

Coordinating In Supply and Distribution of Relief Items in Humanitarian Logistics Based on Quantity Flexibility Contracts and Outsourcing

Homeyra Kord  | Parvaneh Samouei 

۱. MSc., Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

(kordhomyra@gmail.com)

۲. Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

(p.samouei@basu.ac.ir)

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: ۳۰ June ۲۰۲۱

Accepted: ۰ February ۲۰۲۲

Keywords:

Quantity Felexibility Contract

(QFC),

Coordination,

Outsourcing.

ABSTRACT

In this study, we examine a supply chain of several products and four levels including suppliers (domestic and foreign), relief organizations (Red Crescent Organization), demand points (patient wards in the hospital). The Quantity Flexibility Contract provides coordination for inventory management by determining the order quantity between the relief organization and the internal supplier. Due to the many shortcomings, limited construction time and lack of facilities for mass production and increased costs, the use of outsourcing can increase the expected sales of the chain and also provide faster relief in times of crisis. Therefore, by presenting a mathematical model to minimize costs and times, we try to provide relief to the injured at the lowest cost and in the fastest time. By solving the model, we found that among the various parameters, the objective function is more sensitive to the demand parameter and domestic production capacity than other parameters, which shows the necessary accuracy of planners in this field to these parameters in crisis situations.

Cite this article: Kord, H. & Samouei, P. (۲۰۲۴). Coordinating in supply and distribution of relief items in humanitarian logistics based on quantity flexibility contracts and outsourcing. *Academic Librarianship and Information Research*, ۰۴ (۴), ۱-۲۰. DOI:

© The Author(s).

DOI:

هماهنگی تأمین و توزیع اقلام امدادی در لجستیک بشردوستانه بر اساس قرارداد انعطاف پذیری کمیت و برون سپاری

حمیرا کرد^۱ پروانه سموئی^۲*

چکیده

در این پژوهش یک زنجیره تأمین چند محصولی و چهار سطحی شامل تأمین کنندگان (داخلی و خارجی)، سازمان‌های امداد رسان (سازمان هلال احمر)، نقاط تقاضا (بخش‌های مخصوص بیماران در بیمارستان) را بررسی می‌نماییم. قرارداد انعطاف پذیری کمیت با تعیین مقدار سفارش بین سازمان امداد و تأمین کننده داخلی هماهنگی را برای مدیریت موجودی در نظر می‌گیرد. به دلیل وجود کمبودهای فراوان، داشتن زمان محدود برای ساخت و نبود امکانات لازم برای ساخت انبوه و افزایش هزینه‌ها، استفاده از برون سپاری می‌تواند فروش مورد انتظار زنجیره را افزایش دهد و همچنین باعث امداد رسانی سریع تر در شرایط بحران شود. از این رو با ارائه یک مدل ریاضی برای حداقل کردن هزینه‌ها و زمان‌ها سعی داریم تا با کمترین هزینه و در سریع ترین زمان امداد رسانی به آسیب دیدگان انجام دهیم. با حل مدل دریافتیم از بین پارامترهای مختلف که تابع هدف به پارامتر تقاضا و ظرفیت تولید کننده داخلی حساسیت بیشتری نسبت به سایر پارامترهای در نظر گرفته شده دارد که این موضوع دقت لازم برنامه ریزان این حوزه به این پارامترها را در شرایط بحران نشان می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: قرارداد انعطاف پذیری کمیت (QFC)^۱، هماهنگی، برون سپاری

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۵/۸

پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۱/۱۶

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع گرایش بهینه سازی سیستم ها، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

^۲ استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

۱- مقدمه

هنگامی که یک فاجعه در یک قسمت خاص از جهان رخ می‌دهد، بسیاری از سازمان‌ها برای تهیه وسایل ضروری مانند کیت‌های پزشکی، پتو، غذا، آب، سرپناه و غیره به افراد آسیب‌دیده مراجعه می‌کنند. در چنین شرایطی، هماهنگی بین اعضای مختلف بسیار مهم است و برای یک سازمان واحد انجام کلیه فعالیت‌های لازم از جمله ترمیم زیرساخت‌های آسیب‌دیده و تأمین کلیه موارد کمک‌رسانی دشوار است.

حمله بیولوژیکی یا جنگ بیولوژیکی به معنی استفاده از عوامل بیولوژیکی، اعم از باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها و فرآورده‌های جانوران یا گیاهان است. بسیاری از عوامل باکتریایی، قارچی، ویروس‌ها، عوامل ریکتزیایی و سموم وجود دارند که در مقالات متعددی به‌عنوان عوامل بیولوژیکی بالقوه برای جنگ عنوان شده‌اند.^۱ تهیه کالاهای امدادی مانند واکسن و دارو یکی از اصلی‌ترین عملیات تدارکات بشردوستانه است که اگر به‌درستی انجام شود می‌تواند جان بسیاری از افراد آسیب‌دیده را نجات دهد. در این شرایط قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت می‌تواند برای برنامه‌ریزی سفارش کالاهای امدادی مانند واکسن و دارو، خرید و مدیریت اضطراری مفید باشد. زمانی این قرارداد می‌تواند اعمال شود که تأمین‌کننده قادر به تولید فوری اقلام نباشد. از سویی تهیه اندازه مناسب کالاهای امدادی یک چالش بزرگ در تدارکات بشردوستانه است. اگر سازمان امدادرسان تصمیم به خرید بیش از حد داشته باشد، ممکن است منجر به افزایش هزینه موجودی کالا شود، درحالی‌که خرید با مقادیر کمتر می‌تواند باعث مشکلات مربوط به کمبود کالا پس از فاجعه و یا مرگ و میرهای ناشی از نرسیدن اقلام امدادی مثل واکسن، خون و... شود. تأمین‌کننده نیز اگر مقدار زیادی کالای امدادی تهیه کند ممکن است همه کالاهای تهیه‌شده بفروش نرسند در این صورت با هزینه انبارداری و پل فساد کالا مواجه می‌شود. پس قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت با تعیین مقدار سفارش بین سازمان امداد و یک تأمین‌کننده داخلی هماهنگی را برای مدیریت موجودی در نظر می‌گیرد. در حالت استفاده از قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت و برون‌سپاری تولیدکننده ممکن است، هم از افزایش حجم فروش و هم از میزان پس‌انداز بهره‌برد. ادغام استراتژی برون‌سپاری با سیاست سفارش انعطاف‌پذیر باعث می‌شود تا از هزینه‌های اضافی جلوگیری شود، از این رو در این مقاله به ادغام استراتژی برون‌سپاری با سیاست سفارش انعطاف‌پذیر در شرایط بحران برای تهیه و توزیع اقلام امدادی پرداخته شده است. یک زنجیره تأمین دوسطحی با یک محصول و دو عضو، از جمله یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش را تحت تقاضای تصادفی بررسی کردند. آنها با استفاده از قرارداد انعطاف‌پذیری سعی کردند که خطرات تحمیل‌شده بین دو عضو زنجیره را متعادل کنند. آنها بیان کردند که در قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت کلاسیک، تولیدکننده متعهد است بیش از سفارش اولیه خود تحویل دهد که در این صورت خطر تولید بیش از حد وجود دارد که این یک نقص عمده برای تولیدکننده است، آنها برای رفع این مشکل قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت با برون‌سپاری را پیشنهاد دادند (Heydari et al., ۲۰۱۹).

۲- مروریات

دو موضوع مهم مسائل بهینه‌سازی در زنجیره تأمین، برنامه‌ریزی تولید و توزیع^۲ هستند. بسیاری از سازمان‌ها سعی می‌کنند سیستم تولید و توزیع خود را به‌طور جداگانه بهینه کنند، اما این دیدگاه هرگونه امکان افزایش سود یا کاهش هزینه و نیز انعطاف‌پذیری در برابر تغییر تقاضا و بهبود خدمت‌رسانی به مصرف‌کنندگان در زنجیره تأمین را محدود می‌سازد، اما در صورت استفاده از دیدگاه یکپارچه‌شده یا به عبارت دیگر برنامه‌ریزی تولید-توزیع^۳ هماهنگی بین سیستم‌های تولید و توزیع منجر می‌شود و در نتیجه کارایی و انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به دیدگاه قبلی به دست می‌آید. هدف از برنامه‌ریزی تولید-توزیع، ارائه یک برنامه منسجم و یکپارچه‌شده تولید و توزیع

است، به طوری که تعادل بین هزینه‌های تولید و توزیع و همچنین سطح رضایت مصرف‌کننده برقرار شود، نخعی نژاد و علی صدیقی (۱۳۹۶). پژوهش‌های بسیاری در دهه‌های اخیر در زمینه‌ی زنجیره تأمین انجام شده، اما در تعداد اندکی از قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت استفاده شده است به طور مثال، در پژوهش (Torabi et al., ۲۰۱۸) از قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت در شرایط بحرانی استفاده شده است. آنها یک مدل برنامه‌ریزی تصادفی مختلط مبتنی بر سناریو دو مرحله‌ای را برای برنامه‌ریزی پیش تنظیم موقعیت و تهیه تسهیلات مبتنی بر قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت تحت مخلوطی از داده‌های نامشخص را پیشنهاد کردند. آنها یک QFC برای هماهنگی تأمین کنندگان امداد با سازمان‌های امداد پیشنهاد کردند که سازمان امداد قادر است سطح موقعیت خود را قبل از آن کاهش دهد و با بهبود سطح پاسخگویی، هزینه کل زنجیره تأمین بشردوستانه را کاهش دهد. با توجه به دلایل ذکر شده، یک مدل ریاضی جدید با استفاده از QFC ساختند که به سازمان‌های امداد برای تعیین اندازه سفارش اولیه (مقادیر قبل از وقوع بحران) و سفارش‌های ثانویه (خریده‌های پس از فاجعه) کمک می‌کند.

در پژوهش (Chan & Chan, ۲۰۰۶)، یک سازوکار هماهنگی برای توزیع زنجیره‌های تأمین برای مدیریت موجودی پیشنهاد دادند تا تصمیم تحویل (چند و چه زمان) سفارش برجسته قابل بحث باشد. با انجام شبیه‌سازی نشان دادند که این طبیعت پویا در کاهش انواع هزینه‌های زنجیره تأمین و بهبود نرخ بازده تأثیرگذار است. ابراهیمی نسب و همکاران (۲۰۱۷)، از قرارداد انعطاف‌پذیری برای هماهنگ کردن زنجیره تأمین و تسهیم ریسک نامعینی تقاضا بین دو عضو زنجیره استفاده کردند. آنها روشی را برای تعیین حدود بالا و پایین قرارداد انعطاف‌پذیری ارائه دادند. (Kim et al., ۲۰۱۴)، یک قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت را بیان کردند که از طریق دو یا چند تأمین‌کننده ناهمگن به صورت دوره‌ای یک نوع محصول واحد را همان‌طور که در قرارداد قول داده شده بود به خریدار تحویل می‌دادند. خریدار هر دوره را با آگاهی از اندازه سفارش هر سفارش‌دهنده برای آن دوره و مقدار رزرو برای دوره‌های آینده در یک افق برنامه‌ریزی، شروع می‌کند. (Nikkhoo et al., ۲۰۱۸)، یک قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت برای ایجاد هماهنگی در زنجیره امداد ارائه دادند. زنجیره امداد مورد بررسی آنها متشکل از یک تأمین‌کننده، یک سازمان امداد و نقاط آسیب‌دیده بود. آنها تابع سود را با توجه به خرید، موجودی کالا و هزینه‌های کمبود، هزینه حمل و نقل در مراحل قبل و بعد از فاجعه، ارزش نجات و ارزش رضایت تقاضا فرموله کردند و موارد غیر هماهنگ و هماهنگ را در زنجیره امداد باهم مقایسه کردند. آنها نتیجه گرفتند که امضای قرارداد بین یک سازمان امدادی مانند هلال‌احمر و تأمین‌کننده نه تنها می‌تواند منجر به رضایت بیشتر تقاضا در شرایط فاجعه شود بلکه باعث کاهش موارد استفاده نشده پس از حملات فاجعه می‌شود. (Sinha & ۲۰۰۷)، یک زنجیره تأمین دو مرحله‌ای در صورتی که ظرفیت تولیدکننده کمتر از تقاضای مشتریان است ارائه دادند که تأمین‌کننده برای جبران هزینه فروش از دست‌رفته از برون‌سپاری استفاده کردند. آنها نتیجه گرفتند که شیوه خرید خارجی می‌تواند یک راه‌حل مناسب برای افزایش سود هر دو تأمین‌کننده و خرده‌فروش در یک رویکرد هماهنگ باشد. (Nossohi & Nookabadi, ۲۰۱۶)، یک مدل برون‌سپاری تولیدکننده برای مطالعه سیاست سفارش مطلوب تحت عدم اطمینان از هزینه‌های پردازش نهایی و تقاضای مشتری ایجاد کردند. برای خنثی کردن تأثیر عدم اطمینان در پارامترهای هزینه، آنها از قراردادهای گزینه مختلف استفاده کردند. (Honarvar & Rezaee, ۲۰۱۹)، برای مقابله با ریسک از برون‌سپاری استفاده کردند و یک مدل غیرخطی برای سود زنجیره تأمین، در صورت استفاده هم‌زمان از قیمت‌گذاری و برون‌سپاری در زنجیره تأمین سه سطحی پیشنهاد دادند. با توجه به اینکه مدل آنها یک مدل سخت و پیچیده بود از الگوریتم فرا ابتکاری شبیه‌سازی تبرید و مدل‌سازی احتمالی بر اساس سناریو برای حل مدل پیشنهادی خود استفاده کردند. (Gosslar et al., ۲۰۱۹)، در مورد اهمیت برون‌سپاری تدارکات در امدادسانی بلافاصله تحقیق کردند. آنها چشم‌اندازی برای برون‌سپاری در عملیات بشردوستانه ارائه دادند. (gavalgi et al., ۲۰۰۹)، بیان کردند در طول چند دهه گذشته، اقتصادهای

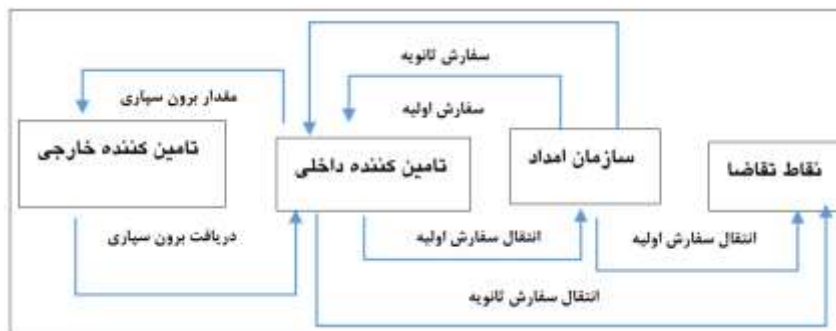
دنیا به‌طور فزاینده‌ای به یکدیگر وابسته شده‌اند و سازمان‌ها تحت فشارهای زیادی برای پیشینه‌سازی بهره‌وری و سودآوری خود قرار گرفته‌اند. خلق ارزش از طریق برون‌سپاری به‌عنوان یک استراتژی رقابتی رایج برای بنگاه‌ها در اندازه‌های مختلف و در همه انواع مختلف صنایع پدیدار گشته است. بنگاه‌ها برای بقاء در بازارهای داخلی و خارجی در پی یافتن فرصت‌هایی برای برون‌سپاری هستند. (Heydari et al., 2019) یک زنجیره تأمین دو پله‌ای با یک محصول و دو عضو، از جمله یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش تحت تقاضای تصادفی را بررسی کردند. آنها با استفاده از قرارداد انعطاف‌پذیری در این پژوهش سعی کردند که خطرات تحمیل‌شده بین دو عضو زنجیره را متعادل کنند. همچنین آنها بیان کردند که در قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت کلاسیک، تولیدکننده متعهد است بیش از سفارش اولیه خود را تحویل دهد که در این صورت خطر تولید بیش‌ازحد سهام تولیدکننده وجود دارد که این یک نقص عمده برای تولیدکننده در قرارداد انعطاف‌پذیری کلاسیک است، آنها برای رفع این مشکل در این پژوهش قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت با برون‌سپاری را پیشنهاد دادند.

با توجه به بررسی منابع دریافتیم که پژوهش‌های اندکی در شرایط بحران از قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت استفاده نموده‌اند و از قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت و برون‌سپاری باهم در شرایط بحران استفاده نشده است. با توجه به شکاف‌های موجود، نوآوری پژوهش ما استفاده از قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت و برون‌سپاری در شرایط بحران با در نظر گرفتن زمان و هزینه حمل‌ونقل است.

۳- شکاف تحقیق و تعریف مسئله

در مسئله موردنظر سازمان امداد قبل از فاجعه (قبل از مشخص شدن تقاضای واقعی سازمان امداد)، به تأمین‌کننده داخلی سفارش می‌دهد. قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت با تعیین مقدار سفارش بین سازمان امداد و تأمین‌کننده داخلی نوعی هماهنگی را برای مدیریت موجودی در نظر می‌گیرد. در این قرارداد دو پارامتر برای تنظیم موجودی وجود دارد، پارامتر تنظیم روبه بالا و پارامتر تنظیم روبه پایین. این قرارداد به سازمان امداد این امکان را می‌دهد که به‌اندازه حداقل تعهد خود خرید کند، حداقل تعهد نیز بر اساس پارامتر تنظیم رو به پایین مشخص می‌شود. طبق این قرارداد تأمین‌کننده داخلی باید به‌اندازه حداکثر تعهد خود تولید کند، این حداکثر تعهد بر اساس پارامتر تنظیم روبه بالا تعیین می‌شود که نشان می‌دهد تأمین‌کننده داخلی حداکثر چه مقدار کالا بیشتر از سفارش اولیه می‌تواند تولید کند. در واقع این قرارداد یک حداقل تعهد برای سازمان امداد و یک حداکثر تعهد برای تأمین‌کننده داخلی طوری در نظر می‌گیرد که در شرایط بحران مجموع هزینه‌ها حداقل و امدادسانی سریع‌تر انجام شود. برای تأمین‌کننده داخلی یک ظرفیت در نظر گرفته‌ایم. اگر مجموع سفارش‌های بیشتر از ظرفیت تولیدکننده داخلی باشد تولیدکننده داخلی می‌تواند مقداری از تعهدات خود را برون‌سپاری کند و ظرفیت تولیدکننده داخلی همیشه بیشتر از حداکثر تعهد خود است. اگر مقدار سفارش اولیه سازمان امداد کمتر از تقاضای مناطق آسیب‌دیده باشد آنگاه سازمان امداد برای برآوردن تقاضای مناطق آسیب‌دیده سفارش ثانویه‌ای به تأمین‌کننده داخلی می‌دهد. با توجه به اینکه سفارش ثانویه بعد از مشخص شدن تقاضای واقعی مناطق آسیب‌دیده (بعد از بحران) مشخص می‌شود به‌منظور امدادسانی سریع‌تر سفارش‌های ثانویه به‌طور مستقیم از تأمین‌کننده داخلی به نقاط آسیب‌دیده حمل می‌شوند. در صورتی که تقاضا بیشتر از ظرفیت تولیدکننده داخلی باشد، تولیدکننده داخلی بخشی از سفارش‌های را که ظرفیت تولیدشان را ندارد به تأمین‌کننده خارجی می‌سپارد. در صورتی که تقاضا کمتر از سفارش اولیه سازمان امداد باشد به دلیل اینکه تأمین‌کننده داخلی به‌اندازه حداکثر تعهد خود تولید می‌کند اگر مقدار سفارش اولیه از حداکثر تعهد تأمین‌کننده داخلی کمتر باشد تأمین‌کننده داخلی هزینه نگهداری درازای اقلام تولیدشده اما خریداری نشده می‌پردازد، همچنین در این

شرایط اگر تقاضا کمتر از حداقل تعهد سازمان امداد باشد سازمان امداد هزینه نگهداری می پردازد. در مسئله موردنظر هدف اول حداقل کردن هزینه‌ها است که هزینه‌های ما شامل هزینه خرید اقلام برون سپاری شده توسط تأمین کننده داخلی، هزینه حمل از تأمین کننده خارجی به تأمین کننده داخلی، هزینه تولیدات تأمین کننده داخلی، هزینه حمل از تأمین کننده داخلی به نقاط تقاضا، هزینه خرید سفارش‌های توسط سازمان امداد، هزینه حمل سفارش‌های از تأمین کننده داخلی به سازمان امداد، هزینه نگهداری موجودی در سازمان امداد، هزینه نگهداری موجودی در تأمین کننده داخلی و هزینه حمل سفارش‌های از سازمان امداد به نقاط تقاضا است. هدف دوم امداد رسانی سریع تر است که با حداقل کردن زمان این هدف را مطرح می کنیم. زمان‌ها شامل زمان‌های تولید و زمان حمل و نقل می‌باشد. محدودیت اول مربوط به ظرفیت تولید کننده داخلی است که نشان می‌دهد تأمین کننده داخلی حداقل به اندازه ظرفیت خود متعهد می‌شود. محدودیت دوم مقدار برون سپاری را مشخص می‌کند. محدودیت سوم و چهارم نشان می‌دهد که اگر تقاضا بیشتر از سفارش اولیه سازمان امداد باشد سفارش ثانویه خواهیم داشت. محدودیت پنجم ارتباط بین دو متغیر باینری که نشان می‌دهد اگر تقاضا بیشتر از ظرفیت تولید کننده داخلی باشد حتماً تقاضا بیشتر از سفارش اولیه سازمان امداد نیز است. محدودیت ششم و هفتم نشان دهنده شرایط بیشتر بودن تقاضا از ظرفیت تولید کننده داخلی است. محدودیت هشتم نشان می‌دهد که قسمتی از سفارش ثانویه می‌تواند از طریق تأمین کننده خارجی تأمین شود. محدودیت نهم حد سفارش اولیه سازمان امداد را مشخص می‌کند. محدودیت دهم و یازدهم مربوط به شرایط بیشتر بودن تقاضا از حداقل تعهد سازمان امداد است. محدودیت دوازدهم و سیزدهم هم ارتباط بین متغیرهای باینری را مشخص می‌کند.



شکل (۱). نمایی از زنجیره تأمین امداد

مفروضات

۱. اقلام امدادی توسط سازمان امداد و نجات هم در مراحل قبل و هم بعد از فاجعه خریداری می‌شوند. در مرحله قبل از فاجعه، این اقلام از تأمین کننده به سازمان غیردولتی ارسال می‌شود و پس از حمله به فاجعه، اقلام مستقیماً از سازمان غیردولتی به مناطق آسیب‌دیده ارسال می‌شود. با این حال، اگر تقاضا بیش از اقلام پیش تعیین شده باشد، اقلام خریداری شده مستقیماً از تأمین کنندگان به مناطق آسیب‌دیده حمل می‌شوند.
۲. در مرحله پس از فاجعه، هزینه‌های حمل و نقل از تأمین کننده به مناطق آسیب‌دیده همیشه بیشتر از هزینه حمل و نقل از تأمین کننده به سازمان امداد و از سازمان امداد به مناطق آسیب‌دیده است.
۳. ظرفیت تولید کننده داخلی بیشتر از حداکثر تعهد تأمین کننده داخلی است.

مطابق بیشینه پژوهش انجام شده دریافتیم که تنها پژوهشی که از قرارداد انعطاف پذیری کمیت و برون سپاری باهم استفاده نموده است پژوهش (Heydari et al., 2019) است با این تفاوت که آنها از قرارداد انعطاف پذیری کمیت و برون سپاری در زنجیره تجاری استفاده نموده اند و زمان و هزینه حمل و نقل هم لحاظ نکرده اند، در حالی که ما از قرارداد انعطاف پذیری کمیت و برون سپاری باهم در شرایط بحران با در نظر گرفتن زمان و هزینه حمل و نقل استفاده نمودیم. در پژوهش ما این فرض وجود دارد که ظرفیت تولید کننده داخلی حداقل به اندازه حداکثر تعهد این تأمین کننده است، ولی در مقاله پایه مطرح شده که تأمین کننده می تواند مقداری از تعهدات خود را از تأمین کننده خارجی تهیه کند. در مقاله پایه مطرح شده که مجموع سفارش های اولیه و ثانویه نباید بیشتر از حداکثر تعهد تأمین کننده داخلی باشد، اما در پژوهش ما مجموع سفارش های اولیه و ثانویه حداکثر به اندازه تقاضای مناطق آسیب دیده است. در مقاله آقای حیدری و همکاران با توجه به اینکه زنجیره مورد بررسی یک زنجیره تجاری است هدف حداکثر کردن سود تأمین کننده و خرده فروش می باشد. آنها با استفاده از روش برنامه ریزی ریاضی سود مورد انتظار تأمین کننده و خرده فروش را به دست آوردند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از قرارداد انعطاف پذیری کمیت و برون سپاری سود مورد انتظار زنجیره و سود تأمین کننده و سود خرده فروش را افزایش می دهد. در این پژوهش ما یک مدل ریاضی دو هدفه که هدف اول حداقل کردن مجموع هزینه ها و هدف دوم حداقل کردن مجموع زمان ها می باشد را ارائه می دهیم سپس با استفاده از روش تک هدفه کردن ترکیبی ال پی متریک و مجموع وزنی آن را تک هدفه می کنیم و با توجه به قطعی بودن شرایط، مسئله را در نرم افزار GAMS و با سولور CPLEX حل می کنیم.

۴- روش شناسی تحقیق

در این قسمت مدل ریاضی و روش حل مورد استفاده تشریح می گردد.

۴-۱- مدل ریاضی

مجموعه ها

P نقاط تقاضا (آسیب دیدگان)

F نوع محصول

اندیس ها

in تأمین کننده داخلی

ext تأمین کننده خارجی

Ngo سازمان امداد

پارامترها

V_f قیمت خرید محصول f از تأمین کننده خارجی

W_f قیمت خرید محصول f توسط سازمان امداد

C_f^{in} هزینه تولید محصول f توسط تأمین کننده داخلی

S_{ext}^{in} هزینه حمل و نقل از تأمین کننده خارجی به تأمین کننده داخلی

S_p هزینه حمل و نقل از تأمین کننده داخلی به نقاط تقاضا

S_{ngo} هزینه حمل و نقل از تأمین کننده داخلی به سازمان امداد

$S_{ngo p}$ هزینه حمل و نقل از سازمان امداد به نقاط تقاضا

I_f هزینه نگهداری محصول f در انبار تأمین کننده داخلی

T_{ext} زمان حمل و نقل از تأمین کننده خارجی به تأمین کننده داخلی

$T_{in f}$ زمان تولید محصول f توسط تأمین کننده داخلی

T_{ngo} زمان حمل و نقل از تأمین کننده داخلی به سازمان امداد

T_p زمان حمل و نقل از تأمین کننده داخلی به نقاط تقاضا

$T_{ngo p}$ زمان حمل و نقل از سازمان امداد به نقاط تقاضا

h_f هزینه نگهداری محصول f در انبار سازمان امداد

D_f تقاضای محصول f در مناطق آسیب دیده

N_f ظرفیت تولید محصول f توسط تأمین کننده داخلی

α پارامتر تنظیم روبه بالا در قرارداد انعطاف پذیری کمیت

β پارامتر تنظیم روبه پایین در قرارداد انعطاف پذیری کمیت

متغیرها

Y_f یک متغیر صفر و یک که اگر تقاضای محصول f بیشتر از ظرفیت تولید محصول f توسط تولید کننده داخلی باشد یک و در غیر این صورت صفر می شود.

K_f یک متغیر صفر و یک که اگر تقاضای محصول f بیشتر از مقدار سفارش اولیه سازمان امداد برای محصول f باشد یک، در غیر این صورت صفر می شود.

X_f یک متغیر صفر و یک که اگر تقاضای محصول f بیشتر از حداقل تعهد سازمان امداد برای محصول f باشد یک در غیر این صورت صفر می شود.

Q_f سفارش اولیه سازمان برای محصول f

Mo_f مقدار محصول f که از طریق برون سپاری تأمین می شود.

مدل غیر خطی

$$\begin{aligned} \text{Min}z_1 = & \sum_f (v_f \cdot \text{Mo}_f + s^{\text{in_ext}} \cdot \text{Mo}_f + c^{\text{in}_f} \cdot N_f \cdot k_f \cdot y_f + c^{\text{in}_f} \cdot D_f \cdot k_f \cdot (1 - y_f) + c^{\text{in}_f} \cdot \\ & (1 + \alpha)q_f + s_{p1} \cdot [D_f - (1 + \alpha)q_f] \cdot k_f + w_f \cdot D_f \cdot k_f + w_f \cdot D_f \cdot x_f \cdot (1 - k_f) \cdot (1 - y_f) + \\ & w_f \cdot (1 - \beta)q_f \cdot (1 - k_f) \cdot (1 - x_f) + s_{ngo1} \cdot (1 + \alpha)q_f \cdot k_f + s_{ngo1} \cdot (1 - \beta)q_f \cdot (1 - k_f) + \\ & h_f \cdot [(1 - \beta)q_f - D_f] \cdot (1 - k_f) \cdot (1 - x_f) + I_f \cdot [(1 + \alpha) \cdot (1 - k_f) \cdot (1 - x_f) + \\ & I_f \cdot [(1 + \alpha)q_f - D_f] \cdot x_f \cdot (1 - k_f) \cdot (1 - y_f) + s_{ngo p} \cdot (1 + \alpha)q_f \cdot k_f) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{Min}z_2 = \sum_f (T^{\text{ext}} \cdot y_f + T^{\text{in}_f} \cdot N_f \cdot k_f \cdot y_f + T^{\text{in}_f} \cdot D_f \cdot k_f \cdot (1 - y_f) + T^{\text{in}_f} \cdot (1 + \alpha)q_f \cdot (1 - k_f) + T \cdot x_f) \quad (2)$$

$$\begin{aligned} N_f & \geq (1 + \alpha)q_f & \forall f & (3) \\ \text{Mo}_f & = (D_f - N_f) \cdot y_f & \forall f & (4) \\ D_f + \text{bigM} \cdot (1 - k_f) & \geq q_f & \forall f & (5) \\ D_f - \text{bigM} \cdot k_f & \leq q_f & \forall f & (6) \\ Y_f & \leq k_f & \forall f & (7) \\ D_f + \text{bigM}(1 - y_f) & \geq N_f & \forall f & (8) \\ D_f - \text{bigM} \cdot y_f & \leq N_f & \forall f & (9) \\ [D_f - (1 + \alpha)q_f] \cdot k_f & \leq \text{Mo}_f \cdot y_f + N_f & \forall f & (10) \\ q_f & \geq 0 & \forall f & (11) \\ D_f + \text{bigM} \cdot (1 - x_f) & \geq (1 - \beta)q_f & \forall f & (12) \\ D_f - \text{bigM} \cdot x_f & \leq (1 - \beta)q_f & \forall f & (13) \\ x_f & \geq k_f & \forall f & (14) \\ x_f & \geq y_f & \forall f & (15) \\ x_f, y_f, k_f & \in \{0, 1\} & \forall f & (16) \\ \text{Mo}_f, q_f & \geq 0 & \forall f & (17) \end{aligned}$$

خطی سازی مدل

مدل ارائه شده غیر خطی بوده و به دلیل آنکه مدل‌های غیر خطی سخت تراز مدل‌های خطی حل می‌شوند. در این قسمت تلاش شده تا با خطی سازی عبارت‌های غیر خطی موجود در مدل، مدل ارائه شده خطی شود. به طور کلی سه نوع عبارت غیر خطی در مدل وجود دارد: در حالت اول دو متغیر باینری درهم ضرب شده‌اند (تابع هدف اول و دوم) و در حالت دوم یک متغیر باینری در یک متغیر پیوسته ضرب شده است (تابع هدف و محدودیت ۱۰). حالت سوم سه متغیر باینری در هم ضرب شده‌اند.

I. خطی سازی ضرب دو متغیر صفر و یک

فرض کنید $Z = X_1 * X_2$ حاصل ضرب دو متغیر صفر و یک باشد. به بیان دیگر متغیر Z تنها وقتی یک می‌شود که هر دو متغیر باینری یک شوند و در غیر این صورت مقدار صفر می‌گیرند. با بهره‌گیری از قیود کمکی زیر می‌توان قید غیر خطی را در مدل به یک سری قیود خطی تبدیل کرد (نوکللی مقدم و همکاران (۱۳۹۲)).

$$Z \leq X_1$$

$$Z \leq X_2$$

$$z \geq x_1 + x_2 - 1$$

$$z \geq 0$$

ii. خطی سازی ضرب سه متغیر باینری

فرض کنید $Z = x_1 * x_2 * x_3$ حاصل ضرب سه متغیر صفر و یک باشد. وقتی Z یک می شود که هر سه متغیر یک شوند در غیر این صورت مقدار صفر می گیرند. با بهره گیری از قیدهای کمکی می توان غیر خطی در مدل را به یک سری قید خطی تبدیل کرد.

$$z \leq x_1$$

$$z \leq x_2$$

$$z \leq x_3$$

$$z \geq x_1 + x_2 + x_3 - 2$$

$$z \geq 0$$

iii. خطی سازی ضرب باینری در پیوسته

فرض کنید $Z = x_1 * x_2$ ضرب یک متغیر باینری x_1 در یک متغیر پیوسته x_2 باشد. در این صورت وقتی متغیر باینری مقدار یک می گیرد متغیر Z مقداری برابر با مقدار متغیر پیوسته خواهد گرفت و در غیر این صورت مقدار صفر می گیرد برای خطی سازی این عبارت از سه قید به صورت زیر استفاده می گردد.

$$z \leq x_2$$

$$z \leq M * x_1$$

$$z \geq x_2 - M * (1 - x_1)$$

$$z \geq 0$$

در مدل مورد نظر با توجه به وجود عبارت های غیر خطی در اهداف طبق مباحث مطرح شده در مورد ضرب دو متغیر باینری، متغیرهای پیوسته $t_f, E_f, I_{f,land}, G_{amaf}$ و برای خطی کردن ضرب سه متغیر باینری متغیر پیوسته A_f و برای خطی کردن ضرب متغیر باینری در پیوسته با توجه به مباحث مطرح شده در مورد این نوع خطی سازی متغیرهای پیوسته B_f, O_f, g_f, U_f را تعریف کردیم.

هدف اول در عبارت (۱-۱) بازنویسی و از قیدهای (۲-۱) تا (۱۸-۱) برای خطی سازی هدف اول استفاده شده است. هدف دوم به صورت عبارت (۱-۲) بازنویسی و از قیدهای (۲-۲) تا (۶-۲) برای خطی سازی هدف دوم استفاده شده است. قید (۱۰) به صورت قیدهای (۱-۱۰) تا (۳-۱۰) بازنویسی شده است. سایر بخش های مدل غیر خطی یعنی قید (۱) تا (۹) و قید (۱۱) تا (۱۷) که نیاز به خطی سازی نداشتند بدون تغییر در مدل قرار می گیرند. قید (۱۸) نیز وضعیت متغیرهای خطی سازی را مشخص می کند.

با این شرایط مدل ریاضی به شکل زیر تغییر می یابد.

$$\begin{aligned} \text{Min } z_1 = & \sum_f (v_f \cdot Mof + s_{\text{ext}}^{\text{in}} \cdot Mof + C_{\text{inf}}^{\text{in}} \cdot N_f \cdot t_f + C_{\text{inf}}^{\text{in}} \cdot D_f \cdot E_f + C_{\text{inf}}^{\text{in}} \cdot \\ & (1 + \alpha) \cdot u_f + S_{p1} \cdot [D_f \cdot k_f - (1 + \alpha) \cdot g_f] + W_f \cdot D_f \cdot k_f + W_f \cdot D_f \cdot A_f + W_f \cdot \\ & (1 - \beta) \cdot B_f + S_{\text{ngo}1} \cdot (1 + \alpha) \cdot q_f - S_{\text{ngo}1} \cdot (1 - \beta) \cdot g_f + h_f \cdot [(1 - \beta) \cdot B_f - D_f \cdot \gamma_f] + \\ & I_f \cdot [(1 + \alpha) - (1 - \beta)] \cdot B_f + I_f \cdot [(1 + \alpha) \cdot \lambda_f - D_f \cdot A_f] + S_{\text{ngo } p} \cdot (1 + \alpha) \cdot g_f + \end{aligned}$$

$$S_{ngo} p.D_f.(1-k_f)$$

$Min z_2 = \sum_f (T^{ext}.y_f + T^{inf}.N_f.t_f + T^{inf}.D_f.E_f + T^{inf}.(1+\alpha).u_f + T^p.x_f)$	(۱-۲)
$t_f \geq k_f + y_f - 1$	$\forall f \quad (۲-۱), (۲-۲)$
$u_f \leq q_f$	$\forall f \quad (۳-۱), (۳-۲)$
$u_f \geq q_f - bigM.k_f$	$\forall f \quad (۴-۱), (۴-۲)$
$u_f \leq bigM.(1-k_f)$	$\forall f \quad (۵-۱), (۵-۲)$
$E_f \geq k_f + (1-y_f) - 1$	$\forall f \quad (۶-۱), (۶-۲)$
$g_f \leq bigM.k_f$	$\forall f \quad (۷-۱)$
$g_f \geq q_f - bigM.(1-k_f)$	$\forall f \quad (۸-۱)$
$g_f \leq q_f$	$\forall f \quad (۹-۱)$
$A_f \leq x_f$	$\forall f \quad (۱۰-۱)$
$A_f \geq x_f - k_f - y_f$	$\forall f \quad (۱۱-۱)$
$B_f \leq u_f$	$\forall f \quad (۱۲-۱)$
$B_f \leq bigM.(1-x_f)$	$\forall f \quad (۱۳-۱)$
$B_f \geq u_f - bigM.x_f$	$\forall f \quad (۱۴-۱)$
$\gamma_f \leq (1-x_f)$	$\forall f \quad (۱۵-۱)$
$\lambda_f \leq B_f$	$\forall f \quad (۱۶-۱)$
$\lambda_f \geq B_f - bigM.(1-x_f)$	$\forall f \quad (۱۷-۱)$
$\lambda_f \leq bigM.x_f$	$\forall f \quad (۱۸-۱)$
$[D_f - (1+\alpha)q_f].k_f \leq o_f + N_f$	$\forall f \quad (۱-۱۰)$
$o_f \geq y_f$	$\forall f \quad (۲-۱۰)$
$o_f \geq y_f + q_f - 1$	$\forall f \quad (۳-۱۰)$
$A_f, B_f, E_f, g_f, o_f, t_f, u_f, \gamma_f, \lambda_f \geq 0$	$\forall f \quad (۱۸)$

۴-۲- روش حل

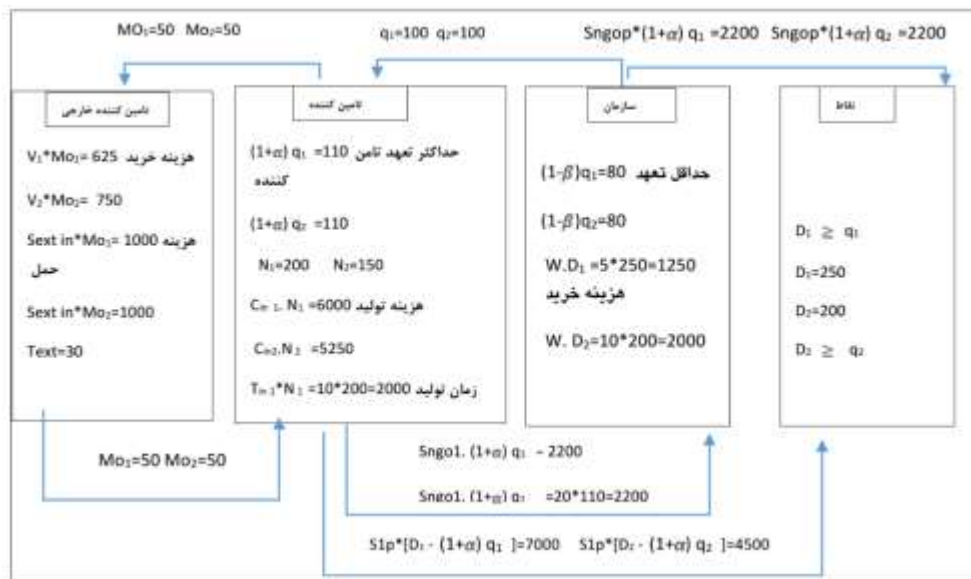
برای حل مدل دو هدفه از روش تک هدفه کردن ادغام روش آل بی متریک و مجموع وزنی ساده طبق فرمول (۱۹) استفاده کردیم که در آن ZZ_1 مقدار بهینه به دست آمده از حل مدل در حالت های تک هدفه می باشند که در این پژوهش با نرم یک که حالت خطی دارد به مدل سازی و کد نویسی در گمز پرداختیم و هرچه این نرم ها بالاتر رود مدل را غیر خطی می کند، ملکی و همکاران (۱۳۹۲).

$$Min h = W_1 * ((ZZ_1 - Z_1) / ZZ_1) + W_2 * ((ZZ_2 - Z_2) / ZZ_2) \quad (۱۹)$$

۵. مثال عددی

در زمان وقوع یک فاجعه سازمان امداد قبل از مشخص شدن تقاضای واقعی مناطق آسیب دیده به اندازه ۱۰۰ واحد از محصول یک و ۱۰۰ واحد از محصول دو سفارش می دهد. با توجه به پارامترهای تنظیم در قرارداد انعطاف پذیری کمیت یعنی $\alpha = 0,1$ و $\beta = 0,2$ تأمین کننده داخلی به اندازه حداکثر تعهد خود تولید می کند و سازمان

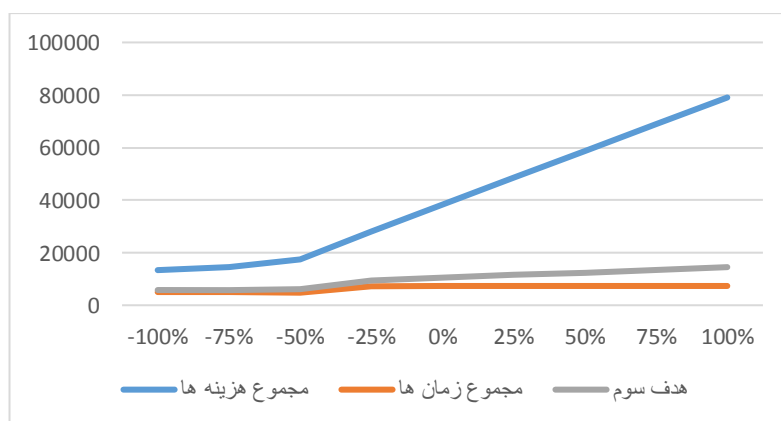
امداد نیز به اندازه حداقل تعهد خود کالا را از تأمین کننده داخلی خرید می کند. ظرفیت تولید کننده داخلی برای محصول اول ۲۰۰ واحد و برای محصول دوم ۱۵۰ واحد است. تقاضا برای محصول اول ۲۵۰ واحد و برای محصول دوم ۲۰۰ واحد است. با توجه به اینکه تقاضای محصول اول ۵۰ واحد از ظرفیت تولید کننده داخلی برای محصول اول بیشتر است پس تأمین کننده داخلی ۵۰ واحد از محصول اول را از تأمین کننده خارجی تأمین می کند. به طور مشابه نیز تأمین کننده داخلی ۵۰ واحد از محصول دوم را نیز از طریق برون سپاری تأمین می کند. برای فهم بیشتر مسئله مثال مورد نظر را بر روی شکل زنجیره تحلیل می نماییم. با توجه به مثال بررسی شده بر روی شکل زنجیره و مشاهده نتایج درمی یابیم که مدل ارائه شده دارای نتایج منطقی است.



شکل (۲). بررسی مثال عددی روی شکل زنجیره

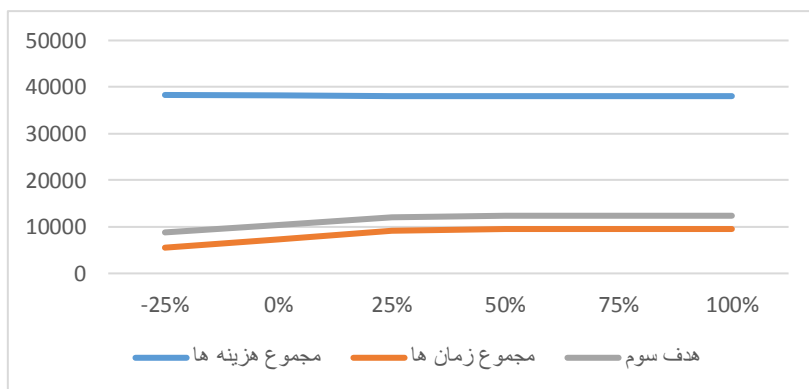
۶-تحلیل یافته ها

با بررسی نتایج حاصل از کد کردن مدل و حل آن با نرم افزار GAMS و سولور CPLEX درمی یابیم که هرچه تقاضای محصولات افزایش یابد زمان و هزینه نیز به نسبت افزایش می یابد.



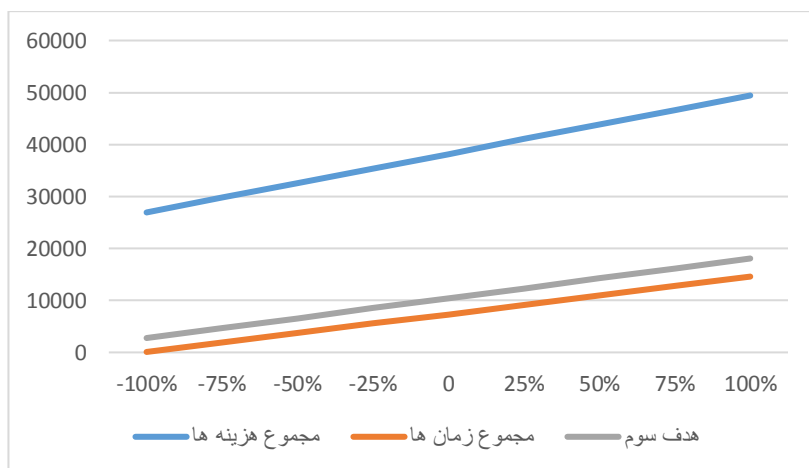
نمودار (۱) بررسی اثر تقاضا بر مقادیر توابع هدف

در نمودار ۱، مثال مورد نظر را با تغییر ۲۵ درصدی هر بار تقاضا بررسی کردیم تغییرات مجموع هزینه‌ها و زمان‌ها و هدف سوم که همان هدف اول و دوم است که با روش ترکیبی آل پی متریک و مجموع وزنی به یک هدف تبدیل شده را بررسی کردیم. طبق بررسی‌های انجام شده دریافتیم که هرچه تقاضا بیشتر می‌شود مجموع هزینه‌ها و زمان‌ها نیز بیشتر می‌شود در نتیجه هدف سوم نیز بیشتر می‌شود.



نمودار (۲) بررسی اثر تغییر ظرفیت تولید کننده داخلی بر مقادیر توابع هدف

در نمودار ۲، مثال مورد نظر را با ثابت بودن سایر پارامترها و تغییر ۲۵٪ هر بار ظرفیت تولید کننده داخلی مقادیر تابع هدف که شامل مجموع هزینه‌ها، مجموع زمان‌ها و هدف سوم که با استفاده از روش آل پی متریک و مجموع وزنی به دست آمده را بررسی کردیم. طبق بررسی انجام شده و نمودار رسم شده دریافتیم با افزایش ظرفیت تولید کننده داخلی مجموع هزینه‌ها و مجموع زمان‌ها افزایش می‌یابند.



نمودار (۳) بررسی اثر تغییر هزینه و زمان تولید محصولات داخلی بر مقادیر توابع هدف

در نمودار ۳ مثال مورد نظر را با ثابت بودن سایر متغیرها و تغییر ۲۵٪ هر بار هزینه و زمان تولید محصولات توسط تأمین کننده داخلی دریافتیم که با افزایش هزینه و زمان تولید محصول در داخل، مجموع زمان‌ها و مجموع هزینه‌ها و هدف سوم که از روش ترکیبی آل پی متریک و مجموع وزنی به دست آمده افزایش می‌یابند.

۷- نتیجه گیری

در این مقاله به منظور ایجاد هماهنگی در تهیه و توزیع اقلام امدادی در شرایط بحران برای اینکه با حداقل هزینه و در سریع ترین زمان امداد رسانی صورت گیرد یک مدل ریاضی را ارائه دادیم. برای ایجاد این هماهنگی از قرارداد انعطاف پذیری کمیت بین سازمان امداد و تأمین کننده داخلی استفاده نمودیم. نتایج نشان می دهد که امضای قرارداد بین تأمین کننده داخلی و سازمان امداد می تواند منجر به رضایت بیشتر تقاضا در شرایط بحران یا کاهش موارد استفاده نشده بعد از بحران شود. همچنین مشاهده کردیم که در صورت ناکافی بودن ظرفیت تولید داخل برای یک محصول آن محصول را از تأمین کننده خارجی تأمین می کنیم. در واقع استفاده از برون سپاری می تواند باعث امداد رسانی سریع تر شود. در این پژوهش یک زنجیره تأمین چهار سطحی برای تأمین و توزیع چند محصول را ارائه دادیم. برای تحلیل مدل ارائه شده آن را با چند مثال آزمایش کردیم و آنها را در سیستمی با ویندوز ۱۰ و در نرم افزار GAMS و با سولور CPLEX در ۰,۰۳۱ ثانیه حل کردیم و با مشاهده نتایج در یافتیم که نتایج حاصل از مدل منطقی می باشند.

تحقیقات آتی

به عنوان یک تحقیق در آینده می توانیم از سایر قراردادها مانند قرارداد تخفیف و قرارداد تقسیم هزینه و... برای ایجاد هماهنگی استفاده کنیم. به عنوان نوآوری دیگر برای نزدیک شدن شرایط مسئله به واقعیت می توانیم تقاضا و ظرفیت تولید کننده را غیرقطعی در نظر بگیریم.

منابع

- [۱] نخعی نژاد، مهدی و صدری، علی. (۱۳۹۶) توسعه مدل چندهدفه برنامه ریزی تولید-توزیع محصولات فاسدشدنی با در نظر گرفتن مدیریت موجودی توسط فروشنده. دانشگاه علم و هنر یزد، دانشکده علوم مهندسی.
- [۲] ابراهیمی نسب، حیدری، جعفر، طالعی زاده، عطاالله. (۲۰۱۷) هماهنگ سازی سیاست های سفارش دهی و تولید در مدل روزنامه فروش دوسطحی تحت قرارداد انعطاف مقداری. نشریه پژوهش های مهندسی صنایع در سیستم های تولید، ۱۳۱-۱۱۹.
- [۳] توکلی مقدم رضا، علینقیان مهدی، سلامت بخش علیرضا. (۱۳۹۲) ارائه و حل مدل برنامه ریزی ریاضی جدید برای مسیریابی وسائط نقلیه در حالت رقابتی. یک مطالعه موردی، پژوهشنامه حمل و نقل ۶(۴)، ۳۱۱-۳۲۳.
- [۴] ملکی اردستان، محمدرضا و کاوش تهرانی، مسعود و مزنگی علی آباد، احمد، ۱۳۹۲، بهینه سازی لیزر میکروچیپ Nd:YAG/Cr+۴:YAG کلیدزنی Q شده ناکتابا استفاده از روش ال پی متریک و زنده دار، سومین همایش ملی مهندسی اپتیک و لیزر ایران، اصفهان، <https://civilica.com/doc/۲۲۳۸۱۹>.

[۵] <https://www.tabnak.ir/fa/news/۹۶۶۰۱۶/>.

- [۶] Heydari, J, Govindan, K, Nasab, H. R. E, & Taleizadeh, A. (۲۰۲۰). A Coordination by quantity flexibility contract in a two-echelon supply chain system: effect of outsourcing decisions. *International Journal of Production Economics*, ۲۲۰, ۱۰۷۵-۱۰۸۶.
- [۷] Torabi, S. A, Shokr, I, Tofighi, S, & Heydari, J. (۲۰۱۸). Integrated relief pre-positioning and procurement planning in humanitarian supply chains. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, ۱۱۳, ۱۲۳-۱۴۶.
- [۸] Chan, F. T, & Chan, H. K. (۲۰۰۶). A simulation study with quantity flexibility in a supply chain subjected to uncertainties. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, ۱۹(۲), ۱۴۸-۱۶۰.
- [۹] Kim, J. S, Park, S. I, & Shin, K. Y. (۲۰۱۴). A quantity flexibility contract model for a system with heterogeneous suppliers. *Computers & operations research*, ۴۱, ۹۸-۱۰۸.
- [۱۰] Nikkhoo, F, Bozorgi-Amiri, A, & Heydari, J. (۲۰۱۸). Coordination of relief items procurement in humanitarian logistic based on quantity flexibility contract. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, ۳۱, ۳۳۱-۳۴۰.
- [۱۱] Sinha, S, & Sarmah, S. P. (۲۰۰۷). Supply-chain coordination model with insufficient production capacity and option for outsourcing. *Mathematical and Computer Modelling*, ۴۶(۱۱-۱۲), ۱۴۴۲-۱۴۵۲.
- [۱۲] Nosoohi, I, & Nookabadi, A. S. (۲۰۱۶). Outsource planning through option contracts with demand and cost uncertainty. *European Journal of Operational Research*, ۲۵۰(۱), ۱۳۱-۱۴۲.
- [۱۳] Honarvar, M., & REZAEI, H. (۲۰۱۹). Optimal Outsourcing Strategy Determination and Pricing Model in Dual-Channel Supply Chain under Uncertainty. *production and operations management*, ۱۰(۱(۱۸)), ۱۵۵-۱۷۴. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=۶۶۳۱۰۷>
- [۱۴] Gossler, T., Sigala, I. F., Wakolbinger, T., & Buber, R. (۲۰۱۹). Applying the Delphi method to determine best practices for outsourcing logistics in disaster relief. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, ۹(۳), ۴۳۸-۴۷۴.
- [۱۵] Javalgi, R. R. G, Dixit, A, & Scherer, R. F. (۲۰۰۹). Outsourcing to emerging markets: Theoretical perspectives and policy implications. *Journal of International Management*, ۱۵(۲), ۱۵۶-۱۶۸.

^۱ Quantity flexibility contract(QFC)

^۲ <https://www.tabnak.ir/fa/news/۹۶۶۰۱۶>

^۳ Production- Distribution Planning