تامین، بهینه‌سازی

همزمان کنترل موجودی، تصمیمات بازاریابی و قیمت‌گذاری در نظر گرفته شده است. مدل پیشنهادی به صورت چندمحصولی و چندکاناله ارائه شده و هدف از آن پاسخ به سوالاتی شامل چه محصولی با چه حجمی با چه قیمتی در چه کانالی به فروش برسد که بیشترین سود برای سازمان و همچنین بیشترین مطلوبیت را برای مشتری داشته باشد، می‌باشد. برای درک بهتر مدل ارائه شده، یک مطالعه موردی با استفاده از نرم افزار گمز و الگوریتم ژنتیک رتبه‌بندی نامغلوب با مشخصات نمونه مورد استفاده برای دو مرکز توزیع و تقاضای دو استان، حل گردیده است و نتایج آن مورد تحلیل قرار گرفته شده است. مطابق نتایج بدست آمده، مدلی ارائه شده است که نسبت به مدل‌های قبلی، تمامی تصمیمات بازاریابی را به عنوان متغیر تصمیم در برمی‌گیرد و به همین دلیل دارای جامعیت بالایی نسبت به مدل‌های قبلی می‌باشد. با توجه به روش حل دقیق توسط دو راه حل پیشنهادی، نتایج بدست آمده نزدیک به هم هستند با این تفاوت که زمان حل در الگوریتم ژنتیک رتبه‌بندی نامغلوب کمتر از نرم افزار گمز است. پس از حل مدل، تحلیل حساسیت روی پارامترهای مهم انجام شده است. قیمت رقبا و قیمت تعیین شده هولدینگ برروی تابع هدف به شدت تاثیر گذار است و هرچه قیمت کالای رقیب بیشتر باشد، مقدار تابع هدف بهتر خواهد شد. با در نظر گرفتن وزن‌های مختلف (به صورت ۰.۱، ۰.۲، .... ، ۰.۹) برای صورت و مخرج تابع هدف دوم، نشان می‌دهد هرچه میزان اختلاف قیمت فروش محصول از قیمت رقبا بیشتر و زمان تحویل کالا به مشتری کمتر باشد، مطلوبیت افزایش یافته و مقدار بهینه تابع هدف افزایش خواهد یافت. برای صحه‌گذاری مدل در مقیاس بالا مدل ارائه شده با استفاده از تکنیک ال پی متریک توسط نرم افزار گمزو همچنین الگوریتم ژنتیک رتبه‌بندی نامغلوب حل شده است. هدف اصلی اتکا برای استفاده از این مدل کاهش هزینه‌های سیستم و ارائه خدمات بهتر نسبت به رقبا می‌باشد. هزینه‌های توزیع زمانی کاهش می‌یابد که محصول از طریق بهترین کانال از طرف تامین‌کننده به دست مشتری برسد.

با توجه به اینکه مدل مورد نظر عناصر زنجیره را به صورت یکپارچه بهینه می‌کند، به مدیران در تصمیم‌گیری در این زمینه کمک می‌کند، زیرا علاوه بر صرفه جویی در زمان، باعث صرفه-جویی در هزینه نیز می‌شود و مشتریان موجود در انتهای سیستم را به سمت خود می‌کشاند و آن‌ها را تبدیل به مشتریان وفادار نسبت به هولدینگ می‌کند. هر گونه بهبود در یکی از

تصمیمات موجود باعث بهبود کل زنجیره و در نهایت افزایش سود و تصمیم گیری در زمان مناسب و واقعی می‌شود.

در مطالعات آتی پیشنهاد می‌گردد برای حل دقیق‌تر مساله از ابزار یادگیری ماشین جهت اندازه گیری و پیش‌بینی دقیق تقاضا استفاده گردد. با توجه به ظهور صنعت نسل چهارم و استفاده از تکنولوژی‌های جدید برای جمع‌آوری داده‌ها در زمان واقعی و تحلیل آن‌ها و استفاده از آن‌ها در مدل‌سازی زنجیره تامین می‌تواند کار ارزشمندی باشد. علاوه بر آن استفاده از قراردادهای هماهنگی برای ترغیب اعضای زنجیره، به افزایش مقدار سفارش کمک فراوانی خواهد کرد.

۷- منابع

[۱] J. T. Douglas and P. M. Griffin, *Coordinated supply chain management*, European journal of operational research, (۱۹۹٦), vol. ۹٤, no. ۱, pp. ۱-۱٥, https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/۰۳۷۷-۲۲۱۷(۹٦)۰۰۰۹۸-۷.

[۲] Armstrong, G., Adam, S., Denize, S., & Kotler, P, *Principles of marketing*, Pearson, (۲۰۱٤).

[۳] khadivR, A., Mojibian, F., Jafari, S, *Optimal distribution channel selection in electronic supply chain of fast moving consumer goods*, Iranian journal of management sciences, (۲۰۲۲), Volume ۱۷, Pages ۱۳٥-۱٦٤, http://journal.iams.ir/article_۳۸٥_۹be۰۰۹۸٦e٤٤۸a۸e۳۷۰f۸٥٤ee۱۷٥۸bd۰d.pdf.

[٤] Nasehi Far, V., Dehdashti Shahrokh, Z., Taghavifard, S. M. T., & Ghazi Moghaddam, H, Developing an Integrated Distribution Channel Model for Fast Moving Consumer Goods Manufacturing and Importing Companies in Iran, International Journal of Industrial Engineering and Management Science, (۲۰۱۹), ٦(۲), ۱۲۱-۱۳۹. https://www.ijiems.com/article_۱۰٦۲٥٥.html

[٥] Kotler, P., Keller, K. L., Ang, S. H., Tan, C. T., & Leong, S. M, *Marketing management: an Asian perspective*, (۲۰۲۱).

[٦] Rodrigues, A. M., Stank, T. P., Lynch, D. F, *Linking strategy, structure, process, and performance in integrated logistics*, Journal of business logistics, (۲۰۰٤), ۲٥(۲), ٦٥-۹٤. https://doi.org/۱۰,۱۰۰۲/j.۲۱٥۸-۱٥۹۲,۲۰۰٤.tb۰۰۱۸۲.x.

[۷] Langdon, C.S, *Designing information systems capabilities to create business value: a theoretical conceptualization of the role of flexibility and integration*, Journal of database management. (۲۰۰٦),۱۷(۳), ۱-۱۸. DOI: ۱۰,٤۰۱۸/jdm.۲۰۰٦۰۷۰۱۰۱

[۸] Whitin, T.M, (۱۹٥٥), *Inventory control and price theory*, Management Science, Vol. ۲, No. ۱, pp.٦۱–٦۸. https://doi.org/۱۰,۱۲۸۷/mnsc.۲,۱,٦۱.

[٩] Subramanyam, E.S., Kumaraswamy, S, *EOQ formula under varying marketing policies and conditions*, IIE Transactions, (١٩٨١), Vol. ١٣, No. ٤, pp.٣١٢–٣١٤. https://doi.org/١٠,١٠٨٠/٠٥٦٩٥٥٥٨١٠٨٩٧٤٥٦٧.

[١٠] Pang, Z., Chen, F.Y., Feng, Y, *A note on the structure of joint inventory-pricing control with leadtimes*, Operations Research, (٢٠١٢), Vol. ٦٠, No. ٣, pp.٥٨١–٥٨٧. https://doi.org/١٠,١٢٨٧/opre.١١٢٠,١٠٥٢.

[١١] Chen, X.,Simchi-Levi, D, *Coordinating inventory control and pricing strategies: the continuous review model*, Operations Research Letters, (٢٠٠٦), Vol. ٣٤, No. ٣, pp.٣٢٣–٣٣٢. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.orl.٢٠٠٥,٠٤,٠١٢.

[١٢] Petruzzi, N.C., Dada, M, *Pricing and the newsvendor problem: a review with extensions*, Operations Research, (١٩٩٩),Vol. ٤٧, No. ٢, pp.١٨٣–١٩٤. https://doi.org/١٠,١٢٨٧/opre.٤٧,٢,١٨٣.

[١٣] Chen, F., Federgruen, A., Zheng, Y.S, *Near-optimal pricing and replenishment strategies for a retail/distribution system*, Operations Research, (٢٠٠١b), Vol. ٤٩, No. ٦, pp.٨٣٩–٨٥٣. https://doi.org/١٠,١٢٨٧/opre.٤٩,٦,٨٣٩,١٠٠٢٠.

[١٤] Boyaci, T. Gallego, G, *Coordinating pricing and inventory replenishment policies for one wholesaler and one or more geographically dispersed retailers*, International Journal of Production Economics, (٢٠٠٢), Vol. ٧٧, No. ٢, pp.٩٥–١١١. https://doi.org/١٠,١٠١٦/S٠٩٢٥-٥٢٧٣(٠١)٠٠٢٢٩-٨.

[١٥] Sajadieh, M.S., Jokar, M.R.A, *Optimizing shipment, ordering and pricing policies in a two-stage supply chain with price-sensitive demand*, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, (٢٠٠٩), Vol. ٤٥, No. ٤, pp.٥٦٤–٥٧١. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.tre.٢٠٠٨,١٢,٠٠٢.

[١٦] Kim, J., Hong, Y., Kim, T, *Pricing and ordering policies for price-dependent demand in a supply chain of a single retailer and a single manufacturer*, International Journal of Systems Science, (٢٠١١), Vol. ٤٢, No. ١, pp.٨١–٨٩. https://doi.org/١٠,١٠٨٠/٠٠٢٠٧٧٢٠٩٠٣٤٧٠١٢٢.

[١٧] Dehghanbaghi, N., Sajadieh, M.S, *Joint optimization of production, transportation and pricing policies of complementary products in a supply chain*, Computers and Industrial Engineering, (٢٠١٧), Vol. ١٠٧, No. ١, pp.١٥٠–١٥٧. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.cie.٢٠١٧,٠٣,٠١٦.

[١٨] Urban, T.L, *Coordinating pricing and inventory decisions under reference price effects*, International Journal ofManufacturing Technology and Management, (٢٠٠٨), Vol. ١٣, No. ١, pp.٧٨–٩٤. https://doi.org/١٠,١٥٠٤/IJMTM.٢٠٠٨,٠١٥٩٧٥.

[١٩] Zhu, K., Thonemann, U.W, *Coordination of pricing and inventory control across products*, Naval Research Logistics, (٢٠٠٩), Vol. ٥٦, No. ٢, pp.١٧٥–١٩٠. https://doi.org/١٠,١٠٠٢/nav.٢٠٣٤٠.

[٢٠] Jorgensen, S., Kort, P.M, *Optimal pricing and inventory policies: centralized and decentralized decision making*, European Journal of Operational Research, (٢٠٠٢), Vol. ١٣٨, No. ٣, pp.٥٧٨–٦٠٠. https://doi.org/١٠,١٠١٦/S٠٣٧٧-٢٢١٧(٠١)٠٠١٧٠-٩.

[۲۱] Chen, L.T., Wei, C.C, *Multi-period channel coordination in vendor-managed inventory for deteriorating goods*, International Journal of Production Research, (۲۰۱۲), Vol. ٥٠, No. ١٦, pp.٤٣٩٦–٤٤١٣. https://doi.org/١٠,١٠٨٠/٠٠٢٠٧٥٤٣,٢٠١١,٥٩٢١٥٩.

[۲۲] Chen, L.T, *Dynamic supply chain coordination under consignment and vendor-managed inventory in retailer-centric B2B electronic markets*, Industrial Marketing Management, (۲۰۱۳), Vol. ٤٢, No. ٤, pp.٥١٨–٥٣١. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.indmarman.٢٠١٣,٠٣,٠٠٤.

[۲۳] Chen, L.T, *Optimal dynamic policies for integrated production and marketing planning in business-to-business marketplaces*, International Journal of Production Economics, (۲۰۱٤),Vol. ١٥٣, No. ١, pp.٤٦–٥٣. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.ijpe.٢٠١٤,٠٤,٠٠٢.

[۲٤] Mengmeng, L., Shinji, M. *Dynamic pricing and inventory management of a dual-channel supply chain under different power structures*,European Journal of Operational Research, (۲۰۲۲), Volume ٣٠٣, Issue ١, ٢٧٣-٢٨٥. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.ejor.٢٠٢٢,٠٢,٠٤٩.

[۲٥] Maihami,R., Ghalehkhondabi, I., Ahmadi, E., Pricing and inventory planning for non-instantaneous deteriorating products with greening investment: A case study in beef industry,Journal of Cleane Production, (۲۰۲۱), Volume ٢٩٥, ١٢٦٣٦٨, ISSN ٠٩٥٩-٦٥٢٦, https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.jclepro.٢٠٢١,١٢٦٣٦٨.

[۲٦] Mahtab Sherafati and Somayeh Najafi Ghobadi, provide a novel model for designing a sustainable supply chain network considering development and multi-level environmental decisions, modern researches in decision making, (۲۰۲۱), Vol ٧, N. ٤, P ١٠٤-١٢٤, https://doi.org/٢٠,١٠٠١,١,٢٤٧٦٦٢٩١,١٤٠١,٧,٤,٥,٢.

[۲۷] Azar Fathiheliabadi, abbas raad, Alireza Motameni, Davood Talebi, Presenting a mathematical model for supply chain network design considering trade credit under uncertainty, modern researches in decision making, (۲۰۲۳), Volume ٢, Number ٢, Pages ٩٨-١٢١. https://journal.saim.ir/article ٧٠٨٧٦٨ ٥٤da٩fe٣٤٤٢ad٧f٢٥٤d٣dfce٣e١٤b١٩٢.pdf.

[۲۸] Fattahi, M., Mahootchi, M., Govindan, K., Moattar Husseini, S. M., *Dynamic supply chain network design with capacity planning and multi-period pricing*, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, (۲۰۱٥), ٨١, ١٦٩–٢٠٢. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.tre.٢٠١٥,٠٦,٠٠٧.

[۲۹] Nasiri, G.R.,Kalantari, M., Karimi,B, *Fast-moving consumer goods network design with pricing policy in an uncertain environment with correlated demands*, Computers and Industrial Engineering, (۲۰۲۱), Volume ١٥٣, https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.cie.٢٠٢٠,١٠٦٩٩٧.

[۳۰] Amir Tahari, Omid, Zandieh, Mostafa, and Dari, Behrouz. Designing a two-level planning model in the decentralized supply chain of production and distribution considering cooperative advertising. Study: supply chain of auto spare parts,

management studies. . (۲۰۱٥), ۱-۳۸, (٤۱)۱٤ [in Persian]. SID. https://sid.ir/paper/٥۱۷۹٤۷/fa.

[۳۱] Khalil Namir, Hassan Labriji, El Habib Ben Lahmar, *Decision Support Tool for Dynamic Inventory Management using Machine Learning*, Time Series and Combinatorial Optimization, Procedia Computer Science, Volume ۱۹۸, (۲۰۲۲), Pages ٤۲۳-٤۲۸, https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.procs.۲۰۲۱,۱۲,۲٦٤.

[۳۲] Karthick, B., Uthayakumar, R. *Optimization on dual-channel supply chain model with pricing decision and trapezoidal fuzzy demand under a controllable lead time*. Complex Intell. (۲۰۲۲), Syst. ۸, ۲٥٥۷–۲٥۹۱. https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/s٤۰۷٤۷-۰۲۲-۰۰٦٤۲-۸.

[۳۳] Chung-Yuan Dye, Optimal joint dynamic pricing, advertising and inventory, control model for perishable items with psychic stock effect, European Journal of Operational Research, (۲۰۱۹), Volume ۲۸۳, Issue ۲, Pages ٥۷٦-٥۸۷. doi: https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.ejor.۲۰۱۹,۱۱,۰۰۸.

[۳٤] Chen, Xin and Stolyar, Alexander and Xin, Linwei, Asymptotic Optimality of Constant-Order Policies in Joint Pricing and Inventory Control Models (January ۱۷, ۲۰۲۳). Mathematics of Operations Research (Forthcoming).http://dx.doi.org/۱۰,۲۱۳۹/ssrn.۳۳۷٥۲۰۳.

[۳٥] Bai, X., X. Chen, M. Li, A. Stolyar, Asymptotic Optimality of Open-Loop Policies in Lost-Sales, Inventory Models with Random Lead Times. (۲۰۲۳.), Working Paper.