MODIRIAT-E-FRDA JOURNAL
ISSN ۲۲۲۸-۶۰۴۷

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

Homeyra Kord [۱] | **Parvaneh Samouei** [۲*]

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: ۵ 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. (۲۰۲٤). Coordinating in supply and distribution of relief items in humanitarian logistics based on quantity flexibility contracts and outsourcing. *Academic Librarianship and Information Research*, ٥٤ (٤), ۱-۲۰. DOI: ٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠

© The Author(s).

DOI: ٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠

نشریه مدیریت فردا
ISSN ۲۲۲۸-۶۰۴۷

هماهنگی تأمین و توزیع اقلام امدادی درلجستیک بشردوستانه بر اساس قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت و برون‌سپاری

حمیراکرد[۱]|پروانه سموئی*[۲]|

چکیده

در این پژوهش یک زنجیره تأمین چند محصولی و چهار سطحی شامل تأمین‌کنندگان (داخلی و خارجی)، سازمان‌های امدادرسان (سازمان هلال‌احمر)، نقاط تقاضا (بخش‌های مخصوص بیماران در بیمارستان) را بررسی می‌نماییم. قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت با تعیین مقدار سفارش بین سازمان امداد و تأمین‌کننده 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 برون‌سپاری می‌تواند فروش مورد انتظار زنجیره را افزایش دهد و همچنین باعث امدادرسانی سریع‌تر در شرایط بحران شود. ازاین‌رو با ارائه یک مدل ریاضی برای حداقل کردن هزینه‌ها و زمان‌ها سعی داریم تا با کمترین هزینه و در سریع‌ترین زمان امدادرسانی به آسیب دیدگان انجام دهیم. با حل مدل دریافتیم از بین پارامترهای مختلف که تابع هدف به پارامتر تقاضا و ظرفیت تولیدکننده داخلی حساسیت بیشتری نسبت به سایر پارامترهای در نظر گرفته‌شده دارد که این موضوع دقت لازم برنامه ریزان این حوزه به این پارامترها را در شرایط بحران نشان می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: قراردادانعطاف پذیری کمیت(QFC)[۱]، هماهنگی، برونسپاری

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۵/۸ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۱/۱۶

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

[۲] استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، 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 بیولوژیک بالقوه برای جنگ عنوان‌شده‌اند[۲]. 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 بیش‌ازحد 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 مرگ‌ومیرهای ناشی از نرسیدن اقلام امدادی مثل واکسن، خون و... شود. تأمین‌کننده نیز اگر مقدار زیادی کالای امدادی تهیه کند ممکن است همهٔ کالاهای تهیه‌شده بفروش نرسند در این صورت با هزینه انبارداری ویل 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 وهم از میزان پس‌انداز بهره ببرد. ادغام استراتژی برون‌سپاری باسیاست سفارش انعطاف‌پذیر باعث می‌شود تا از هزینه‌های اضافی جلوگیری شود، ازاین‌رو در این مقاله به ادغام استراتژی برون‌سپاری باسیاست سفارش انعطاف‌پذیر در شرایط بحران برای تهیه و توزیع اقلام امدادی پرداخته‌شده است. یک زنجیره تأمین دوسطحی با یک محصول و دو عضو، ازجمله 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 بیش‌ازحد 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- مرورادبیات

دو موضوع مهم مسائل بهینه‌سازی در زنجیره تأمین، برنامه‌ریزی تولید و توزیع[۳] 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 ونیز انعطاف‌پذیری در برابر تغییر تقاضا و بهبود خدمت‌رسانی به مصرف‌کنندگان در زنجیره تأمین را محدود می‌سازد، اما در صورت استفاده از دیدگاه یکپارچه‌شده یا به‌عبارت‌دیگر برنامه‌ریزی تولید -توزیع[۴] هماهنگی بین سیستم‌های تولید و توزیع منجر می‌شود و درنتیجه 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، به‌طوری‌که تعادل بین هزینه‌های تولید و توزیع و همچنین سطح رضایت مصرف‌کننده برقرار شود، نخعی نژاد وعلی صدری(۱۳۹۶). پژوهش‌های بسیاری در دهه‌های اخیر درزمینهی زنجیره تأمین انجام‌شده، اما در تعداد اندکی از قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت استفاده‌شده است به‌طور مثال، درپژوهش (Torabi et al., ۲۰۱۸) از قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت در شرایط بحرانی استفاده‌شده است. آنها یک مدل برنامه‌ریزی تصادفی مختلط مبتنی بر سناریو دومرحله‌ای 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 تأمین‌کنندگان 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 ذکرشده، 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 (خریدهای پس از فاجعه) کمک می‌کرد.

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 قابل‌بحث 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 انعطاف مقداری 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 انعطاف مقداری ارائه دادند. (Kim et al.,۲۰۱۴)، یک قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت را بیان کردند که از طریق دو یا چند تأمین‌کننده ناهمگن به‌صورت دوره‌ای یک نوع محصول واحد را همان‌طور که در قرارداد قول داده‌شده 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 دریک افق برنامه‌ریزی، شروع می‌کرد. (Nikkhoo et al.,۲۰۱۸)، یک قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت برای ایجاد هماهنگی در زنجیره امداد ارائه دادند. زنجیره امداد موردبررسی 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 حمل‌ونقل 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 نه‌تنها می‌تواند منجر به رضایت بیشتر تقاضا در شرایط فاجعه شود بلکه باعث کاهش موارد استفاده‌نشده پس از حملات فاجعه می‌شود. (Sinha & ۲۰۰۷ Sarmah,)، یک زنجیره تأمین دومرحله‌ای درصورتی‌که ظرفیت تولیدکننده کمتر از تقاضای مشتریان است ارائه دادند که تأمین‌کننده برای جبران هزینه فروش ازدست‌رفته 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 امدادرسانی بلایا تحقیق کردند. آنها چشم‌اندازی برای برون‌سپاری در عملیات بشردوستانه ارائه دادند. (gavalgi et al.,۲۰۰۹)، بیان کردند در طول چند دهه گذشته، اقتصادهای

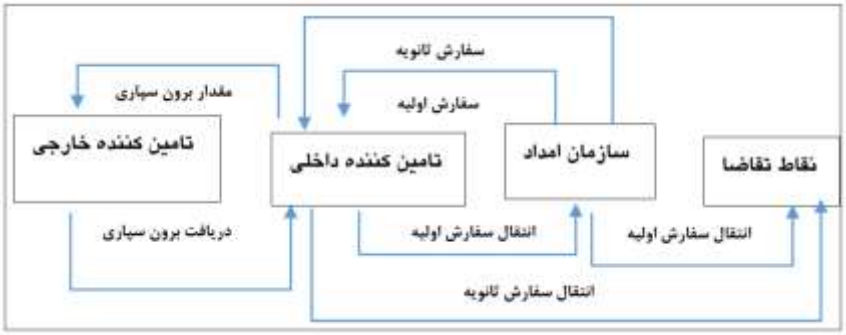
دنیا به‌طور فزاینده‌ای به یکدیگر وابسته شده‌اند و سازمان‌ها تحت‌فشارهای زیادی برای بیشینه‌سازی بهره‌وری و سودآوری خود قرارگرفته‌اند. خلق ارزش از طریق برون‌سپاری به‌عنوان یک استراتژی رقابتی رایج برای بنگاه‌ها در اندازه‌های مختلف و در همه انواع مختلف صنایع پدیدار گشته است. بنگاه‌ها برای بقاء در بازارهای داخلی و خارجی در پی یافتن فرصت‌هایی برای برون‌سپاری هستند. (Heydari et al.,۲۰۱۹) یک زنجیره تأمین دو پله‌ای با یک محصول و دو عضو، ازجمله 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 استفاده‌نشده 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. درواقع 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 امدادرسانی 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 امدادرسانی سریع‌تر سفارش‌های ثانویه به‌طور مستقیم از تأمین‌کننده داخلی به نقاط آسیب‌دیده حمل می‌شوند. درصورتی‌که تقاضا بیشتر از ظرفیت تولیدکننده داخلی باشد، تولیدکننده داخلی بخشی از سفارش‌های را که ظرفیت تولیدشان را ندارد به تأمین‌کننده خارجی می‌سپارد. درصورتی‌که 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 خریداری‌نشده می‌پردازد، همچنین در این

شرایط اگر تقاضا کمتر از حداقل تعهد سازمان امداد باشد سازمان امداد هزینه نگهداری می‌پردازد. در مسئله موردنظر هدف اول حداقل کردن هزینه‌ها است که هزینه‌های ما شامل هزینه خرید اقلام برون‌سپاری شده توسط تأمین‌کننده داخلی، هزینه حمل از تأمین‌کننده خارجی به تأمین‌کننده داخلی، هزینه تولیدات تأمین‌کننده داخلی، هزینه حمل از تأمین‌کننده داخلی به نقاط تقاضا، هزینه خرید سفارش‌های توسط سازمان امداد، هزینه حمل سفارش‌های از تأمین‌کننده داخلی به سازمان امداد، هزینه نگهداری موجودی در سازمان امداد، هزینه نگهداری موجودی در تأمین‌کننده داخلی و هزینه حمل سفارش‌های از سازمان امداد به نقاط تقاضا است. هدف دوم امدادرسانی سریع‌تر است که با حداقل کردن زمان این هدف را مطرح می‌کنیم. زمان‌ها شامل زمان‌های تولید و زمان حمل‌ونقل می‌باشد. محدودیت اول مربوط به ظرفیت تولیدکننده داخلی است که نشان می‌دهد تأمین‌کننده داخلی حداقل به‌اندازه ظرفیت خود متعهد می‌شود. محدودیت دوم مقدار برون‌سپاری 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 تولیدکننده داخلی باشد حتماً تقاضا بیشتر از سفارش اولیه سازمان امداد نیز است. محدودیت ششم و هفتم نشان‌دهنده شرایط بیشتر بودن تقاضا از ظرفیت تولیدکننده داخلی است. محدودیت هشتم نشان می‌دهد که قسمتی از سفارش ثانویه می‌تواند از طریق تأمین‌کننده 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 دوازده و سیزده 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 تأمین‌کننده به سازمان غیردولتی ارسال می‌شود و پس از حمله به فاجعه، اقلام مستقیماً از سازمان غیردولتی به مناطق آسیب‌دیده ارسال می‌شود. بااین‌حال، اگر تقاضا بیش از اقلام پیش تعیین‌شده باشد، اقلام خریداری‌شده مستقیماً از تأمین‌کنندگان به مناطق آسیب‌دیده حمل می‌شوند.

۲. در مرحله پس از فاجعه، هزینه‌های حمل‌ونقل از تأمین‌کننده به مناطق آسیب‌دیده همیشه بیشتر از هزینه حمل‌ونقل از تأمین‌کننده به سازمان امداد و از سازمان امداد به مناطق آسیب‌دیده است.

۳. ظرفیت تولیدکننده داخلی بیشتر از حداکثر تعهد تأمین‌کننده داخلی است.

مطابق بیشینه پژوهش انجام‌شده دریافتیم که تنها پژوهشی که از قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت و برون‌سپاری باهم استفاده نموده است پژوهش(Heydari et al.,۲۰۱۹) است با این تفاوت که آنها از قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت و برون‌سپاری در زنجیره تجاری استفاده نموده‌اند و زمان و هزینه حمل‌ونقل هم لحاظ نکرده‌اند، درحالی‌که ما از قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت و برون‌سپاری باهم در شرایط بحران با درنظرگرفتن زمان و هزینه حمل‌ونقل استفاده نمودیم. در پژوهش ما این فرض وجود دارد که ظرفیت تولیدکننده داخلی حداقل به‌اندازه حداکثر تعهد این تأمین‌کننده است، ولی در مقاله پایه مطرح‌شده که تأمین‌کننده می‌تواند مقداری از تعهدات خود را از تأمین‌کننده خارجی تهیه کند. در مقاله پایه مطرح‌شده که مجموع سفارش‌های اولیه و ثانویه نباید بیشتر از حداکثر تعهد تأمین‌کننده داخلی باشد، اما در پژوهش ما مجموع سفارش‌های اولیه و ثانویه حداکثر به‌اندازه تقاضای مناطق آسیب‌دیده است. در مقاله آقای حیدری و همکاران با توجه به اینکه زنجیره موردبررسی یک زنجیره تجاری است هدف حداکثر کردن سود تأمین‌کننده و خرده‌فروش می‌باشد. آنها با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی سود مورد انتظار تأمین‌کننده و خرده‌فروش را به دست آوردند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت و برون‌سپاری سود مورد انتظار زنجیره و سود تأمین‌کننده و سود خرده‌فروش را افزایش می‌دهد. در این پژوهش ما یک مدل ریاضی دو هدفه که هدف اول حداقل کردن مجموع هزینه‌ها و هدف دوم حداقل کردن مجموع زمان‌ها می‌باشد را ارائه می‌دهیم سپس با استفاده از روش تک هدفه کردن ترکیبی ال‌پی‌متریک و مجموع وزنی آن را تک هدفه می‌کنیم و با توجه به قطعی بودن شرایط، مسئله را در نرم‌افزار GAMS و با سولور CPLEX حل می‌کنیم.

٤- روش شناسی تحقیق

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

٤-١- مدل ریاضی

مجموعه‌ها

P نقاط تقاضا (آسیب دیدگان)

F نوع محصول

اندیس‌ها

in تأمین‌کننده داخلی

ext تأمین‌کننده خارجی

Ngo سازمان امداد

پارامترها

V_f قیمت خرید محصول f از تأمین‌کننده خارجی

W_f قیمت خرید محصول f توسط سازمان امداد

C^{in}_{f}هزینه تولید محصول f توسط تأمین‌کننده داخلی

S_{ext}^{in}هزینه حمل‌ونقل از تأمین‌کننده خارجی به تأمین‌کننده داخلی

S_{p}هزینه حمل‌ونقل از تأمین‌کننده داخلی به نقاط تقاضا

S_{ngo}هزینه حمل‌ونقل از تأمین‌کننده داخلی به سازمان امداد

$S_{ngo\ p}$هزینه حمل‌ونقل از سازمان امداد به نقاط تقاضا

I_fهزینه نگهداری محصول f در انبار تأمین‌کننده داخلی

T_{ext}زمان حمل‌ونقل از تأمین‌کننده خارجی به تأمین‌کننده داخلی

$T_{in\ f}$زمان تولید محصول f توسط تأمین‌کننده داخلی

T_{ngo}زمان حمل‌ونقل از تأمین‌کننده داخلی به سازمان امداد

T_pزمان حمل‌ونقل از تأمین‌کننده داخلی به نقاط تقاضا

$T_{ngo\ p}$زمان حمل‌ونقل از سازمان امداد به نقاط تقاضا

h_fهزینه نگهداری محصول f در انبار سازمان امداد

D_fتقاضای محصول f در مناطق آسیب‌دیده

N_fظرفیت تولید محصول f توسط کننده داخلی

α پارامتر تنظیم روبه بالا در قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت

β پارامتر تنظیم روبه پایین در قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت

متغیرها

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

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

X_f یک متغیر صفرویک که اگر تقاضای محصول **f** بیشتراز حداقل تعهد سازمان امداد برای محصول **f** باشد یک درغیر این صورت صفر می‌شود.

$\mathbf{q}_{f}$ سفارش اولیه سازمان برای محصول **f**

Mo_fمقدار محصول f که از طریق برون‌سپاری تأمین می‌شود.

مدل غیرخطی

$$Minz_1=\Sigma_f(v_f.Mo_f+s^{in}_{ext}.Mo_f+c^{in}_f.N_f.k_f.y_f+c^{in}_f.D_f.k_f.(1-y_f)+c^{in}_f.(1+\alpha)q_f+s_{p1}.[D_f-(1+\alpha)q_f].k_f+w_f.D_f.k_f+w_f.D_f.x_f.(1-k_f).(1-y_f)+w_f.(1-\beta)q_f.(1-k_f).(1-x_f)+s_{ngo1}.(1+\alpha)q_f.k_f+s_{ngo1}.(1-\beta)q_f.(1-k_f)+h_f.[(1-\beta)q_f-D_f].(1-k_f).(1-x_f)+I_f.[(1+\alpha).(1-k_f).(1-x_f)+I_f.[(1+\alpha)q_f-D_f].x_f.(1-k_f).(1-y_f)+s_{ngo\ p}.(1+\alpha)q_f.k_f)) \quad (۱)$$

$$Minz_2=\Sigma_f(T^{ext}.y_f+T^{in}_f.N_f.k_f.y_f+T^{in}_f.D_f.k_f.(1-y_f)+T^{in}_f.(1+\alpha)q_f.(1-k_f)+T.x_f) \quad (۲)$$

$$N_f\geq(1+\alpha)q_f \quad \forall f \quad (۳)$$

$$Mo_f=(D_f-N_f).y_f \quad \forall f \quad (۴)$$

$$D_f+bigM.(1-k_f)\geq q_f \quad \forall f \quad (۵)$$

$$D_f-bigM.k_f\leq q_f \quad \forall f \quad (۶)$$

$$Y_f\leq k_f \quad \forall f \quad (۷)$$

$$D_f+bigM(1-y_f)\geq N_f \quad \forall f \quad (۸)$$

$$D_f-bigM.y_f\leq N_f \quad \forall f \quad (۹)$$

$$[D_f-(1+\alpha)q_f].k_f\leq Mo_f.y_f+N_f \quad \forall f \quad (۱۰)$$

$$q_f\geq q0_f \quad \forall f \quad (۱۱)$$

$$D_f+bigM.(1-x_f)\geq(1-\beta)q_f \quad \forall f \quad (۱۲)$$

$$D_f-bigM.x_f\leq(1-\beta)q_f \quad \forall f \quad (۱۳)$$

$$x_f\geq k_f \quad \forall f \quad (۱۴)$$

$$x_f\geq y_f \quad \forall f \quad (۱۵)$$

$$x_f,y_f,k_f\in\{0,1\} \quad \forall f \quad (۱۶)$$

$$Mo_f,q_f\geq 0 \quad \forall f \quad (۱۷)$$

خطی سازی مدل

مدل ارائه‌شده غیرخطی بوده و به دلیل آنکه مدل‌های غیرخطی سخت تراز مدل‌های خطی حل می‌شوند. در این قسمت تلاش شده تا با خطی سازی عبارت‌های غیرخطی موجود در مدل، مدل ارائه‌شده خطی شود. به‌طورکلی سه نوع عبارت غیرخطی 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 (توابع هدف و محدودیت ۱۰). حالت سوم سه متغیر باینری در هم ضرب شده‌اند.

I. خطی سازی ضرب دو متغیر صفر و یک

فرض کنید $z=x_1*x_2$ حاصل‌ضرب دو متغیر صفر و یک باشد. به‌بیان‌دیگر 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 غیرخطی را در مدل به یک سری قیود خطی تبدیل کرد(توکلی مقدم وهمکاران (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 $z = x_1 * x_2 * x_3$ حاصل‌ضرب سه متغیر صفر و یک باشد. وقتی z یک می‌شود که هر سه متغیر یک شوند در غیر این صورت مقدار صفر می‌گیرند. با بهره‌گیری از قیدهای کمکی می‌توان غیرخطی 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 دریک متغیر پیوسته x_2 باشد. در این صورت وقتی متغیر باینری مقدار یک می‌گیرد متغیر z مقداری برابر با مقدار متغیر پیوسته خواهد گرفت و در غیر این صورت مقدار صفر می‌گیرد برای خطی سازی این عبارت از سه قید به‌صورت زیر استفاده می‌گردد.

$$z \leq x_2$$

$$z \leq M * x_1$$

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

$$z \geq 0$$

در مدل موردنظر با توجه به وجود عبارت‌های غیرخطی در اهداف طبق مباحث مطرح‌شده در مورد ضرب دو متغیر باینری، متغیرهای پیوسته $t_f, E_f, landa_f, Gama_f$ و برای خطی کردن ضرب سه متغیر باینری متغیر پیوسته A_f وبرای خطی کردن ضرب متغیر باینری در پیوسته با توجه به مباحث مطرح‌شده 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 (۱-۲) تا (۱-۱۸)برای خطی سازی هدف اول استفاده‌شده است. هدف دوم به‌صورت عبارت (۲-۱)بازنویسی و از قیدهای (۲-۲) تا (۲-۶) برای خطی سازی هدف دوم استفاده‌شده است. قید (۱۰) به‌صورت قیدهای (۱۰-۱) تا (۱۰-۳)بازنویسی شده است. سایر بخش‌های مدل غیرخطی یعنی قید (۱) تا (۹) و قید (۱۱) تا (۱۷) که نیاز به خطی سازی نداشتند بدون تغییر در مدل قرار می‌گیرند. قید (۱۸) نیز وضعیت متغیرهای خطی سازی را مشخص می‌کند.

با این شرایط مدل ریاضی به شکل زیر تغییر می‌یابد.

$$\begin{aligned}\text{Min } z_1 = \Sigma_f (v_f.Mo_f + s^{in}_{ext}.Mo_f + C^{in}_f.N_f.t_f + C^{in}_f.D_f.E_f + C^{in}_f. \\ (1+\alpha).u_f + s_{p1}.[D_f.k_f - (1+\alpha).g_f] + W_f.D_f.k_f + W_f.D_f.A_f + W_f. \\ (1-\beta).B_f + s_{ngo1}.(1+\alpha)q_f\ s_{ngo1}.(1-\beta)g_f + h_f.[(1-\beta)B_f - D_f.\gamma_f] + \\ I_f.[(1+\alpha)-(1-\beta)].B_f + I_f.[(1+\alpha).\lambda_f - D_f.A_f] + s_{ngo\ p}.(1+\alpha).g_f +\end{aligned}$$

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

$$\text{Min } z_2=\Sigma_f(T^{ext}.y_f+T^{in}_f.N_f.t_f+T^{in}_f.D_f.E_f+T^{in}_f.(1+\alpha).u_f+T^p.x_f) \quad (۱-۲)$$

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

٤-۲- روش حل

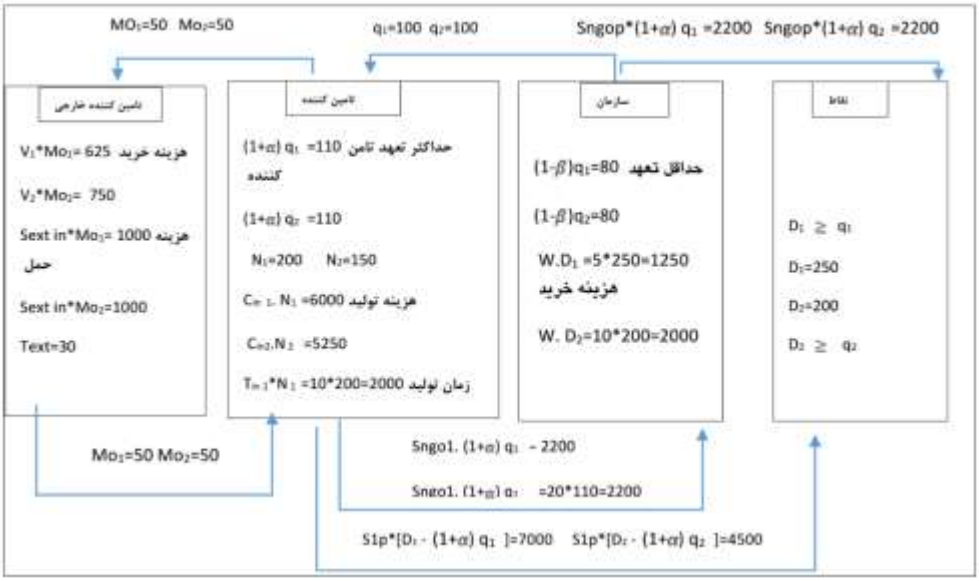
برای حل مدل دو هدفه از روش تک هدفه کردن ادغام روش آل پی متریک و مجموع وزنی ساده طبق فرمول(۱۹) استفاده کردیم که در آن zz_1 و zz_2مقدار بهینه به‌دست‌آمده از حل مدل در حالت‌های تک هدفه می‌باشند که در این پژوهش با نرم یک که حالت خطی دارد به مدل‌سازی و کد نویسی در گمز پرداختیم و هرچه این نرم‌ها بالاتر رود مدل را غیرخطی می‌کند، ملکی وهمکاران (۱۳۹۲).

$$\text{Min } h=W_1*((zz_1-z_1)/zz_1)+W_2*((zz_2-z_2)/zz_2) \quad (۱۹)$$

۵. مثال عددی

درزمان وقوع یک فاجعه سازمان امداد قبل از مشخص شدن تقاضای واقعی مناطق آسیب‌دیده به‌اندازه ۱۰۰ واحد از محصول یک و ۱۰۰ واحد از محصول دو سفارش می‌دهد. با توجه به پارامترهای تنظیم در قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت یعنی $\beta=$۰,۲و $\alpha=$۰,۱ تأمین‌کننده داخلی به‌اندازه حداکثر تعهد خود تولید می‌کند و سازمان

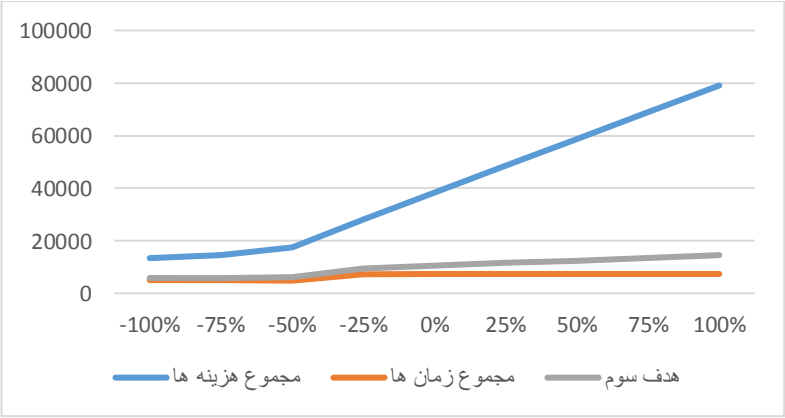
امداد نیز به‌اندازه حداقل تعهد خود کالا از تأمین‌کننده داخلی خرید می‌کند. ظرفیت تولیدکننده داخلی برای محصول اول ۲۰۰ واحد و برای محصول دوم ۱۵۰ واحد است. تقاضا برای محصول اول ۲۵۰ واحد و برای محصول دوم ۲۰۰ واحد است. با توجه به اینکه تقاضای محصول اول ۵۰ واحد از ظرفیت تولیدکننده داخلی برای محصول اول بیشتر است پس تأمین‌کننده داخلی ۵۰ واحد از محصول اول را از تأمین‌کننده خارجی تأمین می‌کند. به‌طور مشابه نیز تأمین‌کننده داخلی ۵۰ واحد از محصول دوم را نیز از طریق برون‌سپاری تأمین می‌کند. برای فهم بیشتر مسئله مثال موردنظر را بر روی شکل زنجیره تحلیل می‌نماییم. با توجه به مثال بررسی‌شده بر روی شکل زنجیره و مشاهده نتایج درمی‌یابیم که مدل ارائه‌شده دارای نتایج منطقی است.



شکل(۲). بررسی مثال عددی روی شکل زنجیره

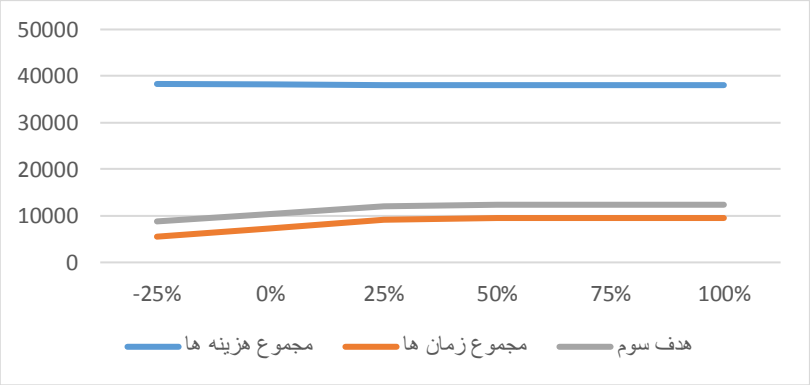
٦-تحلیل یافته ها

با بررسی نتایج حاصل از کد کردن مدل و حل آن با نرم‌افزار GAMS و سولور CPLEX درمی‌یابیم که هرچه تقاضای محصولات افزایش یابد زمان و هزینه نیز به نسبت افزایش می‌یابد.



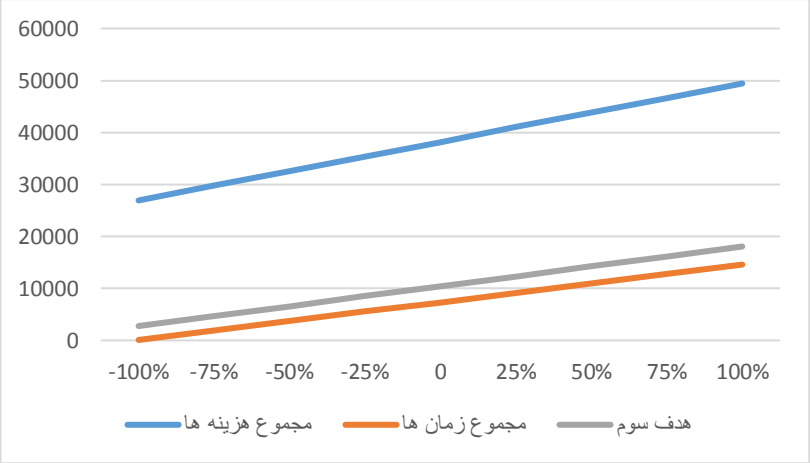
نمودار(۱) بررسی اثر تقاضا بر مقادیر توابع هدف

درنمودار ۱، مثال موردنظر 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 تبدیل‌شده را بررسی کردیم. طبق بررسی‌های انجام‌شده دریافتیم که هرچه تقاضا بیشتر می‌شود مجموع هزینه‌ها و زمان‌ها نیز بیشتر می‌شود درنتیجه هدف سوم نیز بیشتر می‌شود.



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

در نمودار ۲، مثال موردنظر را با ثابت بودن سایر پارامترها و تغییر ۲۵٪ هر بار ظرفیت تولیدکننده داخلی مقادیر تابع هدف که شامل مجموع هزینه‌ها، مجموع زمان‌ها و هدف سوم که با استفاده از روش آل پی متریک و مجموع وزنی به‌دست‌آمده را بررسی کردیم. طبق بررسی انجام‌شده و نمودار رسم شده دریافتیم با افزایش ظرفیت تولیدکننده داخلی مجموع هزینه‌ها و مجموع زمان‌ها افزایش می‌یابند.



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

در نمودار ۳ مثال موردنظر را با ثابت بودن سایر متغیرها و تغییر ۲۵٪ هر بار هزینه و زمان تولید محصولات توسط تأمین‌کننده 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 به‌دست‌آمده افزایش می‌یابند.

۷- نتیجه گیری

در این مقاله به‌منظور ایجاد هماهنگی در تهیه و توزیع اقلام امدادی در شرایط بحران برای اینکه با حداقل هزینه و در سریع‌ترین زمان امدادرسانی صورت گیرد یک مدل ریاضی را ارائه دادیم. برای ایجاد این هماهنگی از قرارداد انعطاف‌پذیری کمیت بین سازمان امداد و تأمین‌کننده داخلی استفاده نمودیم. نتایج نشان می‌دهد که امضای قرارداد بین تأمین‌کننده داخلی و سازمان امداد می‌تواند منجر به رضایت بیشتر تقاضا در شرایط بحران یا کاهش موارد استفاده‌نشده بعد از بحران شود. همچنین مشاهده کردیم که در صورت ناکافی بودن ظرفیت تولید داخل برای یک محصول آن محصول را از تأمین‌کننده خارجی تأمین می‌کنیم. درواقع استفاده از برون‌سپاری می‌تواند باعث امدادرسانی سریع‌تر شود. در این پژوهش یک زنجیره تأمین چهار سطحی برای تأمین و توزیع چند محصول را ارائه دادیم. برای تحلیل مدل ارائه‌شده آن را با چند مثال آزمایش کردیم و آنها را در سیستمی با ویندوز ۱۰ و در نرم‌افزار GAMS و با سولور CPLEX در ۰,۰۳۱ ثانیه حل کردیم و با مشاهده نتایج دریافتیم که نتایج حاصل از مدل منطقی می‌باشند.

تحقیقات آتی

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

منابع

[۱]نخعی نژاد، مهدی و صدری، علی. (۱۳۹٦) توسعه مدل چندهدفه برنامه‌ریزی تولید -توزیع محصولات فاسدشدنی با درنظر گرفتن مدیریت موجودی توسط فروشنده . دانشگاه علم و هنر یزد، دانشکده علوم مهندسی.

[۲]ابراهیمی نسب، حیدری، جعفر، طالعی زاده، عطاالله.(۲۰۱۷) هماهنگ سازی سیاست‌های سفارش دهی و تولید در مدل روزنامه فروش دوسطحی تحت قرارداد انعطاف مقداری .نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید،۱۳۱-۱۱۹.

[۳]توکلی مقدم رضا، علینقیان مهدی، سلامت بخش علیرضا. (۱۳۹۲)ارائه و حل مدل برنامه‌ریزی ریاضی جدید برای مسیریابی وسائط نقلیه در حالت رقابتی. یک مطالعه موردی، پژوهشنامه حمل و نقل ٦(٤)، ۳۲۳-۳۱۱.

[٤]ملکی اردستان، محمدرضا و کاوش تهرانی، مسعود و مزنگی علی آباد، احمد،۱۳۹۲، بهینه‌سازی لیزرمیکروجیپ Nd:YAG/Cr+٤:YAG کلیدزنی Q شده‌ناکنابا استفاده‌ازروش‌ال‌پی‌متریک‌وزندار، سومین همایش ملی مهندسی اپتیک‌ولیزرایران، اصفهان، https://civilica.com/doc/۲۲۳۸٦۹.

[٥] https://www.tabnak.ir/fa/news/۹٦٦۰۱٦/.

[٦] Heydari, J, Govindan, K, Nasab, H. R. E, & Taleizadeh, A.(٢٠٢٠) .A.Coordination by quantity flexibility contract in a two-echelon supply chain system: effect of outsourcing decisions. International Journal of Production Economics, ٢٢٥, ١٠٧٥٨٦.

[٧] Torabi, S. A, Shokr, I, Tofighi, S, & Heydari, J.(٢٠١٨).Integrated relief pre-positioning and procurement planning in humanitarian supply chains. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, ١١٣, ١٢٣-١٤٦.

[٨] Chan, F. T, & Chan, H. K.(٢٠٠٦).A simulation study with quantity flexibility in a supply chain subjected to uncertainties. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, ١٩(٢), ١٤٨-١٦٠.

[٩] Kim, J. S, Park, S. I, & Shin, K. Y.(٢٠١٤). A quantity flexibility contract model for a system with heterogeneous suppliers. Computers & operations research, ٤١،٩٨-١٠٨.

[١٠] Nikkhoo, F, Bozorgi-Amiri, A, & Heydari, J. (٢٠١٨).Coordination of relief items procurement in humanitarian logistic based on quantity flexibility contract. International Journal of Disaster Risk Reduction, ٣١, ٣٣١-٣٤٠.

[١١] Sinha, S, & Sarmah, S. P.(٢٠٠٧).Supply-chain coordination model with insufficient production capacity and option for outsourcing. Mathematical and Computer Modelling, ٤٦(١١-١٢), ١٤٤٢-١٤٥٢.

[١٢] Nosoohi, I, & Nookabadi, A. S.(٢٠١٦) .Outsource planning through option contracts with demand and cost uncertainty. European Journal of Operational Research, ٢٥٠(١), ١٣١-١٤٢.

[١٣] Honarvar, M., & REZAEE, H. (٢٠١٩). Optimal Outsourcing Strategy Determination and Pricing Model in Dual-Channel Supply Chain under Uncertainty. production and operations management, ١٠(١(١٨)), ١٥٥-١٧٤. https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=٦٦٣١٠٧

[١٤] Gossler, T., Sigala, I. F., Wakolbinger, T., & Buber, R. (٢٠١٩). Applying the Delphi method to determine best practices for outsourcing logistics in disaster relief. Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, ٩(٣), ٤٣٨–٤٧٤.

[١٥] Javalgi, R. R. G, Dixit, A, & Scherer, R. F.(٢٠٠٩).Outsourcing to emerging markets: Theoretical perspectives and policy implications. Journal of International Management, ١٥(٢), ١٥٦-١٦٨.

[١] Quantity flexibility contract(QFC)
[٢] https://www.tabnak.ir/fa/news/٩٦٦٠١٦
[٣] Production- Distribution Planning