فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران/ دورهٔ دوازدهم، شمارهٔ سوم، پاییز ۱۴۰۱
Disaster Prevention and Management Knowledge (DPMK)
Quarterly, Vol. 12, No.3, Serial 45 (Autumn 2022)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۲

Low-risk camps and medical service centers locating before an earthquake using the COCOSO MCDM method, case study: Rudbar, Gilan

Fatemeh Kheildar[1,2] & Parvaneh Samouei[*3]
1- MSc. student, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
2- MSc. Student, Research center for emergency and resilience, Red crescent society of Islamic Republic of Iran (f.kheildar@eng.basu.ac.ir)
3- Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. (p.samouei@basu.ac.ir)

Abstract

Background and objective: Nowadays, due to the increase in population and climate change, the probability of natural disasters such as floods and earthquakes are increasing. Therefore, the need for proper planning to reduce human and financial losses is felt more and more. Locating camps and medical service centers is one of the measures that should be taken into account to deal with disaster conditions. In this research, camps and medical service centers' locations have been investigated. According to the historical background of the city of Rudbar in the occurrence of a big earthquake and the location of this city on the active fault of Rudbar, this city was chosen for a case study.
Method: Suitable places for the construction of camps and medical service centers were considered from previous researches and the opinion of the experts of the Center for Research and Resilience in Disasters and to rank the options, the compromise mixed solution method has been used.
Findings: At first, with the consultation of the experts of the Center for Research and Resilience in Disasters and Disasters and using previous researches, appropriate criteria were determined for prioritizing the candidate places for the construction of medical service centers and camps. Then, according to these criteria, the candidate places were first prioritized to determine the suitable place for the construction of medical service centers, according to the population of Rudbar city, 5 places were selected for the construction of medical service centers, and the other places were selected for the construction of the camp according to the appropriate criteria. In order to identify a suitable place for the construction of the camp, they were prioritized again. Hosp itals and schools are more suitable places to build medical service centers and schools and mosques are more suitable places to build camps.
Conclusion: The results show that the criteria of not being located on the fault, the presence of suitable infrastructure, and the distance from the disaster points are important criteria for choosing a medical service center, and criteria not being located on the fault, the presence of suitable infrastructure, and the distance from the medical service centers are important criteria for building a camp.
Keywords: location, camps, medical service centers, earthquake, combined compromise solution
▶**Citation (APA 6th ed.):** Kheildar F, Samouei P. (2022, Autumn). Low-risk camps and medical service centers locating before an earthquake using the COCOSO MCDM method, case study: Rudbar, Gilan. *Disaster Prevention and Management Knowledge Quarterly (DPMK), 12*(3),289-299.

مکان‌یابی نقاط کم ریسک برای احداث اردوگاه‌ها و مراکز خدمات درمانی پیش از وقوع زلزله با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره COCOSO مطالعه موردی: رودبار گیلان

فاطمه خیلدار[۱و۲] و پروانه سموئی[*۳]

۱–دانشجوی کارشناسی ارشد، دپارتمان مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران؛

۲– دانشجوی کارشناسی ارشد، مرکز تحقیقات و تاب‌آوری در حوادث و بلایا، جمعیت هلال‌احمر جمهوری اسلامی ایران.f.kheildar@eng.basu.ac.ir

۳–استادیار، دپارتمان مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.p.samouei@basu.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: امروزه با توجه به افزایش جمعیت و تغییرات آب‌وهوایی، احتمال وقوع سوانح طبیعی مانند سیل و زلزله رو به افزایش است. لذا لزوم برنامه‌ریزی مناسب برای کاهش تلفات جانی و مالی، بیش از پیش احساس می‌شود. مکان‌یابی اردوگاه‌ها و مراکز خدمات درمانی یکی از اقداماتی است که باید برای مقابله با شرایط وقوع سانحه لحاظ نمود. در این تحقیق، موضوع مکان‌یابی اردوگاه‌ها و مراکز خدمات درمانی بررسی شده است. با توجه به پیشینه تاریخی شهر رودبار در وقوع زلزله بزرگ و موقعیت مکانی این شهر روی گسل فعال رودبار، این شهر برای مطالعه موردی انتخاب شده است.
روش: مکان‌ها و معیارهای مناسبی برای احداث اردوگاه‌ها و مراکز خدمات درمانی محله‌ها و مناطق اطراف شهر رودبار در نظر گرفته شدند. برای انتخاب مکان‌های کاندید، از پژوهش‌های پیشین و نظر کارشناسان مرکز تحقیقات و تاب‌آوری در حوادث و بلایای هلال‌احمر بهره گرفته شد. علاوه بر این، برای رتبه‌بندی گزینه‌ها از روش ترکیبی سازشی[1] که از روش‌های جدید تصمیم‌گیری چندمعیاره است، استفاده‌شده است.
یافته‌ها: پس از تعیین معیارها و مکان‌های کاندید برای احداث مراکز خدمات درمانی و اردوگاه‌ها، مکان‌های مناسب اولویت‌بندی شدند. بدین شکل که ابتدا در فاز اول با توجه به جمعیت شهر رودبار، ۵ نقطه برای مراکز خدمات درمانی انتخاب شدند و سپس در فاز دوم سایر نقاط برای احداث اردوگاه‌ها و با توجه به معیارهای مناسب یک اردوگاه، مورد اولویت‌بندی مجدد قرار گرفتند. نتایج نشان می‌داد از بین نقاط کاندید، برخی از مدارس و محوطه باز برخی بیمارستان‌ها (جهت احداث بیمارستان صحرایی) نقاط مناسب‌تری برای احداث مراکز خدمات‌درمانی هستند، در حالی‌که برای احداث اردوگاه‌ها برخی از مدارس و مساجد نقاط مناسب‌تری هستند.
نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از رتبه‌بندی نشان می‌دهند که معیارهای عدم قرارگیری روی گسل، وجود زیرساخت مناسب و فاصله از نقاط آسیب‌دیده، معیارهای مهمی برای انتخاب مرکز خدمات درمانی هستند. در حالی‌که معیارهای عدم قرارگیری روی گسل، وجود زیرساخت مناسب و فاصله از مراکز خدمات درمانی معیارهای لازم برای احداث اردوگاه می‌باشند.
کلیدواژه: مکان‌یابی، اردوگاه‌ها، مراکز خدمات درمانی، زلزله، راه‌حل ترکیبی سازشی

◀ **استناد فارسی (شیوه APA، ویرایش ششم ۲۰۱۰):** خیلدار، فاطمه؛ سموئی، پروانه. (پاییز، ۱۴۰۱). مکان‌یابی نقاط کم ریسک برای احداث اردوگاه‌ها و مراکز خدمات درمانی پیش از وقوع زلزله با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره COCOSO مطالعه موردی: رودبار گیلان. *فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران، ۱۲* (۳)،۲۸۹-۲۹۹.

1. COCOSO

مقدمه

لجستیک بحران شامل کلیه فرآیندهای برآورد، تأمین، حمل‌ونقل، نگهداری و توزیع کالاها و خدمات به آسیب‌دیدگان و گروه‌های امدادی است که باید در زمان، مکان، مقدار و روش مناسب فراهم شود (آصفی و همکاران (۲۰۲۰)). با توجه به احتمال وقوع حوادث طبیعی در کشور و خسارات فراوانی مالی و جانی، لازم است برنامه‌ریزی‌های دقیقی بر مبنای سناریوهای مختلف، قبل از بحران انجام شود و مکان مراکز امدادی و خدمات‌رسانی تعیین شود. چراکه در شرایط وقوع بحران، تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی مناسب بسیار دشوار و در برخی موارد غیرممکن است (کرمی پور و همکاران (۲۰۲۱)). عملیات‌های امدادی بشردوستانه غیرقابل اطمینان منجر به افزایش تعداد مصدومان، بزرگ‌تر شدن حادثه و افزایش هزینه‌های بهبود می‌گردد (سوریسنو و همکاران (۲۰۲۰)). بر اساس قانون، امداد و نجات و اسکان اضطراری بر عهده هلال‌احمر است و این نهاد نسبت به ذخیره‌سازی اقلام امداد و نجات و اسکان اضطراری در پایگاه‌های خود در سراسر کشور اقدام می‌نماید (۲۰۱۸). از این رو، مکانیابی پایگاه‌های امداد و خدمات درمانی و اردوگاه‌ها برای این سازمان مهم می‌باشد.

یونس و همکاران (۲۰۲۲) مسأله مکان‌یابی پناهگاه به‌منظور تخلیه مصدومان در زنجیره تأمین بشردوستانه را با روش ای اچ پی فازی[1] بررسی کردند. ژنگ و همکاران (۲۰۲۲) رویکردی یکپارچه را برای بررسی خطر سیل در مناطق شهری کلان‌شهرها پیشنهاد نمودند. آن‌ها برای حل مسأله‌شان از روش‌های دیمتیل خاکستری[2] و AHP استفاده کرده بودند. رانی و کاسول (۲۰۲۲) چهارچوبی مبتنی بر ویژگی را برای تشخیص بحران‌های حساس به مکان با استفاده از روش‌های AHP و تاپسیس[3] پیشنهاد کرده بودند.

مایکل و همکاران (۲۰۱۹) مسأله مکانیابی انبار را با استفاده از روش ترکیبی الکتر[4] و TOPSIS بررسی کردند. سردویی و همکاران (۲۰۲۱) خطر سیل در شهرستان جیرفت ایران را با استفاده از ترکیبی از روش‌های یادگیری ماشین و تاپسیس ارزیابی کردند. شاو و همکارن (۲۰۲۲) مسأله مکانیابی و تخصیص مراکز توزیع را در شرایط عدم قطعیت بررسی نمودند. اهداف آن‌ها کمینه کردن هزینه و زمان و بیشینه نمودن مناطق تحت پوشش بود. آن‌ها برای حل مسأله خود از روش تاپسیس فازی استفاده نمودند. باریوس و همکاران (۲۰۲۰) مسأله ارزیابی بیمارستان در برابر حوادث را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها از روش fuzzy- AHP برای وزن دهی به معیارهای اصلی، از روش دیمتیل فازی[5] برای کشف وابستگی بین معیارها و زیرمعیارها و از روش TOPSIS برای رتبه بندی بیمارستان‌ها استفاده کرده بودند. گالوم و همکاران (۲۰۲۱) مسأله تعیین ریسک آتش‌سوزی پس از وقوع زلزله را درنظر گرفته بودند و یک چهارچوب دو سطحی برای آن ارائه کردند. آن‌ها برای تعیین وزن معیارها از روش AHP و برای رتبه‌بندی مناطق از روش TOPSIS استفاده کرده بودند. تاکور (۲۰۲۲) مسأله مکانیابی تأسیسات تصفیه موقت زباله را در شرایط وقوع بیماری‌های همه‌گیر مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها در تحقیق خود از روش Grey-AHP به منظور اولیت‌دهی معیارها و انتخاب مکان‌های بهینه استفاده کرده بودند. اودین و متین (۲۰۲۱) مسأله مکان‌یابی اردوگاه در شرایط وقوع سیل را بررسی نمودند. آن‌ها از روش AHP برای انتخاب امن‌ترین مکان‌ها برای احداث اردوگاه‌ها با توجه به معیارهای موجود استفاده کرده بودند. روح و همکاران (۲۰۱۸) مکان‌یابی انبارها در زنجیره تأمین بشردوستانه را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها از یک رویکرد دو مرحله‌ای با استفاده از روشهای fuzzy AHP و fuzzy TOPSIS به منظور ارزیابی مکان‌های مناسب جهت احداث انبارها برای سازمان‌های بشردوستانه استفاده کرده بودند.

ساعتچی و همکاران (۲۰۲۱) یک شبکه زنجیره تأمین رفت و برگشت را به منظور مکان‌یابی انبارها و بیمارستان‌ها طراحی نمودند. پرانتپولرانگ و همکاران (۲۰۲۱) پژوهشی در رابطه با تخصیص و مکان‌یابی پناهگاه در لجستیک امداد بشردوستانه انجام داده بودند. تفاوت آن‌ها با سایر پژوهش‌ها در این بود که ایده مینیمم مسافت بین مناطق آسیب‌دیده و پناهگاه‌های کاندید که از پس‌لرزه‌ها در امان بودند، در نظر گرفته شده بود. ولاسکوییز و

1. Fuzzy-AHP
2. Grey-DEMATEL
3. TOPSIS
4. ELECTRE
5. fuzzy- DEMATEL

همکاران (۲۰۲۱) پژوهشی به منظور مکان‌یابی انبارها برای ذخیره نمودن منابع امداد حادثه با استفاده از بهینه‌سازی استوار انجام دادند. آن‌ها در تحقیق خود ابتدا یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط معین را معرفی نمودند که هدف آن مینیمم نمودن هزینه احداث انبارها بود. زکایی و همکاران (۲۰۲۱) یک مدل سه رده‌ای چند منبعی و مسیریابی مکان‌یابی ظرفیت‌دار را توسعه داده بودند که به منظور شناسایی قابل‌اطمینان‌ترین تأمین‌کنندگان منابع، بیشترین مزایا در تحصیلات و ایده‌آل‌ترین مسیرها برای تدارکات و حمل و نقل منابع از تأمین‌کننده منابع به مناطق مسکونی آسیب‌دیده بود. ثقه‌ای و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهش خود مکان‌یابی انبارهای ملی و منطقه‌ای را بررسی نمودند. حق‌جو و همکاران (۲۰۲۰) پژوهشی در رابطه با مکان‌یابی تسهیلات موقتی و مراکز خون در شبکه زنجیره تأمین خون و تخصیص تسهیلات و کمک‌ها در شرایط بحران انجام دادند. بیکی و همکاران (۲۰۲۰) مدلی برای وقوع زلزله در تهران به منظور تعیین نقاط بالقوه برای احداث مراکز توزیع طراحی نمودند.

نتایج به‌دست آمده از مقالات بررسی شده نشان می‌دهد که روش‌های استفاده شده در این پژوهش‌ها از جمله روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره برای مکان‌یابی، از روش‌های مناسبی هستند که می‌تواند نتایج قابل اتکایی ارائه دهند و در افزایش سرعت امدادرسانی در شرایط بحران نقش بسزایی داشته باشند و به تصمیم‌گیرندگان ارزیابی‌های قابل اعتمادی از ریسک احداث مراکز ارائه دهند. لذا در این تحقیق با بررسی مقالات مربوط به مکان‌یابی در شرایط بحران، به مسأله مکان‌یابی مراکز خدمات درمانی (بیمارستان‌های صحرایی) و اردوگاه‌های شهر رودبار برای مرحله آمادگی (پیش از وقوع زلزله) اقدام می‌نماییم. دلیل انتخاب شهر رودبار و حومه آن از این جهت است که این شهر روی گسل فعال رودبار و از مناطق پُرخطر از نظر زمین‌لرزه قرار گرفته است. همچنین دارای زلزله مهیبی در دهه ۶۰ به همراه تلفات جانی بسیار زیاد بوده است. علاوه بر این، براساس اطلاعات دریافتی از مرکز لرزه‌شناسی گیلان، فعال شدن گسل البرز، سبب بسیاری از زمین‌لرزه‌ها در گیلان و مازندران گردید، که این امر نیاز به طراحی الگوی مناسب مکان‌یابی جهت احداث اردوگاه‌ها و مراکز خدمات درمانی (بیمارستان‌های صحرایی) را جهت کاهش آسیب‌های جانی و مالی ضروری‌تر می‌نماید. در نتیجه در این تحقیق به دنبال پاسخ‌گویی به این سؤال هستیم که در شهر رودبار و اطراف آن مکان‌های مناسب برای اسکان موقت و احداث مراکز خدمات درمانی پس از زلزله چه بخش‌هایی هستند؟

روش

در این مقاله، مسأله مکان‌یابی اردوگاه‌ها و مراکز خدمات امدادی درمانی در شرایط پیش از وقوع بحران زلزله مطرح شده است. مکان‌های کاندید شده برای احداث اردوگاه‌ها و مراکز خدمات درمانی شامل مساجد، مدارس، پارک‌ها و محوطه باز بیمارستان‌ها می‌باشند. این مکان‌ها با توجه به توصیه کارشناسان مرکز تحقیقات و تاب‌آوری در حوادث و بلایا مشخص شدند. با توجه به اظهارات این کارشناسان و برخی پژوهش‌های انجام شده در این زمینه مانند مقری و خلیلی (۲۰۲۲)، ترایویدی (۲۰۱۸) و باریوس و همکاران (۲۰۲۲)، مکان‌هایی که برای احداث اردوگاه و مراکز خدمات درمانی انتخاب می‌شوند لازم است در مجاورت امکانات و تجهیزات لازم برای احداث اردوگاه‌ها و مراکز خدمات درمانی مانند آب، دارو، سنگ، چوب، خاک، برق، گاز و ... باشند. در نتیجه، مساجد و مدارس به دلیل داشتن ساختمان، سرویس بهداشتی و آب؛ پارک‌ها به دلیل داشتن سرویش بهداشتی، چوب، آب، سنگ و خاک؛ و بیمارستان‌ها به دلیل داشتن ساختمان، محوطه باز، آب، سرویس بهداشتی، دارو و داشتن تجهیزات درمانی انتخاب شدند، تا در صورت سالم ماندن این مکان‌ها، اردوگاه یا مرکز خدمات درمانی داخل این مکان‌ها احداث شوند و در صورت تخریب این مکان‌ها از تجهیزات موجود در آن‌ها برای ساخت اردوگاه یا مرکز خدمات درمانی در مجاورت آن‌ها استفاده شود.

معیارهای انتخاب مراکز خدمات درمانی شامل عدم قرارگیری روی گسل، فاصله با نقاط آسیب‌دیده، ظرفیت (تعداد مصدومانی که می‌توانند در آنجا بستری شوند)، بافت فرسوده و زیرساخت‌های لازم برای احداث مراکز خدمات درمانی می‌باشند. جدول (۱) معیارهای انتخاب مراکز درمانی را همراه با مثبت یا منفی بودن آن‌ها و نحوه امتیازدهی نشان می‌دهد. معیارهای انتخاب اردوگاه شامل عدم قرارگیری روی گسل، زیرساخت مورد نیاز برای احداث اردوگاه، زیرساخت منطقه‌ای (آب، برق، گاز و تلفن)،

زیرساخت جاده، ظرفیت (ازنظر تعداد مردمی که می‌توانند در آنجا ساکن شوند)، فاصله از نقاط امدادی و وضعیت مالکیت (دولتی یا خصوصی) می‌باشند. جدول (۲) معیارهای انتخاب اردوگاه‌ها را همراه با مثبت یا منفی بودن آن‌ها و نحوه امتیازدهی نشان می‌دهد. در ابتدا نقاط مناسب برای احداث مراکز خدمات درمانی انتخاب می‌شوند سپس از بین نقاط باقی‌مانده مکان‌های مناسب برای احداث اردوگاه مجدداً اولویت‌بندی می‌گردند. روش انجام این تحقیق، توصیفی و تحلیلی می‌باشد. در مرحله جمع‌آوری داده از جستجو در اینترنت و مطالعات سایر پژوهشگران استفاده شده است.

مکان‌یابی مراکز خدمات درمانی و اردوگاه یکی از اقدامات مهم در فاز امدادرسانی حادثه است و سبب کاهش خسارت‌های جانی و مالی می‌شود. جامعه مورد مطالعه تحقیق، شهر رودبار است که شامل ۱۷ محله می‌شود، شکل (۱) نقشه شهر رودبار را نشان می‌دهد. این شکل با استفاده از نرم‌افزار پایتون[1] کشیده شده است. از بین نقاط کاندید شده برای احداث اردوگاه‌ها و مراکز خدمات درمانی واقع در شهر و یا حومه رودبار، ۵ نقطه برای احداث مراکز خدمات درمانی انتخاب گردیدند و مصدومان با توجه به ۵ نقطه انتخاب و فعال شده به مراکز خدمات درمانی ارسال می‌شوند. اعزام مصدومان باید به نحوی صورت گیرد که به نزدیک‌ترین مرکز خدمات درمانی دارای ظرفیت، انتقال داده شوند. اما در مورد مکان‌یابی اردوگاه‌ها وضعیت متفاوت است؛ بدین گونه که نقاطی که برای احداث اردوگاه رتبه‌بندی می‌شوند تنها در صورت نیاز جمعیت احداث می‌گردند. بدین ترتیب که ابتدا افراد به مکانی که رتبه اول دارد اسکان می‌یابند و در صورت پر شدن این مکان، به مکان دوم انتقال داده می‌شوند و به همین ترتیب انتقال افراد به اردوگاه‌ها صورت می‌گیرد. در نتیجه، همه نقاط رتبه‌بندی شده برای اردوگاه‌ها، هم‌زمان فعال نخواهند بود و تنها در صورت پرشدن مکانی که اولویت بالاتری دارد، مکان بعدی فعال شود. شایان ذکر است که بسته به شدت و بزرگی زلزله، برخی از نقاطی که اولویت‌های پایین‌تری دارند ممکن است فعال نشوند.

شکل ۱. محلات شهر رودبار

در شکل (۱) نقاط قرمز، محله‌های شهر رودبار را نشان میدهند.

جدول ۱. معیارهای انتخاب مراکز درمانی

نام معیار	نحوه امتیازدهی
عدم قرارگیری روی گسل	نقاطی که تا حد امکان تحت تأثیر گسل رودبار نباشند امتیاز بیشتری خواهند داشت و برای این کار بررسی نقشه‌های جغرافیایی ضروری است.
فاصله با نقاط حادثه‌دیده	نقاطی که فاصله کمتری با نقطه میانه مناطق حادثه‌دیده دارند امتیاز بیشتری دارند، مسافت نقاط با مراکز حادثه‌دیده با استفاده از Google maps اندازه‌گیری شده است.
ظرفیت	نقاطی که ظرفیت بیشتری برای پذیرش مصدومان دارند امتیاز بیشتری به آن‌ها تعلق می‌گیرد، به‌عنوان نمونه، پارک‌ها ظرفیت بیشتری نسبت به سایر نقاط کاندید دارند. به‌منظور افزایش دقت در امتیازدهی از جستجو نام نقاط کاندیدا، دیدن عکس، مشخصات و مسافت آن‌ها و برای بیمارستان‌ها نیز از تعداد تخت‌های موجود آن استفاده شده است.
بافت فرسوده	نقاطی که زمان احداث آن‌ها به زمان حال نزدیک‌تر باشد امتیاز بیشتری نسبت به سایر نقاط می‌گیرند، برای این بخش نام نقاط کاندید جستجو و زمان احداث بنا و یا عکس بنا بررسی شده است و بدین ترتیب، امتیازدهی صورت گرفته است.
زیرساخت مورد نیاز برای احداث مراکز درمانی	نقاطی که امکانات بیشتری برای احداث مراکز امداد درمانی دارند امتیاز بالاتری دارند. به‌عنوان نمونه، بیمارستان‌ها به سبب داشتن امکانات و خدمات دارویی و همچنین ساختمان و سرویس بهداشتی بالاترین امتیاز دارند و بعد از آن‌ها مساجد و مدارس هستند که دارای ساختمان و سرویس بهداشتی هستند و پس ازآن پارک‌ها هستند که به دلیل نداشتن ساختمان مشخص و گازکشی کم‌ترین امتیاز به آن‌ها تعلق می‌گیرد.

1. python

جدول ۲. معیارهای انتخاب اردوگاه‌ها

نام معیار	نحوه امتیازدهی
عدم قرارگیری روی گسل	نقاطی که تا حد امکان تحت تأثیر گسل رودبار نباشند امتیاز بیشتری نسبت به سایر نقاط به آن‌ها تعلق می‌گیرد. نقاط با استفاده از نقشه‌های جغرافیایی بررسی می‌شوند.
زیرساخت مورد نیاز برای احداث اردوگاه	نقاطی که امکانات بیشتری برای احداث اردوگاه دارند امتیاز بیشتری به آن‌ها تعلق می‌گیرد، به‌عنوان نمونه مدارس و مساجد به سبب داشتن ساختمان و سرویس بهداشتی بالاترین امتیاز را دارند و بعد از آن پارک‌ها هستند که به دلیل نداشتن ساختمان مشخص و گاز کشی کم‌ترین امتیاز به آن‌ها تعلق می‌گیرد.
زیرساخت منطقه‌ای (آب، برق و گاز)	زیرساخت منطقه‌ای در شهرها بهتر از روستاهاست، ازاین‌رو، نقاطی که در شهرها باشند امتیاز بالاتر و نقاطی که در روستاها باشند امتیاز کمتری دارند، پارک‌ها هم به دلیل نداشتن گاز امتیاز کمی دارند.
زیرساخت جاده	شهرها دارای جاده‌های بهتری نسبت به روستاها هستند، لذا نقاطی که در شهرها باشند امتیاز بالاتر و نقاطی که در روستاها باشند امتیاز کمتری دارند.
ظرفیت	نقاطی که ظرفیت بیشتری برای پذیرش افراد دارند امتیاز بیشتری خواهند داشت، به‌عنوان نمونه پارک‌ها ظرفیت بیشتری نسبت به سایر نقاط کاندید دارند.
فاصله از نقاط امدادی	نقاطی که فاصله کمتری با نقاط امدادی به‌دست آمده از مرحله مکان‌یابی نقاط خدمات درمانی دارند امتیاز بیشتری خواهندداشت. مسافت نقاط با نقاط امدادی با استفاده از Google maps اندازه‌گیری می‌شود.

با توجه به اینکه برای انتخاب اردوگاه‌ها و مراکز خدمات درمانی معیارهای خاصی مطرح شده است و قصد انتخاب تعدادی مکان از بین کل نقاط را داریم، لذا برای حل از رویکرد تصمیم‌گیری چند شاخصه استفاده می‌شود. با بررسی تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه نوین، روش راه‌حل ترکیبی سازشی برای حل این بخش از مسأله انتخاب شده است. جدول (۳) نقاط بالقوه برای احداث اردوگاه و مراکز خدمات درمانی را نشان می‌دهد.

جدول ۳. نقاط بالقوه برای احداث اردوگاه و مراکز خدمات درمانی

نوع نقطه انتخابی	نام بنا (موقعیت مکانی)
مدرسه	هنرستان نواب صفوی (لوشان)، مدرسه دخترانه ارمینه مصلی نژاد (منجیل گیلان)، دبیرستان شهید حجت (رستم‌آباد گیلان)، راهنمایی پسرانه شریعتی (رستم‌آباد گیلان)، مدرسه ابتدایی شهید حجت (رستم‌آباد گیلان)، دبیرستان طالقانی (خلیل‌آباد)
مسجد	مسجد جامع بالا بازار (خلیل‌آباد گیلان)، مسجد امام جعفر صادق (توتکابن گیلان)، مسجد امام جعفر صادق دوگاهه (خلیل‌آباد گیلان)، مسجد جامع لوشان (لوشان)، مسجد جامع حضرت محمد رسول‌الله (رستم‌آباد گیلان)، مصلی رودبار (گیلان خلیل‌آباد)
پارک	بوستان شهید چمران (خلیل‌آباد گیلان)، پارک ساحلی سد منجیل (گیلان منجیل)، پارک ساحلی درنیکا (گیلان)
بیمارستان	بیمارستان ولیعصر (عج) (رودبار)، بیمارستان ۳۱ خرداد (گیلان_منجیل)، بیمارستان رودبار (رودبار)

راه‌حل ترکیبی سازشی

روش راه‌حل ترکیبی سازشی بر اساس ترکیب روش وزن جمعی ساده[1] و روش حاصل‌ضرب وزین[2] در سال ۲۰۱۹ توسط یزدانی و همکاران پیشنهاد شده است و برای رتبه‌بندی گزینه‌ها استفاده می‌شود. از ویژگی‌های این روش می‌توان به مستقل بودن شاخص‌ها از یکدیگر، قرار داشتن در زمره روش‌های جبرانی، تبدیل شاخص‌های کیفی به کمّی و کاربرد در رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم اشاره کرد. در این روش در ابتدا گزینه‌ها امتیازدهی می‌شوند و ماتریس تصمیم با روش بی مقیاس‌سازی فازی، بی مقیاس می‌شوند. سپس وزن معیارها با روش دلخواه محاسبه می‌گردد. در این مقاله از روش آنتروپی شانون برای محاسبه اوزان استفاده شده است. در مرحله بعد، مقادیر وزن جمعی (s_i) که برابر با مجموع هر سطر از ماتریس حاصل از ضرب وزن هر معیار (W_j) است در ستون‌های ماتریس بی مقیاس شده (n_{ij}) و مقادیر وزن ضربی (p_i) -که برابر با مجموع هر سطر از ماتریس حاصل از عناصر ماتریس بی‌مقیاس شده (n_{ij}) است- به توان وزن

1. SAW
2. WPM

هر معیار (W_j) می‌رسد. روابط (۱ و ۲) به ترتیب وزن جمعی و ضربی را نشان می‌دهند (یزدانی و همکاران (۲۰۱۹)).

$$s_i = \sum_{j=1}^{n} W_j \times n_{ij} \quad (۱)$$

$$p_i = \sum_{j=1}^{n} n_{ij}^{W_j} \quad (۲)$$

سپس وزن نسبی هر گزینه بر اساس ۳ راهبرد k_{ia}، k_{ib} و k_{ic} تعیین می‌شود. روابط ۳، ۴ و ۵ نحوه محاسبه ۳ راهبرد را نشان می‌دهند و در نهایت، رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس مقدار k_i -که برابر است با جمع میانگین هندسی و حسابی k_{ia}، k_{ib} و k_{ic}- انجام می‌شود. رابطه (۶) نحوه محاسبه k_i را نشان می‌دهد.

$$k_{ia} = \frac{p_i + s_i}{\sum_{i=1}^{m} p_i + s_i} \qquad i = 1,2,..,m \quad (۳)$$

$$k_{ib} = \frac{s_i}{min\ s_i} + \frac{p_i}{min\ p_i} \qquad i = 1,2,...,m \quad (۴)$$

$$k_{ic} = \frac{\lambda\, s_i + (1-\lambda) p_i}{\lambda\ max\ s_i + (1-\lambda)\ max\ p_i} \quad (۵)$$

$$i = 1,2,..,m\ ;\ 0 \le \lambda \le 1$$

$$k_i = (k_{ia} \times k_{ib} \times k_{ic})^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3}(k_{ia} + k_{ib} + k_{ic}) \quad i = 1,2,...,m \quad (۶)$$

در محاسبات، مقدار λ توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌گردد و معمولاً برابر ۰٫۵ در نظر گرفته می‌شود، در این مقاله نیز مقدار λ برابر ۰٫۵ در نظر گرفته شده است. گزینه‌هایی که k_i بالاتری داشته باشند دارای اولویت بالاتر بوده و رتبه بهتری نسبت به سایر گزینه‌ها دارند (یزدانی و همکاران (۲۰۱۹)).

یافته‌ها

ابتدا نقاط موردنظر برای احداث مراکز خدمات درمانی از بین کل نقاط انتخاب می‌شوند. با توجه به وسعت و جمعیت شهر رودبار، ۵ نقطه اول در رتبه‌بندی برای احداث مراکز خدمات درمانی کنار گذاشته می‌شوند و سپس سایر نقاط برای احداث اردوگاه، مجدداً اولویت‌بندی می‌شوند. جدول (۴) ماتریس امتیازدهی نقاط برای احداث مراکز خدمات درمانی را همراه با معیارها نشان می‌دهد.

جدول (۵) وزن معیارها و مقادیر بی مقیاس شده ویژگی‌ها را برای احداث مراکز خدمات درمانی را نشان می‌دهد.

جدول ۴. ویژگی‌های نقاط کاندید برای احداث مراکز خدمات درمانی

نقاط کاندید	عدم قرارگیری روی گسل	فاصله با نقاط آسیب دیده	ظرفیت	بافت فرسوده	زیرساخت مورد نیاز برای احداث مرکز درمانی
هنرستان نواب صفوی	۸	۶	۷	۵	۶
مدرسه دخترانه ارمنیه مصلی نژاد	۵	۹	۷	۷	۶
دبیرستان شهید حجت	۴	۷	۷	۸	۶
راهنمایی پسرانه شریعتی	۴	۷	۷	۵	۶
مدرسه ابتدایی شهید حجت	۴	۶	۷	۸	۶
دبیرستان طالقانی	۴	۱۰	۷	۵	۶
مسجد جامع بالا بازار	۴	۱۰	۹	۳	۵
مسجد امام جعفر صادق	۸	۷	۸	۵	۵
مسجد امام جعفر صادق دوگاهه	۴	۹	۶	۵	۵
مسجد جامع لوشان	۹	۶	۹	۶	۵
مسجد جامع حضرت محمد رسول الله	۴	۷	۸	۴	۵
مصلی رودبار	۳	۷	۱۰	۶	۵
بوستان شهید چمران	۳	۷	۱۰	۷	۱
پارک ساحلی سد منجیل	۳	۹	۱۰	۷	۱
پارک جنگلی ساحلی درنیکا	۷	۶	۱۰	۷	۱
بیمارستان ولیعصر	۴	۱۰	۶	۹	۱۰
بیمارستان ۳۱ خرداد	۴	۷	۶	۹	۱۰
بیمارستان رودبار	۴	۱۰	۶	۹	۱۰
جمع کل	۸۶	۱۴۰	۱۴۰	۱۱۵	۹۹

جدول ۵. ماتریس وزن معیارهای و مقادیر بی مقیاس شده

نقاط کاندید	عدم قرارگیری روی گسل	فاصله با نقاط آسیب دیده	ظرفیت	بافت فرسوده	زیرساخت مورد نیاز برای احداث مرکز درمانی
E(j)	۰,۸۸۹	۰,۹۰۳	۰,۹۰۳	۰,۸۹۷	۰,۸۶۷
d(j)	۰,۱۱۰	۰,۰۹۶	۰,۰۹۶	۰,۱۰۲	۰,۱۳۲
w(j)	۰,۲۰۶	۰,۱۷۹	۰,۱۷۸	۰,۱۹۰	۰,۲۴۵
راهنمایی پسرانه شریعتی	۰,۰۴۴	۰,۰۴۷	۰,۰۴۷	۰,۰۴۲	۰,۰۵۳
مدرسه ابتدایی شهید حجت	۰,۰۴۴	۰,۰۴۲	۰,۰۴۷	۰,۰۵۸	۰,۰۵۳
دبیرستان طالقانی	۰,۰۴۴	۰,۰۵۹	۰,۰۴۷	۰,۰۴۲	۰,۰۵۳
مسجد جامع بالا بازار	۰,۰۴۴	۰,۰۵۹	۰,۰۵۵	۰,۰۲۹	۰,۰۴۷
مسجد امام جعفر صادق	۰,۰۶۹	۰,۰۴۷	۰,۰۵۱	۰,۰۴۲	۰,۰۴۷
مسجد امام جعفر صادق دوگاهه	۰,۰۴۴	۰,۰۵۵	۰,۰۴۲	۰,۰۴۲	۰,۰۴۷
مسجد جامع لوشان	۰,۰۷۴	۰,۰۴۲	۰,۰۵۵	۰,۰۴۸	۰,۰۴۷
مسجد جامع حضرت محمد رسول الله	۰,۰۴۴	۰,۰۴۷	۰,۰۵۱	۰,۰۳۶	۰,۰۴۷
مصلی رودبار	۰,۰۳۶	۰,۰۴۷	۰,۰۵۹	۰,۰۴۸	۰,۰۴۷
بوستان شهید چمران	۰,۰۳۶	۰,۰۴۷	۰,۰۵۹	۰,۰۵۳	۰,۰۱۴
پارک ساحلی سد منجیل	۰,۰۳۶	۰,۰۵۵	۰,۰۵۹	۰,۰۵۳	۰,۰۱۴
پارک جنگلی ساحلی درنیکا	۰,۰۶۴	۰,۰۴۲	۰,۰۵۹	۰,۰۵۳	۰,۰۱۴
بیمارستان ولیعصر	۰,۰۴۴	۰,۰۵۹	۰,۰۴۲	۰,۰۶۲	۰,۰۷۲
بیمارستان ۳۱ خرداد	۰,۰۴۴	۰,۰۴۷	۰,۰۴۲	۰,۰۶۲	۰,۰۷۲
یمارستان رودبار	۰,۰۴۴	۰,۰۵۹	۰,۰۴۲	۰,۰۶۲	۰,۰۷۲
جمع کل	۰,۸۸۹	۰,۹۰۳	۰,۹۰۳	۰,۸۹	۰,۸۶

جدول (۶) مقادیر وزن جمعی (s_i)، وزن ضربی (p_i)، تعیین احداث مراکز خدمات درمانی نشان می‌دهد.
وزن نسبی هر گزینه بر اساس ۳ راهبرد و رتبه‌بندی نهایی را برای

جدول ۶. جزییات رتبه‌بندی نهایی برای احداث مراکز خدمات درمانی

نقاط کاندید	S_i	P_i	K_{ia}	K_{ib}	K_{ic}	K_i	رتبه نهایی
هنرستان نواب صفوی	۰,۴۱۶	۲,۹۴۸	۰,۰۵۲	۲,۵۴۶	۰,۸۶۸	۱,۶۴۱	۱۲
مدرسه دخترانه ارمنیه مصلی نژاد	۰,۵۱۱	۳,۸۱۵	۰,۰۶۶	۳,۲۰۶	۱,۱۱۰	۲,۰۸	۱
دبیرستان شهید حجت	۰,۴۱۹	۳,۵۶۹	۰,۰۶۱	۲,۸۰۸	۱,۰۰۸	۱,۸۵۱	۶
راهنمایی پسرانه شریعتی	۰,۳۲	۳,۴۵۶	۰,۰۵۸	۲,۴۵۴	۰,۹۳۵	۱,۶۶۰	۱۰
مدرسه ابتدایی شهید حجت	۰,۳۷۴	۲,۷۸۹	۰,۰۴۸	۲,۳۴۵	۰,۸۱۱	۱,۵۲۱	۱۵
دبیرستان طالقانی	۰,۴۵۸	۳,۶۷۶	۰,۰۶۳	۲,۹۷۸	۱,۰۵۲	۱,۹۴۹	۴
مسجد جامع بالا بازار	۰,۴۵۶	۳,۲۲۱	۰,۰۵۶۸	۲,۷۸۸	۰,۹۴۹	۱,۷۹۶	۷
مسجد امام جعفر صادق	۰,۴۷۸	۳,۷۹۸	۰,۰۶۶	۳,۰۹۳	۱,۰۸۹	۲,۰۲۱	۳
مسجد امام جعفر صادق دوگاهه	۰,۳۴۱	۲,۸۱۲	۰,۰۴۸۷	۲,۲۴۹	۰,۸۰۰	۱,۴۷۶	۱۶
مسجد جامع لوشان	۰,۵۴۴	۳,۱۶۹	۰,۰۵۷	۳,۰۵۰	۰,۹۸۱	۱,۹۱۸	۵
مسجد جامع حضرت محمد رسول الله	۰,۳۰۹	۳,۴۵۳	۰,۰۶۱	۲,۴۰۶	۰,۹۲۸	۱,۶۴۸	۱۱
مصلی رودبار	۰,۴۲۷	۲,۹۹۹	۰,۰۵۳	۲,۶۰۴	۰,۸۸۵	۱,۶۷۶	۹
بوستان شهید چمران	۰,۳۵۰	۲,۴۵۴	۰,۰۴۳	۲,۱۳۲	۰,۷۲۴	۱,۳۷۲	۱۷
پارک ساحلی سد منجیل	۰,۴۴۰	۲,۶۲۴	۰,۰۴۷	۲,۴۹۱	۰,۸۰۷	۱,۵۷۱	۱۳
پارک جنگلی ساحلی درنیکا	۰,۴۴۳	۲,۵۹۴	۰,۰۴۶	۲,۴۸۸	۰,۸۰۲	۱,۵۶۶	۱۴
بیمارستان ولیعصر	۰,۶۴۹	۳,۱۲۸	۰,۰۵۸	۳,۳۷۴	۱,۰۲۵	۲,۰۷۱	۲
بیمارستان ۳۱ خرداد	۰,۵۱۵	۲,۹۰۸	۰,۰۵۲	۲,۸۵۰	۰,۹۰۹	۱,۷۸۵	۸
بیمارستان رودبار	۰,۶۴۹	۳,۱۲۸	۰,۰۵۸	۳,۳۷۴	۱,۰۲۵	۲,۰۷۱	۲

بر اساس رتبه‌بندی انجام‌شده در جدول (۶)، ۵ مکان با بالاترین رتبه، برای احداث مراکز خدمات درمانی انتخاب شدند. این مکان‌ها به ترتیب، مدرسه دخترانه ارمنیه مصلی نژاد، بیمارستان رودبار، بیمارستان ولیعصر، مسجد امام جعفر صادق (ع) و دبیرستان طالقانی می‌باشند. درنهایت سایر نقاط باقیمانده نیز به همین روش و مجدداً برای احداث اردوگاه اولویت‌بندی شده‌اند.

جدول (۷) خصوصیات نقاط کاندید برای احداث اردوگاه را به همراه معیارها و جدول(۸)، وزن معیارها و مقادیر بی مقیاس شده را نشان می‌دهند. جدول (۹) نیز مقادیر وزن جمعی، وزن ضربی و رتبه‌بندی نهایی نقاط را برای احداث اردوگاه ارائه می‌کند.

جدول ۷. خصوصیات نقاط کاندید برای احداث اردوگاه

نقاط کاندید	عدم قرار گیری روی گسل	زیرساخت موردنیاز برای احداث اردوگاه	زیرساخت منطقه ای (آب و برق و گاز و تلفن)	زیرساخت جاده‌ها	ظرفیت	فاصله از نقاط امدادی
هنرستان نواب صفوی	۸	۹	۸	۷	۸	۶
دبیرستان شهید حجت	۴	۹	۸	۷	۸	۵
راهنمایی پسرانه شریعتی	۴	۹	۸	۷	۸	۵
مدرسه ابتدایی شهید حجت	۴	۹	۸	۷	۸	۵
مسجد جامع بالا بازار	۴	۸	۵	۶	۶	۷
مسجد جامع لوشان	۸	۸	۸	۸	۶	۶
مسجد امام جعفر صادق دوگاهه	۴	۸	۶	۵	۵	۸
مسجد جامع حضرت محمد رسول الله	۴	۸	۷	۷	۶	۶
مصلی رودبار	۳	۵	۷	۷	۸	۱۰
بوستان شهید چمران	۳	۵	۴	۶	۱۰	۸
پارک ساحلی سد منجیل	۳	۵	۴	۶	۱۰	۹
بیمارستان ۳۱ خرداد	۳	۸	۹	۸	۴	۱۰
پارک جنگلی ساحلی درنیکا	۷	۵	۴	۶	۱۰	۶
جمع کل	۵۹	۹۶	۸۶	۸۷	۹۷	۹۱

جدول ۸. وزن معیارهای انتخاب اردوگاه و مقادیر بی مقیاس شده

نقاط کاندید	عدم قرارگیری روی گسل	زیرساخت موردنیاز برای احداث اردوگاه	زیرساخت منطقه ای (آب و برق و گاز و تلفن)	زیرساخت جاده‌ها	ظرفیت	فاصله از نقاط امدادی
(Ej	۰,۹۷۲	۰,۹۸۹	۰,۹۸۵	۰,۹۹۷	۰,۹۸۷	۰,۹۸۸
(dj	۰,۰۲۷	۰,۰۱۰	۰,۰۱۴	۰,۰۰۲	۰,۰۱۲	۰,۰۱۱
(Wj	۰,۳۴۲	۰,۱۲۹	۰,۱۷۹	۰,۰۳۷	۰,۱۵۹	۰,۱۵۰
هنرستان نواب صفوی	۰,۱۰۵	۰,۰۸۶	۰,۰۸۶	۰,۰۷۹	۰,۰۸۰	۰,۰۶۹۸
راهنمایی پسرانه شریعتی	۰,۰۷۱	۰,۰۸۶	۰,۰۸۶	۰,۰۷۹	۰,۰۸۰	۰,۰۶۲
مدرسه ابتدایی شهید حجت	۰,۰۷۱	۰,۰۸۶	۰,۰۸۶	۰,۰۷۹	۰,۰۸۰	۰,۰۶۲
مسجد جامع بالا بازار	۰,۰۷۱	۰,۰۸۰	۰,۰۶۴	۰,۰۷۱	۰,۰۶۷	۰,۰۷۶
مسجد جامع لوشان	۰,۱۰۵	۰,۰۸۰	۰,۰۸۶	۰,۰۸۵	۰,۰۶۷	۰,۰۶۹
مسجد امام جعفر صادق دوگاهه	۰,۰۷۱	۰,۰۸۰	۰,۰۷۲	۰,۰۶۴	۰,۰۵۹	۰,۰۸۳
مسجد جامع حضرت محمد رسول الله	۰,۰۷۱	۰,۰۸۰	۰,۰۷۹	۰,۰۷۹	۰,۰۶۷	۰,۰۶۹
مصلی رودبار	۰,۰۵۹	۰,۰۶۰	۰,۰۷۹	۰,۰۷۹	۰,۰۸۰	۰,۰۹۴
بوستان شهید چمران	۰,۰۵۹	۰,۰۶۰	۰,۰۵۵	۰,۰۷۱	۰,۰۹۱	۰,۰۸۳
پارک ساحلی سد منجیل	۰,۰۵۹	۰,۰۶۰	۰,۰۵۵	۰,۰۷۱	۰,۰۹۱	۰,۰۸۹
بیمارستان ۳۱ خرداد	۰,۰۵۹	۰,۰۸۰	۰,۰۹۲	۰,۰۸۵	۰,۰۵۱	۰,۰۹۴
پارک جنگلی ساحلی درنیکا	۰,۰۹۸	۰,۰۶۰	۰,۰۵۵	۰,۰۷۱	۰,۰۹۱	۰,۰۶۹
جمع کل	۰,۹۷۲	۰,۹۸۹	۰,۹۸۵	۰,۹۹۷	۰,۹۸۷	۰,۹۸۸

جدول ۹. مقادیر وزن جمعی، وزن ضربی و رتبه‌بندی نهایی نقاط برای احداث اردوگاه

نقاط کاندید	S_i	P_i	K_{ia}	K_{ib}	K_{ic}	K_i	رتبه نهایی
هنرستان نواب صفوی	۰,۷۷۷	۵,۶۶۷	۰,۱۰۴	۴,۹۲۱	۱	۲,۸۰۷	۱
دبیرستان شهید حجت	۰,۴۷۳	۴,۴۵۸	۰,۰۷۹	۳,۳۴۶	۰,۷۶۵	۱,۹۸۵	۴
راهنمایی پسرانه شریعتی	۰,۴۷۳	۴,۴۵۸	۰,۰۷۹	۳,۳۴۶	۰,۷۶۵	۱,۹۸۵	۴
مدرسه ابتدایی شهید حجت	۰,۴۷۳	۴,۴۵۸	۰,۰۷۹	۳,۳۴۶	۰,۷۶۵	۱,۹۸۵	۴
مسجد جامع بالا بازار	۰,۳۲۷	۴,۹۵۷	۰,۰۸۵	۲,۹۶۴	۰,۸۲۰	۱,۸۸۱	۵
مسجد جامع لوشان	۰,۷۰۴	۵,۵۴۷	۰,۱۰۱	۴,۶۰۱	۰,۹۷۰	۲,۶۵۶	۳
مسجد امام جعفر صادق دوگاهه	۰,۳۵۴	۴,۰۶۴	۰,۰۷۱	۲,۷۵۷	۰,۶۸۵	۱,۶۸۳	۸
مسجد جامع حضرت محمد رسول الله	۰,۳۸۲	۵,۰۶۰	۰,۰۸۸	۳,۲۰۶	۰,۸۴۴	۱,۹۹۸	۲
مصلی رودبار	۰,۳۹۰	۳,۸۳۴	۰,۰۶۸	۲,۸۱۳	۰,۶۵۵	۱,۶۷۹	۹
بوستان شهید چمران	۰,۲۶۲	۲,۸۸۵	۰,۰۵۰	۱,۹۹۹	۰,۴۸۸	۱,۲۱۳	۱۱
پارک ساحلی سد منجیل	۰,۲۹۳	۲,۹۲۶	۰,۰۵۲	۲,۱۲۸	۰,۴۹۹	۱,۲۷۴	۱۰
بیمارستان ۳۱ خرداد	۰,۴۶۵	۳,۹۶۳	۰,۰۷۱	۳,۱۴۲	۰,۶۸۷	۱,۸۳۶	۶
پارک جنگلی ساحلی درنیکا	۰,۴۷۶	۳,۶۷۰	۰,۰۶۷	۳,۰۸۴	۰,۶۴۳	۱,۷۷۴	۷
جمع کل	۵,۸۵۵	۵۵,۹۵۴	۱	۴۱,۶۵۹	۹,۵۹۰	۲۴,۷۶۱	۷۴

جدول (۹) اولویت‌بندی نقاط برای احداث اردوگاه را نشان می‌دهد. هنرستان نواب صفوی، مسجد جامع حضرت محمد رسول الله ، مسجد جامع لوشان به ترتیب رتبه‌های اول تا سوم را برای احداث اردوگاه به خود اختصاص دادند. در صورت پُرشدن این ۳ نقطه، به ترتیب اولویت احداث اردوگاه در سایر نقاط انجام می‌شود. شکل (۲) موقعیت مکانی نقاط انتخاب شده برای احداث مراکز خدمات درمانی و اردوگاه را همراه با محله‌های شهر رودبار نشان می‌دهد.

شکل ۲. نقاط انتخاب شده برای احداث اردوگاه‌ها و مراکز خدمات درمانی و محله‌های شهر رودبار

در شکل(۲) نقاط قرمز رنگ، محله‌های رودبار، نقاط سبز رنگ، مراکز خدمات درمانی و نقاط خاکستری، اردوگاه‌ها را نشان می‌دهند.

نتیجه‌گیری

شهر رودبار یکی از شهرهای مهم شمال کشور به لحاظ امکان وقوع زلزله در آن است. واقع شدن این شهر بر روی گسل فعال رودبار و نیز پیشینه زلزله تاریخی بزرگ در این شهر، ضرورت انجام تحقیق و برنامه‌ریزی مناسب برای عملیات امدادرسانی در هنگام وقوع زلزله را فراهم می‌کند. مکان‌یابی اردوگاه‌ها و مراکز خدمات درمانی یکی از اقداماتی است که باید برای شرایط وقوع بحران زلزله انجام شود. این امر سبب تسریع در تخلیه افراد از محل حادثه و نجات جان انسان‌ها می‌شود. در این تحقیق، شهر رودبار که شامل ۱۷ محله می‌باشد، مورد بررسی قرارگرفته است و با درنظرگرفتن معیارهای مشخصی برای اردوگاه و مرکز خدمات امدادی، نقاط کاندید در شهر رودبار و اطراف آن مورد بررسی قرارگرفته‌اند. نقاط بررسی شده با استفاده از روش راه‌حل ترکیبی سازشی اولویت‌بندی شده‌اند. با توجه به جمعیت و وسعت شهر رودبار، در ابتدا ۵ نقطه از بین همه نقاط به عنوان نقاط مناسب برای احداث مراکز خدمات درمانی در نظر گرفته شده‌اند. سایر نقاط نیز برای احداث اردوگاه مجدداً اولویت‌بندی شدند. نتایج به دست آمده از اولویت‌بندی نقاط نشان می‌دهند که معیارهای عدم قرارگیری روی گسل، وجود زیرساخت مناسب و فاصله از نقاط آسیب‌دیده، معیارهای مهمی برای انتخاب مرکز خدمات درمانی و معیارهای عدم قرارگیری روی گسل، وجود

زیرساخت مناسب و فاصله از مراکز خدمات درمانی، معیارهای مهمی برای احداث اردوگاه می‌باشند. همچنین، بیمارستان‌ها و مدارس نقاط مناسب‌تری برای احداث مراکز خدمات درمانی و مدارس و مساجد نقاط مناسب‌تری برای احداث اردوگاه‌ها هستند. از طرفی در نظر گرفتن معیارهایی مانند: سازگاری زمین، بهداشت و تخلیه فاضلاب، امنیت و آسایش، ظرفیت حمل‌ونقل، امکانات تحصیلی، فاصله از سرویس‌های نظامی و امنیتی و فاصله از شبکه‌های اجتماعی نیز همراه با معیارهای در نظر گرفته شده در این مقاله استفاده می‌شوند و مقایسه نتایج حاصل نیز می‌تواند موضوع خوبی برای تحقیقات آتی باشد. برای مکان‌یابی مراکز خدمات درمانی نیز در نظر گرفتن معیارهایی مانند نزدیکی به داروخانه، نزدیکی به سیستم‌های ارتباطی، ظرفیت‌های لازم برای استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته برای عملیات تخصصی روی مصدومان و وضعیت بهداشت نقطه کاندید همراه با معیارهای ذکر شده و مقایسه نتایج به‌دست آمده با نتایج این مقاله می‌تواند در تحقیقات آینده مورد توجه قرار گیرد. به‌علاوه پیشنهاد می‌شود از سایر روش‌های نوین تصمیم‌گیری چند شاخصه مانند روش‌های ارزیابی و رتبه‌بندی گزینه‌ها برابر راه‌حل سازشی[1] ، یکپارچگی ترکیبی بر اساس تکنیک بی مقیاس سازی جامع[2] ، ارزیابی مبتنی بر فاصله ترکیبی[3] و روش ایده آل مرجع[4] نیز استفاده شود و نتایج حاصل از رتبه‌بندی آن‌ها با نتایج حاصل از روش استفاده شده در این مقاله مقایسه گردد. همچنین از آنجاکه تعداد پزشک متخصص در شرایط بحران در مراکز خدمات درمانی محدود می‌باشند و در زلزله‌های شدید نیز تعداد مصدومانی که نیاز به خدمات پزشکی تخصصی دارند زیاد است، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی مراکزی برای احداث مراکز ارتباطی در شهر زلزله‌زده مکان‌یابی شوند که امکان استفاده از تکنولوژی ارتباط از راه دور برای امدادگران یا پزشکان ایجاد شود تا بتوانند برای معالجه بیمار از تجربیات پزشکان خبره نیز استفاده نمایند. همچنین ازآنجاکه در شرایط پس از وقوع زلزله به دلیل خرابی منازل و سایر بناها، امکان سرقت از منازل، مغازه‌ها و سایر بناهای مخروبه وجود دارد، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی به منظور توسعه رویکرد استفاده شده در این مقاله، در کنار مکان‌های بالقوه موجود در این پژوهش، مراکزی برای ایجاد کانکس‌های حفاظت و نگهبانی در مناطق مخروبه مکان‌یابی شوند تا بتوانند امنیت لازم را به وجود آورده و از سرقت اموال افراد سانحه دیده جلوگیری به‌عمل آورند. در این پژوهش، نقاط کاندید شده برای احداث اردوگاه و مراکز خدمات درمانی حداکثر تا شعاع ۵۰ کیلومتری از هر محله رودبار درنظر گرفته شده‌اند. در پژوهشهای آتی می‌توان این شعاع را گسترده‌تر نیز در نظر گرفت و مکان‌هایی مانند: مدرسه فتح طولارود، مدرسه ۲۲ بهمن سلیم چاف، مدرسه هفده شهریور، مدرسه دکتر حسابی، مدرسه بلال حبشی و مسجد ابولفضل را نیز به نقاط کاندید اضافه نمود و تاثیر این افزایش شعاع را با نتایج حاصل از این مقاله مقایسه کرد.

1. MARCOS
2. MACONT
3. CODAS
4. RIM

منابع

Asefi, A, H. Bozorgi-Amiri, A. Ghezavati, V, R. 2020. Location-Routing Problem in Humanitarian Relief Chain Considering the Reliability of Road Network. Emergency Management: Emergency Management,9(1),PP.29-41,(inPersian).doi: 20.1001.1.23453915.1399.9.1.3.6

Barrios, M,O. Gul, M. Meza, P, L. Yucesan, M. Jiménez, E, N. 2020. Evaluation of hospital disaster preparedness by a multi-criteria decision making approach: The case of Turkish hospitals. International Journal of Disaster Risk Reduction, 49, 101748.doi: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101748

Barrios, M,O. Gul, M. Yucesan, M. Sarmiento, I, A. Delgado, G, J. 2022. A fuzzy hybrid decision-making framework for increasing the hospital disaster preparedness: The colombian case. International Journal of Disaster Risk Reduction, 72, 102831. doi: 10.1016/j.ijdrr.2022.102831

Beiki, H., Seyedhosseini, S.M., Ghezavati, V.R., Seyedaliakbar, S.M. 2020. A location-routing model for assessment of the injured people and relief distribution under uncertainty. International Journal of Engineering, Transactions A: Basics 33(7), 1274-1284. Doi: 10.5829/IJE.2020.33.07A.14

Gulum, P. Ayyildiz, E. Gumus, A, T. (2021). A two-level interval valued neutrosophic AHP integrated TOPSIS methodology for post-earthquake fire risk assessment: An application for Istanbul. International Journal of Disaster Risk Reduction, 61, 102330.doi:https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102330

Haghjoo, N., Tavakkoli-Moghaddam, R., Shahmoradi-Moghadam, H., Rahimi, Y. 2020. Reliable blood supply chain network design with facility disruption: A real-world application. A real-world application, Engineering Applications of Artificial Intelligence 90, 103493.doi: https://doi.org/10.1016/j.engappai.2020.103493

Karamipour, M. Afshar Kazemi, M, A. Asghari Zadeh, E. Azar, A. (2021). Routing-Locating the Blood Products Supply Chain in the Event of an Earthquake Crisis, Considering the Earthquake

Thakur, V.2022. Locating temporary waste treatment facilities in the cities to handle the explosive growth of HCWs during pandemics. A novel Grey-AHP-OCRA hybrid approach. Sustainable Cities and Society, 82, 103907.doi: https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103907

Uddin, K. Matin, M, A.2021. Potential flood hazard zonation and flood shelter suitability mapping for disaster risk mitigation in Bangladesh using geospatial technology. Progress in Disaster Science, 11, 100185.doi: https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2021.100185

Velasquez G.A., Mayorga M.E., Özaltın O.Y. 2021. Prepositioning disaster relief supplies using robust optimization. IISE Transactions, 22(10), 1122 – 11402.doi: 10.1080/24725854.2020.1725692

Yazdani, M., Zarate, P., Zavadskas, E.K., Turskis, Z. 2019. A combined compromise solution (COCOSO) method for multi-criteria decision-making problems. Management Decision, 57(9),pp. 2501-2519.doi: 10.1108/MD-05-2017-0458.

Younes, A., Kotb, K.M., Abu Ghazala, M.O., Elkadeem, M.R. 2022. Spatial suitability analysis for site selection of refugee camps using hybrid GIS and fuzzy AHP approach: The case of Kenya. International Journal of Disaster Risk Reduction 77, 103062. doi: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103062

Zheng, Q. Shen, S, L. Zhou, A. Lyu, H,M. 2022. Inundation risk assessment based on G-DEMATEL-AHP and its application to Zhengzhou flooding disaster. Sustainable Cities and Society, 86, 104138.doi: https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104138.

Zokaee, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Rahimi, Y. 2021. Post-disaster reconstruction supply chain: Empirical optimization study. Automation in Construction 129, 103811.doi: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103811 https://www.irna.ir/news/84377574D8

Magnitude (Richter) (Case Study: Tehran City). Modern Researches in Decision Making, 6(1), pp.66-90.(in Persian). doi: 20.1001.1.24766291.1400.6.1.4.2

Micale, R. Fata, C,M,LA. Scalia,G,LA. (2019). A combined interval-valued ELECTRE TRI and TOPSIS approach for solving the storage location assignment problem: Computers & Industrial Engineering, 135, pp.199-210. doi: https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.06.011

Moghri, A. Khalili, A. (2022). Investigating the influential post-disaster factors in determining the optimal location of shelters: A case study, Sarpol-e Zahab, Kermanshah province, Iran. Frontiers of Architectural Research, 11(5), pp. 846-864. doi: https://doi.org/10.1016/j.foar.2022.02.005

Praneetpholkrang, P., Huynh, V.N., Kanjanawattana, S. 2021. Bi-objective optimization model for determining shelter location-allocation in humanitarian relief logistics. ICORES-Proceedings of the 10th International Conference on Operations Research and Enterprise Systems, 387-393.doi: 10.5220/0010183503870393.

Rani, M. Kaushal, S. 2022. GeoClust: Feature engineering based framework for Applications. Expert Systems with Applications ,210, 118461.doi: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118461.

Roh, S, Y. Shin, Y, R. Seo, Y, J. (2018). The Pre-positioned Warehouse Location Selection for International Humanitarian Relief Logistics. The Asian Journal of Shipping and Logistics, 34(4), pp. 297-307.doi: https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2018.12.003.

Saatchi, H.M. Khamseh, A.A. Tavakkoli-Moghaddam, R. 2021. Solving a new bi-objective model for relief logistics in a humanitarian supply chain using bi-objective meta-heuristic algorithms. Scientia Iranica 28(5 E), 2948-2971.doi: 10.24200/SCI.2020.53823.3438

Saghehei, E., Memariani, A., Bozorgi-Amiri, A. 2021. A Bi-level programming approach for pre-positioning emergency warehouses. International Journal of Engineering, Transactions A: Basics 34(1), 128-139.doi: 10.5829/IJE.2021.34.01A.15

Sardooi, E, R. Azareh, A. Choubin, B. Mosavi, A, H. Clague, J, J. 2021. Evaluating urban flood risk using hybrid method of TOPSIS and machine learning. International Journal of Disaster Risk Reduction, 66, 102614.doi: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102614

Shaw, L. Das, S, K. Roy, S, K. (2022). Location-allocation problem for resource distribution under uncertainty in disaster relief operations. Socio-Economic Planning Sciences, 82, 101232. doi: https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101232

Sutrisno, A., Handayani, D., Caesarendra, W., Gunawan, I.2020. Categorization of Reliability Performance Indicators of Humanitarian Response Supply Chain. IOP Conference Series. Materials Science and Engineering,722(1), 012007.doi: 10.1088/1757-899X/722/1/012007

Trivedi, A.2018. A multi-criteria decision approach based on DEMATEL to assess determinants of shelter site selection in disaster response. International Journal of Disaster Risk Reduction 31, pp. 722-728.doi: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.07.019