Assessing the Role of Floods in Changing the Bed of Rivers and its Impact on Rural Communities (Case study: Khorramabad River)

Siyamak Sharafi
Assistant Professor of Geomorphology, University of Lorestan, Khoramabad

Sharafi, S. (2022). [Assessing the Role of Floods in Changing the Bed of Rivers and its Impact on Rural Communities (Case study: Khorramabad River)]. *Geography and Development,* 19 (65), 127-152.
doi: http://dx.doi.org/10.22111/J10.22111.2021.6521

Received: 09/10/2020
Accepted: 26/07/2021

ABSTRACT

Floods, as the most common natural hazard over the past decades, have had many environmental and socioeconomic consequences within floodplains. Since agricultural activities in river areas are carried out mainly in floodplains called "Cham" in the local language, floods and riverbed changes can destroy agricultural land in the Cham's area. The occurrence of floods in the Khorram abad River in 1 April 2019 changed the riverbed in many parts of the river, resulting in the erosion of agricultural lands, the destruction of gardens and water transfer canals to rice fields. The aim of this study is to evaluate the changes in the riverbed as a result of flooding and erosion of agricultural lands in Cham's, where the livelihood of rural settlements around the river depends. Various tools such as Sentinel satellite images before flood (22 May) and after the flood (29 April), Google Earth images and Arc GIS and ENVI software have been used to analyze different parts of the research. Research Results shows that the riverbed has widened and shifted at several points and flowed in a different direction. The reason for the displacement was the severity of the floods, loose and erosive alluvial sediments, and the interference of rural communities in the form of the expansion of agricultural lands in the riverside Chams. The relocation and widening of the riverbed has eroded 20 Cham's of the studied agricultural lands by 48.3 hectares and reduced the rice harvest by 95.7 tons. Other research results indicate the vulnerability of villages based on the amount of damage caused by erosion of rivers and reduction of rice harvest, so that the most damage is done to downstream villages and the least damage is done to villages upstream.

Keywords:
Flood, Khorramabad River, Erosion, Rural Communities.

Extended Abstract

1. Introduction

Floods are one of the natural hazards that affect communities around the world and are one of the leading causes of natural hazards worldwide, so no region in the world is safe from floods. Rural areas are among the first vulnerable areas to natural hazards such as floods, because in rural areas major agricultural lands are located along rivers due to sedimentation in floodplains, thus floods can cause destruction and erosion in the agricultural lands in these plains. Because the economies of rural rivers are largely dependent on agricultural lands, erosion and depletion can affect the economy and livelihoods of rural communities.

The occurrence of floods on 1 April 2019 in Lorestan province, including the Khorramabad

***Corresponding Author:**
Siyamak Sharafi
Address: Department of Geomorphology
University of Lorestan, Khoramabad
Tel: +98 (9163988723)
E-mail: sharafi.si@lu.ac.ir

River with a high potential for flooding, changed the bed and relocated the river and resulted in the destruction of the agricultural lands along the river on which the livelihood of the villages depends. Such along river located agricultural lands are called called “Cham”. The agricultural lands of some rivers have been completely eroded and others have been turned into rainy lands as a result of the destruction and destruction of water transmission canals, and they lost their potential for rice cultivation which is the main activity of the villagers around the river. Therefore, the first aim of the present study is to determine the effects of floods on bed changes and consequently erosion of rivers, and then to prioritize the rivers in terms of damages caused by floods due to the magnitude of eroded lands and damages.

2. Material and Methods

In this study, after the sever floods on 1 April 2019 on Khorramabad River, a field study was conducted in order to collect the required information such as the location of the Chams as well as damages, such as the destruction of villages and gardens, changing river bed, determining the position of the transverse profile, taking the required photos and information from the riverside villages. Various tools such as Sentinel-2 satellite images for before and after the flood and GPS were used in various stages of the research. Then, the boundaries of the Chams along the river identified in the field studies were plotted using Google Earth images. Consequently, using Sentinel-2 satellite images (March, 22) and Sentinel-2 MSI 1 satellite image (April, 29), the riverbed was excavated in polygon for before and after the flood in the ENVI software environment. The Chams and the polygon of the river route overlapped in Arc GIS software and changes in river flow and erosion rate in each range Cham were determined using the Union tool. Finally, the amount of erosion of each Cham and as a result the reduction of rice harvest was quantified and the villages were prioritized based on the magnitude of flood-caused damages.

3. Results and Discussion

In the studied section of the Khorramabad River, which runs from downstream of the city of Khorramabad to the Doab-Kashkan, the flood caused damages to infrastructures such as communication bridges, access roads, rural settlements, water transfer canals, gardens and agricultural land. Extraction and overlap of Khorramabad river bed for before and after the flood, which was obtained using Sentinel satellite images in EVVI and Arc GIS software, show that the river has undergone significant changes such as displacement and change of riverbed after the flood as well as lateral erosion, so that at several areas the riverbed has shifted and the river flows in a new direction.

Field observations indicate high river erosion compared to sedimentation rates. In some parts of the river, in direct and short routes, due to the resistant of both riverbed and the river sides to erosion, not much change is observed, but changes in the width and depth of the riverbed have been more than several meters due to the presence of unstable and erodible sediments.

Investigation of the amount of Chams erosion caused by the flood shows that the area of 20 studied Chams is 477.5 hectares and the highest area (113.5 hectares) is related to Cham of Pahalat, Sabzevar villages and Vaysian city and the lowest area is related to Cham Judol Dol (9.8 hectares).

Evaluation of the total river erosion caused by the flood shows that out of 142 hectares of eroded area, 48.3 hectares were agricultural lands of the Chams. The rate of river erosion has increased from the upstream to the downstream, as the flow rate of the river increases downstream due to joining seasonal rivers as well as a general decrease in the elevation of agricultural lands in the downstream.

In order to investigate the effect erosion of the agricultural income of the villagers living in the Chams, we calculate the rice production per hectare for before and after the studied flood. , The average rice harvest per hectare in the rivers is about 2 tons and the average price per kilogram of rice in 2019 was 30 thousand tomans. As a result, the amount of rice harvested in the studied grasses before the flood was about 955 tons, which decreased by 95.7 tons after the flood and erosion of the Chams. The highest amount of rice harvest reduction was 24.8 tons in Cham villages of Pahalat, Sabzevar villages and Vaysian city in the downstream area.

Based on the amount of river erosion, reduced rice production and the estimated damages, the maximum damages took place in Sabzevar and Pahalet villages and Vaysian city downstream and the least damages occurred in Sar-Zangoleh and Cham Ghoregh villages in the upstream area. Likewise, as a result of the destruction of the water transfer canal and the lack of rice cultivation, the maximum damages took place in the Shurab Najm Soheili and Shurab Mahmoudvand villages in the midstream areas.

4. Conclusion

Changes in the riverbed and erosion of agricultural lands in the Cham areas are the most important changes caused by the flood on 1 April 2019 in the Khorramabad River. Extraction of the riverbed for before and after the flood using satellite images showed that 142 hectares of the area around the river have been eroded, of which 48.3 hectares belong to 20 Chams along the river, where the main activity of the villagers is rice cultivation. In addition, the changes in the riverbed destroyed the water transmission canals in 4 Chams with an area of 104.4 hectares.

An examination of the amount of rice harvested in relation to the amount of erosion and destruction of water transmission canals in the Cham areas showed that as a result of the erosion of agricultural lands in the Chams, 95.7 tons and the destruction of water transmission channels 208.8 tons and a total of 304.5 tons decrease in rice harvest in 2019 has been calculated. Therefore, about 81,200,000,000 Rials have been damaged as a result of floods and reduced rice harvest in the rural communities owned by the Chams.

Assessing the vulnerability of villages as a result of floods and its effects on agricultural lands and water transmission canals indicates that the vulnerability of villages has increased from the upstream towards the downstream. The main reasons for the high erosion and consequent damage to the lower Chams of the Khorramabad River are the increase in river flow and the low elevation of agricultural lands relative to the riverbed.

Keywords: Flood, Khorramabad River, Erosion, Rural Communities.

5. References

- Aksha, S. K., Juran, L., & Resler, L. M. (2018). Spatial and temporal analysis of natural hazard mortality in Nepal. Environmental Hazards. 17(2), 163-179. https://doi.org/10.1080/17477891.2017.1398630.
- Aziz pour, F., Hamidi, M.S., Chabok, J. (2015). The Role of Local Participation in Flood Risks Management in Rural Areas Case study: Villages in the Bashar River Basin in Boyer Ahmad City. Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards, 2(4), 77-94. https://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2534-fa.html.[In Persian]
- Balouchi, O., & Amiri, B. (2013). Vulnerability analysis of rural areas from natural hazards. 2nd International Conference on Environmental Hazards. Tehran. kharazmi University, Tehran. https://www.civilica.com/Paper-ICEHH02-ICEHH02_452.html. [In Persian]
- Dankers, R., & Feyen, L. (2008). Climate change impact on flood hazard in Europe: An assessment based on high-resolution climate simulations. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 113(D19). https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1029/2007JD009719.
- Das, S. (2018). Geographic information system and AHP-based flood hazard zonation of Vaitarna basin, Maharashtra, India. Arabian Journal of Geosciences, 11(19), 1-13. https://doi.org/10.1007/s12517-018-3933-4.

- Dorostkar gol khili, H., Yousefi, Y., Ramezanzadeh Lasboyee, M., Roradeh, H. (2016). Assessing the Resilience of the Rural Settlements against the Risk of Flooding in the Villages of the Nekarud Basin. Jsaeh, 2 (4), 15-30. https://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2529-fa.html.[In Persian]
- Foudi, S., Osés-Eraso, N., & Tamayo, I. (2015). Integrated spatial flood risk assessment: The case of Zaragoza. Land Use Policy, 42, 278-292. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837714001720.
- Garbero, A., & Muttarak, R. (2013). Impacts of the 2010 droughts and floods on community welfare in rural Thailand: differential effects of village educational attainment. Ecology and Society, 18(4), 27. https://www.ecologyandsociety.org/vol18/iss4/art27/.
- Gwimbi, P. (2009). Linking rural community livelihoods to resilience building in flood risk reduction in Zimbabwe. Jàmbá: Journal of Disaster Risk Studies, 2(1), 71-79. https://jamba.org.za/index.php/jamba/article/view/16.
- Hudson, P. G. M. B., Botzen, W. J. W., Kreibich, H., Bubeck, P., & Aerts, J. C. J. H. (2014). Evaluating the effectiveness of flood damage mitigation measures by the application of propensity score matching. Natural Hazards and Earth System Sciences (NHESS), 14, 1731-1747. https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/ 14/1731/2014/.
- Kron, W. (2005). Flood risk= hazard• values• vulnerability. Water international, 30(1), 58-68. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02508060508691837.
- Kumar, V., Cheng, S. Y. C., & Singh, A. K. (2016). Impact of flood on rural population and strategies for mitigation: A case study of Darbhanga district, Bihar state, India. Contemporary Rural Social Work, 8(1), 5. https://digitalcommons.murraystate.edu/crsw/vol8/iss1/5/.
- Langat, P. K., Kumar, L., & Koech, R(2019). Monitoring river channel dynamics using remote sensing and GIS techniques. Geomorphology, 325, 92-102. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169555X18304070.
- Lumbroso, D., Ramsbottom, D., & Spaliveiro, M. (2008). Sustainable flood risk management strategies to reduce rural communities' vulnerability to flooding in Mozambique. Journal of Flood Risk Management, 1(1), 34-42. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1753-318X.2008.00005.x.
- Maghsoudi, M., Sharafi, S., Maghami, Y., 2010. Trend of morphological pattern changes in Khorramabad River using RS, GIS and Auto Cad. The Journal of Spatial Planning 14, 275-294. http://hsmsp.modares.ac.ir/article-21-986-fa.html.[In Persian]
- Management and planning organization of Lorestan province. (2018). Demographic statistics of Lorestan province. [In Persian]
- MirzaAli, M., Nazari, A., Ownegh, M. (2018). Measuring the physical dimension of rural resilience against flood (Case study: Gorganroud watershed basin). Physical Sacial Planning, 5 (successive 11), 111-133. doi: 10.30473/psp.2018.5262. [In Persian]
- Mododi Arkhodi, M., Boroumand, R., Akbari, E. (2020). Explaining the resilience of rural areas against natural hazards with emphasis on flood. Journal of Natural Environmental Hazards, 9(23), 0-0. doi: 10.22111/jneh.2019.30067.1525. [In Persian]
- Mwale, F. D., Adeloye, A. J., & Beevers, L. (2015). Quantifying vulnerability of rural communities to flooding in SSA: a contemporary disaster management perspective applied to the Lower Shire Valley, Malawi. International journal of disaster risk reduction, 12, 172-187. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420915000047.
- Nourozi, A., & Teymouri, R. (2016). Effects of Climate Hazards on Rural Economy in Central Isfahan. First international conference on natural hazards and environmental crises in Iran, solutions and challenges, Ardabil.https://www.civilica.com/Paper-ICINH01-ICINH01_171.html. [In Persian]
- Parker, D., Tapsell, S., & McCarthy, S. (2007). Enhancing the human benefits of flood warnings. Natural Hazards, 43(3), 397-414. https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-007-9137-y.

- Pourtaheri, M., sojasi qeydari, H., sadeghloo, T. (2012). Comparative Assessment of Ranking Methods for Natural Disasters in Rural Regions (Case Study: Zanjan Province). Journal of Rural Research, 2(7), 31-54. https://jrur.ut.ac.ir/article_23686.html. [In Persian]
- Rad, M., Vafakhah, M., Gholmalifard, M. (2018). Flood mapping using HEC-RAS hydraulic model in part of Khorramabad watershed. Journal of Natural Environmental Hazards, 7(16), 211-226. doi:10.22111/jneh.2017.3343. http://jneh.usb.ac.ir/article_3343.html. [In Persian]
- Rajabi, M., Hejazi, M., roostaei, S., aali, N. (2018). The Role of Geomorphology factors in the occurrence of natural hazards in rural settlements Case Study: City of saqez. Quantitative Geomorphological Research, 7(2), 183-195. http://www.geomorphologyjournal.ir/article_81032.html. [In Persian]
- Sabz Andish Payesh Consulting Engineers Co. (2011). Lorestan province planning program (second stage: analysis of the current situation and structure). 1-198. https://lorestan.mporg.ir/FileSystem/View/File.aspx?FileId=4908886a-583d-46b1-a69b-c71b88b8d355.[In Persian]
- Sadeghloo, T., & Sojasi Qeidari, H. (2014). Flood hazard management strategies in rural area by SWOC-TOPSIS technique (Case study: Ghare – chai river basin of Ramyan province). Geography and environmental hazards, 3(4), 105-128. https://doi.org/10.22067/geo.v3i4.36491. [In Persian]
- Sampson, C. C., Smith, A. M., Bates, P. D., Neal, J. C., Alfieri, L., & Freer, J. E. (2015). A high-resolution global flood hazard model. Water resources research, 51(9), 7358-7381. https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2015WR016954.
- Sharafi, S., Ebrahimi, S.H., Habibpour, M. (2018). Measuring awareness and recognizing rural areas in the central part of Delfan County from natural hazards. Sixth National Conference of the Iranian Geomorphological Association (Geomorphology and the Challenges), Shahid Beheshti University, Tehran. [In Persian]
- Shayan, M., Paydar, A., Bazvand, S. (2017). Impact Analysis of Upgrading the Indicators of Resilience over Sustainability of Rural Settlements against Floods (Item:rural areas of Zarrindasht county). Environmental Management Hazards, 4(2), 103-121. doi: 10.22059/jhsci.2017.241742.277. [In Persian]
- Soltani Ghiasvand, N.A., & Sarmadi seyfi, A.A. (2018). Natural hazards and its impact on sustainable rural development. 6th National Conference on Sustainable Development in Geography sciences and Planning, Architecture and Urban Planning, Tehran. https://www.civilica.com/Paper-GPACONF06-GPACONF06_013.html. [In Persian]
- Son, N. T., Chen, C. F., Chen, C. R., & Chang, L. Y. (2013). Satellite-based investigation of flood-affected rice cultivation areas in Chao Phraya River Delta, Thailand. ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing, 86, 77-88. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.09.008.
- Tate, E., Rahman, M. A., Emrich, C. T., & Sampson, C. C. (2021). Flood exposure and social vulnerability in the United States. Natural Hazards. 106, 435-457. https://doi.org/10.1007/s11069-020-04470-2.
- Xia, J., Falconer, R. A., Lin, B., & Tan, G. (2011). Numerical assessment of flood hazard risk to people and vehicles in flash floods. Environmental Modelling & Software, 26(8), 987-998. https://dl.acm.org/doi/10.1016/j.envsoft.2011.02.017.
- Yousefi, S., Mirzaee, S., Keesstra, S., Surian, N., Pourghasemi, H. R., Zakizadeh, H. R., & Tabibian, S (2018). Effects of an extreme flood on river morphology (case study: Karoon River, Iran). Geomorphology, 304, 30-39. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.12.034.

ارزیابی نقش سیلاب‌ها در تغییر بستر رودخانه‌ها و تأثیر آن بر جوامع روستایی
مطالعۀ موردی: رودخانۀ خرم‌آباد

دکتر سیامک شرفی

جغرافیا و توسعه، شمارۀ ۶۵، زمستان ۱۴۰۰
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۰۴
صفحات : ۱۵۲-۱۲۷

واژه‌های کلیدی:
سیلاب، رودخانۀ خرم‌آباد، فرسایش، جوامع روستایی

چکیده
سیل به‌عنوان شایع‌ترین مخاطرۀ طبیعی در طول دهه‌های گذشته، پیامدهای محیطی و اقتصادی-اجتماعی زیادی را در درون دشت‌های سیلابی ایجاد کرده است. از آنجا که فعالیت‌های کشاورزی حریم رودخانه‌ها در دشت‌های سیلابی که در اصطلاح محلی «چم» نامیده می‌شوند، انجام می‌گیرد، وقوع سیلاب و تغییر بستر رودخانه‌ها می‌تواند باعث ازبین‌رفتن زمین‌های کشاورزی در محدودۀ چم‌ها شود. وقوع سیلاب ۱۲ فروردین ۱۳۹۸ در رودخانۀ خرم‌آباد، باعث تغییر بستر رودخانه در بخش‌های زیادی از رودخانه و فرسایش زمین‌های کشاورزی چم‌ها، تخریب باغات و کانال‌های انتقال آب به مزارع برنج شد. هدف از این تحقیق، ارزیابی تغییرات بستر رودخانه در نتیجۀ سیلاب و فرسایش زمین‌های کشاورزی چم‌ها که معیشت سکونتگاه‌های روستایی اطراف رودخانه وابسته به آن‌هاست، می‌باشد. از ابزار مختلفی مانند تصاویر ماهواره‌ای Sentinel قبل (۲ فروردین) و بعد از سیلاب (۱ اردیبهشت)، تصاویر گوگل‌ارث و نرم‌افزارهای Arc GIS و ENVI درجهت تحلیل بخش‌های مختلف تحقیق استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که بستر رودخانه در چندین نقطه عریض‌تر و جابه‌جا شده و در مسیر دیگری جریان یافته است. دلیل جابه‌جایی‌ها، شدت سیلاب، رسوبات سست و فرسایش‌پذیر آبرفتی و دخالت‌های جوامع روستایی به شکل گسترش زمین‌های کشاورزی در چم‌های حاشیۀ رودخانه بوده است. جابه‌جا و عریض‌شدن بستر رودخانه، سبب فرسایش زمین‌های کشاورزی ۲۰ چم مورد مطالعه به میزان ۴۸/۳ هکتار و کاهش برداشت برنج به مقدار ۹۵/۷ تن شده است. از دیگر نتایج تحقیق می‌توان به آسیب‌پذیری روستاها براساس میزان خسارت ناشی از فرسایش چم‌ها و کاهش برداشت برنج اشاره کرد، به‌طوری‌که بیشترین خسارت به روستاهای پایین‌دست و کمترین خسارت به روستاهای در بالادست رودخانه وارد شده است.

مقدمه
گذری تاریخی بر زندگی انسان نشان می‌دهد که بشر همواره در معرض انواع مخاطرات طبیعی بوده است *(نوروزی و تیموری، ۱۳۹۵: ۱)*. مخاطرات طبیعی حوادثی ویران‌گر و ناگهانی‌اند که هر لحظه در جهان امکان وقوع دارند و برآیند آن خسارات مالی و جانی عمده است. عواقب آن ممکن است درازمدت و حتی برگشت‌ناپذیر باشد *(Patwardhan & Sharma, 2005: 253)*. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که تلفات جانی ناشی از مخاطرات طبیعی افزایش یافته است *(Aksha et al, 2018:163)* وقوع مخاطرات طبیعی منجر به بروز تغییرات در شرایط زیست‌محیطی که این نیز به‌نوبۀ خود به گسسته‌شدن روند زندگی عادی مردم و بروز تأثیرات مخرب بر سکونت‌گاه‌های انسان می‌شود و خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی و محیطی گسترده‌ای را بر جوامع تحمیل می‌کند *(پورطاهری و همکاران، ۱۳۹۰: ۳۳)*. سیل یکی از مخاطرات طبیعی است که تقریباً در همه جای دنیا به‌جز مناطق قطبی رخ می‌دهد *(Sampson et al, 2015: 7358; Das, 2018:1)* و در سراسر جهان یکی از علل خسارات ناشی از مخاطرات طبیعی است، به‌طوری‌که هیچ منطقه‌ای در جهان از خطر سیل در امان نیست *(Kron, 2005: 58)*.

در طی سه دهۀ گذشته، تعداد حوادث سیل به‌طور قابل‌توجهی در سراسر جهان افزایش یافته است *(Parker et al, 2007: 398)* و انسان به‌طور مداوم به‌دلیل تغییرات هیدرولوژیک و کاربری اراضی با افزایش

۱- استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
sharafi.si@lu.ac.ir

سیلاب‌ها مواجه شده است (*Tate et al, 2021: 435*). به‌طورکلی پیش‌بینی می‌شود که گرمایش جهانی، بزرگی و فراوانی رخداد بارندگی‌های شدید را افزایش داده و ممکن است منجر به طغیان شدید و مکرر در رودخانه‌ها شود (*Dankers & Feyen, 2008: 1*).

سیلاب‌های ناگهانی اغلب به‌دلیل ویژگی‌هایی مانند بازهٔ زمانی کوتاه، فرصت محدود برای صدور هشدارها و مرگ‌ومیر متوسط به بالا، منجر به شرایط بسیار خطرناک و گاه فاجعه‌بار در محدودهٔ رودخانه‌ها می‌شوند. سیلاب‌های ناگهانی همچنین می‌تواند باعث ازبین‌رفتن دارایی زیادی مانند سیل‌اخیر در پاکستان و خسارت به وسایل نقلیه در سیل بوسکاستل ۲۰۰۴ در انگلستان شود (*Xia et al, 2011: 987*). سیلاب، زمین‌های حاشیهٔ رودخانه را غرق می‌کند و ممکن است باعث ایجاد خسارت به اراضی کشاورزی و مناطق شهری و حتی منجر به تلفات جانی شود (*Hudson et al, 2014: 1731*). همچنین بسیاری از اجتماعات ازجمله روستائیان حاشیهٔ رودخانه‌ها، هرساله تلفات جبران‌ناپذیری از وقوع آن محتمل می‌شوند (*صادقلو و سجاسی قیداری، ۱۳۹۳: ۱۰۵*).

انسان‌ها اغلب در مکان‌هایی زندگی می‌کنند که فرصت‌ها و مخاطرات با هم ترکیب شده‌اند (*Wisner et al., 2004*) نواحی روستایی از نخستین مناطق آسیب‌پذیر در مواجهه با مخاطرات طبیعی هستند (*بلوچی و امیری، ۱۳۹۲: ۱*). زیرا این مخاطرات در جوامع روستایی به‌دلیل ارتباط تنگاتنگ با محیط طبیعی و توان محدود در مقابله با اینگونه تهدیدات، دارای شدت و قدرت آسیب‌رسانی بیشتری هستند (*رجبی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۸۳*). وقوع مخاطرات طبیعی مختلف از مهم‌ترین عوامل ایجاد اختلال در توسعه و ثبات جامعهٔ روستایی به شمار می‌رود و سالانه آسیب‌های زیادی به سرمایه‌ها، تولیدات، زیرساخت‌ها و ابنیهٔ روستایی وارد می‌کند (*سلطانی غیاثوند و سرمدی‌سیفی، ۱۳۹۷: ۱*).

سیل به‌عنوان شایع‌ترین مخاطرهٔ طبیعی در طول دهه‌های گذشته، پیامدهای محیطی و اقتصادی-اجتماعی زیادی را در درون دشت‌های سیلابی ایجاد کرده است (*Foudi et al, 2015: 283*)؛ زیرا افزایش جمعیت و روند روبه‌رشد صنعت، باعث پیشروی جوامع بشری به‌سوی حریم رودخانه‌ها و تمرکز فعالیت‌های اقتصادی در این دشت‌ها شده است (راد و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۱۲). در مناطق روستایی عمده زمین‌های کشاورزی در حاشیه رودخانه‌ها و درنتیجه رسوب‌گذاری در دشت‌های سیلابی تشکیل شده‌اند؛ بنابراین وقوع سیلاب‌ها می‌تواند باعث تخریب و فرسایش زمین‌های کشاورزی در این دشت‌ها شود. از آنجا که اقتصاد روستاهای حاشیهٔ رودخانه‌ها عمدتاً وابسته به زمین‌های کشاورزی است، فرسایش و ازبین‌رفتن زمین‌ها می‌تواند اقتصاد و معیشت جوامع روستایی را تحت تأثیر قرار دهد. به‌طوری‌که حتی ممکن است باعث مهاجرت روستاییان به مناطق دیگر، ازجمله شهرها شود.

با توجه به اهمیت اثرات رخداد سیلاب‌ها بر زندگی جوامع روستایی، مطالعات متعددی در بخش‌های مختلف جهان با روش‌ها، مدل‌ها و اهداف متفاوت کار شده است؛ اما در عمده تحقیقات، بحث تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطرهٔ سیلاب مدنظر بوده است؛ درصورتی‌که در مطالعهٔ حاضر، به بررسی اثرات سیلاب شدید فروردین ۱۳۹۸ بر تغییر مسیر رودخانه، میزان فرسایش زمین‌های کشاورزی حاشیهٔ رودخانه و درنتیجه اثرات آن بر اقتصاد روستاهای حریم رودخانه پرداخته شده است. در ادامه به چند مورد از مطالعات انجام‌شده در ارتباط با موضوع تحقیق اشاره شده است.

درستکار گل خیلی و همکاران (۱۳۹۴) به ارزیابی میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌ها در برابر مخاطرۀ سیلاب در روستاهای منتخب حوضۀ نکارود با استفاده از مدل مکان‌محور (DROP) پرداخته و نتیجه گرفتند که سکونتگاه‌های مورد مطالعه از نظر تاب‌آوری در شرایط متفاوتی قرار دارند.

عزیزپور و همکاران (۱۳۹۴) تحلیل مشارکت محلی در مدیریت مخاطرۀ سیل در نواحی روستایی حوضۀ آبخیز رودخانۀ بشار شهرستان بویراحمد را بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داد که خانوارهای روستایی براساس تجربه‌های شخصی، نسبت‌به خطرات سیل و احتمال وقوع آن در آینده آگاهی دارند و بر این اساس مایلند بخشی از هزینۀ کاهش خطر سیلاب را به‌عنوان عمل مشارکت‌گرایانه برای بهره‌گیری از شیوه‌های نوین مدیریت سیلاب بپذیرند.

شایان و همکاران (۱۳۹۶) به تحلیل تأثیرات ارتقای شاخص‌های تاب‌آوری بر پایداری سکونتگاه‌های روستایی شهرستان زرین‌دشت در مقابل سیلاب پرداختند. نتایج نشان داد که بیشترین اثرگذاری در بین شاخص‌های تاب‌آوری مربوط به شاخص سرمایۀ اجتماعی و کمترین تأثیرگذاری مربوط به شاخص اقتصادی است. همچنین در سال ۱۳۹۵، شدت خسارت وارد شده ۱۶۲ میلیارد بود که بیشترین خسارت به بخش راه و در مرتبۀ بعدی به واحدهای مسکونی وارد شده است. شرفی و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعۀ موردی به بررسی سنجش آگاهی و شناخت مناطق روستایی بخش مرکزی شهرستان دلفان استان لرستان از مخاطرات طبیعی با روش میدانی و استفاده از پرسشنامه، نتیجه گرفتند که عمدۀ ساکنان روستاها از مخاطرات طبیعی به‌ویژه زلزله و سیلاب شناخت دارند. همچنین زلزله و سیلاب مهم‌ترین مخاطرۀ طبیعی رخداده در مناطق روستایی مورد مطالعه به شمار می‌روند.

راد و همکاران (۱۳۹۷) پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-RAS در پایین‌دست حوزۀ آبخیز خرم‌آباد را با دورۀ برگشت‌های مختلف مطالعه کردند. نتایج نشان داد که سیلاب‌های با دورۀ بازگشت ۱۰۰ ساله و بیشتر، سطح اراضی بیشتری مانند اراضی دیم، مرتع و نواحی مسکونی را درگیر مخاطرۀ سیل می‌کنند.

میرزاعلی و همکاران (۱۳۹۷) سنجش ابعاد کالبدی تاب‌آوری جوامع روستایی در مواجه با سیل حوضۀ آبخیز گرگانرود را با روش نمونه‌گیری بررسی کرده و نتیجه گرفتند که هرچه فاصلۀ بافت و کالبد روستا از رودخانه بیشتر باشد، میزان تاب‌آوری روستائیان نیز افزایش می‌یابد. این امر درخصوص تاب‌آوری اجزای کالبدی روستا ازجمله فاصلۀ واحدهای مسکونی، مزارع و باغات و نیز سایر مستغلات تا رودخانه نیز صادق است.

مودودی‌ارخودی و همکاران (۱۳۹۹) به تبیین تاب‌آوری مناطق روستایی در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر سیلاب در حوضۀ آبریز قائن پرداختند. نتایج نشان داد که سطح تاب‌آوری روستاهای مورد مطالعه در سطح متوسط است، با این حال تاب‌آوری روستاها از ابعاد زیرساختی، اجتماعی و اقتصادی متفاوت است.

لامبروسو و همکاران (۲۰۰۸) استراتژی‌های پایدار مدیریت ریسک برای کاهش آسیب‌پذیری جوامع روستایی در برابر سیلاب در موزامبیک[1] را بررسی کردند. در این تحقیق به تدوین استراتژی‌های پایدار مدیریت ریسک سیل و تولید ابزارهای آموزشی مانند کتاب، پوستر، کتابچه و کارت بازی برای کاهش آسیب‌پذیری جوامع روستایی در برابر سیل پرداخته‌اند *(Lumbroso et al, 2008: 34)*.

1-Mozambique

گویمبی (۲۰۰۹) به بررسی ارتباط معیشت جوامع روستایی با ساختمان‌های انعطاف‌پذیر در کاهش خطر سیل در زیمباوه[1] را مورد مطالعه قرار داده و چند راهکار برای کاهش آسیب‌پذیری جوامع روستایی در برابر مخاطرۀ سیل ارائه داده است *(Gwimbi, 2009: 71)*.

مواله و همکاران (۲۰۱۵) آسیب‌پذیری کمّی جوامع روستایی در برابر سیلاب در بخشی از آفریقا را مطالعه کرده و نتیجه گرفتند که آسیب‌پذیری در برابر سیلاب متفاوت بوده و به عوامل مختلفی بستگی دارد *(Mwale et al, 2015: 172)*.

گاربرو و موتراک (۲۰۱۳) تأثیر خشکسالی‌ها و سیل سال ۲۰۱۰ بر رفاه جامعۀ روستایی تایلند را بررسی کرده و نتیجه گرفتند که سیل و خشکسالی تأثیر منفی بر مصرف مواد غذایی و غیرغذایی، سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی، تحصیلات یا درآمد نداشته است. با این حال، این عمدتاً مربوط به جوامع دارای سطح تحصیلات عالی است، زیرا این جوامع می‌توانند کمک‌های مالی دولت را برای مناطق تحت تأثیر سیل و خشکسالی بهتر تأمین کنند *(Garbero & Muttarak, 2013: 1)*.

کومار و همکاران (۲۰۱۶) تأثیر سیلاب بر جمعیت روستایی و راههای کاهش آن را در ایالت بیهار هند مورد بررسی قرار دادند. در سال ۲۰۰۸، ایالت بیهار در منطقۀ شمالی سیل شدیدی را تجربه کرد که بیش از ۲,۳ میلیون نفر و در سال ۲۰۱۳، بیش از ۵,۹میلیون‌نفر در ۳۷۶۸روستا در ۲۰منطقۀ روستایی را تحت‌تأثیر قرار داد*(Kumar et al, 2016: 2)*.

به‌طورکلی، از نظر نوآوری و جدیدبودن موضوع تحقیق حاضر در مقایسه با تحقیقات انجام‌شده می‌توان گفت که در مطالعات مشابه، عمدتاً تاب‌آوری مناطق‌روستایی درمعرض خطرسیلاب با درنظرگرفتن متغیرهای زیرساختی، اجتماعی و اقتصادی بررسی شده است؛ درصورتی‌که در این تحقیق با بررسی اثرات سیلاب بر تغییرات مورفولوژیک رودخانه و درنتیجه میزان فرسایش زمین‌های کشاورزی حاشیۀ رودخانه که کشت غالب آن‌ها برنج است، مقدار کاهش سطح زیر کشت برنج در چم‌ها برآورد و درنتیجه چم‌ها از نظر میزان خسارت اولویت‌بندی شده‌اند.

استان لرستان به‌دلیل دارابودن شرایط مؤثر در وقوع سیلاب، مانند بارندگی زیاد به‌صورت بارش‌های شدید و رگباری، توپوگرافی کوهستانی، ویژگی‌های زمین‌شناسی، فیزیوگرافی حوضه‌های آبخیز با ۳۳ رودخانۀ دائمی و ۲۴۵۱ کیلومتر شبکۀ رودخانه‌ای از مخاطرۀ سیل مستثنی نبوده است. براساس آمارهای موجود در طول دو دهۀ گذشته بیش از ۲۵۰۰ میلیارد ریال خسارت بر اثر سیل به استان لرستان وارد شده است *(شرکت مهندسین مشاور سبزاندیش پایش، ۱۳۹۰: ۴۲)*.

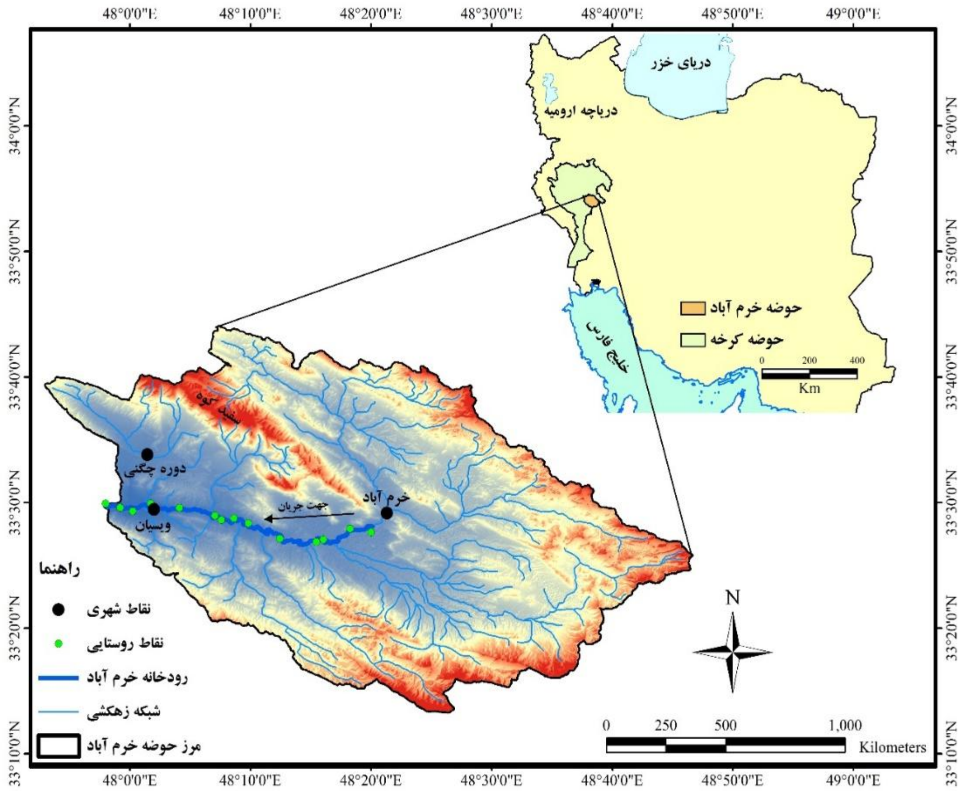
رودخانۀ خرم‌آباد به‌عنوان شریان اصلی بخش‌هایی از شهرستان‌های خرم‌آباد و چگنی در مرکز استان لرستان، پتانسیل سیل‌خیزی بالایی دارد؛ به‌طوری‌که هرساله وقوع سیلاب از مخاطرات طبیعی معمول در این محدوده است. از طرف دیگر روستاهای متعددی در حریم رودخانه با فواصل مختلف قرار دارند که معیشت آن‌ها وابسته به رودخانه است؛ زیرا فعالیت اصلی روستاها کشاورزی و محصول غالب کشت برنج است؛ اما باغداری نیز به‌صورت پراکنده در حریم رودخانه مشاهده می‌شود. کشت برنج در دامنه‌های محدب و مقعر رودخانه که لندفرم دشت سیلابی شکل‌گرفته یا در حریم رودخانه، به‌وسیلۀ کانال‌های انتقال آب انجام می‌شود. این دشت‌های سیلابی در اصطلاح محلی «چم» نامیده می‌شوند و خاک حاصلخیزی دارند. به‌دلیل رسوبات آبرفتی سست و

1-Zimbabwe

فرسایش‌پذیر چم‌ها و قرارگرفتن در حریم رودخانه، وقوع سیلاب باعث تغییر مسیر رودخانه و درنتیجه فرسایش کناری چم‌ها می‌شود؛ به‌طوری‌که در سیلاب‌های شدید مانند سیلاب ۱۲ فروردین ۱۳۹۸ برخی چم‌ها به‌طورکلی فرسایش یافته و برخی دیگر درنتیجهٔ تخریب و ازبین‌رفتن کانال‌های انتقال آب و تغییر شیب رودخانه به‌واسطهٔ پدیدهٔ کف‌کنی، به اراضی دیم تبدیل شده‌اند و قابلیت کشت برنج ندارند؛ بنابراین هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثرات سیلاب بر تغییرات بستر رودخانه، میزان فرسایش چم‌ها و اولویت‌بندی چم‌ها براساس میزان زمین‌های فرسایش‌یافته و خسارات وارده به آن‌ها است. این امر می‌تواند در واگذاری تسهیلات به کشاورزان براساس میزان خسارات وارده به زمین‌های کشاورزی، کنترل فرسایش کناری زمین‌ها و بعضاً تغییر بستر رودخانه به مسیر پیشین خود کمک کند.

منطقهٔ مورد مطالعه

رودخانهٔ دائمی خرم‌آباد در حوضه‌ای به همین نام با مساحت ۲۵۰۳ کیلومتر مربع در مرکز استان لرستان و غرب ایران واقع شده است. این رودخانه با جمع‌آوری آب سرشاخه‌های کوچک و بزرگ با جهت شرقی-غربی از مرکز شهر خرم‌آباد عبور می‌کند *(مقصودی و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۷۹)*. طول کل رودخانه حدود ۶۴ کیلومتر است، اما در این مقاله بخش اصلی رودخانه به طول ۴۶ کیلومتر که بین طول ۴۷° ۵۷´ تا ۴۸° ۱۹´ و عرض ۳۳° ۲۸´ تا ۳۳° ۲۹´ جغرافیایی قرار دارد، مورد بررسی قرار گرفته است. بخش مورد مطالعه از پایین‌دست پارک شاپوری در جنوب شهر خرم‌آباد شروع و پس از مسافتی در حدود ۵۰ کیلومتر در روستایی به‌نام چم‌باغ در شهرستان چگنی به رودخانهٔ کاکارضا پیوسته و به رودخانهٔ کشکان که از سرشاخه‌های اصلی حوضهٔ آبریز کرخه است، می‌ریزد. میانگین بارش سالانهٔ حوضه براساس آمار ایستگاه هواشناسی خرم‌آباد، ۴۹۵ میلی‌متر است. میانگین جریان ماهانهٔ رودخانهٔ خرم‌آباد برابر با ۹/۶۷ مترمکعب بر ثانیه است که فروردین و شهریور به‌ترتیب به‌عنوان پرآب‌ترین و کم‌آب‌ترین ماه‌های این رودخانه به شمار می‌روند. از دیدگاه زمین‌شناسی در بیشتر مسیر رودخانه از رسوبات آبرفتی عبور می‌کند، اما سازندهایی مانند کشکان، بختیاری، گورپی، امیران، آسماری و... نیز در محدودهٔ اطراف رودخانه مشاهده می‌شوند *(نقشهٔ زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ خرم‌آباد، ۱۳۶۴)*. در شکل ۱، موقعیت حوضهٔ خرم‌آباد و بخش مورد مطالعه از این رودخانه در استان لرستان نشان داده شده است.



شکل ۱: موقعیت رودخانهٔ مورد مطالعه در حوضهٔ آبخیز خرم‌آباد

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۹

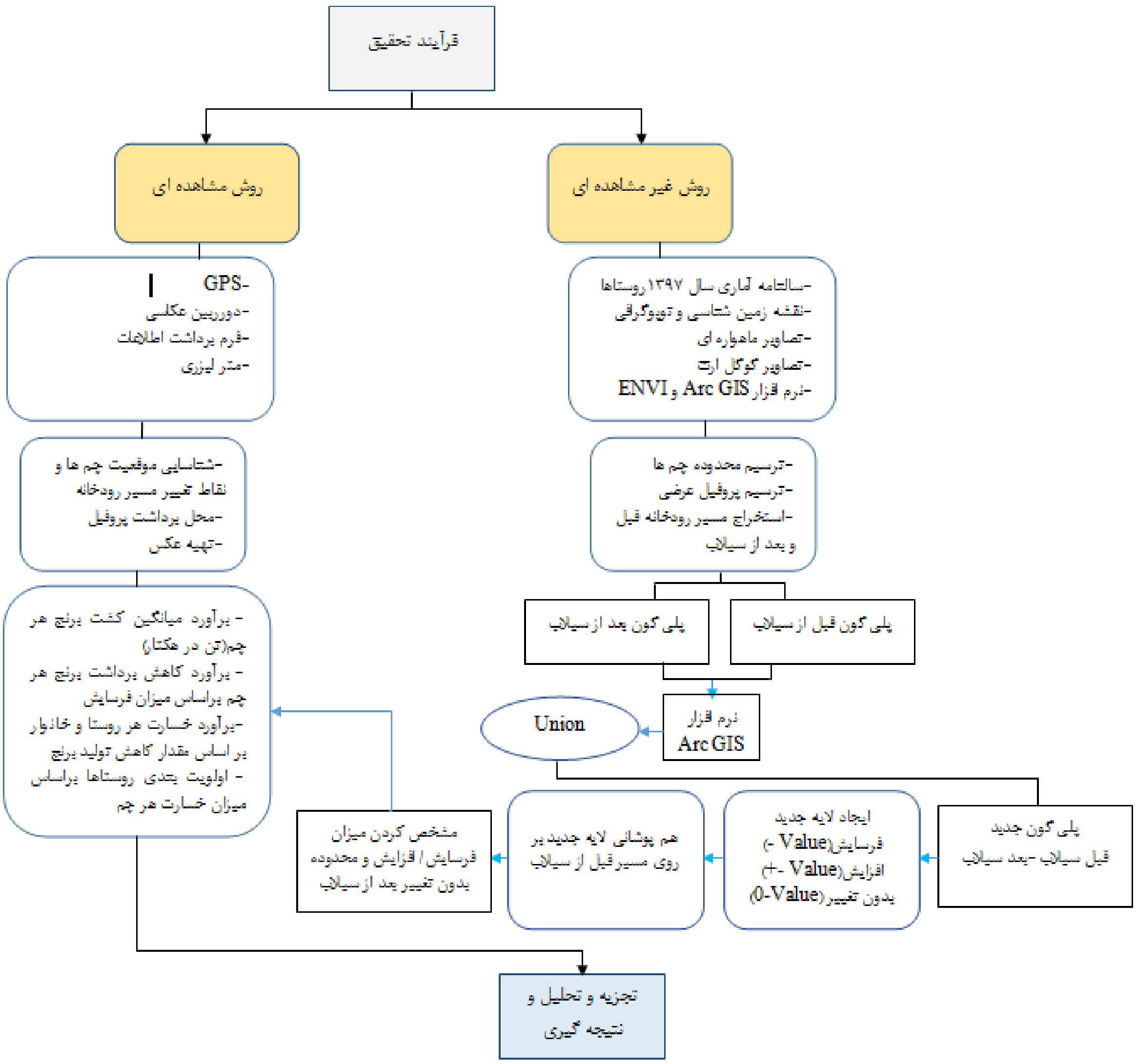
مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نظر ماهیت، کاربردی-توسعه‌ای و روش آن میدانی- مقایسه‌ای است که به‌صورت سیستمی در چند مرحله انجام شده است. در ابتدا مطالعات میدانی بعد از وقوع سیلاب شدید فروردین ۱۳۹۸ در مسیر رودخانهٔ خرم‌آباد درجهت برداشت اطلاعات مورد نیاز مانند موقعیت چم‌ها و خسارت‌های واردشده به آن‌ها مانند تخریب روستاها و ازبین‌رفتن باغات، تغییر مسیرهای رودخانه، تعیین موقعیت پروفیل عرضی، تهیهٔ عکس و اطلاعات مورد نیاز از روستاهای حریم رودخانه انجام شد. در این مرحله، سالنامهٔ آماری ۱۳۹۷ استان لرستان، نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ برای بررسی ویژگی‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ درجهت تهیهٔ مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر، تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۲ فروردین و اردیبهشت (قبل و بعد از سیل) محدودهٔ مورد مطالعه و GPS تهیه و در مراحل مختلف تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. در مرحلهٔ دوم، محدودهٔ چم‌های حاشیهٔ رودخانه با استفاده از تصاویر گوگل‌ارث ترسیم شد. در مرحلهٔ سوم، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Sentinel-2 ۲ فروردین (۲۲ مارس) و تصویر ماهواره‌ای Sentinel-2 MSI ۱ اردیبهشت (۲۱ آوریل) بستر رودخانه به‌صورت پلی‌گون قبل و بعد از سیلاب در محیط نرم‌افزار ENVI استخراج شد. سپس در محیط نرم‌افزار Arc GIS، محدودهٔ چم‌ها و پلی‌گون مسیر رودخانه همپوشانی شدند. در این مرحله تغییرات مسیر رودخانه و میزان فرسایش در محدودهٔ هر چم با استفاده از ابزار Union در محیط Arc GIS تعیین شد *(Langat et al, 2019: 97)*. سپس در محدوده‌های

تغییر مسیر رودخانه و درجهت مشخص‌کردن میزان تغییرات، یک پروفیل عرضی مربوط به قبل و بعد از سیلاب در محدودۀ یک چم به‌عنوان شاخص ترسیم شد. در مرحلۀ چهارم و پس از مشخص‌کردن تغییرات چم‌ها، میزان فرسایش مربوط به هر چم در ارتباط با روستاهای حریم رودخانه و مالک چم مشخص شد. در این مرحله با توجه به اینکه کشت اصلی چم‌ها، محصول برنج است، براساس میزان فرسایش هر چم (هکتار)، میانگین برداشت برنج از هر هکتار و قیمت آن براساس مطالعات میدانی، میزان خسارت سالانه هر چم و روستا مشخص و روستاها براساس میزان خسارت واردشدۀ ناشی از سیلاب اولویت‌بندی شدند. در شکل ۲، فرایند روش تحقیق نشان داده شده است.

یافته‌های تحقیق

با توجه به اینکه تحقیق حاضر در چند بخش مجزا انجام و سپس درجهت رسیدن به اهداف و نتایج مورد نظر، بین آن‌ها همبستگی ایجاد شده است، در زیر به تحلیل این بخش‌ها پرداخته شده است.



شکل ۲: فلوچارت روش تحقیق

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۹

تشریح سیلاب شدید فروردین ۱۳۹۸رودخانهٔ خرم‌آباد

ورود دو سامانهٔ بارشی در بازهٔ زمانی ۴ تا ۱۲ فروردین سال ۱۳۹۸، باعث رخداد سیلاب‌های شدید در بخش‌های وسیعی از کشور شد. در استان لرستان و ازجمله حوضهٔ آبخیز خرم‌آباد از زیر حوضه‌های کشکان، سیلاب شدیدی در ۱۲ فروردین رخ داد. دلیل رخداد سیلاب، حجم بارش‌های زیادی بود که در حوضهٔ کشکان در بازهٔ زمانی ۴ تا ۷ فروردین به‌طور متوسط ۱۴۱ و ۱۱ تا ۱۲ فروردین ۱۳۷ میلی‌متر رخ داده و بیشترین مقدار بارش‌ها در ایستگاه‌های نورآباد، خرم‌آباد و پلدختر ثبت شده بود(*سازمان آب و برق خوزستان، ۱۳۹۸*). در نتیجه بارش‌ها و وقوع سیلاب، دبی حداکثر رودخانهٔ خرم‌آباد در پایین‌دست شهر بیش از ۱۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه برآورد شده است. در بخش مورد مطالعه از رودخانهٔ خرم‌آباد که از پایین‌دست شهر خرم‌آباد تا دوآب کشکان را شامل می‌شود، شدت طغیان رودخانه باعث شد که تأسیساتی مانند پل‌های ارتباطی، راه‌های دسترسی، سکونتگاه‌های روستایی، کانال‌های انتقال آب، باغات و زمین‌های کشاورزی تخریب شوند (شکل ۳). همچنین بستر رودخانه در چند نقطه جابه‌جا و رودخانه در مسیر جدید جریان یافت.

شکل ۳: به زیر آب رفتن و تخریب بخشی از روستای چم وزیر و زمین‌های کشاورزی در نتیجهٔ طغیان رودخانهٔ خرم‌آباد. این روستا بیش از ۶۰ متر با بستر رودخانه قبل از وقوع سیلاب فاصله داشته است.

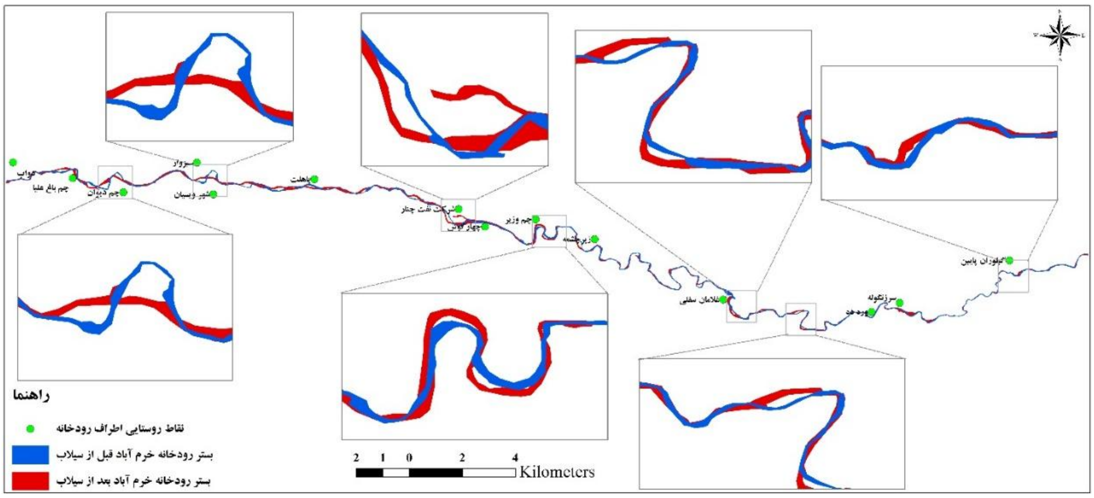
تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۹

تأثیر سیلاب بر تغییرات مکانی بستر رودخانهٔ خرم‌آباد

ازجمله مسائل مهم پس از وقوع سیلاب و فروکش‌کردن آب رودخانهٔ خرم‌آباد، تغییر بستر رودخانه بود که باعث مشکلات فراوانی برای ساکنان روستاهای حاشیهٔ رودخانه شد. اثرات تغییر مسیر و جابه‌جایی بستر رودخانه به اشکال مختلفی مانند فرسایش زمین‌های کشاورزی چم‌ها، تخریب باغات، قطع کانال‌های انتقال آب و دورشدن مسیر رودخانه از تأسیسات انتقال آب مانند موتورهای دیزلی و پمپ‌ها قابل‌مشاهده بود (شکل ۴)؛ بنابراین بازسازی مسیر رودخانه قبل و بعد از سیلاب، می‌تواند این تغییرات را به‌خوبی آشکار سازد.

شکل ۴: تخریب روستاها (الف)، باغات (ب)، کانال‌های انتقال آب (ج) و فرسایش زمین‌های کشاورزی (د) در نتیجهٔ رخداد سیلاب رودخانهٔ خرم‌آباد *(تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۹)*

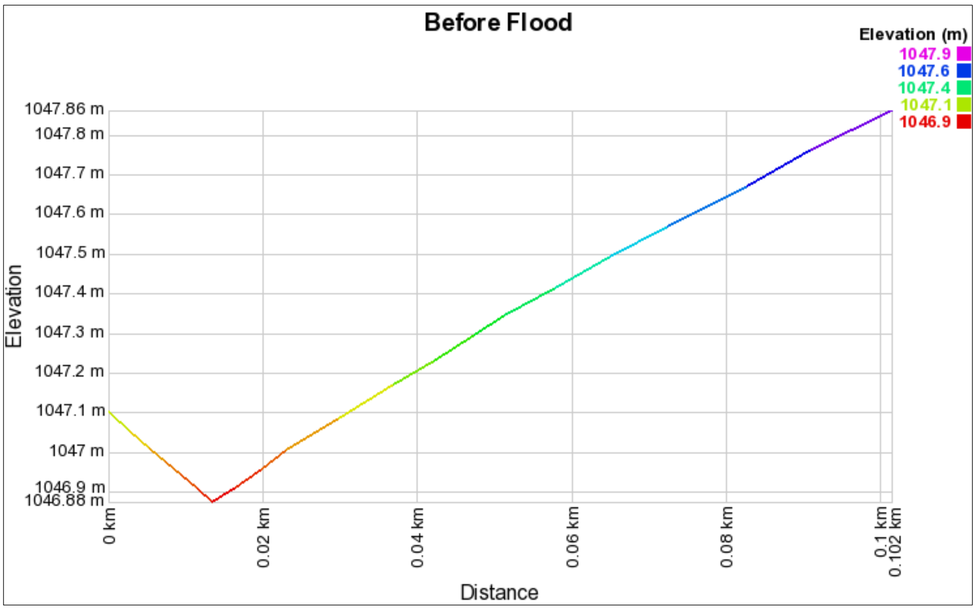
استخراج و هم‌پوشانی بستر رودخانهٔ خرم‌آباد قبل و بعد از وقوع سیلاب‌که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Sentinel در محیط نرم‌افزارهای EVVI و Arc GIS به‌دست‌آمده، نشان می‌دهد که رودخانه بعد از سیلاب تغییرات زیادی به‌صورت جابه‌جایی و تغییر بستر و فرسایش کناری داشته است (شکل ۵)؛ به‌طوری‌که در چندین نقطه، بستر رودخانه جابه‌جا و رودخانه در مسیر جدیدی جریان یافته است. در شکل ۶، نمونه‌ای از تغییر مسیرهای رودخانه بر روی تصاویر گوگل‌ارث نشان داده شده است. تغییر بستر و مسیر رودخانه در دامنه‌های محدب و مقعر رودخانه به‌صورت فرسایش و رسوب‌گذاری بوده است، اما مشاهدات میدانی بیانگر فرسایش زیاد رودخانه در مقایسه با میزان رسوب‌گذاری است. در برخی نقاط رودخانه در مسیرهای مستقیم و کوتاه به‌دلیل بستر و کناره‌های مقاوم به فرسایش، تغییرات چندانی مشاهده نمی‌شود. تغییرات عرض و عمق بستر، به‌دلیل رسوبات سست و فرسایش‌پذیر آبرفتی و مارنی بیش از چندین متر بوده است. در شکل‌های ۷ و ۸، پروفیل‌های عرضی قبل و بعد از سیلاب در یک نقطه از رودخانه درجهت مشخص‌کردن تغییرات عرضی بستر و همچنین تغییرات عمق و فرسایش و رسوب‌گذاری نشان داده شده است. محور افقی پروفیل، عرض رودخانه و محور عمودی ارتفاع بستر رودخانه از سطح دریا را نشان می‌دهد.



شکل ۵: تغییرات بستر رودخانهٔ خرم‌آباد قبل و بعد از سیلاب فروردین ۱۳۹۸

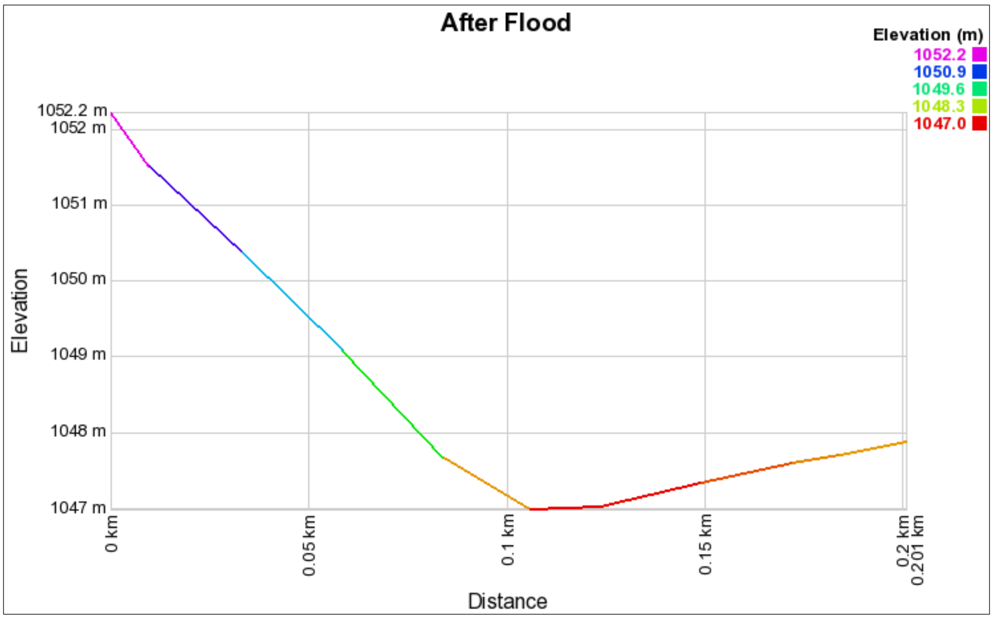
که از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل استخراج شده است *(تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۹)*

شکل ۶: تغییر و جابجایی مسیر رودخانه در نتیجه وقوع سیلاب فروردین ۱۳۹۸ و از بین رفتن بخش زیادی از چم‌های شوراب طالقانی، چم وزیر و شرف بستانرود که با فلش‌های قرمز و آبی نشان داده شده است *(تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۹)*



شکل ۷: پروفیل عرضی رودخانه در روستای شوراب طالقانی قبل از وقوع سیلاب

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۹

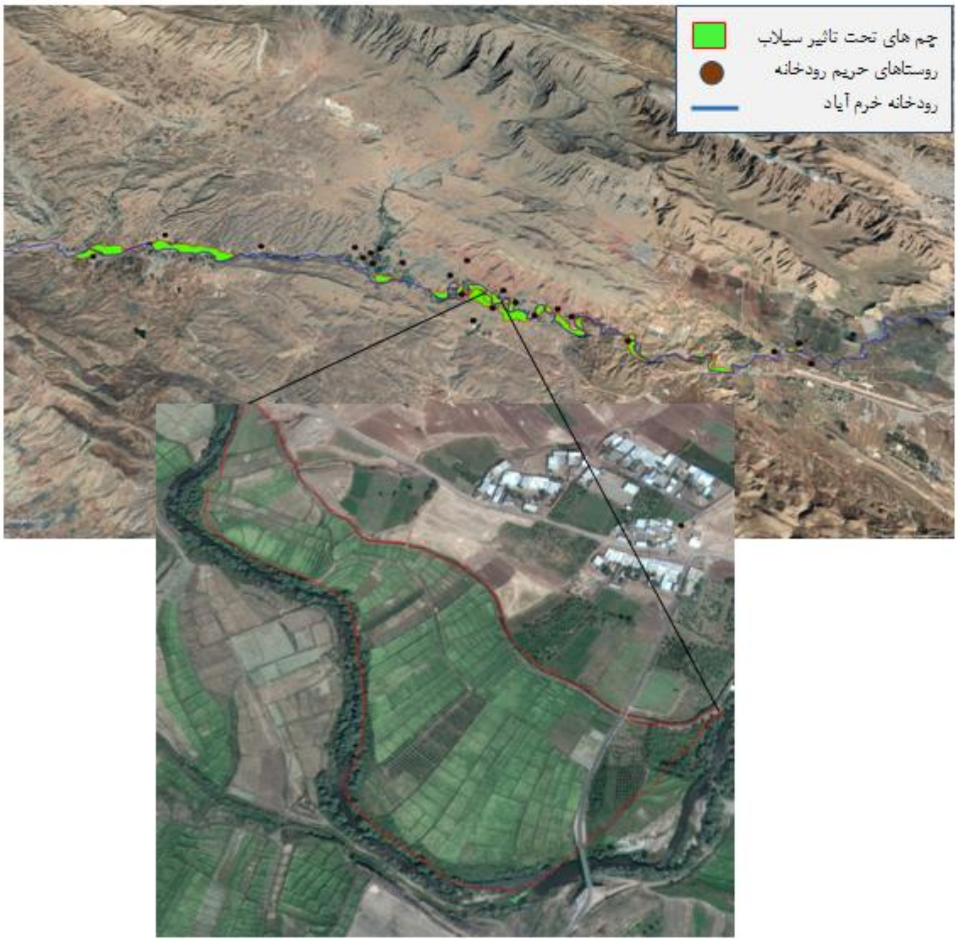


شکل ۸: پروفیل عرضی رودخانه در روستای شوراب طالقانی بعد از وقوع سیلاب در طول ´۰۸ °۴۸ شرقی و عرض ´۲۸ °۳۳ شمالی *(تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۹)*

مقایسهٔ پروفیل‌های عرضی بستر رودخانه قبل و بعد از سیلاب که پس از مشخص‌شدن موقعیت پروفیل بر روی تصاویر گوگل‌ارث و ترسیم آن با استفاده از ابزار سایت GPSVisulizer انجام شد، نشان می‌دهد که عرض بستر رودخانه قبل از سیلاب حدود ۱۰۲ متر بوده، درحالی‌که بعد از سیلاب بستر رودخانه حدود ۲۰۰ متر شده است. دلیل افزایش عرض بستر بعد از سیلاب، فرسایش کامل زمین‌های کشاورزی پایین‌دست روستای شوراب طالقانی بوده است که در شکل ۶ هم نشان داده‌شده است. از طرف دیگر، مقایسهٔ پروفیل‌ها بیانگر این است که مسیر رودخانه جابه‌جا شده است، به‌طوری‌که قبل از سیلاب مسیر رودخانه در سمت روستای چم وزیر و بعد از سیلاب به سمت روستای شوراب طالقانی جابه‌جا شده است. بررسی تغییرات ارتفاعی و عرضی پروفیل‌ها نیز نشان می‌دهد که بستر رودخانه قبل از سیلاب در ابتدای پروفیل (روستای طالقانی) و پس از سیلاب به بخش میانی پروفیل (روستای چم وزیر) جابه‌جا شده است. همچنین حداکثر عمق رودخانه نیز از نظر مکانی قبل و بعد از سیلاب متفاوت بوده و تغییر کرده است. قبل از سیلاب حداکثر عمق در فاصلهٔ حدود ۱۵ متری عرض بستر و بعد از سیلاب در فاصلهٔ ۱۲۰ متری بستر مشاهده می‌شود.

تغییر بستر رودخانه و اثرات آن بر جوامع روستایی حاشیهٔ رودخانه

همان‌طور که در بخش‌های قبلی بیان شد، معیشت و زندگی روستاهای حاشیهٔ رودخانهٔ خرم‌آباد، وابسته به این رودخانه است؛ بنابراین تغییرات آن به هر شکل می‌تواند بر زندگی‌روستائیان تأثیرگذار باشد. کشاورزی در حریم رودخانه در دشت‌های سیلابی که به‌اصطلاح محلی «چم» نامیده می‌شوند، انجام می‌شود. براساس مطالعات میدانی، در حریم رودخانهٔ خرم‌آباد ۲۰ چم وجود دارد (شکل ۹) که متعلق به ۲۴ روستا و یک شهر با جمعیتی در حدود ۶۵۰۰ نفر هستند *(سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان لرستان، ۱۳۹۷)*. ۱۷ چم به‌طور کامل در محدودهٔ دشت‌های سیلابی و حدود یک‌سوم چم‌های شوراب نجم سهیلی و شوراب محمودوند و دو سوم چم وزیر جزو دشت‌های سیلابی هستند[۱]. در شکل ۱۰، نمونه‌ای از تخریب چم‌ها درنتیجهٔ وقوع سیلاب نشان داده شده است.

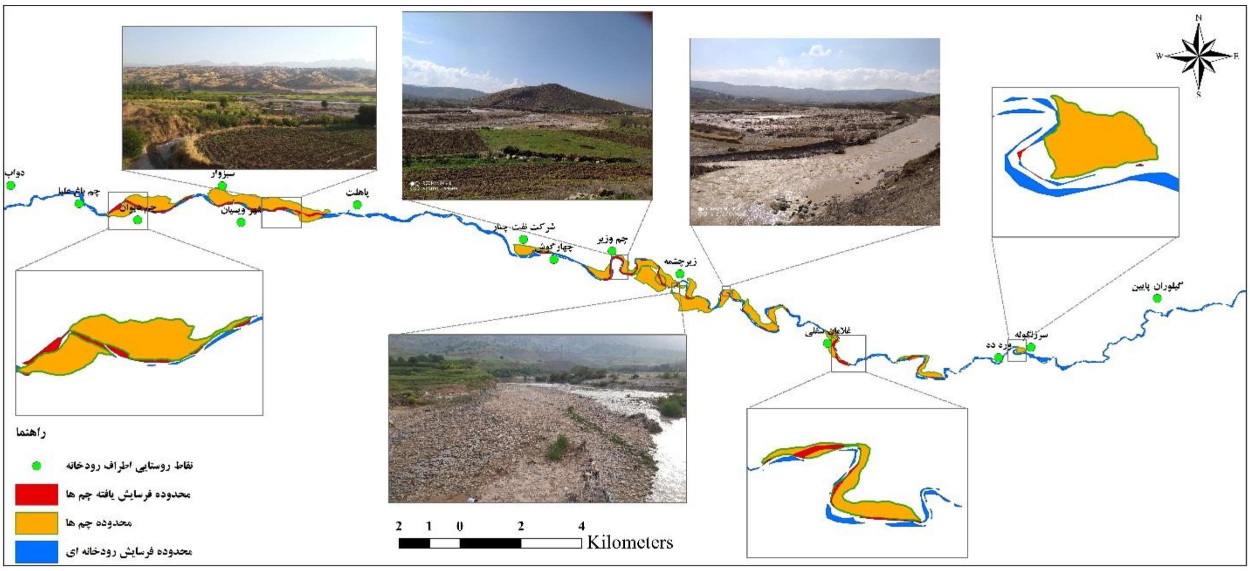


شکل ۹: چم‌های حاشیهٔ رودخانهٔ خرم‌آباد و روستاهای مالک آن‌ها. یک نمونه چم در مقیاس بزرگ‌تر با رنگ قرمز نشان داده شده است. *(تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۹)*

شکل ۱۰: فرسایش و تغییر مسیر رودخانه و درنتیجهٔ تخریب بخشی از چم روستاهای زیرچشمه و شوراب محمودوند پس از وقوع سیلاب. فلش‌ها زمین‌های درحال‌فرسایش را نشان می‌دهند *(تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۹)*

به‌منظور برآورد میزان فرسایش زمین‌های کشاورزی چم‌ها درنتیجهٔ رخداد سیلاب، مساحت چم‌ها محاسبه و سپس با استفاده از ابزار Union در محیط نرم‌افزار Arc GIS میزان فرسایش کل رودخانه و هر چم برآورد شد (جدول ۱). مساحت ۲۰ چم مورد مطالعه، ۴۷۷/۵ هکتار و در بین چم‌های مورد مطالعه، بیشترین مساحت (۱۱۳/۵ هکتار) مربوط به چم روستاهای پاهلت، سبزوار و شهر ویسیان و کمترین مساحت مربوط به چم جودول دول ۱ (۹/۸ هکتار) بوده است. مساحت چم‌ها تابعی از توپوگرافی محیط اطراف رودخانه و میزان رسوب‌گذاری در دشت‌های سیلابی است. به‌طوری‌که در محدودهٔ اکثر چم‌ها، مساحت زیادی از زمین‌های اطراف رودخانه به‌دلیل وجود رسوبات قلوه‌سنگی درشت‌دانه، قابل‌استفاده نیستند.

ارزیابی و بررسی مجموع فرسایش رودخانه در نتیجهٔ وقوع سیلاب نشان می‌دهد که از ۱۴۲ هکتار مساحت فرسایش‌یافته، ۴۸/۳ هکتار زمین‌های کشاورزی چم‌ها بوده است (شکل۱۱). میزان فرسایش چم‌ها از بالادست رودخانه به سمت پایین‌دست افزایش یافته است، زیرا مقدار دبی رودخانه به‌طرف پایین‌دست به‌دلیل ملحق‌شدن رودخانه‌های فصلی افزایش و ارتفاع زمین‌های کشاورزی چم‌ها نسبت‌به بستر رودخانه کمتر بوده است؛ علاوه‌براین، دخالت جوامع روستایی در حریم رودخانه به شکل گسترش زمین‌های کشاورزی به سمت بستر رودخانه و قطع درختان حاشیهٔ رودخانه، از دیگر دلایل فرسایش رودخانه و محدودهٔ چم‌ها بوده است. براساس جدول ۱، کمترین مقدار فرسایش در چم روستاهای سرزنگوله و چم قرق (۰/۰۳۲ هکتار) در بالادست رودخانه و بیشترین مقدار فرسایش در چم روستاهای پاهلت، سبزوار و شهر ویسیان (۱۲/۴ هکتار) در پایین‌دست رودخانه بوده است. هم‌چنین به‌دلیل قرارگیری بیشتر چم‌ها در ساحل راست رودخانه، تغییرات رودخانه به‌صورت فرسایش در ساحل راست بیشتر از ساحل چپ بوده است.



شکل ۱۱: محدودهٔ فرسایش‌یافتهٔ چم‌ها درنتیجهٔ وقوع سیلاب

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۹

به‌منظور بررسی تأثیر فرسایش چم‌ها بر معیشت جوامع روستایی حریم رودخانه و براساس مطالعات میدانی از اهالی روستاهای مورد مطالعه، میانگین برداشت برنج در هر هکتار در محدودهٔ چم‌ها حدود ۲ تُن و میانگین قیمت هر کیلوگرم برنج حدود ۳۰۰/۰۰۰ ریال است. درنتیجه میزان خسارت به روستاها در ارتباط با کاهش کشت و برداشت برنج برآورد شد. براساس جدول ۱، مقدار برداشت برنج در چم‌های مورد مطالعه قبل از سیلاب حدود ۹۵۵ تُن بوده است که بعد از سیلاب و فرسایش چم‌ها، ۹۵/۷ کاهش داشته است. بیشترین مقدار کاهش برداشت برنج در چم روستاهای پاهلت، سبزوار و ویسیان به میزان ۲۴/۸ تُن و کمترین مقدار در چم روستاهای سرزنگوله و چم قرق به مقدار ۰/۰۶۴ تُن بوده است. همچنین در چم‌های شوراب نجم سهیلی، شوراب محمودوند، چم وزیر و شرف بستانرود به‌دلیل ازبین‌رفتن کانال‌های انتقال‌آب، کشت برنج انجام‌نشده است. این چم‌ها با مساحت ۱۰۴/۴ هکتار و مقدار برداشت برنج سالانه به میزان ۲۰۸/۸ تُن به‌صورت بایر باقی‌مانده‌اند. درنتیجه مجموع کاهش برداشت برنج پس از وقوع سیلاب در اثر فرسایش و ازبین‌رفتن کانال‌های انتقال آب در چم‌های مورد مطالعه، حدود ۳۰۴/۵ بوده است. با توجه به اینکه میانگین قیمت هر کیلوگرم برنج ۳۰۰/۰۰۰ ریال برآورد شده است، درنتیجه معادل ۸۱/۲۰۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال خسارت درنتیجهٔ فرسایش زمین‌های کشاورزی و تخریب کانال‌های انتقال آب برای کشت برنج به چم‌های مورد مطالعه وارد شده است. در برخی چم‌ها به‌صورت پراکنده باغات مثمر نیز وجود داشته است که درنتیجهٔ سیلاب تخریب شده‌اند. مساحت باغات حدود ۴/۳ هکتار بوده است که در خسارت چم‌ها لحاظ نشده است.

جدول ۱: روستاهای مالک، مساحت و مقدار فرسایش چم‌های مورد مطالعه در نتیجهٔ سیلاب فروردین ۱۳۹۸

ردیف	روستاهای مالک چم	مساحت چم (هکتار)	مقدار برداشت برنج از هر چم (تُن در هکتار)	زمین‌های فرسایش‌یافتهٔ چم‌ها (هکتار)
۱	سر زنگوله، چم قرق	۴۴/۳	۸۸/۶	۰۳۲/۰
۲	ورده	۱۹/۲	۳۸/۴	۸۳/۲
۳	غلامان پایین	۲۰/۱	۴۰/۲	۶
۴	جودول دول ۱	۹/۸	۱۹/۶	۶۶/۰
۵	جودول دول، دره محمدقلی (۲ چم)	۳۰/۷	۶۱/۴	۴/۱
۶	سرکانه	۱۰/۶	۲۱/۲	۱
۷	شوراب نجم سهیلی (۲ چم)	۴۰	۸۰	۱۶/۰
۸	شیران بیشه	۱۰/۷	۲۱/۴	۸/۰
۹	زیرچشمه، شیران بیشه، بستانرود شرف	۱۲/۷	۲۵/۴	۱
۱۰	شوراب محمودوند (۲ چم)	۳۹	۷۸	۷/۱
۱۱	شوراب طالقانی	۱۳/۱	۲۶/۲	۴/۲ هکتار باغ ۱/۵۸ برنج
۱۲	چم وزیر	۱۰/۴	۲۰/۸	۱/۶۸
۱۳	چم وزیر، بستانرود شرف	۱۵	۳۰	۳/۲ برنج- ۰/۱ باغ
۱۴	تایاب، قلعه ناوکش، لجامگیر، کرفله، کرفله لاون، نقاره	۱۸/۴	۳۶/۸	۱/۹۵
۱۵	سبزوار، پاهلت، شهر ویسیان	۱۱۳/۵	۲۲۷	۱۲/۴
۱۶	چم دیوان (۲ چم)	۷۰	۱۴۰	۱۱/۵
		۴۷۷/۵	۹۵۵	۴۸/۳

مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۹

براساس میزان فرسایش چم‌ها، کاهش برداشت محصول برنج و برآورد ریالی خسارت‌ها (جدول ۲)، بیشترین خسارت به روستاهای سبزوار و پاهلت و شهر ویسیان در پایین‌دست رودخانه و کمترین خسارت به روستاهای سر زنگوله و چم قرق در بالادست رودخانه وارد شده است. همچنین درنتیجهٔ ازبین‌رفتن کانال انتقال آب و عدم‌کشت برنج، بیشترین خسارت به روستاهای شوراب نجم سهیلی و شوراب محمودوند در بخش میانی رودخانه وارد شده است.

جدول ۲: اولویت‌بندی روستاها از نظر میزان خسارت ناشی از فرسایش و کاهش برداشت برنج ناشی از سیلاب در چم‌های مورد مطالعه

ردیف	روستاهای مالک چم	مقدار کاهش برداشت برنج چم‌ها در نتیجهٔ فرسایش (تن)[2]	برآورد ریالی خسارت به روستاها در نتیجهٔ فرسایش چم‌ها و کاهش برداشت برنج[1]
۱	سبزوار، پاهلت، شهر ویسیان	۲۴/۸	۷/۴۴۰/۰۰۰/۰۰۰
۲	چم دیوان(۲ چم)	۲۳	۶/۹۰۰/۰۰۰/۰۰۰
۳	غلامان پایین	۱۲	۳/۶۰۰/۰۰۰/۰۰۰
۴	چم وزیر، بستانرود شرف	۶/۴	۱/۹۲۰/۰۰۰/۰۰۰
۵	ورده	۵/۶۶	۱/۶۹۸/۰۰۰/۰۰۰
۶	تایاب، قلعه ناوکش، لجامگیر، کرفله، کرفله لاون، نقاره	۳/۹	۱/۱۷۰/۰۰۰/۰۰۰
۷	شوراب محمودوند(۲ چم)	۳/۴	۱/۰۲۰/۰۰۰/۰۰۰
۸	چم وزیر	۳/۳۶	۱/۰۰۸/۰۰۰/۰۰۰
۹	شوراب طالقانی	۳/۱۶	۹۴۸/۰۰۰/۰۰۰
۱۰	جودول دول، دره محمدقلی(۲ چم)	۲/۸	۸۴۰/۰۰۰/۰۰۰
۱۱	سرکانه	۲	۶۰۰/۰۰۰/۰۰۰
۱۲	زیرچشمه، شیران‌بیشه، بستانرود شرف	۲	۶۰۰/۰۰۰/۰۰۰
۱۳	شیران بیشه	۱/۶	۴۸۰/۰۰۰/۰۰۰
۱۴	جودول دول ۱	۱/۳۲	۳۹۶/۰۰۰/۰۰۰
۱۵	شوراب نجم سهیلی(۲ چم)	۰/۳۲	۹۶/۰۰۰/۰۰۰
۱۶	سر زنگوله، چم قرق	۰/۰۶۴	۱۹/۲۰۰/۰۰۰
		۹۵/۷	۸۱/۲۰۰/۰۰۰/۰۰۰

مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۹

۱- ستون سوم، از ضرب ستون دوم در عدد ۳۰۰۰۰۰ ریال (قیمت هر کیلوگرم برنج) به‌دست آمده است.

۲- ستون دوم، از ضرب ستون پنجم جدول ۱ در عدد ۲ (هر هکتار فرسایش، معادل ۲ تُن کاهش برداشت برنج) به‌دست آمده است.

نتیجه

وقوع سیلاب شدید فروردین ۱۳۹۸ در رودخانهٔ خرم‌آباد، باعث تغییراتی در بستر رودخانه به شکل‌های مختلف مانند جابه‌جایی بستر، عریض و عمیق‌شدن بستر، فرسایش کناری زمین‌های کشاورزی، تخریب باغات، روستاها و کانال‌های انتقال آب کشت برنج و دورشدن بستر رودخانه از تأسیسات انتقال آب شد؛ اما تغییرات بستر رودخانه به شکل جابه‌جایی بستر و فرسایش زمین‌های کشاورزی حریم رودخانه که در اصطلاح محلی چَم نامیده می‌شوند، مهم‌ترین تغییرات ناشی از سیلاب در رودخانهٔ خرم‌آباد بود. نتایج مطالعهٔ یوسفی و همکاران (۲۰۱۸) دربارهٔ اثرات سیلاب‌های شدید بر مورفولوژی رودخانهٔ کارون نشان داد که سیلاب اثرات قابل‌توجهی بر تغییر عرض کانال رودخانه و فرسایش کناری شدید در قوس پیچان‌رودها داشته است. استخراج بستر رودخانه قبل و بعد از سیلاب با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بیانگر این است که بستر و مسیر رودخانه در چند نقطه جابه‌جا شده و رودخانه در مسیر دیگری جریان یافته است. همچنین هم‌پوشانی بستر رودخانه قبل و بعد از سیلاب با استفاده از ابزار Union در نرم‌افزار Arc GIS نشان داد که ۱۴۲ هکتار از محدودهٔ اطراف رودخانه فرسایش یافته که از این میزان فرسایش، ۴۸/۳ هکتار زمین‌های کشاورزی ۲۰ چم حریم رودخانه بوده که هر ساله به زیر کشت برنج می‌روند؛ علاوه‌براین، تغییر بستر رودخانه باعث تخریب کانال انتقال آب در محدودهٔ ۴ چم شوراب نجم سهیلی، شوراب محمودوند، چم وزیر و شرف بستانرود شد که مساحت آن‌ها ۱۰۴/۴ هکتار بوده است. سون و همکاران[1] (۲۰۱۳) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، اثرات سیلاب بر نواحی تحت کشت برنج در دلتای رودخانهٔ چائو پرایا[2] در تایلند را بررسی کردند. نتایج هم‌پوشانی نقشه‌های مناطق تحت کشت برنج و تحت تأثیر سیل نشان داد که حدود ۱۶/۸ درصد زمین‌های کشت برنج در سال ۲۰۱۱ تحت تأثیر سیلاب قرار گرفته‌اند.

بررسی مقدار برداشت برنج در هر هکتار و میانگین قیمت هر کیلوگرم برنج در سال ۱۳۹۸ در ارتباط با مقدار فرسایش و تخریب کانال‌های انتقال آب در محدودهٔ چم‌ها نشان داد که درنتیجهٔ فرسایش زمین‌های کشاورزی چم‌ها ۹۵/۷ تُن و تخریب کانال‌های انتقال آب ۲۰۸/۸ تُن و درمجموع ۳۰۴/۵ تُن کاهش برداشت برنج در سال ۱۳۹۸ در چم‌های مورد مطالعه وجود داشته است؛ بنابراین حدود ۸۱/۲۰۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال در نتیجهٔ وقوع سیلاب و کاهش برداشت برنج، به جوامع روستایی مالک چم‌ها خسارت وارد شده است؛ به‌طوری‌که در برخی روستاها با فرسایش زمین‌های کشاورزی چم‌ها و ازبین‌رفتن کانال‌های انتقال آب، گرایش به دامپروری در روستاها افزایش یافته است.

ارزیابی میزان آسیب‌پذیری روستاها درنتیجهٔ وقوع سیلاب و اثرات آن بر زمین‌های کشاورزی و کانال‌های انتقال آب بیانگر این است که میزان آسیب‌پذیری روستاها از بالادست رودخانه به‌طرف پایین‌دست افزایش یافته است؛ به‌طوری‌که در زمین‌های کشاورزی چم‌های بالادست رودخانه کمترین و در پایین‌دست بیشترین مقدار فرسایش رخداده است. مهم‌ترین دلایل بالابودن فرسایش و درنتیجه میزان خسارت در چم‌های پایین‌دست رودخانه، افزایش دبی رودخانه و ارتفاع کم زمین‌های کشاورزی نسبت‌به بستر رودخانه بوده است. همچنین، بیشترین مقدار فرسایش زمین‌های کشاورزی چم‌ها در نقاطی قابل‌مشاهده می‌شود که بستر رودخانه جابه‌جا شده است.

1-Son et al
2-Chao Phraya

منابع

- بلوچی، عثمان؛ بشیر امیری (۱۳۹۲). تحلیل آسیب‌پذیری نواحی روستایی از مخاطرات طبیعی. دومین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات محیطی. تهران. دانشگاه خوارزمی.
https://www.civilica.com/Paper-ICEHH02-ICEHH02_452.html.
- پورطاهری، مهدی؛ حمدالله سجاسی قیداری؛ طاهره صادقلو (۱۳۹۰). ارزیابی تطبیقی روش‌های رتبه‌بندی مخاطرات طبیعی در مناطق روستایی استان زنجان. پژوهش‌های روستایی. دورهٔ ۲. شمارهٔ ۷. صفحات ۵۴-۳۱.
https://jrur.ut.ac.ir/article_23686.html.
- درستکار گل خیلی، هما؛ یداله یوسفی؛ مهدی رمضان زاده لسبوئی؛ همت اله رورده (۱۳۹۴). ارزیابی میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌ها در برابر مخاطرهٔ سیلاب در روستاهای‌منتخب‌حوضهٔنکارود،تحلیل‌فضایی‌مخاطرات محیطی. دورهٔ ۲. شمارهٔ ۴. صفحات ۳۰- ۱۵.
https://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2529-fa.html.
- راد، مژگان؛ مهدی وفاخواه؛ مهدی غلامعلی فرد (۱۳۹۷). پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-RAS در پایین‌دست حوزهٔ آبخیز خرم‌آباد. مخاطرات محیط طبیعی. دورهٔ ۷. شمارهٔ ۱۶. صفحات ۲۲۶-۲۱۱.
http://jneh.usb.ac.ir/article_3343.html.
- رجبی، معصومه؛ میراسدالله حجازی؛ شهرام روستایی؛ نگین عالی(۱۳۹۷). پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مخاطرات طبیعی و ژئومورفولوژیکی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان سقز (مطالعه موردی: سیل و زلزله)، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی. دورهٔ ۷. شمارهٔ ۲. صفحات ۱۹۵-۱۸۳.
http://www.geomorphologyjournal.ir/article_81032.html.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان لرستان (۱۳۹۷). فرهنگ آبادی‌های استان لرستان.
- سلطانی‌غیاثوند، نبی‌اله؛ علی‌اکبر سرمدی سیفی (۱۳۹۷). مخاطرات محیطی و تأثیر آن در توسعهٔ پایدار روستایی. ششمین کنفرانس ملی توسعهٔ پایدار در علوم جغرافیا و برنامه‌ریزی، معماری و شهرسازی. تهران. مرکز راهکارهای دستیابی به توسعهٔ پایدار. مؤسسهٔ آموزش عالی مهر اروند.
https://www.civilica.com/Paper-GPACONF06-GPACONF06_013.html.
- شایان، محسن؛ ابوذر پایدار؛ سجاد بازوند (۱۳۹۶). تحلیل تأثیرات ارتقای شاخص‌های تاب‌آوری بر پایداری سکونتگاه‌های روستایی در مقابل سیلاب (مورد مطالعه: نواحی روستایی شهرستان زرین‌دشت)، مدیریت مخاطرات محیطی. دورهٔ ۴. شمارهٔ ۲. صفحات ۱۲۱-۱۰۳.
https://jhsci.ut.ac.ir/article_64039.html.
- شرفی، سیامک؛ سیدهدیه ابراهیمی؛ مهتاب حبیب‌پور (۱۳۹۷). سنجش آگاهی و شناخت مناطق روستایی بخش مرکزی شهرستان دلفان از مخاطرات طبیعی، ششمین همایش ملی انجمن ایرانی ژئومورفولوژی (ژئومورفولوژی و چالش‌های پیش‌رو). صفحات ۵-۱.
- شرکت مهندسین مشاور سبز اندیش پایش (۱۳۹۰). برنامه آمایش استان لرستان (مرحلهٔ دوم: تحلیل وضعیت و ساختار موجود) صفحات ۱۹۸-۱.
https://lorestan.mporg.ir/FileSystem/View/File.aspx?FileId=4908886a-583d-46b1-a69b-c71b88b8d355
- شرکت ملی نفت ایران (۱۳۶۴). نقشهٔ زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ خرم‌آباد.

- صادقلو، طاهره؛ حمدالله سجاسی‌قیداری (۱۳۹۳). راهبردهای مدیریت مخاطرهٔ سیل در مناطق روستایی با مدل SWOC-TOPSIS (مطالعهٔ موردی حوضهٔ آبریز قره‌چای رامیان، جغرافیا و مخاطرات محیطی. شمارهٔ ۱۲. صفحات ۱۲۸-۱۰۵. https://jm.um.ac.ir/index.php/geo/article/view/36491.
- عزیزپور، فرهاد؛ محمدسعید حمیدی؛ جمشید چابک (۱۳۹۴). تحلیل مشارکت محلی در مدیریت مخاطرهٔ سیل در نواحی روستایی (مورد مطالعه: روستاهای حوزهٔ آبخیز رودخانهٔ بشار شهرستان بویراحمد)، تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. دورهٔ ۲. شمارهٔ ۴. صفحات ۹۴-۷۷. https://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2534-fa.html.
- مودودی ارخودی، مهدی؛ ریحانه برومند؛ ابراهیم اکبری (۱۳۹۹). تبیین تاب‌آوری مناطق روستایی در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر سیلاب، مخاطرات محیط طبیعی. دورهٔ۹.شمارهٔ ۲۳. صفحات ۱۷۲-۱۵۱. http://journals.usb.ac.ir/article_4952.html.
- میرزاعلی، محمد؛ عبدالحمید نظری؛ مجید اونق (۱۳۹۷). سنجش ابعاد کالبدی تاب‌آوری جوامع روستایی در مواجهه با سیل (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبخیز گرگانرود)، برنامه‌ریزی توسعهٔ کالبدی. دورهٔ ۳. شمارهٔ ۷. صفحات ۱۳۳-۱۱۱. http://psp.journals.pnu.ac.ir/article_5262.html.
- مقصودی مهران؛شرفی سیامک؛ یاسر مقامی (۱۳۸۹). روند تغییرات الگوی مورفولوژیکی رودخانه خرم‌آباد با استفاده از GIS.RS و Auto Cad ، برنامه‌ریزی و آمایش فضا.دوره ۱۴. شماره ۳. صفحات ۲۹۴-۲۷۵. http://hsmsp.modares.ac.ir/article-۲۱-۹۸۶-fa.html.
- نوروزی، اصغر؛ رویا تیموری (۱۳۹۵). اثرات مخاطرات اقلیمی بر اقتصاد روستایی خشکسالی در بخش مرکزی اصفهان، اولین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات طبیعی و بحران‌های زیست‌محیطی ایران، راهکارها و چالش‌ها، اردبیل، شرکت کیان طرح دانش. مرکز تحقیقات منابع آب دانشگاه شهرکرد. https://www.civilica.com/Paper-ICINH01-ICINH01_171. html.
- Aksha, S. K., Juran, L., & Resler, L. M. (2018). Spatial and temporal analysis of natural hazard mortality in Nepal. Environmental Hazards. 17(2), 163-179. https://doi.org/10.1080/17477891.2017.1398630.
- Dankers, R., & Feyen, L. (2008). Climate change impact on flood hazard in Europe: An assessment based on high-resolution climate simulations. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 113(D19). https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1029/2007JD009719.
- Das, S. (2018). Geographic information system and AHP-based flood hazard zonation of Vaitarna basin, Maharashtra, India. Arabian Journal of Geosciences, 11(19), 1-13. https://doi.org/10.1007/s12517-018-3933-4.
- Foudi, S., Osés-Eraso, N & Tamayo, I. (2015). Integrated spatial flood risk assessment: The case of Zaragoza. Land Use Policy, 42, 278-292. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837714001720.
- Garbero, A., & Muttarak, R. (2013). Impacts of the 2010 droughts and floods on community welfare in rural Thailand: differential effects of village educational attainment. Ecology & Society, 18(4), 27. https://www.ecologyandsociety.org/vol18/iss4/art27/.
- Gwimbi, P. (2009). Linking rural community livelihoods to resilience building in flood risk reduction in Zimbabwe. Jàmbá: Journal of Disaster Risk Studies, 2(1), 71-79. https://jamba.org.za/index.php/jamba/article/view/16.
- Hudson, P. G. M. B., Botzen, W. J. W., Kreibich, H., Bubeck, P., & Aerts, J. C. J. H. (2014). Evaluating the effectiveness of flood damage mitigation measures by the application of propensity score matching. Natural Hazards and Earth System Sciences (NHESS), 14, 1731-1747. https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/14/1731/2014/.
- Kron, W. (2005). Flood risk= hazard, values, vulnerability. Water international, 30(1), 58-68. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02508060508691837.

- Sampson, C. C., Smith, A. M., Bates, P. D, Neal, J. C., Alfieri, L., & Freer, J. E. (2015). A high-resolution global flood hazard model. Water resources research, 51(9), 7358-7381. https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2015WR016954.
- Son, N. T., Chen, C. F., Chen, C. R., & Chang, L. Y. (2013). Satellite-based investigation of flood-affected rice cultivation areas in Chao Phraya River Delta, Thailand. ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing, 86,77-88. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.09.008.
- Tate, E., Rahman, M. A., Emrich, C. T., & Sampson, C. C. (2021). Flood exposure and social vulnerability in the United States. Natural Hazards. 106, 435-457. https://doi.org/10.1007/s11069-020-04470-2.
- Wisner, B., Blaikie, P., Blaikie, P. M., Cannon, T., & Davis, I. (2004). At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters. Psychology Press.
- Xia, J., Falconer, R. A., Lin, B., & Tan, G. (2011). Numerical assessment of flood hazard risk to people and vehicles in flash floods. EnvironmentalModelling&Software, 26 (8), 987-998. https://dl.acm.org/doi/10.1016/j.envsoft.2011.02.017.
- Yousefi, S., Mirzaee, S., Keesstra, S., Surian, N., Pourghasemi, H. R., Zakizadeh, H. R., & Tabibian, S. (2018). Effects of an extreme flood on river morphology (case study: Karoon River, Iran). Geomorphology, 304, 30-39. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.12.034.
- Kumar, V., Cheng, S. Y. C., & Singh, A. K. (2016). Impact of flood on rural population and strategies for mitigation: A case study of Darbhanga district, Bihar state, ndia. Contemporary Rural Social Work, 8(1), 5. https://digitalcommons.murraystate.edu/crsw/vol8/iss1/5/.
- Langat, P. K., Kumar, L., & Koech, R (2019). Monitoring river channel dynamics using remote sensing and GIS techniques. Geomorphology, 325, 92-102. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169555X18304070.
- Lumbroso, D., Ramsbottom, D., & Spaliveiro, M. (2008). Sustainable flood risk management strategies to reduce rural communities' vulnerability to flooding in Mozambique.Journal of Flood Risk Management, 1(1), 34-42. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1753-318X.2008.00005.x.
- Mwale, F. D., Adeloye, A. J., & Beevers, L. (2015). Quantifying vulnerability of rural communities to flooding in SSA: a contemporary disaster management perspective applied to the Lower Shire Valley, Malawi. International journal of disaster risk reduction, 12, 172-187. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420915000047.
- Parker, D., Tapsell, S., & McCarthy, S. (2007). Enhancing the human benefits of flood warnings. Natural Hazards, 43(3), 397-414. https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-007-9137-y.