مدل چندسطحی برای مدیریت اختلال در شبکه زنجیره تأمین پایدار خدمات اورژانسی در زمان وقوع بحران (موردمطالعه: شهر تهران)

ودود جوان امانی: دکترای مدیریت صنعتی، استادیار گروه مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فیروزکوه، تهران، ایران.

حمید اکبری*: دانشجوی دکتری، گروه مدیریت دولتی، دانشکده مدیریت، مرکز تحصیلات تکمیلی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۴/۲۱ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۹/۱

چکیده

اهیمت مدیریت زنجیره تامین در سلامت و بهداشت بر کسی پوشیده نیست. لذا مراکز درمانی و بیمارستانی در زمان حوادث طبیعی و بحران ها در صورت مکان یابی صحیح می توانند خسارات جانی را تحت کنترل بیشتر در آورند. هدف از این مطالعه، پیکره بندی زنجیره تامین پایدار بخش خدمات درمانی برای تعیین مسیریابی مناسب تسهیلات درمانی است. این پژوهش با استفاده از یک مدل ریاضی سه سطحی شامل تامین کننده ها، مراکز پزشکی و نقاط تقاضا (مناطق شهر تهران)، شرایط عدم قطعیت در قالب سناریوهای مختلف را به روش بهینه سازی مطرح می کند که در آن مراکز خدمات پزشکی در سناریوهای مختلف دچار اختلال می شوند. کاربرد این مدل بر روی مطالعه موردی برگرفته از داده های مرکز اورژانس شهر تهران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج عددی نشان دهنده درست و منطقی بودن نتایج حاصل از مدل ریاضی است. در این شرایط می توان این مدل را برای شبکه های مختلف تحت اختلال مورد بررسی و مقایسه قرار داد. در نهایت، نتایج حاصله از پیاده سازی مدل و آزمایش های تحلیل حساسیت های مسیریابی تسهیلات به همراه نقاط تقاضا و محدودیت های آن ارائه شده است.

کلید واژه ها: شبکه زنجیره تامین، مسیر یابی تسهیلات، مدیریت اختلال، خدمات اورژانسی، عدم قطعیت.

Multilevel Model for Disruption Management in Sustainable Supply Chain of Emergency Network in times of Crisis (Case Study: Tehran)

Vadood Javan Amani[1] , Hamid Akbari *[2]

Abstract

The importance of supply chain management in health is not hidden from anyone. Therefore, medical centers and hospitals in times of natural disasters and crises, if located correctly, can further control the loss of life. The purpose of this study is to configure the sustainable supply chain of the health care sector to determine the appropriate routing of medical facilities. This study uses a three-level mathematical model including suppliers, medical centers and demand points (areas of Tehran), the conditions of uncertainty in the form of different scenarios by optimization method in which medical service centers in Different scenarios are disrupted. The application of this model was investigated by a case study taken from the data of Tehran Emergency Center. Numerical results indicate the correctness and logic of the results of the mathematical model. In this case, this model can be studied and compared for different networks under disruption. Finally, the results of the implementation of the model and experiments of analysis of facility routing sensitivities along with demand points and its limitations are presented.

Key Words: Supply Chain Network, Facility Routing, Disruption Management, Emergency Services, Uncertainty.

1PhD in Industrial Administration, Assistant Professor, Management Department, Islamic Azad University, Firuzkooh Branch, Tehran, Iran.
2PhD Student, Department of Public Administration,, Management Faculty, High Education Center, Payame Noor University, Tehran, Iran.

زنجیره تأمین یک سیستم یکپارچه از تجهیزات و فعالیت‌های به هم مرتبط است که در ارتباط با فرایند و انتقال محصولات و توزیع آنها بین مشتریان است. یک زنجیره تأمین شامل همه مراحل مستقیم و غیرمستقیم در برآورده‌سازی درخواست یک مشتری نقش دارند. مدیریت زنجیره تأمین شامل مدیریت جریان مواد و اطلاعات از تأمین‌کنندگان و خریداران مواد خام تا مشتری نهایی است. شبکه‌ای از نهادهایی که در تولید و تحویل یک محصول تمام شده تا مشتری نهایی درگیر می‌شوند، زنجیره تأمین نامیده می‌شود. هدف این است که همه افراد در زنجیره با یکدیگر همکاری کنند تا هزینه کلی کاهش‌یافته و کیفیت و سرعت تحویل محصولات و خدمات بهبود یابد. مشکل شبکه زنجیره تأمین، تصمیمات استراتژیکی از جمله تعیین تعداد، محل و ظرفیت امکانات موردنیاز برای ارائه خدمات به شیوه‌ای به‌موقع و کارآمد است. برای درنظرگرفتن عدم‌قطعیت پارامترها به‌ویژه الزامات مهم مانند تقاضاها، درنظرگرفتن شرایط مساعد و دلخواه و بدون توجه به اختلالات و حوادث طبیعی نتیجه قابل‌اطمینانی را حاصل نمی‌کند [۱].

دودسته از ریسک‌ها در زنجیره تأمین وجود دارد: اولی خطرات عملیاتی برآمده از حوادث کسب‌وکار است که منجر به عدم‌قطعیت‌های مؤثر در عرضه و تقاضا می‌شود و دوم خطرات اختلال است که برآمده از بلایای طبیعی و بی‌همتا مانند زمین‌لرزه، سیل، طوفان، حملات تروریستی و غیره هستند. در تمام این بحران‌ها واردشدن جراحت به انسان‌ها اجتناب‌ناپذیر است و تمام سازمان‌های امدادی، دولتی، خصوصی و نظامی کشورها یکی از اقداماتی که به‌منظور مقابله با اثرات حوادث انجام می‌دهند تأسیس مراکز امدادی و درمانی است [۲].

مهم‌ترین مسائلی که در سر راه تأسیس این مراکز وجود دارد، بررسی مکانی است که باتوجه‌به امکانات، منابع موجود، ویژگی‌های منطقه و حجم احتمالی مصدومان و مجروحان مورد گزینش قرار می‌گیرد تا به مناطق تحت پوشش خدمات ارائه نمایند، روش انتقال زخمی و آسیب‌دیده به آنجا حتی‌الامکان ساده و آسان باشد و اتلاف سرمایه پیش نیاید. همچنین بحران‌ها و حوادث حداقل آسیب را به مراکز وارد نماید و فاصله مناسب با محل وقوع جراحت و آسیب را داشته [۳].

مسئله طراحی شبکه زنجیره تأمین مواد غذایی فاسدشدنی با ریسک اختلال شامل مکان‌یابی تسهیلات، تخصیص جریان بین تسهیلات و تصمیمات مسیریابی است و به ارائه مدل سه هدف جهت کمینه‌سازی هزینه‌های عملیاتی شامل هزینه بازگشایی مراکز خدمات‌رسانی، هزینه تعمیر مسیرها در جریان اختلال و هزینه تقاضاهای برآورده نشده، کمینه‌سازی زمان پاسخ و بیشینه‌سازی قابلیت اطمینان مسیرها می‌پردازد. درستی مدل پیشنهادی از طریق حل با روش محدودیت اپسیلون در نرم‌افزار گمز بررسی می‌شود. نمونه مطالعات واقعی شامل نواحی ده‌گانه منطقه یک شهر تهران مورد آزمون قرار می‌گیرد [۴].

سید زاده قمی و جبل‌عاملی (۱۳۹۹) یک مدل بهینه‌سازی استوار برای طراحی شبکه زنجیره تأمین خدمات فوریت‌های پزشکی در شرایط اختلال ارائه می‌کنند. در این مقاله برای مواجهه با عدم‌قطعیت از رویکرد مدل‌سازی امکانی محدودیت شانس استوار استفاده و استفاده از سرویس‌های امدادی پشتیبان برای شرایط اضطراری در نظر گرفته شده است. مدل ارائه شده به کمینه‌سازی زمان انتقال می‌پردازد و برای ارزیابی و تحلیل نتایج حاصل مدل ارائه شده یک مثال واقعی از اورژانس شهر اهواز بکار گرفته شده است [۵].

اصغری زاده و همکاران (۱۳۹۸) با ترکیب ملاحظات مدیریت ریسک اختلال و پایداری (با تمرکز بیشتر بر جنبه‌های اجتماعی)، یک مدل کلی برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح آمیخته (MILP)چندهدفه برای طراحی یک شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته در شرایط اختلال تأمین مواد توسعه داده شد. شبکه زنجیره تأمین طراحی شده، زنجیره‌ای چندسطحی و چندمحصولی با حمل‌ونقل چندگانه است. رخداد تحریم به‌عنوان عامل اختلال تأمین مواد اولیه به‌صورت سناریوهای اختلال در مبادی تأمین مواد در مسئله در نظر گرفته شد. در نهایت، برای سنجش اثربخشی و کاربردی‌بودن مدل پیشنهادی، به‌عنوان یک موردمطالعه‌ی دنیای واقعی، یک شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته در صنعت تایر ایران طراحی می‌شود و روی برخی پارامترهای مهم مسئله تحلیل حساسیت صورت گرفت [۶].

شیشه بری و همکاران(۱۳۹۸) یک مدل MIP را با درنظرگرفتن خطر خرابی تسهیل برای مسئله FLNDارائه کردند. . در این مدل ابتدا هزینه‌های استقرار تسهیلات، ساخت لینک و هزینه‌های حمل‌ونقل در نظر گرفته شده است.

. سپس باتوجه‌به خطر خرابی هرکدام از تسهیلات، هزینه‌های اضافی برای تقویت سیستم اضافه می‌شود. مدل ارائه شده به دنبال کمینه‌کردن هزینه کل است. آنها برای حل مدل ابتدا با استفاده از روشی کارآمد مدل را خطی کرده و سپس با حل چندین مثال عددی توسط مدل کارایی آن ثابت شده است [۷].

کلانتر نیستانکی و مظفری (۱۳۹۷) یک مدل ریاضی به‌منظور طراحی شبکه زنجیره تأمین سه سطحی شامل تأمین‌کننده‌ها، مراکز خدمات پزشکی و نیز نقاط تقاضا ارائه می‌کنند. در این مدل ریاضی شرایط عدم‌قطعیت در قالب سناریوهای مختلف مطرح شده است و مراکز خدمات پزشکی در سناریوهای مختلف دچار اختلال می‌شوند. این اختلال تصمیم‌گیرنده را مجاب می‌کند که تأسیس مراکز خدمت‌رسانی جدید، راه‌های ارتباطی جدید و ارتقا راه‌های ارتباطی موجود را برای پشتیبانی از مراکز موجود انجام دهد. برای نمایش کاربردی‌بودن این مدل ریاضی، یک مطالعه موردی طراحی شبکه خدمات پزشکی در منطقه البرز ایران پیاده‌سازی و تحلیل شده است. نتایج حاصل شده کارایی مدل ریاضی در حل مثال‌های کاربردی را نشان می‌دهند [۸].

شفیعی نیک آبادی و همکاران (۱۳۹۶) به ارائه مدلی پویا از زنجیره تأمین خدمات سلامت بخش اورژانس بیمارستان بر اساس رویکرد پویایی‌های سیستم و تجزیه‌وتحلیل رفتار آن باتوجه‌به اثر شلاق چرمی می‌پردازند. جامعه آماری اطلاعات بیماران پذیرفته شده بیمارستان روحانی بابل در بازه زمانی ۵۰۰ ساعت به‌صورت سرشماری کامل معادل ۱۷۸۰ نفر و شامل اطلاعات بیمار، ارزیابی پرستاران، تشخیص بیماری توسط پزشک، داروهای تجویز شده است. مدل پویای زنجیره تأمین خدمات بخش اورژانس بر اساس رویکرد پویایی‌های سیستم طراحی و با آزمون‌های تایید ساختار، شرایط حدی و مقایسه با مدل‌های خانواده اعتبارسنجی شده است [۹].

کمالی و همکاران (۱۳۹۶) جهت کاهش هزینه‌های عملیاتی خدمات اورژانس پزشکی و نیز افزایش کیفیت این خدمات از تلفیق تکنیک‌های بهینه‌سازی و شبیه‌سازی برای مکان‌یابی پایگاه‌های اورژانس استفاده می‌کنند. در روش ارائه شده ابتدا با استفاده از تکنیک بهینه‌سازی، محل استقرار پایگاه‌های اورژانس مشخص می‌گردد و آمبولانس‌ها نیز به این پایگاه‌ها تخصیص می‌یابند. سپس با استفاده از تکنیک شبیه‌سازی ترکیب‌های مختلف استقرار پایگاه‌ها و تخصیص آمبولانس‌ها در محیطی پویا مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرد. روش ارائه شده با بهینه‌سازی محل استقرار پایگاه‌های اورژانس و تخصیص آمبولانس‌ها به این پایگاه‌ها، منجر به کاهش زمان پاسخ می‌شود. روش ارائه شده در شهر اصفهان اجرا می‌گردد. مقایسه نتایج به‌دست‌آمده از حل مدل پیشنهادی و سیستم فعلی، کارایی این مدل را در دنیای واقعی نشان می‌دهد [۱۰].

قمی اویلی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی مسئله طراحی شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته در شرایط ریسک تأمین می‌پردازند. در این مقاله به‌عنوان استراتژی‌های انعطاف‌پذیری در نظر گرفته شده است. هدف از این مسئله کمینه‌کردن هزینه‌های زنجیره باتوجه‌به تصمیمات مکان‌یابی، میزان جریان بین سطوح و فروش ازدست‌رفته است. اختلال در تأمین‌کنندگان به‌صورت سناریوهای مختلف و به‌صورت جزئی در نظر گرفته شده است. مسئله با استفاده برنامه‌ریزی عدد صحیح آمیخته مدل شده و از رویکرد دومرحله‌ای احتمالی برای درنظرگرفتن عدم‌قطعیت در مدل پیشنهادی استفاده شده است. در پایان تحلیل حساسیت بر روی مدل پیشنهادی صورت‌گرفته و پیشنهاداتی به‌منظور استفاده از این مدل در دنیای واقعی ارائه شده است [۱۱].

اجلی و همکاران (۱۳۹۵) برای پایداری و شبکه زنجیره تأمین تاب‌آور توسط ترکیب پایداری از طریق انتشار کربن و آثار کربن مجسم شده و تاب‌آوری از طریق ترکیب ریسک‌های ویژه محلی، مدل بهینه شبکه‌ای معرفی می‌کنند. الگوی برنامه‌ریزی اهداف پیشنهاد شده با درنظرگرفتن تاب‌آوری و پایداری شبکه زنجیره تأمین، هزینه کلی را بهینه‌سازی می‌کند [۱۲].

کمپل و جونز (۲۰۱۱) مدلی ارائه کردند که در آن هدف حداقل کردن زمان سفر در یک شبکه بود .در این مدل هیچ تصمیمی برای مکان‌یابی تسهیلات گرفته نمی‌شد، بلکه مدل با انتخاب مکان‌هایی از شبکه بالقوه سعی در حداقل کردن قطر شبکه دارد [۱۳].

شیشه‌بری و همکاران (۱۳۹۵) یک مدل ریاضی جدید برای طراحی شبکه پایدار با درنظرگرفتن اختلال در سیستم ارائه کردند. این مدل ریاضی به روش بهینه‌سازی استوار حل شده است. نتایج موردنظر بر روی مطالعه موردی کشور ایران بیانگر کاربردی‌بودن مفروضات و روابط مدل ریاضی این تحقیق دارد [۱۴].

مِستر و همکاران (۲۰۱۵) دو مدل تخصیص - مکان‌یابی برای رسیدگی به عدم‌قطعیت در برنامه‌ریزی راهبردی شبکه‌های بیمارستانی پیشنهاد دادند که هدف این مدل‌ها چگونگی سازماندهی دوباره سیستم شبکه بیمارستان است که تصمیم‌گیرنده به دنبال بهبود دسترسی جغرافیایی و به دنبال آن کمینه‌سازی هزینه‌ها است [۱۵].

محمدی و یعقوبی (۲۰۱۷) بر این باورند که در صورت وقوع فاجعه‌ای طبیعی و اشتباهات انسانی، تقاضای بالا برای تدارکات پزشکی و تعداد زیادی از افراد زخمی در یک دوره زمانی کوتاه در مناطق آسیب‌دیده ظاهر خواهند شد. سپس یک مدل بهینه‌سازی تصادفی دو هدف جهت مکان‌یابی نقاط انتقال و مراکز توزیع تجهیزات پزشکی ارائه دادند که هنگام رخدادن یک فاجعه، تعیین اولویت در زمان زخمی‌ها بر پایه شدت بیماری یکی از مهم‌ترین مسائل در زمینه خدمات اورژانس است که تریاژ نامیده می‌شود [۱۶].

کنترارس و فرناندز (۲۰۱۲) به دو روش مختلف مسئله FLNDPرا فرموله کردند. از بین این دو مدل ریاضی به‌دست‌آمده، مدل اول به دلیل استفاده از متغیرهای زیاد و به‌تبع آن زمان حل بالا مورداستفاده قرار نگرفته و بر روی مدل دوم کار شد. در ابتدا مدل خطی شده و سپس با استفاده از نامعادلاتی فضای حل مدل محدود شد. برای حل این مدل ریاضی از روش شاخه و کران استفاده شد که با استفاده از یک الگوریتم ابتکاری حد بالای موردنیاز روش شاخه و کران محاسبه گردید [۱۷].

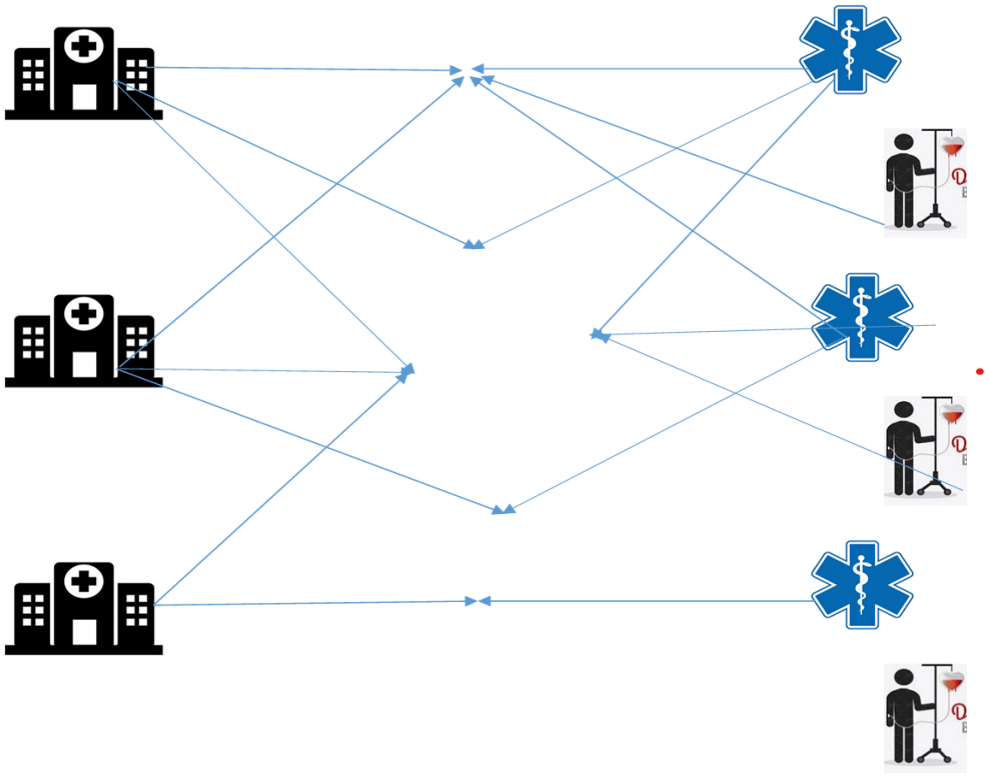
قادری و جبل‌عاملی (۲۰۱۳) مدلی را برای حل مسئله DUFLNDPدر جهت تعیین هم‌زمان مکان بهینه تسهیلات و شبکه تحت بررسی در صورت وجود محدودیت بودجه ارائه دادند. آنها برای حل این مدل دو الگوریتم یک‌بر مبنای الگوریتم حریصانه و یک‌بر اساس الگوریتم شبیه‌سازی تبرید ارائه دادند [۱۸].

جبارزاده (۲۰۱۲) به بررسی مسئله طراحی زنجیره تأمین، در حالتی که ریسک خرابی در تسهیلات وجود دارد پرداخت. سپس مسئله را به‌صورت یک مدل ریاضی MINLPباهدف حداکثرکردن سود کلی زنجیره نوشت. با حل مدل به‌صورت هم‌زمان تعداد تسهیلات، مکان تسهیلات و خرابی‌های ممکن برای تسهیلات مشخص می‌شود [۱۹].

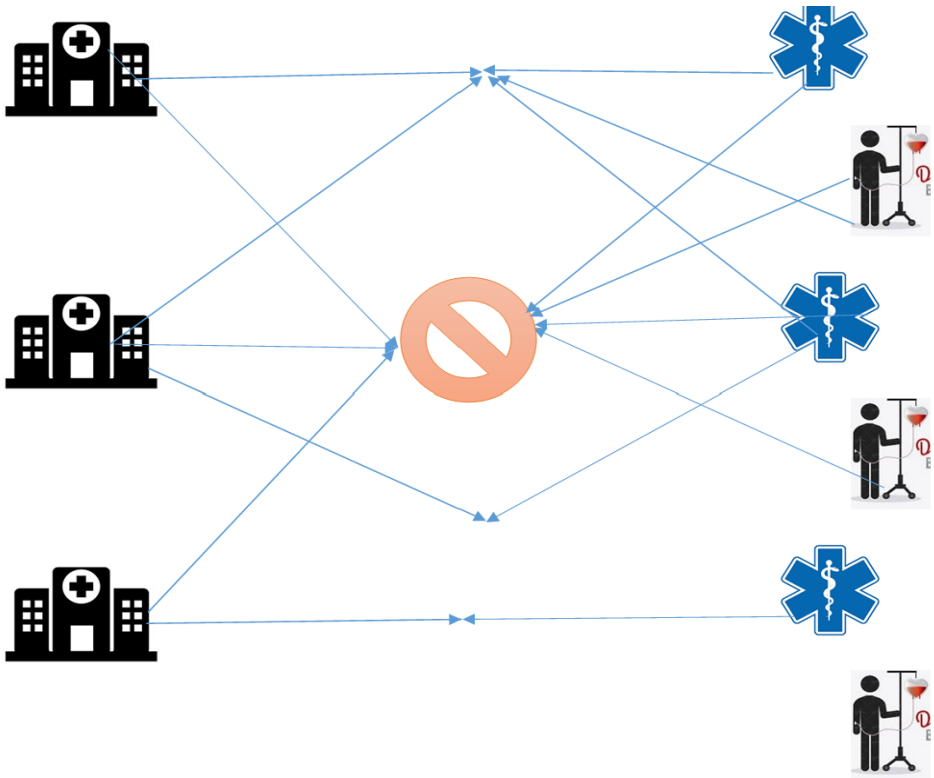
گاویندان و همکاران (۲۰۱۵) یک مدل دو هدفه برای مکان‌یابی و تخصیص پایدار در زنجیره تأمین ارائه کردند. آنها به طور هم‌زمان به کمینه‌سازی کل هزینه‌ها و نیز کمینه‌سازی آلودگی‌های زیست‌محیطی پرداخته‌اند. به‌منظور ایجاد راه‌حل‌های پایدار از رویکرد بهینه‌سازی استوار استفاده شده و بر روی صنعت اتومبیل‌سازی آمریکا بررسی و پیاده‌سازی شده است [۲۰].

اردلان و همکاران (۲۰۱۶) به طراحی شبکه زنجیره تأمین در حالت انعطاف در مقدار تقاضای پاسخ داده شده پرداختند. در این تحقیق چند حالت برای تقاضای هر یک از مشتریان در نظر گرفته شده است و مکان‌یابی مراکز توزیع و تخصیص مشتریان به مراکز توزیع نیز انجام شده است. آنها از روش آزادسازی لاگرانژ برای حل این مسئله استفاده کرده‌اند [۲۱].

زنجیره تأمین شکل یک در برگیرنده سه بخش اصلی نقاط تأمین‌کننده (لوازم پزشکی) بیمارستان‌ها و مراکز درمانی و نقاط تقاضا (مکان‌های مستعد حادثه) است و در شرایط ثبات و عادی قرار دارد. افراد حادثه‌دیده باتوجه‌به مسیر نزدیک و نیاز به مراکز درمانی موجود منتقل می‌شوند. بیمارستان‌ها نیز در شرایط بحران نیاز لوازم پزشکی و دارویی خود را از تأمین‌کنندگان نزدیک‌تر تأمین می‌کنند. در شرایط بحران‌ها (سیل، زلزله، جنگ و ...) احتمال خرابی مراکز درمانی یا تأمین‌کننده و همچنین مسیرهای ارتباطی وجود دارد.



شکل (۱). نحوه شبکه زنجیره تأمین در شرایط ثبات [۲۲].



شکل (۲). پس از ایجاد شرایط بحران و اختلال [۲۲].

مهم‌ترین مسئله در این زنجیره تأمین محل قرارگیری و استقرار آنهاست. هرگونه اختلال و مشکل در زمان بحران که باعث از دسترس خارج‌شدن یکی از این اضلاع می‌شود تصمیم‌گیرندگان را وادار می‌کند برای مکان‌های قرارگیری و تعداد مراکز با درنظرگرفتن همه سناریوها تصمیم‌گیری کنند. در شرایط بحران و زلزله‌های شدید و به‌هم‌ریختگی یکپارچگی سیستم زنجیره تأمین باید مدلی ایجاد شود تا مکان‌یابی به‌درستی انجام شود تا این آسیب‌ها و خارج‌شدن از دسترس به کاهش برسد.

با بررسی دقیق‌تر تحقیقات گذشته مشخص می‌شود که برخی مطالعات تلاش‌های خود را بر برنامه‌ریزی راهبردی متمرکز کرده‌اند، درحالی‌که بقیه بر تصمیمات تاکتیکی شامل مسیریابی وسایل نقلیه خدمات پزشکی در تماس‌های غیراورژانسی و برخی دیگر بر کنترل عملیاتی (ارسال جابه‌جایی وسایل نقلیه خدمات پزشکی) متمرکز شده‌اند. نکته مهم دیگری که در تحقیقات گذشته این حوزه به چشم نمی‌خورد، درنظرگرفتن تأمین داروها و ملزومات لازم توسط تأمین‌کننده‌های آنها در طراحی شبکه امدادرسانی است.

بر همین اساس این تحقیق بر سطح راهبردی تمرکز داشته و یک مدل ریاضی ارائه می‌دهد که می‌تواند به‌عنوان یک وسیله حمایتی برای برنامه‌ریزان سیستم‌های خدمات پزشکی عمل کند. در ضمن می‌تواند دستیابی عادلانه جغرافیایی را افزایش داده، هزینه‌های نقل‌وانتقال و همچنین هزینه‌های خرابی مراکز خدمات پزشکی را تحت شرایط نامطمئن کاهش دهد. مدل ارائه شده می‌تواند به حد ایدئال ارتقا/ ساخت راه‌های ارتباطی یا استقرار مراکز خدمات پزشکی با کاهش هزینه بی انجامد. درحالی‌که هزینه نقل‌وانتقال‌های پیش‌بینی‌شده در خرابی مراکز خدمات پزشکی و عدم‌اطمینان نیازها را باید در نظر گرفت. هدف انتخاب مناطق ایجاد امکانات ارتقا/ ساخت راه‌های ارتباطی، تعیین نیازمندی، کاهش ارقام هزینه‌ها، کاهش ریسک قطع برنامه و حرکت قوی حمل‌ونقلی بین نقاط است. به‌عبارت‌دیگر مدل به حد کافی قابل‌اجرا و مؤثر برای به‌کارگیری در سیستم‌های خدمات پزشکی باتوجه‌به محیط‌های نامطمئن شامل عدم‌اطمینان هزینه‌های حمل‌ونقل، تقاضا و احتمال شکست سیستم شامل قطع مسیرهای ارتباطی و مراکز خدمات پزشکی است.

مدل پیشنهادی یک مدل سه سطحی مطرح شده است که در سطح اول به دنبال مکانی مناسب و بهینه برای احداث مراکز درمانی در سطح دوم گزینش بهترین مکان برای احداث تسهیلات و در سطح سوم به دنبال حداقل کردن هزینه‌های جابه‌جایی بین نقاط تقاضا و مراکز درمانی و همچنین بین تأمین‌کننده و مراکز درمانی مدل را ادامه می‌دهیم. پارامترها به‌صورت کاملاً قطعی در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است که سناریوها با استفاده از نقشه‌های زلزله‌خیز مناطق شهر تهران در نظر گرفته شده است. برای نمونه پارامتری جهت نشان‌دادن اختلال در یک تسهیل تعریف می‌شود. چنانچه تسهیل تحت سناریو به‌خصوص دچار اختلال نشود مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر را به خود می‌گیرد.

جهت ضرورت این پژوهش باید به نکات زیر اشاره کرد:

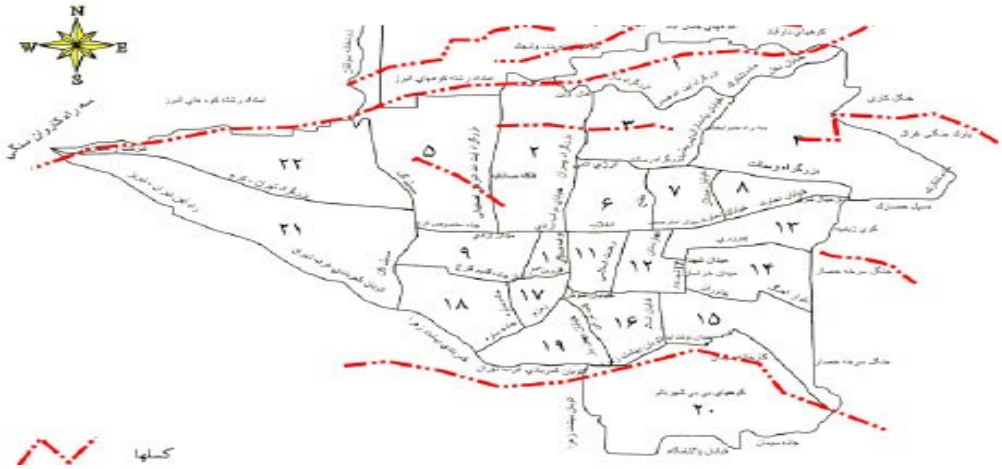
شهر تهران ۱۳ گسل فعال دارد و گسل مشا-فشم با طول ۴۰۰ کیلومتر با گسل شمال تهران به طول ۷۵ کیلومتر تلاقی دارد و فعال‌شدن هر یک بر دیگری اثر می‌گذارد. گسل ملاصدرا سبب شده تا قسمت‌های مثل شهرک غرب، میرداماد، سعادت‌آباد، محلات ونک ناایمن شوند و امتداد آن از خیابان شریعتی تا شهرک غرب بوده است. جالب است بدانید در مجاورت این گسل دقیقاً برج میلاد واقع شده است.

بر اساس اطلاعات ارائه شده از سوی مرکز اطلاعات جغرافیایی شهر تهران و بر اساس نقشه مکان‌یابی بلندمرتبه‌سازی، محله قدیم تهران موسوم به ارگ قدیم، امن‌ترین ناحیه از نظر وجود گسل‌های زلزله است. با وجود سه گسل اصلی شمال، شرق و گسل ری در جنوب کمتر قسمتی را می‌توان یافت که در فاصله‌ای مناسب از سه گسل فوق واقع شده باشد. گسل شمال تهران از لشکرک و سوهانک شروع شده تا فرحزاد و حصارک و از آنجا به‌سوی غرب امتداد می‌یابد. این گسل در مسیر خود، نیاوران، تجریش، زعفرانیه، الهیه و فرمانیه را در بر می‌گیرد.

گسل ری در جنوب تهران نیز که در صورت فعالیت پرتلفات‌ترین گسل کشور و شاید جهان است از جاده خاوران شروع و با گذر از دولت‌آباد و حرکت روی جاده کمربندی تهران در حدنصاب کوره‌های آجرپزی چهاردانگه پایان می‌یابد.

از محلات به نسبت امن‌تر شهر تهران می‌توان به راه‌آهن، محور نواب، محور خیابان انقلاب و آزادی، هفت‌چنار به‌علاوه ارگ قدیم تهران اشاره کرد. ارگ قدیم تهران حدفاصل خیابان شوش، هفده شهریور، انقلاب و کارگر جنوبی را شامل می‌شود که بازار تهران، خیابان مولوی، میدان بهارستان، میدان امام خمینی، محله امیریه و خیابان جمهوری اسلامی را شامل می‌شود. به نظر می‌رسد که مکان‌یابی حاصل از تجربه چندصدساله مردم ساکن تهران که منجر به تشکیل محدوده ارگ قدیم شهر شده، بسیار قابل‌اعتمادتر از مکان‌یابی سال‌های کنونی در گسترش و احداث شهرک‌های حاشیه‌ای شهر تهران است.

به گزارش سازمان لرزه‌نگاری کشور مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، ساختمان مدرن اسناد ملی ایران دقیقاً روی گسل بزرگ سیدخندان و در فاصله ۱۰۰ متری محل تقاطع این گسل با گسل داوودیه است.



شکل (۳). نقشه گسل‌های زلزله تهران. منبع: مرکز لرزه‌نگاری دانشگاه تهران

روش تحقیق

در این بخش ساختار کلی مدل ریاضی توضیح داده شده است. فرض کنید مجموعه‌ای از شهرها به‌عنوان نقاط تقاضا در یک منطقه جغرافیایی با مجموعه‌ای از جاده‌ها به‌عنوان راه‌های ارتباطی وجود دارند که شامل راه‌های ارتباطی موجود و جدید کاندید برای ساخت شبکه جابه‌جایی در منطقه موردبحث تعریف شده است. این مجموعه از مراکز خدمات پزشکی مانند درمانگاه‌ها در منطقه وجود دارند و کاملاً خواستار استقرار مراکز خدمات پزشکی جدید، راه‌های ارتباطی جدید و ارتقا راه‌های ارتباطی موجود است، به‌نحوی‌که هزینه کلی سرمایه‌گذاری شامل استقرار امکانات، ساخت راه‌های ارتباطی جدید و ارتقا راه‌های ارتباطی موجود و هزینه‌های اجرایی کلی (شامل هزینه‌های جابه‌جایی) به حداقل مقدار خود برسد. همچنین این مراکز تأسیس شده باید ملزومات دارویی خود را از تأمین‌کننده‌هایی که وضعیت آنها مشخص و قطعی است، دریافت کنند.

نکته دیگر این تحقیق این است که تمام مراکز خدمات پزشکی موجود (به آنهایی که وجود دارند و چه مراکز خدمات پزشکی جدید) همواره فعال نیستند. بر اساس برخی اتفاقات پیش‌بینی‌نشده، مانند آب‌وهوای طوفانی، جنبش‌های کارگری، کمبود یا نبود پزشک یا دارو، خرابکاری یا تغییرات مالکیت آنها معمولاً اختلالاتی دارند و دیگر قابل‌دسترس نیستند. به همین منظور، نقاط تقاضای مرکز خدمات پزشکی ازهم‌پاشیده باید در کنار نزدیک‌ترین مرکز خدمات پزشکی فعال دوباره به فعالیت خود بپردازند؛ بنابراین افزایش فاصله‌های مسافرتی توسط نقاط تقاضا موجب افزایش هزینه‌های جابه‌جایی می‌شود. به‌علاوه، تعداد بیماران (تقاضا) هر منطقه جغرافیایی (نقاط) تضمین شده نیست و رفتار تصادفی دارد. در ضمن مجموعه شهرها در منطقه جغرافیایی کوهستانی قرار دارد که شرایط آب‌وهوایی فصلی سخت می‌تواند موجب بسته‌شدن و در نتیجه عدم موجودیت برخی راه‌های ارتباطی جابه‌جایی شود.

مدل پیشنهادی به‌صورت یک مدل دوسطحی مطرح‌شده است که در سطح بالاتر نخست به این مسئله می پردازیم که کدام نقاط کاندید به‌عنوان مکان بهینه جهت احداث تسهیلات گزینش می‌شود و در سطح پایین‌تر به دنبال حداقل کردن هزینه‌های جابجایی بین نقاط تقاضا و بیمارستان/ مراکز درمانی و همچنین بین تأمین‌کننده و بیمارستان/ مراکز درمانی مدل را ادامه می‌دهیم. پارامترها به‌صورت‌کاملاً قطعی در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است که سناریوها با استفاده از نقشه‌های زلزله‌خیزی مناطق شمال کشور در نظر گرفته شده است. به عنوان نمونه پارامتری جهت نشان دادن اختلال در یک تسهیل تعریف می‌شود چنانچه تسهیل تحت سناریو بخصوص دچار اختلال نشود مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر را به خود می‌گیرد.

نقاط تقاضا: I

مجموعه مکان‌های کاندید برای بیمارستان‌ها: J

مجموعه مکان‌های کاندید برای مراکز بهداشتی: F

نقاط استقرار تأمین‌کننده‌ها: K

سطح بیماری/ اولویت بیماری: T

ظرفیت بیمارستان‌ها: O

ظرفیت تأمین‌کننده ها: U

ظرفیت مراکز بهداشتی: V

روش‌های حمل‌ونقل از تأمین‌کنندگان به بیمارستان‌ها: R

مراکز بهداشتی روش‌های حمل‌ونقل از نقاط تقاضا به بیمارستان‌ها: M

مراکز بهداشتی سناریوهای اختلال: S

B1 $_{(j.s)}$: متغیر باینری، چنانچه بیمارستان jتحت سناریو s تخریب نشود برابر با یک و در غیر این صورت صفر

B2 $_{(f.s)}$: متغیر باینری، چنانچه مرکز درمانی fتحت سناریو s تخریب نشود برابر با یک و در غیر این صورت صفر

J1 $_{(i.j.s)}$: متغیر باینری، چنانچه مسیر ارتباطی iو jتحت سناریو s تخریب نشود برابر با یک و در غیر این صورت صفر

J2 $_{(j.k.s)}$: متغیر باینری، چنانچه مسیر ارتباطی jو kتحت سناریو s تخریب نشود برابر با یک و در غیر این صورت صفر

J3 $_{(i.f.s)}$: متغیر باینری، چنانچه مسیر ارتباطی iو fتحت سناریو s تخریب نشود برابر با یک و در غیر این صورت صفر

J4 $_{(f.k.s)}$: متغیر باینری، چنانچه مسیر ارتباطی fو kتحت سناریو s تخریب نشود برابر با یک و در غیر این صورت صفر

F1 $*p_{(j.o)}$: هزینه ثابت احداث یک بیمارستان با ظرفیت o در مکان j

F2 $*p_{(f.v)}$: هزینه ثابت احداث یک مرکز بهداشتی با ظرفیت v در مکان f

V1 $_{(i.j.m)}$: برابر است با هزینه واحد حمل‌ونقل یک بیمار از نقطه تقاضای i به بیمارستان jاز طریق حمل نقل m

V2 $*_{(i.f.m)}$: برابر است با هزینه واحد حمل‌ونقل یک بیمار از نقطه تقاضای i به مرکز بهداشتی f از طریق حمل نقل

V3 $*_{(f.k.r)}$: برابر است با هزینه واحد حمل‌ونقل مواد اولیه از تأمین کننده k به مرکز بهداشتی f از طریق حمل نقل r

V4 $*_{(j.k.r)}$: برابر است با هزینه واحد حمل‌ونقل مواد اولیه از تأمین کننده k به بیمارستان jاز طریق حمل نقل r

C1 $_{P(j.o)}$: ظرفیت یک بیمارستان با سطح ظرفیت oدر مکان پیشنهادی j

C2 $_{P(f.v)}$: ظرفیت یک مرکز بهداشتی با سطح ظرفیت vدر مکان پیشنهادی f

C3 $_{P(k.u)}$: ظرفیت یک تأمین کننده با سطح ظرفیت uدر مکان k

$Pr_{(s)}$: احتمال وقوع سناریوی s

Teta $_{(s)}$: احتمال مراجعه به مرکز بهداشت در سناریو s

W: حداکثر بودجه در نظر گرفته شده

Y $_{(i.j.m.s)}$: تعداد افراد منتقل شده از نقطه تقاضا i به بیمارستان j طی وضعیت‌های گوناگون حمل و نقل m تحت سناریو s

B $_{(i.f.m.s)}$: تعداد افراد منتقل شده از نقطه تقاضا i به مرکز درمانی f طی وضعیت‌های گوناگون حمل و نقل m تحت سناریو s

Z1 $_{(j.k.r.s)}$: حجم مواد اولیه مورد نیاز بیمارستان jکه از تأمین کننده k طی وضعیت‌های گوناگون حمل و نقل r تحت سناریو s تأمین می‌شود

Z2 (f.k.r.s): حجم مواد اولیه مورد نیاز مرکز درمانی f که از تأمین کننده k طی وضعیت‌های گوناگون حمل و نقل r تحت سناریو s تأمین می‌شود.

X1 P (j.o): تأسیس بیمارستان پیشنهادی j با ظرفیت o

X2 p (f.v): تأسیس مرکز درمانی پیشنهادی f با ظرفیت v

(1)

$$\sum_j \sum_o F1_{P(j.o)^*} X1_{P(j.o)} + \sum_f \sum_v F2_{P(f.v)^*} X2_{P(f.v)} + \sum_s Pr_{(s)} {}^*[\sum_i \sum_j \sum_m V1_{(i.j.m)^*} Y_{(i.j.m.s)} + \sum_i \sum_f \sum_m V2_{(i.f.m)^*} B_{(i.j.m.s)} + \sum_f \sum_k \sum_r V3_{(f.k.r)^*} Z2_{(f.k.r.s)} + \sum_j \sum_k \sum_r V4_{(j.k.r)^*} Z2_{(j.k.r.s)}]$$

(2)

$$S.t.$$

$$[1 - Teda_{(s)}][d_{(i.s)}] = \sum_j \sum_m Y_{(i.j.m.s)} \forall i.s$$

(3)

$$[Teda_{(s)}][d_{(i.s)}] = \sum_f \sum_m B_{(i.f.m.s)} \forall i.s$$

$$\sum_i \sum_m Y_{(i.j.m.s)}$$

(4)

$$= \sum_k \sum_r Z1_{(j.k.r.s)} \forall i.s$$

$$\sum_i \sum_m B_{(i.f.m.s)}$$

(5)

$$= \sum_k \sum_r Z2_{(f.k.r.t)} \forall f.s$$

$$\sum_o X1P_{(j.o)}$$

(6)

$$\leq 1 \forall j$$

$$\sum_v X2P_{(f.v)}$$

(7)

$$\leq 1 \forall j$$

$$\sum_i \sum_m Y_{(i.j.m.s)} \leq B1_{(j.s)^*} \sum CIP_{(j.o)^*} XIP_{(j.o)}$$

(8)

$$\forall j.s$$

$$\sum_i \sum_m Y_{(i.j.m.s)} \leq J1_{(i.j.s)^*} \sum_o CIP_{(j.o)^*} X1P_{(j.o)}$$

(9)

$$\forall j.s$$

$$\sum_i \sum B_{(i.f.m.s)} \leq B2_{(f.s)^*} \sum_v C2P_{(f.v)} {}^*X2P_{(f.v)}$$

(10)

$$\sum_i \sum_m B_{(i.f.m.s)} \leq J3_{(i.f.s)^*} \sum_v C2P_{(f.v)}$$

(11)

$${}^*X2P_{(f.v)} \forall f.s$$

$$\sum_r \left(Z1_{(j.k.r.s)} + Z2_{(f.k.r.s)}\right) \leq (J4_{(f.k.s)^*} \sum_u C3P_{(k.u)} + \left(J2_{(jks)^*} \sum_u C3P_{(ku)}\right)$$

$$(12)$$

$$\forall j.f.k.s$$

$$\sum_{j}\sum_{o} F1P_{(j.o)^*} XIP_{(j.o)}$$

$$+\sum_{f}\sum_{v} F2P_{(f.v)^*} X2P_{(f.v)} \leq W$$

$$(13)$$

$$\forall j$$

$$XIP_{j.o}.X2P_{f.v}$$

$$(14)$$

$$\in \{0.1\}$$

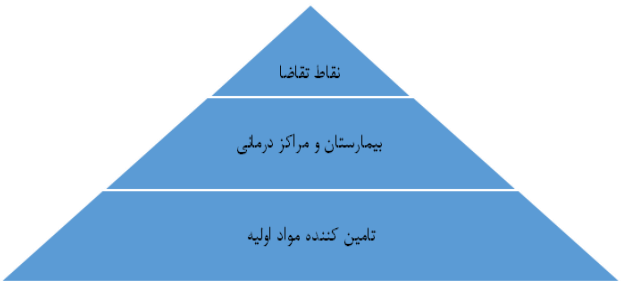
$$Y_{(i.j.m.s)}.B_{(i.j.m.s)}.Z1_{(j.k.r.s)}.Z2_{(f.k.r.s)}$$

$$(15)\ \geq 0$$

در مدل‌بالا تابع هدف (۱) به حداقل کردن همه هزینه طی سه سطح می‌پردازد که در سطح بالاتر به این مسئله می‌رسیم که کدام نقاط کاندید به‌عنوان مکان بهینه جهت احداث تسهیلات گزینش می‌شود و در سطح پایین‌تر حداقل کردن هزینه‌های جابه‌جایی بین نقاط تقاضا و بیمارستان/ مراکز درمانی و همچنین بین تأمین‌کننده و بیمارستان/ مراکز درمانی پرداخته می‌شود. محدودیت (۲) و (۳) تضمین می‌کند که تمام تقاضا یا به بیمارستان یا به مراکز درمانی تخصیص داده شود. باتوجه‌به این که ضریبی متاثر از وخامت حادثه تحت عنوان Teta(s) تعریف شده که احتمال رجوع بیمار به مراکز درمانی را نشان می‌دهد. در محدودیت مواد اولیه لازم برای بیمارستان‌ها با توجه به مراجعه کنندگان ارسال شود (شیشه بری و همکاران، ۲۰۱۴).

همچنین محدودیت شماره ۵ تضمین می‌کند که مواد اولیه موردنیاز برای مداوای بیماران مراکز درمانی به طور کامل ارسال شود. محدودیت ۶ تضمین می‌کند که حداکثر یک بیمارستان در نقاط پیشنهادی تأسیس شود و همچنین در محدودیت (۷) الزامی مبنی بر احداث حداکثر یک مرکز درمانی در نقاط پیشنهادی مطرح شده است. در محدودیت شماره (۹) تخصیص در صورتی انجام می‌شود که بیمارستان تحت سناریو تعریف شده دچار اختلال نشود و در شرایطی این تخصیص صورت گیرد که بیمارستان بخصوص احداث شده باشد. همچنین محدودیت (۱۰) تضمین می‌کند که تخصیص در شرایطی صورت پذیرد که لینک ارتباطی بین نقاط تقاضا و بیمارستان‌ها طی سناریوی تعریف شده دچار اختلال نشده باشد. در محدودیت شماره (۱۱) تخصیص در صورتی انجام می‌شود که مراکز درمانی تحت سناریو تعریف شده دچار اختلال نشود و در شرایطی این تخصیص صورت گیرد که مراکز درمانی بخصوص احداث شده باشد. همچنین محدودیت (۱۲) تضمین می‌کند که تخصیص در شرایطی صورت می‌پذیرد که لینک ارتباطی بین نقاط تقاضا و مراکز درمانی طی سناریو تعریف شده دچار اختلال نشده باشد. در محدودیت (۱۳) ظرفیت تأمین‌کننده در نظر گرفته شده است که باید نیاز بیمارستان‌ها و مراکز درمانی را پاسخ دهد و در پایان محدودیت (۱۴) محدودیت بودجه جهت احداث مراکز درمانی و بیمارستانی است. محدودیت (۱۵) و (۱۶) نوع متغیرهای مسئله را مشخص می‌کند.

روش‌های حل دقیق بهترین روش برای حل مسائل برنامه‌ریزی ریاضی است. رویکرد این مدل رویکرد بهینه‌سازی است که این در شرایطی است که تمامی پارامترهای قطعی در نظر گرفته شده است. مدل پیشنهادی یک مدل خطی است که به دنبال حداقل کردن همه هزینه‌ها طی سه سطح می‌پردازد که در سطح بالاتر نخست به این مسئله می‌رسیم که کدام نقاط کاندید به‌عنوان مکان بهینه جهت احداث تسهیلات گزینش می‌شود و در ادامه به دنبال حداقل کردن هزینه‌های جابه‌جایی بین نقاط تقاضا و بیمارستان/ مراکز درمانی و همچنین بین تأمین‌کننده و بیمارستان/ مراکز درمانی مدل را پرداخته می‌شود.

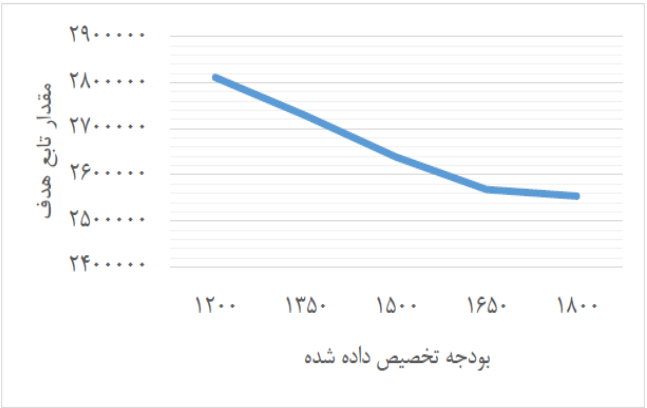


شکل (۴): ذی‌نفعان پروژه [۲۴].

تخصیص به‌صورت تکی در نظر گرفته شده است و محدودیت‌های مسئله روی ظرفیت تمامی تسهیلات از جمله بیمارستان مراکز درمانی و تأمین‌کننده‌ها در نظر گرفته شده است. همچنین اختلال طی سناریوهایی در بیمارستان‌ها، مراکز درمانی و افزون بر این موارد در لینک ارتباطی جابه‌جایی بین نقاط تقاضا و بیمارستان/ مراکز درمانی و همچنین بین تأمین‌کننده و بیمارستان/ مراکز درمانی در نظر گرفته شده است که از مهم‌ترین نوآوری‌های مدل پیشنهادی بوده است. نوع مثال مطالعه موردی بوده که شهر تهران در نظر گرفته شده است.

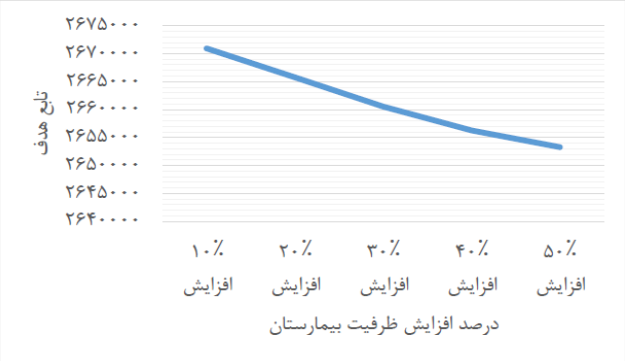
یافته‌ها

اطلاعات موردنظر تحت قالب شرایط، شاخصه‌ها و متغیرهای مدل ریاضی در نرم‌افزار GAMSوارد شده است. سپس روابط مدل ریاضی در محیط این نرم‌افزار وارد شده و به کمک حل‌کننده‌های آن این مدل ریاضی بهینه‌سازی‌شده است. این نمونه ۲۲ نقطه تقاضا دربرگیرنده تمامی ۲۲ منطقه شهر تهران است. در ادامه ۱۰ نقطه پیشنهادی برای احداث بیمارستان و ۲۰ نقطه برای احداث مراکز درمانی در استان در نظر گرفته شده است. بعد از حل مدل مشاهده شد که ۶ بیمارستان از ۱۰ بیمارستان پیشنهادی و ۱۲ مرکز درمانی از مورد پیشنهادی که باتوجه‌به پارامترهای تعریف شده در مدل می‌توان تعداد افراد انتقالی را به تفکیک شهرستان پیگیری نمود. همچنین حجم انتقالی از مواد اولیه برای هر بیمارستان و مرکز درمانی قابل‌ردیابی است. تحلیل حساسیت بر پارامترهای قابل‌کنترل صورت می‌گیرد، به‌نحوی‌که تأثیرات بر تابع هدف قرار می‌گیرد.

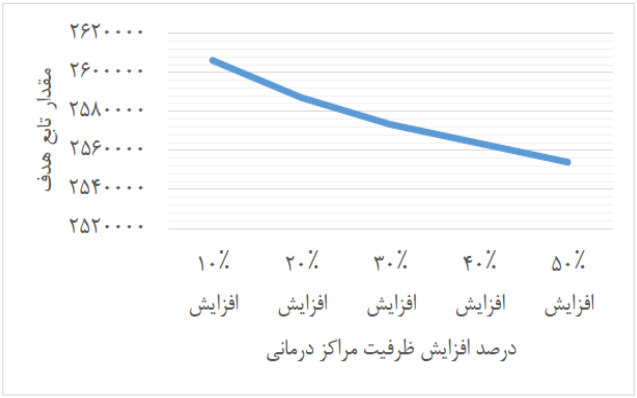


شکل (۵). تحلیل حساسیت بودجه تخصیص داده شده [۲].

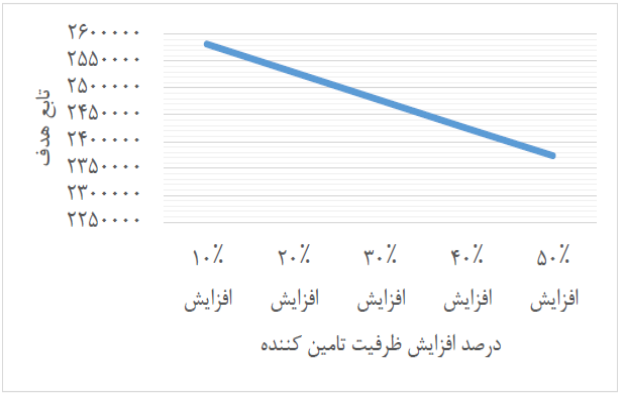
پارامترهایی که جهت تحلیل حساسیت گزینش شده‌اند، ظرفیت تسهیلات که در برگیرنده مراکز درمانی و تأمین‌کننده هستند. تحلیل دیگری بر پارامتر بودجه برای تأسیس تسهیلات بیمارستان/ مراکز درمانی صورت‌گرفته است که بار دیگر به تغییرات رفتار و روند تابع هدف توجه می‌شود.



شکل (۶). تحلیل حساسیت افزایش ظرفیت بیمارستان [۲].



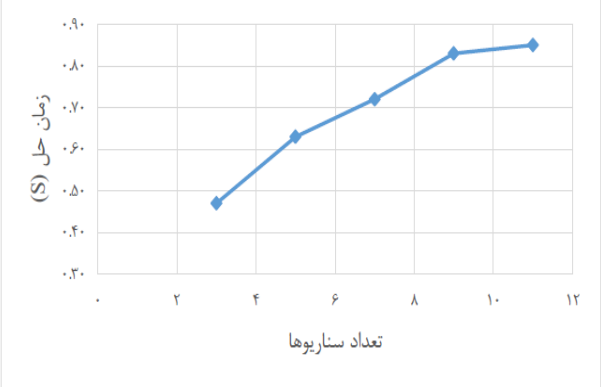
شکل (۷). تحلیل حساسیت افزایش ظرفیت مراکز درمانی {۲}



شکل (۸). تحلیل حساسیت افزایش ظرفیت تأمین‌کننده [۲].

برای تحلیل حساسیت‌های فوق مقادیر ظرفیتی بیمارستان‌ها و مراکز درمانی و تأمین‌کننده‌ها با (۱۰٪،۲۰٪،۳۰٪،۴۰٪،۵۰٪) افزایش محاسبه شده است. همچنین مقادیر در نظر گرفته شده برای پارامتر بودجه به‌صورت تصادفی در نظر گرفته

سناریوها تحت شرایط گوناگون با استفاده از نقشه‌های زلزله خیزی مناطق استان تهران به‌دست‌آمده است. بدین صورت که اگر بیمارستان بخصوصی تحت یک سناریو دچار اختلال نشود، مقدار یک را به خود می‌گیرد و در غیر این صورت مقدار صفر را می‌پذیرد. این تعریف برای تمام بیمارستان‌ها و مراکز درمانی و بخصوص لینک‌های ارتباطی بین نقاط تقاضا و بیمارستان و تأمین‌کننده و بیمارستان تشریح شده است. در ادامه برای محاسبه پیچیدگی مسئله سناریوهای مسئله را به (۱۱،۹،۷،۵،۳) تغییر داده شده و بعد از حل مسئله زمان حل یادداشت شده است که نمودار شکل ۹ نتیجه آن شد.



شکل (۹). پیچیدگی مساله بر روی پارامتر سناریو [۲].

نتیجه‌گیری

در این مقاله به ارائه یک مدل ریاضی در زمینه طراحی شبکه خدمات پزشکی تحت شرایط عدم‌قطعیت و اختلال پرداخته شد. همچنین تأسیس مراکز خدمت رسانی جدید، راه‌های ارتباطی جدید و ارتقا راه‌های ارتباطی موجود برای پشتیبانی از شبکه موجود مطرح شد. برای نشان دادن کاربردی‌بودن این تحقیق، یک مطالعه موردی در مناطق شهر تهران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج عددی نشان دهنده درست و منطقی بودن نتایج حاصل از مدل ریاضی است. در این شرایط می‌توان این مدل را برای شبکه‌های مختلف تحت اختلال مورد بررسی و مقایسه قرار داد.

در این پژوهش، مدل برنامه‌ریزی دوهدفه به‌منظور مکان‌یابی خدمات قابل‌ارائه در تسهیلات درمانی و تخصیص آنها به مراکز جمعیتی ارائه شده است. در این مدل در کنار توجه به تخصیص مراکز تقاضا به مراکز ارائه خدمت با کمترین هزینه، کارایی خدمات ارائه شده در بیمارستان‌ها نیز به کمک تحلیل پوششی داده‌ها لحاظ شده است تا هزینه‌های صورت پذیرفته به شکل مؤثرتری در اختیار متقاضیان قرار گیرد. از دیگر نکاتی در مدل ارائه شده لحاظ شده است، تعداد نابرابر خدمات بیمارستانی است. در مطالعات گذشته چنان که در مرور ادبیات هم بدان پرداخته شده تمرکز بیشتر بر روی مراکز پاراکلینیکی و مراکز درمانی غیربیمارستانی بوده است و تنوع تعداد خدمات در نظر گرفته نشده است. باتوجه‌به چندهدفه بودن مدل ریاضی ارائه شده، دو روش وزن‌دهی و روش محدودیت افزوده شده برای حل مدل مورداستفاده قرار گرفته است. مدل پیشنهادی در شرایط واقعی برای مکان‌یابی و تخصیص خدمات درمانی به بیمارستان‌های شهر تهران به اجرا گذاشته شده و نتایج مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

از دیگر مزیت‌های مدل ارائه شده می‌توان به محاسبه میزان ناکارایی هر یک از مراکز در ارائه خدمات اشاره کرد، این امر به تصمیم گیران کمک می‌نماید تا از منابع به نحو موثرتری استفاده نمایند. برای تحقیقات آتی می‌توان با لحاظ کردن عدم قطعیت در داده‌ها و تقاضاهای متقاضیان و همچنین هزینه، تصویر بهتری از واقعیت را ارائه کرد. تصمیم گیری برای تغییر مکان و ترکیب خدمات ارائه شده در بیمارستان‌ها و یا به‌عبارت‌دیگر طراحی مجدد خدمات قابل ارائه از دیگر مسائلی است که می‌تواند به‌عنوان موضوعی برای تحقیقات آتی در دستور کار قرار گیرد. از دیگر مواردی که محققین در تحقیقات آینده می‌توانند مد نظر قرار دهند، بحث متغیرهای کمی و کیفی در بعد شهری و روستایی همچنین لحاظ کردن بازه زمانی برای مدل می‌باشد. لحاظ کردن پویایی سیستم‌های درمانی و ارائه مدلی کارا برای حل آن نیز توصیه می‌گردد.

منابع

1. Top of Form
Tang, C. S. (2006) Perspectives in supply chain risk management," International Journal of Production Economics, Elsevier, vol. 103(2), pp. 451-488.

۲. بخشنده، سعید؛ باقری، کمال؛ سعیدی مهرآباد، محمد؛ محمدی، عمران (۱۳۹۹). طراحی شبکه زنجیره تأمین بیمارستانی با رویکرد مکان‌یابی تسهیلات و درنظرگرفتن اختلال. نشریه علمی مدیریت زنجیره تأمین، دوره ۲۲، شماره ۶۶، صص. ۵۱-۳۸.

۳. زنده دل، محمد؛ بزرگی امیری، علی؛ عمرانی، هاشم (۱۳۹۳). ارائه مدل مکان یابی پایگاه‌های اهدای خون با در نظر گرفتن اختلال در محل استقرار، مجله تخصصی مهندسی صنایع، سال ۴۸، شماره ۱، صص. ۴۳-۳۳.

۴. مشهدی، ندا و توکلی مقدم، رضا (۱۴۰۰). مدل سازی ریاضی برای مسئله مکان یابی- مسیریابی دو سطحی در زنجیره تأمین مواد غذایی فسادپذیر با ریسک اختلال. علمی پژوهشی مدیریت بحران، دوره ۱۰، شماره ۱، شماره پیاپی ۱۹، صص ۴۶-۳۱.

۵. سید زاده قمی، زهرا سادات و جبل عاملی، محمد سعید (۱۳۹۹). طراحی شبکه زنجیره تأمین استوار خدمات فوریت‌های پزشکی و سیستم‌های پشتیبان امدادی تحت اختلال، هفدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع، مشهد.

۶. اصغری زاده، عزت اله؛ ترابی، سید علی؛ محقر، علی؛ زارع شوریجه، محمد علی (۱۳۹۸). طراحی شبکه زنجیره تأمین پایدار در شرایط تحریم. نشریه مدیریت فردا، شماره ۶۰، صص. ۸۷-۹۷.

۷. شیشه بری، داوود؛ زارع مهرجردی، یحیی؛ ساریخانی خرمی، سعیده (۱۳۹۸). یک رویکرد حل ترکیبی برای مسئله مکان‌یابی ـ مقاوم‌سازی بیمارستان‌های دارای ظرفیت محدود. مهندسی صنایع و مدیریت، دوره ۳۵.۱، شماره ۲.۲، صص. ۸۰-۶۹.

۸. کلانتر نیستانکی، حوریه، مظفری، مرضیه (۱۳۹۷). طراحی شبکه زنجیره تأمین پایدار برای خدمات پزشکی در شرایط عدم قطعیت. نشریه علمی مدیریت زنجیره تأمین، دوره ۲۰، شماره ۵۹، صص. ۲۸-۱۸.

۹. شفیعی نیک آبادی، محسن؛ اکبریان مرزونی، محجوبه؛ حکاکی، امیر (۱۳۹۶). مدلی پویا از زنجیره تأمین خدمات بخش اورژانس. فصلنامه امداد و نجات، سال نهم، شماره ۱، پیاپی ۳۳، صص. ۹۷-۸۳.

۱۰. کمالی، احمد؛ سجادی، سید مجتبی؛ جولای، فریبرز (۱۳۹۶). کاهش میانگین زمان پاسخ خدمات اورژانس پزشکی از طریق بهینه سازی مکان پایگاه‌های اورژانس، چهاردهمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع، تهران.

۱۱. قمی اویلی، مرتضی؛ و جلالی نائینی، سید غلامرضا؛ و توکلی مقدم، رضا؛ جبارزاده، آرمین (۱۳۹۵). طراحی شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته تحت شرایط اختلال و عدم قطعیت با در نظرگرفتن کیفیت و استراتژی تاب آوری. مهندسی و مدیریت کیفیت، دوره ۶، شماره ۲، صص. ۱۴۵-۱۳۳.

۱۲. اجلی، مهدی؛ محمدی بالانی، عبدالکریم؛ سلحشوری، روح اله؛ و علی دوستی شهرکی، مهدی (۱۳۹۵). طراحی شبکه زنجیره تأمین پایدار و تاب آور تحت ریسک‌های اختلال، دومین کنفرانس جهانی مدیران زنجیره تأمین و لجستیک، تهران.

13. Campbell, Ann & Jones, Philip. (2011). Prepositioning Supplies in Preparation for Disasters. European Journal of Operational Research. 209(2). .

۱۴. شیشه بری، داوود؛ اصغری آخا، نادر؛ یوسفی بابادی، ابوالقاسم؛ سلیمی، نورالدین (۱۳۹۵). مکان‌یابی پایدار بیمارستان با رویکرد پدافند غیرعامل به روش ترکیبی AHP-TOPSIS. فصلنامه پدافند غیرعامل، دوره ۷، شماره ۴، شماره پیاپی ۴، صص. ۴۶-۳۳.

15. Mestre, Ana Maria & Oliveira, Mónica Duarte & Barbosa-Póvoa, Ana Paula. (2015). Location–allocation approaches for hospital network planning under uncertainty, European Journal of Operational Research, Elsevier, vol. 240(3), pp. 791-806.

16. Mohamadi, Ahmad & Yaghoubi, Saeed. (2017). A bi-objective stochastic model for emergency medical services network design with backup services for disasters under disruptions: An earthquake case study. International Journal of Disaster Risk Reduction. Volume 23, pp. 204-217.

17. Contreras and E. Fernández. (2012). General network design: A unified view of combined location and network design problems. European Journal of Operational Research, vol. 219, pp. 680-697.

18. Ghaderi, M and Jabalameli, S. (2013). Modeling the budget-constrained dynamic uncapacitated facility location–network design problem and solving it via two efficient heuristics: a case study of health care. Mathematical and Computer Modelling, vol. 57, pp. 382-400.

19. Jabbarzadeh, A., Fahimnia, B., Jiuh-Biing, S. & Shahmoradi Moghadam, H. (2016). Designing a supply chain resilient to major disruptions and supply/demand interruptions, Transportation Research Part B: Methodological, Volume 94, December 2016, pp. 121–149.

20. Govindan, A. Jafarian, R. & Nourbakhsh, V. (2015). Bi-objective integrating sustainable order allocation and sustainable supply chain network strategic design with stochastic demand using a novel robust hybrid multi-objective metaheuristic. Computers & Operations Research, vol.62, pp.112-130.

21. Ardalan, Z., Karimi, S., Naderi, B., Arshadi Khamseh, A. (2016). Supply chain networks design with multi-mode demand satisfaction policy ,Computers & Industrial Engineering ,Volume 96 ,pp. 108-117.

22. Lapointe, D. (2020). Reconnecting tourism after COVID-19: the paradox of alterity in tourism areas. *Tourism Geographies*, 22 (3), 1-6

23. Shishebori, L. V. Snyder, and M. S. Jabalameli. (2014). A reliable budget-constrained fl/nd problem with unreliable facilities. Networks and Spatial Economics, vol. 14, pp. 549-580.

24. Tremblay-Huet, S. (2020). COVID-19 leads to a new context for the “right to tourism”: a reset of tourists’ perspectives on space appropriation is needed. *Tourism Geographies*. Pp. 720-723.