

ارائه یک مدل ریاضی چند معیاره به منظور انتخاب بهترین شبکه تولید-توزیع مبتنی بر بهینه سازی همزمان عوامل تولید و توزیع

محمود اقتصادی فرد^۱، فرهاد اسفندیارپور^۲

^۱ استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شیراز، ایران

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی شیراز، ایران

چکیده:

در این مقاله یک مدل ریاضی در شبکه توزیع زنجیره تامین ارائه شده است که در آن به منظور طراحی جریان کالا از کارخانه به سمت مشتری ها، سه سناریوی انتخابی برای مشتریان در نظر گرفته شده است: تامین کالا به طور مستقیم از کارخانه، تامین کالا از طریق توزیع کننده ها با واسطه مراکز توزیع کارخانه و تامین کالا از طریق توزیع کننده ها بدون واسطه مراکز توزیع کارخانه. این سناریوها در قالب یک مدل ریاضی چند هدفه فرموله شده است و با استفاده از آن بهترین سناریو برای مشتری و توزیع کننده بر مبنای معیارهای سود، زمان سفارش گذاری تا دریافت کالا و اعتبار مشتریان انتخاب می گردد. برای حل این مدل (با توجه به چند هدفه بودن آن) از روش برنامه ریزی آرمانی استفاده شده است. مطالعه موردی مدل با استفاده از داده های واقعی کارخانه شیر پگاه کرمان انجام شده و با نرم افزار GAMS حل و ارزیابی شده است. کارخانه از یک مرکز توزیع محلی استفاده می نماید، اما نتایج حل مدل نشان می دهد که استفاده از مرکز توزیع بهینه نمی باشد. بنابراین در شبکه توزیع پیشنهادی مرکز توزیع از زنجیره حذف شده و توزیع کننده ها کالای خود را مستقیماً از کارخانه دریافت نمایند.

کلمات کلیدی: شبکه توزیع، زنجیره تامین، برنامه ریزی آرمانی، مدل چند هدفه

۱. مقدمه

سرعت تحویل کالا در شبکه های توزیع از اهمیت به سزایی برای کارخانه ها- بویژه کارخانه های تولید کالاهای فساد پذیر برخوردار می باشد [۲&۳]. کانال های توزیع شامل کلیه افراد و سازمانهایی می گردد که با همکاری یکدیگر محصولی را تولید و عرضه می نمایند که به آنها "حلقه های زنجیره عرضه" گفته می شود. برنامه ریزی عرضه و تقاضا، تهیه مواد اولیه، برنامه ریزی تولید، کنترل موجودی ها، انبارداری، توزیع محصولات و مدیریت اطلاعات از جمله فعالیت هایی است که در زنجیره عرضه انجام می گیرند [۱]. در زنجیره عرضه می تواند یک یا چند لایه عوامل قرار گیرد که ایجاد یکپارچگی بین آنها باعث کاهش هزینه و افزایش سود کلیه عوامل زنجیره می گردد [۴&۵]. هدف از این تحقیق انتخاب شبکه توزیع مبتنی بر بهینه سازی همزمان عوامل در زنجیره عرضه می باشد. مطالعه موردی این تحقیق در کارخانه شیر پگاه کرمان صورت گرفته است.

در این مقاله ابتدا در بخش ۲ مرور ادبیات نظری تحقیق صورت گرفته و در بخش ۳ مساله مورد بررسی، تعریف و سناریوهای مختلف تشریح می گردد. در بخش ۴ مدلسازی مساله با تعریف پارامترها و متغیرها، اهداف مدل و محدودیت های مدل انجام می گردد و در بخش ۵ نحوه حل مدل ریاضی تشریح می گردد. در بخش ۶ مطالعه موردی صورت گرفته و مدل پیشنهادی و نیز نتایج حل مدل و آنالیز حساسیت نتایج ارائه می شود. نهایتاً در بخش ۷ نتیجه گیری موضوع پژوهش ارائه می گردد.

۲. مرور ادبیات

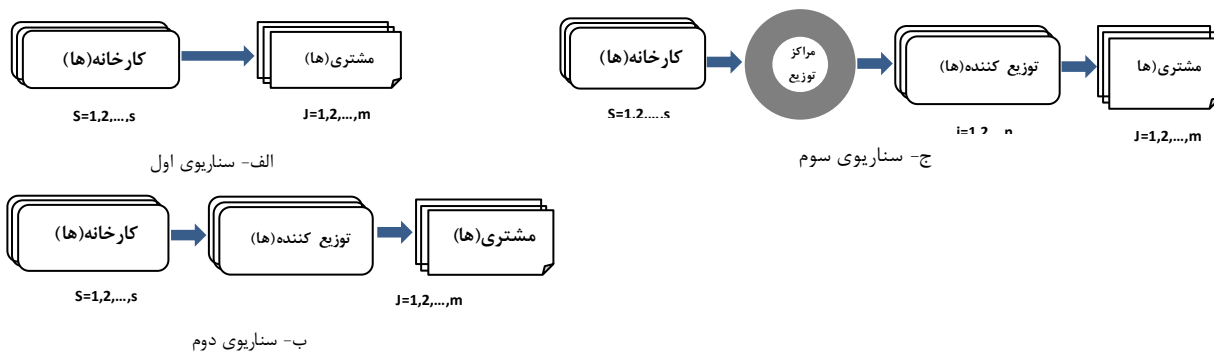
بیشتر تحقیقات صورت گرفته در طراحی زنجیره های عرضه معطوف به تعیین تعداد کارخانه ها و تعداد انبارهای مورد نیاز و مکان های استقرار آنها می باشند. سینترون و همکاران [۶] یک مساله بهینه سازی چندمنظوره تولید، توزیع و برنامه ریزی ظرفیت زنجیره

¹ Corresponding author: E-mail address: eghtesadifard@sutech.ac.ir

تامین را بررسی نموده اند که هدف آن پیدا کردن تولید و توزیع بهینه و همچنین برنامه ریزی ظرفیت زنجیره تامین با در نظر گرفتن هزینه پاسخگویی و سطح خدمت به مشتری بطور همزمان می باشد. سلیم و اوزکارهان [۷] روی تحویل محصولات به خرده فروشان در یک شبکه توزیع تحقیق نموده اند و بر تعیین تعداد مکان ها و سطوح ظرفیت مورد نیاز برای کارخانجات و انبارها تمرکز کرده اند. ربانی و همکاران [۸] طراحی یک شبکه توزیع را در یک زنجیره تامین چند محصولی بررسی نموده اند و بهترین استراتژی توزیع از کارخانه ها به انبارها و از انبارها به مشتریان تعیین کرده اند. لی و همکاران [۹] یک مدل برنامه ریزی توزیع را برای تامین محصولات مورد نیاز مشتریان از طریق انبارها و مراکز توزیع با هدف کمینه کردن هزینه های لجستیک بررسی کرده اند. آمبروسینا و همکاران [۱۰] یک شبکه توزیع را بررسی کرده اند که در آن کارخانه دارای یک مرکز توزیع و خودروهای مشابه برای تحویل کالا می باشد. هدف این مقاله حداقل کردن هزینه توزیع از طریق قرار دادن یک مرکز توزیع در هر ناحیه و تخصیص تعدادی از خودروها به هر ناحیه و تعیین مسیرهای دسترسی می باشد. سوریراجان و همکاران [۱۱] سطوح سرویس و مدت زمان سفارش تا تحویل کالا را برای تعیین مکان های مراکز توزیع با هدف مینیمم کردن مجموع هزینه های موجودی و مکانیابی در نظر گرفته اند. تانه و همکاران [۱۲] یک مساله برنامه ریزی خطی عدد صحیح مختلط را برای طراحی یک سیستم تولید-توزیع توسعه داده اند. این مدل تصمیمات استراتژیک و تاکتیکی در زنجیره تامین را اتخاذ می نماید. دینگ و همکاران [۱۳] یک شبکه تولید-توزیع متشکل از تصمیمات عملیاتی نظیر تخصیص، حمل و نقل و کنترل موجودی را بررسی کرده اند. لی بلانس [۱۴] یک شبکه توزیع را بررسی کرده اند که در آن خرده فروش کالا را مستقیماً از کارخانه خریداری نموده و در خصوص همه هزینه ها بعد از خروج کالا از کارخانه متعهد می باشد.

۳. بیان مساله

عدم وجود شبکه توزیع مناسب منجر به از دست رفتن مشتریان و کاهش سود می شود. این امر بویژه در زنجیره عرضه بسیار حائز اهمیت می باشد. زیرا عدم برنامه ریزی مناسب زنجیره تامین و توزیع باعث کمبود انبار و یا ایجاد انبار اضافه می گردد که در حالت اول باعث عدم پاسخگویی به تقاضای مشتریان و در حالت دوم باعث افزایش میزان ضایعات در محصولات فساد پذیر می شود. در این مقاله زنجیره عرضه در قالب سناریوهای زیر مورد بررسی قرار می گیرد و هدف این بررسی انتخاب سناریویی می باشد که ضایعات موجود در کلیه انبارها و مراکز توزیع در زنجیره و نیز کمبود یا اضافه کالا را در سطح بهینه حداقل نماید.



شکل ۱- سناریوهای مختلف مورد بررسی در مدل زنجیره عرضه

۴. مدلسازی مساله

در این تحقیق یک زنجیره عرضه شامل سه سناریو برای توزیع کالا در قالب یک مدل ریاضی چند هدفه مدلسازی گردیده است و در هر سناریو سه هدف سود، مدت سفارش دهی^۲ و اعتبار عملکرد^۳ مشتری مورد بررسی قرار گرفته است.

۱.۴ پارامترها و متغیرهای مدل

پارامترها و متغیرهای بکار رفته در این مطالعه به شرح جدول ۱ می باشد.

۲.۴ اهداف مدل

این مساله دارای سه تابع هدف می باشد که تابع سود و اعتبار ماکزیمم سازی و تابع مدت سفارش دهی، مینیمم سازی می باشد.

² Lead Time
³ credit performance

تولید و توزیع

جدول ۱. پارامترهای و متغیرهای مدل

پارامتر	توضیح	پارامتر	توضیح
N_j	مجموعه توزیع کننده‌های مستقل که توانایی عرضه به مشتری J را دارند	CP_j	نرخ اعتبار عملکردی مشتری که دامنه آن از ۱ تا ۱۰ می‌باشد
M	تعداد خیلی زیاد تقاضا	Mp	آرمان مورد انتظار سود
cd_{sj}	تقاضای ماهیانه مشتری J از کارخانه S	MLT	آرمان مورد انتظار $lead\ time$
dd_{si}	تقاضای (ظرفیت) ماهیانه توزیع کننده مستقل S از کارخانه S	MCP	آرمان مورد انتظار اعتبار عملکردی
MD	حداقل تقاضای ماهانه به منظور بارگیری مستقیم از کارخانه S	HCD_{si}	هزینه نگهداری ماهیانه تقاضای توزیع کننده هنگام تامین مستقیم از کارخانه
$LTCC_{kj}$	هزینه حمل در هر سفر برای تحویل از مرکز توزیع به توزیع کننده A	IC_{si}	ظرفیت وسیله نقلیه
Cc	ظرفیت وسیله نقلیه در هر بارگیری از انبارهای کارخانه		
TCC_{sj}	هزینه ماهیانه حمل برای تحویل تقاضای مشتری J مستقیماً از کارخانه S		متغیرها (سناریوها)
TCD_{si}	هزینه ماهیانه حمل برای تحویل تقاضای مشتری J مستقیماً از کارخانه S	t_{sj}	زمانی که سفارش مشتری J از کارخانه S تامین شود برابر یک و در غیر اینصورت صفر می‌باشد. (سناریوی اول)
VCM_{sj}	کاهش قیمت مشتری J برای تقاضا از کارخانه S	x_{sij}	زمانی که سفارش مشتری J توسط توزیع کننده A با واسطه DC از کارخانه S تامین می‌شود برابر یک و در غیر اینصورت صفر می‌باشد. (سناریوی دوم)
VCM_{si}	کاهش قیمت توزیع کننده A برای تقاضا از کارخانه S	m_{sij}	زمانی که سفارش مشتری J توسط توزیع کننده A از کارخانه S بدون واسطه DC تامین می‌شود برابر یک و در غیر اینصورت صفر می‌باشد. (سناریوی سوم)
C_{pp}	هزینه هر بارگیری (هزینه انبار تقسیم بر ظرفیت هر کانتینر)	λ_j	گر تقاضای مشتری J از کارخانه تامین شود برابر یک و اگر از توزیع کننده تامین شود برابر صفر می‌باشد.
SLT_s	زمان انتظار دریافت کالا از کارخانه S به مشتری (به روز)	β_{si}	اگر توزیع کننده مستقیماً از کارخانه S تقاضای خود را تامین نماید مقدار متغیر برابر یک می‌باشد و اگر توزیع کننده تقاضای خود را از مراکز توزیع تامین نماید مقدار آن برابر صفر می‌باشد. (سناریوی دو سه)
DLT_{ij}	زمان انتظار دریافت کالا از توزیع کننده به مشتری (به روز)	α_{ij}	اگر توزیع کننده A تقاضای مشتری را برآورده کند یک و در غیر این صورت برابر صفر می‌باشد.

حداکثر کردن سود

سود مدل از تفاوت بین هزینه‌های توزیع و منفعت هر سناریو برای مشتری و توزیع کننده به دست می‌آید. منفعت مشتریان و توزیع کننده‌ها از میزان تخفیفی که هر سناریو (بسته به میزان تقاضا) به آنها میدهد، حاصل می‌گردد. میزان تخفیف برای هر سناریو مشخص می‌باشد و شامل تخفیف کارخانه به مشتری و توزیع کننده و همچنین میزان تخفیف توزیع کننده به مشتری می‌باشد. براساس این تعریف، منفعت (TR) از حاصل ضرب میزان تخفیف در قیمت نهایی هر واحد محصول بدست می‌آید. همچنین هزینه‌ها از حاصل جمع هزینه‌های حمل و نقل و نگهداری به دست می‌آید. نهایتاً درآمد از تفریق هزینه‌های کل و درآمد کل حاصل می‌شود.

$$TR = price * discount$$

11)

$$TC = Transportation\ Cost + Holding\ Cost$$

$$VCM = TR - TC$$

تابع سود مدل شامل سود کارخانه، مراکز توزیع، توزیع کننده‌ها و مشتریان در هر سه سناریو بصورت زیر می‌باشد.

$$Max(vcm):$$

$$\sum_{seS} \sum_{jeJ} vcm_{sj} t_{sj} + \sum_{seS} \sum_{ieI} [vcm_{si}(1 - \beta_{si}) + \sum_{jeJ} vcm_{sij} x_{sij}] + \sum_{seS} \sum_{ieI} [vcm_{si} \beta_{si} + \sum_{jeJ} vcm_{sij} m_{sij}] - \sum_{keK} \sum_{jeJ} LTCD_{ki} \delta_{ki} - \sum_{seS} \sum_{jeJ} TCC_{sj} t_{sj} - \sum_{seS} \sum_{jeJ} TCD_{si} IC_{si} - [\sum_{seS} \sum_{jeJ} HCD_{si}(1 - \beta_{si}) + \sum_{jeJ} HCD_{sij} x_{sij}] - c_{pp} [\sum_{seS} \sum_{ieI} (dd_{si}(1 - \beta_{si}) + \sum_{ieI}) \sum_{ieI} cd_{sij} x_{sij}] \quad 12)$$

حداقل کردن فاصله زمانی از سفارش تا دریافت کالا

تابع فاصله زمانی از سفارش تا دریافت کالا شامل مجموع تاخیر روزانه از کارخانه به مشتری (هنگام تامین بدون واسطه از کارخانه) و تاخیر روزانه از توزیع کننده به مشتری (هنگام تامین با واسطه و بدون واسطه مراکز توزیع) می‌باشد.

$$Min(Lead\ Time)$$

$$\sum_{seS} \sum_{jeJ} SLT_s t_{sj} + DLT (\sum_{seS} \sum_{ieI} \sum_{jeJ} x_{sij} + \sum_{seS} \sum_{ieI} \sum_{jeJ} m_{sij}) \quad 13)$$

حداکثر کردن اعتبار عملکرد مشتریان

در صورتیکه مشتریان دارای اعتبار بالا ارزیابی شوند، سفارش گذاری و دریافت کالا از منابع تامین برای آنها ساده تر و با اطمینان بیشتری صورت می گیرد. در این تحقیق، میزان تقاضا، استمرار سفارش دهی، میزان تعامل با تولید کننده، شفافیت امور مالی و چگونگی پرداخت وجوه در دوره های گذشته بعنوان فاکتورهای ارزیابی اعتبار مشتریان تعریف گردیده و از مدیران مرتبط با فروش خواسته شد که به هر یک از مشتریان در معیارهای اشاره شده امتیازی بین ۱ تا ۱۰ بدهند. سپس با روش وزن دهی ساده میانگین معیارها محاسبه و بعنوان نرخ اعتبار مشتریان در نظر گرفته شد که ۱ دارای کمترین اعتبار و ۱۰ دارای بیشترین اعتبار می باشد. سعی بر آن است که تقاضای مشتریان با نرخ اعتبار بالا مستقیماً از کارخانه و تقاضای مشتریان با نرخ اعتبار پایین از توزیع کننده ها تامین گردد. بر این اساس تابع اعتبار مشتری عبارت است از مجموع نرخ اعتبار مشتری ضربدر مجموع تقاضا (هنگام تامین مستقیم از کارخانه) بعلاوه میزان فاصله اعتبار مشتری از حداکثر اعتبار قابل کسب یعنی $(10 - cp_j)$ که در مجموع میزان تقاضا (هنگام تامین تقاضای مشتری با واسطه و بدون واسطه مراکز توزیع) ضرب شده است.

$$\text{Max (Credit Performance)} \quad (4)$$

$$\sum_{j \in J} [cp_j (\sum_{s \in S} t_{sj})] + \sum_{j \in J} [(10 - cp_j) (\sum_{s \in S} \sum_{i \in I} x_{sij} + \sum_{s \in S} \sum_{i \in I} m_{sij})]$$

۳.۴. محدودیت های مدل

در این مقاله متناسب با شرایط عملیاتی که در مطالعه موردی وجود دارد، مساله با محدودیت های متعددی روبرو می باشد. در این مدل مشتری حق انتخاب تنها یک سناریو را دارد در نتیجه با انتخاب یک سناریو، مقدار دو سناریو دیگر صفر می شود.

$$t_{sj} + \sum_{i \in I} x_{sij} + \sum_{i \in I} m_{sij} = 1 \quad s \in S \quad j \in J \quad (5)$$

مجموعه محدودیت های زیر نحوه تامین کالا را از طریق یکی از سناریوهای اشاره شده مشخص می کند.

$$\sum_{j \in J} t_{sj} \leq M \lambda_j \quad j \in J$$

$$\sum_{s \in S} \sum_{i \in I} x_{sij} + \sum_{s \in S} \sum_{i \in I} m_{sij} \leq M(1 - \lambda_j) \quad s \in S \quad j \in J \quad (6)$$

$$\sum_{j \in J} x_{sij} \leq M(1 - \beta_{si}) \quad s \in S, i \in I$$

$$\sum_{j \in J} m_{sij} \leq M \beta_{si} \quad s \in S, i \in I$$

$$\left(\sum_{s \in S} x_{sij} + \sum_{s \in S} m_{sij} \right) \leq M \alpha_{ij} \quad i \in N, j \in J$$

مشتری نمی تواند همزمان از دو توزیع کننده کالا دریافت نماید (معادله ۷). برای تامین مستقیم تقاضای مشتری از کارخانه باید مقدار تقاضای ماهانه از حداقل تقاضای ماهانه برای دریافت مستقیم کالا از کارخانه بیشتر باشد (معادله ۸). برای تامین مستقیم تقاضای توزیع کننده از کارخانه باید مقدار تقاضای توزیع کننده به اضافه مجموع تقاضای مشتریانی که از آن توزیع کننده تامین می شوند؛ از حداقل تقاضای ماهانه برای دریافت مستقیم کالا از کارخانه بیشتر باشد (معادله ۹).

$$\sum_{i \in N, j \in J} \alpha_{ij} \leq 1 \quad j \in J \quad (7)$$

$$cd_{sj} \geq MD t_{sj} \quad s \in S \quad j \in J \quad (8)$$

$$dd_{si} + \sum_{j \in J} cd_{sj} m_{sij} \geq MD \beta_{si} \quad s \in S \quad j \in J \quad (9)$$

۵. روش حل

در این تحقیق مدل مساله با روش برنامه ریزی آرمانی (GP) حل می گردد. ابتدا با در نظر گرفتن آرمان هایی برای توابع مختلف، مدل با هدف حداقل کردن انحراف از معیارهای مورد نظر به صورت کمینه فرموله گردیده و با استفاده از نرم افزار GAMS حل می شود و جواب های بدست آمده از خروجی نرم افزار در محاسبه مقادیر توابع هدف و تحلیل آنها مورد استفاده قرار می گیرد. برای تعیین آرمان های مورد نظر از نظرات تصمیم گیرندگان در مطالعه موردی - بر اساس سوابق دوره های گذشته - استفاده شده است. ضمناً اولویت اهداف نیز با استفاده از مقایسات زوجی با نظر تصمیم گیرندگان در مطالعه موردی تعیین گردیده است.

⁴ Goal Programming

۶. مطالعه موردی

مطالعه موردی این تحقیق در کارخانه شیر پگاه کرمان و در مورد محصول شیر پاکتی ۲۰۰ سی سی و برای پنج مشتری عمده کارخانه صورت گرفته است: مس سرچشمه، زغالسنگ، بیمارستان کاشانی، دانشگاه علوم پزشکی. این کارخانه تولیدات خود را از طریق یک مرکز توزیع و سه توزیع کننده به مشتریان خود عرضه می کند. بعلاوه مشتریان با میزان تقاضای بالا می توانند مستقیماً از کارخانه نیز خرید نمایند. لذا چنانچه تقاضای مشتری از مقدار مورد نظر بیشتر باشد می تواند از کارخانه تقاضای خود را تامین نماید. کارخانه نیز برای نگهداری این مشتریان برای هر واحد خرید درصدی تخفیف در نظر گرفته است. برای محاسبه میزان تخفیف (منفعت) در هر سناریو ابتدا کل تقاضا برای هر یک از مشتریان مذکور بر حسب ارزش ریالی محاسبه گردیده و مطابق با سناریوی مورد نظر میزان منفعت بر اساس درصدهای مشخص شده از سوی کارخانه مطابق جدول ۲ محاسبه می گردد. تقاضای مشتریانی که به علت مقدار تقاضا بطور مستقیم از کارخانه تامین نگردیده است، می تواند از طریق توزیع کننده ها تامین گردد. توزیع کننده ها نیز متناسب با استراتژی خود می توانند در دریافت کالا مستقیماً از کارخانه و یا از طریق مرکز توزیع اقدام نمایند. جدول ۳ درصد تخفیف رای توزیع کننده ها در سناریوی دوم و سوم حسب تامین تقاضا بصورت مستقیم از کارخانه و یا از طریق مرکز توزیع را نشان می دهد.

نرخ اعتبار مشتریان براساس روش بخش ۲.۴ توسط مدیریت فروش محاسبه شده است که در جدول ۴ نشان شده است. هزینه حمل تقاضای مشتریان از کارخانه و توزیع کننده ها در هر سفر در جدول ۵ و هزینه حمل و نقل تقاضای توزیع کننده ها از کارخانه و مرکز توزیع در جدول ۶ نشان داده شده است. زمان سفارش تا دریافت کالا (Lead Time) نیز در جدول ۷ نشان داده شده است.

پس از فرموله کردن داده های مطالعه موردی در قالب مدل ارائه شده و حل مساله، نتایج حاصله نشان می دهد که :

- مشتری اول مستقیماً از کارخانه خرید می نماید. (سناریوی اول)
- مشتری سوم و چهارم و پنجم از توزیع کننده ۲ و بدون دخالت مرکز توزیع خرید می نمایند. (سناریوی دوم)
- مشتری دوم از توزیع کننده ۳ و بدون دخالت مرکز توزیع خرید می نماید. (سناریوی دوم)

نتایج مدل نشان دهنده عدم استفاده مشتریان از سناریوی سوم می باشد. همچنین یکی از مشتریان امکان تامین مستقیم تقاضا از کارخانه را دارد و چهار مشتری اقدام به تهیه کالا از توزیع کننده ها نموده اند. آنالیز حساسیت برای اعتبارسنجی جواب ها نیز صورت گرفت که در طی آن حساسیت پارامترهای موثر که منطقه جواب را تشکیل می دهند - با فرض ثابت بودن سایر پارامترها - مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای مربوط به درصد تخفیف و پارامترهای مربوط به مدت زمان سفارش تا دریافت کالا (LT) تحلیل حساسیت گردیدند. نتایج آنالیز حساسیت نشان می دهد که چنانچه درصد تخفیف، افزایش یابد و میزان مطلوبیت مورد انتظار مشتری و در نتیجه زنجیره تغییر می نماید که به لحاظ ساختاری نیز رفتاری منطقی است. اما چنانچه درصد تخفیف کاهش یابد، مشتری ترجیح می دهد تا حد امکان از منبع دیگری خرید نماید. در نتیجه میزان سود مشتری و زنجیره کاهش می یابد ولی تابع مدت زمان سفارش تا دریافت کالا (LT) افزایش می یابد و در نتیجه سناریوی انتخابی توسط مشتری تغییر می نماید. همچنین نتایج مدل نشان می دهد چنانچه زمان سفارش تا دریافت کالا (LT) افزایش یابد، مشتری ترجیح می دهد تا حد امکان از منبع دیگری خرید نماید.

جدول ۳- درصد کاهش قیمت برای مشتریان عمده در سناریوهای مختلف

سناریوی سوم	سناریوی دوم	سناریوی اول
۱۵.۶	۱۵.۹	۱۵.۵
۱۲.۵۵	۱۲.۸	۱۲.۵
۱۵.۵	۱۵.۷	۱۵.۷

جدول ۶- هزینه حمل و نقل توزیع کننده ها

توزیع کننده	توزیع کننده	توزیع کننده	کارخانه
۳	۲	۱	۷۰۰
۶۰۰	۵۵۰	۶۰۰	۴۵۰
۵۰۰	۴۵۰	۶۰۰	DC

جدول ۲- درصد کاهش قیمت برای مشتریان عمده در سناریوهای مختلف

درصد کاهش قیمت (تخفیف) برای مشتریان عمده در سناریوهای مختلف			≤ تقاضا	
سناریوی سوم	سناریوی دوم	سناریوی اول	وزن (تن)	تعداد
۱۵.۵	۱۵.۶	۱۵.۹	۸۰	۴۰۰۰۰
۱۲.۵	۱۲.۵۵	۱۲.۸	۱۲	۶۰۰۰۰
۱۵.۴	۱۵.۵	۱۵.۷	۳.۷۸۰	۱۸۹۰۰
۱۳.۹	۱۴	۱۴.۲	۲	۱۰۸۰۰
۱۲.۵	۱۲.۶	۱۲.۸	۱.۷۲۸	۸۶۴۰

جدول ۴ - نرخ اعتبار مشتریان

مشتری	مس سرچشمه	زغالسنگ	بیمارستان کاشانی	سیمان ممتازان	دانشگاه علوم پزشکی
اعتبار	۹	۷	۱	۵	۲

جدول ۵ - هزینه حمل و نقل مشتریان

کارخانه	مس سرچشمه	زغالسنگ	بیمارستان کاشانی	سیمان ممتازان	دانشگاه علوم پزشکی
کارخانه	۴۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۳۵۰	۴۰۰
توزیع کننده ۱	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۳۰۰	۳۰۰
توزیع کننده ۲	۳۰۰	۴۱۰	۲۰۰	۲۰۰	۳۰۰
توزیع کننده ۳	۳۵۰	۲۹۰	۲۵۰	۲۲۰	۳۵۰

جدول ۷ - زمان سفارش تا دریافت کالا

کارخانه	مس سرچشمه	زغالسنگ	بیمارستان کاشانی	سیمان ممتازان	دانشگاه علوم پزشکی
کارخانه	۱	۱	۰	۱	۰
توزیع کننده ۱	۱	۲	۰	۱	۰
توزیع کننده ۲	۳	۱	۰	۱	۰
توزیع کننده ۳	۲	۱	۰	۰	۱

۷. نتیجه گیری

در این تحقیق با استفاده از یک مدل ریاضی بهترین سناریو در زنجیره عرضه بر مبنای معیارهای سود، زمان سفارش گذاری تا دریافت کالا و اعتبار مشتریان انتخاب گردید. مطالعه موردی این تحقیق در کارخانه شیر پگاه کرمان انجام شد. کارخانه از یک مرکز توزیع محلی استفاده می نماید، اما مدیران کارخانه استفاده از مرکز توزیع را بهینه نمی دانند. بنابراین با بررسی سناریوهای پیشنهادی، حالت بهینه زنجیره عرضه تعیین گردید. برای حل این مدل از روش برنامه ریزی آرمانی استفاده گردید و با استفاده از نرم افزار GAMS حل و ارزیابی شد. در مطالعه موردی، کارخانه و توزیع کننده ها بعنوان دو منبعی انتخاب شدند که تقاضای مشتری را تامین می نمایند ولی مراکز توزیع در جواب بهینه حضور ندارد. بنابراین در مدل ارائه شده دو سناریو فعال وجود دارد. مدل ارائه شده در این تحقیق می تواند در حالت های چند محصولی و چند دوره ای و نیز در حالت های احتمالی و عدم قطعیت نیز بسط و توسعه داده شود.

مراجع

- [۱] متقی هایده، مدیریت تولید و عملیات، (۱۳۹۳) انتشارات آوای شروین.
- [۲] جولای فریبرز، رزمی جعفر، اسدی پورهادی، ارائه مدل دینامیکی یک فروشنده - چند خریدار برای محصولات فسادپذیر، (۱۳۸۵) دومین کنفرانس ملی لجستیک و زنجیره تأمین.
- [۳] هنرور محبوبه، جولای فریبرز، کنترل موجودی اقلام فاسدپذیر در حالت احتمالی، پایان نامه کارشناسی ارشد (۱۳۸۴)، دانشگاه صنعتی امیر کبیر.
- [۴] سیف برقی مهدی، اکبری جوکار محمد رضا، بهینه سازی سیستم های چند سطحی در یک زنجیره تأمین، پایان نامه دکتری (۱۳۸۴) دانشگاه صنعتی شریف.
- [۵] حسن زاده فرهاد، تیموری ابراهیم، (۱۳۸۳)، طراحی الگوهای لجستیک قطعات در زنجیره تأمین شرکت سازه گستر سایپا، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علم و صنعت.
- [6] Aixa Cintron, A. Ravi Ravindran, Jose A. Ventura, *Multi-criteria mathematical model for designing the distribution network of a consumer goods company*, Computers & Industrial Engineering 58 584-593, 2010.
- [7] Le Blanc, H. M., Crujissen, F., Fleuren, H. A., & de Koster, M. B. M.. *Factory gate pricing: An analysis of the Dutch retail distribution*. European Journal of Operations Research, 174(3), 1950-1967. , 2006.
- [8] Thanh, P. N., Bostel, N., & Péton, O. *A dynamic model for facility location in the design of complex supply chains*. International Journal of Production Economics, 113(2), 678-693. , 2008.
- [9] Jung, J., & Mathur, K. *An efficient heuristic algorithm for a two-echelon joint inventory and routing problem*. Transportation Science, 41(1), 55-73. , 2007.
- [10] Sourirajan, K., Ozsen, L., & Uzsoy, R. *A single product network design model with lead time and safety stock considerations*. IIE Transactions, 39(5), 411-424., 2007.
- [11] Ambrosino, D., Sciomachen, A., & Grazia Scutell, M.. *A heuristic based on multi-exchange techniques for a regional fleet assignment location-routing problem*. Computers & Operations Research, 36(2) , 442-460., 2009.
- [12] Rabbani, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., & Parsa, H. *A new mathematical model for a distribution network problem in a multi-product supply chain system: A real-case study*. International Journal of Manufacturing Technology and Management, 15(1), 1-11. , 2008.
- [13] Wang, X., Sun, X., & Yang, F. *A two-level distribution network design based on inventory optimization*. In Proceedings of the international conference on services systems and services management, 1(1), 291-296. , 2005.

- [14] Selim, H., & Ozkarahan, I. *Application of fuzzy multi-objective programming approach to supply chain distribution network design*. MICAI 2006: Advances in artificial intelligence – Proceedings of the 5th Mexican international conference of artificial intelligence 4293(1), 415–425. , 2006