فصلنامه مدیریت و حقوق محیط زیست ۲(۱): بهار ۱۴۰۳: ۱۷-۱

Journal of Environmental management and law, Vol.2, Issue 1, 1-17

Journal of Environmental Management and Law

فصلنامه مدیریت و حقوق محیط زیست

https://sanad.iau.ir/en/Journal/jeml

Optimal Temporary Settlement Area Identification Post-Flood Using Crisis Management and Fuzzy MCE (Dehaghan County)

Meisam Jafari*, Delaram Sikaroudi, Mohammad Esmail Roufi Dahaghani

Department of HSE Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran.

**Corresponding Author: mj_eia@yahoo.com*

Original Paper

Received: 3.26.2024
Accepted: 9.9.2024

Keywords:
Crisis Management,
Emergency Shelter,
Site Selection,
Flood,
Geographic Information Systems,
Dehaghan.

Abstract

In today's world, the frequency of natural and human-induced disasters, particularly in unprepared communities, has escalated into serious crises. Events such as earthquakes and floods not only inflict substantial human and financial losses but also displace millions of individuals. This study focuses on determining the optimal locations for emergency shelter sites in Dehaghan County, Isfahan Province. The primary aim of this research is to identify suitable areas for temporary accommodation following floods, utilizing Geographic Information Systems (GIS) and multi-criteria evaluation methods, specifically the Analytic Hierarchy Process (AHP) and Fuzzy Multi (Criteria Evaluation (Fuzzy MCE). Key criteria for site selection-including proximity to roads, streams, land slope, and land use) were assessed. The findings reveal that the northeastern regions of Dehaghan County are identified as low-risk and suitable for temporary accommodation. Among the evaluated criteria, land slope percentage emerged as the most significant factor, with a weight of 0.20, followed by distance from waterways (0.18) and distance from roads (0.15). Furthermore, the application of fuzzy membership functions in the evaluation process has improved the accuracy of the analyses and facilitated the identification of safer areas. This study concludes with recommendations for enhancing crisis management and optimizing emergency shelter site selection, including the creation of a comprehensive database, conducting training sessions, and designing resilient infrastructure.

https://doi.org/10.30486/JEML.2024.140306121143595

Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the

شناسایی پهنه‌های بهینه اسکان موقت پس از وقوع سیل با رویکرد مدیریت بحران و بکارگیری Fuzzy MCE (مطالعه موردی: شهرستان دهاقان)

میثم جعفری*، دلارام سیکارودی، محمد اسمائیل رئوفی دهاقانی

گروه مهندسی ایمنی، بهداشت و محیط زیست، (واحد نجف آباد)، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mj_eia@yahoo.com

نوع مقاله:
علمی-پژوهشی

تاریخچه مقاله:
ارسال: ۱۴۰۳/۰۱/۰۷
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۹

کلمات کلیدی:
مدیریت بحران، اسکان اضطراری، مکان‌یابی، سیلاب، سیستم اطلاعات جغرافیایی، دهاقان.

چکیده

در عصر حاضر، وقوع حوادث طبیعی و انسانی به‌ویژه در جوامع کم‌برخوردار از آمادگی، به بحران‌های جدی تبدیل شده است. بلایای طبیعی چون زلزله و سیلاب نه تنها منجر به خسارات جانی و مالی فراوان می‌شوند، بلکه آواره شدن میلیون‌ها نفر را نیز به همراه دارند. این تحقیق به بررسی مکان‌یابی بهینه محل‌های اسکان اضطراری در شهرستان دهاقان، واقع در استان اصفهان، می‌پردازد. هدف اصلی این پژوهش، شناسایی پهنه‌های مناسب برای اسکان موقت پس از وقوع سیلاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش‌های ارزیابی چندمعیاره، به‌ویژه تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و ارزیابی چندمعیاره فازی (Fuzzy MCE) است. در این راستا، معیارهای مؤثر در مکان‌یابی شامل فاصله از جاده‌ها، آبراهه‌ها، شیب اراضی و کاربری زمین مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان می‌دهد که مناطق شمال شرقی شهرستان دهاقان به عنوان مکان‌های کم‌خطر و مناسب برای اسکان موقت شناسایی شده‌اند. به‌طور کمی، درصد شیب اراضی با وزن ۰/۲۰، فاصله از آبراهه‌ها با وزن ۰/۱۸ و فاصله از جاده‌ها با وزن ۰/۱۵ به عنوان معیارهای کلیدی شناسایی شدند. همچنین، استفاده از توابع عضویت فازی در ارزیابی معیارها به بهبود دقت تحلیل‌ها کمک کرده و امکان شناسایی مناطق امن‌تر را فراهم کرده است. در نهایت، پیشنهاداتی برای بهبود مدیریت بحران و مکان‌یابی بهینه محل‌های اسکان اضطراری ارائه شده که شامل ایجاد پایگاه داده جامع، برگزاری دوره‌های آموزشی و طراحی زیرساخت‌های مقاوم است.

مقدمه

در عصر حاضر، وقوع حوادث طبیعی و انسانی به‌طور فزاینده‌ای به بحران‌ها و فجایع عظیم تبدیل می‌شود، به‌ویژه در جوامعی که از آمادگی کافی برای مقابله با این حوادث برخوردار نیستند (Aldrich, 2012). بلایای طبیعی، از جمله زلزله، سیل، طوفان و آتش‌سوزی، نه تنها منجر به از دست رفتن جان انسان‌ها و ویرانی زیرساخت‌ها می‌شوند، بلکه آواره شدن میلیون‌ها نفر را نیز به همراه دارند. به‌طور متوسط، هر سال حدود سه میلیون نفر به دلیل حوادث طبیعی بی‌خانمان می‌شوند و نزدیک به ۸۰ درصد از این افراد قربانی زلزله‌ها هستند (Cred, 2020). این وضعیت، ضرورت توجه به مدیریت بحران و برنامه‌ریزی مؤثر برای اسکان اضطراری را به‌روشنی نمایان می‌سازد. مخاطرات طبیعی به عنوان بخشی از رفتار محیطی ما، به‌طور ناگهانی رخ می‌دهند و خسارت‌های جانی و مالی زیادی به بار می‌آورند. در این راستا، بحران‌های طبیعی به دلیل ابعاد و پارامترهای پیچیده‌شان، نیاز به برنامه‌ریزی و مدیریت دقیق دارند (Schneider et al., 2017). یکی از مسائل کلیدی که همواره مورد توجه سازمان‌های مسئول در مدیریت بحران قرار دارد، انتخاب مکان‌های مناسب برای اسکان اضطراری و موقت آسیب‌دیدگان از سوانح است. عدم مکان‌یابی صحیح می‌تواند به افزایش خسارات و آسیب‌ها منجر شود (Tschakert et al., 2023). از دیدگاه برنامه‌ریزی، پس از وقوع یک حادثه، فرآیند پنج مرحله‌ای شامل امداد و نجات، اسکان اضطراری، مطالعات اسکان موقت و بازسازی لازم است (Kreimer et al., 2003). مدت زمان اسکان در این مرحله معمولاً کمتر از یک ماه بوده و ممکن است براساس نوع بحران به کمتر از ۷۲ ساعت کاهش یابد (Norris et al., 2008). این فرآیند، به‌ویژه در کشورهایی مانند ایران که با چالش‌های خاصی در زمینه بلایای طبیعی مواجه هستند، نیازمند توجه ویژه‌ای است.

شهرستان دهاقان، واقع در استان اصفهان، به‌دلیل قرارگیری در مناطق زلزله‌خیز و سیل‌خیز، به‌ویژه در سال‌های اخیر، با افزایش وقوع بلایای طبیعی مواجه بوده است. این موضوع، ضرورت پژوهش در زمینه مکان‌یابی بهینه محل‌های اسکان اضطراری را در این منطقه به‌طور خاص نمایان می‌سازد. هدف اصلی این تحقیق، شناسایی پهنه‌های بهینه برای اسکان موقت پس از وقوع سیلاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS[1]) و رویکردهای ارزیابی چندمعیاره است. در این راستا، به‌کارگیری روش‌های ارزیابی چندمعیاره فازی (Fuzzy MCE[2]) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP[3]) به عنوان ابزارهای مؤثر در تصمیم‌گیری، می‌تواند به بهینه‌سازی فرآیند مکان‌یابی کمک کند. این روش‌ها به‌طور خاص برای تجزیه و تحلیل تصمیمات پیچیده طراحی شده و به تصمیم‌گیرندگان این امکان را می‌دهند که با توجه به اهمیت نسبی هر معیار، مکان‌های مناسب برای اسکان اضطراری را شناسایی کنند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

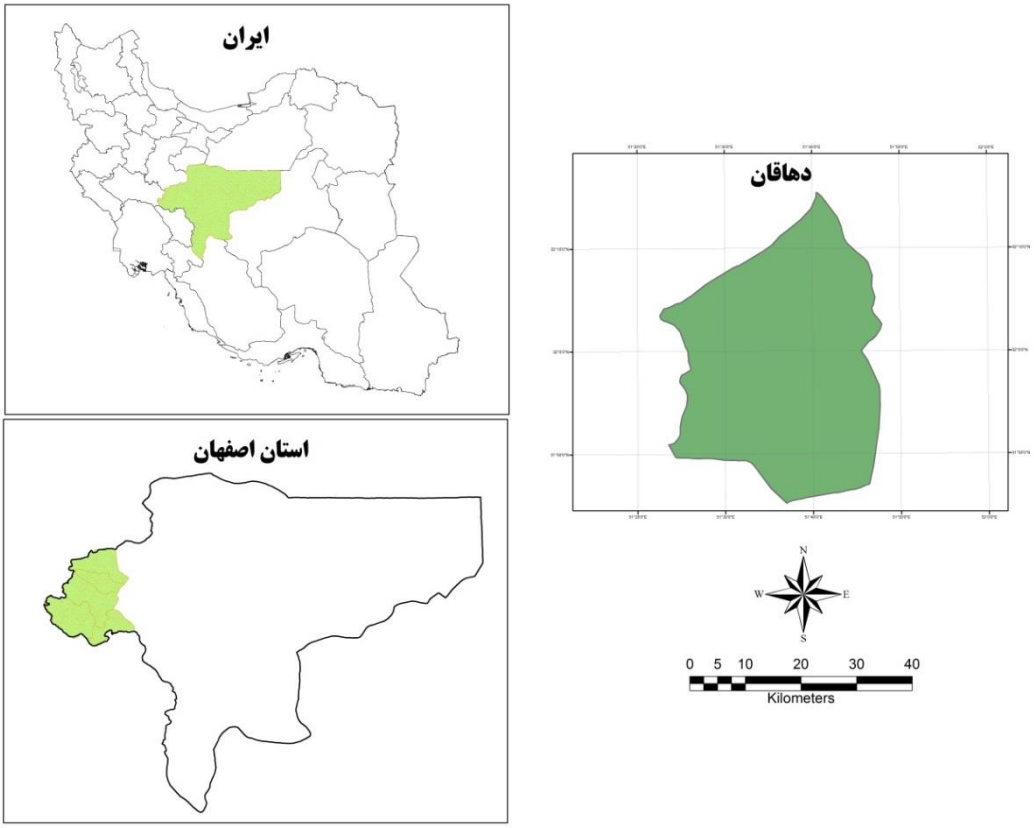
شهرستان دهاقان در غرب استان اصفهان و در همسایگی شهرهای شهر رضا، مبارکه، سمیرم و بروجن مطابق شکل ۱ واقع گردیده است. دهاقان به عنوان یکی از شهرستان‌های کوچک استان اصفهان، دارای موقعیت جغرافیایی خاصی است و همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، به دلیل قرارگیری در مناطق زلزله‌خیز و سیل‌خیز، در معرض مخاطرات طبیعی قرار دارد. این شهرستان به‌دلیل موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های توپوگرافی خاص خود، مستعد وقوع سیلاب‌های شدید است. این منطقه در ناحیه‌ای با توپوگرافی متنوع واقع گردیده که شامل مناطق کوهستانی، دشت‌ها و دره‌ها می‌شود. ارتفاعات در شمال و شرق شهرستان، به‌ویژه

[1] Geographic Information Systems
[2] Fuzzy Multi-Criteria Evaluation
[3] Analytic Hierarchy Process

رشته‌کوه‌های زاگرس، نقش مهمی در تجمع آب‌های باران و ذوب برف در فصل‌های بهار و تابستان ایفا می‌کنند. این ارتفاعات به عنوان یک مانع طبیعی عمل کرده و موجب افزایش شدت بارش‌ها در مناطق پایین‌دست می‌گردند (Jafari & Fouladi, 2023).

شیب اراضی در این منطقه متغیر است؛ به گونه‌ای که مناطق با شیب تند بیشتر در معرض فرسایش و رواناب قرار دارند. در مقابل، مناطق با شیب ملایم قابلیت جذب آب را دارند، اما در زمان بارش‌های شدید، احتمال وقوع سیلاب در این نواحی نیز وجود دارد (Koohdarzi Moghaddam et al., 2022). این منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک بوده که با بارندگی‌های نامنظم و دماهای متغیر مشخص می‌شود. میانگین بارش سالانه در این منطقه حدود ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر است که بیشتر آن در فصل‌های پاییز و بهار رخ می‌دهد (Sharafi & Zarafshani, 2014). بارش‌های شدید در فصل بهار، به‌ویژه در ماه‌های فروردین و اردیبهشت، می‌تواند منجر به وقوع سیلاب‌های ناگهانی شود. این بارش‌ها معمولاً به‌صورت رعد و برق و باران‌های شدید هستند که باعث افزایش ناگهانی دبی رودخانه‌ها و مسیل‌ها می‌گردند (jallili et al., 2022).

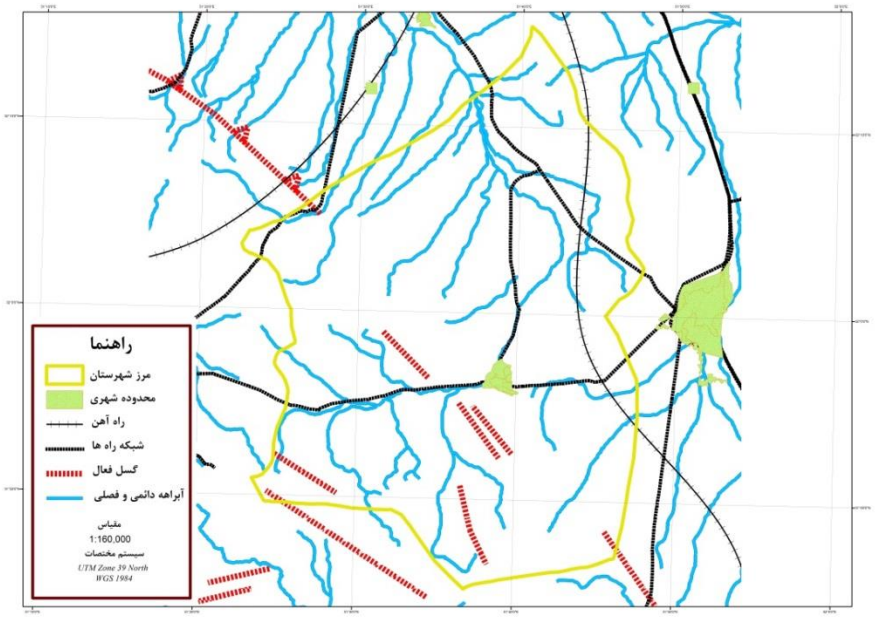
تحلیل داده‌های بارندگی در شهرستان دهاقان نشان می‌دهد که وقوع بارش‌های شدید در این منطقه به‌طور مستقیم با وقوع سیلاب‌ها مرتبط است. در سال‌های اخیر، چندین مورد سیلاب شدید در این شهرستان گزارش شده است که خسارات جانی و مالی زیادی به همراه داشته است (Khamar et al., 2013). به عنوان نمونه در سال ۱۳۹۸، بارش‌های شدید در دهاقان منجر به طغیانی شدن رودخانه‌ها و مسیل‌ها شد که خسارات قابل توجهی به زیرساخت‌ها و مزارع وارد نموده و منجر به آواره شدن تعدادی از ساکنان در منطقه گردید.



شکل ۱ – موقعیت شهرستان دهاقان در استان و کشور

Fig. 1- Location of Dehaghan County within the province and country

با توجه به افزایش وقوع مخاطرات در شهرستان دهاقان و نیاز به کاهش آسیب‌پذیری ناشی از این حوادث، مکان‌یابی مناسب برای اسکان اضطراری و موقت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف شناسایی بهترین مکان‌ها برای اسکان اضطراری و ارزیابی خطرات موجود در شهرستان دهاقان، به بررسی و تحلیل این موضوع می‌پردازد.



شکل ۲- موقعیت آبراهه‌ها و گسل‌های فعال در منطقه

Fig. 2- Location of watersheds and active faults in the region

این پژوهش شامل مراحل جامع و منسجمی است که به شناسایی و ارزیابی مکان‌های مناسب برای اسکان موقت پس از وقوع سیلاب در منطقه مطالعاتی می‌پردازد. هدف اصلی این مراحل، بهینه‌سازی مدیریت بحران در شهرستان دهاقان است. در این راستا، ابتدا با بکارگیری داده‌های جغرافیایی و اطلاعات مربوط به تاریخچه سیلاب‌ها، نواحی آسیب‌پذیر شناسایی شدند. سپس، با بهره‌گیری از تکنیک‌های تحلیل فضایی و مدل‌سازی ارزیابی چند معیاره فازی (Fuzzy MCE)، پهنه‌های مناسب جهت اسکان موقت مورد شناسایی و ارزیابی قرار گرفتند. این فرآیند شامل بررسی و شناسایی معیارهای مختلف موثر در فرایند مکان‌یابی ذکر شده نظیر دسترسی به آبراهه‌ها، زیرساخت‌های حمل و نقل، و فاصله از نواحی خطرناک، بوده است. فرایند شناسایی این معیارها شامل مرور گسترده منابع، قوانین و استانداردهای ملی و بین‌المللی، نتایج پرسشنامه‌ها و مصاحبه‌های تخصصی بوده است.

پس از شناسایی معیارهای موثر فرایند استانداردسازی فازی، کلیه معیارها جهت ورود به مدل ارزیابی چند معیاره (MCE) اجرا گردید. در ادامه با بکارگیری فرایند مقایسه زوجی (AHP) اقدام به وزن دهی و تعیین اولویت معیارهای موثر در مدل گردید. سپس اقدام به اجرای مدل ارزیابی چند معیاره فازی با روش WLC[1] جهت شناسایی پهنه‌های بهینه اسکان موقت گردید. در نهایت نیز با تحلیل نتایج به‌دست‌آمده، پیشنهادات مناسبی برای بهبود مدیریت بحران و افزایش تاب‌آوری منطقه در برابر حوادث طبیعی در شکل ۳ ارائه گردید.

[1] Weighted Linear combination

شکل ۳- مراحل اجرای پژوهش

Fig. 3- Stages of Research Implementation

داده‌ها به عنوان پایه و اساس هر تحقیق علمی، نقش حیاتی در اعتبار و کیفیت نتایج دارند. در این تحقیق، داده‌های مورد استفاده شامل مقالات، کتاب‌ها و اسناد آماری است که هر یک به غنای تحقیق و اعتبار یافته‌ها کمک می‌کند. استفاده از نقشه‌های پایه و اسناد تصویری در تحلیل فضایی، به‌ویژه در مطالعات جغرافیایی، اهمیت زیادی دارد و به شناسایی الگوهای جغرافیایی و تحلیل روابط فضایی کمک می کند. همچنین، جمع‌آوری داده‌ها باید از منابع معتبر و به‌روز صورت گیرد تا قابلیت اتکای نتایج را افزایش دهد (Kumar, 2018). استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی مانند ArcGIS و TerrSet در جمع‌آوری و تحلیل داده‌های فضایی به پژوهشگران این امکان را می‌دهد که داده‌ها را به‌طور مؤثر جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل کنند (Flick, 2018). این ابزارها به‌ویژه در زمینه‌های مدیریت منابع طبیعی و برنامه‌ریزی شهری کاربرد دارند و می‌توانند به تصمیم‌گیری‌های بهتر و مؤثرتر کمک کنند. همچنین، استفاده از ابزارهای نوین مانند سنجش از دور (Remote Sensing) و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌توانند به بهبود دقت و کارایی تحلیل‌ها کمک کند (Lillesand et al., 2015). تجزیه و تحلیل داده‌ها یکی از مراحل کلیدی در هر تحقیق علمی است که به ما این امکان را می‌دهد تا از داده‌های خام اطلاعات مفیدی استخراج کنیم. در این زمینه، روش‌های آماری و تحلیل فضایی به شناسایی الگوهای موجود و درک بهتر از داده‌ها کمک می‌کنند. شناسایی و استانداردسازی معیارها مرحله‌ای حیاتی در تحلیل تصمیم‌گیری است. معیارها به عنوان ویژگی‌ها یا شاخص‌های کلیدی تعریف می‌شوند که براساس آن‌ها گزینه‌ها ارزیابی می‌شوند. معیارهای انتخابی باید با توجه به اهداف تحقیق و نیازهای خاص پروژه شناسایی شوند. استانداردسازی فازی به عنوان یک ابزار مؤثر در مدیریت عدم قطعیت‌ها و ابهام‌ها در داده‌ها به کار می‌رود (Zadeh, 1965). همچنین، این فرآیند

باید شامل اعتبارسنجی معیارها باشد تا اطمینان حاصل شود که آن‌ها به‌درستی نمایانگر اهداف تحقیق هستند (Ali & Akkass, 2023).

تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCE)

تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCE) یک رویکرد تحلیلی است که به ما این امکان را می‌دهد تا گزینه‌ها را براساس چندین معیار مختلف ارزیابی کنیم. این روش به‌ویژه در تصمیم‌گیری‌های پیچیده کاربرد دارد و به مدیریت عدم قطعیت و پیچیدگی در فرآیندهای تصمیم‌گیری کمک می‌کند (Belton & Stewart, 2012). همچنین، این تحلیل می‌تواند شامل ارزیابی حساسیت باشد تا تأثیر تغییرات در وزن‌ها و معیارها بر نتایج نهایی را بررسی کند (Hwang et al., 1981).

تئوری مجموعه‌های فازی

تئوری مجموعه‌های فازی (Fuzzy Set Theory) به‌ویژه برای مدیریت عدم قطعیت و ابهام در داده‌ها و تصمیم‌گیری‌ها توسعه یافته است. این تئوری به ما این امکان را می‌دهد که به جای استفاده از مقادیر دقیق، از درجات مختلف عضویت برای توصیف عناصر در یک مجموعه استفاده کنیم (Dubois & Prade, 1980). این رویکرد می‌تواند به بهبود دقت تحلیل‌ها و تصمیم‌گیری‌ها کمک کند.

روش ترکیب خطی وزنی (WLC)

روش ترکیب خطی وزنی (WLC) یکی از متداول‌ترین تکنیک‌ها در تحلیل چندمعیاره است که به ما این امکان را می‌دهد که معیارهای مختلف را براساس وزن‌های تعیین‌شده ترکیب کنیم و در نهایت نقشه‌های تناسب منطقه‌ای برای اهداف خاص ایجاد نماییم (Malczewski, 2006). این روش به‌ویژه در زمینه‌های جغرافیایی و برنامه‌ریزی فضایی کاربرد دارد و می‌تواند به بهینه‌سازی استفاده از منابع کمک کند. معادله‌ی این روش در رابطه‌ی ۱ نشان داده شده است:

$$S = \sum_{i=1}^{n} w_i x_i$$

رابطه ۱

اجزا در این رابطه بصورت زیر هستند:

n تعداد معیارهای مورد نظر

w_i ، وزن هر معیار

x_i معیار مورد نظر

تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) یک تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره است که به ما این امکان را می‌دهد مسائل پیچیده را به مسائل کوچکتر تقسیم کنیم و از طریق مقایسات زوجی، یک سیستم ترجیح بین شاخص‌ها برقرار کنیم (Saaty, 1980). این روش به ما کمک می‌کند تا تصمیمات بهتری اتخاذ کنیم و به بهینه‌سازی فرآیندهای تصمیم‌گیری بپردازیم. همچنین، ارزیابی سازگاری نتایج مقایسه‌های زوجی می‌تواند به اعتبارسنجی فرآیند تصمیم‌گیری کمک کند.

ارزیابی صحت مدل با استفاده از تکنیک AUC

ارزیابی صحت مدل‌ها یکی از مراحل کلیدی در فرایند تحقیق است. تکنیک AUC[1] به‌ویژه در تحلیل‌های آماری و یادگیری ماشین، به ما کمک می‌کند تا توانایی مدل در پیش‌بینی یا شبیه‌سازی واقعیت‌های موجود را بسنجیم (Hanley

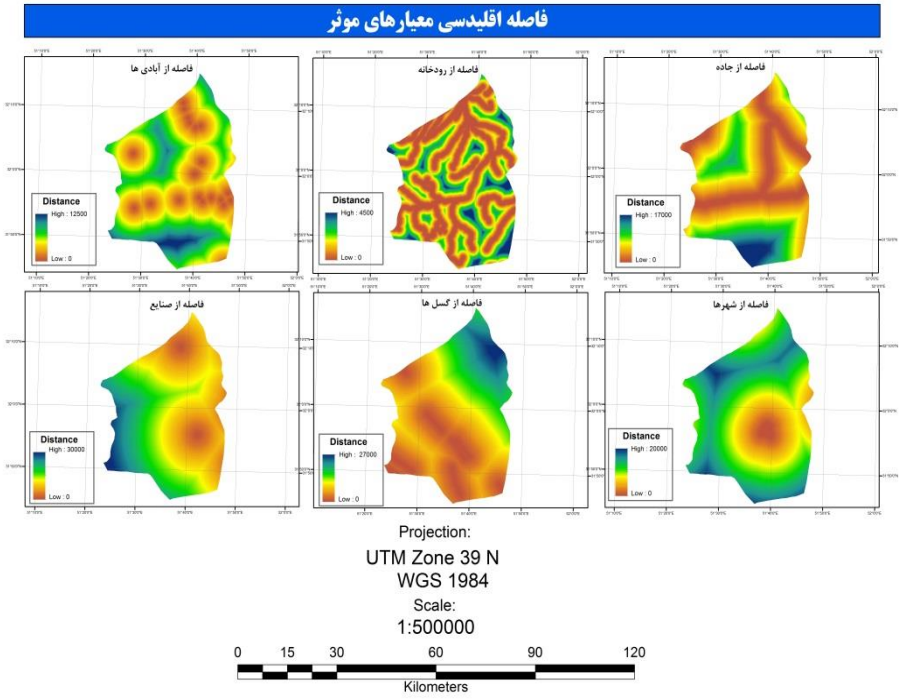
[1] Area Under the Curve

& McNeil, 1983). این تکنیک به‌طور خاص به مساحت زیر منحنی ROC[1] اشاره دارد. منحنی ROC یک ابزار گرافیکی است که عملکرد یک مدل پیش‌بینی را در مقایسه با یک آستانه تصمیم‌گیری مختلف نمایش می‌دهد. AUC به ما این امکان را می‌دهد که کیفیت یک مدل را به‌صورت عددی و در بازه [۰, ۱] ارزیابی کنیم. این مقایسه به ما کمک می‌کند تا نقاط قوت و ضعف مدل را شناسایی کنیم و براساس آن به بهبود نتایج بپردازیم. همچنین، استفاده از تکنیک‌های اعتبارسنجی متقاطع می‌تواند به افزایش دقت و قابلیت اعتماد مدل کمک کند (Airola et al., 2012).

نتایج

فرایند شناسایی و استانداردسازی معیارهای موثر

مکان‌یابی پهنه‌های اسکان موقت پس از وقوع سیل نیازمند یک رویکرد جامع و چندمعیاره بود که به تحلیل دقیق عوامل مؤثر بر خطرات سیلاب بپردازد. در این راستا، استفاده از روش‌های MCE و AHP به ما این امکان را داد که با دقت بیشتری به ارزیابی معیارها و وضعیت موجود بپردازیم. این پژوهش به شناسایی معیارهای کلیدی مؤثر در مکان‌یابی پهنه‌های اسکان موقت و تعیین توابع عضویت فازی کاربردی پرداخته است .یافته‌های این پژوهش که براساس ضوابط، قوانین و استانداردهای ملی و بین‌المللی و همچنین نتایج مصاحبه‌های علمی و پرسشنامه‌های تخصصی استوار است، در شکل ۴ به تصویر کشیده شده است.



شکل ۴- فاصله اقلیدسی برخی از معیارهای موثر جهت اسکان موقت

Fig. 4- Euclidean distance between some influential criteria for temporary accommodation

[1] Receiver Operating Characteristic Curve

معیارهای مؤثر در مکان‌یابی و توابع عضویت

- **جاده و راه آهن**

به منظور شناسایی پهنه‌های پر خطر فاصله از جاده‌ها و راه‌آهن‌ها به عنوان یک عامل خطرزا شناسایی شد. نزدیکی به این زیرساخت‌ها می‌تواند خطرات احتمالی را افزایش دهد. لذا فاصله کمتر از ۵۰۰ متر به عنوان مناطق پرخطر در شکل ۵ شناسایی گردید (Cutter et al., 2013). به منظور استانداردسازی این معیار، از توابع عضویت فازی کاهشی (تابع ذوزنقه‌ای) استفاده شد که با افزایش فاصله از جاده‌ها، عضویت در مجموعه امن‌تر کاهش یافت (Zadeh, 1965).

- **فاصله از شهرها**

ارزیابی فاصله از مراکز شهری نیز از اهمیت بالایی برخوردار بود. نزدیکی به شهرها می‌تواند خطرات ناشی از ازدحام و عدم دسترسی به خدمات اضطراری را افزایش دهد (شکل ۵). در این پژوهش فاصله کمتر از ۱ کیلومتر از مراکز شهری و در واقع تمرکز جمعیتی به عنوان منطقه پرخطر در نظر گرفته شد (Almeida et al., 2018). توابع عضویت کاهشی فازی برای این معیار نیز استفاده گردید، که با افزایش فاصله از شهرها، خطرات به‌طورخطی کاهش خواهند یافت (Dubois & Prade, 1980).

- **فاصله از آبادی‌ها**

نزدیکی به آبادی‌ها می‌تواند خطرات سیلاب را افزایش دهد (شکل ۵)، لذا توجه و بررسی این معیار ضروری بود. فواصل کمتر از ۳۰۰ متر به عنوان منطقه با خطر بالا در نظر گرفته شد (Hu et al., 2017). استفاده از توابع عضویت فازی کاهشی برای این معیار لحاظ گردید که کمک زیادی به شناسایی مناطق امن‌تر نمود.

- **درصد شیب اراضی**

شیب اراضی نقش مهمی در شکل‌گیری سیلاب و رواناب دارد. لذا شیب‌های بالای ۱۵ درصد به عنوان مناطق با خطر بالای سیلاب شناسایی شدند (Ghosh & Dutta, 2011) که در شکل ۵ نشان داده شده است. به منظور ارزیابی شیب سرزمین، توابع عضویت فازی پیوسته (تابع گوسی) به کار گرفته شدند تا به‌طوردقیق‌تری تغییرات شیب را در نظر گرفته شود (Xu et al., 2008).

- **آبراهه‌ها**

بررسی فاصله از آبراهه‌ها و نقاط زمین‌رانش از اهمیت بالایی برخوردار است. نزدیکی به این منابع طبیعی می‌تواند افزایش خطرات را به دنبال داشته باشد. فواصل کمتر از ۲۰۰ متر از آبراهه‌ها به عنوان مناطق با خطر بالا در نظر گرفته شد (Jia et al., 2022). در این پژوهش توابع عضویت فازی کاهشی برای این معیار در نظر گرفته شد (با حذف محدوده سیل‌خیز و حریم آبراهه) تا به شناسایی مناطق با خطر کمتر در شکل ۵ کمک کنند.

- **کاربری اراضی**

اساسا برخی کاربری‌ها می‌توانند خطرات احتمالی در زمان وقوع مخاطرات طبیعی را افرایش دهند به عنوان مثال کاربری‌های مسکونی و صنعتی ممکن است خطرات بیشتری نسبت به کاربری‌های کشاورزی در زمان وقوع سیل یا زلزله داشته باشند (Sadeghi et al., 2022). توابع عضویت فازی با توجه به نوع کاربری اراضی (همانند: مسکونی، کشاورزی) طراحی شدند تا خطرات مرتبط با هر نوع کاربری مشخص گردد.

- **حساسیت به فرسایش**

در مطالعات مرتبط با مخاطرات محیطی حساسیت خاک به فرسایش باید به دقت بررسی گردد. اراضی با حساسیت بالا به فرسایش ممکن است در معرض خطرات بیشتری قرار گیرند (Poesen, 2018). لذا در این پژوهش توابع عضویت فازی با توجه به نوع طبقه حساسیت خاک به فرسایش در غالب جداول فازی جهت ارزیابی و تحلیل دقیق‌تر اعمال گردیدند.

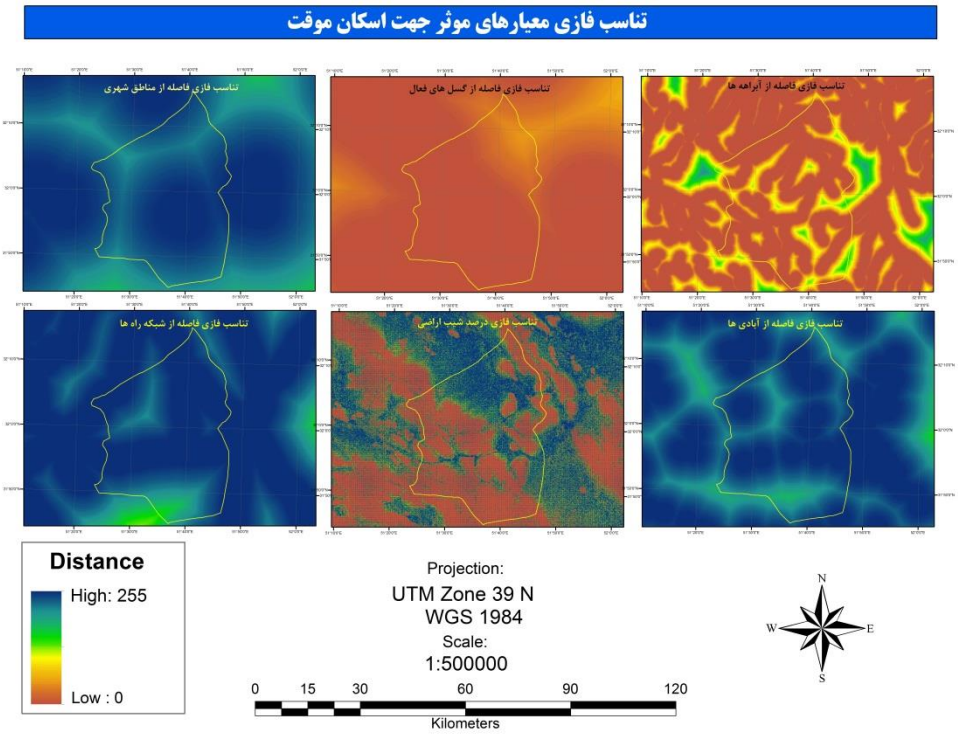
- **نقاط زمین‌رانش**

بررسی فاصله از نقاط زمین‌رانش نیز از اهمیت بالایی برخوردار بود. نزدیکی به این منابع طبیعی می‌توانست خطرات را افزایش دهد. فاصله کمتر از ۳۰۰ متر از نقاط زمین‌رانش به عنوان مناطق پرخطر در نظر گرفته شد (Saha et al., 2022). جهت استانداردسازی این معیار توابع عضویت فازی خطی کاهشی مورد استفاده قرار گرفتند.

- **فاصله از گسل‌های فعال و صنایع**

فاصله کمتر از ۱ کیلومتر از گسل‌های فعال و صنایع به عنوان مناطق خطرناک در نظر گرفته شد (Acevedo et al., 2020). براساس شکل ۵ توابع عضویت فازی خطی کاهشی برای ارزیابی این معیار به کار گرفته شده تا خطرات مرتبط با نزدیکی به گسل‌ها و صنایع مشخص شوند.

استفاده از توابع عضویت فازی در تحلیل معیارهای مختلف به ما این امکان را داد که به‌طوردقیق‌تری خطرات ناشی از سیلاب را ارزیابی کنیم. با توجه به تحلیل کمی هر یک از معیارها و استفاده از توابع عضویت فازی، می‌توان به شناسایی مناطق امن‌تر و بهبود تصمیم‌گیری در مکان‌یابی پهنه‌های اسکان موقت کمک کرد. این رویکرد می‌تواند به کاهش آسیب‌های ناشی از سیل و ارتقاء کیفیت زندگی در مناطق آسیب‌پذیر منجر شود.



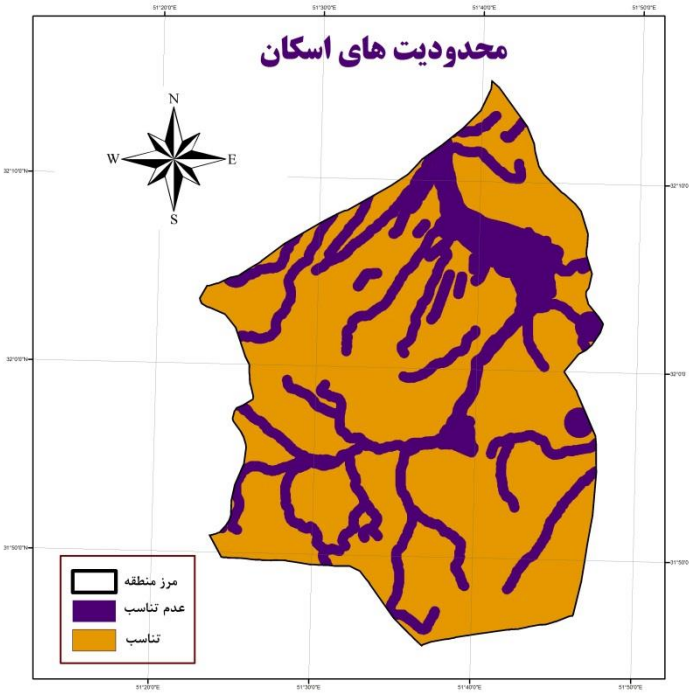
شکل ۵- تناسب فازی برخی از معیارهای موثر جهت اسکان موقت

Fig. 5- Fuzzy membership of some effective criteria for temporary accommodation.

شناسایی پهنه‌ها (حریم‌ها)ی پرخطر

طبق بررسی‌های انجام شده، پهنه‌هایی شناسایی شدند که به‌طورطبیعی یا قانونی دارای خطر بسیار بالا در راستای هدف مورد نظر بودند. اساسا در محدوده‌های حریم قنوات، رودخانه‌ها، جایگاه‌های سوخت، مناطق صنعتی و نقاط دارای زمین‌رانش حداکثر خطر ممکن و حداقل تناسب جهت اسکان موقت قابل انتظار خواهد بود. لذا این محدوده‌ها با به‌کارگیری منطق بولین (۰ و ۱) در مدل رستری نهایی

اعمال و حذف گردیدند و در شکل ۶ به تصویر کشیده شده است. به این ترتیب، می‌توانیم به‌طورمؤثری خطرات ناشی از این پهنه‌ها را مدیریت کرده و در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مدیریت بحران و اسکان موقت، تصمیمات بهتری اتخاذ کنیم.



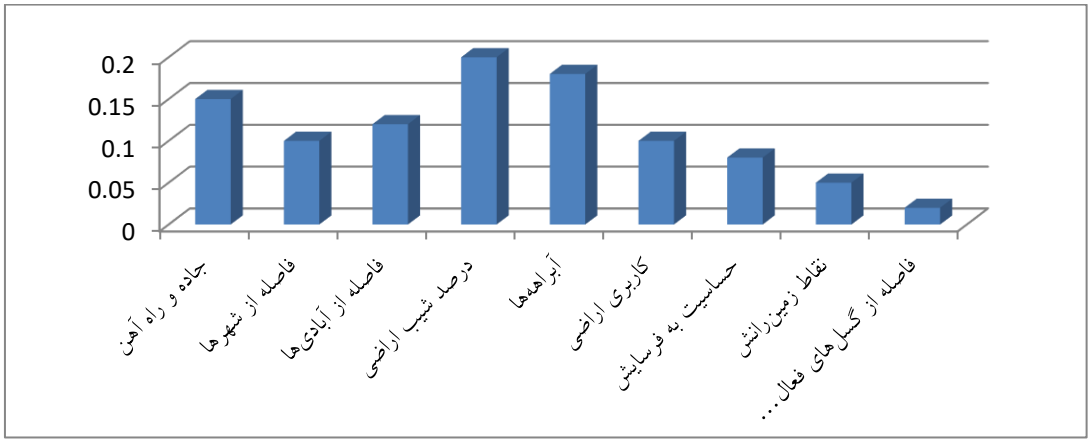
شکل ۶- پهنه‌های محدودیت اسکان موقت

Fig. 6- Temporary Settlement Restriction Zones

فرایند وزن دهی و تعیین اولویت

پس از اجرای مراحل تحلیل و وزن‌دهی معیارها با بکارگیری تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، وزن‌های نهایی برای معیارهای مختلف مطابق شکل ۷ محاسبه گردید. وزن‌دهی معیارها به روش AHP به ما این امکان را داد که اهمیت نسبی هر یک از معیارها را در فرایند مکان‌یابی پهنه‌های اسکان موقت پس از وقوع سیل شناسایی کنیم.

معیارهای اصلی و مهم شامل درصد شیب اراضی، آبراهه‌ها، و جاده و راه آهن هستند. درصد شیب اراضی با وزن ۰/۲۰ نشان‌دهنده اهمیت بالای شیب زمین در تعیین مناطق امن برای اسکان موقت است. شیب‌های ملایم می‌توانند به کاهش خطر تجمع آب و سیلاب کمک کنند و انتخاب مناطق با شیب مناسب می‌تواند به جلوگیری از آسیب‌های ناشی از سیلاب کمک کند. این معیار به عنوان یک عامل کلیدی در تصمیم‌گیری‌های مربوط به مکان‌یابی در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۷- وزن‌های نهایی معیارهای موثر

Fig. 7- Final Weights of Effective Criteria

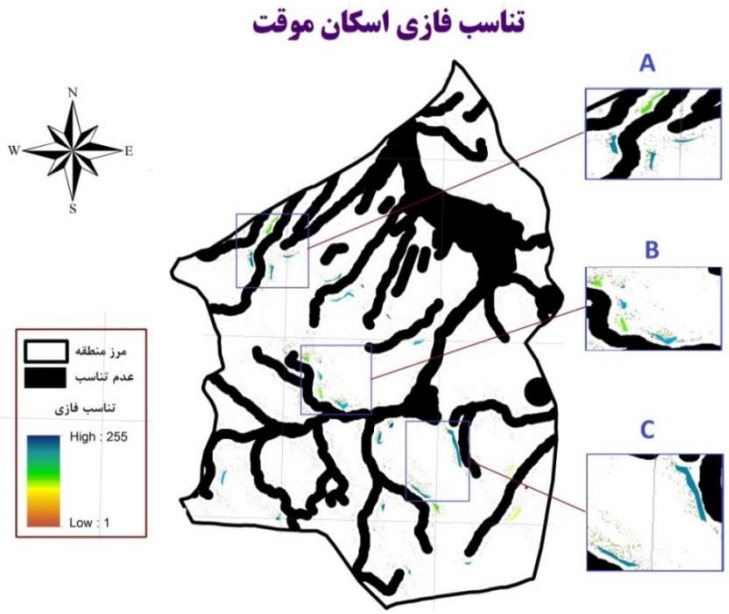
آبراهه‌ها با وزن ۰/۱۸ نیز اهمیت زیادی دارند، زیرا وجود آن‌ها در نزدیکی مناطق اسکان می‌تواند خطر سیلاب را افزایش دهد. بنابراین، این معیار باید در انتخاب مناطق اسکان به دقت بررسی شود و معمولاً مناطق دورتر از آبراهه‌ها امن‌تر هستند. این عامل به عنوان یکی از معیارهای اصلی در تحلیل‌های مربوط به اسکان موقت شناخته می‌شود.

فاصله از جاده و راه آهن با وزن ۰/۱۵ به عنوان یک معیار دیگر، نشان‌دهنده اهمیت دسترسی به زیرساخت‌های حمل و نقل برای انتقال کمک‌ها و خدمات ضروری در شرایط بحران است. این معیار اهمیت فراهم کردن دسترسی مناسب برای امدادرسانی به ساکنان را تأکید می‌کند و به عنوان یک عامل مؤثر در انتخاب مناطق اسکان در نظر گرفته می‌شود.

در مقابل، دو مورد کم‌اهمیت شامل فاصله از گسل‌های فعال و صنایع و نقاط زمین‌رانش هستند. فاصله از گسل‌های فعال و صنایع با وزن ۰/۰۲ کمترین وزن را دارد و نشان‌دهنده این است که خطرات ناشی از زلزله و تأثیرات صنایع در این تحلیل خاص نسبت به سایر عوامل کمتر اهمیت دارند. در شرایطی که سیلاب اولویت اصلی است، این معیار به عنوان یک عامل ثانویه در نظر گرفته می‌شود و تأثیر کمتری بر تصمیم‌گیری‌های مربوط به مکان‌یابی دارد.

نقاط زمین‌رانش نیز با وزن ۰/۰۵ نشان‌دهنده خطرات ناشی از زمین‌رانش در مناطق مختلف است. با وجود این که در برخی مناطق کوهستانی این عامل می‌تواند اهمیت بیشتری پیدا کند، اما به‌طور کلی نسبت به دیگر معیارها کم‌اهمیت‌تر ارزیابی شده و در فرآیند تصمیم‌گیری برای مکان‌یابی اسکان موقت تأثیر کمتری دارد. ضمن این که حریم پرخطر اطراف این نقاط با رویکرد منطق بولین از مدل نهایی حذف گردید.

در نهایت طبق نتایج حاصل شده، معیارهای درصد شیب اراضی، آبراهه‌ها، و جاده و راه آهن به عنوان معیارهای اصلی و مهم در فرآیند مکان‌یابی شناسایی شدند. در مقابل، فاصله از گسل‌های فعال و نقاط زمین‌رانش به عنوان عوامل کم‌اهمیت‌تر در این تحلیل مورد توجه قرار گرفتند. نتایج حاصل از این پژوهش به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا با تمرکز بر معیارهای کلیدی، انتخاب‌های بهتری در زمینه اسکان موقت پس از سیلاب انجام دهند و ریسک‌های ناشی از سیلاب را به حداقل برسانند.



شکل ۸- تناسب فازی پهنه‌های اسکان موقت

Fig. 8- Fuzzy Membership of Temporary Settlement Zones

شناسایی پهنه‌های بهینه جهت اسکان موقت

طبق نتایج حاصل از اجرای مدل ارزیابی چند معیاره فازی و استخراج پهنه‌های بهینه اسکان موقت، مشخص گردید که مناطق شمال شرقی و تا حدی پهنه‌های شمالی منطقه مطالعاتی به عنوان مناطق کم‌خطر و مناسب برای اسکان افراد آسیب دیده پس از وقوع سیل خواهند بود. از طرفی پهنه‌های جنوبی منطقه طبق شبیه سازی‌های انجام شده در مدل‌ها به دلیل بالا بودن پتانسل خطرات دارای تناسب پایین جهت اسکان موقت خواهند بود (نقشه ۸).

مبنی بر نتایج استخراج شده پهنه‌های مشخص شده (B) و (C) ضمن دارا بودن ارزش بالای فازی حاصل از فرایند ارزیابی چند معیاره و با توجه به نزدیک بودن مرکز اصلی تمرکز جمعیت و قابلیت دسترسی به زیرساخت‌های خدماتی و بهداشتی موجود جهت اسکان موقت پس از وقوع سیلاب در اولویت بالاتری نسبت به پهنه‌های مشخص شده (A) دارا هستند. پهنه‌های (A) با توجه به دور بودن از مراکز شهری و زیرساخت‌ها علیرغم بالا بودن ارزش فازی حاصل از فرایند ارزیابی چند معیاره، تناسب چندانی جهت اسکان موقت جمعیت آسیب دیده نخواهند داشت.

بحث و نتیجه گیری

با توجه به آمار ارائه‌شده، هر ساله حدود سه میلیون نفر به دلیل حوادث طبیعی بی‌خانمان می‌شوند. این امر ضرورت توجه به مدیریت بحران و اسکان اضطراری را نمایان می‌سازد. عدم مکان‌یابی صحیح می‌تواند به افزایش خسارات و آسیب‌ها منجر شود، بنابراین انتخاب مکان‌های مناسب برای اسکان اضطراری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. شهرستان دهاقان به‌دلیل قرارگیری در مناطق زلزله‌خیز و سیل‌خیز، در معرض مخاطرات طبیعی قرار دارد. بررسی ویژگی‌های توپوگرافی و اقلیمی این منطقه می‌تواند به شناسایی خطرات و نقاط آسیب‌پذیر کمک کند. استفاده از روش‌های MCE و AHP به عنوان ابزارهای مؤثر در تصمیم‌گیری، امکان ارزیابی دقیق‌تری از معیارهای مؤثر در مکان‌یابی اسکان موقت را فراهم می‌کند (Maleki et al., 2018).

شهرستان دهاقان واقع در غرب استان اصفهان، به‌دلیل موقعیت جغرافیایی خاص خود و قرارگیری در ناحیه‌ای با توپوگرافی متنوع شامل مناطق کوهستانی، دشت‌ها و دره‌ها، مستعد وقوع بلایای طبیعی متعددی است. ارتفاعات شمال و شرق شهرستان، به‌ویژه

رشته‌کوه‌های زاگرس، نقش مهمی در تجمع آب‌های باران و ذوب برف در فصل‌های بهار و تابستان دارند که می‌تواند منجر به افزایش شدت بارش‌ها در مناطق پایین‌دست شود (Panahi et al., 2023).

شیب اراضی در این منطقه متغیر است؛ مناطق با شیب تند بیشتر در معرض فرسایش و رواناب قرار دارند، در حالی که مناطق با شیب ملایم قابلیت جذب آب را دارند، اما در زمان بارش‌های شدید احتمال وقوع سیلاب در این نواحی نیز وجود دارد (Koohdarzi Moghaddam et al., 2022). اقلیم نیمه‌خشک منطقه با بارندگی‌های نامنظم و دماهای متغیر مشخص می‌شود و میانگین بارش سالانه حدود ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر است (Sharafi & Zarafshani, 2014). بارش‌های شدید در فصل بهار، به‌ویژه در ماه‌های فروردین و اردیبهشت، می‌تواند منجر به وقوع سیلاب‌های ناگهانی شود. این بارش‌ها معمولاً به‌صورت رعد و برق و باران‌های شدید هستند که باعث افزایش ناگهانی دبی رودخانه‌ها و مسیل‌ها می‌گردند (Jallili et al., 2022). تحلیل داده‌های بارندگی در شهرستان دهاقان نشان می‌دهد که وقوع بارش‌های شدید در این منطقه به‌طور مستقیم با وقوع سیلاب‌ها مرتبط است. در سال‌های اخیر، چندین مورد سیلاب شدید در این شهرستان گزارش شده است که خسارات جانی و مالی زیادی به همراه داشته است (Jamali et al., 2024). به عنوان مثال، در سال ۱۳۹۸، بارش‌های شدید در دهاقان منجر به طغیانی شدن رودخانه‌ها و مسیل‌ها شد که خسارات قابل توجهی به زیرساخت‌ها و مزارع وارد نموده و منجر به آواره شدن تعدادی از ساکنان در منطقه گردید.

استفاده از روش‌های MCE و AHP به عنوان ابزارهای مؤثر در تصمیم‌گیری، امکان ارزیابی دقیق‌تری از معیارهای مؤثر در مکان‌یابی اسکان موقت را فراهم می‌کند. این روش‌ها با توجه به پیچیدگی‌های ناشی از شرایط توپوگرافی و اقلیمی، قادر به شناسایی مناطق مناسب برای اسکان موقت هستند. روش AHP با تقسیم مسائل پیچیده به مسائل کوچکتر و استفاده از مقایسات زوجی، یک سیستم ترجیح بین شاخص‌ها برقرار می‌کند (Saaty, 1980). این روش به ما کمک می‌کند تا تصمیمات بهتری اتخاذ کنیم و به بهینه‌سازی فرآیندهای تصمیم‌گیری بپردازیم. همچنین، ارزیابی سازگاری نتایج مقایسه‌های زوجی می‌تواند به اعتبارسنجی فرآیند تصمیم‌گیری کمک کند. در این پژوهش، معیارهای اصلی شناسایی شده شامل درصد شیب اراضی، آبراهه‌ها و فاصله از جاده و راه آهن بودند. درصد شیب اراضی با وزن ۰/۲۰ به عنوان یک عامل کلیدی در تعیین مناطق امن برای اسکان موقت شناخته شد، زیرا شیب‌های ملایم می‌توانند خطر تجمع آب و سیلاب را کاهش دهند. آبراهه‌ها نیز با وزن ۰/۱۸ می‌تواند خطر سیلاب را افزایش داده و معمولاً مناطق دورتر از آبراهه‌ها امن‌تر هستند. فاصله از جاده و راه آهن با وزن ۰/۱۵ به اهمیت دسترسی به زیرساخت‌های حمل و نقل برای انتقال کمک‌ها و خدمات ضروری در شرایط بحران اشاره دارد. در مقابل، فاصله از گسل‌های فعال و صنایع با وزن ۰/۰۲ و نقاط زمین‌رانش با وزن ۰/۰۵ به عنوان عوامل کم‌اهمیت‌تر در این تحلیل شناسایی شدند. این نتایج نشان می‌دهند در شرایطی که سیلاب اولویت اصلی است، خطرات ناشی از زلزله و تأثیرات صنایع نسبت به سایر عوامل کمتر اهمیت دارند.

این تحلیل به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا با تمرکز بر معیارهای کلیدی، انتخاب‌های بهتری در زمینه اسکان موقت پس از سیلاب انجام دهند و ریسک‌های ناشی از سیلاب را به حداقل برسانند. نتایج حاصل شده با مطالعات انجام شده توسط (Givehchi et al., 2013) در تعیین معیارهای مؤثر هم راستا است. همچنین طبق مطالعات انجام شده توسط (Guler et al., 2023)، جهت مکان‌یابی اسکان موقت، توجه به پارامترها و شرایط ایجاد شده ناشی از پدیده تغییر اقلیم و نیز شرایط توپوگرافی منطقه مطالعاتی در اولویت بالایی قرار دارند. این گونه رویکردها با استفاده از داده‌های دقیق و تحلیل‌های علمی می‌تواند به کاهش آسیب‌های ناشی از سیل و ارتقاء کیفیت زندگی در مناطق آسیب‌پذیر کمک کند.

پیشنهادات:

اجرای پیشنهادات فنی و کاربردی ذیل می‌تواند به بهبود مدیریت بحران و مکان‌یابی بهینه محل‌های اسکان اضطراری در شهرستان دهاقان و سایر مناطق مشابه کمک کند. این اقدامات نه تنها به کاهش آسیب‌ها و خسارات ناشی از بلایای طبیعی می‌انجامد، بلکه به افزایش آمادگی و تاب‌آوری جوامع در برابر حوادث نیز کمک خواهد کرد.

- ایجاد یک پایگاه داده جامع از اطلاعات مربوط به بلایای طبیعی، زیرساخت‌ها، و ویژگی‌های جغرافیایی شهرستان دهاقان. این پایگاه داده باید به‌طور منظم به‌روز شود تا از دقت و اعتبار آن اطمینان حاصل شود.
- گسترش تحقیقات در زمینه مدیریت بحران جهت شناسایی الگوهای مشترک و بهبود روش‌های مدیریت بحران.
- بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های سنجش از دور برای شناسایی تغییرات در زمین و وضعیت زیرساخت‌ها.
- برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی: آموزش جوامع محلی درباره خطرات بلایای طبیعی و روش‌های مقابله با آن‌ها. این آموزش‌ها می‌توانند شامل شناسایی نقاط امن، نحوه استفاده از منابع و امدادرسانی باشند.
- طراحی و ساخت زیرساخت‌های مقاوم: طراحی ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها به‌گونه‌ای که بتوانند در برابر بلایای طبیعی مقاوم باشند. این شامل استفاده از مصالح مقاوم و طراحی مناسب برای کاهش خطرات ناشی از زلزله و سیلاب است.
- ایجاد سیستم‌های جمع‌آوری و هدایت آب: طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های جمع‌آوری آب باران و هدایت آن به مناطق امن برای کاهش خطر سیلاب.
- تشکیل شبکه‌ای از سازمان‌ها و نهادهای مختلف (دولت، سازمان های مردم نهاد و دانشگاه‌ها) برای بهبود مدیریت بحران و اسکان موقت. این همکاری می‌تواند به تبادل اطلاعات و منابع کمک کند.
- توسعه برنامه‌های مشترک: ایجاد برنامه‌های مشترک برای تحقیق و توسعه فناوری‌های جدید در زمینه مدیریت بحران و اسکان اضطراری.
- سیستم‌های هشداردهی: ایجاد سیستم‌های هشداردهی پیشرفته برای اطلاع‌رسانی به ساکنان در مورد وقوع بلایای طبیعی و اقدامات لازم برای ایمن ماندن.

References

Acevedo, A. B., Yepes-Estrada, C., González, D., Silva, V., Mora, M., Arcila, M., & Posada, G. (2020). Seismic risk assessment for the residential buildings of the major three cities in Colombia: Bogotá, Medellín, and Cali. *Earthquake Spectra*, 36(1), 298-320.

Airola, A., Pahikkala, T., Waegeman, W., De Baets, B., & Salakoski, T. (2011). An experimental comparison of cross-validation techniques for estimating the area under the ROC curve. *Computational Statistics & Data Analysis*, 55(4), 1828-1844.

Aldrich, D. P. (2012). *Building resilience: Social capital in post-disaster recovery*. University of Chicago Press.

Ali, B. M., & Akkaş, M. (2023). Assessing the Impact of Data Sciences and Smart Technologies in Air Conditioning Project Management: A Delphi Method Analysis within the Construction Industry. *Buildings*, 13(10), 2581.

Almeida, G. A., Bates, P., & Ozdemir, H. (2018). Modelling urban floods at submetre resolution: challenges or opportunities for flood risk management?. *Journal of Flood Risk Management*, 11, S855-S865.

Belton, V., & Stewart, T. (2012). *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Springer Science & Business Media.

Cred, U. N. D. R. R. (2020). Human Cost of Disasters. An Overview of the last 20 years: 2000–2019. *CRED, UNDRR, Geneva*, *609*.

Cutter, S. L., Emrich, C. T., Morath, D. P., & Dunning, C. M. (2013). Integrating social vulnerability into federal flood risk management planning. *Journal of Flood Risk Management*, 6(4), 332-344.

Dubois, D. (1980). *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications*. Academic Press.

Flick, U. (2018). *An Introduction to Qualitative Research*. Sage Publications.

Ghosh, S., & Dutta, S. (2011). Impact of climate and land use changes on the flood vulnerability of the Brahmaputra Basin. *Geospatial World Forum, Hyderabad, India*.

Givehchi, S., Attar, M.A., Rashidi, A., & Nasbi, N. (2013). Site Selection of Temporary Housing after Earthquake by Gis and AHP Method Case Study: Region 6 of Shiraz. *Urban-Regional Studies and Research (University of Isfahan)*, 5(17), 29-32. [In Persian]

Guler, E., Azkeskin, S. A., & Aladağ, Z. (2023). *Determination of Temporary Accommodation Areas in Earthquake via MCDM and GIS*. 9 th International Congress on Environmental Geotechnics. 418-426.

Hanley, J. A., & McNeil, B. J. (1983). A method of comparing the areas under receiver operating characteristic curves derived from the same cases. *Radiology*, 148(3), 839-843.

Hu, S., Cheng, X., Zhou, D., & Zhang, H. (2017). GIS-based flood risk assessment in suburban areas: A case study of the Fangshan District, Beijing. *Natural Hazards*, 87, 1525-1543.

Hwang, C. L., Yoon, K., Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. *Multiple attribute decision making: methods and applications a state-of-the-art survey*, 58-191.

Jafari, G. H., & Fouladi, N. (2023). Analysis of precipitation changes in the east and west of the main Zagros thrust. *Spatial Planning*, 13(1), 97-116. [In Persian]

jallili, K., moradi, H., & bozorg haddad, O. (2022). Assessment of Climate Change Impacts on Water Resources in Islam Abad Aquifer and Land Allocation Optimization. *Desert Ecosystem Engineering*, *5*(11), 117-131. [In Persian]

Jamali, M., Gohari, S. A., & Akhavan Sarraf, G. (2024). Spatial and temporal assessment of extreme temperature and precipitation indices in Iran under the impact of climate change. *Water and Irrigation Management*. [In Persian]

Jia, H., Chen, F., Pan, D., Du, E., Wang, L., Wang, N., & Yang, A. (2022). Flood risk management in the Yangtze River basin—Comparison of 1998 and 2020 events. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 68, 102724.

Khamar, G.A., Saleh-Gohari, H.A. (2013). Passive defense planning and urban shelter location using fuzzy logic (Case study: Zone 1 of Kerman City). *Geography and Environmental Studies*, 2(7), 21-34. [In Persian]

Koohdarzi Moghaddam, M., Taghipour, S. M., & Erfani Pourghasemi, V. (2022). Effectiveness of watershed management measures on soil erosion and sediment yield reduction (Case study: Doholkooh Watershed, South Khorasan Province). *Water and Soil Management and Modelling*, *2*(4), 1-17. [In Persian]

Kreimer, A., Arnold, M., & Carlin, A. (2003). *Building safer cities: the future of disaster risk* (No. 3). World Bank Publications.

Kumar, R. (2018). *Research methodology: A step-by-step guide for beginners*. Sage Publications

Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons.

Malczewski, J. (2006). Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis. *International journal of applied earth observation and geoinformation*, 8(4), 270-277.

Maleki, S., Hosseini, M., & Solaimani, E. (2018). Application of fuzzy gamma operator for optimizing temporary housing in the geographic information system (Case study: Zone 4 of Ahvaz City). *Geography and Environmental Studies*, 6(24), 37-50. [In Persian]

Norris, F. H., Stevens, S. P., Pfefferbaum, B., Wyche, K. F., & Pfefferbaum, R. L. (2008). Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. *American journal of community psychology*, 41, 127-150.

Panahi, G., Khodashenas, S. R., Oghabi, S., & Khosravimanesh, Z. (2023). Optimizing the location of the standard flood map in flood zoning using geomorphological characteristics. *Amirkabir Journal of Civil Engineering*, *55*(9), 1765-1786. [In Persian]

Poesen, J. (2018). Soil erosion in the Anthropocene: Research needs. *Earth Surface Processes and Landforms*, 43(1), 64-84.

Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process (AHP). *The Journal of the Operational Research Society*, 41(11), 1073-1076.

Sadeghi, S. H. R., Zabihi-Silabi, K., Mostafazadeh, R., & Azad, A. (2022). Dynamics of soil erosion during rainfall influenced by land use modification in priority sub-watersheds of the Galazchai watershed, *West Azerbaijan. Journal of Watershed Management Research (Scientific-Research*), 13(26), 21-33. [In Persian]

Saha, S., Saha, A., Hembram, T. K., Mandal, K., Sarkar, R., & Bhardwaj, D. (2022). Prediction of spatial landslide susceptibility applying the novel ensembles of CNN, GLM, and random forest in the Indian Himalayan region. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 36(10), 3597-3616

Schneider, M., Pautex, S., & Chappuis, F. (2017). What do humanitarian emergency organizations do about palliative care? A systematic review. *Medicine, conflict and Survival*, 33(4), 263-272.

Sharafi, M., & Zarafshani, K. (2014). Drought management strategies of wheat farmers in Kermanshah County. *Journal of Agricultural Water Management*, 1(1), 1-12. [In Persian]

Tschakert, P., Parsons, M., Atkins, E., Garcia, A., Godden, N., Gonda, N., & Ziervogel, G. (2023). Methodological lessons for negotiating power, political capabilities, and resilience in research on climate change responses. *World Development*, 167, 106247.

Xu, D., Keller, J. M., Bondugula, R., & Popescu, M. (2008). *Applications of fuzzy logic in bioinformatics* (Vol. 9). World Scientific.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, *8*(3), 338-353.

Extended abstract

Introduction: This study addresses the critical issue of identifying optimal locations for temporary settlement areas following flood disasters in Dehaghan County, Isfahan Province, Iran. The research employs a combination of Geographic Information Systems (GIS) and multi-criteria evaluation methods, specifically the Analytic Hierarchy Process (AHP) and Fuzzy Multi-Criteria Evaluation (Fuzzy MCE), to assess and determine suitable sites for emergency shelters. The primary objective is to enhance crisis management strategies by providing a systematic approach to site selection, thereby reducing human and financial losses associated with natural disasters.

Material and Methods: The study area, Dehaghan County, is prone to natural disasters, particularly floods, due to its geographical and topographical characteristics. The region experiences significant rainfall and snowmelt during spring and summer, leading to frequent flooding. The research methodology involves a comprehensive analysis of various criteria, including proximity to roads, waterways, land slope, and land use, to identify low-risk areas suitable for temporary accommodation.

Results and Discussion: The results indicate that the northeastern regions of Dehaghan County are the most suitable for temporary settlements, with land slope percentage being the most influential factor (0.20), followed by distance from waterways (0.18) and distance from roads (0.15). The application of fuzzy membership functions in the evaluation process has significantly improved the accuracy of the analyses, enabling the identification of safer areas with greater precision. The study concludes with several recommendations for improving crisis management and optimizing emergency shelter site selection. These include the creation of a comprehensive database, conducting training sessions, and designing resilient infrastructure to enhance community preparedness and resilience.

Conclusion: The research highlights the importance of integrating advanced geospatial technologies and multi-criteria decision-making methods in disaster management. By leveraging GIS and fuzzy logic, the study provides a robust framework for identifying optimal temporary settlement areas, which can be adapted to other regions facing similar challenges. The findings underscore the need for proactive planning and the development of resilient infrastructure to mitigate the impacts of natural disasters and ensure the safety and well-being of affected communities.

Keywords: Crisis Management, Emergency Shelter, Site Selection, Flood, Geographic Information Systems, Dehaghan.