Industrial Management Perspective

Print ISSN: 2251-9874, Online ISSN: 2645-4165
Volume 11, Serial Number 43, Autumn 2021, Pages 243-267 (Original Article)
DOI: 10.52547/JIMP.11.3.243

Investigation and Classification of Flood-Vulnerable Areas and Bi-Objective Model for Location and Allocation Relief Facilities for Floods (Case Study: Amol City)

Hasan Molladavoodi[*], **Mohammad Mahdi Paydar**[**]

Abstract

Natural crises Threaten Human life and property every year. So planning for disaster Preparation is essential. Flood Threatens Thousands of People around the World. Flood damage is different in different areas. Therefore, identifying and classifying floodplains in each region is one of the measures that can be taken to manage and reduce flood damage. By identifying and prioritizing flood vulnerable areas can Reduce flood damage. In this study pre-identified flood-vulnerable areas in Amol city are prioritized according to criteria such as population density, distressed areas, distance from rivers and access to cities and roads. Using analytic hierarchy process (AHP) five flood-vulnerable areas are prioritized. Then, a bi-objective mathematical model is provided to determine the best locations to set up relief sites and the amount of relief goods and machines required as preparation for quick disaster response. Finally, solutions are provided to increase the allocation to areas with higher accountability priorities and lower costs.

Keywords: Crisis Management; Flood-Vulnerable Areas; Prioritization; Analytic Hierarchy Process; Location Relief Sites.

Received: Mar. 29, 2020; Accepted: Jul. 31, 2021.
* M.Sc., Babol Noshirvani University of Technology.
** Assosiate Professor of Babol Noshirvani University of Technology (Corresponding Author).
Email: paydar@nit.ac.ir

چشم‌انداز مدیریت صنعتی

شاپای چاپی: ۹۸۷۴-۲۲۵۱، شاپای الکترونیکی: ۴۱۶۵-۲۶۴۵

سال یازدهم، شماره ۴۳، پاییز ۱۴۰۰، ص‌ص ۲۴۳ – ۲۶۷ (**نوع مقاله: پژوهشی**)

DOI: 10.52547/JIMP.11.3.243

ارزیابی و دسته‌بندی نواحی سیل‌خیز و ارائه مدل دوهدفه برای مکان‌یابی و تخصیص تسهیلات امدادی در بحران سیلاب (مورد مطالعه: شهرستان آمل)

حسن ملاداودی*، محمدمهدی پایدار**

چکیده

بحران‌های طبیعی همه‌ساله جان و مال انسان‌ها را تهدید می‌کند؛ ازاین‌رو برنامه‌ریزی‌هایی برای آمادگی در برابر حوادث ضروری است. سیل به‌عنوان یکی از بحران‌های طبیعی، سالانه جان هزاران نفر در سراسر جهان را در معرض خطر قرار می‌دهد. میزان آسیب‌رسانی سیل در مناطق مختلف با یکدیگر متفاوت است؛ بنابراین ازجمله اقداماتی که می‌توان در جهت مدیریت و کاهش خسارات ناشی از سیل انجام داد، شناسایی و دسته‌بندی نقاط سیل‌خیز در هر منطقه است. در این پژوهش شهرستان آمل موردمطالعه قرار گرفته است که پس از شناسایی و اولویت‌بندی نقاط سیل‌خیز از نظر آسیب‌پذیری، اقداماتی به‌منظور امدادرسانی بهتر به این نواحی و آمادگی در برابر سیلاب صورت گرفت. با شناسایی نقاط سیل‌خیز، به اولویت‌بندی جهت امدادرسانی با استفاده از معیارهایی نظیر تراکم جمعیت، بافت فرسوده، فاصله از حریم رودخانه و دسترسی به شهرها و راه‌ها با روش فرآیند تحلیل سلسه‌مراتبی پرداخته شد؛ سپس یک مدل ریاضی دوهدفه به‌منظور تعیین مناسب‌ترین مکان برای راه‌اندازی پایگاه‌های امدادی و تعیین میزان کالاها و ماشین‌آلات امدادی برای پاسخگویی در ساعات اولیه حادثه ارائه شد؛ درنهایت راهکارهایی به‌منظور افزایش تخصیص به مناطق با اولویت پاسخگویی بالاتر و کاهش هزینه‌ها ارائه شده است.

کلیدواژه‌ها: مدیریت بحران؛ نواحی سیل‌خیز؛ اولویت‌بندی؛ فرآیند تحلیل سلسه‌مراتبی؛ مکان‌یابی پایگاه‌های امدادی.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۱۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۰۹.

* کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل.

** دانشیار، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل (نویسنده مسئول).

Email: paydar@nit.ac.ir

۱. مقدمه

همه انسان‌ها نسبت به کمک به هم‌نوعان خود در برابر حوادث مسئول هستند. با دقت در اخبار و حوادث گذشته می توان دریافت که این کره خاکی هر روزه شاهد حوادث ناگوار بوده است. بیشتر این حوادث و بلایا به‌صورت ناگهانی رخ می‌دهند و این ناگهانی‌بودن، ضرورت برنامه‌ریزی برای مواجهه با حوادث را بیشتر می‌کند. با اینکه بشر هنوز قدرت جلوگیری از وقوع حوادث طبیعی را ندارد، ولی می‌تواند با مدیریت بحران و انجام اقدامات برنامه‌ریزی‌شده در این زمینه، خسارات جانی و مالی این حوادث را به کمترین مقدار ممکن برساند.

در گذشته نگرش نسبت به مدیریت بحران، بدین صورت بود که مدیریت بحران یعنی فرونشاندن آتش؛ یعنی پس از بحران به برنامه‌ریزی پرداخته شود؛ ولی به‌تازگی نگرش نسبت به این واژه عوض شده است. بر اساس نگرش اخیر، همواره باید مجموعه‌ای از برنامه‌های کاربردی پیش از وقوع بحران اجرا شود تا با وقوع بحران به‌درستی از برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته بهره برد. مدیران باید درباره حوادث احتمالی آینده بیندیشند و آمادگی رویارویی با وقایع پیش‌بینی‌نشده را کسب کنند [۲۳]. به همین دلیل در سال‌های اخیر پژوهشگران با مطالعه، پژوهش و استفاده از تجربه‌های گذشته به این نتیجه رسیده‌اند که با برنامه‌ریزی درست قبل حادثه می‌توان بر بخش عمده‌ای از مشکلاتی که هنگام و پس از حادثه به‌وجود می‌آید، غلبه کرد. در این پژوهش نیز به‌منظور حداقل‌کردن مشکلات پس از بحران اقداماتی صورت پذیرفته است تا با اجرای آن بتوان اثرات حادثه را کمتر کرد.

سیل بزرگ‌ترین و مهم‌ترین بحران اقلیمی است که همه‌ساله جان هزاران نفر را می‌گیرد و خسارات فراوان به جامعه انسانی و محیط‌زیست وارد می‌سازد. این پدیده از گذشته‌های بسیار دور همواره انسان را به هراس انداخته است. شواهد نشان می‌دهد که خسارات ناشی از سیل بیش از سایر سوانح طبیعی است [۱۲].

اگرچه مقدار بارش در ایران به لحاظ برخورداری از موقعیت کوهپایه‌ای و آب‌وهوای خشک و نیمه‌خشک، در مقایسه با دیگر کشورها کم بوده و طی سال‌های نرمال، میزان بارش آن حدود ۲۳۲ میلی‌متر بوده است [۱۳]، اما بارش‌ها در برخی از نقاط کشور با شدت بیشتری صورت می گیرد و پس از یک بارش، بلافاصله روان‌آب ایجاد می‌شود و با شدت بارش، سیلاب پدید می‌آید. مطابق آمار «سازمان ملل متحد» در میان بلایای طبیعی، سیل و طوفان بیشترین تلفات و خسارات را به جوامع بشری وارد آورده‌اند؛ به‌گونه‌ای که تنها در یک دهه میزان خسارات ناشی از سیل و طوفان بالغ بر ۲۱ میلیارد دلار در مقابل ۱۸ میلیارد دلار خسارات ناشی از زلزله بوده است. این امر در کشور ایران نیز صادق است و در سال‌های گذشته حدود ۷۰ درصد اعتبارات سالانه «طرح کاهش اثرات بلایای طبیعی و ستاد حوادث غیرمترقبه» صرف جبران خسارات ناشی از سیل شده است [۲۶].

با بررسی اثرات سیل‌های رخ‌داده در مناطق سیل‌خیز می‌توان مشکلات فراوانی را در این زمینه به‌دلیل عدم‌برنامه‌ریزی یا برنامه‌ریزی سوء مشاهده کرد. ازجمله این موارد که اخیراً در سال ۱۳۹۸ رخ داده است، می‌توان به سیل مازندران، گلستان، شیراز، لرستان و کرمانشاه اشاره کرد که می‌توان تجارب زیادی را از مرور حوادث گذشته به‌دست آورد. ازجمله اقدامات اصلی که در هنگام سیل توسط نیروهای امدادی صورت می‌گیرد شامل توزیع کالاهای امدادی برای سیل‌زدگان، بازکردن راه‌ها، خروج آب از منازل، انتقال مصدومان به نزدیک‌ترین مراکز پزشکی و اقدامات امدادی مشابه است. تمامی اقدامات امدادی نیازمند برنامه‌ریزی‌های قبل حادثه هستند که متأسفانه کمبودهای فراوانی در این برنامه‌ریزی‌ها به چشم می‌خورد که ازجمله آن می‌توان به عدم‌دسته‌بندی نقاط سیل‌خیز بر اساس معیارهایی نظیر بافت فرسوده و جمعیت، عدم‌برنامه‌ریزی به‌منظور چگونگی تخصیص تجهیزات و اقلام امدادی به نقاط حادثه‌دیده، عدم‌مکان‌یابی مناسب برای پایگاه‌های امدادی برای توزیع کالاها و استقرار تجهیزات سنگین راه‌سازی و غیره برای به‌موقع حاضرشدن در نقاط حادثه‌دیده و کافی‌نبودن کالاها و تجهیزات امدادی موجود در پایگاه‌های امدادی به‌منظور آمادگی برای پاسخگویی اولیه به مناطق سیل‌زده اشاره کرد.

تمامی مشکلات بالا نشان‌دهنده نداشتن درک درست از حادثه و اثرات آن است. به همین دلیل در این پژوهش برنامه‌ریزی جامعی برای اولویت‌بندی نقاط حادثه قبل از بحران ارائه و میزان تأمین کالا و تجهیزات امدادی در پایگاه‌های مناسب برای آمادگی در لحظات اولیه بحران تعیین خواهد شد. در ادامه پژوهش مبانی نظری و پیشینه پژوهش مرور می‌شود؛ سپس تعریف مسئله، فرمول‌بندی مدل و روش حل پیشنهادی ارائه خواهد شد. در ادامه نیز محاسبات عددی و نتایج آورده می‌شود. درنهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی ارائه خواهد شد.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

بحران، حادثه‌ای است ناگهانی همراه با آسیب‌های گسترده مالی و جانی و ایجاد سختی برای یک جامعه انسانی که برای برطرف‌کردن آن به اقدامات اضطراری نیاز است [۹]. طی دهه‌های اخیر در مورد بحران، چگونگی شکل‌گیری و اداره‌ی آن مطالعات و پژوهش‌های متعددی با دیدگاه‌ها و شیوه‌های مختلف انجام شده است. در راستای بحران‌های طبیعی می‌توان ابراز داشت: بحران حادثه‌ای است که در اثر رخدادها و عملکردهای طبیعی و انسانی به‌طور ناگهانی به‌وجود می‌آید و مشقت و سختی را به یک مجموعه تحمیل می‌کند که برطرف‌کردن آن به اقدامات ضروری، فوری و فوق‌العاده نیاز دارد [۲۶]. برخلاف مدیریت کلاسیک که عموماً از روش‌های متداول و ساختاریافته‌ای استفاده می‌کند، مدیریت بحران عمدتاً مبتنی بر شیوه‌ها و رویکردهای اقتضایی، ابتکاری و هوشمندانه است [۱۵]. مدیریت بحران، فعالیتی یک‌باره است و منحصر به زمان وقوع بحران نیست؛ بلکه این شکل از مدیریت به‌عنوان فرآیند مشخص و تعریف‌شده در

قبل، حین و بعد از بحران جریان دارد [۳۲]. در یک تقسیم‌بندی دیگر، فرآیند مدیریت بحران از لحاظ زمانی و عملیاتی به چهار مرحله تقسیم شده که عبارت است از: پیش از بحران؛ آغاز بحران؛ حین بحران و پس از بحران [۲].

روند وقوع سیل در سال‌های اخیر حاکی از آن است که بیشتر مناطق کشور در معرض تهاجم سیلاب‌های ادواری و مخرب قرار دارند و ابعاد خسارات و تلفات جانی و مالی سیل در حال افزایش است. سیل یکی از مخاطراتی است که در اثر بهره‌برداری روزافزون و نادرست انسان از منابع محیطی خسارات زیادی به بار آورده است. عوامل بسیار مختلفی در سیل‌خیزی حوضه‌ها مؤثر هستند که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر شدت آن تأثیر می‌گذارند. مطالعات و پژوهش-های بسیار زیادی در سطح جهان و ایران صورت گرفته است که نشان‌دهنده اهمیت هر یک از این عوامل و میزان تأثیر بر سیل‌خیزی و شدت آن است. در این میان به‌جز اقدام‌های پراکنده امدادرسانی و نجات، آن هم بعد از وقوع حادثه و محدود به تدابیر موضعی و موقتی، پژوهش‌های محدودی در فاز قبل بحران به‌منظور آمادگی بیشتر برای مقابله با خطرهای سیل تهیه و اجرا شده است.

نخستین گام در ارزیابی سیل، تعیین عواملی است که بر سیل اثر می‌گذارند؛ چراکه شناسایی این عوامل برای ارزیابی و تصمیم‌گیری و ارائه پیشنهادها بسیار ضروری است. عوامل موردنظر به چهار گروه عوامل فیزیوگرافی، عوامل اقلیمی و آب‌وهوایی، عوامل مربوط به زمین‌شناسی و خاک و عوامل مربوط به سطح زمین و نحوه استفاده از اراضی طبقه‌بندی شده‌اند [۱۲]. در ادامه با دسته‌بندی پژوهش‌ها بر اساس سه گروه که جزو شاخصه‌های اصلی پژوهش پیش رو است، تعدادی از این پژوهش‌ها بررسی می‌شود.

مکان‌یابی و تخصیص: بی‌گمان مکان‌یابی یکی از مهم‌ترین تصمیمات استراتژیک در خصوص راه‌اندازی تسهیلات، به‌خصوص تسهیلات امدادی است؛ همچنین تخصیص مناسب تسهیلات امدادی به اماکن موردتقاضا در هنگام بحران، اهمیت زیادی برای دستیابی به اهداف لجستیکی و بشردوستانه دارد.

فدریچ[1] و همکاران (۲۰۰۰)، یک مدل تخصیص منابع به مناطق حادثه‌دیده پس از یک زلزله با شدت بالا ارائه دادند که در آن از یک مدل بهینه‌سازی ترکیبی پویا و یک روش حل ابتکاری برای کمینه‌کردن تعداد تسهیلات جست‌وجو و نجات استفاده کردند [۱۱]. سالمرون و آپته[2] (۲۰۱۰)، یک مدل بهینه‌سازی تصادفی دومرحله‌ای به‌منظور تخصیص بودجه برای مکان‌یابی تسهیلات امدادی ارائه کردند. آن‌ها در مرحله نخست به مکان‌یابی تسهیلات امدادی، مانند انبار

1. Fiedrich
2. Salmerón and Apte

توزیع، تسهیلات پزشکی و فضای پناهگاه پرداختند و در مرحله دوم، مسائل لجستیکی مانند حمل‌ونقل و تخلیه و غیره را بررسی کردند و به‌دلیل شرایط عدم‌قطعیت، برخی از پارامترها را به‌صورت سناریویی بیان کردند [۲۵].

رائولز و تورنکویست[1] (۲۰۱۱)، به مکان‌یابی و توزیع کالاهای اورژانسی تحت شرایط عدم-قطعیت پرداختند که این اقدامات را در دو مرحله اجرا کردند: مرحله نخست، مکان‌یابی و تعیین ظرفیت انبار کالاها و مرحله دوم، جریان کالاها در شبکه. آن‌ها مدل ارائه‌شده را بر روی طوفان جنوب شرق آمریکا بررسی کردند [۲۱]. امیری و همکاران (۲۰۱۲)، به مکان‌یابی و تخصیص ایستگاه‌های امداد جاده‌ای با استفاده از صف هایپرکیوب در طول بزرگراه تهران ـ قم با تقسیم‌بندی نواحی خدمت پرداختند. آن‌ها با استفاده از معیارهای عملکردی سیستم ازجمله میزان بار کاری هر خدمت‌دهنده، مدت‌زمان انتظار مشتری برای دریافت خدمت و غیره را محاسبه کردند و معیارهای عملکردی سیستم را بهبود دادند [۴].

بزرگی امیری و همکاران (۲۰۱۷)، یک زنجیره شبکه امداد چندهدفه به‌منظور مکان‌یابی و تخصیص تسهیلات امدادی برای پاسخگویی به زلزله تحت عدم‌اطمینان ارائه کردند. آن‌ها در مدل خود به بهینه‌سازی سه هدف حداقل‌کردن مجموع تعداد مجروحانی که به بیمارستان منتقل نشده‌اند و مجموع تعداد افراد بی‌خانمانی که از ناحیه حادثه‌دیده تخلیه نشده‌اند و به‌حداقل‌رساندن مجموع تقاضای پاسخ‌داده‌نشده پرداختند؛ درنهایت با استفاده از مدل استوار و روش پارتو در سطح محافظه‌کاری جواب‌های قابل‌قبولی را ارائه دادند [۸]. محمدی و همکاران (۲۰۱۹)، با ارائه یک مدل فازی مبتنی بر سناریو به مکان‌یابی پناهگاه‌ها، مراکز توزیع و برج‌های ارتباطی پرداختند. به‌منظور افزایش اثربخشی خدمات امدادی در طول حادثه، مراکز توزیع پشتیبان برای افزایش اطمینان ناشی خرابی مسیرها و مراکز توزیع در نظر گرفته شد. درنهایت مدلی غیرخطی با اهداف چندگانه برای حادثه سیل در ایران ارائه شده است. نتایج نشان داد که مدل ارائه‌شده به تصمیم سازی مناسب در مراحل آماده‌سازی و پاسخگویی حادثه کمک می‌کند [۱۶].

نیکجو و جوادیان (۲۰۱۹)، یک مدل لجستیک چندهدفه استوار برای مسئله مکان‌یابی ـ مسیریابی، چندسطحی ـ چندمحصولی در زمان بحران در شرایط عدم‌قطعیت ارائه کردند. آن‌ها در مدل خود میزان تخصیص بهینه کالا میان تسهیلات و تخصیص مصدوم به بیمارستان‌ها برای رسیدن به اهداف کمینه‌کردن هزینه‌ها و توزیع عادلانه و کمینه‌کردن زمان پاسخگویی را بررسی کردند. درنهایت یک مدل کاربردی برای سنجش مدل ارائه دادند [۱۸]. ملاداودی و همکاران (۲۰۲۰)، مدلی جامع در فضای عدم‌قطعیت به پاسخگویی تقاضای کالاهای امدادی آسیب‌دیدگان زلزله ارائه دادند. آن‌ها به‌منظور برآورد مناسب تقاضاها، مناطق آسیب‌پذیر را با توجه

1. Rawls & Turnquist

به کیفیت ساخت‌وساز و شدت تخریب تقسیم‌بندی کردند و برای اسکان بازماندگان و پاسخگویی به تقاضای آن‌ها، مکان‌هایی برای راه‌اندازی مراکز اسکان و توزیع کالا در زمان حادثه در نظر گرفتند. درنهایت با مطالعه بحران زلزله در شهر آمل کارایی مدل را سنجیدند و برای حل مدل در ابعاد بزرگ روش فراابتکاریLp-Metric -GA را استفاده کردند [۱۷].

اولویت‌بندی: اولویت‌بندی و وزن‌دهی یکی از گام‌های مهم در مسائل تصمیم‌گیری است. در وزن‌دهی مشخص می‌شود که اهمیت معیارهای پژوهش از دید پاسخ‌دهندگان به چه میزان است؛ بنابراین در مسائل مرتبط با مدیریت بحران این موضوع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. عزیزپور و همکاران (۲۰۱۱)، عوامل تأثیرگذار بر مدیریت بحران شهری در برابر بلایای طبیعی را الویت‌بندی کردند. آن‌ها در مطالعه‌ای که بر روی شهر اصفهان انجام دادند با استفاده از آزمون آماری کروسکال- والیس به این نتیجه رسیدند که ساختار تشکیلاتی مناسبی برای هدایت عملیات امداد و نجات در سازمان‌های بررسی‌شده وجود ندارد [۷]. نوری مطلق و حصاری (۲۰۱۳)، امدادرسانی به مناطق آسیب‌دیده در شرایط بحران در سناریوهای مختلف حادثه را با استفاده از الگوریتم‌های کوتاه‌ترین مسیر و برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی الویت‌بندی کردند [۱۹].

اکبری و همکاران (۲۰۱۴)، با درنظرگرفتن شاخص‌های مؤثر، به شناسایی و تعیین مسیرهای تخلیه اضطراری شهر کرمان و اولویت‌بندی این مسیرها در شرایط بحران با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پرداختند. آن‌ها برای اولویت‌بندی مسیرهای تخلیه اضطراری از هشت معیار شامل عرض مسیر پس از وقوع زلزله، طول مسیر پس از وقوع زلزله، مراکز سوخت‌رسانی، وجود پل در مسیر، خطوط اصلی گاز، خطر روان‌گرایی، پست برق و قنات استفاده کردند [۳]. احمدوند و همکاران (۲۰۱۴)، الگوریتمی مبتنی بر روش ترکیبی تاپسیس فازی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی به‌منظور اولویت‌بندی مناطق آسیب‌دیده پس از وقوع زلزله در شرایط عدم قطعیت برای لجستیک گروه‌های امدادرسانی ارائه کردند [۲].

سو[1] و همکاران (۲۰۱۵)، به تصمیم‌گیری در مورد کالاهای اضطراری در سطوح مختلفی از حادثه پرداختند و با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، اولویت‌بندی کالاهای ضروری را تعیین کردند [۳۰]. عبدالهیان و محمودزاده (۲۰۱۵)، با استفاده از روش تاپسیس به اولویت‌بندی مکان‌های شهری برای مکان‌یابی مراکز امدادی در شرایط بحران پرداختند و درنهایت مطالعه‌ای بر روی کاربرد این روش در شهر سبزوار انجام دادند [۱].

سیلاب: سیل از بلایای طبیعی است که همه‌ساله در گوشه و کنار جهان اتفاق می‌افتد و باعث خسارت‌های مالی و جانی زیادی می‌شود. خطرناک‌ترین انواع سیلاب‌ها همان سیل‌های ناگهانی

1. Su

هستند که شهروندان از وقوع آن‌ها کاملاً بی‌خبرند و به‌طور ناگهانی با آن‌ها مواجه می‌شوند؛ ازاین‌رو در تعداد زیادی از پژوهش‌ها به برنامه‌ریزی برای مقابله با این بحران طبیعی پرداخته شده است.

تینگ سانچلی[1] (۲۰۱۲)، ابعاد مختلف ریسک‌های حاصل از سیلاب را بررسی کرده و اثرات انواع تصمیمات ساختاری و غیرساختاری را بر ریسک ناشی از سیلاب بیان می‌کند و درنهایت مطالعه‌ای را بر روی سیل شهر بانکوک تایلند در سال ۲۰۰۲ انجام دادند [۳۱]. قهرودی تالی و همکاران (۲۰۱۲)، آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب در شهر تهران را بررسی کردند. آن‌ها به‌منظور دستیابی به الگویی در تفاوت‌های آسیب‌پذیری، متغیرهای بلوک‌هایی با بافت فرسوده، تراکم جمعیت، کاربری اراضی و پل را به‌عنوان عناصر فیزیکی در معرض خطر و متغیرهای شیب و شبکه آبراهه را به‌عنوان متغیرهای تشدیدکننده آسیب‌پذیری به‌کار گرفتند و درنهایت نواحی آسیب‌پذیر را الویت‌بندی کردند [۱۲].

رضایی عزیزی و عبدالهی شریف (۲۰۱۴)، به ارزیابی آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب در شهر ارومیه پرداختند. آن‌ها ابتدا مناطق مستعد برای تشکیل رواناب در شهر ارومیه را شناسایی کرده و سپس با استفاده از روش تحلیل تاپسیس، مستعدترین زون برای تشکیل سیلاب را مشخص کرده [۲۲]. پریسای و همکاران (۲۰۱۷)، اثر سناریوی آمایشی در مساحت پهنه‌های خطر و میزان خسارت ناشی از سیل، در بازه ۲۱ کیلومتر از بستر اصلی رودخانه گرگان‌رود در حوضه‌ی آبخیز سد بوستان را ارزیابی کردند. آن‌ها برای ارزیابی خسارت سیل از معادله عمومی ریسک بهره گرفتند و نقشه‌های خسارت عددی و ریالی سیل را در ۵ کلاس تهیه کردند. آن‌ها درنهایت نتیجه گرفتند که خسارت ریالی در کاربری سناریوی آمایشی به‌طور معناداری ($p>0/01$)، افزایش یافته است که علت آن اختصاص مساحت بیشتری از اراضی کشاورزی به‌منزله عناصر باارزش‌تر در پهنه‌های سیل‌خیز کاربری آمایشی است [۲۰].

شیداییان و همکاران (۲۰۱۸)، اثر تغییر اقلیم بر مدیریت بحران سیلاب در منطقه دشت تجن را بررسی کردند. بر اساس نتایج آزمون‌های آماری، مشاهده کردند که روند معناداری در تغییرات داده‌های هواشناسی منطقه وجود دارد و پدیده تغییر اقلیم در منطقه رخ داده است. آن‌ها نتیجه گرفتند که به علت افزایش دما و بارش در برخی فصول سال در دوره‌های زمانی آتی به‌دلیل ذوب برف در اثر افزایش دما در انتهای فصل تابستان و ابتدای پاییز و افزایش بارش در زمستان و پاییز میزان احتمال وقوع سیلاب در این فصول از سال رو به افزایش است [۲۸]. لیجو و همکاران (۲۰۱۹)، عوامل مؤثر بر هماهنگی میان بازیگران زنجیره امداد را از طریق مصاحبه با افراد درگیر در سیل سال ۲۰۱۵ هند شناسایی کردند. این عوامل شامل اشتراک اطلاعات، تنوع

1. Tingsanchali

عوامل درگیر در بحران، دستورات سازمانی و اشتراک کالاهای امدادی است. برای شناسایی و ایجاد شبکه ارتباط بین عوامل از روش ANP فازی استفاده شده است؛ بنابراین طبق نتایج، تبادل اطلاعات باعث هماهنگی بیشتر می‌شود و برای هماهنگی بیشتر باید بر عوامل ذکرشده متمرکز شوند [۱۴].

درودی و سپهری‌فرد (۲۰۲۰)، مدیریت بحران در ایران را بر مبنای مدل لیتل جان[1]، با بررسی موردی سیل فروردین‌ماه ۱۳۹۸ لرستان و مازندران و زلزله آبان‌ماه ۱۳۹۶ کرمانشاه ارزیابی کردند. بحران‌های فراگیر ملّی به علت گستردگی حادثه، جمعیت بزرگ تحت تأثیر و محدودیت در ظرفیت پاسخ‌دهی ارگان‌های مسئول، در مدت‌زمان کوتاهی موجب ایجاد حجم بالایی از تقاضاهای امدادی، بهداشتی و درمانی می‌شوند و مدیریت آن‌ها نیازمند استفاده هماهنگ و به‌جا از تمام منابع مادی و انسانی کشوری است؛ ازاین‌رو آن‌ها نقاط قوت و قابل‌بهبود در مدیریت بحران را بر اساس مدل‌های علمی مطرح جهانی و استفاده از آن‌ها در ارتقای کیفی مدیریت بحران‌های شناسایی کردند [۱۰].

نتیجه‌گیری پیشینه پژوهش: هر یک از پژوهش‌های بالا به‌صورت جداگانه به موضوعاتی در حوزه مدیریت بحران اشاره می‌کنند؛ اما آنچه انجام پژوهش پیش رو را ضروری می‌سازد شامل موارد زیر است:

ـ درنظرنگرفتن هم‌زمان هر یک از موارد بالا شامل مکان‌یابی و تخصیص برای اولویت‌بندی نقاط تقاضا در بحران سیل؛

ـ استفاده‌نکردن از نتایج اولویت‌بندی در مدل‌سازی به‌منظور پاسخگویی بیشتر به نقاط با اولویت بالاتر.

در این پژوهش، پس از اولویت‌بندی نقاط تقاضا در فاز آمادگی با استفاده از روش چندمعیاری فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی[2] (AHP)، مدلی برای مکان‌یابی پایگاه‌های امدادی (به‌منظور نگهداری کالاها، تجهیزات و ماشین‌آلات امدادی) و تأمین کالاها، تجهیزات و ماشین‌آلات امدادی قبل بحران برای پاسخگویی در ساعات اولیه حادثه و چگونگی تخصیص پایگاه‌های امدادی به نقاط تقاضا در فاز پاسخگویی ارائه خواهد شد. این اقدامات به‌منظور دستیابی به دو هدف ۱. امدادرسانی مطابق با اولویت و ۲. کمینه‌کردن هزینه‌های راه‌اندازی تسهیلات برای پاسخگویی اولیه و چگونگی تخصیص پایگاه‌های امدادی به نقاط تقاضا در زمان پاسخگویی صورت می‌پذیرد. برای حل مدل چندهدفه در این پژوهش از روش برنامه‌ریزی خطی ال پی

1. Little John Model
2. Analytic Hierarchy Process (AHP)

متریک استفاده شده است و درنهایت به‌منظور کاربردی‌کردن مدل، پژوهش حاضر در شهرستان آمل، یکی از شهرستان‌های استان مازندران، اجرا شده است.

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و مورد مطالعه، شهر آمل است. پیشینه پژوهش با استفاده از روش پژوهش پیمایشی جمع‌آوری شده است. در این پژوهش برای گردآوری داده‌ها از مطالعات کتابخانه‌ای، پژوهش‌های میدانی و اطلاعات موجود در مراکز اطلاعات شهری و مدیریت بحران بهره گرفته شده است. نقشه راه پژوهش به‌طور خلاصه در شکل ۱، نشان داده شده است.

شکل ۱. نقشه راه پژوهش

استان مازندران یکی از مناطق سیل‌خیز کشور است که همواره با حوادث خسارت‌آور در جراید و رسانه‌ها خبرساز می‌شود. از دلایل اصلی سیل در این استان ساخت‌وسازهای غیرمجاز و ویرانی جنگل‌ها است. شهرستان آمل یکی از شهرستان‌های این استان است که به‌طور مکرر در هنگام بارندگی‌های شدید دچار سیلاب می‌شود. شهرستان آمل در مرکز استان مازندران قرار دارد و از شمال به شهرستان محمودآباد، از شرق به شهرستان بابل، از غرب به شهرستان نور و از جنوب به استان تهران محدود می‌شود و دارای ۴۰۱۶۳۹ نفر جمعیت است. مهم‌ترین بستر برای بروز سیل در شهرستان آمل رودخانه هراز است که از داخل شهر عبور می‌کند. این شهرستان به-

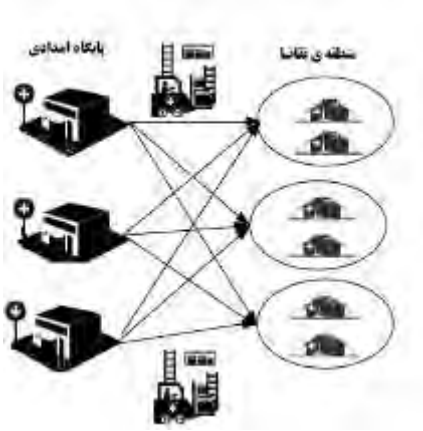
دلیل موقعیت جغرافیایی و اهمیت شبکه‌ی ارتباطی آن به‌عنوان مورد مطالعه در این پژوهش استفاده شده است. ابتدا با استفاده از اطلاعات موثق و نظرهای خبرگان مناطق در معرض خطر سیلاب مشخص شد که مطابق با آمار و اطلاعات تمامی این مناطق دارای ویژگی‌های زمین‌شناختی مشترکی، نظیر شیب زیاد، پوشش گیاهی کم، خاک نامناسب و کمبود شبکه آبراهه هستند [۲۹].

در این پژوهش و بر اساس مروری بر سیلاب‌های اخیر در این شهرستان روستاهای نوده، عطایان، مزرس، بلیران، تمسک، چنگمیان، سرخ‌کلا و گل‌مزار از ناحیه‌ی دابودشت و روستاهای نمارستاق، خشواش، هلی چال، شاهزید، چلاو و بلده از ناحیه هراز مشخص شده‌اند که با توجه به مختصات جغرافیایی و مصاحبه با کارشناسان حوزه شهرسازی، جغرافیا و زمین‌شناسی، پنج ناحیه زیر برای مناطق حادثه‌خیز در نظر گرفته‌شده است [۲۷]: ۱. ناحیه روستایی بین آمل و محمودآباد؛ ۲. ناحیه دابودشت؛ ۳. ناحیه دشت‌سر؛ ۴. ناحیه پارک جنگلی میرزا کوچک خان و امامزاده عبدالله؛ ۵. ناحیه کهرود، گزنگ و پلور.

با شناسایی مناطق سیل‌خیز می‌توان با تمرکز بیشتری به برنامه‌ریزی قبل از سیل پرداخت؛ اما یکی از مشکلاتی که در هنگام حادثه همواره گریبان‌گیر نیروهای امدادگر می‌شود، کمبود امکانات و تسهیلات امدادی در ساعات اولیه بحران شدید است که عمدتاً برای حادثه سیلاب شامل کالاها، ماشین‌آلات و تجهیزات زیر است:

کالاهای امدادی: مهم‌ترین نیاز سیل‌زدگان دسترسی به آب سالم آشامیدنی و پس از آن دسترسی به غذا و وسایل گرمایشی (در فصل‌های سرد سال)، لباس، چادر، پتو و سایر اقلام امدادی است.

ماشین‌آلات و تجهیزات امدادی: یکی از مشکلات اصلی که در هنگام سیلاب به‌وجود می‌آید، شکستن درختان و تیرهای برق، ریزش کوه‌ها و غیره است که سبب مسدودشدن راه‌ها و دشوارشدن عملیات امدادرسانی می‌شود؛ بنابراین برای بازکردن راه‌ها به خودروی ویژه امداد و خودروی سنگین ازجمله لودر نیاز است. برای خالی‌کردن آب از منازل نیز به پمپ و دستگاه لجن‌کش و برای نقل‌وانتقال مصدومان به آمبولانس نیاز است که تمامی این ماشین‌آلات و تجهیزات باید در اسرع وقت از پایگاه امدادی به سمت نقاط حادثه اعزام شوند. توزیع کالاهای امدادی و ماشین‌آلات و تجهیزات امدادی که از پایگاه‌های امدادی به سمت نواحی تقاضا ارسال می‌شود در شکل ۲، نشان داده شده است.



شکل ۲. شبکه توزیع امدادی در مدل ارائه‌شده

یکی از راهکارهای مقابله با مشکل کمبود این کالاها و تجهیزات امدادی، اولویت‌بندی نقاط سیل‌خیز بر اساس معیارهای مشخص و امدادرسانی بر اساس اولویت‌ها است. در این پژوهش پس از شناسایی نقاط سیل‌خیز به اولویت‌بندی نواحی حادثه پرداخته می‌شود. به‌منظور اولویت‌بندی نقاط سیل‌خیز از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به‌عنوان یکی از معروف‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری استفاده شده است که در ادامه به‌طور مختصر این روش تشریح شده است.

فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP). فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی روشی است انعطاف‌پذیر، کارا و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری با یکدیگر در تضاد هستند، مورداستفاده قرار می‌گیرد. این روش نخستین بار توسط ساعتی در دهه ۱۹۸۰ میلادی مطرح شد. ازآنجاکه این روش سازگاری زیادی با نحوه تفکر و فرآیندهای ذهنی انسان دارد، کارایی بسیار بالایی دارد و استفاده از آن بسیاری از مشکلات تصمیم‌گیری را حل کرده است. مهم‌ترین و ابتدایی‌ترین بخش این روش، شناسایی مسئله و تعریف درست از آن است. بدین صورت که ابتدا باید از تصمیم‌گیرنده پرسیده شود چه شاخص‌هایی باید با هم مقایسه شوند تا درنهایت بهترین گزینه انتخاب شود.

تصمیم‌گیری در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی طی چند مرحله ساده صورت می‌گیرد که به‌اختصار در ادامه به توضیح آن پرداخته شده است [۲۴]:

۱. کوچک‌کردن مسائل پیچیده و بدون ساختار به اجزا و عناصر سازنده (معیارها و گزینه‌ها)؛

۲. مرتب‌سازی این معیارها و گزینه‌ها در قالب سلسله‌مراتبی؛

۳. مصاحبه شفاهی یا پرسشنامه‌ای از افراد خبره و تخصیص مقادیر عددی به قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان با توجه به اهمیت معیارها در هر سطح از سلسله‌مراتب؛
۴. تجمیع قضاوت‌ها برای تعیین اینکه کدام گزینه بیشترین اولویت را دارد و باید به‌عنوان هدف در نظر گرفته شود تا خروجی مناسبی از مسئله موردبحث به دست آید؛
۵. درنهایت توجه به این نکته حائز اهمیت است که معیارهای انتخابی باید با هم سازگار باشند که اگر آزمون سازگاری نقض شود، معیارها اشتباه انتخاب شده‌اند یا اینکه اعداد تخصیص داده شده یا همان وزن معیارها اشتباه است. یادآوری این نکته لازم است که نرخ ناسازگاری باید کمتر از ۰/۱ باشد.

برای انجام پژوهش و اجرای روش حل، گروهی شامل ۱۰ متخصص و خبره مرتبط با زمینه موردمطالعه تشکیل شد که اطلاعات خبرگان به شرح جدول ۱، است.

جدول ۱. مشخصات گروه خبرگان

خبره	جنسیت	سابق کاری	سازمان
۱	مرد	۱۲	اداره کل مدیریت بحران استان مازندران
۲	مرد	۱۵	اداره کل مدیریت بحران استان مازندران
۳	زن	۱۸	اداره کل مدیریت بحران استان مازندران
۴	مرد	۱۱	هلال‌احمر استان مازندران
۵	مرد	۱۶	هلال‌احمر استان مازندران
۶	مرد	۱۰	هلال‌احمر شهرستان آمل
۷	زن	۸	هلال‌احمر شهرستان آمل
۸	زن	۱۳	هلال‌احمر شهرستان آمل
۹	مرد	۱۲	سازمان زمین‌شناسی استان مازندران
۱۰	مرد	۹	سازمان زمین‌شناسی استان مازندران

برای شناسایی و انتخاب معیار، جلسه‌های متعدد طوفان فکری میان خبرگان تشکیل شد و بر اساس نظرهای خبرگان و مطالعات صورت‌گرفته در مبانی نظری موضوع، معیارهای تعیین‌شده در پژوهش حاضر انتخاب شدند که به شرح زیر است [۵، ۱۲]:

ـ **تراکم جمعیت:** هیچ نقطه‌ای از این کره خاکی مصون از حوادث غیرمترقبه نیست؛ اما هرچه جمعیت یک منطقه بیشتر باشد، میزان تخریب و خسارات ناشی از وقوع این حوادث نیز بیشتر است.

ـ **بافت فرسوده:** بافت فرسوده شهری به بخش‌هایی از محدوده قانونی شهرها اطلاق می‌شود که به‌دلیل فرسودگی کالبدی، عدم‌برخورداری مناسب از راه و جاده ماشین‌رو، تأسیسات، خدمات و زیرساخت‌های شهری آسیب‌پذیر بوده و دارای ارزش مکانی، محیطی و اقتصادی نازلی هستند.

این بافت‌ها به دلیل فقر ساکنان و مالکان آن‌ها امکان نوسازی خودبه‌خودی را نداشته و نیز سرمایه‌گذاران انگیزه‌ای برای سرمایه‌گذاری در آن را ندارند. املاک واقع در بافت فرسوده در مقابل حوادث طبیعی و غیرمترقبه همچون سیل آسیب‌پذیر هستند و به‌دلیل داشتن معابر باریک، امدادرسانی در آن‌ها پس از بروز این حوادث گاهی غیرممکن است.

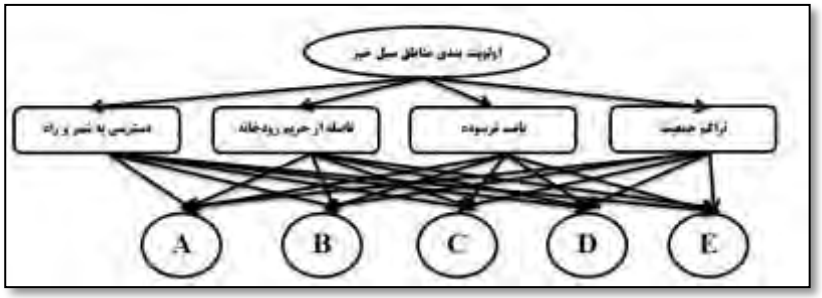
ـ **فاصله از حریم رودخانه:** دخل و تصرف غیرمجاز در بستر و حریم رودخانه و مسیل‌ها، عامل اصلی ایجاد خسارت و تلفات انسانی است. رودخانه‌ها و مناطق اطراف آن جزو مناطقی هستند که به‌دلیل امکاناتی که دارند موردتوجه ساخت‌وساز قرار گرفته‌اند. اگر ساخت‌وساز در کنار رودخانه انجام شود، هنگام وقوع سیل می‌تواند خسارت‌های زیادی را به‌دنبال داشته باشد.

ـ **دسترسی به شهر و راه:** یکی از مشکلاتی که همواره در هنگام حوادث به‌وجود می‌آید، مسدود شدن مسیرهای ارتباطی است؛ بنابراین در مناطقی که دارای چندین ورودی هستند و فاصله کمتری با مراکز امدادی و بیمارستان‌ها دارند، امدادرسانی با سرعت بیشتری صورت می‌پذیرد.

شکل ۳، وابستگی میان معیارها و گزینه‌ها را برای استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی نشان می‌دهد. جدول‌های ۳ تا ۶، به مقایسات زوجی گزینه‌ها نسبت به هر یک از معیارها و جدول ۷ به مقایسه معیارها نسبت به یکدیگر اختصاص دارد. مقایسات زوجی بر اساس نظرهایت گروه خبرگان صورت پذیرفته است. بدین صورت که هر خبره، هر یک از ماتریس مقایسه زوجی را بر اساس طیف ارائه‌شده در جدول ۲، تکمیل کردند و میانگین نظرهای آن‌ها به‌عنوان مقدار نهایی برای هر یک از درایه‌های ماتریس‌های مقایسات زوجی لحاظ شد. به‌عبارت‌دیگر برای تکمیل هر یک از ماتریس‌های ارائه‌شده در مقاله، ابتدا خبرگان با استفاده از عبارات کلامی ارائه شده، نظر خود را در هر یک از درایه‌های ماتریس پر کردند؛ سپس عبارات کلامی خبرگان به مقادیر عددی معادل تبدیل شده و درنهایت میانگین مقادیر عددی به‌عنوان مقدار نهایی درایه موردنظر در مقاله لحاظ شد. برای مثال، با فرض اینکه برای مقایسه بین دو معیار، نظرهای هر یک از خبرگان به‌ترتیب برابر ۳، ۴، ۵، ۵، ۵، ۷، ۶، ۶، ۸ و ۹ باشد، میانگین نظرهای آن‌ها برابر با ۵/۸ است

جدول ۲. طیف مورداستفاده در مقایسات زوجی

عبارت کلامی	مقدار عددی
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
کمی مرجح، کمی مهم‌تر، کمی مطلوب‌تر	۳
ترجیح، اهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
ترجیح، اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	۷
کاملاً مرجح، کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر	۹
بینابین	۲ یا ۴ یا ۶ یا ۸



شکل ۳. وابستگی میان معیارها و گزینه‌ها به‌منظور اولویت‌بندی نمودن نواحی تقاضا

جدول ۳. مقایسه زوجی ناحیه‌های تقاضا بر اساس معیار تراکم جمعیت

تراکم جمعیت	۱	۲	۳	۴	۵
۱	۱	۰/۲	۰/۴	۱/۵	۲
۲	-	۱	۲	۷/۵	۱۰
۳	-	-	۱	۳/۷۵	۵
۴	-	-	-	۱	۱/۳۳
۵	-	-	-	-	۱

جدول ۴. مقایسه زوجی ناحیه‌های تقاضا بر اساس معیار بافت فرسوده

بافت فرسوده	۱	۲	۳	۴	۵
۱	۱	۲	۳	۱	۰/۵
۲	-	۱	۱/۵	۰/۵	۰/۲۵
۳	-	-	۱	۰/۳۳	۰/۱۵
۴	-	-	-	۱	۰/۵
۵	-	-	-	-	۱

جدول ۵. مقایسه زوجی ناحیه‌های تقاضا بر اساس معیار فاصله از حریم رودخانه

فاصله از حریم رودخانه	۱	۲	۳	۴	۵
۱	۱	۵	۴	۶	۸
۲	-	۱	۰/۸	۱/۲	۱/۶
۳	-	-	۱	۱/۵	۲
۴	-	-	-	۱	۱/۳
۵	-	-	-	-	۱

جدول ۶. مقایسه زوجی ناحیه‌های تقاضا بر اساس معیار دسترسی به شهر و راه

دسترسی به شهر و راه	۱	۲	۳	۴	۵
۱	۱	۰/۵	۰/۷۵	۲	۴
۲	-	۱	۱/۵	۴	۸
۳	-	-	۱	۲/۶	۵
۴	-	-	-	۱	۲
۵	-	-	-	-	۱

جدول ۷. مقایسه زوجی معیارها با یکدیگر

	تراکم جمعیت	بافت فرسوده	فاصله از حریم رودخانه	دسترسی به شهر و راه
تراکم جمعیت	۱	۳	۲	۰/۸
بافت فرسوده	-	۱	۰/۶۶	۰/۳
فاصله از حریم رودخانه	-	-	۱	۰/۴
دسترسی به شهر و راه	-	-	-	۱

پس از تعیین مناطق سیل‌خیز در شهرستان آمل و مقایسه زوجی معیارها و گزینه‌ها با یکدیگر با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice 11.5، نقاط سیل‌خیز (گزینه‌ها) الویت‌بندی شد و نتایج زیر به‌دست آمد که به‌ترتیب اولویت گزینه‌ها (مناطق حادثه) به همراه وزن هر گزینه مشخص‌شده است (جدول ۸).

جدول ۸. اولویت‌بندی و وزن هر یک از نقاط تقاضا

شماره منطقه	۱	۲	۳	۴	۵
وزن	۰/۱۰۹	۰/۲۳	۰/۱۵۴	۰/۱۹	۰/۳۱۷
اولویت	۵	۲	۴	۳	۱

نرخ ناسازگاری برای هر یک از ماتریس‌هاس مقایسات زوجی با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice 11.5 محاسبه شد که به شرح جدول ۹، است. با توجه به جدول ۹، تمامی مقادیر از ۰/۱ کمتر است که نشان‌دهنده قابل‌اعتبار و اعتماد بودن نظرهای خبرگان در مورد هر ماتریس مقایسات زوجی است؛ به‌عبارت‌دیگر نشان‌هنده سازگاری مقایسات است.

جدول ۹. مقادیر نرخ ناسازگاری محاسبه‌شده برای هر یک از مقایسات زوجی

ماتریس مقایسات زوجی	نرخ ناسازگاری
مقایسه زوجی ناحیه‌های تقاضا بر اساس معیار تراکم جمعیت	۰/۰۰۲۲
مقایسه زوجی ناحیه‌های تقاضا بر اساس معیار بافت فرسوده	۰/۰۰۰۳
مقایسه زوجی ناحیه‌های تقاضا بر اساس معیار فاصله از حریم رودخانه	۰/۰۰۰۱۹
مقایسه زوجی ناحیه‌های تقاضا بر اساس معیار دسترسی به شهر و راه	۰/۰۰۰۱
مقایسه زوجی معیارها با یکدیگر	۰/۰۰۰۸

مدل ریاضی پیشنهادی. در بخش قبل به شناسایی نواحی حادثه و اولویت‌بندی امدادرسانی به این نواحی پرداخته شد؛ اما در گام دوم با مدل‌سازی مسئله به تعیین مناسب‌ترین مکان برای راه‌اندازی پایگاه‌های امدادی و همچنین تعیین مقادیر موردنیاز کالاهای امدادی، تجهیزات و ماشین‌آلات برای تخصیص به ناحیه‌های تقاضا در ساعات اولیه سیل پرداخته می‌شود. ابتدا فرضیه‌هایی برای مدل به شرح زیر در نظر گرفته شده است:

۱. تعدادی نقاط بالقوه که دارای شرایط مناسب هستند و در معرض آسیب‌پذیری قرار ندارند، به‌عنوان پایگاه‌های امدادی در نظر گرفته شده است؛

۲. کالاهای امدادی به‌صورت دو نوع پکیج شامل الف) آب (به‌دلیل اهمیت بالا از سایر کالاها تفکیک شده است) و ب) غذا، لباس، پتو، وسایل گرمایشی و غیره در نظر گرفته شده است؛

۳. ماشین‌آلات و تجهیزات امدادی در این مسئله شامل الف) پمپ و لجن کش، ب) خودروی ویژه و آمبولانس و پ) لودر و ماشین‌آلات سنگین آواربرداری است؛

۴. ازآنجاکه نقاط تقاضا به‌صورت ناحیه‌ای فرض شده است، برای محاسبه آسان‌تر، مختصات نقطه تقاضا در مرکز هر ناحیه در نظر گرفته شده است؛

۵. انبار کالاهای امدادی قبل از حادثه باید حداقل ۲ درصد و حداکثر ۱۰ درصد تقاضای ناحیه‌های تحت پوشش را پاسخگو باشد (بنا به نظر خبرگان)؛

۶. ماشین‌آلات و تجهیزات امدادی قبل از حادثه باید حداقل ۴۰ درصد و حداکثر ۶۰ درصد تقاضای ناحیه‌های تحت پوشش را پاسخگو باشد (بنا به نظر خبرگان).

اندیس‌ها:

k: مجموعه ناحیه تقاضا

j: مجموعه مکان‌های بالقوه پایگاه‌های امدادی

m: مجموعه کالاهای امدادی

n: مجموعه تجهیزات و ماشین‌آلات

c: مجموعه کالاهای امدادی، تجهیزات و ماشین‌آلات $C = m \cup n$

پارامترها:

Siv_k: وزن به‌دست‌آمده برای اولویت امدادرسانی نقطه تقاضای k

Dis_{jk}: فاصله پایگاه امدادی j از ناحیه تقاضای k

$C1_c$: هزینه خرید و نگهداری مجموعه کالای امدادی، تجهیزات و ماشین‌آلات c

$C2_c$: هزینه انتقال مجموعه کالای امدادی، تجهیزات و ماشین‌آلات c به‌ازای واحد فاصله

F_j: هزینه راه‌اندازی پایگاه امدادی j

D_{kc}: تقاضای ناحیه k از کالای امدادی، تجهیزات و ماشین‌آلات c

α_c: حداقل درصد تأمین تقاضای مجموعه کالای امدادی، تجهیزات و ماشین‌آلات در پایگاه امدادی قبل از ادئه

β_c: حداکثر درصد تأمین مجموعه کالای امدادی، تجهیزات و ماشین‌آلات c در پایگاه امدادی قبل از حادثه.

M: یک عدد بسیار بزرگ

متغیرهای تصمیم:

W_{jk}: اگر پایگاه‌های امدادی j به نقطه تقاضای k تخصیص یابد ۱ و در غیر این‌صورت صفر.

Z_j: اگر پایگاه‌های امدادی j راه‌اندازی شود ۱ و در غیر این‌صورت صفر.

Sup_{jc}: تعداد موجودی تأمین تجهیزات و ماشین‌آلات c توسط پایگاه‌های امدادی j

توابع هدف و محدودیت‌ها:

$$\max = \sum_j \sum_k Siv_k * W_{jk} / Dis_{jk} \quad (۱)$$

$$\min = \sum_c \left(\sum_j \sum_k C2_c * W_{jk} * Dis_{jk} + \sum_j C1_c * Sup_{jc} \right) + \sum_j Z_j * F_j \quad (۲)$$

$$\sum_k Sup_{jc} * W_{jk} \geq \alpha_c * \sum_k D_{kc} \qquad \forall j, c \quad (۳)$$

$$\sum_k Sup_{jc} * W_{jk} \leq \beta_c * \sum_k D_{kc} \qquad \forall j, c \quad (۴)$$

$$Sup_{jc} \leq M * Z_j \qquad \forall j, c \quad (۵)$$

$$W_{jk} \leq Z_j \qquad \forall j, k \quad (۶)$$

$$Sup_{jc} \geq 0, \text{int} \qquad \forall j, c \quad (۷)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تابع هدف ۱، میزان تخصیص به پایگاه‌های امدادی با فاصله کمتر از ناحیه‌هایی از تقاضا که اولویت امدادرسانی بالاتری دارد را بیشینه می‌کند. تابع هدف ۲، مجموع هزینه‌های تأمین موجودی اولیه، جابه‌جایی و انتقال مجموعه کالای امدادی، تجهیزات و ماشین‌آلات و همچنین راه‌اندازی پایگاه‌های امدادی در زمان قبل سیل را کمینه می‌کند.

محدودیت‌های ۳ و ۴، حداقل و حداکثر میزان موجودی قابل‌تأمین مجموعه کالای امدادی، تجهیزات و ماشین‌آلات در پایگاه امدادی قبل از حادثه را نشان می‌دهد. محدودیت ۵، تضمین می‌کند تنها آن دسته از پایگاه‌های امدادی که راه‌اندازی شده‌اند، می‌توانند کالای امدادی، تجهیزات و ماشین‌آلات را تأمین کنند. محدودیت ۶، نشان می‌دهد، شرط تخصیص پایگاه‌های امدادی به ناحیه‌های تقاضا، راه‌اندازی‌شدن پایگاه‌های امدادی است. محدودیت ۷، نشان‌دهنده غیرمنفی و صحیح بودن متغیرهاست.

شکل ۴. ناحیه‌های سیل‌خیز در شهرستان آمل و مکان بالقوه پایگاه‌های امدادی (مثلث)

برنامه‌ریزی خطی ال‌پی‌متریک. به‌طورکلی وقتی بیش از یک تابع هدف وجود داشته باشد، به‌ندرت می‌توان نقاطی را یافت که هم‌زمان همه توابع هدف را بهینه کند؛ زیرا مقیاس سنجش برای هر هدف ممکن است با مقیاس سنجش برای بقیه اهداف متفاوت باشد. برای رفع این مشکل، ابزاری برای حل مسائل چندهدفه نیاز است. برای حل این‌گونه مسائل، دو نوع رویکرد اساسی را می‌توان تعریف کرد:

۱. رویکردی بر مبنای ادغام تمام k تابع هدف در همدیگر و تبدیل آن‌ها به یک تابع هدف؛
۲) اولویت‌بندی k تابع هدف و حل مسئله با توجه به این اولویت‌ها.

در رویکرد نخست، یک تابع مطلوبیت ساخته می‌شود و مسئله چندهدفه به یک مسئله با یک تابع هدف تبدیل می‌شود [۶]. این روش به دنبال کمینه‌کردن انحراف توابع هدف نسبت به یک راه‌حل ایده‌آل است. به‌بیان‌دیگر، بهترین جواب ممکن جوابی باشد که کم‌ترین فاصله از نقطه‌ی ایده‌آل را دارد. نقطه‌ی ایده‌آل جوابی است که به‌طور هم‌زمان مقدار بهینه همه اهداف را به‌دست آورد.

$$F(x^*) = \{f_1(x^*) + f_2(x^*) + ... + f_n(x^*)\} \quad (۸)$$

$F(x^*)$ مشخص‌کننده جواب بهینه همه اهداف است (n: تعداد کل اهداف)؛ به‌طوری‌که نقطه ایده‌آل x^* می‌تواند هر $f_i(x)$ را بهینه کند. در عمل به‌دلیل تناقضات موجود بین اهداف، چنین جواب ایده‌آلی مانند x^* وجود ندارد؛ بنابراین از روش Lp-Metric به‌منظور سنجش نزدیکی جواب‌های موجود نسبت به جواب ایده‌آل مورداستفاده قرار می‌گیرد. تابع سازگار Lp به‌صورت زیر استفاده می‌شود:

۱. برای مسائل هر چه کمتر بهتر (کمینه‌سازی)

$$Lp = \left\{ \sum_{i=1}^{n} w_i \left[\frac{f_i(x_i) - f_i(x^{\min}_i)}{f_i(x^{-*}_i) - f_i(x^{\min}_i)} \right]^p \right\}^{1/p} \quad (۹)$$

۲. برای مسائل هر چه بیشتر بهتر (بیشینه‌سازی)

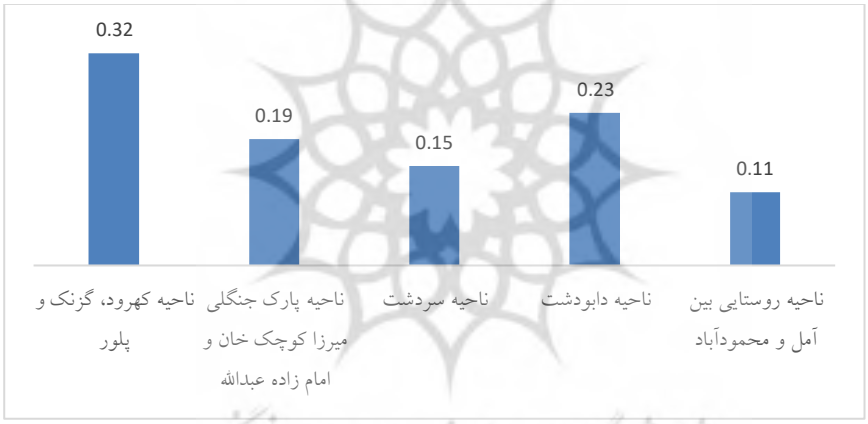
$$Lp = \left\{ \sum_{i=1}^{n} w_i \left[\frac{f_i(x^{\max}_i) - f_i(x_i)}{f_i(x^{\max}_i) - f_i(x^{-*}_i)} \right]^p \right\}^{1/p} \quad (۱۰)$$

x^{-*} نشان‌دهنده جواب ضدایده‌آل در بهینه‌سازی تابع هدف است. تابع سازگار Lp به‌منظور کمینه‌کردن انحرافات از راه‌حل ایده‌آل باید کمینه شود. درجه تأکید به انحرافات در تابع بالا با P نشان داده شده است؛ به‌گونه‌ای که هر چه مقدار P بیشتر باشد، تأکید بیشتری بر بزرگ‌ترین انحراف خواهد بود. مقدار p به ذهنیت تصمیم‌گیرنده بستگی دارد و معمولاً مقادیر $p=1,2,\infty$ مورداستفاده قرار می‌گیرد.

۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج شکل ۵، در هنگام سیلاب در شهرستان آمل ابتدا نواحی کهرود، گزنگ و پلور در اولویت اول امدادرسانی قرار دارند. ناحیه دابودشت در اولویت دوم، ناحیه پارک جنگلی میرزا کوچک خان و امامزاده عبدالله در اولویت سوم، ناحیه دشت‌سر در اولویت چهارم و درنهایت ناحیه روستایی بین آمل و محمودآباد در اولویت آخر قرار دارد.

پس از اولویت‌بندی نواحی سیل‌خیز به‌منظور امدادرسانی هدفمند در هنگام حادثه، مکان مناسب برای راه‌اندازی پایگاه‌های امدادی تعیین می‌شود که این مکان‌ها از میان تعدادی مکان بالقوه که دارای شرایط مناسب هستند (مثلث‌های شکل ۴)، انتخاب می‌شوند. پس از حل مدل با نرم‌افزار لینگو مناسب‌ترین نقاط با توجه به فاصله از مراکز حادثه و اولویت نواحی حادثه به‌دست می‌آیند که شامل نقاط ۳،۴ و ۵ است. هم‌زمان با تعیین مکان مناسب پایگاه‌های امدادی، با حل مدل میزان موجودی هر یک از پایگاه‌های امدادی برگزیده قبل سیل برای آمادگی پاسخگویی در ساعات اولیه حادثه (جدول ۱۰) و نحوه تخصیص هر یک از این پایگاه‌های منتخب به نواحی حادثه مشخص می‌شود (جدول ۱۱). برای نمونه، پایگاه امدادی ۳ به ۲ ماشین آواربرداری و ۴ خودروی ویژه برای تخصیص به نواحی ۲، ۱ و ۳ در هنگام بحران نیاز دارد.



شکل ۵. میزان اولویت هر یک از نقاط سیل‌خیز

جدول ۱۰. موجودی اولیه مجموعه کالای امدادی، تجهیزات و ماشین‌آلات در پایگاه‌های امدادی منتخب قبل بحران

پایگاه‌های امدادی منتخب	لودر و ماشین‌آلات سنگین آواربرداری	خودروی ویژه و آمبولانس	پمپ و لجن‌کش	غذا و لباس و پتو و وسایل گرمایشی و ...	آب
۳	۲	۴	۸	۳۰	۷۰
۴	۳	۴	۳	۲۰	۴۰
۵	۲	۳	۱	۸	۲۰

جدول ۱۱. نحوه تخصیص پایگاه‌های امدادی منتخب به نواحی حادثه در هنگام سیل

پایگاه‌های امدادی منتخب	۱	۲	۳	۴	۵
۳	*	*	*		
۴			*	*	*
۵				*	*

تحلیل حساسیت. یکی از مزایای برنامه‌ریزی قبل از بحران، تحلیل نتایج قبل بحران و ارزیابی پاسخ‌ها و تصمیم‌گیری بهتر قبل از بحران است؛ بنابراین در این بخش راهکارهایی به‌منظور بهبود نتایج مسئله ارائه می‌شود:

الف) افزودن پایگاه امدادی: با راه‌اندازی پایگاه امدادی در ناحیه‌هایی که اولویت امدادرسانی در آن بیشتر است، می‌توان تابع هدف اول را بهبود داد؛ بنابراین در این بخش فرض شده است چنانچه یک مرکز توزیع در ناحیه کهرود و گزنگ و پلور (ناحیه ۵) و یک مرکز توزیع در ناحیه دابودشت (ناحیه ۲) راه‌اندازی شود چه تغییراتی در تابع هدف نسبت به تابع هدف اولیه ایجاد می‌شود که در جدول ۱۲، نتایج این تغییرات آمده است. با توجه به جدول ۱۲، با تغییرات ذکرشده ۱۱ درصد تابع هدف اول بهبود می‌یابد و ۱۵ درصد تابع هدف دوم، یعنی هزینه، بدتر می‌شود.

جدول ۱۲. تغییرات تابع هدف اصلی با افزودن پایگاه امدادی

نوع تابع هدف	تغییرات تابع هدف
اول (اولویت پاسخگویی)	+٪۱۱
دوم (هزینه)	-٪۱۵

ب) بهره‌گیری از امکانات و کمک‌های بشردوستانه: ازآنجاکه مردم ایران همواره در زمان بحران به یاری آسیب‌دیدگان می‌شتابند و کمک‌های خود را از آسیب‌دیدگان دریغ نمی‌کنند، می‌توان از این کمک‌ها به‌صورت برنامه‌ریزی‌شده با هماهنگی‌هایی قبل بحران حداکثر استفاده را کرد. یکی از هزینه‌های عمده برای آمادگی در برابر سیل، هزینه خرید یا اجاره ماشین‌آلات و تجهیزات است؛ بنابراین می‌توان با شناسایی و دعوت از صاحبان ماشین‌آلات و تجهیزاتی که می‌توانند در زمان حادثه گره‌گشا باشند با تنظیم یک مرامنامه برای حضور در شرایط بحران هزینه‌های تأمین ماشین‌آلات و تجهیزات را به میزان زیاد کاهش داد؛ اما توجه به دردسترس بودن این ماشین‌آلات در زمان بحران بسیار حائز اهمیت است. با درنظرگرفتن این راه‌حل می‌توان درصد حداقل و حداکثر ماشین‌آلات و تجهیزات امدادی قبل از حادثه را در مدل ریاضی به‌ترتیب ۱۰ و ۲۰ درصد در نظر گرفت و مسئله را در حالت جدید حل کرد. در این حالت تغییرات تابع هدف به شرح جدول ۱۳، است. با توجه به این جدول، با تغییرات ذکرشده تابع هدف اول

تغییری نمی‌کند و ۲۵ درصد تابع هدف دوم، یعنی هزینه، بهبود می‌یابد. با ارائه نتایج بالا به عوامل مسئول در بحران می‌توان تصمیم مناسبی را برای پاسخگویی بهتر با هزینه مناسب اتخاذ کرد.

جدول ۱۳. تغییرات تابع هدف اصلی با بهره‌گیری از امکانات و کمک‌های بشردوستانه

نوع تابع هدف	تغییرات تابع هدف
اول (اولویت پاسخگویی)	۰
دوم (هزینه)	+٪۲۵

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

استان مازندران یکی از استان‌های سیل‌خیز کشور است و با میزان بارش حدود ۴۵۸ میلی‌متر بیشترین میزان بارش را در کشور به خود اختصاص داده است [۱۳]. این استان به‌دلیل بارش‌های فراوان و تخریب جنگل‌ها در سال‌های اخیر در معرض خطر سیلاب‌های طغیانگر قرار دارد. با نگاهی به گذشته می‌توان آمار و ارقام باورنکردنی خسارات وارده حاصل از سیلاب به این استان را مشاهده کرد که تمامی این خسارات ناشی از کمبود برنامه‌ریزی جامع برای مقابله با بلای طبیعی است؛ بنابراین در این پژوهش برای مقابله با سیل در یکی از شهرستان‌های این استان برنامه‌ریزی شده است. برای انجام پژوهش حاضر، نقاط سیل‌خیز در شهرستان آمل شناسایی و این نواحی برای امدادرسانی بهتر الویت‌بندی شد. نقاط شناسایی‌شده عبارت‌اند از: ناحیه کهرود؛ گزنک و پلور؛ ناحیه پارک جنگلی میرزا کوچک خان و امامزاده عبدالله؛ ناحیه دست‌سر؛ ناحیه دابودشت و ناحیه روستایی بین آمل و محمودآباد. برای تحقیق این موضوع، ابتدا گروهی متشکل از ۱۰ خبره آشنا و مسلط بر حوزه موردپژوهش تشکیل شد و سپس با برگزاری جلسه‌های متعدد طوفان فکری، تعداد ۴ معیار شناسایی و انتخاب شد؛ سپس با کمک روش AHP مناطق شناسایی‌شده با درنظرگرفتن معیارهای موردنظر، اولویت‌بندی شدند که نتایج نشان می‌دهد نواحی کهرود، گزنک و پلور و ناحیه روستایی بین آمل و محمودآباد به‌ترتیب در اولویت‌های اول و آخر قرار دارند. علاوه‌براین با حل مدل ریاضی به تعیین بهترین مکان برای راه‌اندازی پایگاه‌های امدادی به همراه چگونگی تخصیص و تعیین میزان موجودی اولیه مجموعه کالای امدادی، تجهیزات و ماشین‌آلات برای آمادگی در برابر سیل پرداخته شد. با استفاده از نتایج به‌دست‌آمده از حل مدل، بهترین راهکار برای مقابله با حوادث ناشی از سیل، برنامه‌ریزی برای مناطقی است که دارای اولویت بالای امدادرسانی هستند. درواقع این نقاط به‌شدت در معرض حادثه قرار دارند و مسئولان شهری باید با انجام اقداماتی نظیر نوسازی بافت‌های فرسوده، ایجاد راه‌هایی برای دسترسی به مراکز اصلی شهر و تجهیزکردن این مناطق به پایگاه‌های امدادی به

مقابله با خسارات این حادثه‌ی طبیعی بپردازند تا دیگر کشور شاهد مرگ هم‌وطنانمان به‌دلیل جدی‌نگرفتن حوادث این‌چنینی و عدم‌برنامه‌ریزی‌هایی برای مقابله با خسارات سیل مانند عدم دسترسی مناطق حادثه به کالاها و خدمات امدادی به‌موقع، نرسیدن ماشین‌های آواربردار و غیره نباشد.

در پژوهش حاضر به آمادگی پایگاه‌های امدادی قبل از بحران پرداخته است که برای ادامه پژوهش‌ها در این زمینه می‌توان فاز پاسخگویی را نیز در نظر گرفت؛ همچنین با زمان‌بندی فازهای پاسخگویی برای ارائه خدمات امدادی می‌توان تمرکز بیشتری بر عملیات امدادرسانی در هنگام حادثه داشت؛ همچنین می‌توان برای تعیین مکان‌های مناسب پایگاه‌های امدادی از یکی از روش‌های تصمیم‌گیری استفاده کرد و با شناسایی منطقه و تعیین معیارهایی برای بهترین مکان‌ها، نسبت به راه‌اندازی این پایگاه‌ها اقدام کرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

1. Abdollahian, M. A., & Mahmoudzadeh, A. (2015). Define and prioritize the criteria for locating accommodation and relief centers from crisis management point of view using TOPSIS technique (case study: Sabzevar City). *International Journal of Health System and Disaster Management, 3(4),* 224.
2. Ahmadvand, M., Abbas Pur, Q., & Heragh, MH. (2014). Provided an algorithm based on hybrid method FAHP & FTOPSIS order to prioritize areas for logistics damaged after the earthquake relief teams (Case study metropolis Tehran). *Forty-fifth annual Iranian mathematics conferences*. Semnan University. (In Persian)
3. Akbari, Z., Khahandeh, A., & Sadeghi, Z. (2014). Prioritize emergency evacuation routes proposed in Kerman using AHP (Case study: Kerman). *Journal specialized knowledge of law, 8,* 63-78 (In Persian).
4. Amiri, M., Firuozabadi, A., & Mobin, M. (2012) Emergency Medical Service Ambulance Allocation, on the Tehran-Qom Highway, using the Hypercube Queuing Model. *Industrial Management Perspective, 2(3),* 45-70. (In Persian)
5. Amini Hosseini, K., Hosseini, M., Jafari, M. K., & Hosseinioon, S. (2020). Recognition of vulnerable urban fabrics in earthquake zones: a case study of the Tehran metropolitan area. *Journal of Seismology and earthquake Engineering, 10(4),* 175-187.
6. Asgharpoor M J. (1997). Multi Criteria Decision Making, *Tehran University Press.*
7. Aziz Pour, M., Zangiabad, A., & Esmailian, Z. (2011). Prioritize the factors affecting the urban crisis management against natural disasters (case study organizations related to the crisis in Isfahan). *Journal of Geography and Environmental Planning, 22,* 107-24. (In Persian)
8. Bozorgi Amiri, A., Mansoori, S., & Pishvaee, S. (2017). Multi-objective Relief Chain Network Design for Earthquake Response under Uncertainties, *Industrial Management Perspective, 7(1),* 9-36. (In Persian)
9. Darabi, R. (2011). Logistics strategies for crisis, *Towsee-quarterly development of the human resources and logistics, 6(21),* 7-34 (In Persian).
10. Doroudi, H., Sepehrifar, H. (2020). Assessing Crisis Management in Iran Based on Little John Model (A Case Study of the Flood of 2019 in Lorestan, Mazandaran, and Kermanshah Earthquake in 2017), *Disaster Prevention and Management Knowledge, 9(4),* 393-402. (In Persian)
11. Fiedrich, F., Gehbauer, F., & Rickers, U. (2000). Optimized resource allocation for emergency response after earthquake disasters. *Safety science, 35(1),* 41-57.
12. Ghahroudi Tali, M., Servati, M., Sarrafi, M. (2012). Investigation of flood-vulnerable areas in Tehran city. *Quarterly Scientific Journal of Rescue & Relief. 3,* 79-92. (In Persian)
13. Iran Water Resources Management, *Water Resources Studies Department*, www.wrs.wrm.ir. (In Persian)
14. John, L., Gurumurthy, A., Soni, G., & Jain, V. (2019). Modelling the inter-relationship between factors affecting coordination in a humanitarian supply chain: a case of Chennai flood relief. *Annals of Operations Research, 283(1),* 1227-1258.
15. Mahmoodi, M. (2003). The Role of Information Systems in Crisis Management, *Organizational Culture Management, 1(2),* 59-87. (In Persian)

16. Mohamadi, A., Yaghoubi, S., & Pishvaee, M. S. (2019). Fuzzy multi-objective stochastic programming model for disaster relief logistics considering telecommunication infrastructures: a case study. *Operational Research*, *19(1)*, 59-99.
17. Molladavoodi, H., Paydar, M. M., & Safaei, A. S. (2020). A disaster relief operations management model: a hybrid LP–GA approach. *Neural Computing and Applications*, *32*, 1173-1194.
18. Nikjoo, N., Javadian, N. (2019). A Multi-Objective Robust Optimization Logistics Model in Times of Crisis under Uncertainty. *Industrial Management Perspective*, *8(4)*, 121-147. (In Persian)
19. Nouri, M,. Hesari, M. (2013). Prioritization of relief to the affected areas in crisis situations using linear and nonlinear algorithms and planning the shortest route. *Proceedings of the national conference on quality improvement clinical governance approach.* (In Persian)
20. Parisay, Z., Ownegh, M., Sheikh, V., Bahremand, B.(2017) Assessing land use planning scenario impacts on flood hazard and risk in Bustan dam basin. *Emergency Management*, *6(1)*, 133-143 (In Persian).
21. Rawls, C. G., & Turnquist, M. A. (2011). Pre-positioning planning for emergency response with service quality constraints. *OR spectrum*, *33(3)*, 481-498.
22. Rezaei, A,. Abdollahi, Sh. (2014). Investigation of flood-vulnerable areas in Urmia city in order to reduce hazards and damages. *Quarterly Scientific Journal of Rescue & Relief.*, *1*, 1-14. (In Persian)
23. Rezvani, H. (2008). Organizational Crisis Management. Tadbir, *A Monthly Magazine on Management*, *18(170)*, 20-25. (In Persian)
24. Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, *48(1)*, 9-26.
25. Salmerón, J., & Apte, A. (2010). Stochastic optimization for natural disaster asset prepositioning. *Production and operations management*, *19(5)*, 561-574.
26. Sattarian, A., Ghorbani, A. (2007). The environmental crisis management of floods in the north of the country. *The international conference on crisis management in natural disasters*, *3*, 70-101 (In Persian).
27. Sedaght, M., Soleimani, K., Rashidpour M. (2016). .Evaluation of flood susceptibility in Amol city using GIS method. *The 3th Scientific Conference on Modern Horizons in Geography and Urban Planning in Iran*, 2016 (In Persian).
28. Sheidaeian, M., Fakhraee, H., Nekooie, M.A. (2018). Investigating the Effect of Climate Change on Flood Emergency Management, *Emergency Management*, *6(2)*, 5-20. (In Persian)
29. Singh, V. (Ed.). (2012). Hydrology of disasters (Vol. 24). *Springer Science & Business Media*.
30. Su, Z., Weng, X., & Zhang, L. (2015). Based on AHP and Cluster Analysis for Classification Method of Emergency Supplies. *In Proceedings of China Modern Logistics Engineering* (95-103). Springer, Berlin, Heidelberg .
31. Tingsanchali, T. (2012). Urban flood disaster management. *Procedia engineering*, *32*, 25-37.
32. Zendehdel, M., Bozorgi-Amiri, A., & Omrani, H. (2014). A location Model for Blood Donation Camps with Consideration of Disruption. *Advances in Industrial Engineering*, *48(Special Issue)*, 33-43.