



## **An assessment of rural household vulnerability to floods: The case of Tajan watershed**

**Seyedeh Masoumeh Khasti<sup>1</sup> | Fatemeh Shafiee<sup>2</sup> | Ramin Fazloulou<sup>3</sup> | Marzieh Keshavarz<sup>4</sup>**

1. Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Crop Sciences, Sari University of Agriculture and Natural Resources, Sari, Iran. E-mail: [masoumehkhasti1375@gmail.com](mailto:masoumehkhasti1375@gmail.com)
2. Corresponding Author, Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Crop Sciences, Sari University of Agriculture and Natural Resources, Sari, Iran. E-mail: [f.shafiee@ut.ac.ir](mailto:f.shafiee@ut.ac.ir)
3. Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari University of Agriculture and Natural Resources, Sari, Iran. E-mail: [r.fazloulou@saru.ac.ir](mailto:r.fazloulou@saru.ac.ir)
4. Department of Agricultural Extension and Education, Agricultural College, University College of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: [keshavarzmarzieh@ut.ac.ir](mailto:keshavarzmarzieh@ut.ac.ir)

---

### **Article Info**

**Article type:** Research Article

**Article history:**

**Received:** June. 11, 2024

**Revised:** July. 14, 2024

**Accepted:** July. 21, 2024

**Published online:** Oct. 2024

**Keywords:**

Adaptive Capacity,  
Exposure,  
Flood,  
Sensitivity,  
Vulnerability.

---

### **ABSTRACT**

In flood risk management, understanding the vulnerability of local communities to floods is imperative. Therefore, the purpose of this study was to investigate the flood vulnerability of rural households living in the Tajan watershed, Mazandaran province. The statistical population of the research was the rural households of the Tajan watershed (N= 44014), and the required data were collected through 257 questionnaires, which were distributed among the sample group. The subjects were selected using a multi-stage stratified sampling method. The rural households' vulnerability was measured based on three components: exposure, sensitivity, and adaptive capacity. Using cluster analysis, rural households were classified into three groups with low, moderate, and high flood vulnerability. Also, the results revealed a significant difference between the three vulnerability groups in terms of exposure and sensitivity indicators. Also, the physical, financial, and natural capitals of the high flood vulnerable group were significantly lower than the other two groups. Furthermore, the results of the analysis of variance indicated that the vulnerability of the rural households located in the east of the Tajen watershed was significantly higher than that of other residents. Finally, some policy implications and operational strategies have been presented to reduce the vulnerability of rural households to floods.

---

Cite this article: Khasti, S. M., Shafiee, F., Fazloulou, R., & Kesavarz, M. (2024) An assessment of rural household vulnerability to floods: The case of Tajan watershed, *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 55 (8), 1359-1376. <https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.377905.669729>

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.377905.669729>





## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction

Flood is one of the natural hazards that is influenced by climatic and anthropogenic factors. Due to their deep connection with the environment and agricultural activities, rural communities are more influenced by flood hazards than other groups. Thus, investigating flood vulnerability is one of the major challenges of crisis and risk management agendas.

### Purpose

The purpose of this study was to assess the vulnerability of rural households living in the Tajan watershed to floods.

### Research method

The data required for this descriptive-analytical research was gathered through a survey. The statistical population of the research was the rural households of the Tajan watershed (N= 44014), and the sample size was determined using the formula provided by the Australian Statistics Center (n= 264). Eventually, 264 questionnaires were distributed among the sample group, of which 257 were returned. The rural households were selected using a multi-stage stratified sampling method. A structured questionnaire was designed to collect primary data from the targeted households. The IPCC framework was utilized for assessing vulnerability. Based on the IPCC definition, vulnerability consists of exposure, sensitivity, and adaptive capacity. The content validity was confirmed by a group of experts in the fields of agricultural extension, education, and rural development. Also, a pilot study was conducted to ensure the reliability of the research instrument.

### Results

The findings indicated that rural households can be classified into three groups with low, moderate, and high vulnerability to floods. Also, the results showed that there was a significant difference between the vulnerable groups in terms of exposure and sensitivity indicators. Also, the physical, financial, and natural capitals of the low and moderate vulnerability groups were significantly higher than those of the high vulnerable households. Additionally, the analysis of variance revealed that the level of vulnerability of the rural households located in the east of the Tajan watershed was higher than in other regions.

### Conclusion

Since early warning has a significant influence on the mitigation of vulnerability to floods, the Iran Meteorological Organization should play a more influential role in the dissemination of weather forecasts. Also, to reduce the sensitivity to floods, building resistant houses, observing the proper distance of the farms and houses from the river, applying proper construction materials, paying more attention to the geographical characteristics of the region, and applying specific technical strategies for managing agricultural activities are recommended. According to the findings, there was a significant difference in the physical, financial, and natural capitals of low and moderately vulnerable groups in comparison with high vulnerable households. Therefore, to increase the adaptive capacity of rural households, watershed management, and water, soil, and biological protection, providing a flood hazards map using the flood data bank of the province are suggested. The research findings can assist policymakers and executives in developing adaptive strategies and enhancing the effectiveness of flood management interventions in flood-prone areas.

### Author Contributions

“Conceptualization, F.S. and M.K.; methodology, S.M.K. and F.S.; software, S.M.K.; validation, F.S., R.F. and M.K.; formal analysis, F.S. and M.K.; investigation, S.M.K. and F.S.; resources, S.M.K.; data curation, F.S. and M.K.; writing—original draft preparation, S.M.K. and F.S.; writing—review and editing, F.S., R.F. and M.K.; visualization, S.M.K.; supervision, F.S.. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.”

### Data Availability Statement

The datasets generated during and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author upon reasonable request.

### Acknowledgements

The paper has extracted from the Ms.c thesis of the first author in Department of Agricultural Extension & Education, Faculty of Crop Sciences, Sari University of Agriculture and Natural Resource.

### Ethical considerations

The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

## ارزیابی آسیب پذیری خانوارهای روستایی حوضه آبخیز تجن در برابر سیلاب

سیده معصومه خواستی<sup>۱</sup> | فاطمه شفیعی<sup>۲</sup> | رامین فضل اولی<sup>۳</sup> | مرضیه کشاورز<sup>۴</sup>

۱. گروه ترویج و آموزش کشاورزی دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: [masoumehkhasti1375@gmail.com](mailto:masoumehkhasti1375@gmail.com)
۲. نویسنده مسئول، گروه ترویج و آموزش کشاورزی دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: [f.shafiee@sanru.ac.ir](mailto:f.shafiee@sanru.ac.ir)
۳. گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: [r.fazloula@ut.ac.ir](mailto:r.fazloula@ut.ac.ir)
۴. گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: [keshavarzmarzieh@ut.ac.ir](mailto:keshavarzmarzieh@ut.ac.ir)

## اطلاعات مقاله

## چکیده

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۲۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۴/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۴/۳۱

تاریخ انتشار: آبان ۱۴۰۳

## واژه‌های کلیدی:

آسیب‌پذیری،

مواجهه،

حساسیت،

سیل،

ظرفیت سازگاری.

در مدیریت خطر سیل، شناخت و آگاهی از آسیب‌پذیری جوامع محلی از اهمیت بسزایی برخوردار است. بنابراین هدف تحقیق حاضر، ارزیابی آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی ساکن در حوضه آبخیز تجن (استان مازندران) در برابر سیلاب بود. جامعه آماری این مطالعه، ۴۴۰۱۴ خانوار روستایی حوضه آبخیز تجن بود و اطلاعات مورد نیاز پژوهش از ۲۵۷ خانوار جمع‌آوری شد. آزمودنی‌ها به روش نمونه‌گیری طبقه‌ای چند مرحله‌ای انتخاب شدند. به منظور ارزیابی آسیب‌پذیری؛ سه مؤلفه میزان مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری مورد سنجش قرار گرفت. بر اساس تحلیل خوشه‌ای، خانوارهای روستایی مورد مطالعه در سه گروه دارای آسیب‌پذیری کم، متوسط و شدید قرار گرفتند. از نظر شاخص‌های میزان مواجهه و حساسیت تفاوت معنی‌داری بین سه گروه مذکور وجود داشت اما از نظر ظرفیت سازگاری تنها از بعد سرمایه‌های فیزیکی، مالی و طبیعی میان گروه دارای آسیب‌پذیری شدید با سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. به علاوه، نتایج تحلیل واریانس نشان داد که میزان آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی ساکن در شرق حوضه آبخیز تجن بیشتر از ساکنان سایر نواحی بود. در نهایت برخی پیشنهادها و راهبردهای عملیاتی برای کاهش آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی منطقه مورد مطالعه از سیل ارائه شده است.

استناد: معصومه خواستی؛ سیده، شفیعی؛ فاطمه، فضل اولی؛ رامین، کشاورز؛ مرضیه، (۱۴۰۳) ارزیابی آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی حوضه آبخیز تجن در برابر سیلاب،

مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۵ (۸)، ۱۳۷۶-۱۳۵۹. <https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.377905.669729>

© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.377905.669729>



## مقدمه

امروزه، جهان با مشکلات جدی زیست‌محیطی ناشی از تغییرات آب و هوایی، رشد جمعیت، شهرنشینی و گرم شدن کره زمین و در پی آن بلایای طبیعی مانند سیل رو به رو است. از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸، پنج فاجعه که به میزان زیادی بر سامانه‌های تولید کشاورزی کشورهای در حال توسعه و کشورهای کم درآمد تا متوسط تأثیرگذار بوده‌اند، عبارتند از: خشک‌سالی، سیلاب، طوفان، آفات و بیماری‌ها و آتش‌سوزی (FAO, 2021). سیل عبارت از بالا آمدن ناگهانی آب رودخانه‌ها و یا جریان آبی تند و معمولاً ویرانگر است که به طور ناگهانی اتفاق می‌افتد. خسارات ناشی از سیلاب متفاوت بوده و طبیعت بسیار پیچیده‌ای دارد. سیل تأثیر بسزایی در زندگی انسان، زیرساخت‌ها و محیط طبیعی دارد (سلیمانی، ۱۳۹۹). خطر سیل در سراسر جهان به دلیل تغییرات آب و هوایی و توسعه اقتصادی \_ اجتماعی در حال افزایش است (Mehryar et al., 2020). طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ بیشترین حادثه‌ای که در جهان رخ داد، سیل بود که ۴۴ درصد دنیا را تحت تأثیر قرار داد. در سال ۲۰۲۰، فراوانی وقوع سیل در نقاط مختلف جهان به میزان ۲۰۱ رخداده اعلام گردید. بنحوی که از میان مخاطرات طبیعی، سیل بالاترین میزان وقوع را داشته است. همچنین زیان‌های اقتصادی ناشی از سیل طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹، ۶۵۱ میلیون دلار بوده است (UNDDR, 2020 ; CRED, 2020). در این میان، آسیا بیشترین تعداد حوادث را متحمل شد. به طور کلی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹، ۳۰۶۸ فاجعه از جمله سیل، خشک‌سالی، زلزله، رانش زمین، طوفان، آتش‌سوزی و... در آسیا رخ داده است. فراوانی رخداد و تأثیر بلایا در آسیا تا حد زیادی ناشی از اندازه قاره و مناظر طبیعی است که ریسک بالای مخاطرات طبیعی را نشان داده است؛ مانند حوضه‌های رودخانه، دشت‌های سیلابی و خطوط گسل لرزه‌ای. علاوه بر این، در بسیاری از مناطق مستعد بلایای طبیعی این قاره، تراکم جمعیت بالا است.

به سبب برخورداری ایران از موقعیت خاص جغرافیایی، نرخ بروز بحران ناشی از مخاطرات طبیعی در این کشور بالا است. به گونه‌ای که از ۴۰ بلای ثبت‌شده در جهان، ۳۱ مورد آن در ایران اتفاق افتاده است (محمدی‌یگانه و همکاران، ۱۳۹۲). بنابراین با توجه به تنوع حوادث طبیعی بوقوع پیوسته، ایران در زمره کشورهای سانحه‌خیز دنیا قرار گرفته است. از سیلاب به عنوان یکی از مهم‌ترین و مخرب‌ترین مخاطرات رخ‌داده در ایران نام برده شده است (شامی و همکاران، ۱۳۹۶). مطابق تحقیقات انجام‌شده، خسارات ناشی از سیل در تعداد کل متصرفات شناسایی‌شده در کشور شامل ۸۲۹۰۲ هکتار با مساحت کل ۶۲۷۱۶ هکتار در اراضی بستر و ۲۹۲۲۰ هکتار در اراضی حریم رودخانه‌ها بوده است. عمده تصرفات دارای کاربری کشاورزی بوده و در خارج از مناطق محدوده شهری و روستایی قرار گرفته‌اند. به‌نحوی که از کل تصرفات، ۲۸ درصد در مناطق شهری و ۳۲ درصد در مناطق روستایی واقع شده است. بر اساس گزارش‌های رسمی منتشره از سوی نهادها و دستگاه‌های ذی‌ربط، مهم‌ترین پیامدهای سیل بر بخش کشاورزی عبارتند از: تخریب کانال‌های آبرسانی، آب‌گرفتگی مزارع، از بین رفتن محصولات کشاورزی، افزایش بیماری‌های دامی، ناامنی معیشت خانوارهای کشاورز (تک شغلی)، تخریب جایگاه نگهداری دام، تخریب و آسیب به انبارهای علوفه، آسیب به شیلات و صنایع وابسته به آن، تخریب مرغداری‌های صنعتی و سنتی، تلف شدن طیور، آب‌گرفتگی باغات و نخلستان‌ها، کاهش عملکرد نخیلات و باغات، تخریب سازه طیور، تخریب محصولات گلخانه‌ای، کاهش حجم صادرات محصولات کشاورزی و از بین رفتن کندوهای عسل (مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۹). همچنین بر اساس آخرین آمار از سیل ۱۳۹۸ در کشور، ۱۴ هزار و ۲۰۰ میلیارد تومان به بخش کشاورزی در ۲۶ استان خسارت وارد شده است و از این میزان خسارت؛ تقریباً ۵۲ درصد مربوط به بخش زراعی، ۸ درصد مربوط به بخش باغبانی، ۱۴ درصد مربوط به بخش دام، طیور و آبزیان و ۲۶ درصد مربوط به زیر بخش آب و خاک، امور زیر بنایی و تأسیسات و شبکه‌های انتقال آب بوده است. در بخش زراعت، سطح خسارت دیده حدود ۱ میلیون و ۲۰۰ هزار هکتار اراضی زراعی بوده که ۷۰ درصد آن آبی و ۳۰ درصد دیم بوده است و ۹۵ درصد خسارات به محصولات گندم، جو و کلزا وارد شده است. در بخش باغبانی، سطح باغات خسارت دیده ۱۵۰ هزار هکتار ارزیابی شده است و ۹۵ درصد باغات خسارت دیده شامل سیاه ریشه‌ها، نخیلات و مرکبات بوده است. در بخش دام، طیور و آبزیان، تعداد دام سبک تلف شده ۲۸ هزار و ۲۰۰ رأس و دام سنگین ۴۸۶ رأس و تعداد دامداری‌های خسارت‌دیده ۳۱ هزار واحد بوده و تعداد مرغداری‌های خسارت‌دیده ۶۰۰ واحد، زنبور عسل ۵۱ هزار کلنی و تعداد واحد آبی‌پروری خسارت‌دیده از گرمایی‌ها ۲۶۱ واحد با ۴۶۰ هکتار مساحت و سردابی ۶۴۲ مزرعه با ۳۰۰ هکتار و ۴۰ هزار تن تولید بوده است (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۸).

نکته قابل‌تأمل این است که تأثیر افزایش بارش به دلیل تغییرات آب و هوایی بر خطر سیلاب به مراتب کمتر از مداخلات انسانی

است (رضائی، ۱۳۹۷). مطابق تحقیقات و بررسی‌های انجام شده به‌وسیله هیئت ویژه گزارش ملی سیلاب، استان مازندران به دلیل موقعیت جغرافیایی در معرض خطر سیل قرار دارد. از بین رفتن بخش وسیعی از جنگل‌های هیرکانی در استان مازندران، نقش قابل توجهی در تشدید سیلاب‌ها داشته است. به عنوان نمونه؛ در طی یک دوره ۳۲ ساله (۱۳۹۷-۱۳۶۵)، سطح اراضی جنگلی استان مازندران از یک میلیون و صد هزار هکتار به هشتصد و هفتاد هزار هکتار کاهش یافته و جنگل جای خود را به اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی داده است. پیش بینی روند تغییرات آبی نشان می‌دهد که این روند تخریب ادامه خواهد داشت (مدیریت منابع آب ایران، ۱۴۰۰). خسارت اقتصادی ناشی از سیل در مازندران، طی سال‌های ۱۴۰۰ - ۱۳۹۰، ۵۷۲۴۴۷۳۸ میلیون ریال بوده است و بیشترین خسارات وارده بر بخش کشاورزی و دام در سال‌های ۱۳۹۷ حادث شده است. در بررسی انجام‌شده پس از وقوع سیل سال ۱۳۹۸، کارشناسان استان مازندران به این نتیجه رسیدند که بارش شدید و بیش از حد معمول باران در بالادست برخی از رودخانه‌های مرکزی و شرقی مانند تالار و تجن باعث ایجاد سیل شده است. متأسفانه در بسیاری از نقاط استان مازندران تجاوز به حوضه آبخیز، استفاده نامناسب از منابع جنگلی و مرتعی، معدن‌کاوی بی‌رویه، شهرسازی، تجاوز به بستر و حریم رودخانه و فعالیت‌های مهندسی و سازه‌هایی که رژیم طبیعی حوضه آبریز و رودخانه را به هم زده‌اند، همگی باعث شد تا خسارات فراوانی به مردم ساکن در این استان تحمیل شود (شرکت آب منطقه‌ای استان مازندران، ۱۳۹۸). در سال ۱۳۹۹ این خسارت‌ها کاهش پیدا کرد و به صفر رسید اما در اواخر سال ۱۳۹۹ و اوایل سال ۱۴۰۰ مجدداً افزایش پیدا کرد (اداره کل مدیریت بحران استان مازندران، ۱۴۰۰). بنابراین با روند رو به افزایش سیل و خسارات ناشی از آن، نیاز به بررسی بیشتر در خصوص خسارات و آسیب‌پذیری‌های ناشی از سیل در بخش کشاورزی و روستایی و به ویژه خانوارهای روستایی استان مازندران احساس می‌شود. مروری بر تحقیقات انجام شده حاکی از آن است که هر چند مطالعات مختلفی در خصوص میزان آسیب‌پذیری خانوارها و جوامع روستایی در برابر سیلاب انجام شده اما در بیشتر مطالعات خارجی از شاخص‌هایی استفاده شده است که متناسب با شرایط کشور ایران نیستند. از سوی دیگر در مطالعات داخلی نیز واحدهای مورد ارزیابی، مؤلفه‌های آسیب‌پذیری و یا زیرمؤلفه‌های تشکیل‌دهنده آن تا حدی متفاوت بودند. لازم بذکر است که در این مطالعه، واحد تحلیل؛ خانوارهای روستایی ساکن در حوضه آبخیز تجن بودند. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی میزان آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی در برابر سیل و با در نظر گرفتن سه مؤلفه میزان مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری انجام شد.

## پیشینه پژوهش

آسیب‌پذیری بخشی از مفهوم خطر سیل است. آسیب‌پذیری را می‌توان به سه جزء مواجهه، حساسیت و ظرفیت‌سازگاری تقسیم کرد (Santos et al., 2020). ارزیابی آسیب‌پذیری جوامع در برابر خطرات به یک موضوع مهم تبدیل شده است؛ رویکردی که نه تنها عوامل خطر خاص و شرایط جغرافیایی، بلکه عناصر اجتماعی - اقتصادی جوامع (روستایی) را نیز در نظر می‌گیرد (Imran et al., 2019). تجارب مطالعاتی و مدیریتی کشورهای مختلف نشان داده است که اولین گام در جهت کاهش آسیب‌پذیری سیل، ارزیابی آسیب‌پذیری خانوارها در برابر سیل است تا بتوان بر اساس نتایج و اطلاعات کسب‌شده، راهکارهای کاهش این مخاطره را در قالب برنامه‌ریزی روستایی اجرا کرد و مانع از آثار زیان‌بار آن شد (Solin et al., 2018). با توجه به شرایط اجتماعی و گستردگی فعالیت‌های کشاورزی که اغلب در اراضی مسطح حاشیه رودخانه متمرکز شده است این مناطق در مواجهه با خطر سیل، بسیار آسیب‌پذیر هستند. بنابراین شناخت چگونگی ادراک خانوارهای روستایی از میزان مواجهه با خطر سیل، حساسیت نسبت به تخریب و آسیب ناشی از این پدیده و میزان سازگاری با پیامدهای آن ضروری است و نتایج چنین شناختی برای کاهش آسیب‌پذیری اهمیت دارد (Solin et al., 2018). آسیب‌پذیری در برابر خطرات زیست‌محیطی به‌طور گسترده در علم خطر بلایا و تغییرات آب‌وهوایی با ادغام ویژگی‌های اجتماعی - اقتصادی و جغرافیایی یک جامعه یا یک مکان ارزیابی شده است. به‌نحوی که جوامع روستایی که در نزدیکی شهرها زندگی می‌کنند، به‌طور عمده‌ای به دلیل انتقال بهتر خدمات و امکانات از شهرها، آسیب‌پذیری کمتری دارند (Jamshed et al., 2020).

آسیب‌پذیری خانوار در برابر خطر سیل به سادگی به عنوان "احتمال تنزل درآمد خانوار به زیر خط فقر به دلیل قرار گرفتن در معرض سیل" تعریف می‌شود. هنگامی که مخاطره سیل رخ می‌دهد، خانوارهایی که در معرض آن قرار دارند می‌توانند به‌طور مثبت یا منفی تحت تأثیر این پدیده قرار گیرند. در معرض خطر قرار گرفتن با فراوانی و بزرگی مخاطره سیل مشخص می‌شود. تأثیر سیل بر یک خانوار به میزان قرار گرفتن در معرض خطر و نیز سطح آسیب‌پذیری خانوار بستگی دارد. خانوارهای آسیب‌پذیرتر معمولاً به‌طور نامتناسبی از اثرات منفی سیل رنج می‌برند زیرا آن‌ها ظرفیت کافی برای آماده شدن و مقابله با شوک را ندارند. نتیجه این است که برخی از خانوارها پس از وقوع شوک نقل مکان می‌کنند یا زیر خط فقر می‌مانند (Nguyen et al., 2021). ارزیابی آسیب‌پذیری رویکردی پیچیده است، زیرا در سطح محلی تحت تأثیر عوامل مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، نهادی و سیاسی قرار دارد (Gao et al., 2017). تعدادی از چارچوب‌ها

برای ارزیابی آسیب‌پذیری مورد استفاده قرار گرفته‌اند، با این حال، تقریباً تمام مطالعات، آسیب‌پذیری را بر اساس معیارهای حساسیت، ظرفیت سازگاری و مواجهه مورد سنجش قرار داده‌اند (IPCC، 2007؛ Hahn et al., 2009؛ Shah et al., 2013؛ Huang et al., 2017، 2019). اگرچه تعاریف کاربردی متفاوتی از مؤلفه مواجهه وجود دارد اما به لحاظ مفهومی مواجهه به معنای "مستعد بودن یک سیستم یا عناصر آن برای تأثیرپذیری از سیل است که تحت تأثیر موقعیت سیستم در آن منطقه قرار دارد" (Veenstra., 2013). حساسیت نیز به عنوان پتانسیل یک سیستم برای آسیب دیدن از رویدادی خطرناک مانند سیل توصیف می‌شود که این امر ناشی از شکنندگی، ضعف‌های نسبی اجتماعی یا اقتصادی یا شرایط نامطلوب است (Veenstra., 2013). حساسیت به عنوان درجه‌ای که سیستم تحت تأثیر یک محرک مثبت یا منفی قرار می‌گیرد نیز تعریف شده است (Sharma & Ravindranath., 2019). از سوی دیگر، ظرفیت سازگاری با دستیابی به مجموعه‌ای از مهارت‌ها و منابع در گردش مرتبط است که یک فرد یا جامعه باید از خود در برابر تأثیرات نامطلوب اقلیمی محافظت کند یا از هر فرصتی که ممکن است در اثر تغییرات آب و هوایی به وجود آید، بهترین استفاده را ببرد (IPCC., 2022). عوامل تعیین‌کننده ظرفیت سازگاری شامل توسعه اقتصادی، آموزش، فن‌آوری، دانش، زیرساخت‌ها، نهادها، برابری و سرمایه اجتماعی است (De Brito & Höllermann, 2017).

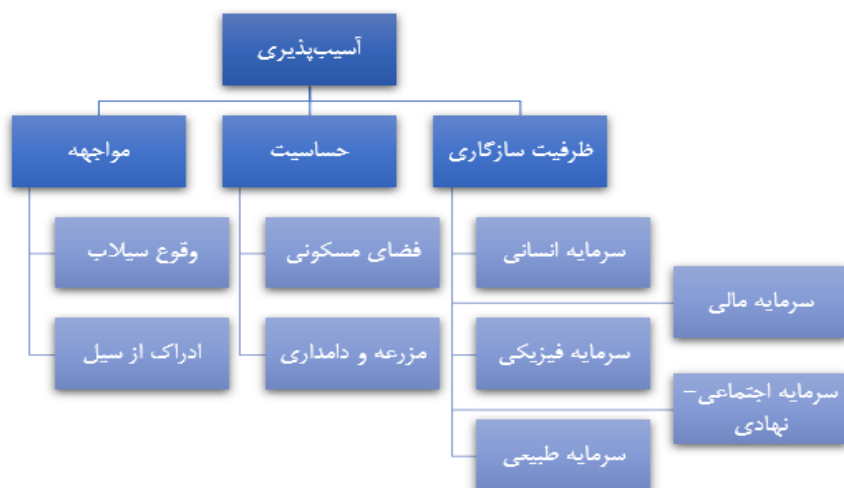
احمدی و همکاران (Ahmadi et al., 2022) به بررسی آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی منطقه پلدختر در برابر سیلاب پرداختند. در این مطالعه سه مؤلفه اصلی آسیب‌پذیری شامل مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی خانوارها بر آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر سیل تأثیر می‌گذارد. مناطق جایدرد، مامولان و افرینه که بیشتر در معرض سیل بودند، ظرفیت سازگاری کمتری داشتند. نتایج این پژوهش نشان داد که آسیب‌پذیرترین جوامع را می‌توان با ویژگی‌هایی مانند سطح پایین بیمه کشاورزی، دسترسی محدود به اعتبار، سطوح پایین تنوع درآمد، سطوح بالای بیکاری، سطوح پایین سرمایه اجتماعی، نسبت‌های وابستگی بالاتر و زیرساخت‌های ضعیف توصیف کرد. این تحقیق نشان داد که تنوع معیشت تأثیر بسزایی در کاهش حساسیت کشاورزان به سیل دارد. سواری و همکاران (Savari et al., 2022) در مطالعه‌ای به ارزیابی آسیب‌پذیری گندم‌کاران جنوب شرق ایران در برابر خشک‌سالی پرداختند. نتایج نشان داد که کشاورزان به‌شدت در برابر خشک‌سالی آسیب‌پذیر بوده و از آسیب‌های اقتصادی، اجتماعی- فرهنگی، روانی، فنی- زیست‌محیطی و زیرساختی رنج می‌بردند. همچنین، نتایج نشان داد که کشاورزان شهرستان های سیرجان و رودبار جنوبی بیشترین آسیب‌پذیری را داشته‌اند. نتایج کلی در مورد آسیب‌پذیری در جنوب شرقی ایران حاکی از آن بود که تشدید خشک‌سالی به دلیل سطوح آسیب‌پذیری بالاتر در مناطق با شرایط بحرانی‌تر، آسیب‌پذیری کشاورزان را افزایش می‌دهد. نتایج مطالعه احمدی و همکاران (۱۴۰۲) در خصوص ارزیابی آسیب‌پذیری کشاورزان در برابر وقوع سیل در روستاهای حوضه آبخیز افرینه استان لرستان نشان داد که آسیب‌پذیری بیشتر کشاورزان نسبت به سیل در سطح متوسط بود. نتایج تحلیل واریانس نیز نشان داد که شاخص مدت وقوع سیل در بعد مواجهه، شاخص‌های مالی و معیشتی در بعد حساسیت و شاخص‌های سرمایه اجتماعی و توسعه انسانی در بعد سازگاری بر میزان آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی تأثیر داشته‌اند. در مطالعه‌ای دیگر (آوند و همکاران، ۱۴۰۱) ارزیابی آسیب‌پذیری از سیل در حوضه آبخیز تجن با روش BWM انجام شد. نتایج نشان داد که از نظر پاسخگوییان تفاوت معنی‌داری بین معیارهای مورد بررسی در این پژوهش وجود داشت و معیار اقتصادی دارای بالاترین اهمیت نسبت به سه معیار دیگر بود. نتایج وزن‌دهی شاخص‌ها با استفاده از روش BWM نیز نشان داد که در بعد اقتصادی؛ شاخص وابستگی به درآمد کشاورزی، در بعد ساختاری- فیزیکی؛ شاخص وجود راه‌های ارتباطی (جاده و پل) مناسب، در بعد سیاست‌گذاری؛ شاخص تخریب منابع طبیعی و در بعد اجتماعی- فرهنگی؛ شاخص دسترسی به مراکز بهداشتی و درمانی دارای بالاترین وزن بودند و از لحاظ پاسخگوییان تأثیر زیادی در آسیب‌پذیری ساکنان به سیلاب داشته‌اند.

سراوانی و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه خود به ارزیابی آسیب‌پذیری خانوارهای شهرستان‌های آق‌قلا و گمیشان در مواجهه با خطر سیلاب در نواحی روستایی پرداختند. داده‌های پرسشنامه شامل متغیرهایی برای سنجش سه مؤلفه آسیب‌پذیری شامل مواجهه با سیلاب، حساسیت به خطر سیلاب و ظرفیت سازگاری برای بازیابی خود از تخریب‌های سیل بود. نتایج در سطح روستاهای دو شهرستان نشان داد که مقادیر دو مؤلفه مواجهه و حساسیت که نشان‌دهنده آسیب‌پذیری بیشتر به سیل بودند از میانگین بالاتر بودند. از طرفی، مقدار مؤلفه سازگاری که نشان‌دهنده آسیب‌پذیری کمتر به سیل است، در هر دو شهرستان از میانگین کمتر بود. نتایج مقایسه مؤلفه‌های آسیب‌پذیری و همچنین شاخص آسیب‌پذیری کل در بین روستاهای دو شهرستان مورد مطالعه نشان داد که روستاهای شهرستان آق‌قلا به میزان بیشتری در معرض سیل قرار داشتند و در مقابل سیل آسیب‌پذیرتر بودند. عبدی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهش خود با رویکردی یکپارچه،



آسیب‌پذیری، تاب‌آوری و ریسک‌پذیری فضایی شهر ساری را در مقیاس بلوک‌های شهری در برابر سیلاب ارزیابی کردند. آنان با استفاده از شاخص‌های آسیب‌پذیری و تاب‌آوری و نیز مدل‌سازی سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) به این نتیجه رسیدند که بیش از ۶۰۰ هکتار از مناطق شهر ساری، پتانسیل آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا را دارند و بیش از ۸۰۰ هکتار از مساحت این شهر دارای تاب‌آوری بالا و بسیار بالا است. نانگ و همکاران (Nong et al., 2022) آسیب‌پذیری معیشتی در برابر تغییرات آب‌وهوایی خانوارهای کشاورز در شمال شرقی ویتنام<sup>۱</sup> را بررسی کردند و از شاخص آسیب‌پذیری معیشت برای اندازه‌گیری آسیب‌پذیری خانوارها در برابر مخاطرات طبیعی و تنوع آب‌وهوا استفاده نمودند. نتایج نشان داد که معیشت خانوارهای کشاورز نسبت به مخاطرات طبیعی و تغییرات آب و هوایی نسبتاً آسیب‌پذیر است. با این حال، استراتژی‌های معیشتی، بهداشت و غذا نسبت به شبکه‌های اجتماعی، آب، مسکن، مالکیت زمین و دارایی‌ها به میزان بیشتری مستعد آسیب‌پذیری بودند. در حالی که نمایه اجتماعی - جمعیتی کمترین آسیب‌پذیری را داشت. در مطالعه‌ای در خصوص ارزیابی آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی و تاب‌آوری در برابر مخاطرات طبیعی در مناطق مستعد سیل، شاخص‌های آسیب‌پذیری معیشتی و اثر معیشت برای منابع طبیعی و کشاورزی در شمال غربی پاکستان مورد ارزیابی قرار گرفت. داده‌های جمعیت‌شناختی - اجتماعی، امنیت آب، سلامت، شبکه‌های اجتماعی و تنوع آب و هوا جمع‌آوری و در شاخص‌ها ترکیب شدند. چارچوب IPCC مورد استفاده قرار گرفت تا آسیب‌پذیری با سه مؤلفه میزان مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج نشان داد که زیر بخش شب قدر<sup>۲</sup> در بین سه زیربخش مورد مطالعه به‌ویژه در بلایای طبیعی، بهداشت، وضعیت آب و زمین آسیب‌پذیرتر بود. تنگی<sup>۳</sup> دومین زیربخش با آسیب‌پذیری بالا بود و پس از آن زیربخش چارسدا<sup>۴</sup> قرار گرفت (Fahad et al, 2022). ترن و همکاران (Teran et al., 2021) در مطالعه خود تغییرات اقلیمی و آسیب‌پذیری معیشتی برنج‌کاران در منطقه مرکزی شمال ویتنام را بررسی نمودند. در این پژوهش از شاخص آسیب‌پذیری معیشتی استفاده شد. نتایج نشان داد که تعداد کمی از پاسخ‌دهندگان نسبت به تغییرات آب‌وهوایی آسیب‌پذیر بودند. نتایج تحلیل رگرسیون حاکی از آن بود که سیل، خشک‌سالی، دوره سرما، آبیاری، عوامل نهادی و اجتماعی - جمعیتی از عوامل اصلی مؤثر بر آسیب‌پذیری خانوارهای برنج‌کار بودند.

مروری بر مطالعات فوق حاکی از آن است که هر چند مطالعات مختلفی به بررسی و ارزیابی آسیب‌پذیری از مخاطرات طبیعی همچون سیل پرداخته‌اند اما این مطالعات از شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مختلفی استفاده کرده‌اند. ضمن این که جامعه هدف این مطالعات نیز متفاوت بوده است. نحوی که برخی مطالعات بر خانوارها یا محدوده‌های شهری تمرکز نموده‌اند و برخی دیگر، جوامع روستایی را برای مطالعه برگزیده‌اند. افزون بر این، برخی مطالعات با بهره‌گیری از رویکردها و رهیافت‌های جغرافیایی تنها به شناخت مناطق آسیب‌پذیر از سیل بسنده نموده‌اند و چرایی و چگونگی آسیب‌پذیری خانوارهای ساکن در مناطق مستعد وقوع سیلاب را مورد بررسی قرار نداده‌اند. مطالعه حاضر تلاش دارد با بهره‌گیری از مدل مفهومی ترسیم شده (شکل ۱) به سنجش آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی حوضه آبخیز تجن از سیلاب بپردازد.

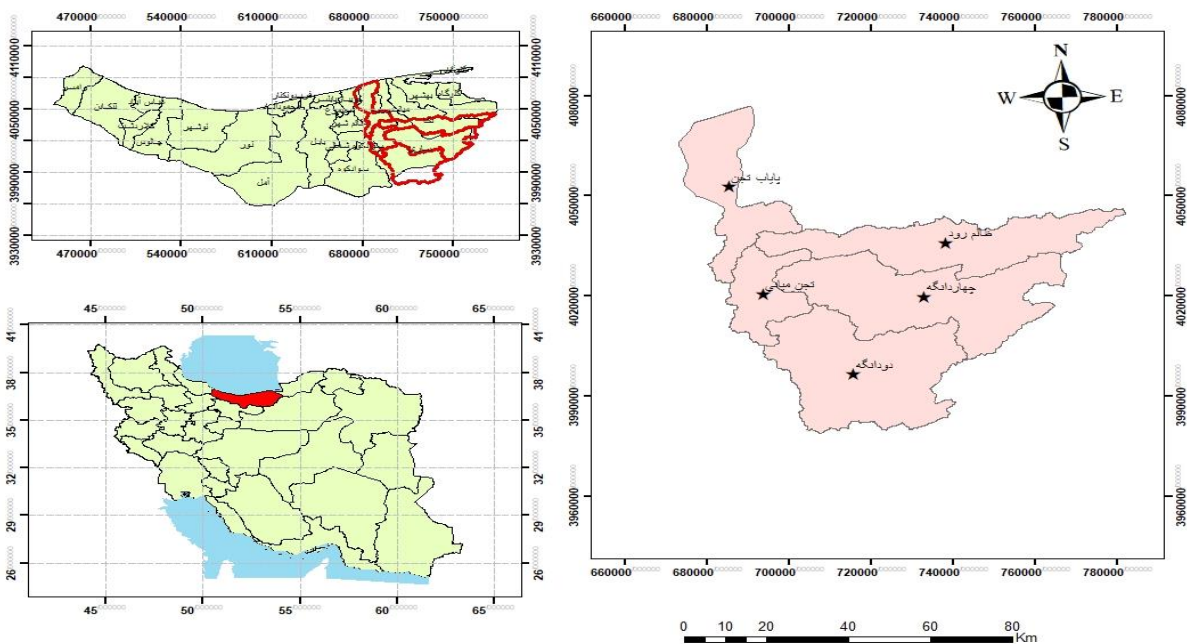


شکل ۱- مدل مفهومی تحقیق

1 Northeast Vietnam  
 2 Tehsil Shabqadar  
 3 Tehsil Tangi  
 4 Tehsil Charsadda

## مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از لحاظ هدف کاربردی، از نظر نحوه گردآوری داده‌ها به صورت پیمایشی و از نظر درجه کنترل متغیرها غیر آزمایشی است. جامعه آماری تحقیق را ۴۴۰۱۴ خانوار روستایی ساکن در حوضه آبخیز تجن تشکیل دادند. حوضه آبخیز تجن با وسعت ۴۰۰۰ کیلومترمربع توسط کوه‌های البرز در جنوب و دریای خزر در شمال احاطه شده است و در محدوده جغرافیایی ۵۳ درجه و ۷ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۴۲ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۶ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی در استان مازندران قرار دارد. میانگین سالانه دما در این منطقه حدود ۱۵ درجه سانتی‌گراد و با آب و هوای گرم و مرطوب است. همچنین، مقدار میانگین بارش سالانه این منطقه ۸۳۲ میلی‌متر گزارش شده است. ارتفاع پست‌ترین بخش منطقه مورد مطالعه ۲- متر بوده است که در خروجی آبخیز (ایستگاه کردخیل) قرار دارد و بالاترین ارتفاع آن ۳۷۱۸ متر از سطح دریا است که در ارتفاعات کوه‌های البرز قرار دارد (شکل ۲). این حوضه خود از پنج زیرحوضه شامل: ظالم‌رود، پایاب‌تجن، تجن میانی، چهاردانگه و دودانگه تشکیل شده است (ابراهیمیان قاجاری و براری سیاوش کلایی، ۱۳۹۸). بیشتر زیرحوضه‌ها، اقلیم کوهستانی دارند. همچنین کاربری‌های غالب موجود در این منطقه مشتمل بر جنگل، مرتع، کشاورزی، باغ و مسکونی است. با این حال، بیشترین مساحت این حوضه آبخیز به کاربری جنگل اختصاص دارد و مهم‌ترین کشت آبی منطقه مورد مطالعه برنج است که به دلیل مجاورت با رودخانه تجن هر ساله دچار خسارت‌های زیادی می‌شود. در مناطق با ارتفاعات بالاتر، کشت دیم توسعه بیشتری یافته است (آوند و همکاران، ۱۴۰۱).



شکل ۲- منطقه مورد مطالعه

حجم نمونه با استفاده از فرمول ارائه‌شده توسط مرکز آمار استرالیا (Australian Bureau of Statistics, 2023) و با در نظر گرفتن خطای نمونه‌گیری ۵ درصد، خطای استاندارد ۰/۰۴ و فاصله اطمینان ۸ درصد، برابر با ۲۶۴ نفر محاسبه شد. خانوارها با بهره‌گیری از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای چندمرحله‌ای انتخاب شدند و مورد مصاحبه قرار گرفتند. در این راستا، حوضه آبخیز تجن به سه منطقه جغرافیایی شمال (پایاب‌تجن)، شرق (چهاردانگه و ظالم‌رود) و غرب و جنوب غربی (دودانگه و تجن میانی) تقسیم شد (شکل ۲). در پایان داده‌های حاصل از ۲۵۷ خانوار روستایی واجد شرایط بررسی و تحلیل تشخیص داده شد. ابزار گردآوری داده‌ها، پرسشنامه محقق‌ساخته بود که مبتنی بر پیشینه و مطالعه منطقه تدوین شد. این پرسشنامه دارای دو بخش شامل ویژگی‌های فردی و جمعیت‌شناختی و سنجش آسیب‌پذیری از سیلاب با سه بعد مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری (جدول ۱) بود.



جدول ۱- مولفه‌ها و زیرمولفه‌های آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی از سیل

بُعد	شاخص	زیر شاخص‌ها	منابع
مخاطره	وقوع سیل	تعداد سیل رخ داده شده در ۱۰ سال گذشته	Mendoza et al. (2014); Jamshidi et al (2019); Moazezi Zadeh (2014); Arias et al., (2016), Iqbal & Nazir (2023)
		طولانی‌ترین مدت سیل تجربه شده در ۱۰ سال گذشته (روز)	
مخاطره	ادراک از سیل	تعداد دفعات نفوذ سیل به خانه و مزرعه در ۱۰ سال گذشته	Mendoza et al. (2014); Moazezi Zadeh (2014); Ponsian et al (2014); Pham et al (2020)
		در سال‌های اخیر میزان بارش‌های سیل‌آسا در منطقه افزایش یافته است (کاملاً مخالف تا کاملاً موافق)	
مخاطره	ادراک از سیل	در سال‌های اخیر، زمان بارش‌ها تغییر کرده است و به میزان بیشتری شاهد بارش‌های بی‌موقع هستیم (کاملاً مخالف تا کاملاً موافق)	Mendoza et al. (2014); Moazezi Zadeh (2014); Ponsian et al (2014); Pham et al (2020)
		در سال‌های اخیر (نسبت به گذشته)، تعداد بیشتری سیلاب به وقوع پیوسته است (کاملاً مخالف تا کاملاً موافق)	
مخاطره	ادراک از سیل	شدت سیلاب‌های جاری شده در سال‌های اخیر به مراتب بیشتر از گذشته است (کاملاً مخالف تا کاملاً موافق)	Mendoza et al. (2014); Moazezi Zadeh (2014); Ponsian et al (2014); Pham et al (2020)
		فاصله منزل، مزرعه و دامداری از رودخانه (کیلومتر)	
مخاطره	حساسیت	اصلی‌ترین مصالح مورد استفاده برای ساخت منزل	Mendoza et al. (2014); Moazezi Zadeh (2014); Ponsian et al (2014); Pham et al (2020)
		میزان شیب و زهکشی خاک اراضی (درصد)	
مخاطره	حساسیت	میزان آسیب حاصل از سیل قبلی به خانه و مزرعه	Mendoza et al. (2014); Moazezi Zadeh (2014); Ponsian et al (2014); Pham et al (2020)
		میزان آسیب از سیل قبلی به تولیدات کشاورزی	
مخاطره	سرمایه انسانی	تعداد اعضای خانوار زیر ۱۵ سال	Mendoza et al. (2014); Moazezi Zadeh (2014); Panthi et al (2015); Ponsian et al (2014); Jamshidi et al (2019); Mohammed et al (2018);
		تعداد اعضای خانوار بالای ۶۵ سال	
مخاطره	سرمایه انسانی	سن سرپرست خانوار (سال)	Mendoza et al. (2014); Moazezi Zadeh (2014); Panthi et al (2015); Ponsian et al (2014); Jamshidi et al (2019); Mohammed et al (2018);
		جنسیت سرپرست خانوار	
مخاطره	سرمایه انسانی	تعداد اعضای شاغل خانوار	Mendoza et al. (2014); Moazezi Zadeh (2014); Panthi et al (2015); Ponsian et al (2014); Jamshidi et al (2019); Mohammed et al (2018);
		تعداد افراد مهاجر خانوار	
مخاطره	سرمایه انسانی	تعداد اعضای خانوار	Mendoza et al. (2014); Moazezi Zadeh (2014); Panthi et al (2015); Ponsian et al (2014); Jamshidi et al (2019); Mohammed et al (2018);
		مساحت منزل مسکونی (مترمربع)	
مخاطره	سرمایه فیزیکی	میزان اراضی مالکی (هکتار)	Mendoza et al. (2014); Moazezi Zadeh (2014)
		تعداد ماشین‌آلات و تجهیزات (ضریب مکانیزاسیون)	
مخاطره	سرمایه فیزیکی	میزان مستحقات و تجهیزات مدیریت آب	Keshavarz et al. (2014); Zarafshani et al (2020); Keshavarz and Soltani Moqadas, 2021
		تعداد محصولات تولید شده در یک سال زراعی	
مخاطره	سرمایه طبیعی	میزان حاصلخیزی خاک	Keshavarz et al. (2014); Zarafshani et al (2020); Keshavarz and Soltani Moqadas, 2021
		کمیت آب کشاورزی در دسترس (دبی)	
مخاطره	سرمایه طبیعی	میزان دسترسی به آب شرب	Keshavarz et al. (2014); Zarafshani et al (2020); Keshavarz and Soltani Moqadas, 2021
		میزان درآمد حاصل از زراعت، باغداری و دامداری (میلیون تومان)	
مخاطره	سرمایه مالی	میزان درآمد حاصل از فعالیت‌های غیر کشاورزی (میلیون تومان)	Mendoza et al. (2014); Ponsian et al (2016); Moazezi Zadeh (2014); Jamshidi et al (2019); Zarafshani et al (2020); Mohammed et al (2018); Abdul-Razak et al (2017)
		میزان وام و تسهیلات دریافتی (میلیون تومان)	
مخاطره	سرمایه اجتماعی - نهادی	میزان استفاده از رسانه‌ها (تعداد)	Ponsian et al (2014); Moazezi Zadeh (2014); Zarafshani et al (2020); Rufat et al (2015); Saptutyningasih et al (2020)
		میزان استفاده از شبکه‌های اجتماعی (تعداد)	
مخاطره	سرمایه اجتماعی - نهادی	میزان استفاده از داده‌های هواشناسی	Ponsian et al (2014); Moazezi Zadeh (2014); Zarafshani et al (2020); Rufat et al (2015); Saptutyningasih et al (2020)
		میزان مشارکت در دوره‌های ترویجی (تعداد)	
مخاطره	سرمایه اجتماعی - نهادی	میزان عضویت در تشکلهای اجتماعی (تعداد)	Ponsian et al (2014); Moazezi Zadeh (2014); Zarafshani et al (2020); Rufat et al (2015); Saptutyningasih et al (2020)
		میزان عضویت در تشکلهای اجتماعی (تعداد)	

روایی ابزار پژوهش توسط گروهی از اعضای هیئت علمی دانشگاه‌های تهران و علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی، اداره کل منابع طبیعی و مدیریت بحران استان مازندران مورد تأیید قرار گرفت. پایایی ابزار پژوهش نیز با انجام مطالعه راهنما و با همکاری ۳۰ سرپرست خانوار روستایی ساکن در مناطقی خارج از روستاهای نمونه بررسی شد و ضمن انجام اصلاحات لازم در پرسشنامه، مقادیر آلفای کرونباخ مقیاس ادراک از مواجهه با سیلاب محاسبه شد که مقدار آن ۰/۸۹ برآورد گردید. داده‌ها در دو بخش توصیفی و استنباطی و با استفاده از نرم‌افزار SPSS<sub>v26</sub> تحلیل شدند. در بخش توصیفی از آماره‌های فراوانی، درصد، میانگین و انحراف معیار استفاده شد. در بخش تحلیل استنباطی نیز از روش‌های تحلیل جزء اصلی (PCA)، تحلیل خوشه‌ای (k-mean cluster analysis) و

تحلیل واریانس یک‌طرفه بهره گرفته شد.

### سنجش میزان آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی از سیل

به منظور محاسبه میزان آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی از سیلاب، ابتدا با بهره‌گیری از روش تحلیل جزء اصلی، وزن متغیرهای زیرمجموعه مؤلفه‌های میزان مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری محاسبه شد. سپس با توجه به متفاوت بودن مقیاس سنجش متغیرهای مرتبط با مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری با بهره‌گیری از فرمول ارائه‌شده توسط هان و همکاران (Hahn et al., 2009) (رابطه ۱) متغیرها در مقیاس ۰ تا ۱ عددی متناسب‌سازی شدند (جدول ۲):

$$\text{Index} = \frac{S_x - S_{\min}}{S_{\max} - S_{\min}} \quad (\text{رابطه ۱})$$

جدول ۲- وزن متغیرها و میزان واریانس تبیین شده برای زیر مؤلفه‌های مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری

میزان واریانس تبیین شده (%)	وزن	زیرشاخص‌ها	شاخص	بُعد
۳۷/۸۷۸	۰/۲۸	تعداد دفعات وقوع سیل	مواجهه	مواجهه
	۰/۱۲	مدت زمان استمرار طولانی‌ترین سیل		
	۰/۳۷	دفعات نفوذ سیلاب به منزل و مزرعه		
	۰/۲۳	ادراک از مواجهه با سیل		
۴۵/۱۵۶	۰/۲۳۲	فاصله منزل، مزرعه و دامداری از رودخانه	حساسیت	حساسیت
	۰/۰۱۷	نوع مصالح ساختمانی مورد استفاده		
	۰/۱۳۰	میزان شیب و زهکش اراضی		
	۰/۳۲۵	میزان آسیب حاصل از سیل قبلی به خانه و مزرعه		
۴۹/۲۲۷	۰/۲۹۶	میزان آسیب حاصل از سیل قبلی به تولیدات کشاورزی	سرمایه انسانی	
	۰/۱۵۴	نرخ وابستگی خانوار		
	۰/۲۲۷	سن سرپرست خانوار		
	۰/۱۹۲	جنسیت سرپرست خانوار		
۳۱/۹۲۸	۰/۱۸۵	نرخ اشتغال خانوار	سرمایه فیزیکی	
	۰/۲۴۲	تعداد مهاجران خانوار		
	۰/۲۶۷	مساحت منزل مسکونی		
	۰/۱۲۶	میزان اراضی مالکی		
۳۸/۰۱۴	۰/۰۹	تعداد دام	سرمایه طبیعی	
	۰/۳۱۶	تعداد ماشین‌آلات و تجهیزات		
	۰/۲۰۱	میزان زیرساخت‌های مدیریت آب		
	۰/۰۰۶	تنوع زراعی		
۳۵/۵۰۷	۰/۴۸	میزان آب کشاورزی (دبی)	سرمایه مالی	
	۰/۰۳۴	میزان حاصلخیزی خاک		
	۰/۴۸	میزان دسترسی به آب شرب		
	۰/۳۳۱	درآمد حاصل از زراعت و باغداری		
۴۷/۴۷۵	۰/۱۸۵	درآمد حاصل از دامداری	سرمایه اجتماعی- نهادی	
	۰/۳۴۹	درآمد حاصل از فعالیت‌های غیرکشاورزی		
	۰/۱۳۵	میزان وام و تسهیلات دریافتی		
	۰/۳۸۴	میزان بهره‌گیری از رسانه‌ها و شبکه‌های اجتماعی		
۴۱/۳۸۹	۰/۳۱۷	میزان بهره‌گیری از خدمات نهادی (هواشناسی، ترویجی)	ظرفیت سازگاری	ظرفیت سازگاری
	۰/۲۹۹	میزان عضویت در تشکلهای اجتماعی		
	۰/۲۲۰	سرمایه انسانی		
	۰/۲۰۳	سرمایه فیزیکی		
	۰/۱۴۵	سرمایه طبیعی		
۰/۱۸۲	سرمایه مالی	سرمایه اجتماعی- نهادی		
۰/۲۵۰	سرمایه اجتماعی- نهادی			

برای محاسبه میزان آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی از سیلاب از فرمول ارائه‌شده توسط سالک و همکاران (Salik et al., 2015) (رابطه ۲) استفاده شد.

$$\text{Vulnerability} = \frac{(\text{Exposure} + \text{Sensitivity}) + (1 - \text{Adaptive capacity})}{3} \quad (\text{رابطه } ۲)$$

## نتایج و بحث

### توصیف جامعه مورد مطالعه

با توجه به نتایج مندرج در جدول (۳)، بیشتر پاسخگویان مورد مطالعه مرد و از نظر سطح تحصیلات ۲۸/۸ درصد آن‌ها دارای دیپلم بودند. میانگین سنی پاسخگویان ۵۴/۵۲ سال بود و ۲۸/۸ درصد، کشاورزی را به عنوان شغل اصلی خود انتخاب کرده بودند. میانگین فاصله محل زندگی تا نزدیکترین شهر ۱۵/۰۴ کیلومتر بود و بیش از ۸۰ درصد پاسخگویان در شهرستان ساری سکونت داشتند.

جدول ۳- ویژگی‌های فردی و جمعیت‌شناختی خانوارهای روستایی مورد مطالعه

متغیرها	سطوح متغیرها	فراوانی	درصد فراوانی	میانگین	انحراف معیار	بیشترین	کمترین
جنسیت	زن	۲۸	۱۰/۹	-	-	-	-
	مرد	۲۲۹	۸۱/۱	-	-	-	-
سطح تحصیلات	بی‌سواد	۳۹	۱۵/۲	-	-	-	-
	ابتدایی	۲۴	۹/۳	-	-	-	-
	سیکل	۵۶	۲۱/۸	-	-	-	-
	دیپلم	۷۴	۲۸/۸	-	-	-	-
	کارشناسی و بالاتر	۶۴	۲۴/۹	-	-	-	-
سن (سال)	≥ ۴۰	۲۸	۱۴/۸	-	-	-	-
	۴۱ - ۵۰	۶۷	۲۶/۰	۵۴/۵۲	۱۱/۴۸	۸۰	۲۹
	۵۱ - ۶۰	۵۹	۲۳/۰	-	-	-	-
	۶۱ - ۷۰	۷۷	۳۰/۰	-	-	-	-
	≤ ۷۱	۱۶	۶/۲	-	-	-	-
شغل اصلی	کشاورزی	۷۴	۲۸/۸	-	-	-	-
	خانه‌دار	۹	۳/۵	-	-	-	-
	آزاد	۱۱۱	۴۳/۲	-	-	-	-
	کارمند	۲۸	۱۰/۹	-	-	-	-
	بازنشسته	۳۵	۱۳/۶	-	-	-	-
فاصله محل زندگی تا نزدیکترین شهر (کیلومتر)	≥ ۱۰	۱۷۳	۶۷/۳	۱۵/۰۴	۱۷/۱۷	۶۵	۲
	۱۱ - ۲۱	۲۷	۱۰/۵	-	-	-	-
	۲۲ - ۳۲	۱۱	۴/۳	-	-	-	-
	۳۳ - ۴۳	۲۶	۱۰/۱	-	-	-	-
	۴۴ - ۵۵	۲	۰/۸	-	-	-	-
شهرستان محل سکونت	ساری	۲۱۶	۸۴/۱	-	-	-	-
	نکا	۲۵	۹/۷	-	-	-	-
	میان‌رود	۱۶	۶/۲	-	-	-	-

### میزان آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی از سیلاب

بر اساس یافته‌های جدول (۴)، میزان آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی از سیلاب متفاوت بود ( $F=۶۲۵/۹۰۸$ ,  $P < ۰/۰۰۰۱$ )، به طوری که بر اساس تحلیل خوشه‌ای، خانوارهای روستایی را می‌توان به سه گروه دارای آسیب‌پذیری کم ( $\bar{V}=۰/۳۲۱$  و  $۲۱/۸\%$ )، متوسط ( $\bar{V}=۰/۳۸۹۱$ ) و شدید ( $\bar{V}=۰/۴۳۱$ ) و شدید ( $\bar{V}=۰/۵۴۶$  و  $۳۹/۲۹\%$ )، تقسیم کرد. آنچه در این میان حائز اهمیت است، شناسایی مؤلفه‌هایی است که درجات



مختلفی از آسیب‌پذیری را به خانوارهای روستایی تحمیل نموده‌اند. به همین دلیل، نسبت به مقایسه میزان مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری گروه‌های دارای آسیب‌پذیری کم، متوسط و شدید نسبت به سیلاب اقدام شد. مروری بر جدول (۴) نشان می‌دهد که از نظر میزان مواجهه با سیلاب، تفاوت معنی‌داری میان گروه‌های دارای آسیب‌پذیری کم، متوسط و شدید وجود دارد ( $F= ۲۰۷/۶۴۶$ ,  $P < ۰/۰۰۰۱$ ). همچنین، بر اساس نتایج مندرج در جدول (۴) از نظر میزان حساسیت در برابر سیلاب نیز تفاوت معنی‌داری میان گروه‌های دارای آسیب‌پذیری کم، متوسط و شدید وجود دارد ( $F= ۱۴۱/۳۸۰$ ,  $P < ۰/۰۰۰۱$ ).

جدول ۴- میزان آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی از سیلاب

Sig.	F آماره	میانگین			آسیب‌پذیری و مؤلفه‌های آن
		آسیب‌پذیری شدید (n=۱۰۱)	آسیب‌پذیری متوسط (n=۱۰۰)	آسیب‌پذیری کم (n=۵۶)	
۰/۰۰۰	۶۲۵/۹۰۸	۰/۵۴۶ <sup>c</sup>	۰/۴۳۳ <sup>b</sup>	۰/۳۳۱ <sup>a</sup>	آسیب‌پذیری
۰/۰۰۰	۲۰۷/۶۴۶	۰/۳۹۹ <sup>c</sup>	۰/۲۳۹ <sup>b</sup>	۰/۰۸۹ <sup>a</sup>	میزان مواجهه با سیلاب
۰/۰۰۰	۱۴۱/۳۸۰	۰/۶۶۹ <sup>c</sup>	۰/۵۵۶ <sup>b</sup>	۰/۳۹۸ <sup>a</sup>	حساسیت در برابر سیلاب
۰/۰۰۰	۱۳/۷۰۸	۰/۴۳۱ <sup>b</sup>	۰/۴۹۶ <sup>a</sup>	۰/۵۲۶ <sup>a</sup>	ظرفیت سازگاری با سیلاب
۰/۱۹۰	۱/۶۷۰	۰/۶۷۸	۰/۷۰۳	۰/۷۱۷	سرمایه انسانی
۰/۰۰۰	۷/۹۲۲	۰/۱۰۰ <sup>b</sup>	۰/۱۴۰ <sup>a</sup>	۰/۱۵۹ <sup>a</sup>	سرمایه فیزیکی
۰/۰۰۰	۱۲/۵۵۱	۰/۰۷۸ <sup>b</sup>	۰/۱۴۷ <sup>a</sup>	۰/۱۱۸ <sup>a</sup>	سرمایه مالی
۰/۰۰۰	۱۴/۳۳۱	۰/۶۴۸ <sup>b</sup>	۰/۷۴۸ <sup>a</sup>	۰/۷۹۶ <sup>a</sup>	سرمایه طبیعی
۰/۰۰۷	۵/۰۳۵	۰/۶۳۳ <sup>b</sup>	۰/۶۶۷ <sup>b</sup>	۰/۷۳۸ <sup>a</sup>	سرمایه اجتماعی- نهادی

\* در ردیف، حروف غیرمشابه نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ بر اساس آزمون تعقیبی LSD است.

از سوی دیگر، ظرفیت سازگاری گروه دارای آسیب‌پذیری شدید به طور معنی‌داری پایین‌تر از سایر گروه‌ها بود (جدول ۴). این در حالی است که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های دارای آسیب‌پذیری کم و متوسط وجود ندارد ( $F= ۱۳/۷۰۸$ ,  $P < ۰/۰۰۰۱$ ). مروری بر مندرجات جدول (۴) نشان می‌دهد که سرمایه فیزیکی خانوارهای دارای آسیب‌پذیری کم و متوسط به طرز معنی‌داری بیشتر از خانوارهای دارای آسیب‌پذیری شدید بوده است ( $F= ۷/۹۲۲$ ,  $P < ۰/۰۰۰۱$ ). با توجه به این که دامنه متغیر سرمایه فیزیکی می‌تواند بین ۰ تا ۱ متغیر باشد، یافته‌های جدول (۴) نشان می‌دهد که خانوارهای دارای آسیب‌پذیری کم و متوسط نیز منابع فیزیکی چندانی را در اختیار نداشته‌اند. این امر در مورد سرمایه‌های مالی نیز صدق می‌کند. مروری بر جدول (۴) نشان می‌دهد که ضعف منابع مالی در میان گروه‌های آسیب‌پذیری سه‌گانه مشهود است. با این حال، خانوارهای دارای آسیب‌پذیری شدید به سرمایه‌های مالی کمتری دسترسی داشته‌اند ( $F= ۱۲/۵۵۱$ ,  $P < ۰/۰۰۰۱$ ).

یافته‌های پژوهش (جدول ۴) نشانگر آن است که در مقایسه با سرمایه‌های فیزیکی و مالی، میزان سرمایه‌های طبیعی و اجتماعی- نهادی در اختیار گروه‌های سه‌گانه به میزان مشهودی بالاتر بوده است. با وجود این، خانوارهای دارای آسیب‌پذیری شدید به سرمایه طبیعی کمتری دسترسی داشته‌اند ( $F= ۱۴/۳۳۱$ ,  $P < ۰/۰۰۰۱$ ). در مقابل، از نظر سرمایه‌های اجتماعی- نهادی تفاوت معنی‌داری میان گروه‌های دارای آسیب‌پذیری متوسط و شدید وجود ندارد و تنها خانوارهای دارای آسیب‌پذیری کم از گروه‌های مذکور متمایز گردیده‌اند ( $F= ۵/۰۳۵$ ,  $P < ۰/۰۰۰۱$ ).

#### مقایسه میانگین میزان آسیب‌پذیری از سیل بین زیرحوضه‌های مختلف آبخیز تجن

مطابق جدول (۵) و با در نظر گرفتن وضعیت جغرافیایی زیرحوضه‌های آبخیز تجن، تفاوت معنی‌داری بین خانوارهای روستایی مورد مطالعه از نظر میزان آسیب‌پذیری در برابر سیلاب وجود داشت. در این راستا، خانوارهای روستایی که در شرق حوضه آبخیز تجن ساکن بودند به میزان بیشتری در مقابل سیل آسیب‌پذیر بودند و به دنبال آن خانوارهای روستایی که در شمال حوضه آبخیز تجن ساکن بودند، قرار داشتند. در مقابل، خانوارهای روستایی ساکن در غرب و جنوب غربی حوضه آبخیز، کمترین میزان آسیب‌پذیری از سیلاب را داشتند.

جدول ۵- مقایسه میزان آسیب‌پذیری زیرحوضه‌های آبخیز تجن در برابر سیلاب

متغیر	تعداد	میزان آسیب‌پذیری	F	Sig.
غرب و جنوب غربی حوضه (دودانگه و تجن میانی)	۵۲	۰/۴۰۸ <sup>a</sup>		
شمال حوضه (پایاب تجن)	۱۱۶	۰/۴۴۰ <sup>b</sup>	۱۸/۸۹۲	۰/۰۰۰
شرق حوضه (چهاردانگه و ظالم رود)	۸۹	۰/۴۹۷ <sup>c</sup>		

\* در ستون، حروف غیرمشابه نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ بر اساس آزمون تعقیبی LSD است.

## نتیجه‌گیری

در این مطالعه، برای ارزیابی آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی حوضه آبخیز تجن از سیل، سه مؤلفه میزان مواجهه، حساسیت و ظرفیت سازگاری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که از نظر میزان مواجهه با سیلاب، تفاوت معنی‌داری میان گروه‌های دارای آسیب‌پذیری کم، متوسط و شدید وجود دارد. این یافته با نتایج مطالعه احمدی و همکاران (Ahmadi et al., 2022)، سروانی و همکاران (۱۴۰۰) و فهاد و همکاران (Fahad et al., 2022) مطابقت دارد. خانوارهای روستایی دارای آسیب‌پذیری شدید به میزان بیشتری در معرض وقوع سیل قرار گرفته بودند و مدت زمان طولانی‌تری با رخداد سیل مواجه شده بودند. دفعات نفوذ سیلاب به منزل و مزرعه آن‌ها بیشتر بود و ادراک بیشتری از مواجهه با سیلاب داشتند. مطابق یافته‌های تحقیق از نظر میزان حساسیت در برابر سیلاب نیز تفاوت معنی‌داری میان گروه‌های دارای آسیب‌پذیری کم، متوسط و شدید وجود داشت. این نتیجه با یافته‌های مطالعات احمدی و همکاران (Ahmadi et al., 2022)، سروانی و همکاران (۱۴۰۰) و فهاد و همکاران (Fahad et al., 2022) همخوانی دارد. میزان درآمد به دست آمده از کشاورزی و بخش‌های مختلف دیگر مانند کارگری غیرکشاورزی، کارمندی، یارانه و غیره می‌تواند باعث تفاوت در آسیب‌پذیری خانوارها نسبت به سیل شود. خانوارهای روستایی که برای معیشت خود به کشاورزی وابسته‌اند، از تنش‌ها و شوک‌هایی همچون سیل، آسیب بیشتری می‌بینند. خانوارهایی که مجموعه متنوعی از محصولات زراعی را تولید می‌کنند و منابع درآمدی متنوعی را در اختیار دارند، در برابر سیل آسیب کمتری می‌بینند. خانوارهایی که خانه، مزارع، باغ و دامداری آن‌ها به رودخانه نزدیک‌تر است، خسارت بیشتری را از سیل‌های قبل دیده‌اند و حساسیت بیشتری در مواجهه با سیل دارند. منازلی که از جنس چوب و گل هستند، مقاومت کمتری در برابر سیل داشته و بنابراین حساسیت بیشتری نسبت به منازل بتونی دارند. منازل چندطبقه مقاومت بیشتری در مواجهه با سیل داشته و بنابراین، حساسیت کمتری دارند. از سوی دیگر، هر چقدر منازل مسکونی واقع در شیب بیشتر باشند، آسیب کمتری از سیل می‌بینند و حساسیت آن‌ها کمتر است اما منازل مسکونی که در مناطق پست و جلگه‌ای واقع شده‌اند، نسبت به سیل آسیب پذیرترند؛ چرا که به دلیل جنس خاک مناطق مذکور، آب دیرتر به درون خاک نفوذ می‌کند و خسارت بیشتری به ساختمان‌ها و مستحذات وارد می‌شود. اراضی دارای زهکش مناسب، خسارت کمتری از سیلاب می‌بینند و در برابر این مخاطره، حساسیت کمتری دارند. لازم به ذکر است که در منطقه مورد مطالعه، بیشتر اراضی باغی واقع در مناطق جلگه‌ای، زهکش مناسبی دارند اما بیشتر اراضی زراعی، زهکشی نشده‌اند.

با توجه به نتایج تحقیق در بعد ظرفیت سازگاری با سیلاب نیز بین گروه‌های آسیب‌پذیر مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود داشت. این یافته با نتایج حاصل از مطالعه احمدی و همکاران (Ahmadi et al., 2022) مطابقت دارد. این یافته بدان معنی است که میزان برخورداری خانوارهای روستایی از سرمایه‌های فیزیکی، مالی، طبیعی و اجتماعی-نهادی متفاوت بوده است. یافته‌ها حاکی از آن است که از نظر سرمایه انسانی، تفاوت معنی‌داری بین خانوارهای روستایی دارای آسیب‌پذیری کم، متوسط و شدید وجود ندارد. به طوری که نرخ وابستگی خانوار (نسبت افراد فعال اقتصادی به کل خانوار) و نرخ اشتغال خانوار (نسبت شاغلین به کل خانوار) در هر سه گروه از لحاظ آماری مشابه بوده است. از نظر سن سرپرست خانوار و تعداد مهاجران خانوارها نیز تفاوت معنی‌داری میان گروه‌های مورد مطالعه وجود نداشته است. این یافته حاکی از آن است که هر چند سرمایه‌های انسانی نقش مهمی در افزایش ظرفیت سازگاری خانوار روستایی با سیلاب دارند اما این سرمایه‌ها به تنهایی تعیین‌کننده میزان آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی در برابر سیلاب نیستند و عوامل دیگری نیز در شکل‌گیری آسیب‌پذیری در برابر سیلاب تأثیرگذارند. در مقابل، سرمایه‌های فیزیکی نقش مهمی در افزایش ظرفیت سازگاری داشته‌اند. میزان مالکیت اراضی و مساحت منزل مسکونی خانوارهای روستایی دارای آسیب‌پذیری کم و متوسط به مراتب بیشتر از خانوارهای روستایی دارای آسیب‌پذیری شدید بود. همچنین، بهره‌گیری خانوارهای روستایی دارای آسیب‌پذیری کم و متوسط از امکانات کشاورزی مناسب و به روز نظیر ماشین‌آلات جدید کشاورزی و زیرساخت‌های مناسب‌تر مدیریت آب موجب شد که این گروه‌ها به شکل مطلوب‌تری قادر به مدیریت مزرعه و باغ و به تبع آن کاهش اثرات ناشی از سیلاب باشند. از سوی دیگر، یافته‌ها نشان می‌دهد که خانوارهای روستایی دارای آسیب‌پذیری کم و متوسط درآمدهای



بیشتری را از فعالیت‌های باغداری، زراعت و دامداری کسب کرده‌اند. همچنین، میزان درآمدهای حاصل از فعالیت‌های غیرکشاورزی این دو گروه، به طرز معناداری بالاتر از گروه دارای آسیب‌پذیری شدید بوده است. از سوی دیگر، میزان تنوع زراعی، میزان آب کشاورزی و حاصلخیزی خاک خانوارهای روستایی دارای آسیب‌پذیری کم و متوسط به مراتب بیشتر از خانوارهای روستایی با آسیب‌پذیری شدید بود. دارا بودن میزان مناسب تنوع زراعی و حاصلخیز بودن خاک به بهبود بافت خاک و جلوگیری از فرسایش آن کمک می‌کند و این خود به عنوان مانعی برای شکل‌گیری رواناب‌ها و سیلاب‌ها و در نهایت آسیب حاصل از آنها عمل می‌نماید. از سوی دیگر، خانوارهای دارای آسیب‌پذیری کم توانسته‌اند با بهره‌گیری بیشتر از شبکه‌های حمایتی محلی و خدمات ترویجی، سرمایه اجتماعی - نهادی خود را افزایش داده و بخشی از آسیب‌های ناشی از سیل را جبران نمایند.

مطابق یافته‌های تحقیق خانوارهای روستایی ساکن در قسمت شرق و شمال حوضه آبخیز تجن، آسیب‌پذیری بیشتری از سیلاب داشته‌اند. به دلیل فاصله کمتر منازل، مزارع و دامداری‌های واقع در شرق و شمال حوضه آبخیز از رودخانه، دفعات نفوذ سیلاب به مزارع و منازل خانوارهای روستایی ساکن در این مناطق بیشتر بوده است. ضمن این‌که میزان سرمایه‌های مالی و فیزیکی در اختیار این خانوارها کمتر از ساکنان غرب و جنوب غرب حوضه بوده است. همین امر به افزایش آسیب‌پذیری خانوارهای مذکور از سیل منجر شده است.

با توجه به نتایج پژوهش، پیشنهاد می‌شود برای کاهش مواجهه خانوارهای روستایی با سیل، فرایند اطلاع‌رسانی در مورد احتمال وقوع سیل مورد بازنگری قرار گیرد؛ چرا که خروجی‌های مدل‌های پیش‌بینی هواشناسی جهانی و منطقه‌ای، وضوح مکانی به نسبت مناسب برای پیش‌بینی سیلاب‌های رودخانه‌ای را دارند، اما شکل کنونی انتشار اطلاعات و هشدارها و خطراتی که در اختیار سازمان هواشناسی کشور، قابلیت بهره‌برداری و استفاده مستقیم در مدل‌های هیدرولوژیکی پیش‌بینی سیل در مدیریت مخازن سدها را ندارد. در واقع، پیش‌بینی‌های سازمان هواشناسی برای کاربرد در سطح حوضه‌های آبخیز به عنوان واحد مکانی ایجاد سیل تنظیم نمی‌شود و عموماً ارضاکنده نیازهای بخش آب کشور در حوزه مدیریت سیلاب نیست. بنابراین، پیشنهاد می‌شود اصلاحات لازم در این خصوص انجام شود تا بتوان در سطح حوضه‌های آبخیز برای پیش‌بینی سیل و مدیریت مخازن سدها از داده‌ها و مدل‌های هواشناسی استفاده کرد. همچنین، اصلاح وضعیت انتشار هشدارها و خطراتی که در اختیار سازمان هواشناسی کشور باید مورد توجه قرار گیرد. از آنجایی که در اقدامات مدیریتی سیل، پیش‌بینی‌ها و صدور اطلاعات و هشدارها از سازمان هواشناسی به عنوان گام اول مدیریت محسوب می‌شود، برای استفاده از اطلاعاتی که هواشناسی در مدیریت سیلاب، لازم است چهار جزء مهم کمی و تأثیرگذار زمان شروع بارش، زمان پایان بارش، عمق یا شدت بارش و گستره آن مد نظر قرار گیرد. در حالی که این جزییات از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند اما در هیچ یک از اعلامیه‌های سازمان هواشناسی کشور ذکر نمی‌شوند. به علاوه، برای استفاده از سیستم‌های هشدار سیلاب در منطقه، اقدامات مقتضی انجام گیرد. در صورت ارائه آموزش‌های لازم، معمولاً سیستم‌های هشدار سیلاب در مقایسه با سایر روش‌های غیر سازه‌ای، نظیر بیمه سیلاب و تغییر کاربری اراضی، با اقبال عمومی روبرو می‌شوند. بنابراین، قابلیت اجرایی و کارایی آن را می‌توان مهم‌تر دانست. پیشنهاد می‌شود از سیستم‌های پیش‌بینی و هشدار سیلاب در رأس تمهیدات غیرسازه‌ای استفاده شود.

با توجه به نتایج، برای کاهش حساسیت در برابر سیلاب، ساخت مسکن مقاوم، رعایت فاصله مناسب مزرعه و منزل از رودخانه، استفاده از مصالح ساختمانی مستحکم، توجه بیشتر به جغرافیای منطقه و به‌کارگیری راهبردهای فنی خاص برای فعالیت‌های کشاورزی پیشنهاد می‌شود. یکی از عوامل افزایش آسیب‌پذیری به سیل، قدمت زیاد واحدهای مسکونی و یا کیفیت پایین مصالح به کار رفته در ساخت آن‌ها است. بنابراین پیشنهاد می‌شود در آینده، تمرکز بیشتری بر مقاوم‌سازی واحدهای مسکونی برای انطباق آن‌ها با تغییرات جوی صورت گیرد. ایجاد ارتفاع از کف حیاط عنصری مهم برای کاهش آسیب وسایل منزل در هنگام سیل‌زدگی است که لازم است در ساخت و سازهای آینده مورد توجه قرار گیرد. از سوی دیگر، در استان مازندران، ۱۶۱۵۳۴ هکتار از اراضی زراعی، دارای شیب بیش از ۵ درصد هستند. سهم اراضی با شیب بین پنج تا هشت درصد، معادل ۱۳۸۴۴ هکتار و سهم اراضی با شیب هشت تا ۱۲ درصد نیز معادل ۱۴۷۶۹۰ هکتار است. این در حالی است که از نظر علمی، انجام فعالیت‌های کشاورزی در اراضی با شیب بیش از هشت درصد به طور کلی مجاز نیست و در شیب‌های بین پنج تا هشت درصد نیز با به‌کارگیری راهبردهای فنی خاص مثل ترانس‌بندی و اختصاص اراضی شیب‌دار به باغات یا محصولات علوفه‌ای چندساله و گیاهان دارویی همراه با مدیریت صحیح و اصولی، امکان کشت وجود دارد. از آنجا که ۲۸/۸ درصد اراضی استان مازندران در شیب بالای ۵ درصد قرار دارند، مدیریت کشت در اراضی شیب‌دار باید به عنوان یکی از مهم‌ترین راهبردهای فنی مقابله با سیلاب مورد توجه قرار گیرد تا از شکل‌گیری رواناب‌های سیل‌آسا ممانعت شود. همچنین پیشنهاد می‌شود از کاشت گیاهان دوره‌ای برای تثبیت خاک در زمین‌های زراعی در حریم رودخانه استفاده شود. افزون بر این توصیه می‌شود از استانداردهای کشاورزی، ایجاد بستر خاکی



مقاوم و با قابلیت نفوذ بسیار بالای آب و کنترل فرسایش خاک در زمین‌های زراعی حریم رودخانه که با فرسایش بالای خاک مواجه‌اند، استفاده شود.

با توجه به نتایج مشخص شد که در بعد ظرفیت سازگاری؛ از لحاظ سرمایه‌های فیزیکی، مالی و طبیعی میان گروه‌های دارای آسیب‌پذیری کم و متوسط با گروه دارای آسیب‌پذیری شدید تفاوت معنی‌دار وجود دارد. بنابراین برای افزایش و بهبود ظرفیت سازگاری خانوارهای روستایی و ارائه هر چه بهتر برنامه‌های مدیریتی و پروژه‌های آبخیزداری، پیشنهاد می‌شود که اجرای عملیات اصولی آبخیزداری و حفاظت آب و خاک و بیولوژیک و تهیه نقشه پهنه‌بندی سیل با استفاده از داده‌های بانک سیل در دستور کار قرار گیرد. همچنین، اجرای طرح‌های آبخیزداری در مسیر رودخانه‌های فصلی و دائمی به منظور پخش یکنواخت سیلاب در مزارع (بهره‌مندی مزارع از بارندگی‌های فصلی و موسمی؛ بدون ایجاد تخریب) و کاهش سرعت سیلاب در مسیر رودخانه‌ها بسیار کارساز است. همچنین، در برنامه‌ریزی‌های توسعه روستایی، توجه به جغرافیای منطقه و دوری از آبراهه‌های اصلی و فرعی می‌تواند آسیب‌پذیری را کاهش دهد. با توجه به این که یکی از عوامل تخریب و افزایش آسیب ناشی از سیل، نزدیکی مناطق مسکونی به حریم رودخانه‌ها است، توصیه می‌شود اقدامات قانونی برای جلوگیری از تجاوز به حریم رودخانه‌ها با شدت بیشتری انجام شوند. ضمن این که برای حصول اطمینان از سرعت مناسب تخلیه آب به مناطق پایین دست، انجام اقدامات زیربنایی شامل لایروبی و ایجاد عمق مناسب برای انتقال دبی آب رودخانه ضرورت دارد.

در مجموع از منظر کاربردی این تحقیق اطلاعات مناسبی را در خصوص آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی حوضه آبخیز تجن در مواجهه با سیلاب ارائه می‌دهد و تحلیلی به نسبت جامع درباره وضعیت موجود منطقه با توجه به اهمیت ملاحظات اجتماعی و اقتصادی فراهم کرده است. به طوری که با مشخص شدن وضعیت آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی حوضه مذکور، اطلاعات لازم در اختیار متصدیان توسعه روستایی در نهادها و سازمان‌های ذیربط همچون شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان مازندران، سازمان جهاد کشاورزی، ادارات منابع طبیعی و آبخیزداری و مدیریت بحران استان مازندران قرار می‌گیرد تا در برنامه‌های آینده خود برای توسعه روستایی و بهبود وضعیت جوامع روستایی در مواجهه با سیلاب، دستاوردهای این پژوهش را مورد مذاقه قرار دهند. همچنین، با توجه به برخی محدودیت‌های مطالعه حاضر مثل وسع بودن حوضه آبخیز مورد بررسی و محدودیت‌های زمانی و مالی، امکان بررسی پیامدها و اثرات ناشی از وقوع سیل و نحوه مدیریت این مخاطره فراهم نشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده موضوعاتی همچون بررسی اثرات زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی سیل بر مناطق روستایی، راهبردهای فنی و غیرفنی مدیریت سیلاب در سطح محلی، اثرات تغییر اقلیم بر آسیب‌پذیری خانوارهای روستایی در مواجهه با سیلاب به تفکیک شبکه‌های عمرانی و میزان تاب‌آوری خانوارهای روستایی در برابر سیلاب مورد بررسی قرار گیرد.

## سپاس‌گزاری

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول است. به این وسیله نویسندگان از حمایت‌های مالی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به دلیل تأمین هزینه‌های طرح تشکر و قدردانی می‌کنند.

"هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

## منابع

- ابراهیمیان قاجاری، یاسر و براری سیاوشکلایی، محمد (۱۳۹۸). پهنه‌بندی پتانسیل تولید رواناب با استفاده از مدل‌های GIS-MCDA فازی (مطالعه موردی: حوضه آبریز رودخانه تجن). *علوم و فنون نقشه برداری*، ۹ (۱)، ۱۴-۱.
- احمدی، سمیه؛ قنبری، رضوان؛ غلامرضایی، سعید و رحیمیان، مهدی (۱۴۰۲). ارزیابی آسیب‌پذیری کشاورزان در برابر وقوع سیل (روستاهای حوضه آبخیز افرینه، استان لرستان). *تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران*، ۵۴ (۲)، ۴۵۷-۴۳۹. doi: 10.22059/ijaedr.2021.314158.668976
- اداره کل مدیریت بحران استان مازندران (۱۴۰۰). گزارش خسارت ناشی از سیل در استان مازندران.
- آوند، محمدتقی؛ مرادی، حمیدرضا و رمضان‌زاده لسبویی، مهدی (۱۴۰۱). ارزیابی آسیب‌پذیری حوضه آبخیز تجن از نظر سیلاب با استفاده از روش BWM، پژوهشنامه مدیریت حوضه آبخیز، ۱۳ (۲۶): ۲۰۰-۱.
- رضائی، پرویز (۱۳۹۷). تعیین پهنه سیل‌گیر با استفاده از GIS و مدل هیدرولیکی HEC-RAS (مطالعه موردی: رودخانه گوهررود در محدوده شهر رشت). *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۷ (۳)، ۵۶-۴۱. doi: 10.22067/geo.v0i0.69052



سراوانی، چنگیز؛ عبدالله زاده، غلامحسین؛ شریف‌زاده؛ محمدشریف و قربانی، خلیل (۱۴۰۰). ارزیابی آسیب‌پذیری خانوارها در مواجهه با خطر سیلاب در نواحی روستایی (مطالعه موردی: شهرستان‌های آق‌قلا و گمیشان)، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۸ (۲)، ۱۱۸-۱۰۱.

سلیمانی، کریم (۱۳۹۹). پهنه بندی خطر سیل استان مازندران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

شامی، محمدرضا؛ نظری، احمدرضا؛ افسردیر، امیرحسین و سعیدی، امیرحسین (۱۳۹۶). بررسی رخداد سیل در روستاهای توابع لنگرود و تبیین شیوه اثرگذاری. پنجمین کنفرانس جامع مدیریت و مهندسی سیلاب، تهران، <https://civilica.com/doc/741726>

شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان مازندران (۱۳۹۹). قابل دسترس در: [www.mzrw.ir](http://www.mzrw.ir)

شرکت مدیریت منابع آب ایران (۱۳۹۹). مطالعات پایه منابع آب، شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان مازندران.

شرکت مدیریت منابع آب ایران (۱۴۰۰). مطالعات پایه منابع آب، شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان مازندران.

عبدی، کمیل؛ کامیابی، سعید و زندمقدم، محمدرضا (۱۳۹۸). ارزیابی یکپارچه آسیب‌پذیری و ریسک‌پذیری فضایی در برابر سیلاب در شهر ساری. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۵۱ (۳)، ۴۴۵-۴۳۱.

محمدی یگانه، بهروز؛ ولاتی، محمد و چراغی، مهدی (۱۳۹۲). اثرات کاهش سطح آب دریاچه ارومیه در اقتصاد کشاورزی روستاهای پیرامون (مطالعه موردی: دهستان مرحمت آباد شمالی، شهرستان میاندوآب). نشریه جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۲ (۵)، ۷۱-۵۶.

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۸). بررسی و تحلیل وقایع سیل فروردین ماه ۱۳۹۸. معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی، دفتر مطالعات زیربنایی.

## REFERENCES

- Abdi, K., Kamyabi, S., & Zand Moghaddam, M. R. (2019). Integrated Assessment of Vulnerability, Resiliency and Spatial Risk against Flooding in Sari City. *Physical Geography Research*, 51(3), 431-445. doi: 10.22059/jphgr.2019.272801.1007324. (In Persian).
- Abdul-Razak, M., & Kruse, S. (2017). The adaptive capacity of smallholder farmers to climate change in the Northern Region of Ghana. *Climate Risk Management*, 17, 104-122.
- Ahmadi, S., Ghanbari Movahed, R., Gholamrezaie, S., & Rahimian, M. (2022). Assessing the Vulnerability of Rural Households to Floods at Pol-e Dokhtar Region in Iran. *Sustainability*, 14(2), 762.
- Ahmadi, S., Ghanbari, R., Gholamrezai, S., & Rahimian, M. (2023). Vulnerability Assessment of Rural Households to floods (Villages of Afrineh Watershed, Lorestan Province). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 54(2), 439-457. doi: 10.22059/ijaedr.2021.314158.668976. (In Persian).
- Australian Bureau of Statistics (2023). Sample size calculator, Australia.
- Avand M, Moradi H, & Ramazanzadeh Lasbuie M. (2022). Vulnerability Assessment of Tajan Watershed in Terms of Flood using BWM Method. *Journal of Watershed Management Research*. 13(26), 10-20. doi:10.52547/jwmr.13.26.10 URL: <http://jwmr.sanru.ac.ir/article-1-1123-fa.html>. (In Persian).
- Birkholz, S., Muro, M., Jeffrey, P., & Smith, H. M. (2014). Rethinking the relationship between flood risk perception and flood management. *Science of the total environment*, 478, 12-20.
- Center for Research on the Epidemiology of Disasters (2020). <https://www.cred.be>
- de Brito, M. M., Evers, M., & Höllermann, B. (2017). Prioritization of flood vulnerability, coping capacity and exposure indicators through the Delphi technique: A case study in Taquari-Antas basin, Brazil. *International journal of disaster risk reduction*, 24, 119-128.
- Disaster management administration of Mazandaran. (2021). Report of the Department of Statistics and Information. (In Persian).
- Ebrahimian Ghajari Y & Barari Siavoshkolaei, M. (2019). Runoff Production Potential Zoning Using Fuzzy GIS-MCDA Models (Case Study: Tajan River Basin). *Journal of Gematics Science and Technology*; 9 (1) :1-14 URL: <http://jgst.issgeac.ir/article-1-809-fa.html>. (In Persian).
- Fahad, S., Hossain, M. S., Huong, N. T. L., Nassani, A. A., Haffar, M., & Naem, M. R. (2022). An assessment of rural household vulnerability and resilience in natural hazards: evidence from flood prone areas. *Environment, Development and Sustainability*, 25(6), 5561-5577.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). <http://www.fao.org/home/en>.
- Gao, J.; Nickum, J.E.; Pan, Y. (2007). An assessment of flood hazard vulnerability in the Dongting Lake Region of China. *Lakes Reserv. Res. Manag.* 12, 27-34.
- Hahn MB, Riederer AM, Foster SO (2009) The livelihood vulnerability index: a pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change—a case study in Mozambique. *Glob Environ Chang* 19(1):74-88

- Huang X, Huang X, He Y, Yang X (2017) Assessment of livelihood vulnerability of land-lost farmers in urban fringes: a case study of Xi'an, China. *Habitat Int* 59:1-9
- Imran, M., Sumra, K., Mahmood, S. A., & Sajjad, S. F. (2019). Mapping flood vulnerability from socioeconomic classes and GI data: Linking socially resilient policies to geographically sustainable neighborhoods using PLS-SEM. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 41, 101288.
- IPCC (2007) Climate change -the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- IPCC. (2022). Climate Change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability.
- Iqbal, A., & Nazir, H. (2023). Community perceptions of flood risks and their attributes: a case study of rural communities of Khipro, district Sanghar, Pakistan. *Urban Climate*, 52, 101715.
- Iran water resource management company of Iran. (2020). Basic studies of water resources. Iran water resource management company of Mazandaran. (In Persian).
- Islamic Parliament Research Center of The Islamic Republic Of IRAN. (2019). Investigation and analysis of flood events in April 2019. Office of Basic Studies. (In Persian).
- Islamic Parliament Research Center of The Islamic Republic Of IRAN. (2019). Investigation and analysis of flood events in April 2019. Office of Basic Studies. (In Persian).
- Jamshed, A., Birkmann, J., Rana, I. A., & McMillan, J. M. (2020). The relevance of city size to the vulnerability of surrounding rural areas: an empirical study of flooding in Pakistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 48, 101601.
- Jamshidi, O., Asadi, A., Kalantari, K., Azadi, H., & Scheffran, J. (2019). Vulnerability to climate change of smallholder farmers in the Hamadan province, Iran. *Climate Risk Management*, 23, 146-159.
- Keshavarz, M., & Soltani Moqadas, R. (2021). Assessing rural households' resilience and adaptation strategies to climate variability and change. *Journal of Arid Environments*, 184, 104323.
- Keshavarz, M., Karami, E., & Zibaie, M. (2014). Adaptation of Iranian farmers to climate variability and change. *Regional Environmental Change*, 14(3), 1163-1174.
- Mehryar, S., & Surminski, S. (2021). National laws for enhancing flood resilience in the context of climate change: potential and shortcomings. *Climate Policy*, 21(2), 133-151.
- Moazezi Zadeh Tehrani, M. R. (2014). Vulnerability measures for flood and drought and the application in hydrometric network design (Master's thesis, University of Waterloo).
- Mohammed, A., Li, J., Elaru, J., Elbashier, M. M., Keesstra, S., Artemi, C., & Teffera, Z. (2018). Assessing drought vulnerability and adaptation among farmers in Gadaref region, Eastern Sudan. *Land use policy*, 70, 402-413.
- Nguyen, M. H., Le, D. P., & Vo, T. T. (2021). Vulnerability to natural disaster and welfare effect: a case study of flood risk in Vietnam's North central region. *Journal of Asian and African Studies*, 56(8), 1879-1898.
- Nong, H. T. T., Gan, C., & Hu, B. (2022). Livelihood vulnerability to climate change: A case of farm households in Northeast Vietnam. *Environment, Development and Sustainability*, 24(10), 12059-12078.
- Panthi, J., Aryal, S., Dahal, P., Bhandari, P., Krakauer, N. Y., & Pandey, V. P. (2016). Livelihood vulnerability approach to assessing climate change impacts on mixed agro-livestock smallholders around the Gandaki River Basin in Nepal. *Regional environmental change*, 16, 1121-1132.
- Ponsian, N., Chrispina, K., Tago, G., & Mkiibi, H. (2014). The effect of working capital management on profitability. *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, 2(6), 347-355.
- Regional water company of Mazandaran. (2020). Available at: [www.mzrw.ir](http://www.mzrw.ir). (In Persian).
- Rezaei, P. (2018). Determining the Flooding Zone Using GIS and HEC-RAS Hydraulic Model Case Study: Goharood River, Rasht. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 7(3), 41-56. doi: 10.22067/geo.v0i0.69052. (In Persian).
- Rufat, S., Tate, E., Burton, C. G., & Maroof, A. S. (2015). Social vulnerability to floods: Review of case studies and implications for measurement. *International journal of disaster risk reduction*, 14, 470-486.
- Salik, K.M., Jahangir, S., Hasson, S., 2015. Climate change vulnerability and adaptation options for the coastal communities of Pakistan. *Ocean & Coastal Management* 112, 61-73.
- Santos, P.P.; Pereira, S.; Zêzere, J.L.; Tavares, A.O.; Reis, E.; Garcia, R.A.C.; Oliveira, S.C. A comprehensive approach to understanding flood risk drivers at the municipal level. *J. Environ. Manag.* 2020, 260, 110127.
- Saptutyningsih, E., Diswandi, D., & Jaung, W. (2020). Does social capital matter in climate change adaptation? A lesson from agricultural sector in Yogyakarta. *Indonesia. Land use policy*, 95, 104189.



- Savari, M., Damaneh, H. E., & Damaneh, H. E. (2022). Drought vulnerability assessment: Solution for risk alleviation and drought management among Iranian farmers. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 67, 102654
- Seravani C, Abdollahzadeh G, Sharifzadeh M S, Ghorbani K. Vulnerability assessment of households to flood risk in the rural areas: case study of Aqqala and Gomishan Counties. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards* 2021;8 (2) :101-118URL: <http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-3232-fa.html>. (In Persian).
- Shah KU, Dulal HB, Johnson C, Baptiste A (2013) Understanding livelihood vulnerability to climate change: applying the livelihood vulnerability index in Trinidad and Tobago. *Geoforum*
- Shahzad L, Tahira A, Sharif F, Haq IU, Mukhtar H (2019) Assessing the impacts of changing climate on forest ecosystem services and livelihood of Balakot mountainous communities. *Pak J Bot*
- Shami, M., Nazari, A., Afsardeir, A. & Saiedi, A. (2017, November). Investigating the occurrence of floods in the villages of Langrod districts and explaining the impact method. Paper presented at the 5th Comprehensive Conference Flood Mangement and Engineering, Tehran, Iran. (In Persian).
- Sharma, J., & Ravindranath, N. H. (2019). Applying IPCC 2014 framework for hazard-specific vulnerability assessment under climate change. *Environmental Research Communications*, 1(5), 051004.
- Solaimani, K. (2019). Flood risk zoning in Mazandaran province. Sari University of Agriculture and Natural Resources. (In Persian).
- UN Office Disaster Risk Reduction. (2020). <https://www.undrr.org>
- Veenstra, J. (2013). Flood vulnerability assessment on a commune level in Vietnam. Bachelor thesis about the application of a flood vulnerability assessment to communes of the Ca river basin in Nghe An province in Vietnam (Bachelor's thesis, University of Twente).
- Zarafshani, K., Maleki, T., & Keshavarz, M. (2020). Assessing the vulnerability of farm families towards drought in Kermanshah province, Iran. *GeoJournal*, 85, 823-836.
- Zuniga-Teran, A. A., Mussetta, P. C., Ley, A. N. L., Díaz-Caravantes, R. E., & Gerlak, A. K. (2021). Analyzing water policy impacts on vulnerability: Cases across the rural-urban continuum in the arid Americas. *Environmental Development*, 38, 100552.