

ارائه مدل بهینه قیمت‌گذاری محصولات فاسدشدنی (مورد مطالعه فروشگاه زنجیره‌ای افق کوروش)

محمود دهقان نیری^{۱*}، عادل آذر^۲، رقیه حداد^۳

- ۱- استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
- ۲- استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
- ۳- کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۲۱

دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۰۵

چکیده

یکی از ارکان اساسی مدیریت درآمد، در هر بنگاه قیمت فروش است که با مدیریت مؤثر آن، می‌توان حصول سود موردانتظار بنگاه را تضمین کرد. در بازارهای رقابتی مربوط به کالاهای فاسدشدنی، قیمت‌گذاری با توجه به دوره عمر محصول به صورت پویا انجام می‌پذیرد. به این ترتیب تسریع در فروش کالاهای فاسدشدنی نزدیک به انقضا از راه ارائه انواع تخفیف و تعیین قیمت بالاتر برای محصولات تازه، امری ضروری است. در این راستا پژوهش حاضر به ارائه یک مدل بهینه‌سازی قیمت‌گذاری پویا با هدف حداکثرسازی درآمد و کاهش هزینه‌ها پرداخته است. در این مدل با در نظر گرفتن شاخص تازگی محصول و اثر آن بر تقاضا، سیاست قیمت‌گذاری پویا اعم از ارائه تخفیف یا افزایش قیمت فروش در طول افق زمانی فروش شامل چندین دوره برابر با عمر محصول اتخاذ می‌شود. علاوه بر این با توجه به هزینه‌های سفارش دوباره و هزینه‌های نگهداری سیاست تجدید موجودی و قیمت‌گذاری در هر دوره مورد نظر قرار گرفته است. مدل پیشنهادی در شرکت فروشگاه‌های زنجیره‌ای افق کوروش به کار گرفته و نتایج منجر به راهبرد قیمت‌گذاری مناسب (کاهش قیمت اولیه) در راستای حداکثرسازی درآمد برای محصولات پروتئینی و سبزیجات آن مجموعه بوده است.



واژه‌های کلیدی: مدیریت درآمد، قیمت‌گذاری پویا، کالای فاسدشدنی، تجدید موجودی.

۱- مقدمه

امروزه بازارها بسیار پویا و رقابتی هستند. بسیاری از محصولات مانند پوشاک مد و لباس و محصولات با فناوری بالا و ... به سرعت و در یک زمان کوتاه منسوخ می‌شوند. همچنین بسیاری از مواد غذایی تاریخ انقضا دارند و در یک مدت زمان معین فاسد می‌شوند. خدمات پژوهش‌های اقتصادی وزارت کشاورزی ایالات متحده تخمین زده است که تنها در سال ۲۰۱۰، ۴۵ میلیارد پوند غذای موجود در فروشگاه‌های خرده‌فروشی در ایالات متحده تلف شده‌اند [۱]. علاوه‌براین، حدود ۴۰ درصد از تولید سالیانه کشاورزی در جهان هدر رفته است، این درحالی است که ۱۷ درصد از جمعیت مردم در هند در سال ۲۰۱۴ با کمبود غذا مواجه بودند [۲]. علاوه بر تأثیرات اجتماعی، این میزان اتلاف حتی اثرهای مخرب محیط زیستی را به دنبال داشته است، برای مثال در ایالات متحده، زباله‌های مواد غذایی باعث ازبین‌رفتن ۱۰ درصد از انرژی، ۸۰ درصد از آب و ۵۰ درصد از زمین شده است [۳]. به همین دلیل بسیاری از شرکت‌ها مسئله تصمیم‌گیری درباره قیمت‌گذاری و موجودی کالا را موردتوجه قرار می‌دهند تا زیان احتمالی خود و جامعه را به حداقل برسانند و با کاهش فساد محصولات سودآوری خود را افزایش دهند. مدیریت درآمد عمل قیمت‌گذاری پویای یک محصول فسادپذیر (محصول یا خدمتی که در زمان مشخصی تقاضا برای آن کاملاً از بین می‌رود) است که با در نظر گرفتن منفعت مشتریان در تلاش برای حداکثر کردن درآمد ناخالص کل و در نتیجه بهبود سوددهی است. در بیشتر معامله‌های خرده‌فروشی یا صنعتی، بنگاه‌ها برای پاسخگویی به نوسان‌های بازار و نبود اطمینان در تقاضا شکل‌های مختلفی از قیمت‌گذاری پویا شامل کاهش قیمت، تخفیف‌های تبلیغی، کوپن‌ها، تخفیف‌های کلی، نمایشگاه‌ها و ... استفاده می‌کنند. سؤالی که در اینجا مطرح می‌شود این است که زمان بهینه برای کاهش و یا افزایش قیمت، میزان بهینه سفارش مجدد و میزان بهینه موجودی اولیه و قیمت اولیه باتوجه‌به وابستگی تقاضای محصولات فاسدشدنی به قیمت و زمان چیست؟ در این مقاله برای پاسخ به این سؤال از قیمت‌گذاری پویا همزمان با تجدید موجودی استفاده شده است. از این‌رو در آغاز مسئله در



قالب یک مسئله بهینه‌سازی ریاضی مدل‌سازی شده و سپس در یک مورد مطالعه به کار بسته شده است. در ادامه در بخش ادبیات موضوع و مباحث مرتبط در قیمت‌گذاری پویا پرداخته می‌شود. سپس در بخش سوم مدل ریاضی، مفروضات آن و نمادگذاری تشریح و در ادامه بخش چهارم به ساخت مدل پیشنهادی برای مورد مطالعه پژوهش حل آن با استفاده از نرم‌افزار لینگو می‌پردازد. همچنین یافته‌های حاصل از مدل و تحلیل حساسیت پارامترها در این بخش ارائه شده است. در نهایت بخش پنجم با نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها برای پژوهش‌های آینده خاتمه پیدا می‌کند.

۲- ادبیات پژوهش

مدیریت درآمد یکی از مباحث مهم در بنگاه‌ها است که عبارت است از فروش کالای درست، به مشتری درست، در لحظه درست، با بهترین قیمت، از راه بهترین کانال فروش، با بهترین و کاراترین هزینه. علاوه بر این مدیریت درآمد به تصمیم‌هایی مبتنی بر مدیریت تقاضا و روش‌ها و سیستم‌های مورد نیاز آن می‌پردازد. این امر شامل مدیریت وجه مشترک بنگاه و بازار می‌شود که با هدف افزایش درآمد انجام می‌شود. مدیریت درآمد می‌تواند به عنوان مکمل زنجیره تأمین در نظر گرفته شود که فرایندها و تصمیم‌های تأمین را در یک بنگاه با هدف کاهش هزینه تولید و تحویل انجام می‌دهد [۴]. مک‌گیل و ونریزن^۱ در مقاله خود به مرور ادبیات مربوط به چهل سال پژوهش در مدیریت درآمد پرداخته‌اند. در مقاله ایشان توسعه‌های مربوط به پیش‌بینی، رزرو مضاعف، کنترل موجودی صندلی‌ها و قیمت‌گذاری در ارتباط با مدیریت درآمد انجام شده است. در این پژوهش نزدیک به ۱۹۰ مقاله بررسی شده است و عنوان‌های موجود در ادبیات درآمد جدا شده است. این پژوهشگران ادبیات موجود در این زمینه را در دو دسته خطوط هوایی و خطوط غیرهوایی مورد مطالعه قرار دادند [۵].

استراتژی قیمت‌گذاری یکی از ابزارهای مدیریت درآمد است که به افزایش حجم فروش و سود کمک می‌کند. قیمت‌گذاری پویا یک راهکار کسب‌وکار است که قیمت محصولات را بر مبنای یک چارت زمان‌بندی شده در راستای ارائه خدمات مناسب به مشتریان مناسب و در

1. McGill and Van Ryzin (1999)



زمان مناسب تنظیم می‌کند [۶]. از این راهبرد برای کنترل نوسان‌های تقاضا که ناشی از رفتار مشتری استراتژیک است، استفاده می‌شود. مشتری راهبردی تغییرات قیمت کالا را ارزیابی کرده و در قیمت مورد قبول آن را خریداری می‌کند. در آغاز بیشتر پژوهشگران تنها عامل قیمت را مدنظر قرار دادند. ایلون و مالایا^۱ (۱۹۶۶) از اولین کسانی بودند که در مدل موجودی تقاضا را وابسته به قیمت در نظر گرفتند [۷].

با گذشت زمان پژوهشگران عوامل دیگری همچون کیفیت محصول را بررسی کردند. چون^۲ (۲۰۰۳) مدل قیمت‌گذاری را با در نظر گرفتن عامل کیفیت محصول گسترش داد. او مدل را در حالتی در نظر گرفت که کیفیت محصول (نرخ فساد) با گذشت زمان کاهش یافته و نرخ فسادشدن در طول زمان پیوسته بوده است [۸]. مدیریت موجودی محصولات فسادشدنی که نرخ زوال و هزینه حمل‌ونقل آن وابسته به سن محصول است، اولین بار به وسیله هسو^۳ در سال ۲۰۰۰ مطرح شد [۹].

نکته مهمی که در طول این پژوهش‌ها نادیده گرفته شد و منجر به پیدایش مفهوم قیمت‌گذاری مشترک^۴ (قیمت‌گذاری همزمان) شد، مسئله کنترل موجودی است. دانگ و همکاران^۵ در سال ۲۰۰۹ در زمینه قیمت‌گذاری و کنترل موجودی کالاهای جایگزینی خرده‌فروشی‌ها کار کردند. خرده‌فروش با زمان سفارش طولانی و با فصل سفارش کوتاه روبه‌رو است. مدل این پژوهش برنامه‌ریزی و قیمت‌گذاری پویای احتمالی است. سه مدل قیمت‌گذاری ایستا، پویای یکپارچه^۶ و پویای مختلط^۷ مقایسه شده است. آنها به این نتیجه رسیدند که در مقیاس‌های بزرگ، قیمت‌گذاری پویا با در نظر گرفتن کمبود موجودی بهتر از سایر سیاست‌های قیمت‌گذاری است، زیرا تصمیم‌های اولیه موجودی به صورت کامل به قیمت‌گذاری در فصل فروش وابسته است [۱۰]. در سال ۲۰۱۲ تان و کاراباتی^۸ کنترل موجودی خرده‌فروش را با وجود جایگزینی براساس کمبود و با در نظر گرفتن فروش از دست رفته مدل

1. Eilon, and Mallaya (1966)
2. Chun (2003)
3. Hsu (2000)
4. Joint pricing
5. Dong et al. (2009)
6. Unified dynamic
7. Mixed dynamic
8. Tan and Karabati (2012)



کردند [۱۱]. در این مطالعه ورود کالاها از توزیع پواسون تبعیت کرده و روش محاسباتی برای تعیین سطوح سفارش‌دهی با هدف ماکزیمم کردن و با در نظر گرفتن هزینه موجودی، هزینه جایگزینی و سود حاشیه‌ای و با محدودیت‌های سطوح سرویس‌دهی ارائه شد. همچنین از الگوریتم ژنتیک برای حل مدل استفاده شد و تأثیر سود حاشیه‌ای، هزینه موجودی، هزینه جایگزینی و محدودیت سطح سرویس‌دهی بر میزان سود و سطوح سفارش‌دهی بررسی شد، نتیجه نهایی این بود که خرده‌فروش با در نظر گرفتن جایگزینی بین کالاها به سود بیشتری دست پیدا می‌کند [۱۱]. هال و همکاران^۱ چارچوبی برای قیمت‌گذاری و کنترل موجودی خرده‌فروش در شرایط قیمت‌گذاری پویا ارائه دادند. این مدل شامل قرارداد تجاری تولیدکننده به خرده‌فروش‌ها، هزینه‌های سفارش‌دهی وارد شده به خرده‌فروش، رفتار پیش‌خرید خرده‌فروش و تأثیرات قیمت متقابل بود [۱۲]. در سال ۲۰۱۸ لی و تنگ^۲ در مقاله خود یک مدل قیمت‌گذاری همزمان با تصمیم‌گیری در خصوص بهره^۳ برای محصولات فاسدشدنی زمانی که تقاضا وابسته به قیمت فروش، قیمت مرجع، تازگی محصول و سطح موجودی نمایش داده شده می‌باشد، معرفی کردند [۱۳]. سپس مسئله را به‌عنوان یک مدل قطعی فرموله کردند که در آن خرده‌فروش قیمت‌های فروش بهینه و سطوح اتمام موجودی را برای حداکثرسازی سود کلی مشخص می‌کند [۱۳]. همچنین فرگوسن و همکارش^۴ یک مدل دو دوره‌ای را ارائه دادند که تحت تأثیر سیاست موجودی در شرکتی است که محصول جدید و محصول قدیمی آن با هم در رقابت هستند [۱۴].

وی^۵ در سیاست تجدید موجودی و قیمت‌گذاری، تقاضا را وابسته به قیمت در نظر گرفته است، به‌نحوی که این قیمت در طول زمان کاهش پیدا می‌کند [۱۵]. وی^۶ در سال ۱۹۹۷ مدل خود را گسترش داد و علاوه بر در نظر گرفتن تقاضای وابسته به قیمت، فاسدشدن کالا را به‌صورت تابع وایبل در نظر گرفت و مدل را در حالت تخفیف و بدون تخفیف ارائه کرد [۱۶]. بافرونی و ذبیحی^۷ قیمت‌گذاری کالای فاسدشدنی را در شرایط تخفیف مدنظر قرار داده

1. Hall et al. (2010)
2. Li and Teng (2018)
3. Lot-sizing
4. Ferguson and Ketzenberg (2006)
5. Wee (1995)
6. Wee (1997)
7. Bafraei and Zabih (2019)



و باتوجه به اهمیت فروش این محصولات در دوره عمر آنها از نظر مشتری، پیگیری سیاسی را ضروری می‌داند تا مشتریان را به خرید بیشتر تشویق کند. ایشان همچنین سیاست تخفیف را همراه با هماهنگ‌سازی تابع نرخ تقاضا در دوره تخفیف مطرح کردند؛ یعنی در بازه‌ای که تخفیف وجود ندارد نرخ تقاضا، تابعی کاهشی از زمان و قیمت است و در دوره تخفیف، تابع نرخ تقاضا نخست نسبت به زمان افزایشی است و با گذشت زمان کاهشی می‌شود [۱۷]. در عمده مقاله‌های تخفیف قیمتی که برای مشتری نهایی در نظر گرفته شده بود باعث تغییر در تابع تقاضا می‌شد، از این رو در مدل در نظر گرفته نمی‌شد، درحالی‌که در دنیای واقعی با اعلام تخفیف، تابع نرخ تقاضای کالای فاسدشدنی تغییر می‌کند و این مسئله در مقاله بافروبی و ذبیحی مدنظر قرار گرفت [۱۷]. در ادامه زور و همکاران^۱ (۲۰۱۶) مدلی برای حداکثرساختن درآمد فروش محصولاتی ارائه کردند که در انتهای دوره فروش ارزش آنها بسیار کاهش پیدا می‌کند و به صورت عمده به خریداری فروخته می‌شوند [۱۸]. این مدل براساس برآورد تابع تقاضای محصول با استفاده از داده‌های تاریخی شکل می‌گیرد. پس از انجام رگرسیون‌های توانی و خطی، رگرسیون توانی برازش بهتری دارد و مبنای کار قرار می‌گیرد. مدل ایشان به شرح رابطه (a) توسعه پیدا کرد:

$$\begin{aligned} & \text{Maximize } \sum_{i=1}^n \alpha D_i^{\beta+1} x_i + Cr && (a) \\ & \text{S.t. } \sum_{i=1}^n \alpha D_i^{\beta} x_i + r \leq I && a_1 \\ & \sum_{i=1}^n x_i \leq T, x_i \geq 1 && a_2 \\ & x_i \geq 1 \quad i = 1, 2, 3, \dots, n && a_3 \\ & r \geq 0 \end{aligned}$$

در این مدل تصمیم‌گیری تنها می‌تواند موجودی اول دوره (I) را تعیین کند و سپس بدون تجدید موجودی و فقط با اعمال سیاست تخفیف به مدیریت درآمد بپردازد. به این ترتیب در این مدل افزایش قیمت در طول دوره فروش و یا تجدید موجودی امکان‌پذیر نیست. همچنین در مدل زور هر سیاست قیمت‌گذاری امکان‌پذیر نبوده بلکه تنها به ازای قیمت‌های مختلف از پیش تعیین شده (D_i) مدل امکان تعیین تعداد دوره‌های فروش به قیمت‌های از پیش تعریف شده (x_i) را حاصل می‌کند. تعداد دوره‌های فروش به قیمت از پیش تعریف شده نمی‌تواند از کل دوره‌های فروش بیشتر باشد که در قالب محدودیت (a_2) ارائه شده است.

1. Zaarour et al. (2016)



چنان که ملاحظه خواهد شد مدل زورور و همکاران مبنای توسعه مدل ارائه شده این پژوهش می باشد درحالی که بسیاری از مفروضات محدودکننده این مدل در مدل پیشنهادی این مقاله اصلاح شده است.

۳- مدل ریاضی

همان طور که اشاره شد، هدف پژوهش حاضر ارائه یک مدل ریاضی قیمت گذاری پویا براساس تجدید موجودی است که بتواند استراتژی قیمت گذاری مناسبی را برای کالاهای فاسدشدنی ارائه دهد به گونه ای که صاحبان کسب و کار را درخصوص زمان و مقدار تخفیف یا افزایش قیمت محصول و همچنین میزان سفارش دوباره و میزان موجودی ابتدای دوره با توجه به تابع تقاضا برآوردی و در راستای حداکثرسازی درآمد یاری کند. در این مدل محصولات فروش نرفته آخر دوره به قیمت اسقاط (دورریز) واگذار خواهد شد. براساس شرح ارائه شده به منظور توسعه مدل ریاضی در این پژوهش مفروضاتی در نظر گرفته شده است که به شرح ذیل است:

- نوع قیمت گذاری پویا است؛ یعنی قیمت کالا در دوره های زمانی مختلف در افق برنامه ریزی متغیر می باشد.
- تقاضا به صورت تابعی از زمان (تازگی محصول) و قیمت محصول می باشد.
- تابع تقاضا تابعی غیرخطی و براساس داده های تقاضای پیشین محصول تعیین می شود.
- مدل ارائه شده تک محصولی (برای کالاهای فاسدشدنی) است.
- افق زمانی فروش به صورت محدود و برابر طول عمر محصول n می باشد.
- کالای فاسدشدنی قابل تعمیر نیست و با رسیدن به زمان انقضا به قیمت اسقاط یا دورریز فروخته می شود.
- کشش قیمتی تقاضا (β) در تابع تقاضای محصول لحاظ می شود.
- در ابتدای دوره I_1 موجودی اولیه است که به قیمت p_1 فروخته می شود، در صورت کمبود در هر دوره با استفاده از روش تجدید موجودی سریع و سفارش محصول از



یک تأمین‌کننده دیگر، کمبود جبران می‌شود. علاوه بر این مقدار I_{n+1} محصول موجودی اولیه در دوره $n+1$ است که به قیمت اسقاط (p_{pr}) فروخته می‌شود.

- در این مدل ضریب (D_t)، ضریب تخفیف و یا افزایش قیمت محصول در دوره t می‌باشد. این ضریب در مدل میزان تخفیف و یا افزایش قیمت به دوره محصول را با لحاظ کردن تأثیر آن بر تقاضا و موجودی و تجدید آن را در راستای حداکثرسازی درآمد بنگاه تعیین می‌کند.

در ادامه پس از تشریح مفروضات مدل توسعه داده شده به معرفی متغیرها و پارامترهای مدل پرداخته شده است.

- p_t : قیمت محصول در دوره t .
- α, β : تابع تقاضا محصول در دوره زمانی t به فرم $Q_t = \alpha p_t^\beta \cdot f_t[t]$ برآورد شده است که در آن β کشش قیمتی تقاضاست و α ضریب ثابت است. همچنین $f_t[t] = 1/\sqrt{t}$ بیانگر ضریب کاهش تقاضا با افزایش عمر محصول و کاهش تازگی آن می‌باشد.
- p_{pr} : قیمت فروش اسقاط محصول است.
- I_t : مقدار موجودی کالا در دوره t می‌باشد.
- ch : هزینه نگهداری هر واحد کالا است که در تمامی دوره‌ها ثابت است.
- $1 - \rho$: حاشیه سود تولیدکننده از تجدید موجودی سریع کالا در نتیجه کمبود محصول می‌باشد.
- O_t : میزان سفارش کالا در دوره t ام می‌باشد.
- D_t : ضریب تخفیف‌دهی و یا افزایش قیمت محصول در دوره t ام.

در نهایت پس از بیان مفروضات مدل و تشریح علایم به‌کارگرفته شده، در ادامه مدل پیشنهادی که به صورت یک مدل غیرخطی توسعه پیدا کرده است در قالب روابط ۱ تا ۶ تشریح شده است:

$$\text{Maximize } \sum_{t=1}^{n-1} \left(\alpha p_t^{\beta+1} \cdot \frac{1}{\sqrt{t}} \right) + (p_{pr} \cdot I_{n+1}) - \sum_{t=1}^{n-1} (I_t \cdot ch) - \rho \cdot \sum_{t=1}^{n-1} (p_t \cdot O_t) \quad (1)$$



$$O_t + I_t - Q_t = I_{t+1} \quad (2)$$

$$Q_t = \alpha p_t^\beta \cdot 1/\sqrt{t} \quad (3)$$

$$p_{t+1} = p_t \cdot D_t \quad (4)$$

$$a \leq D_t \leq b \quad t = 1, 2, \dots, n-1 \quad (5)$$

$$O_t, I_t, Q_t, p_t \geq 0 \quad (6)$$

در مدل بالا رابطه ۱ که بیانگر تابع هدف مدل پیشنهادی و شامل اجزای ذیل است: عبارت $R_t = \sum_{t=1}^{n-1} (\alpha p_t^{\beta+1} \cdot f_t[t])$ برابر مجموع درآمد حاصل از فروش محصول در n دوره فروش بوده که از رابطه $R_t = P_t \cdot Q_t$ ، یعنی حاصل ضرب تقاضا (فروش) در قیمت فروش حاصل شده است. تقاضا (Q_t) در این مدل برابر با تابع $Q_t = \alpha p_t^\beta \cdot f_t[t]$ است که در آن تابع $f_t[t]$ بیانگر اثر زمان بر تقاضای محصول در دوره زمانی t ام است. لازم به ذکر است که در ساختار مدل پیشنهادی تابع تقاضا می تواند با توجه به نوع محصول و داده های تاریخی تقاضا متفاوت باشد. در این مدل تابع تقاضا و تقریب ضرایب α و β براساس داده های تاریخی فروش و براساس کمترین خطای پیش بینی حاصل می شود. لازم به ذکر است در پژوهش حاضر با توجه به فاسدشدنی بودن کالای مورد مطالعه و براساس تجربیات فروش شرکت هدف، تأثیر زمان بر تابع تقاضا ($f_t[t]$) که به صورت کاهش تقاضا در نتیجه تازگی نداشتن محصول در نظر گرفته می شود، در قالب رابطه $f_t[t] = 1/\sqrt{t}$ تعیین شده است. این تأثیر برای محصولات دارویی به صورت تابع براکت و برای سایر محصولات می تواند به شکل توابع متفاوتی در نظر گرفته شود.

قسمت دوم رابطه (۱) عبارت $(p_{pr} \cdot I_{n+1})$ نشان دهنده درآمد حاصل از فروش اسقاط محصولات فاسدشده در انتهای دوره فروش (n) است و عبارت $\sum_{t=1}^n (I_t \cdot ch)$ هزینه نگهداری موجودی محصولات در دوره های متوالی فروش را ارائه می کند که براساس موجودی انبار در پایان هر دوره فروش تعیین می شود.

رابطه $\rho * \sum_{t=1}^n (p_t \cdot O_t)$ بیانگر هزینه تجدید موجودی کالا به وسیله فروشگاه بوده که بیانگر درصدی از قیمت فروش هر واحد کالای تجدیدی (ρ) می باشد. از این رو در مدل



پیشنهادی کمبود کالا با سفارش محصول و تجدید موجودی سریع از یک تأمین‌کننده دیگر فروشگاه‌های همکار) با هزینه‌ای معادل درصدی از قیمت فروش (ρ) پاسخ داده می‌شود. O_t نشان‌دهنده میزان سفارش و $1-\rho$ نشان‌دهنده درصد سود شرکت از این تجدید موجودی سریع است. به‌طور خلاصه این عبارت نشان‌دهنده هزینه تجدید موجودی سریع است. رابطه (۲) برای محاسبه مقدار موجودی هر دوره و در قالب محدودیت مدل در نظر گرفته شده است.

رابطه (۳) بیانگر مقدار تقاضای محصول در هر دوره است.

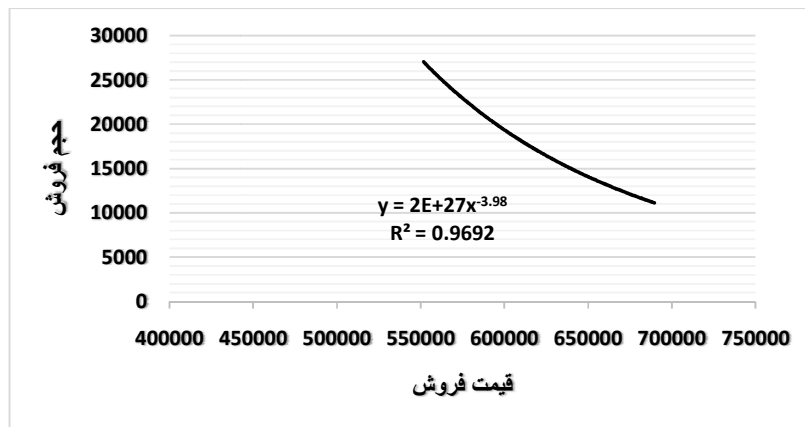
رابطه (۴) بیانگر قیمت مناسب محصول در دوره t ام و میزان افزایش یا کاهش قیمت در هر دوره براساس ضریب (D_t) است.

رابطه (۵) بیانگر محدوده مجاز تخفیف و یا افزایش قیمت محصول در هر دوره است که براساس الزام‌های قانونی، بازار و همچنین الزام‌های شرکت تعیین می‌شود. این بازه در صورت ضرورت می‌تواند در دوره‌های متعدد فروش متفاوت در نظر گرفته شود.

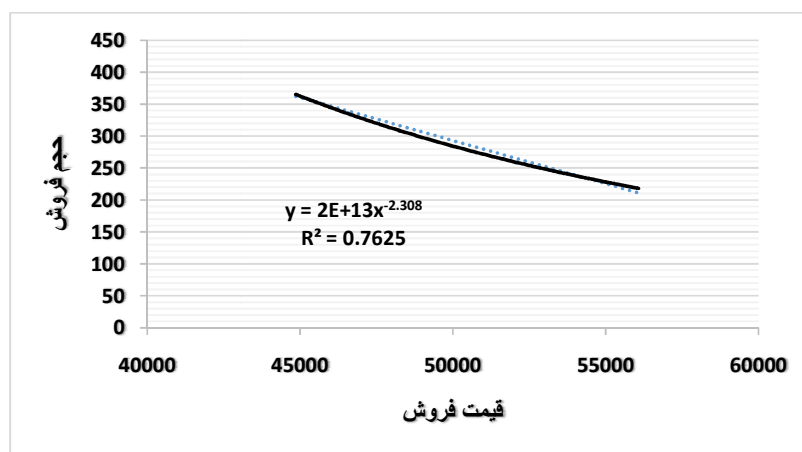
در ادامه در بخش چهارم به ارائه داده‌های موردنیاز و پارامترهای مدل اعم از ضرایب تابع تقاضا در شرکت مورد مطالعه پرداخته شده است. پس از تعیین پارامترهای مدل در شرکت هدف مدل‌سازی صورت گرفته و با حل آن نتایج تحلیل می‌شود.

۴- پیاده‌سازی مدل پیشنهادی در فروشگاه افق کوروش

چنان‌که اشاره شد به‌منظور تعیین تابع تقاضای محصول که پیش‌نیاز تعیین تابع هدف مدل توسعه‌یافته است، اطلاعات مربوط به قیمت و تقاضای دو دسته از محصولات فروشگاه زنجیره‌ای افق کوروش شامل محصولات پروتئینی و سبزیجات تازه دریافت و براساس داده‌ها، تابع تقاضای این دو محصول به‌وسیله تحلیل رگرسیون به شرح نمودارهای ۱ و ۲ استخراج شد. چنان‌که روشن است تعیین این تابع تقاضا با توجه به ماهیت داده‌ها و براساس قاعده حداقل مجذور و متوسط خطا انجام شده است. از این‌رو بالاترین میزان ضریب تعیین (R^2) رابطه توسعه‌یافته در نمودارهای ۱ و ۲ برای پیش‌بینی رابطه قیمت و تقاضا در محصولات موردنظر حاصل شده است.



نمودار ۱. تابع رگرسیون تقاضا (کیلوگرم) و قیمت فروش (ریال) مواد پروتئینی



نمودار ۲. تابع رگرسیون تقاضا (کیلوگرم) و قیمت فروش (ریال) سبزیجات

در جدول ۱ به تشریح مقادیر آلفا و بتای مدل‌های رگرسیونی تابع تقاضا برای محصولات اشاره شده در مجموعه فروشگاه‌های افق کوروش پرداخته شده است.



جدول ۱. مقایسه آلفا (α) و بتا رگرسیون (β) مواد پروتئینی و سبزیجات

نام دسته‌بندی محصول	مقدار β	مقدار α
مواد پروتئینی	-۹۸۳	۲e+۲۷
سبزیجات	-۳۰۸/۲	۲e+۱۳

ضریب تعیین R^2 در جدول ۱ نشان‌دهنده درصد تبیین تغییرات متغیر وابسته به وسیله متغیر مستقل است، به عبارت دیگر ضریب تعیین نشان‌دهنده آن است که چه مقدار از تغییرات متغیر وابسته تحت تأثیر متغیر مستقل مربوطه بوده و در بازه صفر تا یک تغییر می‌کند. در نتیجه $R^2 - 1$ بیانگر تغییرات متغیر وابسته در نتیجه سایر عوامل می‌باشد. R^2 در جدول بالا برای هر دو دسته‌بندی مواد غذایی بزرگ‌تر از ۰.۷ بوده است که نشان از اعتبار مدل‌های رگرسیونی برآوردی دارد.

در ادامه جدول ۲ مقدار پارامترهای مدل ریاضی برای دو محصول مواد پروتئین و سبزیجات در مورد مطالعه را نمایش می‌دهد.

جدول ۲. مقدار داده‌های ورودی مربوط به محصولات پروتئینی و سبزیجات

مواد پروتئینی	سبزیجات	ورودی‌های مدل
۲ تا ۷۵/۰	۲ تا ۷۵/۰	دامنه تغییرات D_t
۶۸۹۶۵۶	۵۶۰۷۴	قیمت اولیه $(p_1)^*$
۹۰۵۵۵	۲۳۸۳	موجود اول دوره $(I_1)^{**}$
۰	۱۰۰۰	قیمت فروش اسقاط (p_{pr})
۹۵/۰	۹۵/۰	نسبت هزینه تأمین از سایر شعب (ρ)
۵۵۰/۰۶۸	۶۱۹/۹۶۲	هزینه نگهداری هر واحد (ch)
۵	۷	تعداد دوره در بازه فروش (N) برحسب روز

* قیمت براساس ریال ** موجودی براساس کیلوگرم



چنان که در جدول ۲ مشاهده می شود، مقدار دامنه تغییرات (D_t) در این مدل و در بازه ۰.۷۵ تا ۲ در نظر گرفته شده است که به معنای تعیین حدود تغییر قیمت محصول در دوره های متوالی به میزان حداکثر تخفیف ۲۵ درصد و یا افزایش قیمت حداکثر ۱۰۰ درصدی است. تعیین این دامنه براساس نیاز گروه مدیریتی فروشگاه بوده است و به آن معناست که باتوجه به بهای تمام شده محصول، امکان تخفیف دادن بیش از ۲۵ درصد وجود ندارد درحالی که قیمت محصول باتوجه به حاشیه سود پایین قیمت اولیه می تواند در زمان کمبود تا ۱۰۰ درصد نیز افزایش پیدا کند. تعیین این پارامتر براساس سیاست فروشگاه و در بازار رقابتی به صورت پیروی در حدود قیمت بازار تعیین می شود. بنابراین (D_t) برونزا بوده و از بیرون مدل تعیین می شود. همچنین قیمت اولیه و موجودی اولیه محصولات نیز از دیگر پارامترهای است که به وسیله تیم مدیریتی فروشگاه برای دوره اول فروش محصول تعیین می شود. مقادیر ارائه شده در جدول ۲ مقادیر واقعی قیمت محصولات اشاره شده به ازای یک کیلوگرم از محصول در ابتدای دوره (افق) برنامه ریزی فروش بوده است. قیمت فروش اسقاط محصولات بیانگر فروش محصولات به تاریخ انقضا رسیده برای سایر مصارف بوده و مجموع هزینه های تأمین کمبود موجودی از سایر شعب فروشگاه برابر با ۹۵ درصد قیمت فروش محصول تعیین شده است. طول دوره زمانی فروش محصولات پروتئینی برابر با پنج و سبزیجات برابر با هفت روز براساس انقضای محصولات در نظر گرفته شده است.

در ادامه پس از تعیین پارامترها مدل پیشنهادی برای هر یک از محصولات مواد پروتئینی و سبزیجات ساخته و پس از حل مدل با استفاده از نرم افزار لینگو در قالب جدول ۳ ارائه شده است. به منظور تشریح بیشتر مدل پیشنهادی برای محصول پروتئینی براساس پارامترهای جدول ۲ به شرح رابطه ۶ پرداخته می شود.

$$\text{Maximize } \sum_{t=1}^{n-1} \left(2e + 27p_t^{-3.98+1} \cdot \frac{1}{\sqrt{t}} \right) + (0. I_6) - \sum_{t=1}^{n-1} (I_t \cdot 550.068) - 0.95 \cdot \sum_{t=1}^{n-1} (p_t * o_t)$$

S.t.

$$\begin{aligned} O_1 + I_1 - Q_1 &= I_2 & Q_1 &= 2e + p_1^{-3.98+1} \cdot \frac{1}{\sqrt{1}} & p_1 &= 689656 & (6) \\ O_2 + I_2 - Q_2 &= I_3 & Q_2 &= 2e + 27p_2^{-3.98+1} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} & p_2 &= p_1 \cdot D_1 \\ O_3 + I_3 - Q_3 &= I_4 & Q_3 &= 2e + 27p_3^{-3.98+1} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} & p_3 &= p_2 \cdot D_2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 O_4 + I_4 - Q_4 &= I_5 & Q_4 &= 2e + 27p_4^{-3.98+1} \cdot 1/\sqrt{4} & p_4 &= p_3 \cdot D_3 \\
 O_5 + I_5 - Q_5 &= I_6 & Q_5 &= 2e + 27p_5^{-3.98+1} \cdot 1/\sqrt{5} & p_5 &= p_4 \cdot D_4 \\
 0.75 \leq D_t &\leq 2 & t &= 1,2,3,4 \\
 O_t, I_t, Q_t, p_t &\geq 0
 \end{aligned}$$

نتایج حل مدل‌های ارائه‌شده برای دو محصول بالا به شرح جدول ۳ حاصل شده است. ملاحظه می‌شود که نتایج مدل، پویایی در قیمت‌گذاری را در دوره‌های زمانی مختلف افق برنامه‌ریزی براساس تابع تقاضا حاصل شده است، برای مثال قیمت اولیه سبزیجات که به وسیله فروشگاه برابر با ۵۶۰۷۴ ریال تعیین شده است، با توجه به تقاضا در دوره‌های بعدی به مقدار ۴۲۰۵۵ ریال کاهش پیدا می‌کند و به رغم ارائه تخفیف بازهم در نهایت در انتهای افق برنامه‌ریزی I(8) مقدار ۸۷۹ کیلوگرم محصول اضافه خواهد آمد که به قیمت اسقاط واگذار خواهد شد. این موضوع برای محصولات پروتئینی متفاوت است و به دلیل کمبود موجودی در انتهای دوره برنامه‌ریزی، حتی قیمت بعد از ارائه تخفیف در روزهای دوم و سوم، روز چهارم اندکی افزایش پیدا می‌کند. در حل بهینه هیچ یک از دو مدل، تأمین کالا از شعبه‌های دیگر از نظر اقتصادی به صرفه نبوده و توصیه نشده است.

جدول ۳. نتایج حل مدل محصولات مواد پروتئینی و سبزیجات

مواد پروتئینی (N=5)	سبزیجات (N=7)	دسته‌بندی محصول
		خروجی‌های مدل
۴۸۹۵۸۶۹۰۰۰۰	۶۱۵۲۴۷۷۰	تابع هدف (ریال)
۶۸۹۶۵۶	۵۶۰۷۴	P(1)
۵۱۹۷۶۸	۴۲۰۵۵	P(2)
۵/۵۰۳۵۲۰	۴۲۰۵۵	P(3)
۱/۵۲۱۲۳۸	۴۲۰۵۵	P(4)
۸/۵۲۱۹۷۲	۴۲۰۵۵	P(5)
xxx	۴۲۰۵۵	P(6)
xxx	۴۲۰۵۵	P(7)
۹۰۵۵۵	۲۳۸۳	I(1)



مواد پروتئینی (N=5)	سبزیجات (N=7)	دسته‌بندی محصول
		خروجی‌های مدل
۷۸۹۸۷	۲۱۶۴	I(2)
۵۳۷۷۶	۱۸۶۳	I(3)
۳۳۳۰۶	۱۶۱۷	I(4)
۱۵۶۷۷	۱۴۰۴	I(5)
.	۱۲۱۳	I(6)
xxx	۱۰۳۹	I(7)
xxx	۸۷۹	I(8)
.	.	O(1)
.	.	O(2)
.	.	O(3)
.	.	O(4)
.	.	O(5)
xxx	.	O(6)
xxx	.	O(7)
۷۵۳۶۶۳۹/۰	۷۵/۰	D(1)
۰/۷۵۴۷۲۹۱	۷۵/۰	D(2)
۰/۷۵۵۷۹۴۴	۷۵/۰	D(3)
۰/۷۵۶۸۵۹۶	۷۵/۰	D(4)
xxx	۷۵/۰	D(5)
xxx	۷۵/۰	D(6)

xxx در دسترس نبودن این دوره برای مسئله

از آنجایی که هدف مطالعه حاضر که افزایش سطح درآمد با توجه به تابع برآوردی تقاضا و مبتنی بر سیاست‌گذاری مناسب در موجودی و قیمت کالا (تخفیف و افزایش) بوده است، از این رو در ادامه با کمک تحلیل حساسیت بهترین ترکیب قیمت‌گذاری به ازای مقادیر مختلف موجودی محصولات بررسی و به ازای سطوح مختلف موجودی و قیمت اولیه، بهترین سطح درآمدی هر محصول مشخص شد. روشن است که سطح موجودی اولیه تعیین‌کننده میزان سفارش‌گذاری شرکت از محصولات بررسی شده در ابتدای دوره فروش بوده و سطح قیمت



اولیه بیانگر قیمت فروش محصول در اول دوره فروش براساس سیاست قیمت‌گذاری شرکت بوده است. از این رو مدل پیشنهادی علاوه بر تعیین بهترین سیاست‌گذاری قیمت به ازای سطوح مختلف موجودی اولیه با کمک تحلیل حساسیت پارامتر موجودی اولیه می‌تواند تعیین‌کننده بهترین موجودی اولیه محصولات را که بیانگر سیاست موجودی شرکت است، نیز ارائه کند. جدول ۴ ارائه‌کننده تحلیل حساسیت موجودی اولیه محصولات و جدول ۵ بیانگر تحلیل حساسیت قیمت اولیه محصولات به ازای درآمد قابل حصول شرکت می‌باشد.

جدول ۴. تحلیل حساسیت موجودی اولیه دو محصول پروتئینی و سبزیجات

سبزیجات		مواد پروتئینی	
درآمد (ریال)	موجودی اولیه (Kg)	درآمد بهینه مدل (ریال)	موجودی اولیه (Kg)
۶۱۵۲۴۷۷۰	*۲۳۸۳	۴۸۹۵۸۶۹۰۰۰۰	*۹۰۵۵۵
۶۰۷۴۱۸۱۰	۳۵۰۰	۴۹۵۹۶۷۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰
۶۱۰۹۲۲۹۰	۳۰۰۰	۴۹۶۹۵۷۶۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰
۶۱۲۳۲۴۸۰	۲۸۰۰	۴۹۷۲۸۷۶۰۰۰۰	۱۱۰۰۰۰
۶۱۵۸۲۹۵۰	۲۳۰۰	۴۹۷۶۱۷۷۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰
۶۱۶۵۳۰۵۰	۲۲۰۰	۴۹۷۶۵۰۷۰۰۰۰	۹۹۰۰۰
۶۱۷۲۳۱۴۰	۲۱۰۰	۴۹۷۷۱۶۷۰۰۰۰	۹۷۰۰۰
۶۱۷۹۳۲۴۰	۲۰۰۰	۴۹۷۸۴۸۷۰۰۰۰	**۹۳۰۰۰
۶۲۰۶۱۳۳۰	**۱۵۰۰	۴۹۵۱۸۱۷۰۰۰۰	۹۲۰۰۰
۶۰۰۵۵۶۴۰	۱۴۰۰		

* سطح موجود شرکت سطح بهینه**

باتوجه به نتایج حاصل از جدول ۴ ملاحظه می‌شود که سطح موجودی اولیه مواد پروتئینی و سبزیجات شرکت براساس مدل ریاضی توسعه داده شده است و نتایج حل با در نظر گرفتن سیاست‌های قیمت‌گذاری (در کل دوره فروش) در سطح بهینه نبوده و نیازمند بازنگری است. این مقدار فروش در حال حاضر به صورت تجربی در شرکت و براساس تقاضای بازار انتخاب شده است در حالی که براساس مدل پیشنهادی با برآورد تقاضا و همچنین بهینه‌سازی سیاست



قیمت‌گذاری در طول دوره فروش پیشنهاد می‌شود، در دسته‌بندی مواد پروتئینی موجودی شرکت تا سطح ۹۳۰۰۰ کیلوگرم افزایش پیدا کند تا منجر به تحقق سطح درآمدی ۴۹۸ میلیارد ریال و در دسته‌بندی سبزیجات با کاهش موجودی از سطح ۲۳۸۳ تا سطح ۱۵۰۰ کیلوگرم، درآمد تا ۶.۲ میلیون ریال افزایش پیدا کند.

جدول ۵. تحلیل حساسیت قیمت اولیه دو محصول مواد پروتئینی و سبزیجات

سبزیجات		مواد پروتئینی	
درآمد (ریال)	قیمت اولیه (ریال)	درآمد بهینه مدل (ریال)	قیمت اولیه (ریال)
۶۱۵۲۴۷۷۰	*۵۶۰۷۴	۴۸۹۵۸۶۹۰۰۰۰	*۶۸۹۶۵۶
۵۶۳۵۹۷۹۰	۶۰۰۰۰	۳۱۸۷۴۸۸۰۰۰۰	۸۰۰۰۰۰
۷۱۳۰۵۲۴۰	۵۰۰۰۰	۳۸۷۰۴۵۸۰۰۰۰	۷۵۰۰۰۰
۷۹۷۷۳۴۰۰	۴۵۰۰۰	۴۷۶۱۷۰۷۰۰۰۰	۷۰۰۰۰۰
۸۰۶۶۸۷۹۰	۴۰۰۰۰	۴۹۲۹۷۶۵۰۰۰۰	۶۵۰۰۰۰
۸۰۷۸۶۲۳۰	۳۹۰۰۰	۴۹۶۸۴۹۴۰۰۰۰	**۶۰۰۰۰۰
۸۱۱۱۷۸۳۰	**۳۴۰۰۰	۴۹۴۳۶۲۸۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰
۸۱۰۹۵۱۱۰	۳۳۰۰۰	---	---
۷۹۳۴۴۷۰۰	۳۰۰۰۰	---	---

* سطح موجود شرکت ** سطح بهینه

باتوجه به نتایج حاصل از جدول ۵ ملاحظه می‌شود قیمت هر واحد محصول پروتئینی برابر با ۸۰۰ هزار ریال در نظر گرفته شده است که برای دستیابی به بهترین ترکیب فروش و بالاترین سطح درآمدی در این محصول، بهتر است با کاهش قیمت در حدود ۶۰۰ هزار ریال به ازای هر کیلو محصول تعیین شود. همچنین در مورد سبزیجات نیز قیمت اولیه محصول برابر ۵۶ هزار ریال تعیین شده است که بهتر است براساس تابع تقاضا و سطح بهینه فروش در کل دوره حدود ۳۴ هزار ریال تعیین شود تا درآمدی حدود ۸۱ میلیون ریال حاصل شود.



۵- نتیجه گیری

در این مقاله به ارائه یک مدل ریاضی مدیریت درآمد تک‌محصولی برای محصولات فاسدشدنی که در انتهای دوره فروش به صورت عمده و اسقاط قابل فروش دوباره است، پرداخته شد. چنان‌که اشاره شد این مدل با استفاده از برآورد تابع تقاضا در قالب یک مدل رگرسیونی برای محصول هدف قابل توسعه است. اگرچه در مدل توسعه‌یافته در مورد مثال این مقاله از تابع تقاضا کاپ داگلاس استفاده شده است و در نتیجه مدل ریاضی حاصل غیرخطی بوده است، اما تابع تقاضا با توجه به ضرایب معناداری برآورد رگرسیونی و همچنین میزان ضریب تعیین می‌تواند یک تابع غیرخطی و یا به هر شکل دیگر برآورد شود. از این رو تابع هدف مدل ریاضی پیشنهادی می‌تواند خطی و یا غیرخطی باشد. این مدل در مقایسه با سیار مدل‌های توسعه‌یافته در حوزه دانشی مدیریت درآمد با رویکرد قیمت‌گذاری مزایایی متعدد را در قالب موارد زیر حاصل کرده است.

✓ در این مدل تقاضا تابعی پیوسته از قیمت و زمان برای کالاهای فاسدشدنی در نظر گرفته شده است. بسیاری از پژوهش‌ها تقاضای کالای فاسدشدنی را در طول دوره فروش ثابت فرض کرده و پس از انتهای دوره برابر با صفر در نظر می‌گیرند [۱۷]؛ [۱۸] که به‌طور عمده برای کالاهایی که کارایی یکسانی در طول دوره فروش دارند مثل دارو (تا نرسیدن تاریخ انقضا کاملاً قابل استفاده است) استفاده می‌شود. این موضوع درباره کالاهای فاسدشدنی متفاوت بوده و با گذشت زمان میزان تقاضا کمتر برآورد می‌شود که برای مثال هرچه از عمر سبزیجات و یا گوشت تازه بگذرد، تقاضای احتمالی برای آن به صورت پیوسته کاهش خواهد یافت. از این رو این مهم اساس مدل‌سازی تابع تقاضا در این پژوهش بوده است.

✓ در این مدل تجدید موجودی هم‌زمان با قیمت‌گذاری برای هر دوره از مدت زمان عمر محصول در نظر گرفته شده است. برخلاف بسیاری از مدل‌های قبلی از جمله زرور و همکاران [۱۸] و بافرویی و ذبیحی [۱۷] مدل پیشنهادی در این مقاله امکان تجدید سریع موجود برای فروشنده را از سایر فروشگاه‌ها و یا سایر دفاتر شرکت تأمین کرده است.



✓ هزینه‌های نگهداری از محصول، سفارش دوباره و میزان سفارش دوباره برای حداکثرسازی درآمد در نظر گرفته شده است.

✓ مدل باتوجه به میزان تقاضا سیاست تخفیف‌دهی و یا افزایش قیمت محصول را به گونه‌ای که ماکزیمم درآمد حاصل شود، اتخاذ می‌کند که در هر دوره از عمر محصول متفاوت است. بنابراین در این مدل علاوه بر تخفیف باتوجه به حجم تقاضا و موجودی شرکت امکان افزایش قیمت در طول دوره‌ها را نیز فراهم می‌کند. به عبارت دیگر مدل باتوجه به حجم تقاضا، سیاست تخفیف و یا افزایش قیمت محصول را در راستای تحقق ماکزیمم درآمد، اعمال می‌کند.

در سال ۲۰۱۹ دهقان نیری و همکاران^۱ با حداکثر ساختن درآمد و همزمان حداقل ساختن خطرپذیری در هر دوره و در نتیجه در کل دوره فروش مدل زرورو همکاران (۲۰۱۶) را توسعه دادند [۱۹]. ایشان مدل زروور را از حالت قطعی به یک مدل احتمالی که در آن تقاضا به صورت تابعی از قیمت با در نظر گرفتن خطرپذیری متعاقب آن مدل‌سازی کردند [۱۹]. در این مدل نیز از تجدید موجودی و یا امکان لحاظ کردن هر قیمت در یک بازه مشخص به صورت پیوست برای دوره‌های فروش وجود نداشت و زمان نقشی در تعیین حجم تقاضا برای کالای فاسدشدنی در نظر گرفته نشده بود. از این رو مدل پیشنهادی با فراهم کردن امکان افزایش و کاهش قیمت بنا بر نیاز و تقاضای بازار و همچنین در نظر گرفتن نقش زمان در تقاضای محصولات فاسدشدنی و همچنین تجدید موجودی و همچنین در نظر گرفتن موجودی و هزینه متعاقب آن برای محصولات فاسدشدنی نسبت به مدل مذکور توسعه پیدا کرده است. در ادامه با به کارگیری مدل مذکور برای دو گروه محصول از محصولات فاسدشدنی فروشگاه‌های زنجیره‌ای افق کوروش در تهران و حل آن، نتایج کاربردی برای تیم مدیریتی این شرکت به دست آمد که منجر به افزایش کارایی عملکردی و سودآوری مجموعه مذکور در مورد محصولات مدل شده می‌باشد. از این رو پیشنهادهای کاربردی بدین قرار بود که برای محصول پروتئینی موجودی تا سطح ۹۳۰۰۰ واحد افزایش یابد تا منجر به افزایش درآمد و به همین ترتیب قیمت اولیه این محصول در طول دوره فروش به میزان ۲۰۰ هزار ریال کاهش یابد.

1. Dehghan Nayeri et al. (2019)



این نتیجه براساس ماهیت تابع تقاضای محصول، امکان عدم فروش و درنهایت فروش به قیمت اسقاط و همچنین میزان موجودی شرکت حاصل شده و منجر به افزایش درآمد بیش از ۳۰ درصدی شرکت از محل این محصول خواهد شد. درمورد محصول سبزیجات نیز با کاهش موجودی از ۲۳۰۰ کیلو تا سطح ۱۵۰۰ کیلو، درآمد شرکت افزایش پیدا خواهد کرد. همچنین با کاهش قیمت اولیه تا سطح ۳۴۰۰۰ ریال به ازای هر کیلوگرم، درآمد شرکت از این محصول تا ۲۰ درصد افزایش پیدا می‌کند. این نتایج بیانگر آن است که شرکت در قیمت‌گذاری محصولات موردبررسی از استراتژی قیمت‌گذاری بالا استفاده کرده است و نتوانسته از کل ظرفیت بالقوه خرید مشتریان استفاده کند، ازاین‌رو به ازای کاهش قیمت این دو محصول براساس تقاضای برآورد حجم تقاضا افزایش پیدا خواهد کرد و درآمد شرکت به ازای هر دو محصول حداقل بیست درصد افزایش خواهد یافت.

همزمان با اجرای این پژوهش در کنار توسعه و مزیت‌های حاصل‌شده، مسائلی نیز شناسایی شده است که می‌تواند زمینه‌های مناسبی برای پژوهش‌های آینده باشد، در ادامه تعدادی از این موارد به‌صورت پیشنهاد برای پژوهش‌های آینده ارائه می‌شود:

- احتمالی در نظر گرفتن پارامترهای α, β با توجه به نوسان‌های شدید قیمت‌ها و بازار پرریسک و نامطمئن، خریداران هر محصولی به مرور عادت خرید خود را تغییر می‌دهند. بنابراین کشش قیمتی تقاضا چون وابسته به ذات محصول و ارزش آن در ذهن استفاده‌کنندگان است، چه‌بسا در این نوسان‌ها تغییر خواهد کرد. ازاین‌رو پیشنهاد می‌شود در قالب توسعه مدل جاری از حالت غیرقطعی در برآورد پارامترهای α و β توسعه پیدا کند.
- از سایر توابع تقاضا برای محصولات مختلف فاسدشدنی و بنابر داده‌های تاریخی به‌دست‌آمده در فروش این محصولات استفاده شود. براین‌اساس تابع هدف مدل ریاضی پیشنهادی براساس تابع تقاضای برآوردی تغییر پیدا خواهد کرد.
- توسعه مدل ریاضی ارائه‌شده به حالت چندمحصولی به‌رغم پیچیدگی می‌تواند منجر به توسعه مدل با کارایی بیشتر برای محصولات هم‌خانواده شود.



۶- منابع

- [1] Buzby, Jean C., Hodan Farah-Wells, and Jeffrey Hyman, "The estimated amount, value, and calories of postharvest food losses at the retail and consumer levels in the United States", *USDA-ERS Economic Information Bulletin*, 121, 2014.
- [2] Biswas, Asit K., "India must tackle food waste", *World Economic Forum*, 12, 2014.
- [3] Gunders, Dana, "Wasted: How America is losing up to 40 percent of its food from farm to fork to landfill", *Natural Resources Defense Council*, 26, 2012, 1-26.
- [4] Talluri, Kalyan, Garrett Van Ryzin, "Revenue management under a general discrete choice model of consumer behavior", *Management Science*, 50(1), 2004, 15-33.
- [5] McGill Jeffrey I., Garrett J. Van Ryzin, "Revenue management: Research overview and prospects", *Transportation Science*, 33(2), 1999, 233-256.
- [6] Lin Kyle Y., "Dynamic pricing with real-time demand learning", *European Journal of Operational Research*, 174(1), 2006, 522-538.
- [7] Eilon, S., and R. V. Mullanya. "Issuing and pricing policy of semiperishables", *Proceedings of the fourth international conference on operational research*, Wiley Interscience, New York, 1996, 205-215.
- [8] Chun Young H., "Optimal pricing and ordering policies for perishable commodities", *European Journal of Operational Research*, 144(1), 2003, 68-82.
- [9] Hsu Vernon Ning, "Dynamic economic lot size model with perishable inventory", *Management Science*, 46(8), 2000, 1159-1169.
- [10] Dong Lingxiu, Panos Kouvelis, Zhongjun Tian, "Dynamic pricing and inventory control of substitute products", *Manufacturing & Service Operations Management*, 11(2), 2009, 317-339.
- [11] Tan Baris, Selcuk Karabati, "Retail inventory management with stock-out based dynamic demand substitution", *International Journal of Production Economics*, 145(1), 2013, 78-87.
- [12] Hall Joseph M., Praveen K. Kopalle Aradhna Krishna, "Retailer dynamic pricing and ordering decisions: category management versus brand-by-brand approaches", *Journal of Retailing*, 86(2), 2013, 172-183.
- [13] Li Ruihai, Jinn-Tsair Teng, "Pricing and lot-sizing decisions for perishable goods when demand depends on selling price, reference price, product freshness, and displayed stocks", *European Journal of Operational Research*, 270(3), 2018, 1099-1108.



- [14] Ferguson Mark, Michael E. Ketzenberg, "Information sharing to improve retail product freshness of perishables", *Production and Operations Management*, 15(1), 2006, 57-73.
- [15] Wee Hui-Ming, "Joint pricing and replenishment policy for deteriorating inventory with declining market", *International Journal of Production Economics*, 40(2-3), 1995, 163-171.
- [16] Wee Hui-Ming, "A replenishment policy for items with a price-dependent demand and a varying rate of deterioration", *Production Planning & Control*, 8(5), 1997, 494-499.
- [17] Bafruei Morteza Khakzar, Zabihi Fatemeh, "Pricing and determining the optimal discount of perishable goods to speed up demand rate", *Management Science*, 38(2), 2019, 240-262.
- [18] Zaarour Nizar, Emanuel Melachrinoudis, Marius M. Solomon, "Maximizing revenue of end of life items in retail stores", *European Journal of Operational Research*, 255 (1), 2016, 133-141.
- [19] Dehghan Nayeri Mahmoud, Haghbin Amir-Nader, Mohammadi-Balani Abdolkarim, Bayat Karim, "A multi-objective mean-variance mathematical programming approach to combined phase-out and clearance pricing strategy for seasonal products: case study of a Jeans retailer", *Journal of Revenue and Pricing Management*, 2019, 1-8.