ارائه مدلی برای مکان‌یابی– موجودی بهینه با وجود محصولات جایگزین در شرایط نمایی بودن جزء اختلال؛ ص ۴۳– ۵۷

مهدی نصراللهی[۱]، محمدرضا فتحی[۲]، مریم قنبری[۳]

نوع مقاله: پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۶

چکیده

امروزه رقابت شدید در بازارهای جهانی، شرکت‌ها را وادار به طراحی و مدیریت بهتر زنجیره تأمین کرده است. مدیریت زنجیره تأمین، بر یکپارچه‌سازی اعضای زنجیره تأکید دارد، زیرا برای افزایش کارایی یک زنجیره تأمین نمی‌توان تصمیمات آن را به طور جداگانه در نظر گرفته و به بهینه‌سازی آن پرداخت. هدف اصلی این پژوهش توسعه یک مدل مکان موجودی در معرض خطر اختلال و ارائه راهبرد محصولات جایگزین جهت کاهش خطرات سقوط زنجیره تأمین بوده است. پژوهش حاضر از حیث هدف کاربردی است و از نظر جمع آوری داده، پیمایشی است. جامعه آماری شامل شرکت‌های تولیدی فعال در صنعت مواد غذایی استان قزوین هستند که از بین آن‌ها شرکت مهرام به عنوان نمونه مورد مطالعه انتخاب شده است. پیش فرض این پژوهش آن است که وقتی اختلال در تسهیلات رخ می‌دهد، برخی از محصولات ممکن است در دسترس باشد و تسهیلات نیز می‌تواند برای مشتریان برخی محصولات موجود باشد. همچنین فرض شده است که محصولات مختل شده ممکن است توسط محصولات دیگری جایگزین شوند چرا که مشتریان بدان نیاز دارند. این مسئله توسط یک الگوریتم عدد صحیح غیرخطی برنامه‌ریزی شد که برای آن یک الگوریتم ترکیبی مبتنی بر **TS**[۴] و **VNS**[۵] ایجاد شده است. مقایسه الگوریتم ترکیبی با الگوریتم ژنتیک نشان داد که روش پیشنهاد شده بسیار مؤثر است. نتایج عددی نشان دهنده تأثیر قابل توجه راهبرد محصولات جایگزین در کاهش کل هزینه زنجیره تأمین بود.

واژگان کلیدی: مدل مکان‌یابی موجودی، ریسک اختلال، محصولات جایگزین، الگوریتم جستجوی ممنوعه

۱ استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران. (نویسنده مسئول) / m.nasrollahi@soc.ikiu.ac.ir

۲ استادیار گروه مدیریت صنعتی و مالی، دانشکده مدیریت و حسابداری، پردیس فارابی دانشگاه تهران، قم، ایران. / reza.fathi@ut.ac.ir

۳ کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، موسسه آموزش عالی سهروردی، قزوین، ایران. / maryam.ghanbari980126@yahoo.com

۴Tabu Search

۵ variable neighborhood search

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و بیان مسأله

در سال‌های اخیر، توجه زیادی به تحلیل اختلالات در زنجیره تأمین شده است. دلایل پرداختن به این موضوع شامل ورشکستگی منابع، توقف فعالیت، اعتصابات کارگری، حوادث و بلایای طبیعی، مسائل کیفیت و ماشین‌آلات هستند. این اختلالات می‌تواند پرهزینه باشد و موجب وارد آمدن ضرر و زیان مالی به شرکت‌ها شود، تأخیر قابل توجهی در تحویل به مشتری ایجاد شود و تقاضای بازار کاهش پیدا کند. طبق نظر اسنایدر و همکاران[1] (۲۰۱۶)، چهار دلیل اصلی برای اهمیت پرداختن به موضوع اختلالات وجود دارد. اول اینکه برخی از وقایع اثرات نامطلوبی را بر فعالیت‌های شرکت‌ها بر جای گذاشت، دوم اینکه برخی از محققین نتیجه گرفتند که به دلیل فلسفه سیستم تولید به موقع[2]، آسیب پذیری زنجیره تأمین افزایش یافته است و به دلیل این امر که فرآیندهایی که تحت این فلسفه طراحی می‌شوند، در موقعیت‌های عادی به درستی عمل می‌کنند و یک اتفاق کوچک ممکن است منجر به تغییرات ناخوشایند در کل فرآیند شود، سوم اینکه، زنجیره‌های تأمین امروزی معمولاً به طور یکپارچه فعالیت می‌کنند و یک نقص کوچک در بخشی از آن ممکن است عملکرد کل زنجیره را با مشکل مواجه سازد. در نهایت، اختلالات ایجاد شده در یک صنعت ممکن است تکان عظیمی را در دنیای واقعی ایجاد کند و این امر محققین را بر آن داشته است که تمرکز بیشتری بر اختلالات زنجیره تأمین داشته باشند (اسنایدر و همکاران، ۲۰۱۶). با توجه به اهمیت ریسک اختلالات، برای شرکت‌ها بحرانی است که یاد بگیرند که چطور بایستی با مخاطرات عرضه مواجه شوند. بر همین اساس، راهبردهای مختلفی برای مدیریت اختلالات زنجیره تأمین ارائه شده است. جاوید و همکاران[3] (۲۰۱۰) برای اولین بار یک مدل اولیه برای بهینه‌سازی همزمان تصمیمات مکان‌یابی تخصیص، موجودی و مسیریابی در یک سیستم زنجیره تأمین احتمالی ارائه کرده‌اند. در این مدل، تقاضای هر مشتری، غیرقطعی و از یک توزیع معمولی پیروی می‌کند و هر مرکز توزیع یک مقدار معین ذخیره اطمینان نگهداری می‌کند. همه مطالعات پیشین در مورد تجزیه و تحلیل مکان و موجودی، فرض می‌کنند که امکانات همیشه برای خدمت به مشتریان در دسترس است. با این حال، اختلالات ممکن است در هر زمان توسط زمین لرزه، سیل، آتش‌سوزی، اعتصابات کار، خرابی تجهیزات و یا اقتصادی

1 Snyder et.all
2 Just in time
3 Javid et.all

www.SID.ir

Archive of SID

بحران‌ها و ایجاد وضعیتی که امکانات ممکن است برای خدمت به مشتریان در دسترس نباشد، رخ دهد. اگرچه احتمال رخداد اختلال ممکن است کم باشد، نتایج معمولاً فاجعه بار است و بنابراین در نظر گرفتن اختلالات در تصمیم‌گیری می‌تواند منجر به یافتن راه‌حل‌های پایدارتر شود. به همین دلیل است که تحقیقات در مورد خطرات ناشی از تصمیمات زنجیره تأمین در سال‌های اخیر مورد توجه بیشتری قرارگرفته‌اند (فراهانی[1] و همکاران، ۲۰۱۷). در این بین، چن و همکاران[2] (۲۰۱۱) مسئله مکان‌یابی-موجودی را تحت ریسک اختلال امکانات بررسی کردند. آن‌ها فرض کردند زمانی که امکانات لازم وجود ندارد، مشتریان آن‌ها ممکن است به دیگر تولیدکنندگان مراجعه کنند تا هزینه فروششان را از دست ندهند. آن‌ها فرض کردند که فراهم کردن امکانات در زمان اختلال کاملاً شکست می‌خورد و بنابراین مشتریان به سمت فراهم کردن امکانات از کانال‌های دیگر پیش می‌روند. با توجه به مطالب مطرح شده به طورکلی می‌توان گفت هدف پژوهش حاضر پاسخ به این سؤال است که مدل مکان‌یابی-موجودی بهینه در شرایط اختلال با وجود محصولات جایگزین و نمایی بودن جزء اختلال چگونه است؟

پیشینه تحقیق

فراهانی و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان «یک مدل موجودی-مکان با در نظر گرفتن استراتژی برای کاهش ریسک اختلالات در زنجیره تأمین با محصولات پایدار» به بررسی تأثیر اختلالات در تصمیمات مکان و موجودی زنجیره تأمین و فراهم کردن راهبردی برای کاهش ریسک پرداختند. نتایج تحلیل آن‌ها نشان دادند که در نظر گرفتن راهبرد محصول جایگزین تأثیر معناداری در کاهش هزینه کل زنجیره تأمین و تعداد آسیب‌ها دارد. نورایی و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان «کاهش اختلالات زنجیره تأمین از طریق ارزیابی تبادل بین ریسک‌ها، هزینه‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها در قابلیت‌ها» یک مدل تصادفی چند هدفه برای طراحی زنجیره تأمین تحت عدم اطمینان و همبستگی زمانی ارائه کردند. منابع ریسک در پژوهش آن‌ها به صورت مجموعه‌ای از سناریوها و ریسک‌های سیستم شناسایی شد. هدف آن‌ها ارزیابی تبادل بین سرمایه‌گذاری‌ها در بهبود قابلیت‌های زنجیره تأمین و کاهش ریسک‌های زنجیره تأمین و کمینه‌سازی هزینه اختلالات زنجیره تأمین بود. در نتیجه ماهیت NP-hard بودن مسئله، یک الگوریتم فراابتکاری استفاده کردند. مارلی و هیل[3] (۲۰۱۴) در پژوهشی با عنوان «کاهش اختلالات زنجیره تأمین-دیدگاه آسیب به هنجار» با اشاره به این مطلب که راهبردهای کاهش اختلالات اغلب بر افزایش قابلیت‌ها اشاره داشته‌اند، یک راهبرد

1 farhani
2 Chen et.all
3 Maney and Hill

www.SID.ir

Archive of SID

برای کاهش اختلالات بر مبنای نظریه آسیب و نظریه‌های مشابه ارائه کردند. نتایج بدست آمده دلالت بر اهمیت کاهش پیچیدگی ارتباطات داشتند. با این وجود، سطح بالای موجودی به عنوان یک عامل بهینه تلقی نمی‌شود و سطح بالای آن ممکن است باعث افزایش اختلالات شود. باباگل‌زاده و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی با عنوان « بررسی مسئله مسیریابی – موجودی کالای فاسدشدنی در یک زنجیره تأمین دو سطحی با در نظر گرفتن زمان رسیدن وسیله‌ی نقلیه» مسئله مسیریابی- موجودی برای یک کالای فاسد شدنی با نرخ مصرف بالا در یک زنجیره تأمین دو سطحی؛ شامل یک تولید کننده و مجموعه‌ای از مراکز فروش را بررسی کردند. در این مدل یک وسیله نقلیه ظرفیت دار، مجهز به سیستم کنترل درجه حرارت برای ارسال مستقیم کالا به مراکز فروش وجود دارد. با در نظر گرفتن محدودیت مسافت، وسیله نقلیه در یک روز قادر به بازدید برخی از مراکز فروش می‌باشد. مراکز فروش با گرفتن تخفیف از تولیدکننده تشویق می‌شوند تا علاوه بر تقاضای روزی که بازدید می‌شوند تقاضای روزهای بعد را نیز خریداری نمایند. مسئله مورد نظر با رویکرد برنامه‌ریزی خطی مدل‌سازی شد تا از طریق حل مدل، برنامه تولید و نحوه توزیع و مسیریابی مشخص شود. در این مدل تولید کننده به دنبال کمینه کردن متوسط مجموع هزینه‌های تولید، نگهداری، مسیریابی، تخفیف و فروش از دست حل می‌شود و مورد تجزیه و ILOG CPLEX رفته در واحد زمان می‌باشد. در پژوهش آن‌ها، نمونه‌هایی با اندازه‌های کوچک مورد تحلیل قرار گرفتند و همچنین تحلیل حساسیت بر روی برخی عوامل ورودی انجام گرفت تا میزان تأثیر آن‌ها بر روی تابع هدف و تصمیمات تولیدکننده مشخص گردد. همت جوی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان «شناسایی موانع عملکرد مناسب زنجیره تأمین صنعت سبک‌سازی خودرو در شهرک صنعتی زاهدان» به شناسایی موانع و شاخص‌های کلیدی در عملکرد زنجیره تأمین در راستای بهبود هرچه بیشتر تولید و دست‌یابی به محصول در زمان کمتر و باکیفیت بالاتر پرداختند. در ابتدای امر، متغیرهای تأثیرگذار بر عملکرد زنجیره تأمین شامل مالی، مدیریتی و حمل و نقل شناسایی و براساس آن‌ها پرسشنامه‌ای تدوین شد و در بین تعداد ۳۰ نفر از خبرگان توزیع شد. نتایج دلالت بر این داشتند که حمل و نقل مهم‌ترین مؤلفه تأثیرگذار بر عملکرد زنجیره تأمین است.

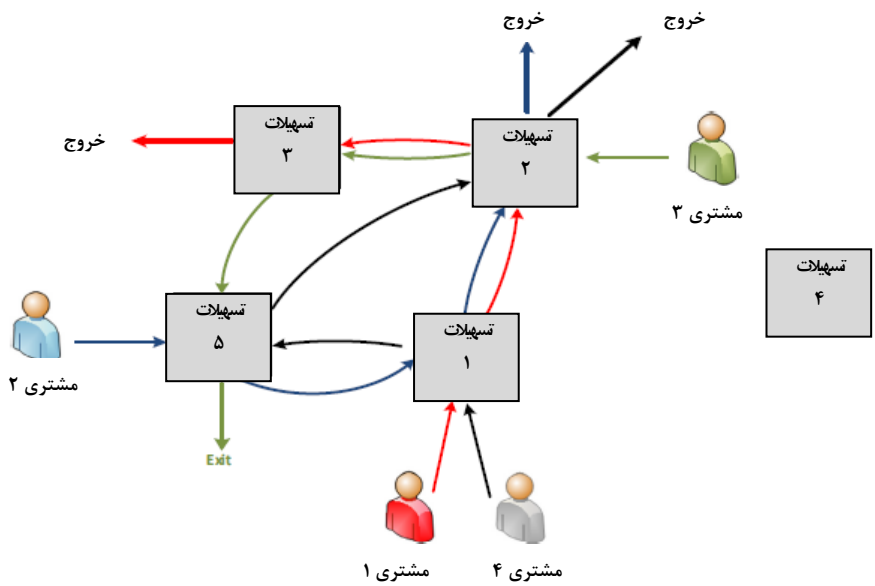
روش تحقیق

پژوهش حاضر از حیث هدف کاربردی است و از نظر جمع آوری داده، پیمایشی است. جامعه آماری شامل شرکت‌های تولیدی فعال در صنعت مواد غذایی استان قزوین هستند که از بین آن‌ها شرکت مهرام به عنوان نمونه مورد مطالعه انتخاب شده است. گروه تولیدی مهرام در سال ۱۳۴۹ تاسیس شد و به بهره برداری رسید. تنوع تولیدات در ابتدا به شش نوع محصول خلاصه می‌شد که

www.SID.ir

Archive of SID

در میان آن‌ها سس مایونز توانست جایگاه ارزنده‌ای را در کشور به دست آورد. مهرام به مرور زمان و طی سالیان طولانی فعالیت، سبد کالایی خود را گسترده‌تر کرده و تعداد محصولات تولید شده در مهرام هم‌اکنون بالغ بر ۷۲ نوع است. گروه تولیدی مهرام با تولید و ارایه محصولات با کیفیت و مطابق با استانداردهای روز دنیا همواره در پی رعایت اصول مشتری مداری بوده که استقبال عموم مردم و رضایت مندی آنان، نشان دهنده موفقیت در اجرای این راهبرد است. کارخانه مهرام واقع در شهر صنعتی البرز در استان قزوین و در زمینی به مساحت ۱۱۰۰۰ مترمربع و زیر بنای حدود ۱۲۰۰۰ متر مربع است. به منظور مطالعه متون پیشین و ادبیات مربوط به تحقیق از روش کتابخانه-ای، برای جمع آوری داده‌های عددی و کمی مورد نیاز از اسناد و مدارک شرکت مهرام استفاده می‌شود. در پژوهش حاضر، زنجیره تأمینی در نظر گرفته می‌شود که محصولات چندگانه‌ای را توزیع می‌کند. فرض می‌شود که مشتریان در یک جای مشخصی از شبکه زنجیره تأمین حضور دارند. مشتری سطح i ممکن است ترجیح دهد که به مکان موجود در سطح j برود و محصول k را طلب کند. محصول k ممکن است به دلیل اختلال در مکان j موجود نباشد و بنابراین، مشتری ممکن است محصول جایگزینی را طلب کند یا به دنبال مکان دیگری برای تهیه محصول مورد نظرش باشد. شکل (۱) شبکه مسئله مورد بررسی را نشان می دهد.



شکل ۱: شبکه مسئله مورد بررسی

www.SID.ir

Archive of SID

مفروضات مدل به صورت ذیل می باشند:

۱. محصول k ممکن است فقط یک محصول جایگزین به نام m داشته باشد؛

۲. در صورت وقوع خرابی، ممکن است بخش کوچکی از محصولات آسیب ببینند؛

۳. هر محصول دارای احتمال وقوع اختلال است که این احتمال در همه تسهیلات ثابت است.

۴. تقاضای سالانه قطعی است و برای هر محصول در میان مشتریان در سطح شناخته شده است؛

۵. برای هر مشتری احتمال مشخصی برای خرید محصول جایگزین هنگام خرابی یک محصول وجود دارد؛

۶. هر مشتری ممکن است یک توالی از تسهیلات را برای خرید محصول مورد نظر خود را در صورت خرابکاری، در نظر گیرد.

۷. یک مدل EOQ چند محصولی ساده برای مشکل کنترل موجودی وجود دارد.

هدف این پژوهش بررسی این مسئله در یک زنجیره تأمین چندمحصولی به منظور بهینه‌سازی مکان تسهیلات و سطح موجودی محصول در هر مکان به گونه‌ای است که کل هزینه که شامل هزینه فروش از دست رفته در موارد اختلال است، کمینه شود.

پارامترهای مدل

I نماد مشتری است که از ۱ تا I تغییر می‌کند

j نماد تسهیلات است که از ۱ تا J تغییر می‌کند

k نماد محصول است که از ۱ تا K تغییر می‌کند

r تعداد سطوح تسهیلات است که مشتری برای یافتن محصول مورد نظر خود به آن‌ها مراجعه می‌کند و از ۱ تا R تغییر می‌کند.

q احتمال اختلال

p احتمال درخواست جایگزین برای محصول k

Z مجموعه جایگزین‌هاست که در صورت وجود عدد ۱ و در غیر این صورت عدد ۰ به آن اختصاص داده می‌شود

d هزینه انتقال

h هزینه تعمیر و نگهداری

b هزینه ثابت سفارش محصول k

v هزینه متغیر سفارش محصول k

π هزینه جریمه از دست رفتن فروش

www.SID.ir

Archive of SID

f هزینه تنظیم سالیانه تسهیلات

λ تقاضای سالیانه مشتری i برای محصول k

D تقاضای محصول k در مکان j

متغیرهای تصمیم

Q مقدار سفارش محصول k در تسهیلات j

Y برابر ۱ است اگر محصول در سطح j قرار گیرد و در غیر این صورت برابر ۰ است

X برابر ۱ است اگر مشتری i به مکان تسهیلات j برود و در غیر این صورت برابر ۰ است

در نهایت مدل ریاضی اولیه (فراهانی و همکاران، ۲۰۱۷) به صورت زیر خواهد بود.

$$\text{Min } F(X,Y)= \sum_{j\in J}\sum_{k\in K}\Big[2b_{kj}h_{kj}\Big(\sum_{i\in I}\sum_{r=1}\sum_{m\in K}\Big[q_k^{r-1}q_m^{r-1}(1-q_kq_m)p_i\lambda_{ik}Z_{km}X_{ijr}+q_k^{r-1}(1-q_k)(1-p_i)\lambda_{ik}Z_{km}X_{ijr}-q_k^{r-1}(1-q_k)\lambda_{ik}Z_{km}X_{ijr}\Big]+\sum_{i\in I}\sum_{r=1}q_k^{r-1}(1-q_k)\lambda_{ik}X_{ijr}\Big)\Big]+\sum_{j\in J}\sum_{k\in K}\sum_{i\in I}\sum_{r=1}(v_{kj}+d_{ij})\Big[q_k^{r-1}(1-q_k)\lambda_{ik}X_{ijr}+\sum_{m\in K}\Big[q_k^{r-1}q_m^{r-1}(1-q_kq_m)p_i\lambda_{ik}Z_{km}X_{ijr}+q_k^{r-1}(1-q_k)(1-p_i)\lambda_{ik}Z_{km}X_{ijr}-q_k^{r-1}(1-q_k)\lambda_{ik}Z_{km}X_{ijr}\Big]\Big]+\pi\sum_{i\in I}\sum_{k\in K}[\sum_{m\in K}[q_k^Rq_m^Rq_i+q_k^R(1-p_i)-q_k^R)Z_{km}\lambda_{ik}]+q_k^R\lambda_{ik}]+\sum_{j\in J}f_jY_j$$

Subject to:

$$\sum_{j\in J}X_{ijr}=1$$

$$\sum_{r=1}X_{ijr}\le Y_j$$

$$X_{ijr}\ ,\ Y_j\in\{0,1\}$$

تجزیه و تحلیل داده ها

در این پژوهش، نمونه مورد مطالعه شامل زیربخش فعالیتی از شرکت مواد غذایی مهرام است. در این بررسی سه سطح محصول در نظر گرفته می‌شود. در محصول اول، تعداد مشتریان محصول برابر ۱۰۰ (I=100)، تعداد تسهیلات موجود برابر ۱۰ (J=10)، تعداد رده محصولات مورد بررسی برابر ۱۰ (K=10)، تعداد سطوح تسهیلاتی که مشتری برای یافتن محصول مورد نظر خود به آن‌ها مراجعه می‌کند برابر ۱۰ (R=10)، q احتمال اختلال است که از توزیع نمایی با میانگین ۲ پیروی می‌کند. در محصول دوم، تعداد مشتریان محصول برابر ۶۰ (I=60)، تعداد تسهیلات موجود برابر ۴ (J=4)، تعداد رده محصولات مورد بررسی برابر ۶ (K=6)، تعداد سطوح تسهیلاتی که مشتری برای یافتن محصول مورد نظر خود به آن‌ها مراجعه می‌کند برابر ۳ (R=3)، q احتمال اختلال است که از توزیع نمایی با

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین ۱,۲۳ پیروی می‌کند. در محصول سوم، تعداد مشتریان محصول برابر ۱۴ (I=14)، تعداد تسهیلات موجود برابر ۲ (J=2)، تعداد رده محصولات مورد بررسی برابر ۲ (K=2)، تعداد سطوح تسهیلاتی که مشتری برای یافتن محصول مورد نظر خود به آن‌ها مراجعه می‌کند برابر ۲ (R=2)، q احتمال اختلال است که از توزیع نمایی با میانگین ۲,۳۶ پیروی می‌کند، احتمال درخواست جایگزین برای محصولات طبق نظر خبرگان تعیین شده است، در صورتی که برای یک محصول جایگزینی وجود داشته باشد، مقدار مجموعه جایگزین برابر ۱ و در غیر این صورت برابر ۰ خواهد بود (محصول m جایگزین محصول k باشد، Zkm=1 و در غیر این صورت Zkm=0 است). هزینه انتقال محصول (d)، هزینه تعمیر و نگهداری (h)، هزینه ثابت سفارش محصول (k) و هزینه متغیر سفارش محصول k (v) برابر هستند. هزینه جریمه از دست رفتن فروش (π) برای محصولات مورد بررسی یکسان است چرا که کالاهای مشابه با قیمت های مشابه مورد بررسی قرار می‌گیرند. هزینه تنظیم سالیانه تسهیلات (f)، تقاضای سالیانه مشتری i برای محصول k (λ) و میزان تقاضای محصول k در مکان j با نظر خبرگان تعیین شد. برای حل هر مسئله از الگوریتم ترکیبی و الگوریتم ژنتیک استفاده می‌شود و در نهایت نتایج بدست‌آمده برای سنجش دقت الگوریتم ترکیبی با یکدیگر مقایسه می‌شود.

حل مدل با استفاده از الگوریتم ژنتیک و الگوریتم ترکیبی TS-VNS و مقایسه نتایج

همان گونه که پیش از این بیان شد، مدل اول محصولی با ۱۰ رده محصول را شامل می‌شود که تعداد مشتریان این محصول ۱۰۰ نفر هستند و تعداد تسهیلات موجود برای خرید محصول ۱۰ پایگاه است و مشتری برای خرید محصول به هر ۱۰ پایگاه مراجعه می‌کند و احتمال اختلال در دسترسی یا تولید محصول از توزیع نمایی با میانگین ۲ پیروی می‌کند. برای حل این مدل از الگوریتم ژنتیک و الگوریتم ترکیبی TS-VNS استفاده می‌شود. سپس نتایج با یکدیگر مقایسه می‌شود. لازم به ذکر است، برای حل مدل در هر دو بررسی ۱۰۰ تکرار در نظر گرفته می‌شود. به ازای هر i، j، k، r و m مخالف k فرمول زیر بایستی محاسبه شود و در نهایت تابع هزینه از مجموع مقادیر محاسبه شده حاصل می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

$$F[i,j,k,r,m] = (2 * b[k,j] * h[k,j]) * (q[k]\^(r-1) * q[m]\^(r-1) * (1 - q[k] * q[m]) * p[i] * lambda[i,k] * Z[k,m] * X[i,j,r] + q[k]\^(r-1) * (1 - q[k]) * (1 - p[i]) * lambda[i,k] * Z[k,m] * X[i,j,r] - q[k]\^(r-1) * (1 - q[k]) * lambda[i,k] * Z[k,m] * X[i,j,r] + q[k]\^(r-1) * (1 - q[k]) * lambda[i,k] * X[i,j,r]))\^(1/2) + nu[k,j] + d[i,j]) * (q[k]\^(r-1) * (1 - q[k]) * lambda[i,k] * X[i,j,r] + q[k]\^(r-1) * q[m]\^(r-1) * (1 - q[k] * q[m]) * p[i] * lambda[i,k] * Z[k,m] * X[i,j,r] + q[k]\^(r-1) * (1 - q[k]) * (1 - p[i]) * lambda[i,k] * Z[k,m] * X[i,j,r] - q[k]\^(r-1) * (1 - q[k]) * lambda[i,k] * Z[k,m] * X[i,j,r]) + pi * ((q[k]\^(R) * q[m]\^(R) * p[i] + q[k]\^(R) * (1 - p[i]) - q[k]\^(R)) * lambda[i,k] * Z[k,m] + q[k]\^R * lambda[i,k]) + f[j] * Y[j]$$

برای حل الگوریتم ژنتیک، ابتدا پارامترهای مدل که شامل تعداد اعضای جامعه، دفعات تکرار الگوریتم، احتمال جهش، احتمال ترکیب هستند باید تنظیم شوند. تعداد جمعیت اولیه از رابطه

$$N \geq -2^{k-1}\ln(\alpha)(\sigma_{bb}\sqrt{\frac{\pi(m-1)}{d}})$$

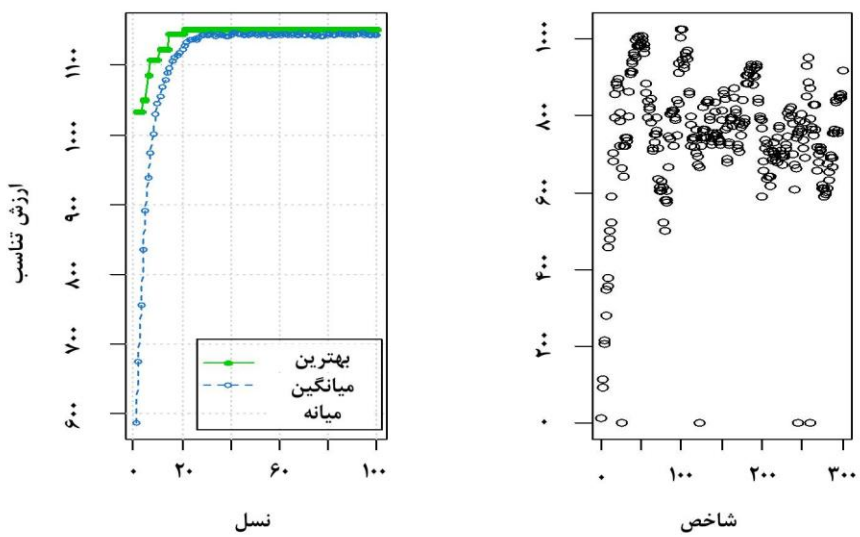
به دست می‌آید، که در آن N تعداد جمعیت اولیه، k مرتبه جعبه‌های ساخته شده (بین ۱ تا ۵)، α احتمال شکست (کمتر از ۵٪)، $\sigma_{bb}\sqrt{\frac{\pi(m-1)}{d}}$ خطای استاندارد کیفیت جواب ها برای یک جمعیت تصادفی و d تفاوت بین کیفیت اولین و دومین جواب است. مقدار احتمال ترکیب،

www.SID.ir

Archive of SID

$$P_c \leq \frac{S-1}{S}$$

احتمال جهش و تعداد دفعات تکرار به ترتیب از رابطه $P_m \sim \frac{1}{N}$ و $t \sim 2L$ بدست می‌آید، که در آن L تعداد کروموزوم‌ها است. برای تنظیم پارامترها ابتدا در سه بار متوالی جامعه‌ای به حجم ۱۰۰ تولید می‌شود و مقدار پارامترهای اولیه محاسبه می‌شوند و سپس با پارامترهای تولید شده، الگوریتم ژنتیک اجرا می‌شود. نتایج بدست آمده از حل مدل با استفاده از الگوریتم ژنتیک نشان می‌دهند که مقدار کمینه تابع هزینه برابر ۱۱۵۲,۲۵۳ است. نتایج بدست‌آمده از حل الگوریتم ترکیبی TS-VNS نشان می‌دهند که مقدار کمینه تابع هزینه برابر ۱۰۸۶,۳۸۴ است. مقایسه مقدار کمینه تابع هزینه نشان می‌دهد که الگوریتم ترکیبی نسبت به الگوریتم ژنتیک مقدار هزینه کمتری را به دست می‌دهد و برای مقایسه نتایج در همه تکرارهای انجام شده، نمودار تابع هزینه در کل تکرارها در ادامه ارائه شده است.



شکل ۲: مقایسه نتایج الگوریتم ژنتیک و ترکیبی TS-VNS در مسئله اول

با توجه به شکل (۱) می‌توان بیان نمود که به طورکلی الگوریتم ترکیبی مقدار بهتری را نسبت به الگوریتم ژنتیک به دست می‌دهد و مقدار هزینه در کل تکرارها در الگوریتم ترکیبی نسبت به الگوریتم

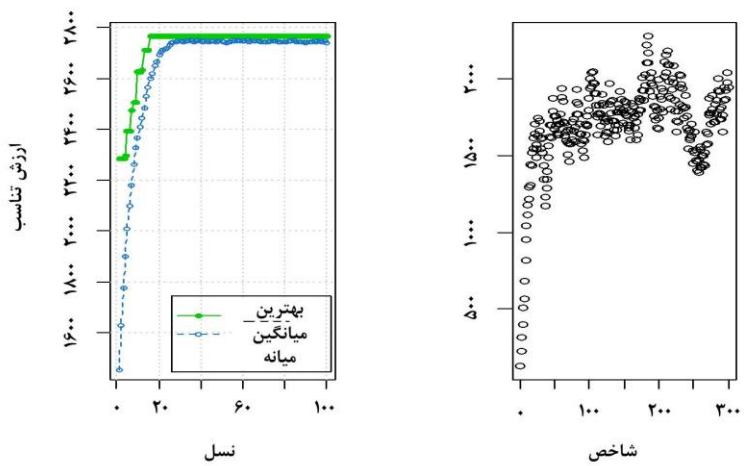
www.SID.ir

Archive of SID

ژنتیک کمتر است. با این وجود برای مقایسه میانگین نتایج بدست‌آمده از دو الگوریتم در کل تکرارها از آزمون مقایسه میانگین t-test استفاده می‌شود براساس نتایج به‌دست آمده، اختلاف معنی‌داری بین مقادیر تابع هزینه بدست آمده از دو الگوریتم ژنتیک و الگوریتم ترکیبی وجود دارد و با توجه به اختلاف مشاهده شده در میانگین بدست آمده از دو تابع، می‌توان بیان نمود که مقدار هزینه نهایی در الگوریتم ژنتیک از الگوریتم ترکیبی بالاتر است.

حل مدل دوم

همان گونه که پیش از این بیان شد، مدل دوم محصولی با شش رده محصول را شامل می‌شود که تعداد مشتریان این محصول ۶۰ نفر هستند و تعداد تسهیلات موجود برای خرید محصول چهار پایگاه است و مشتری برای خرید محصول به ۳ پایگاه مراجعه می‌کند و احتمال اختلال در دسترسی یا تولید محصول از توزیع نمایی با میانگین ۱,۲۳ پیروی می‌کند. برای حل این مدل از الگوریتم ژنتیک و الگوریتم ترکیبی TS-VNS استفاده می‌شود. نتایج بدست آمده از حل مدل با استفاده از الگوریتم ژنتیک نشان می‌دهند که مقدار کمینه تابع هزینه برابر ۲۷۶۸,۱۳۷ است. همچنین نتایج بدست آمده از حل الگوریتم ترکیبی TS-VNS نشان می‌دهند که مقدار کمینه تابع هزینه برابر ۲۲۴۸,۷۸۱ است. مقایسه مقدار کمینه تابع هزینه نشان می‌دهد که الگوریتم ترکیبی نسبت به الگوریتم ژنتیک مقدار هزینه کمتری را به دست می‌دهد و برای مقایسه نتایج در همه تکرارهای انجام شده، نمودار تابع هزینه در کل تکرارها در ادامه ارائه شده است.



شکل ۳: مقایسه نتایج الگوریتم ژنتیک و ترکیبی TS-VNS در مسئله دوم

www.SID.ir

Archive of SID

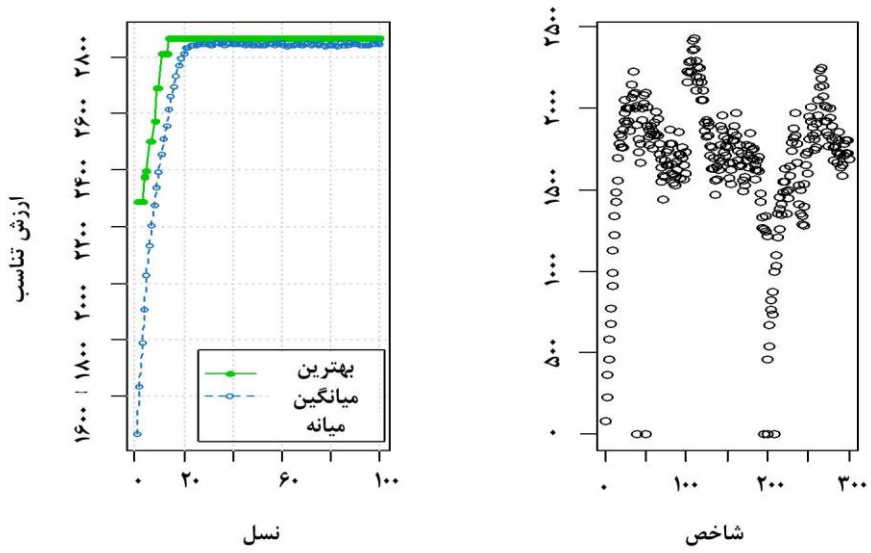
با توجه به شکل شماره سه، می‌توان بیان نمود که به طورکلی الگوریتم ترکیبی مقدار بهتری را نسبت به الگوریتم ژنتیک به دست می‌دهد و مقدار هزینه در کل تکرارها در الگوریتم ترکیبی نسبت به الگوریتم ژنتیک کمتر است. با این وجود برای مقایسه میانگین نتایج بدست آمده از دو الگوریتم در کل تکرارها از آزمون مقایسه میانگین t-test استفاده می‌شود که نتایج آن نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین مقادیر تابع هزینه بدست آمده از دو الگوریتم ژنتیک و الگوریتم ترکیبی وجود دارد و با توجه به اختلاف مشاهده شده در میانگین بدست آمده از دو تابع، می‌توان بیان نمود که مقدار هزینه نهایی در الگوریتم ژنتیک از الگوریتم ترکیبی بالاتر است.

حل مدل سوم

همانگونه که پیش از این بیان شد، مدل سوم محصولی با دو رده محصول را شامل می‌شود که تعداد مشتریان این محصول ۱۴ نفر هستند و تعداد تسهیلات موجود برای خرید محصول دو پایگاه است و مشتری برای خرید محصول به دو پایگاه مراجعه می‌کند و احتمال اختلال در دسترسی یا تولید محصول از توزیع نمایی با میانگین ۲,۳۶ پیروی می‌کند. برای حل این مدل از الگوریتم ژنتیک و الگوریتم ترکیبی TS-VNS استفاده می‌شود. نتایج بدست آمده از حل مدل با استفاده از الگوریتم ژنتیک نشان می‌دهند که مقدار کمینه تابع هزینه برابر ۲۸۶۶,۷۲ است. همچنین نتایج بدست آمده از حل الگوریتم ترکیبی TS-VNS نشان می‌دهند که مقدار کمینه تابع هزینه برابر ۲۴۵۴,۷۵۸ است. مقایسه مقدار کمینه تابع هزینه نشان می‌دهد که الگوریتم ترکیبی نسبت به الگوریتم ژنتیک مقدار هزینه کمتری را به دست می‌دهد و برای مقایسه نتایج در همه تکرارهای انجام شده، نمودار تابع هزینه در کل تکرارها در ادامه ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴: مقایسه نتایج الگوریتم ژنتیک و ترکیبی TS-VNS در مسئله سوم

با توجه به شکل شماره چهار می‌توان بیان نمود که به طورکلی الگوریتم ترکیبی مقدار بهتری را نسبت به الگوریتم ژنتیک به دست می‌دهد و مقدار هزینه در کل تکرارها در الگوریتم ترکیبی نسبت به الگوریتم ژنتیک کمتر است. با این وجود برای مقایسه میانگین نتایج بدست آمده از دو الگوریتم در کل تکرارها از آزمون مقایسه میانگین t-test استفاده می‌شود با توجه به نتایج بدست‌آمده، مقدار معنی-داری آزمون از ۰،۰۵ کمتر است که این امر نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین مقادیر تابع هزینه بدست‌آمده از دو الگوریتم ژنتیک و الگوریتم ترکیبی وجود دارد و با توجه به اختلاف مشاهده شده در میانگین بدست آمده از دو تابع، می‌توان بیان نمود که مقدار هزینه نهایی در الگوریتم ژنتیک از الگوریتم ترکیبی بالاتر است. با توجه به نتایج بدست آمده از مقایسه بین مقادیر تابع هزینه بدست آمده از حل مدل با استفاده از دو الگوریتم ژنتیک و الگوریتم ترکیبی، می‌توان بیان نمود که در همه حالات بررسی شده، الگوریتم ترکیبی نسبت به الگوریتم ژنتیک جواب بهتری را بدست می‌دهد و از این رو، استفاده از الگوریتم ترکیبی برای حل مدل نسبت به الگوریتم ترکیبی پسندیده تر است.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری و پیشنهادها

در این پژوهش، شرکت مواد غذایی مهرام مورد مطالعه قرار گرفت. در این بررسی سه سطح محصول در نظر گرفته شد. احتمال در خواست جایگزین برای محصولات طبق نظر خبرگان تعیین شده است، در صورتی که برای یک محصول جایگزینی وجود داشته باشد، مقدار مجموعه جایگزین برابر یک و در غیر این صورت برابر صفر بود. هزینه انتقال محصول، هزینه تعمیر و نگهداری، هزینه ثابت سفارش محصول و هزینه متغیر سفارش محصول برابر هستند. هزینه جریمه از دست رفتن فروش برای محصولات مورد بررسی یکسان است چرا که کالاهای مشابه با قیمتهای مشابه مورد بررسی قرار گرفتند. هزینه تنظیم سالیانه تسهیلات، تقاضای سالیانه مشتری خاص برای محصول خاص و میزان تقاضای محصول خاص در مکان خاص با نظر خبرگان تعیین شد. برای حل هر مسئله از الگوریتم ترکیبی و الگوریتم ژنتیک استفاده و در نهایت نتایج بدست آمده برای سنجش دقت الگوریتم ترکیبی با یکدیگر مقایسه شد. پس از حل مدلهای طراحی شده با استفاده از الگوریتم ژنتیک و الگوریتم ترکیبی مشخص شد که اختلاف معنی‌داری بین مقادیر تابع هزینه بدست آمده از دو الگوریتم ژنتیک و الگوریتم ترکیبی وجود دارد و با توجه به اختلاف مشاهده شده در میانگین بدست آمده از دو تابع، می‌توان بیان نمود که مقدار هزینه نهایی در الگوریتم ژنتیک از الگوریتم ترکیبی بالاتر است. با توجه به نتایج بدست آمده از پژوهش می‌توان راهکارهایی را در جهت بهبود مدل های مکان‌یابی تسهیلات ارائه داد:

۱. هنگام مدل‌سازی سعی شود محصولات جایگزین نیز در نظر گرفته شود و احتمال جایگزینی محصولات شرکت با محصولات متفرقه ارزیابی شود.

۲. نتایج تحقیق نشان دادند که وجود مشتریان زیاد برای یک محصول احتمال جایگزینی محصول با محصولات موجود در بازار را افزایش می‌دهد و همین امر موجب می‌شود در صورتی که تولید و عرضه یک محصول مختل شود، هزینه‌ای که شرکت متحمل می‌شود افزایش یابد. از این رو، شرکت‌ها بایستی سعی کنند برای محصولاتی که تقاضای آن‌ها در بازار بالاست، خطوط تولیدی بیشتری را راه‌اندازی کنند تا احتمال اختلال در عرضه محصول کاهش یابد.

۳. نتایج نشان دادند در محصولاتی که مشتریان بیشتری دارند و مکان تسهیلات برای آن‌ها محدود است، احتمال جایگزینی محصول توسط مشتری بالاتر است و این امر برای شرکت هزینه‌های زیادی را به دنبال خواهد داشت و از این رو، پیشنهاد می‌شود در محصولاتی که تعداد مشتریان آن‌ها بالاتر است، مکان عرضه محصولات افزایش یابد و همچنین پراکندگی این اماکن به‌صورتی باشد که همه مشتریان را پوشش دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

باباگل زاده، مهلا؛ پیرایش، محمدعلی؛ سالاری، مجید. (۱۳۹۴). ***بررسی مسئله مسیریابی – موجودی کالای فاسدشدنی در یک زنجیره تأمین دو سطحی با در نظر گرفتن زمان رسیدن وسیله نقلیه.*** یازدهمین کنفراس بین المللی مهندسی صنایع.

همت جوی، ولی‌اله، کرد، باقر و خسروی محمد سلطان، مریم. (۱۳۹۳). ***شناسایی موانع عملکرد مناسب زنجیره تأمین صنعت سیبک سازی خودرو در شهرک صنعتی زاهدان.*** مدیریت زنجیره تأمین، سال شانزدهم، شماره ۴۶، ۳۳-۲۴.

Chen, J., & Bell, P. C. (2011). ***Coordinating a decentralized supply chain with customer returns and price-dependent stochastic demand using a buyback policy***. *European Journal of Operational Research*, *212*(2), 293-300.

Farahani, M., Shavandi, H., & Rahmani, D. (2017). ***A location-inventory model considering a strategy to mitigate disruption risk in supply chain by substitutable products***. *Computers & Industrial Engineering*, 108, 213-224.

Javid, A. A., & Azad, N. (2010). ***Incorporating location, routing and inventory decisions in supply chain network design***. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *46*(5), 582-597.

Marley, K., T. Ward, P., & A. Hill, J. (2014). ***Mitigating supply chain disruptions–a normal accident perspective***. *Supply Chain Management: An International Journal*, 19(2), 142-152.

Nooraie, S. V., & Parast, M. M. (2016). ***Mitigating supply chain disruptions through the assessment of trade-offs among risks, costs and investments in capabilities***. *International Journal of Production Economics*, 171, 8-21.

Snyder, L. V., Atan, Z., Peng, P., Rong, Y., Schmitt, A. J., & Sinsoysal, B. (2016). ***OR/MS models for supply chain disruptions: A review***. *IIE Transactions*, *48*(2), 89-109. 234-257.

www.SID.ir