

Predicting the effects of intervention scenarios in reducing the vulnerability of local communities in a flood zone (The Qarachai River, Ramyan-Golestan Province, Iran)

Mahbube Bai¹, Nasser Tahmasbipour^{*2}, Hossein Zeinivand³,
Amir Sadoddin⁴, Mehdi Kahe⁵

1. Ph.D. Student in Watershed Management Sciences, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Iran. E-mail: b.mahbube@gmail.com
2. Corresponding Author, Associate Prof., Dept. of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Iran. E-mail: tahmasebi.n@lu.ac.ir
3. Associate Prof., Dept. of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Iran. E-mail: zeinivand.h@lu.ac.ir
4. Professor, Dept. of Watershed Management, Faculty of Range and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran. E-mail: amir.sadoddin@gau.ac.ir
5. Ph.D., Water Science Engineering (Hydraulic Structures), Economic Analyst based in Golestan Water Agency, Iran. E-mail: mehdi.kaheh.17@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 11.20.2022
Revised: 05.25.2023
Accepted: 08.21.2023

Keywords:
Delphi method,
Intervention scenario,
KULTURisk approach,
Risk-based flood management,
The Qarachai River,
Vulnerability

ABSTRACT

Background and Objectives: Floods are one of the most damaging natural disasters in the world. So better understanding of the flood hazard phenomenon and its potential consequences is necessary. The present research is a part of the flood risk management approach based on the KULTURisk framework, in which vulnerability is examined as one of the flood risk components. The aim of the research is to assess the vulnerability of local communities exposed to the flood occurrence in the current conditions, and also to predict the effects of intervention scenarios on its reduction. Flood vulnerability assessment requires quantifying vulnerability components.

Materials and Methods: In this research, according to the intended purpose and using field observations and related literature review, the components, variables and indicators for the region existing conditions were selected based on the existing conditions of the region. The required data and information were collected using questionnaires and interviews with the local communities, statistical yearbooks, population and housing census data center, instructions and guidelines for the management system of statistics and hospital information, as well as referring to related executive organizations at the city and province levels. The statistical population includes local communities living in the 100-year flooding areas in a part of the Qarachai River in town of Ramian (one of the tributaries of the Gorganroud River in the Golestan province). The reason for choosing this reach is the location of the villages in the vicinity of the river and the frequency of flood events that have occurred in the past years. The index values were normalized by classification scale and distance to reference methods and the weight of each index was determined by the Delphi method. The normalized index values were converted into spatial layers in the GIS environment. Then, a vulnerability map of the target area was prepared by combining the spatial layers of susceptibility, adapting capacity and coping capacity variables. Based on the results, three

intervention scenarios including early warning system establishment, risk governance intervention and risk spreading were selected in order to reduce the level of vulnerability in the face flooding for the study area.

Results: The degree of vulnerability of flood-affected areas in the study area for the current conditions was classified as "highly vulnerable", while by applying intervention scenario under combined scenarios (including early warning system establishment, risk governance intervention and risk spreading), the vulnerability degree would change to "slightly vulnerable" level.

Conclusion: The results of this research, is helpful for better understanding of the phenomenon of flooding and its potential consequences by the people and authorities of the Seyed Kalateh village. It also will facilitate the prioritization of measures appropriate to the region conditions in order to reduce vulnerability by increasing adapting capacity and coping capacity. Since, the effectiveness of the proposed measures such as creating an early warning system, intervention risk governance and risk spreading on reducing vulnerability and consequently reducing the amount of human and financial losses has been recognized, it is an important step in the direction of flood risk management at different scales. Moreover, the analysis shows the necessity of vulnerability assessment and adoption of specific policies at the local scale (the Seyed Kalateh village), while this issue is usually not considered in technical and financial planning of crisis management especially for flood risk management.

Cite this article: Bai, Mahbube, Tahmasbipour, Nasser, Zeinivand, Hossein, Sadoddin, Amir, Kahe, Mehdi. 2023. Predicting the effects of intervention scenarios in reducing the vulnerability of local communities in a flood zone (The Qarachai River, Ramyan-Golestan Province, Iran). *Journal of Water and Soil Conservation*, 30 (2), 51-74.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/jwsc.2023.20801.3596

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

پیش‌بینی اثرهای سناریوهای اصلاحی بر کاهش آسیب‌پذیری جوامع محلی در پهنه سیلاب (رودخانه قره‌چای شهر رامیان - استان گلستان)

محبوبه بای^۱ ID، ناصر طهماسبی پور^{۲*} ID، حسین زینی‌وند^۳ ID، امیر سعدالدین^۴ ID، مهدی کاهه^۵ ID

۱. دانشجوی دکتری مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، ایران. رایانامه: b.mahbube@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، ایران. رایانامه: tahmasebi.n@lu.ac.ir
۳. دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، ایران. رایانامه: zeinivand.h@lu.ac.ir
۴. استاد گروه آبخیزداری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران. رایانامه: amir.sadoddin@gau.ac.ir
۵. دکتری سازه‌های آبی، کارشناس بررسی‌های اقتصادی، شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان، ایران. رایانامه: mehdi.kaheh.17@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی - پژوهشی	سابقه و هدف: سیل یکی از آسیب‌رسان‌ترین سوانح طبیعی در جهان محسوب می‌شود. درک بهتر پدیده سیل و پیامدهای بالقوه آن ضرورت دارد. پژوهش حاضر بخشی از رویکرد مدیریت ریسک - محور سیل براساس چارچوب KULTURisk است که در آن آسیب‌پذیری به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های ریسک سیل بررسی می‌شود. هدف پژوهش ارزیابی آسیب‌پذیری جوامع محلی در مواجهه با پدیده سیل در شرایط موجود و نیز پیش‌بینی اثرهای سناریوهای مدیریتی بر کاهش آن است. ارزیابی آسیب‌پذیری سیل، مستلزم کمی‌کردن اجزای آسیب‌پذیری است.
تاریخ دریافت: ۰۱/۰۸/۲۹ تاریخ ویرایش: ۰۲/۰۳/۰۴ تاریخ پذیرش: ۰۲/۰۵/۳۰	مواد و روش‌ها: در این پژوهش، با توجه به هدف موردنظر و با استفاده از بازدیدهای میدانی و مرور منابع مؤلفه‌ها، متغیرها و شاخص‌های متناسب با شرایط موجود منطقه انتخاب شد. داده‌ها و اطلاعات موردنیاز با استفاده از پرسشنامه و مصاحبه با جوامع محلی، سالنامه‌های آماری، اطلاعات سرشماری نفوس و مسکن، دستورالعمل و راهنمای سامانه مدیریت آمار و اطلاعات بیمارستانی و همچنین مراجعه به دستگاه‌های اجرایی مرتبط در سطح شهرستان رامیان و استان گلستان جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شد. جامعه آماری شامل جوامع محلی ساکن در پهنه سیلاب با دوره بازگشت صدسال در بازه‌ای از رودخانه قره‌چای شهر رامیان از سرشاخه‌های رودخانه گرگان‌رود واقع در استان گلستان است. دلیل انتخاب بازه مذکور موقعیت قرارگیری روستاها در مجاورت رودخانه و نیز فراوانی وقوع رخدادهای سیلابی است که طی سال‌های گذشته رخ داده است. مقادیر شاخص‌ها با روش مقیاس طبقه‌بندی شده و با روش فاصله تا مرجع نرمال‌سازی شدند. وزن هر یک از شاخص‌ها با روش دلفی تعیین گردید. مقادیر
واژه‌های کلیدی: آسیب‌پذیری، رودخانه قره‌چای، روش دلفی، رویکرد KULTURisk، سناریو اصلاحی، مدیریت ریسک - محور سیل	

شاخص‌های نرمال‌شده در محیط GIS به لایه‌های مکانی تبدیل شدند. بدین ترتیب با ترکیب لایه‌های متغیرهای حساسیت، ظرفیت‌های سازگاری و مدارا نقشه آسیب‌پذیری منطقه هدف تهیه شد. براساس نتایج حاصل، سه سناریوی اصلاحی شامل ایجاد سامانه هشدار زودهنگام، بهبود حکمرانی ریسک و توزیع ریسک به‌منظور کاهش سطح آسیب‌پذیری در مواجهه با سیل برای منطقه هدف انتخاب شد.

یافته‌ها: سطح آسیب‌پذیری مناطق متأثر از سیل در منطقه هدف در شرایط کنونی در طبقه «زیادآسیب‌پذیر» قرار گرفت که با اعمال سناریوی اصلاحی ترکیبی (سامانه هشدار سیل زودهنگام، بهبود حکمرانی ریسک و توزیع ریسک) آسیب‌پذیری به طبقه «کم‌آسیب‌پذیر» خواهد رسید.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر علاوه بر کمک به درک بهتر پدیده سیل و پیامدهای بالقوه آن توسط مردم روستای سیدکلاته و مسئولین، موجب تسهیل در اولویت‌بندی اقدامات متناسب با شرایط منطقه به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری از طریق افزایش ظرفیت‌های سازگاری و مدارا می‌گردد. چراکه میزان اثربخشی اقدامات پیشنهادی (ایجاد سامانه هشدار زودهنگام، بهبود حکمرانی ریسک و توزیع ریسک) بر کاهش آسیب‌پذیری و به تبع آن کاهش میزان تلفات جانی و خسارات مالی مشخص شده است که خود گام مهمی در راستای مدیریت ریسک-محور سیل در مقیاس‌های مختلف مکانی به‌شمار می‌رود. هم‌چنین نتایج این مطالعه ضرورت ارزیابی آسیب‌پذیری و اتخاذ سیاست‌های خاص در مقیاس محلی (روستای سیدکلاته) را نشان می‌دهد. این در حالی است که این موضوع به‌طورمعمول در برنامه‌ریزی‌های فنی و مالی در حوزه مدیریت بحران به‌ویژه مدیریت ریسک سیل لحاظ نمی‌شود.

استناد: بای، محبوبه، طهماسبی‌پور، ناصر، زینی‌وند، حسین، سعدالدین، امیر، کاهه، مهدی (۱۴۰۲). پیش‌بینی اثرهای سناریوهای اصلاحی بر کاهش آسیب‌پذیری جوامع محلی در پهنه سیلاب (رودخانه قره‌چای شهر رامیان - استان گلستان). پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۳۰ (۲)، ۷۴-۵۱.

DOI: 10.22069/jwsc.2023.20801.3596



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

مخاطره طبیعی^۱، سانحه^۲ و پدیده‌های طبیعی مانند سیل، زلزله، حرکات توده‌ای، طوفان، فوران آتشفشانی و خشک‌سالی هستند که بر زندگی و دارایی‌های مردم و محیط اثر گذاشته و آسیب می‌رساند (۱). در قرن حاضر، تغییر جهانی اقلیم آینده بشریت را با بروز سوانح و خساراتی دچار چالش کرده است (۲) که از این‌بین، سیل سهم عمده‌ای در زندگی و فعالیت‌های اقتصادی مردم دارد (۳). به طوری که بر اساس پیش‌بینی دانشمندان، فراوانی و شدت رخدادهای حادی و بروز خسارات قابل توجه ناشی از سیل به دلیل عوامل انسانی توأم با عوامل طبیعی در حال افزایش است (۴). بنابراین اتخاذ راهبرد و روش‌های مناسب به منظور کاهش خسارت‌های انسانی، اقتصادی و اجتماعی و سایر پیامدهای ناشی از سیل ضرورت دارد. در سال‌های اخیر، حجم قابل توجهی از منابع به‌طور ویژه با موضوع تجزیه و تحلیل مخاطره سیل منتشر شده است. باین وجود، هنوز کمبود مطالعات علمی و تجربه عملی در زمینه رویکرد ریسک-محور سیل وجود دارد. مدیریت ریسک-محور سیل شامل اقدامات انجام شده برای تخفیف^۳ و کاهش ریسک، یا فرآیند کامل ارزیابی ریسک، ارزیابی گزینه‌ها و اقدامات کاهش ریسک سیل است (۵). رویکرد مذکور، با پوشش صریح همه‌جانبه بر چرخه مدیریت سانحه به‌جای تمرکز صرف بر کنترل سیل، بر دیدگاه مدیریت ریسک سیل تمرکز دارد. به این ترتیب، مدیریت ریسک-محور سیل در حال تبدیل شدن به یک فرآیند مهم برای انطباق با یک محیط دائماً در حال تغییر، ناشی از تغییر اقلیم و عوامل انسانی است. یکی از گام‌های فرایند مدیریت ریسک-محور سیل، ارزیابی ریسک سیل است که اثرات نامطلوب ناشی از

یک پدیده طبیعی (مانند سیل) را توصیف می‌کند و هدف کلی آن درک و اندازه‌گیری پیامدهای احتمالی مرتبط با وقوع سیل در مناطق تحت تأثیر و سیستم‌های آسیب‌پذیر سیل است. چارچوب‌های مختلفی برای ارزیابی ریسک سیل وجود دارد. یکی از آن‌ها رویکرد دانش‌محور برای توسعه فرهنگ پیشگیری از سیل (KULTURisk^۴) است که در سال ۲۰۱۰ با هدف توسعه رویکرد دانش‌محور فرهنگ پیشگیری از ریسک به همراه ارزیابی مزایای مختلف پیشگیری از ریسک مورد استفاده قرار گرفت (۶). بر اساس ادبیات ارزیابی ریسک ثابت شده است که چارچوب مذکور و رویکرد اجرایی آن که همان ارزیابی خسارت اجتماعی-اقتصادی (SERRA^۵) است مزایایی نسبت به سایر روش‌ها دارد. به طوری که در آن الف) یکپارچه‌سازی مؤلفه فیزیکی یا محیطی و مؤلفه اجتماعی-اقتصادی، ب) در نظر گرفتن ظرفیت‌های اجتماعی کاهش ریسک و ج) ارزیابی اقتصادی ریسک تمرکز دارد که هزینه‌های فراتر از هزینه‌های ملموس مستقیم در آن لحاظ می‌شود. هم‌چنین چارچوب و رویکرد دانش‌محور برای توسعه فرهنگ پیشگیری از سیل (KULTURisk) منافع حاصل از اجرای اقدامات پیشگیرانه را نشان می‌دهد که منجر به حمایت از برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در مورد اقدامات کاهنده ریسک می‌شود. این چارچوب به‌طور کامل به هر سه بُعد و متغیرها و شاخص‌های ذیل آن می‌پردازد و ارزیابی جامع آن به شکل مکان محور انجام می‌شود (۷ و ۸). بنابراین چارچوب مورد اشاره برای پژوهش حاضر انتخاب شد که در آن ریسک تابعی از مخاطره^۶، آسیب‌پذیری^۷ و در معرض بودن^۸ است (شکل ۱). در چارچوب مورد نظر بُعد

4- Knowledge-based approach to develop a cULTure of Risk prevention (KULTURisk)

5- Socio-Economic Regional Risk Assessment (SERRA)

6- Hazard

7- Vulnerability

8- Exposure

1- Natural hazards

2- Disaster

3- Mitigation

اگرچه مفهوم آسیب‌پذیری اغلب در پژوهش‌های مربوط به سوانح استفاده می‌شود، ولی این مفاهیم در طول دو دهه گذشته تغییر کرده است و تلاش‌های متعددی برای تعریف و درک معنای این واژه صورت گرفته است (۱۰). آسیب‌پذیری درجه‌ای است که یک جامعه، ساختار، خدمات یا منطقه جغرافیایی از طریق اثرات و تهدیدات احتمالی، دچار آسیب یا تخریب می‌شود (۷). نقشه آسیب‌پذیری ترکیبی از مؤلفه‌های فیزیکی / محیطی و نیز مؤلفه‌های اجتماعی (شاخص‌های اجتماعی، رفتاری و ساختاری) است. وریس و همکاران (۲۰۱۴) آسیب‌پذیری اجتماعی و محیط‌زیستی را در سیستم‌های رودخانه‌ای داخلی و فرامرزی در ۲۱ حوضه کشور چین را مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که آسیب‌پذیرترین بخش‌های چین در حوضه‌های پایین‌دست رودخانه زرد و های^۴ با تراکم جمعیت بالا، قابلیت دسترسی پایین به آب و مداخلات انسانی بالا قرار دارند (۱۱). گین و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی رویکرد ارزیابی جامع ریسک سیل در شهر داکا^۵ بنگلادش پرداختند. آن‌ها مؤلفه آسیب‌پذیری را از طریق جمع‌آوری مؤلفه اجتماعی (ظرفیت مدارا و سازگاری) و حساسیت ساختمان‌ها تعیین نمودند و بعد در معرض‌بودن را نیز پس از مشخص کردن پهنه سیلاب با استفاده از مدل هکرس^۶ در نظر گرفتند. نتایج نشان داد که رویکرد جامع مورد استفاده، اطلاعات بیش‌تری در مورد مخاطره سیل به‌منظور اولویت‌بندی گزینه‌های راهبردی و به حداقل رساندن خسارت در منطقه را فراهم می‌کند (۶). مانیا و همکاران (۲۰۱۹) در خصوص ارزیابی آسیب‌پذیری سیل در روستای هموتشا- مونگامونوی^۷ آفریقای جنوبی با استفاده از شاخص‌های

آسیب‌پذیری شامل مؤلفه‌های فیزیکی/محیطی و اجتماعی است. مؤلفه‌های فیزیکی / محیطی آن به‌وسیله احتمال وجود سازه‌ها و زیرساخت‌ها در منطقه که به‌طور بالقوه در معرض آسیب هستند (حساسیت)^۱ تعریف می‌شود. مؤلفه‌های اجتماعی آسیب‌پذیری از طریق ارزیابی آمادگی پیشین جامعه با توجه به درک و آگاهی آنان از ریسک برای مواجهه با مخاطره و کاهش اثرات نامطلوب (ظرفیت سازگاری)^۲ و مهارت‌های پیشین آنان برای مدارا و غلبه بر اثرات مخاطره (ظرفیت مدارا)^۳ تشریح می‌گردد. ظرفیت سازگاری به قبل از رخداد سیل مرتبط است که شاخص‌های اجتماعی، ساختاری و نیز میزان درک سیل جامعه محلی (۷) را دربرمی‌گیرد. ظرفیت مدارا نیز به بعد از رخداد سیل برمی‌گردد که شامل شاخص‌های رفتاری و ساختاری است که بر توانایی واکنش در برابر اثرات نامطلوب و کاهش آن‌ها در زمان تجربه مخاطره دلالت دارد (۹). شایان‌ذکر است این بُعد به‌طور جداگانه (فقط با در نظر گرفتن ابعاد مخاطره، آسیب‌پذیری و در معرض بودن) یا به‌صورت توأم (در نظر گرفتن تمام ابعاد) می‌تواند مورد بررسی و استفاده قرار بگیرند. با توجه به ارزیابی جامع و یکپارچه چارچوب و رویکرد دانش‌محور برای توسعه فرهنگ پیشگیری از سیل (KULTURisk)، به‌عنوان مبنای طرح کلی برای پژوهش گسترده‌تر مورداستفاده قرار گرفت که در این مقاله به بُعد آسیب‌پذیری اشاره شده است که دلیل آن‌هم این است که کم‌تر در کشور به آن پرداخته شده است و معرفی کامل و به‌کارگیری آن در یک پژوهش نمونه به‌عنوان یکی از ابعاد مهم ریسک و مدیریت ریسک-محور سیل ضرورت دارد (۷). بدیهی است برای ارزیابی ریسک سیل، دو بُعد دیگر شامل مخاطره و در معرض بودن نیز در منطقه مورد مطالعه بررسی شده‌اند که نتایج آن در آینده ارائه خواهد شد.

4- Hai and Yellow

5- Dhaka

6- Hydrologic Engineering Center River Analysis System (HEC-RAS)

7- Hamutsha-Muongamunwe

1- Susceptibility

2- Adaptive Capacity

3- Coping Capacity

پاکستان پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که جنسیت، سن، مکان، درآمد ماهانه، اندازه خانواده، مالکیت خانه، ناتوانی و تحصیلات بر انتخاب راهبردهای کاهش سوانح در سطح خانوارها تأثیر می‌گذارد و اتخاذ راهبردهای کاهش سوانح در سطح خانوار توسط عوامل متعددی از جمله محدودیت مالی، فقدان سیستم هشدار اولیه، عدم برنامه‌ریزی کاربری زمین و منابع ناکافی محدود می‌شود (۱۶). صفاری و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی^۴ و منطق فازی به ارزیابی آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر مخاطره سیل پرداختند. نتایج این مطالعه که در منطقه سه تهران انجام شد نشان داد، این منطقه مستعد خطرات ناشی از سیل است و رعایت نکردن حریم مسیل، مقاومت پایین ساختمان‌ها، ضریب رواناب بالا در مناطق مسکونی بیش‌ترین اهمیت را در آسیب‌پذیری منطقه دارد و بیش از دوازده درصد منطقه کاملاً آسیب‌پذیر است (۱۷). جمال (۲۰۱۹) به‌صورت مطالعه موردی به ارزیابی آسیب‌پذیری جوامع محلی در مواجهه با رخداد‌های سیل در رودخانه خرمارود، استان گلستان پرداختند. در این ارزیابی آن‌ها از شاخص‌های حساسیت، ظرفیت سازگاری و ظرفیت مدارا استفاده نمودند. نتایج نشان داد کاربری‌های مسکونی با بافت قدیمی و تراکم ساخت زیاد در حاشیه رودخانه بالاترین میزان حساسیت را دارند و اجرای فعالیت‌های آموزش و افزایش آگاهی، فراهم‌سازی مکان ایمن در برابر سیل، آموزش افراد جامعه محلی داوطلب عضویت در جمعیت هلال‌احمر، اختصاص زمان کافی برای مانور و آموزش، پیاده‌سازی سیستم هشدار اولیه، تحت پوشش قرار دادن خانوارهای نیازمند حمایت اجتماعی، بیمه سیل خانوار و بیمه فعالیت‌های اقتصادی تحت سناریوی ۸ در مطالعه مذکور به‌طور

حساسیت، در معرض بودن و تاب‌آوری مطالعه‌ای انجام دادند به‌طوری‌که آسیب‌پذیری برحسب ماهیت خاک، نوع مسکن، اشتغال، تحصیلات و میزان بارندگی در یک فصل تعیین می‌شود. نتایج نشان می‌دهد مؤلفه‌های اجتماعی امتیاز بالاتری نسبت به مؤلفه اقتصادی دارد و هم‌چنین هر دو مؤلفه اجتماعی و اقتصادی امتیاز بیش‌تری نسبت به مؤلفه فیزیکی به خود اختصاص داده است (۱۲). بلاس‌بانه و همکاران (۲۰۲۰) در شهر کوانتان^۱ مالزی به ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌ها پرداختند که با افزایش عمق سیلاب، مناطقی که دیوارهایی از جنس چوبی دارند بیش‌تر از سایر مناطق دچار آسیب می‌شوند. از طرفی دیوارها با جنس بلوک بتنی به عنوان یکی از مصالح سیستم‌های ساختمانی صنعتی، میزان آسیب آن‌ها حداقل است (۱۳). فاطمی و همکاران (۲۰۲۰) در نواحی حومه شهری واقع در داکای شرقی بنگلادش با بهره‌گیری از تجربیات جوامع بینشی در مورد آسیب‌پذیری فیزیکی، راهبردهای پاسخ به سیل و ظرفیت سازگاری ارائه دادند. نتایج نشان می‌دهد که علاوه بر مداخلات اجتماعی- اقتصادی، یک رژیم مدیریت هدفمند و مردم محور سیل که به سن، ترکیب مصالح و کیفیت ساختاری خانه‌ها توجه می‌کند، برای ایجاد ظرفیت‌های سازگاری ساکنان و تاب‌آوری طولانی‌مدت در برابر سیل ضروری است (۱۴). ونگ و همکاران (۲۰۲۰) فرایند تخلیه جوامع آسیب‌پذیر را با استفاده از چارچوب شبیه‌سازی عامل-محور^۲ در مناطقی از کشور چین را نتایج آن‌ها نشان داد بین آستانه تحمل سیل ساکنان و کارایی تخلیه همبستگی منفی وجود داشت (۱۵). احمدشاه و همکاران (۲۰۱۷) به تعیین راهبردهای کاهش ریسک سیل در سطح خانوار در ایالت خیبر پختونخوا^۳

1- Kuantan

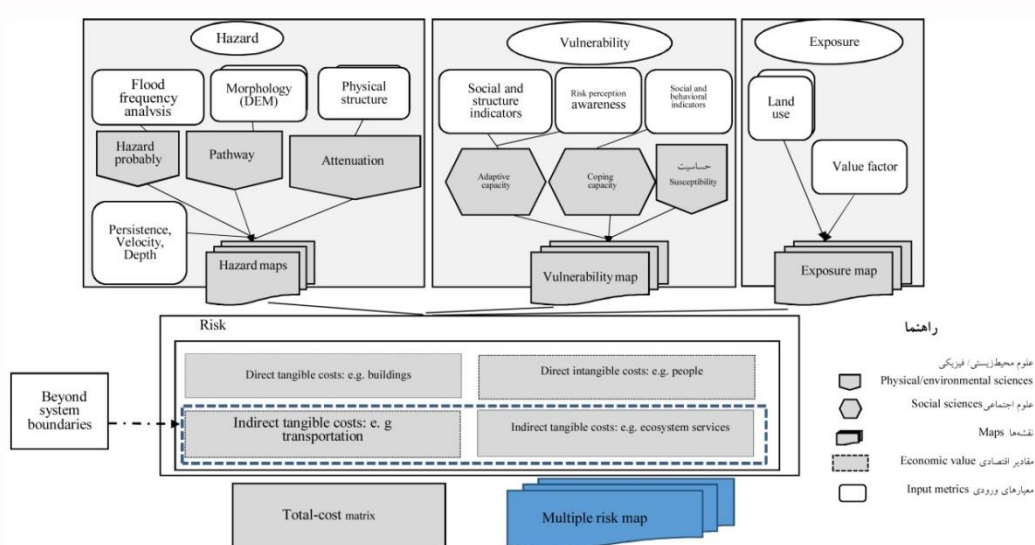
2- Agent-based modeling framework

3- Khyber Pakhtunkhwa

4- Geographic Information System (GIS)

در حوزه آبخیز اوغان استان گلستان، آسیب‌پذیری معیشتی خانوار روستایی ناشی از تغییر اقلیم را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که با افزایش درآمد ماهانه و مدت اقامت در روستا از آسیب‌پذیری آنان کاسته شده است (۲۰).

میانگین باعث کاهش آسیب‌پذیری به میزان ۰/۱ خواهد شد (۱۸). نتایج مطالعه ارزیابی آسیب‌پذیری منطقه ۲۲ تهران در برابر سیل با استفاده از فن سلسله مراتبی منطق فازی^۱ توسط اسماعیلی‌علویچه و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که میزان آسیب‌پذیری در آن مناطق بالا است (۱۹). شهرکی و همکاران (۲۰۲۲)



شکل ۱- چارچوب KULTURisk برای تبیین مؤلفه‌ها و منابع اصلی داده‌ها به منظور کمی‌سازی ریسک (۷).

Figure 1. The KULTURisk framework to determine the main components and sources of data in order to quantify risk (7).

مدیریت ریسک- محور سیل برخوردار است و درک سطح آسیب‌پذیری به منظور کاهش تعداد تلفات، خسارات و افراد آسیب‌دیده و نیز اتخاذ اقدامات پیشگیرانه در این راستا ضرورت دارد. کشور ما ایران یکی از مناطقی است که همه‌ساله تحت تأثیر سوانح طبیعی مانند سیل قرار گرفته است و همراه با عوامل انسانی چون تجاوز به حریم رودخانه، سالانه خسارات بسیاری را متحمل شده است. به طوری که عمده خسارات جانی و مالی مربوط به روستاییان است، دلیل آن هم روابط تنگاتنگ نواحی روستایی با محیط طبیعی و توان محدود در اختیار آنها است که باعث شده آسیب‌پذیری بیشتری نسبت به نقاط

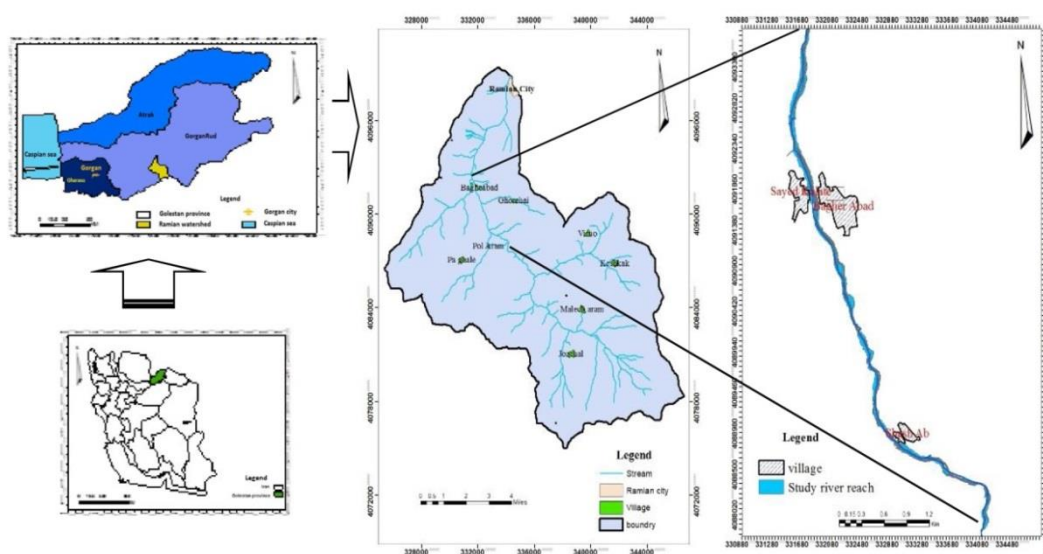
مرور منابع نشان می‌دهد که به طور کلی مطالعات انجام شده در زمینه سیل عمدتاً بر مخاطره سیل تمرکز کرده‌اند و مدیریت ریسک- محور سیل به ویژه ارزیابی ریسک سیل با در نظر گرفتن سه جزء و ساختار ریسک اعم از مخاطره، آسیب‌پذیری و در معرض بودن به طور هم‌زمان و در کنار هم چندان مورد بررسی قرار نگرفته است. این موضوع به ویژه در خصوص آسیب‌پذیری سیل با بررسی منابع خارجی و داخلی مصداق پیدا می‌نماید و کم‌تر به بعد اجتماعی، رفتاری و ساختاری مدیریت ریسک سیل پرداخته شده است. این در حالی است که آسیب‌پذیری خود از جایگاه مهمی در

1- Fuzzy Logic

مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز قره‌چای از نظر جغرافیایی به مختصات طول جغرافیایی $55^{\circ} 02' 24''$ تا $47^{\circ} 16' 55''$ شرقی و عرض جغرافیایی $36^{\circ} 48' 26''$ تا $37^{\circ} 03' 05''$ شمالی در استان گلستان واقع شده است که مساحت آن $24816/5$ هکتار است (۲۳). رودخانه قره‌چای به طول 35 کیلومتر یکی از سرشاخه‌های حوزه رودخانه‌ای گرگان‌رود است. با توجه به موقعیت قرارگیری روستاها در مجاورت رودخانه، بازه‌ای میانی رودخانه قره‌چای به طول هفت کیلومتر برای پژوهش حاضر انتخاب شد (شکل ۲). در مناطق بالادست منطقه مورد مطالعه، مساحت حوضه‌های آن 13 هزار هکتار با شیب متوسط حدود 36 درصد است. طول رودخانه اصلی آن 16 کیلومتر، شیب آبراهه اصلی آن حدود $13/5$ درصد و هم‌چنین 70 درصد منطقه از سازند شمشک تشکیل شده است (۲۳). با توجه به تأثیرپذیری حوضه مذکور از عوامل طبیعی و انسانی مانند شیب زیاد منطقه، مساحت غالب زمین‌شناسی منطقه از نوع سازند حساس خوش‌بیلاق، تجربه وقوع بارش‌های ناگهانی^۱، عدم رعایت اصول صحیح کشاورزی در اراضی شیب‌دار کم‌بازده، بهره‌برداری از معادن، ایجاد خطوط ارتباطی بدون در نظر گرفتن اصول فنی در جاده‌سازی، استقرار سکونتگاه‌ها در مخروط‌افکنه‌ها، رخدادهای سیلاب رودخانه‌ای و ناگهانی به همراه خسارات قابل‌ملاحظه به وقوع پیوسته است. حوزه آبخیز قره‌چای به‌عنوان یکی از حوضه‌ها با فراوانی قابل‌ملاحظه رخدادهای سیلاب است (۲۴).

شهری داشته باشند (۲۱). متأثر شدن استان گلستان از تغییر اقلیم (۲۲) افزایش فراوانی رخدادهای حدی بارش^۱ به‌ویژه در فصل تابستان هم‌چون سایر نقاط کشور بر کسی پوشیده نیست. علاوه بر عامل مذکور (طبیعی) در بروز رخدادهای سیلاب، عوامل انسانی چون استقرار سکونتگاه‌ها در خروجی حوزه‌های آبخیز و مخروط‌افکنه‌ها و تجاوز به حریم رودخانه منجر به تشدید خسارات در استان شده است. از جمله حوزه‌های آبخیز استان گلستان که فراوانی رخدادهای سیلابی در آن بارز است، حوزه آبخیز قره‌چای شهرستان رامیان است که در رخدادهای سیلاب $1393/03/8$ بالاترین میزان دبی حداکثر لحظه‌ای به میزان 367 مترمکعب را به خود اختصاص داده است. با توجه به این‌که ارزیابی آسیب‌پذیری یکی از مراحل مهم مدیریت ریسک سیلاب به‌شمار می‌رود این پژوهش به ارزیابی میزان آسیب‌پذیری جوامع محلی در چارچوب KULTURisk در بازه میانی رودخانه اصلی حوزه آبخیز قره‌چای شهرستان رامیان واقع در استان گلستان می‌پردازد و اثرات اقدامات اصلاحی و سناریوهای محتمل را پیش‌بینی می‌نماید. نتایج پژوهش حاضر به‌منظور فراهم کردن راهبردهای سازگاری با شرایط تغییر اقلیم و نیز شرایط کنونی ناشی از دخالت انسان و کاهش و تخفیف تبعات سوانح محیطی ناشی از آن چون رخدادهای سیلاب موردتوجه سیاست‌گذاران، مدیران و تصمیم‌گیران سوانح طبیعی در سطوح مختلف تصمیم‌گیری و اجرا است؛ چراکه نقشه‌های نهایی آسیب‌پذیری ابزار مدیریتی مناسب در این زمینه به‌شمار می‌رود.



شکل ۲- موقعیت بازه هدف در حوزه آبخیز قره‌چای، استان گلستان و در کشور.

Figure 2. Location of the study reach in the Gharachai watershed, Golestan Province, Iran.

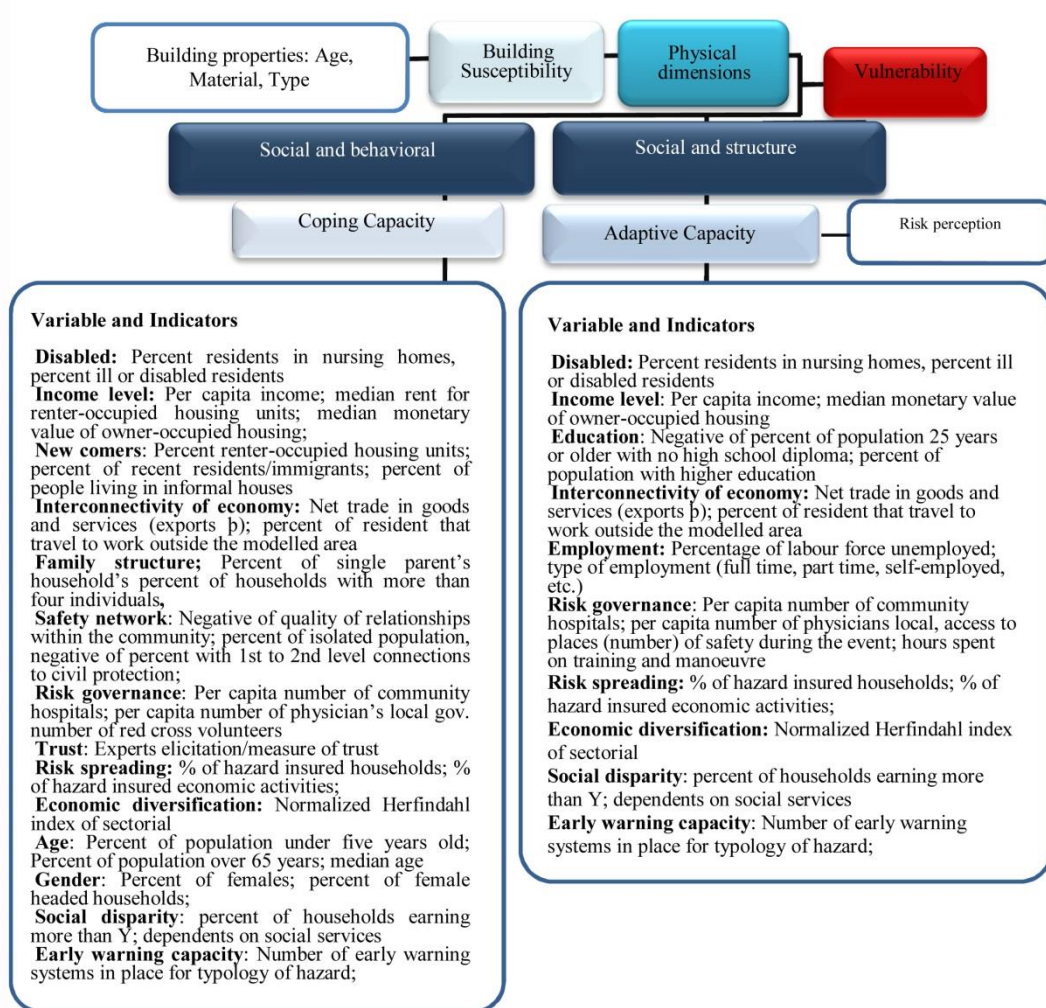
ابزارهایی را برای ارزیابی و تجزیه و تحلیل رویدادهای سوانح طبیعی توسط تصمیم‌گیرندگان را فراهم می‌نماید (۷). جامعه آماری مورد نظر در محدوده پهنه سیلاب با دوره بازگشت صدسال که طی مطالعات بای و همکاران در سال ۱۴۰۰ انتخاب شد (۲۷). به منظور تعیین مقادیر شاخص‌ها بخشی از داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز با استفاده از پرسشنامه و مصاحبه با جوامع محلی، سالنامه‌های آماری، مرکز آمار ایران، اطلاعات سرشماری نفوس و مسکن، دستورالعمل و راهنمای سامانه مدیریت آمار و اطلاعات بیمارستانی و گزارش‌های رسمی ارائه شده از سوی دستگاه‌های اجرایی و همچنین مراجعه حضوری به ادارات مرتبط در سطح شهرستان و استان شامل اداره بهداشتی شهرستان، کمیته امداد امام خمینی (ره) شهرستان، جمعیت هلال‌احمر شهرستان و استان، شبکه بهداشت و درمان شهرستان رامیان، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی گلستان، مرکز بهداشت روستای باقرآباد، شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان و سایر اداره‌های مرتبط جمع‌آوری شد. پس از طراحی

کمی‌سازی میزان آسیب‌پذیری به فرایند تصمیم‌گیری کمک می‌نماید. بنابراین باید پارامترها و شاخص‌ها طوری طراحی و انتخاب شوند تا بتوان اطلاعات کافی به منظور آماده‌سازی و مدارا جوامع در برابر سوانح سیل در منطقه هدف را استخراج نمود، چراکه تعداد زیادی از مردم، فعالیت‌های اقتصادی آن‌ها و اکوسیستم تحت تأثیر اثرات نامطلوب سیل هستند (۲). به منظور تعیین آسیب‌پذیری در پژوهش حاضر متغیرها و شاخص‌های مورد استفاده از مطالعات جوپونی و همکاران (۲۰۱۵) بر اساس شرایط منطقه هدف استخراج شد (۲۵). در شکل ۳ مؤلفه، متغیرها و شاخص‌های مورد استفاده برای تعیین ظرفیت آسیب‌پذیری در منطقه هدف پژوهش معرفی شده است.

شاخص‌های مورد استفاده پژوهش در زمینه حساسیت ساختمان، ظرفیت سازگاری و مدارا است. شاخص‌ها مفاهیم آماری هستند که به شکل یک کمیت یا یک وضعیت به منظور مقایسه و کمی‌کردن شرایط یک سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرند (۲۶) و

که ضریب مناسبی برای انجام پژوهش به‌شمار می‌رفت و بر این اساس برای جامعه هدف پرسشنامه تکمیل شد.

پرسشنامه مقدماتی، به‌منظور اطمینان از روایی و پایایی ضمن استفاده از نظرات متخصصان و اساتید، تعداد ۳۰ پرسشنامه از طریق مصاحبه با جوامع محلی تکمیل شد و مقدار آماره آلفا کرونباخ ۰/۷۵۸ استخراج شد



شکل ۳- مؤلفه‌ها، متغیرها و شاخص‌های مورد استفاده برای تعیین آسیب‌پذیری سیل در منطقه مورد مطالعه (۷).

Figure 3. The components, variables, and indicators used to determine flood vulnerability in the research area (7).

شاخص با واحدهای اندازه‌گیری مختلف به یک عدد بدون بُعد است. نرمال‌سازی فرایند کاهش اندازه‌ها به یک مقیاس استاندارد است که از تأثیر مقادیر حدی در یک مجموعه داده جلوگیری می‌کند (۲۵). توابع مختلفی برای نرمال‌سازی وجود دارد و انتخاب نوع تابع (روش) نرمال‌سازی براساس چارچوب تئوری،

مقادیر شاخص‌ها براساس شرایط حاکم در منطقه و طبق نظرات کارشناسی برای منطقه تعیین و کمی شدند (شکل ۳). به‌منظور مقایسه شاخص‌ها، نرمال‌سازی مقادیر به‌دست‌آمده آن‌ها ضرورت دارد. شاخص‌ها در یک مجموعه داده، اغلب واحدهای اندازه‌گیری متفاوتی دارند. نرمال‌سازی تبدیل مقادیر

براساس ویژگی‌ها و ماهیت داده‌ها، شاخص‌های مورد استفاده و ترجیح کارشناسان و تصمیم‌گیران انجام می‌شود (۲۵). در پژوهش حاضر از روش مقیاس طبقه‌بندی^۱ که در آن طبقات به صورت کمی و کیفی و براساس اظهارات و قضاوت کارشناسی تعیین می‌شود، استفاده شد و در برخی موارد نیز از روش فاصله تا مرجع^۲ بهره‌گیری شده است که مقدار هر شاخص را نسبت به نقطه مرجع را نشان می‌دهد.

هریک از متغیرهای مختلف برای تصمیم‌گیران از اهمیت متفاوتی برخوردار است، در نتیجه لازم است که اهمیت نسبی آن‌ها تعیین شود (۲۸). وزن‌دهی متغیرها و مؤلفه‌ها مورد بررسی پژوهش حاضر در سه مرحله انجام شد. روش‌های مورد استفاده برای وزن‌دهی از بین روش‌های موجود (روش‌های آماری^۳ و مشارکتی^۴)، روش وزن‌دهی یکسان و روش وزن‌دهی مشارکتی است. در مرحله اول برای هر شاخص در زیرمجموعه یک متغیر، وزن یکسان تخصیص داده شد تا اثر هر عامل به طور یکسان در شاخص‌ها در نظر گرفته شود (۷). سپس وزن هر شاخص در امتیاز نرمال شده آن ضرب شد و برای هر متغیر، مقادیر شاخص‌های مربوطه جمع می‌شود. مرحله بعدی تخصیص وزن به هر یک از متغیرهای مورد استفاده در مؤلفه‌های ظرفیت‌های سازگاری و مدارا است (جدول ۴). وزن تعیین شده به روش دلفی در مقادیر متغیرها ضرب می‌شود و امتیاز نهایی متغیرها محاسبه می‌شود. در مرحله نهایی نیز به منظور تعیین ارزش و اهمیت مؤلفه‌های اجتماعی (ظرفیت‌های سازگاری و مدارا) و مؤلفه فیزیکی (حساسیت ساختمان‌ها) از روش دلفی استفاده شد (جدول ۴). بدین ترتیب نقشه آسیب‌پذیری با اعمال

مقادیر شاخص‌ها، متغیرها و مؤلفه‌ها و وزن‌ها آن‌ها تهیه می‌شود. به عبارت دیگر نقشه آسیب‌پذیری حاصل مقدار نرمال شده متغیرها و مؤلفه‌ها در وزن‌های تخصیص داده شده است (رابطه ۱). روش دلفی از جمله روش‌های وزن‌دهی مشارکتی به شمار می‌رود. براساس روش دلفی به کاررفته در این پژوهش که حاصل جمع‌آوری نظرات ۱۱ نفر از متخصصین و خبرگان به ترتیب در سطوح دانشگاه و دستگاه‌های اجرایی (جدول ۱) مختلف است. به منظور کسب نظرات متخصصین و خبرگان در تعیین وزن‌ها به روش دلفی از پرسشنامه از نوع باز استفاده شد که طی آن اطلاعات تفصیلی در خصوص مؤلفه‌های آسیب‌پذیری (حساسیت فیزیکی، ظرفیت مدارا سازگاری) و متغیرهای مربوطه به افراد متخصص و کارشناسان برای دریافت نظرات آن‌ها به صورت آنلاین و نیز مراجعه حضوری در اختیار آن‌ها قرار داده شد و طراحی پرسشنامه در محیط "پرسشنامه آنلاین" انجام گردید. بدین ترتیب مقادیر وزن انواع متغیرها و مؤلفه‌های آسیب‌پذیری تعیین شدند که در جدول ۵ ارائه شده است.

$$v_i(x_1, x_2, x_n) = w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + w_n \cdot x_n \quad (1)$$

که در آن، V ارزش شاخص، W وزن شاخص، X امتیاز نرمال شده شاخص می‌باشد (۷).

لایه‌های استخراج شده مورد استفاده در محیط ArcMap توسط ابزار Raster Calculator در مقادیر ضریب وزنی ضرب شدند و سپس در لایه مشترک ادغام و به منظور تهیه نقشه آسیب‌پذیری استفاده می‌شود (۷ و ۲۵). درجه آسیب‌پذیری منطقه هدف نیز بر اساس نقشه به دست آمده و جدول ۲ طبقه‌بندی می‌شود.

- 1- Categorical scale
- 2- Distance to a reference measure
- 3- Statistical
- 4- Participatory

جدول ۱- مشخصات مشارکت‌کنندگان در وزن‌دهی دلفی.

Table 1. Personal characteristics of Delphi panel.

ردیف Row	سمت Office	نام دستگاه Organization	مدرک تحصیلی Education degree	تعداد مرد Man Number	تعداد زن Female number	جمع Sum
1	کارشناس	اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری گلستان و شرکت آب منطقه‌ای گلستان	دکتری آبخیزداری و دانشجوی	2	0	2
			دکتری آبخیزداری	2	0	2
2	هیأت علمی	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشگاه علامه محقق اردبیلی	دکتری آبخیزداری	2	0	2
3		دانش آموخته	کارشناسی ارشد و دکتری آبخیزداری	0	2	2
4		جامعه محلی	سیکل، کارشناسی ارشد	2	1	3
جمع				8	3	11

جدول ۲- امتیازدهی شاخص‌های نرمال شده (۷).

Table 2. Normalized indicators scoring (7).

Normalized Value	امتیاز نرمال شده	Vulnerability Level	درجه آسیب‌پذیری
0	۰	Not vulnerable	آسیب‌پذیر نیست
0.25	۰/۲۵	Slightly vulnerable	کمی آسیب‌پذیر
0.5	۰/۵	Highly vulnerable	زیاد آسیب‌پذیر
0.75	۰/۷۵	Extremely vulnerable	بسیار زیاد آسیب‌پذیر
1	۱	Fully vulnerable	کاملاً آسیب‌پذیر

اقدامات اصلاحی و نیز در نظر گرفتن نتایج آن‌ها نیز برای آن‌ها فراهم است، از این رو به عنوان اقدامات اصلاحی انتخاب و اثرات آن‌ها در قالب 3^{n-1} سناریو بررسی شد (۲۹). بر این اساس در مجموع هشت سناریو اصلاحی که کاملاً از یکدیگر قابل تفکیک هستند، مشخص شد (جدول ۳) به نحوی که انتخاب یکی از آن‌ها به منزله رد سایر سناریوها است. به عبارت دیگر، سناریوها منحصر به فرد^۱ می‌باشند (۲۹). با توجه به تأثیر و اهمیت نتایج کسب شده در کاهش آسیب‌پذیری در سناریو ۸ در مقایسه با وضع موجود تنها نتایج این دو سناریو ارائه شده است.

با بررسی متغیرها و مؤلفه‌های آسیب‌پذیری و با هدف بهبود شرایط و کاهش آسیب‌پذیری منطقه، اقدامات و فعالیت‌های اصلاحی بر اساس شرایط کنونی، قابلیت‌ها و محدودیت‌های اجرایی موجود (زمان، در دسترس بودن، هزینه اجرا و استقرار)، امکان مدیریت نمودن و نیز در نظر گرفتن نتایج متصور آن‌ها در کوتاه‌مدت انتخاب شد.

در پژوهش حاضر بررسی‌ها مشخص نمود که متغیرهای ظرفیت هشدار زود هنگام، حکمرانی ریسک و توزیع ریسک از جمله متغیرهایی هستند که شرایط کنونی آن‌ها در منطقه منجر به بالا رفتن آسیب‌پذیری در منطقه شده است و از طرفی امکان مدیریت

1- Mutually exclusive

جدول ۳- لیست سناریوهای اصلاحی در منطقه مورد مطالعه.

Table 3. The list of intervention scenarios in the research area.

سناریو								نوع اقدامات (فعالیت) Type of measure (actions)
۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	Scenario
8	7	6	5	4	3	2	1	Scenario
								طرفیت هشدار زودهنگام (EWS) Early warning system (EWS) حکمرانی ریسک Risk governance توزیع ریسک Risk spreading

شکل توپر (■) نماینده استفاده از فعالیت مورد نظر و توخالی (□) به منزله عدم استفاده از آن می‌باشد

نتایج و بحث

آن به ترتیب در جدول‌های ۴ و ۵ ارائه شده است. در جدول ۶ نیز مقادیر شاخص‌های ظرفیت مدارا و ظرفیت سازگاری در منطقه هدف تحقیق در شرایط وضع موجود و نیز با شرایط اعمال سناریوهای اصلاحی ارائه شده است.

مقادیر وزنی متغیرهای ظرفیت سازگاری و مدارا و نیز مقادیر ضریب وزنی مؤلفه‌های آسیب‌پذیری همان‌طور که اشاره شد براساس نظرات ۱۱ نفر از متخصصین خبره در این زمینه با استفاده از روش دلفی در مقیاس بین صفر تا صد تعیین شد که نتایج

جدول ۴- مقادیر ضریب وزنی مؤلفه‌های آسیب‌پذیری براساس روش دلفی.

Table 4. Values of the weighting coefficient of vulnerability components based on the Delphi method.

وزن بر حسب درصد Weight in percent	مؤلفه‌های آسیب‌پذیری Vulnerability components
42.1	فیزیکی: حساسیت ساختمان Physical :Building Susceptibility
31.57	ظرفیت سازگاری: شاخص‌های اجتماعی و ساختاری Adaptive Capacity: Social and structure indicators
26.31	ظرفیت‌سازی: شاخص‌های ساختاری و رفتاری Coping Capacity: Social and behavioural indicators

جدول ۵- مقادیر ضریب وزنی متغیرهای ظرفیت سازگاری و ظرفیت مدارا براساس روش دلفی.

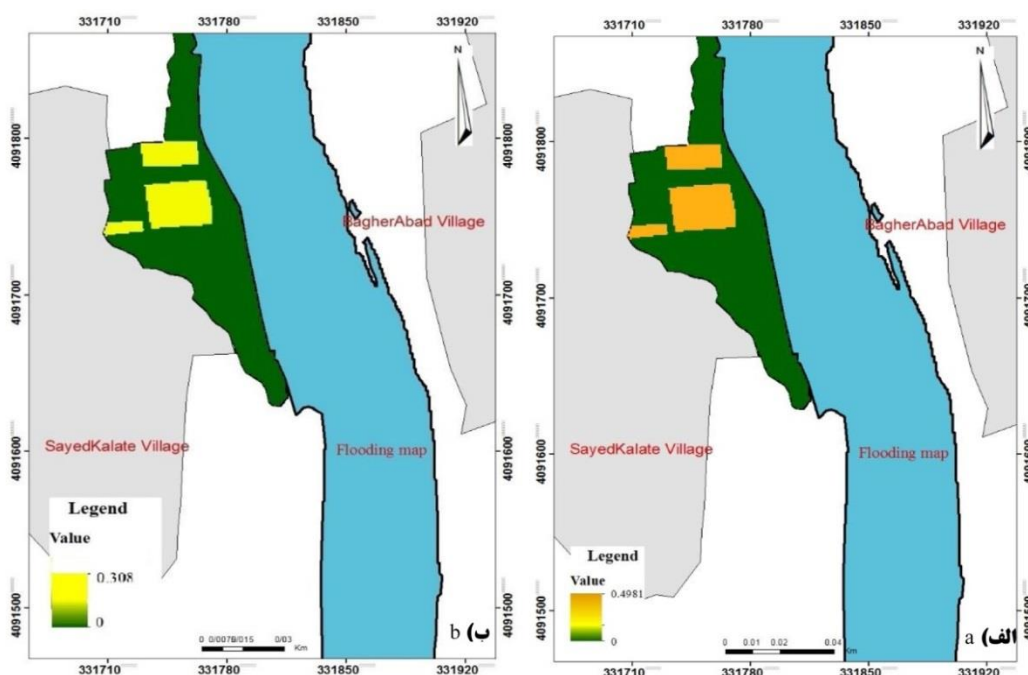
Table 5. The values of the weights assigned to the variables of adaptive capacity and coping capacity based on the Delphi method.

Variable متغیر	Social components مؤلفه‌های اجتماعی																	
	نسبت افراد ناتوان Disabled	سطح درآمد Income level	همبستگی اقتصادی Interconnectivity of economy	حکمرانی ریسک Risk governance	توزیع خسارت Risk spreading	تنوع اقتصادی Economic diversification	تحصیلات Education	اشتغال Employment	نابرابری اجتماعی Social disparity	ادراک ریسک Risk perception	ظرفیت هشدار زودهنگام Early warning capacity	ساختار خانواده Family structure	امنیت شبکه Safety network	اعتماد Trust	جنسیت Gender	سن Age	تازه‌واردان New comers	جمع نهایی Final total
ظرفیت سازگاری Adaptive Capacity	6.6	12.5	11.2	8.4	7.9	11	10	7.4	9	9	7	-	-	-	-	-	-	100
ظرفیت مدارا Coping Capacity	4.6	12.8	5.1	9.9	8.7	9.2	-	-	6.8	-	5.9	4.8	8.7	10.6	4.1	5.7	3.1	100

جدول ۶- مقادیر شاخص‌های ظرفیت مدارا و ظرفیت سازگاری در منطقه مورد مطالعه.

Table 6. Indicator values of coping capacity and adaptive capacity for the study area.

ردیف No.	ظرفیت مدارا		ظرفیت سازگاری	
	متغیر	درجه آسیب‌پذیری وضع موجود	متغیر	درجه آسیب‌پذیری وضع موجود
۱	نسبت افراد ناتوان	آسیب‌پذیر نیست	نسبت افراد ناتوان	آسیب‌پذیر نیست
۲	سطح درآمد	کمی آسیب‌پذیر	سطح درآمد	زیاد آسیب‌پذیر
۳	تازه‌واردان به محدوده	آسیب‌پذیر نیست	همبستگی اقتصادی	زیاد آسیب‌پذیر
۴	همبستگی اقتصادی	زیاد آسیب‌پذیر	حکمرانی ریسک	زیاد آسیب‌پذیر
۵	ساختار خانواده	کمی آسیب‌پذیر	توزیع خسارت	زیاد آسیب‌پذیر
۶	امنیت شبکه	زیاد آسیب‌پذیر	تنوع اقتصادی	زیاد آسیب‌پذیر
۷	حکمرانی ریسک	بسیار زیاد آسیب‌پذیر	تحصیلات	کمی آسیب‌پذیر
۸	اعتماد	آسیب‌پذیر نیست	اشتغال	کمی آسیب‌پذیر
۹	توزیع خسارت	زیاد آسیب‌پذیر	نابرابری اجتماعی	زیاد آسیب‌پذیر
۱۰	تنوع اقتصادی	زیاد آسیب‌پذیر	ادراک ریسک	آسیب‌پذیر نیست
۱۱	سن	کمی آسیب‌پذیر	ظرفیت هشدار زودهنگام	بسیار زیاد آسیب‌پذیر
۱۲	جنسیت	کمی آسیب‌پذیر	-	-
۱۳	نابرابری اجتماعی	زیاد آسیب‌پذیر	-	-
۱۴	ظرفیت هشدار زودهنگام	بسیار زیاد آسیب‌پذیر	-	-



شکل ۴- مقایسه نقشه آسیب‌پذیری الف) وضع موجود و ب) سناریو هشتم (ترکیب همه فعالیت‌ها).

Figure 4. Comparison of vulnerability map (a) baseline condition and (b) intervention scenario number 8 (combination of all actions).

ساختمان‌های منطقه هدف در طبقه "گمی آسیب‌پذیر" قرار دارند. نتایج نشان می‌دهد که میزان خسارت وارده به ساختمان‌ها، مهم‌ترین عامل پیش‌بینی‌کننده آسیب‌پذیری فیزیکی ساختمان‌ها است که در این زمینه با نتایج فاطمی و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت دارد (۱۴).

مقادیر درجه آسیب‌پذیری شاخص‌های ظرفیت مدارا و سازگاری در منطقه هدف پژوهش در جدول ۶ ارائه شده است. هنگام مواجهه با سوانح طبیعی، ساکنان منطقه با توجه به توانایی و مقاومت آن‌ها به دودسته ساکنان آسیب‌پذیر و غیرآسیب‌پذیر تقسیم می‌شوند. ساکنان آسیب‌پذیر به آن دسته از افرادی می‌گویند که توانایی و مقاومت ضعیفی در برابر سیل دارند به طوری که افراد معلول و افراد بیمار از این دسته به‌شمار می‌روند. هرچقدر نسبت ساکنان آسیب‌پذیر بیشتر باشد، جامعه آسیب‌پذیرتر خواهد بود (۱۵) و افراد ناتوان بیش‌ترین قربانیان سوانح

میزان آسیب‌پذیری فیزیکی ساختمان‌ها در برابر سیل (حساسیت) به عوامل مختلفی چون سن، نوع مصالح (مواد)، میزان ارتفاع ساختمان از سطح زمین بستگی دارد. ساختمان‌هایی با مصالح بادوام در مقایسه با ساختمان‌هایی که از مصالح موقت و طبیعی ساخته شده‌اند، آسیب‌پذیری (حساسیت) کم‌تری را تجربه می‌کنند. به‌طور مشابه، ساختمان‌هایی که بیش‌ترین حساسیت را دارند، ساختمان‌هایی با سن بیش‌تر (قدیمی‌تر) هستند. مشابه با سایر ویژگی‌های عنوان‌شده ساختمان، میزان حساسیت‌پذیری ساختمان به ارتفاع آن نیز بستگی دارد که بینشی را در مورد راهبردهای واکنش به سیل ارائه می‌دهد (۱۴). در پژوهش حاضر میزان حساسیت‌پذیری ساختمان‌ها کم است. بدین‌ترتیب که عمده سن ساختمان‌ها در کلاس ۶-۱۵ سال قرار دارند و جنس ساختمان‌ها از نوع اسکلت بتنی بوده و کم‌تر از ۱۵ درصد ساختمان‌ها یک طبقه ویلایی است. به‌طورکلی میزان حساسیت

در منطقه هدف پژوهش امتیاز شاخص تازه‌واردان نشان از ظرفیت مدارا "بسیار بالا" است که نشان‌دهنده عدم وجود واحد مسکونی استیجاری و مهاجرت طی سال‌های اخیر و عدم وجود خانه‌های غیرمعمول است. بدین ترتیب اکثر افراد در جامعه هدف، افرادی هستند که نسبت به همدیگر و نیز نسبت به منطقه آشنایی دارند و در سوانح محیطی از این نظر کم‌تر دچار آسیب می‌شوند.

میزان ظرفیت مدارا و سازگاری در ارزیابی متغیر همبستگی اقتصادی "متوسط" می‌باشد. با توجه به این که عمده ساکنان برای کار به خارج از منطقه سفر می‌کنند برای منطقه متأثر از سیل میزان ظرفیت مدارا و سازگاری در سطح "بسیار زیاد" قرار دارد ولی به دلیل نداشتن تجارت کالا و خدمات در منطقه ظرفیت مدارا و سازگاری آن‌ها "بسیار کم" است. در مجموع از نظر متغیر همبستگی اقتصادی میزان آسیب‌پذیری جامعه هدف "زیاد آسیب‌پذیر" می‌باشد که با نتایج جمال (۲۰۲۰) مطابقت دارد (۱۸).

بعد خانوار در روستای سیدکلاته چهار است و خانواده‌های تک‌والدین در روستا وجود ندارد و درصد خانواده‌ها با اندازه بیش‌تر (بیش از چهار نفر) در جامعه هدف نیز ۳۳/۳ درصد می‌باشد. ظرفیت مدارا در متغیر ساختار خانواده در سطح "زیاد" قرار دارد. بدین ترتیب از نظر ساختار خانواده به‌عنوان گروه "کمی آسیب‌پذیر" شناخته می‌شوند. در خانواده‌های تک‌والدین میزان وابستگی والدین به فرزند بیش‌تر است و از طرفی با زیاد شدن تعداد افراد خانواده هم علاوه بر افزایش وابستگی، اغلب مخارج مصرفی افزایش می‌یابد و میزان پس‌انداز کم‌تر می‌شود و به‌طورکلی ساختار خانواده بر انتخاب راهبردهای تخفیف سوانح سیل تأثیر می‌گذارد که با نتایج احمدشاه و همکاران، ۲۰۱۷ هم‌سو می‌باشد (۱۶).

طبیعی به شمار می‌روند (۱۹)؛ ازاین‌رو متغیر نسبت افراد ناتوان در منطقه هدف موردبررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که ظرفیت مدارا و سازگاری جامعه هدف از نظر متغیر مذکور در سطح "بسیار زیاد" قرار دارد و آسیب‌پذیر نمی‌باشند که با نتایج پژوهش ونگ و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت دارد (۱۵).

غالب فعالیت‌های اقتصادی خانوارها در گروه خدمات و کشاورزی قرار دارد و متوسط درآمد آن‌ها حدود ۵۴/۰۰۰/۰۰۰ ریال می‌باشد. وضعیت درآمد جوامع هدف زمانی نگران‌کننده است که از این میزان کم‌تر باشد زیرا افراد کم‌درآمد بیش‌ترین تأثیر را از سوانح طبیعی می‌بینند. خانوارها با میزان درآمد کم‌تر، دسترسی کم‌تری به دارایی‌های طبیعی و تولیدی دارند و ازاین‌رو بیش‌تر در معرض سوانح طبیعی چون سیل قرار دارند (۲۱). سطح متغیر درآمد در ظرفیت مدارا و سازگاری به ترتیب در جامعه هدف "زیاد و متوسط" است، بدین ترتیب میزان آسیب‌پذیری در متغیر مذکور نسبت به سانحه سیل در حد "کمی آسیب‌پذیر" و "زیاد آسیب‌پذیر" قرار دارند. بنابراین از نظر میزان آسیب‌پذیری در شرایط قبل از وقوع سیل در وضعیت نامناسب و نگران‌کننده به سر می‌برند و بررسی‌ها نشان می‌دهد علت آن وضعیت نامناسب استحکام منازل در منطقه هدف است.

تنوع اقتصادی یک راهبرد مهم در برابر تنش‌های خارجی و تضمین پایداری درآمد خانوار است (۳۰) به همین دلیل متغیر تنوع اقتصادی در جامعه هدف موردبررسی قرار گرفت که شاخص‌های موردبررسی (ظرفیت مدارا و سازگاری) میزان آن را در حد "متوسط" نشان دادند. اتکا به یک منبع درآمدی منجر به آسیب‌پذیر شدن آن‌ها در برابر سوانح طبیعی چون سیل می‌گردد، بنابراین تنوع منابع درآمدی به‌عنوان گام مهم در ارتقاء ظرفیت مدارا و سازگاری مورد تأکید می‌تواند باشد که با نتایج شهرکی و همکاران، ۱۴۰۰ هم‌سو است (۲۰).

می‌شود و به‌عنوان مهم‌ترین و مؤثرترین راهکار به‌ویژه در کشورهای توسعه‌یافته استفاده می‌شود. میزان متغیر توزیع ریسک سیل در منطقه هدف بیانگر سطح "متوسط" دو ظرفیت مدارا و سازگاری است تا حدودی نوعی شیوه آمادگی برای مواجهه به سیل محسوب می‌شود و موجب کاهش بار مالی بعد از وقوع سیل نیز می‌شود. اما با توجه به جبران خسارت توسط بیمه‌گذاران و نحوه پرداخت آن‌ها منطقه هدف از این نظر "زیاد آسیب‌پذیر" می‌باشند.

در منطقه موردنظر پژوهش، گروه سنی زیر ۵ سال در جمعیت متأثر از سیل وجود ندارد و جمعیت افراد بالای ۶۵ سال نیز ۸/۳ درصد است و این دو گروه به‌عنوان گروه‌های آسیب‌پذیری ناشی از سیل در نظر گرفته می‌شود، چراکه افراد زیر ۵ سال توان و تجربه کافی و افراد بالای ۶۵ سال توان کافی برای مواجهه و مدارا با رخداد احتمالی سیل را ندارند (۱۶) و در گروه افراد وابسته قرار می‌گیرند (۳۲). از این رو در منطقه هدف از نظر متغیر سن در طبقه "کم‌آسیب‌پذیر" قرار می‌گیرد.

زنان به دلیل هنجارهای اجتماعی و فرهنگی مرتبط با جنسیت در برابر سانحه آسیب‌پذیرتر هستند (۳۳) در پژوهش حاضر ظرفیت مدارا متغیر جنسیت در سطح "زیاد" قرار دارد، بنابراین در منطقه هدف این قشر کم‌تر تحت تأثیر آسیب‌های ناشی از سیل خواهند بود. از طرفی نابرابری اجتماعی در منطقه هدف نیز در سطح "متوسط" قرار دارد که بر ظرفیت مدارا و سازگاری جامعه هدف مؤثر است، این بدین معنی است که میزان دسترسی افراد جامعه هدف از فرصت‌های اقتصادی، اجتماعی و رفاهی به‌صورت برابر در حد "متوسط" قرار دارد (۵) ولی میزان آسیب‌پذیری جامعه هدف "زیاد" است.

براساس اطلاعات جمع‌آوری‌شده و مصاحبه حضوری مشخص شد که جوامع محلی واقع در

ارزیابی امنیت شبکه در منطقه هدف نیز بر کیفیت روابط درون جامعه، جمعیت منزوی و ارتباط با بخش‌های حمایتی جامعه دلالت دارد که نشان از میزان "متوسط" ظرفیت مدارا جامعه هدف، در شاخص مذکور است که کیفیت مناسب روابط درون جامعه و پایین بودن جمعیت منزوی و نداشتن ارتباط با بخش‌های حمایتی جامعه (بهبودی) را نشان می‌دهد که میزان آسیب‌پذیری در متغیر مذکور "زیاد آسیب‌پذیر" می‌باشد که اجرای اقدامات مقتضی برای کاهش آسیب‌پذیری به‌منظور تأمین امنیت شبکه ضرورت دارد.

باتوجه به این‌که عمدتاً حوادث و سوانح طبیعی قابل‌پیشگیری نیستند، بنابراین باید با افزایش آمادگی سیستم بهداشتی-درمانی به‌ویژه بیمارستان‌ها، میزان مرگ‌ومیر و صدمات ناشی از آن‌ها را کاهش داد. آمادگی متداول به‌صورت داشتن برنامه، امکانات و کارکنان آموزش‌دیده و بامهارت در محل به‌منظور ارائه پاسخ مؤثر در زمان مناسب است (۳۱). بدین‌منظور متغیر حکمرانی ریسک در منطقه هدف موردبررسی قرار گرفت که سطح ظرفیت مدارا و سازگاری "کم" به دست آمد و منطقه هدف از نظر متغیر حکمرانی ریسک در طبقه "بسیار آسیب‌پذیر" قرار دارد.

اعتماد به‌عنوان یکی از سرمایه‌های اجتماعی در کاستن آسیب‌پذیری روستایی و افزایش ظرفیت مدارا نقش قابل‌توجهی دارد (۱۹). بررسی‌ها نشان می‌دهد میزان ظرفیت مدارا از نظر متغیر اعتماد در منطقه هدف در سطح "بسیار زیاد" است که منافع قابل‌توجهی چون کاهش اثرات و تبعات سانحه و پاسخ مناسب آن را برای مدیران و مردم را به دنبال دارد و جامعه هدف از نظر متغیر مذکور آسیب‌پذیر نیست.

در مدیریت سوانح طبیعی چون سیل، بیمه به‌عنوان نهاد توزیع‌کننده ریسک بین بیمه‌گذاران شناخته

می‌دهد (۱۶) و از سوی دیگر نیز ضمن در نظر گرفتن مصالح مناسب با ارتفاع مناسب از زمین موجب کاهش حساسیت ساختمان و افزایش سازگاری با سیل می‌شوند. میزان متغیر تحصیلات در جامعه هدف در سطح سازگاری "زیاد" قرار دارد و از این نظر آن‌ها از توانایی مناسبی برای مواجهه با سیل برخوردار هستند بنابراین میزان آسیب‌پذیری آن‌ها "کم" می‌باشد.

میزان ظرفیت سازگاری از نظر متغیر اشتغال در منطقه هدف از سطح "کم" برخوردار است. بیکاری یکی از شروط آسیب‌پذیری جامعه است از طرفی نرخ بیکاری به دلیل اثرات آن بر میزان درآمد با آسیب‌پذیری اشخاص مرتبط است و احتمالاً برخوردار از کیفیت خوب و مناسب برای مناطق مسکونی و نیز استفاده از خدمات بیمه‌ای نیز تحت‌الشعاع قرار می‌دهد و موجب محروم شدن جوامع محلی از آن‌ها می‌گردد (۳۵).

در نهایت نقشه آسیب‌پذیری نقش مهمی در ارزیابی ریسک سیل دارد و شامل نقشه حساسیت ساختمان‌های واقع در پهنه سیل و مولفه‌های اجتماعی شامل ظرفیت مدارا و سازگاری می‌باشد (۳۶). مقادیر ضریب وزنی مؤلفه‌های آسیب‌پذیری بر اساس روش دلفی نشان می‌دهد که از نظر مصاحبه‌شوندگان به ترتیب حساسیت ساختمان و ظرفیت سازگاری و مدارا بیشترین نقش را در کاهش میزان آسیب‌پذیری در منطقه هدف مورد پژوهش را به خود اختصاص می‌دهند که با نتایج مانیا و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت ندارد (۱۲). مقادیر نرمال شده ظرفیت مدارا و ظرفیت سازگاری اعمال اقدامات اصلاحی نسبت به شرایط موجود وضعیت بهتری را نشان می‌دهد. هم‌چنین مقدار نرمال‌سازی شده آسیب‌پذیری منطقه هدف در شرایط وضع موجود (سناریوی یک)، ۰/۵ می‌باشد که در طبقه "زیاد آسیب‌پذیر" قرار دارد و با اجرای اقدامات اصلاحی به صورت ترکیبی (سناریوی هشت

منطقه هدف از درک "خیلی زیاد" از سیل برخوردار هستند و این موضوع منجر می‌شود تا افراد در مواجهه با تهدیدات و سوانح سیل رفتار مناسبی داشته باشند، میزان و نحوه درک مخاطره سیل موجب اتخاذ تصمیمات مطلوب‌تر برای پیشگیری از مخاطره و آمادگی در راستای انجام رفتارهای پیشگیرانه برای مقابله با سوانح طبیعی می‌شود (۳۴).

سامانه‌های هشدار زودهنگام سیل می‌تواند یک گزینه نجات‌دهنده برای خانواده‌ها و جوامعی ساکن در حاشیه رودخانه باشد، به طوری که از این طریق زمان کافی برای انجام اقدامات احتیاطی برای محافظت از خود و زندگی خود در برابر مخاطرات سیل را داشته باشند (۱۶). در محدوده مورد پژوهش سیستم هشدار اولیه سیل وجود ندارد و عمده هشدار و اطلاعیه‌ها محدود به پیش‌بینی سازمان هواشناسی استان است که در سه سطح زرد، نارنجی و قرمز پیش‌بینی‌های خود را به دستگاه‌های اجرایی مختلف مرتبط ارائه می‌نماید. این مهم از طریق رسانه‌ها و بخش‌داری و دهیاری‌ها نیز به اطلاع عموم از جمله جوامع محلی هدف می‌رسد. میزان ظرفیت مدارا و سازگاری متغیر مذکور در منطقه هدف "بسیار کم" است، بنابراین از نظر متغیر مورد بررسی بسیار "زیاد آسیب‌پذیر" خواهند بود. این در حالی است که وجود سیستم هشدار سیل در یک منطقه علاوه بر کمک به مردم محلی در خصوص تخلیه از منطقه و رفتن به نقاط امن، به مقامات محلی برای تخلیه منطقه متأثر از سیل و انتقال جوامع به مناطق ایمن و آماده‌سازی بیمارستان‌ها و ارگان‌های مرتبط کمک شایانی می‌نماید (۳۰). بنابراین منطقه هدف از این نظر محروم می‌باشند.

تحصیلات نقش مهمی در سازگاری مردم با سیل دارد، به طوری که داشتن سطح تحصیلات بالاتر توانایی آن‌ها را در درک و تفسیر از سازگاری را افزایش

برنامه‌ریزی‌های فنی و مالی در حوزه مدیریت سیلاب و مدیریت بحران (به‌ویژه رخداد سیل) لحاظ نمی‌شود. همچنین نقشه آسیب‌پذیری سیل در منطقه هدف فرصتی را برای داشتن دیدگاه کلی برای سیاست‌گذاران، تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان در مناطق مذکور فراهم می‌نماید تا آن‌ها بتوانند راهبردهای مناسب و ممکن را برای منطقه فراهم سازند.

نتیجه‌گیری کلی

آسیب‌پذیری یکی از مؤلفه‌های ریسک سیل است که از طریق شاخص‌های فیزیکی، اجتماعی، رفتاری و ساختاری قابلیت کمی شدن دارد. براساس نتایج ارائه‌شده در وضع موجود، میزان آسیب‌پذیری سیل در منطقه هدف "زیاد آسیب‌پذیر" تعیین شد و بر این اساس سناریوهای اصلاحی به‌عنوان اقدامات قابل‌اعتماد و جایگزین مورداستفاده قرار گرفت، سناریوهای مذکور از نوع اقدامات مدیریتی غیرسازه‌ای به شمار می‌روند که اثرات آن‌ها به‌صورت جداگانه و ترکیبی در میزان آسیب‌پذیری موردبررسی قرار گرفت که نتایج آن بیانگر کاهش میزان آسیب‌پذیری و بهتر شدن شرایط منطقه مورد مطالعه دارد.

این مطالعه به جنبه‌های مختلف آسیب‌پذیری اشاره دارد، زیرا ارزیابی اقتصادی و مهندسی آسیب در هر سانحه با ارزیابی اثرات اجتماعی و ارزیابی ظرفیت‌های سازگاری و مدارا مردم، خانوارها و جوامع عجین هستند و نمی‌توان آن‌ها را نادیده گرفت. با بررسی مسائل و مشکلات موجود، ترکیب دیدگاه‌های مختلف آسیب‌پذیری فیزیکی، ساختاری، رفتاری و اجتماعی احتمالاً به درک بهتر مردم، سیاست‌گذاران، تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان در مورد آسیب‌پذیری‌ها می‌توان دست یافت و ظرفیت‌های آن‌ها به‌منظور اخذ و توسعه راهبردهای محلی مناسب در برابر سیل مورد تأیید است.

شامل متغیر ظرفیت هشدار زودهنگام، متغیر حکمرانی ریسک و متغیر توزیع ریسک) میزان آسیب‌پذیری به "کمی آسیب‌پذیر" کاهش می‌یابد (شکل ۴ ب) که نشان از بهبود شرایط منطقه هدف از نظر میزان آسیب‌پذیری می‌باشد. بدین ترتیب اجرای اقدامات پیشنهادی تأثیر مطلوب در میزان کاهش آسیب‌پذیری در منطقه هدف را دارد. نتایج پژوهش بر این موضوع تأکید می‌نماید که بررسی هر سانحه چون سیل محدود به مخاطره و پهنه سیل نمی‌شود بلکه در نظر گرفتن ابعاد اجتماعی، ساختاری و رفتاری فرد و جامعه و نیز وضعیت و شرایط محیط نیز ضروری می‌باشد و تعیین میزان آسیب‌پذیری و تهیه نقشه آن میزان آمادگی، پایداری و تاب‌آوری جامعه نسبت به سانحه را یادآوری می‌نماید. همچنین بررسی آسیب‌پذیری در سطح محلی نشان می‌دهد که جامعه محلی بر اساس میزان اطلاعات و توانایی‌های خود بر توسعه و اجرای راهبردهای مناسب به پیامدهای تغییر اقلیم چون سیل اثرگذار است (۱۰). نتایج پژوهش حاضر علاوه بر کمک به درک بهتر پدیده سیل و پیامدهای بالقوه آن توسط مردم و مسئولین، موجب تسهیل در اولویت‌بندی اقدامات متناسب با شرایط منطقه به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری از طریق افزایش ظرفیت سازگاری و مدارا می‌گردد، چرا که میزان اثربخشی اقدامات پیشنهادی چون ایجاد سامانه هشدار زودهنگام، بهبود حکمرانی ریسک و توزیع ریسک بر کاهش آسیب‌پذیری و به‌تبع آن کاهش میزان خسارات جانی و مالی مشخص شده است که خود گام مهمی در راستای مدیریت ریسک محور- سیل در مقیاس‌های مختلف مکانی به‌شمار می‌رود. همچنین نتایج این مطالعه ضرورت ارزیابی آسیب‌پذیری و اتخاذ سیاست‌های خاص در مقیاس محلی (روستای سیدکلاته شهرستان رامیان) را نشان می‌دهد. این در حالی است که این موضوع به‌طور معمول در

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله نویسندگان مقاله، از دانشگاه لرستان بابت حمایت مالی صورت گرفته کمال تشکر و سپاسگزاری را دارد. این پژوهش در قالب رساله دکتری در دانشگاه لرستان صورت گرفته است. از ساکنان روستاهای منطقه مورد مطالعه به خاطر همکاری در این پژوهش سپاسگزاریم. از داوران محترم مقاله حاضر بابت نظرات و پیشنهادهای سازنده آن‌ها صمیمانه قدردانی به عمل می‌آید.

داده‌ها و اطلاعات و دسترسی

داده‌ها و اطلاعات این مقاله از رساله دانشجوی دکتری رشته مهندسی آب‌خیزداری دانشگاه لرستان نویسنده اول است که در سال ۱۳۹۳-۱۴۰۲ در حوزه آب‌خیز قره‌چای شهرستان رامیان واقع در استان گلستان انجام شده استخراج شده است. داده‌های این پژوهش با مکاتبه با نویسنده مسئول قابل دسترسی می‌باشند.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

مشارکت نویسندگان

در این پژوهش مشارکت دانشجو (نویسنده اول) شامل بازدیدهای میدانی، داده‌برداری، جمع‌آوری داده‌ها، مدل‌سازی، انجام محاسبات، نوشتن متن رساله، تهیه نقشه، مشارکت استاد راهنما (نویسنده مسئول مقاله) شامل راهنمایی تمام بخش‌های پژوهش و تفسیر نتایج، نگارش نسخه اولیه و ویرایش متن بوده است. مشارکت استاد راهنمای دوم اول و مشاور دوم (حسین زینی‌وند و مهدی کاهه) شامل کمک به مدل‌سازی و مشارکت مشاور اول (امیر سعدالدین) شامل راهنمایی تمام بخش‌های پژوهش، مشارکت در آنالیزها و تفسیر نتایج رساله بوده است.

چارچوب دانش‌محور برای توسعه فرهنگ پیشگیری از سیل (KULTURisk) ابزار جامع ریسک سیل محسوب می‌شود که اطلاعات حاصل از پیش‌بینی قطعی و احتمالی سیل (سانحه) را با جنبه‌های فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی آسیب‌پذیری و عناصر در معرض ادغام می‌نماید و به فرد اجازه می‌دهد که مناطق و اهداف در معرض ریسک را شناسایی و اولویت‌بندی و مزایای سناریوهای مختلف پیشگیری را ارزیابی نماید. با این حال، آن‌قدر انعطاف‌پذیر است که در سطوح مختلف فضایی (از مقیاس خرد تا کلان) براساس اهداف ارزیابی، گستره جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و سطح جزئیات مجموعه داده‌های ورودی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

براساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان برنامه‌ها و اقدامات مناسبی را برای افزایش ظرفیت، تشویق و تقویت جوامع محلی در ساماندهی آن‌ها در قبل، حین و بعد از وقوع سانحه سیل اتخاذ نمود. نقشه‌های حاصل نیز کمک مؤثری برای جهت‌دهی منابع بعد از شناسایی راهبردهای مناسب و امیدوارکننده خواهند نمود. همچنین ارتباط مؤثر راهبردها و برنامه‌های مدیریت ریسک سیل و برنامه‌ها در سطح خانوارهای منطقه هدف می‌تواند آمادگی لازم در برابر سانحه را در آن جوامع که مستعد سیل هستند را تضمین نمایند. روش مورد استفاده در پژوهش حاضر براساس شرایط حاکم در منطقه قابلیت استفاده را دارد و نتایج آن‌ها به مدیران سوانح طبیعی، تصمیم‌گیرندگان و مدیران در سطوح مختلف کمک می‌کند تا آسیب‌پذیری مکانی سیل را تعیین کنند تا طرح‌ها و راهبردهای مناسب به منظور کاهش ریسک سیل در منطقه هدف ایجاد کنند.

اصول اخلاقی

همه نویسندگان این مقاله اصول اخلاقی در انجام و انتشار پژوهش را مد نظر قرار داده‌اند.

حمایت مالی

این پژوهش در قالب رساله دکتری دانشگاه لرستان و با حمایت مالی این دانشگاه و اعتبار پژوهانه استاد راهنما (نویسنده مسئول) صورت گرفته است.

منابع

- Ramli, M. W. W., Alias, N. E., Yusop, Z., & Taib, S. M. (2019). Disaster risk index: a review of local scale concept and methodologies. The 7th AUN/SEED-Net Regional Conference on Natural Disaster (RCND 2019). 12.
- Jamshidi, O., Asadi, A., Kalantari, Kh., Azadi, H., & Scheffran, J. (2019). Vulnerability to climate change of smallholder farmers in the Hamadan province, Iran. *Climate Risk Management*, 23, 146-159.
- Vink, K. (2014). Vulnerable people and flood risk management policies. Ph.D. in Disaster Management. International Centre for Water Hazard and Risk Management (ICHARM), Tsukuba University, Japan: 194.
- Cian, F., Giupponi, C., & Marconcini, M. (2021). Integration of earth observation and census data for mapping a multi-temporal flood vulnerability index: a case study on Northeast Italy. *Natural Hazards J.* 106, 2163-2184.
- Prevention Web of United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2022). 1-14. (Available online: <https://www.preventionweb.net/understanding-disaster-risk/risk-drivers/poverty-inequality>)
- Gain, A. K., Mojtahed, V., Biscaro, C., Balbi, S., & Giupponi, C. (2015). An integrated approach of flood risk assessment in the eastern part of Dhaka City, *J. Natural Hazards*. 79 (3), 1499-1530.
- Giupponi, C., Mojtahed, V., Gain, A. K., Biscaro, C., & Balbi, S. (2015). Integrated risk assessment of water-related disasters (Chapter 6). P 163-200, In: F. J. Shroder, P. Paron and G. D. Baldassarre, (eds), *Hydro-Meteorological Hazards, Risks, and Disasters*, Elsevier Inc.
- Guha-Sapir, D., Hoyois, Ph., & Below, R. (2016). Annual disaster statistical review 2015: The numbers and trends. Brussels: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED): 59 p.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. Cambridge and New York: Cambridge University Press: 594.
- Balica, S. F., Dinh, Q., & Popescu, I. (2015). Vulnerability and exposure in developed and developing countries: large-scale assessments (Chapter 5). P 125-162, In: F. J. Shroder, P. Paron and G. D. Baldassarre, (eds), *Hydro-Meteorological Hazards, Risks, and Disasters*, Elsevier Inc.
- Varis, O., Kumm, M., Lehr, Ch., & Shen, D. (2014). China's stressed waters: societal and environmental vulnerability in China's internal and transboundary river systems. *Applied Geography*. 53, 105-116.
- Munyai, R. B., Musyoki, A., & Nethengwe, N. (2019). An assessment of flood vulnerability and adaptation: A case study of Hamutsha-Muongamunwe village, Makhado municipality. *Jamba J.* 11 (2), 1-8.
- Balashbaneh, A. T., Abidin, A. R. Z., Ramli, M. Z., Khaleghi, S. J., & Marsono, A. K. (2014). Vulnerability assessment of building material against river flood water: case study in Malaysia. 2nd International Conference on Civil and Environmental Engineering. 476, 1-9.
- Fatemi, Md. N., Okyere, S. A., Kofi Diko, S., Kita, M., Shimoda, M., & Matsubara, Sh. (2022). Physical Vulnerability and Local Responses to

- Flood Damage in Peri-Urban Areas of Dhaka, Bangladesh. *Sustainability*. 12 (10), 1-23.
15. Wang, Zh., Huang, J., Wang, H., Kang, J., & Cao, W. (2020). Analysis of flood evacuation process in vulnerable community with mutual aid mechanism: An Agent-Based Simulation Framework. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 17 (560), 1-21.
 16. Ahmad Shah, A. Ye, J., Abid, M., & Ullah, R. (2017). Determinants of flood risk mitigation strategies at household level: a case of Khyber Pakhtunkhwa (KP) province, Pakistan. *Nat. Hazards J*. 88, 415-430.
 17. Safari, A., Sasanpour, F., & Mosavand, J. (2010). Vulnerability assessment of urban areas against flood risk using fuzzy logic and GIS. Case study: the 3rd district of Tehran, *Journal of Applied researches in Geographical Sciences*. 20, 129-150. [In Persian]
 18. Jamal, Sh. (2019). Assessing vulnerability of local communities for flood events (Case study: Downstream of the Khormarood River, Golestan Province, Iran). A thesis submitted for the degree of M.Sc. in Watershed Management, Faculty of Range and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 132. [In Persian]
 19. Esmaeili Alavijeh, E., Karimi, S., & Alavipoor, F. (2020). Vulnerability assessment in urban areas against flood with Fuzzy Logic (case study: Tehran District 22). *Env. Sci. Tech J*. 22 (3), 349-361.
 20. Shahraki, M. R., Abedi Sarvestani, A., & Lotfi, Abodlrahim. (2022). Livelihood vulnerability of villagers to climate change: the case of Oghan Watershed in Golestan Province. *Journal of Watershed Engineering and Management*. 14 (1), 89-101.
 21. Sadeghloo, T., & Sojasi Qeidari, H. (2015). Flood hazard management strategies in rural area by SWOC-TOPSIS technique (Case study: Ghare – chai river basin of Ramyan province). *Journal of Geography and Environmental Hazards, Ferdowsi University of Mashhad*. 3 (4), 105-128. [In Persian]
 22. Yazarloo, B., Zakeri Nia, M., & Abdolhoseini, M. (2015). The prediction of heavy precipitation regarding the impacts of 21th century climate changes in selected stations Golestan province, *Journal of Water and Soil Conservation*. 22 (3), 137-150. [In Persian]
 23. Flood report 98 of Goleatan province. (2020). General Directorate Natural Resources and Watershed Management of Golestan Province. 42 p.
 24. General Directorate Natural Resources and Watershed Management of Golestan Province. (2009). Hydrology report of Gharechai watershed. Sham Consulting Engineering Company. 28 p.
 25. Giupponi, C., Giove, S., & Giannini, V. (2013). A dynamic assessment tool for exploring and communicating vulnerability to floods and climate change. *Environmental Modelling and Software*, 44, 136-147.
 26. Sullivan, C. A. (2011). Quantifying water vulnerability: a multi-dimensional approach. *Stoch. Env. Res. Risk Assess*. 25, 627-640.
 27. Bai, M., Tahmasbipour, N., Zainivand, H., Sadoddin, A., & Kahe, M. (2022). Investigating the two-dimensional HEC-RAS model capability for flood risk mapping in Qarachai River in Ramian, Golestan Province. *Journal of Geography and Environmental Hazards, Ferdowsi University of Mashhad*, 18. (Available online: https://geoeh.um.ac.ir/article_42356.html). [In Persian]
 28. Parhizkar, A., & Ghafari Gilandeh, A. (2011). GIS and Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA). Second Edition, Tehran: Publisher SAMT. 59. (In Persian)
 29. Heathcote, I. W. (1998). Integrated Watershed Management (IWM). John Wiley and Sons, Inc. 414 p.
 30. Ludena, C., Yoon, S. W., Sánchez-Aragón, L., Miller, S., & Yu, B. (2015). Vulnerability indicators of adaptation to climate change and policy implications for investment projects. *Inter-American Development Bank*. 49.

31. Khanke, H., & Masoumi, Gh. (2017). National guidelines for hospital risk management based on accreditation indicators. *Ministry of Health and Medical Education*. 375. [In Persian]
32. Lee, S., Okazumi, T., Kwak, Y., & Takeuchi, K. (2015). Vulnerability proxy selection and risk calculation formula for global flood risk assessment: a preliminary study. *Water Policy*. 17, 8-25.
33. Naz, F., & Saqib, Sh. (2021). Gender-based differences in flood vulnerability among men and women in the char farming households of Bangladesh. *Natural Hazards*. 106 (1), 1-23.
34. Gaillard, J. C. (2008). Alternative paradigms of volcanic risk perception: The Case of Mt. Pinatubo in the Philippines. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 172, 315-328.
35. Fernandez, P. Mourato, S. & Moreira, M. 2016. Social vulnerability assessment of flood risk using GIS-based Multicriteria decision analysis. A case study of Vila Nova de Gaia (Portugal). *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 7 (4), 1367-1389.
36. Moreira, L. L., Madruga, de Brito, M., & Kobiyama, M. (2021). Review article: a systematic review and future prospects of flood vulnerability indices. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 21, 1513-1530.