نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال نوزدهم، شماره ۵۳، تابستان ۹۸

# پهنه‌بندی خطر وقوع سیلاب در حوضه‌ی آبریز ورکش‌چای با استفاده از مدل HEC-RAS و الحاقیه‌ی HEC-GEO-RAS

**دریافت مقاله:** ۹۶/۱۱/۲۸ **پذیرش نهایی:** ۹۷/۵/۱۰

**صفحات:** ۱۵۵-۱۳۷

**اسداله حجازی:** دانشیار گروه ژئومورفولوژی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
**Email**: s-hejazi@tabrizu.ac.ir
**فاطمه خدائی قشلاق:** دانشجوی دکتری ژئوموفولوژی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران[1].
**Email**: Fatimekhodaie@gmail.com
**لیلا خدائی قشلاق:** دانشجوی دکتری ژئوموفولوژی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
**Email**: khodaeileila@yahoo.com

**چکیده**

**رودخانه ورکش‌چای با طول تقریبی ۶۹ کیلومتر، با روند شمالی- جنوبی از رودخانه‌های اصلی و دائمی شهرستان تبریز است که ۱۰ روستا با بافت فرسوده و نامقاوم در بستر آن توسعه یافته است. مطالعات میدانی گویای این مطلب است که، روستاهای حاضر، بدون شناخت قوانین حاکم بر رفتار هیدرولیکی و پیش بینی آن، عدم رعایت حریم بستر اصلی رودخانه و با تبدیل سیلاب دشت‌های کناری آن، به اراضی کشاورزی و باغی گسترش پیدا کرده است. عدم شناخت و توجه به موارد مذکور و دستکاری بستر رودخانه، سبب افزایش میزان آسیب‌پذیری روستاها، اراضی و سایر تأسیسات انسانی از خطر وقوع سیلاب در حوضه‌ی آبریز ورکش‌چای شده است. از این‌رو، بررسی نواحی مستعد وقوع سیلاب و تهیه‌ی نقشه‌ی پهنه‌ی سیل‌گیر، در این منطقه ضرورت دارد. در پژوهش حاضر، سطوح سیل‌گیر در دوره‌های بازگشت ۲۵ و ۵۰ ساله، در طول رودخانه اصلی تعیین گردید. در همین راستا، به منظور شبیه‌سازی ژئومتری زمین، سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل HEC_RAS و الحاقیه‌یHEC_GEO_RAS مورد استفاده قرار گرفت و نقشه‌های پلان رودخانه، سواحل چپ و راست رودخانه و سرعت جریان آن به دست آمد و روستاهایی که در معرض وقوع سیلاب با دوره‌های بازگشت مذکور قرار دارند، شناسایی و سپس رفتار هیدرولیکی رودخانه شبیه-سازی گردید. بر طبق نتایج حاصل، ۱۰۰ کیلومتر از مساحت کل حوضه‌ی آبریز تحت تأثیر سیلاب‌هایی با دوره بازگشت ۵۰ سال و ۶۳ کیلومتر از آن، تحت تأثیر سیلاب‌هایی با دوره بازگشت ۲۵ ساله قرار دارد. در نهایت، راهکارهای کاهش خسارات ناشی از وقوع سیلاب در امتداد رودخانه اصلی، معرفی گردید.**

**کلیدواژگان:** رودخانه‌ی ورکش‌چای، پهنه‌بندی سیلاب، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدل HEC_RAS، الحاقیه‌ی - HEC_GEO_RAS.

---

**۱. نویسنده مسئول :** فاطمه خدایی قشلاق ,آدرس :دانشگاه تبریز، گروه ژئومورفولوژی ۰۹۳۰۸۶۹۹۳۳۵

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]

**مقدمه**

رودخانه‌ها به عنوان اصلی‌ترین منابع تأمین‌کننده آب برای انسان و سایر موجودات به شمار می‌روند و بعضا این منشأ زندگی باعث نابودی و وارد شدن خسارات جبران‌ناپذیری می‌شود. پیش‌بینی رفتار هیدرولیکی رودخانه‌ها در مقابل سیلاب‌های احتمالی برای کاهش خسارات وارده بر مناطق شهری و روستائی، تأسیسات در حال ساخت، مزارع و سایر کاربری‌های موجود، در اطراف رودخانه دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشند (عسگری و همکاران، ۱۳۹۳: ۷۲)، زیرا به وسیله آن‌ها می‌توان تمهیدات و راهکارهایی برای مهار سیلاب و به حداقل رساندن خسارات ناشی از آن کسب نمود.

توسعه مناطق روستائی در حاشیه رودخانه‌ها، بستر و حواشی دشت‌های سیلابی، بدون شناخت و توجه به شرایط هیدرولوژیکی و دینامیکی رودخانه‌ها و قسمت‌های بالادست حوضه، موجب افزایش خطر سیلاب و خسارات جانی، مالی و زیر بنائی شده و توسعه را با ناآگاهی مواجه می‌نماید و بدین ترتیب، اهمیت تهیه و کاربرد نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب را در مدیریت دشت‌های سیلابی، آشکار می‌سازد. (افتخاری و همکاران،۱۳۸۹: ۱۵۷).

بنابراین پهنه‌بندی سیلاب و شناسایی روستاهای در معرض سیل، به عنوان یک ابزار اساسی در مهندسی آمایش روستاهای حاشیه‌ی رودخانه‌ها، برنامه‌ریزان و مدیران روستایی را در زمینه‌ی ارائه الگوهای مناسب فعالیتی و زیستی با کمترین میزان خطر یاری می‌رساند، زیرا برنامه‌ریزی برای نقاط روستایی که در فاصله نزدیک به رودخانه ها قرار دارند و در دوره‌های کوتاه بازگشت سیل، دائما در معرض خطر هستند، متفاوت از سکونتگاه‌های روستایی می‌باشند که در موقعیتی دورتر از بستر اصلی رود واقع شده‌اند( افتخاری، ۱۳۸۹: ۱۶۰). هدف پژوهش حاضر، پهنه‌بندی خطر وقوع سیلاب و شناسایی روستاهای در معرض خطر سیل، از طریق تهیه نقشه حریم رودخانه برای دوره بازگشت ۲۵و ۵۰ ساله در حوضه آبریز ورکش‌چای با استفاده از مدل HEC-RAS در محیط GIS می‌باشد.

در خصوص پهنه‌بندی و شناسایی نواحی سیلاب‌گیر، مطالعاتی در سطح جهان و ایران صورت پذیرفته است: از جمله ناپرادین[1] و همکاران (۲۰۰۶) در راستای شناسایی پهنه‌های سیل‌گیر در حوضه‌های آبریز نزدیک دریای بایا در دره آستو[2] ترکیب دو برنامه WetSpa و HEC- RAS را مورد استفاده قرار داده‌اند؛ بدین ترتیب که از خروجی داده‌های برنامه WetSpa به عنوان ورودی برای برنامه HEC- RAS بهره جسته و برای هر دو مدل از نرم‌افزار ArcView 2/3 استفاده نموده‌اند. نبل[3] و همکاران (۲۰۰۵) در حوضه سن آنتونیو[4] تگزاس مرکزی آمریکا مدل منطقه‌ای برای سیلاب ارائه نموده‌اند و مدل را با سیلاب تابستان سال ۲۰۰۲ مقایسه نموده‌اند. هیل (۲۰۰۱) به بیان قابلیت مدل کامپیوتری HEC-Geo-Ras در پهنه‌بندی خطر سیل و مزایای استفاده از نرم افزار HEC- RAS پرداخته است. دی هو[5] و همکاران (۲۰۰۱) با بهره‌گیری از

1: Napraden,I and Chira,R
2: Aseto valley
3 :Nebel
4 :Sen Antonio
5: Dehoo. A. and Odijk

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]

مدل LISFLOOD به بررسی نقش تغییرات کاربری اراضی بر دبی اوج سیلاب در دو حوضه اودر و میوس پرداخته‌اند. کرش[1] و همکاران(۲۰۰۲)، بعد از حادثه سیل سال ۱۹۹۸ با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل ریاضی HEC_RAS پهنه‌بندی خطر سیلاب را مورد بررسی قرار داده‌اند. بیناویدس[2] (۲۰۰۳)، با تلفیق مد HEC-RAS و HEC-HMS در GIS اقدام به تجزیه و تحلیل گزینه‌های مختلف کنترل سیلاب و انتخاب گزینه برتر نمود. ویتیکر[3] و همکاران (۲۰۰۵)، با مدلسازی (Map to Map) و استفاده از نرم‌افزارهای ARC GIS9 و HEC-RAS اقدام به ایجاد نقشه پهنه‌بندی سیلاب از روی اطلاعات بارش در حوضه روزلینگریگ در تگزاس[4] نموده‌اند. نیکی و پورتنر[5](۱۹۹۴) در تحقیقی که با استفاده از مدل Mike- 11 انجام دادند با در نظر گرفتن روش‌های صحیح مدیریت سیلاب، ابعاد مناسبی برای مدیریت حوضه ارائه کرده‌اند. برآیند مطالعات باورز[6](۱۹۹۴) طراحی نرم‌افزاری با نام ARC/HEC2 بود که هیدرولوژیست‌ها را در تحلیل‌های مربوط به پهنه‌بندی سیلاب یاری کند. این برنامه اطلاعات مربوط به عوارض زمین را از نقشه‌های کاربری زمین استخراج و به عنوان ورودی، مورد استفاده قرار می‌دهد. سووان وراکامتوران[7] (۱۹۹۴) با استفاده از مدل هیدرولوژیکی-HEC-1 و GIS اثرات تغییر کاربری اراضی کشاورزی بالادست حوضه را روی الگوی سیلاب در نواحی پایین-دست حوضه مورد ارزیابی قرار داده و نشان داد، موقعی که مساحت جنگل کاهش پیدا می‌کند، رواناب حوضه و زیر حوضه‌ها بیشتر می‌شود. قمی اویلی و همکاران (۱۳۸۹) اقدام به پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل HEC- RAS در رودخانه‌ی کارون حد فاصل بند قیر تا اهواز در طول ۴۳ کیلومتر و برای دوره‌های بازگشت ۵۰،۲۰،۲۵، ۱۰۰ ساله اقدام نموده‌اند. غفاری و امینی (۱۳۸۹) به پهنه‌بندی سیل با امکانات مدل HEC-RASو نرم‌افزار Arc View و الحاقیه‌ی HEC-Geo-RAS در بازه‌ی ۴/۵ کیلومتری در رودخانه قزل اوزن پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که ۸۶/۱۴ درصد از کل سطح سیل‌گیر ۲۰۰ را سیل‌های زیر ۲۵ سال تشکیل می‌دهد. حکمتی‌فر و همکاران (۱۳۸۸)، به ارزیابی خسارات ناشی از سیلاب با استفاده از مدل HEC-RAS و Arc View در بازه‌ی ۲۹/۵ کیلومتر از رودخانه قره‌سوی کرمانشاه پرداخته و دریافتند که، پیشنهادهای ارائه شده برای طرح ترکیبی اصلاح و لایروبی تفاوت زیادی به لحاظ کاهش خسارات با طرح اصلاح و طرح لایروبی ندارد. شعبانلو و همکاران (۱۳۸۷) با استفاده از نرم‌افزار HEC-HMS و HEC- RAS به پهنه‌بندی سیلاب در شبکه رودخانه‌های استان گلستان پرداخته و مناطق مورد تهدید سیل را مورد شناسایی قرار داده‌اند. غریب و همکاران (۱۳۸۶) در رودخانه قره‌چای در حومه شهر رامیان اقدام به پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از مدل HEC-RAS پرداخته و پس از محاسبه رقوم سطح آب، پهنه خطر در هر بخش را تعیین و مقادیر خسارت احتمالی در هر پهنه را برآورد نموده‌اند. رضائی مقدم (۱۳۸۳) به بررسی آثار ژئومورفولوژیکی سیلاب در حوضه رئیس کلار پرداخته و با استفاده از مدل HEC-RAS تنش برشی، قدرت

1 : Kraus, M.R., and Yang
2:Benavides
3: Whiteaker and Robayo
4 : Rosillon Greek
5 :Niki A.B. and portner
6: Beavers
7 : Suwanwerakamtorn

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]

رود و سایر محرک (پارامترهای) مورد نظر را به دست آورد. خلیلی و همکاران (۱۳۸۳) خطر وقوع سیل را در حوضه آبخیز شهر گرگان با دوره‌های بازگشت ۵، ۲۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ ساله محاسبه نموده‌اند.

## روش تحقیق

### داده‌های مورد نیاز

نقشه‌های زمین‌شناسی ۱۰۰۰۰۰ : ۱ مربوط به سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

نقشه‌های توپوگرافی ۵۰۰۰۰ : ۱ مربوط به سازمان نقشه‌برداری کشور.

داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک، باران سنجی، دبی سنجی

### ابزارهای مورد نیاز

**نرم افزار ArcGIS10.4، HEC_RAS[1]، HEC-GEO-RAS**

روش‌های موجود برای تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی را می‌توان به چهار گروه عمده به شرح زیر تقسیم‌بندی نمود: روش‌های مشاهده‌ای و استفاده از داغ‌آب، مقایسه عکس‌های هوایی منطقه، محاسبه دستی، و استفاده از مدل-های ریاضی. کلیه روش‌های فوق جهت تهیه نقشه پهنه‌بندی سیل احتیاج به تعیین تراز جریان سیلاب و انتقال رقوم سطح آب بر روی نقشه‌های توپوگرافی دارند. همه این روش‌ها اصولا از همان روند یکسان استفاده از رقوم تعیین شده سطح آب در هر مقطع عرضی (با موقعیت‌های مختلف) برای پهنه‌بندی کمک می‌گیرند. تفاوت عمده بین این روش‌ها در نحوه تعیین پروفیل سطح آب می‌باشد. استفاده از مدل‌های ریاضی امروزه بسیار متداول بوده و در این روش‌ها به کمک مدل‌های ریاضی جریان سیلاب شبیه‌سازی شده و پس از محاسبه پروفیل جریان توسط مدل، پهنه سیل با دوره‌های بازگشت مختلف بر روی نقشه‌های توپوگرافی منتقل می‌گردد.

نرم‌افزار(HEC-RAS) و یا نرم‌افزار تحلیل رودخانه انجمن مهندسی ارتش آمریکا مجموعه‌ای از ابزارها است که به کاربر، امکان انجام محاسبات محاسبات هیدرولیک رودخانه را در حالت جریان ماندگار و غیرماندگار می‌دهد. سیستم HEC-RAS شامل سه مؤلفه تحلیل هیدرولیکی یک بعدی برای انجام محاسبات پروفیل سطح آب در حالت جریان ماندگار، شبیه سازی جریان غیرماندگار و محاسبات انتقال رسوب در مرز متحرک می‌باشد. این سه مؤلفه از یک نمایش داده‌های هندسی مشترک و از روند محاسبات هندسی و هیدرولیکی یکسان استفاده می‌کنند (یمانی و همکاران به نقل از جبلی‌فرد و همکاران،۱۳۹۱: ۳).

الحاقیه‌ی HEC-GEO-RAS مجموعه‌ای از ابزارهای با قابلیت کاربرد در محیط نرم افزارGIS است. این الحاقیه سبب ایجاد ارتباط بین نرم‌افزار ARCGIS و نرم افزار HEC-RAS گردیده و به‌ویژه در زمینه‌ی پردازش داده‌های مکانی برای استفاده در مدل‌سازی RAS و برای پردازش نتایج RAS در محیط GIS طراحی شده است. پردازش اطلاعات زمینی و سایر داده‌های GIS در نرم‌افزار ArcGIS با استفاده از GEO-RASاجازه ایجاد و صادرکردن یک فایل هندسی برای تجزیه و تحلیل RAS را به کاربر می‌دهد. این فایل

1 : Hydrological Engineering center

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]

هندسی شامل ایجاد محور اصلی رودخانه[1]، اطلاعات ایستگاه[2]، مقطع[3]، خطوط سواحل [4]، جهت جریان [5]، ضرایب زبری مانینگ[6] و موارد دیگر می‌باشد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی RAS (به عنوان مثال پروفیل سطح آب) را می‌توان به محیط GIS صادر و تجزیه و تحلیل بیشتر را می‌توان با استفاده از نوار ابزار GEO-RAS انجام داد. شکل(۱) نشان‌دهنده طرح شماتیک نحوه اجرای مدلHEC_RAS می‌باشد.

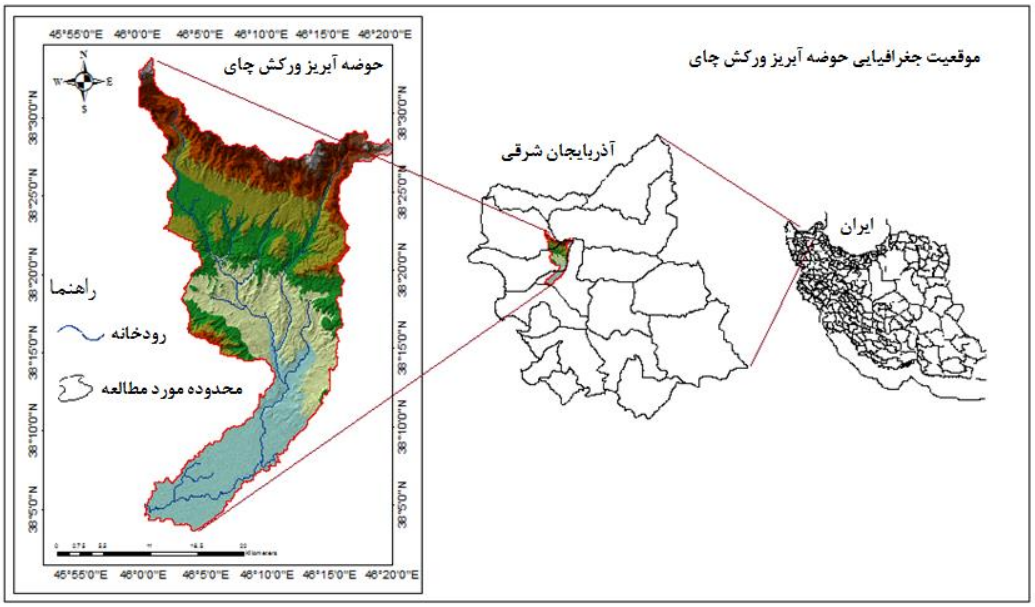
**شکل (۱): مدل شماتیک از نحوه اجرای مدل HEC_GEO_RAS**

1:Stream centerline
2 : station information
3 : XS cutline
4:Bank line
5: Flow Path Centerline
6:Manning roughness coefficients

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]

**محدوده‌ی مورد مطالعه**

محدوده‌ی مورد مطالعه، تحت عنوان حوضه‌ی آبریز ورکش‌چای به مساحت ۶۷۸ کیلومتر مربع، منطبق بر مختصات جغرافیایی ´۵ °۴۵ تا ´۲۰ °۴۵ طول شرقی و ´۵ °۳۸ تا ´۳۰ °۳۸ عرض شمالی یکی از مهمترین حوضه‌های آبریز استان آذربایجان‌شرقی و یکی از مهمترین شاخه‌های زهکشی رودخانه آجی‌چای می‌باشد. در امتداد رودخانه ورکش چای بالغ بر ۱۰ روستا با بافت نامقاوم و فرسوده؛ واقع در محدوده بستر سیلابی رودخانه، قرار گرفته است. این مراکز مسکونی، یکی از محروم ترین نقاط استان از نظر مقاوم‌سازی در برابر مخاطرات طبیعی است. مهمترین نقاط ارتفاعی محدوده‌ی مورد مطالعه که عمده‌ترین منابع تامین‌کننده آب رودخانه ورکش‌چای است شامل کوه چگمانه با موقعیت نسبی شمالغربی، ارتفاعات یارم‌جان در شمال محدوده مورد مطالعه، کوه قورنلو در شمالغربی، شیرنجه داغی و آلمان داغی در شرق و جنوب شرقی حوضه آبریز است. بر طبق اطلاعات به دست آمده از نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ برگ تبریز، حوضه‌ی آبریز ورکش‌چای از جمله محدوده‌های دارای تنوع سنگ‌شناسی می‌باشد چرا که در داخل مرزهای این حوزه از حضور سنگ‌های سخت و آتشفشانی در قسمت شمالی گستردگی رسوبات میوسنی در بخش میانی و کواترنری در بخش جنوبی محدوده مورد مطالعه و سنگ‌های دوران‌های اول همانند پرکامبرین و پرمین دیده می‌شود. مهمترین شاخه زهکشی محدوده مورد مطالعه رودخانه ورکش‌چای است. این رودخانه از شمالی‌ترین ارتفاعات حوضه‌ی مورد مطالعه سرچشمه گرفته و در قسمت مرکزی با الحاق رودخانه‌های فرعی همانند ایوند چای و کلن‌کش‌چای و موجومبارچای به سمت جنوب حوضه‌ی آبریز جاری می‌گردد. شکل(۲) نشان دهنده موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه است.




**شکل(۲). موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه**

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]

## نتایج

### شبیه‌سازی جریان در HEC-RAS

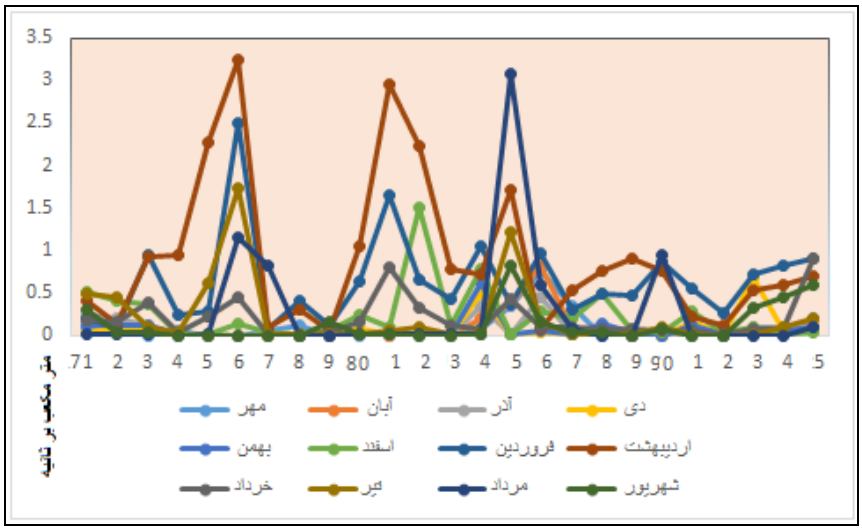
در این مطالعه روستاهای کل منطقه به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شد. زیرا بر اساس وجود آب و شکل‌گیری روستاها در منطقه‌ی مورد مطالعه، غالب روستاها با فاصله اندکی از رودخانه‌ها قرار دارند و عمدتا زمین‌های کشاورزی آن‌ها از طریق همین رودخانه‌ها آبیاری می‌شوند. مدل رقومی ارتفاعی با قدرت تفکیک ۱۰ متری برای تهیه مقاطع طولی، شیب هر مقطع، و همچنین مقاطع عرضی استفاده گردید. به منظور به دست آوردن مقاطع عرضی رودخانه از نرم افزار جنبیHEC_GEO_RAS استفاده شدکه به صورت یک برنامه جانبی در نرم افزار Arc View و GIS قابل استفاده است و امکان ایجاد مقاطع عرضی به طول و تعداد دلخواه را به کاربر می‌دهد. بدین صورت که با برش‌های عرضی عمود بر مقطع رودخانه بر روی مدل ارتفاعی رقومی (DEM) منطقه، مقاطع عرضی در محیط Arc View GIS ایجاد و به محیط HEC_RAS انتقال داده می‌شود. پس از وارد کردن مقاطع عرضی مقادیر ضریب مانینگ رودخانه اصلی و سیلاب دشت‌ها و محدوده آن‌ها تعریف می‌شود. چون اطلاعات کافی از شرایط جریان و شرایط مرزی جریان در دسترس نیست، جریان در حالت دائمی مدله گردید. بدین صورت‌که، با در نظر گرفتن جریان به صورت یکنواخت شیب کف رودخانه، شیب سطح آب و شیب خط انرژی یکسان فرض شده و جریان به صورت زیر بحرانی مدل شد - (شعبانلو، ۱۳۸۷: ۱۹). پس از مقاطع عرضی[1]، شکل (۲) وارد کردن دبی‌های با دوره‌های بازگشت مختلف شکل (۳) در آبراهه‌ها و تعریف کردن شرایط مرزی جریان در حالت زیر بحرانی مدل شد.

**جدول(۱). خصوصیات فیزیوگرافی حوضه‌ی آبریز ورکش چای**

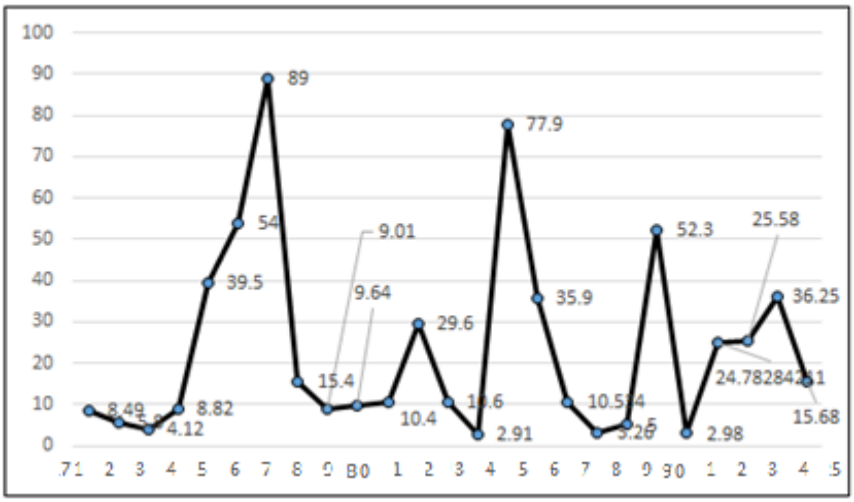
| | |
|---|---|
| ارتفاع متوسط حوضه | ۲۰۵۸ متر |
| طول حوضه | ۶۹/۷۰ کیلومتر |
| عرض حوضه | ۲۱/۵۳ کیلومتر |
| مساحت حوضه | ۶۷۷/۹۶۰ کیلومتر |
| محیط حوضه | ۲۰۸/۳۲۲کیلومتر |
| ضریب گراویلیوس حوضه | ۲/۲۵ |
| طول و عرض مستطیل معادل حوضه | طول(۶۷/۵۸) عرض(۲۲/۱۰) |
| زمان تمرکز حوضه | ۱۰ ساعت |
| ضریب مانینگ حوضه | سواحل چپ و راست حوضه برابر با ۰/۰۵ |
| | بستر رودخانه ۰/۰۴ |

1:Cut lines

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]



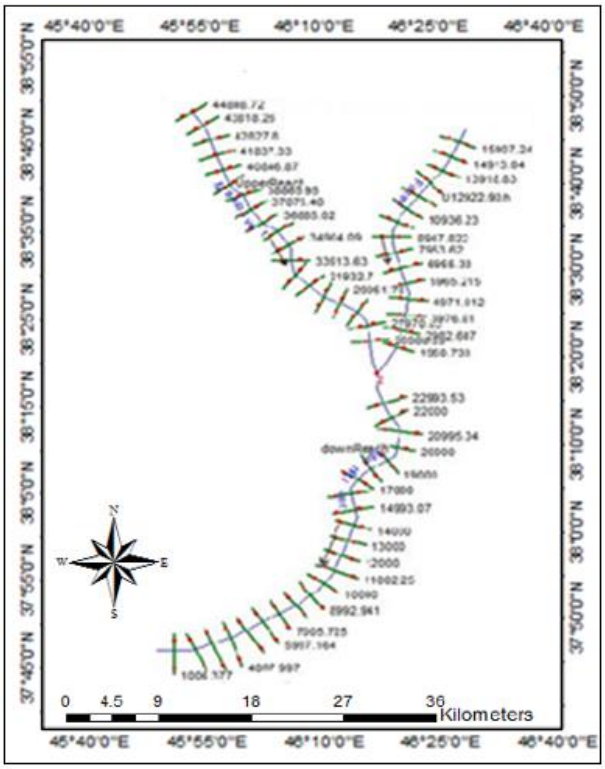

شکل(۳). دبی ماهانه رودخانه ورکش چای طی ۲۵ سال دوره آماری



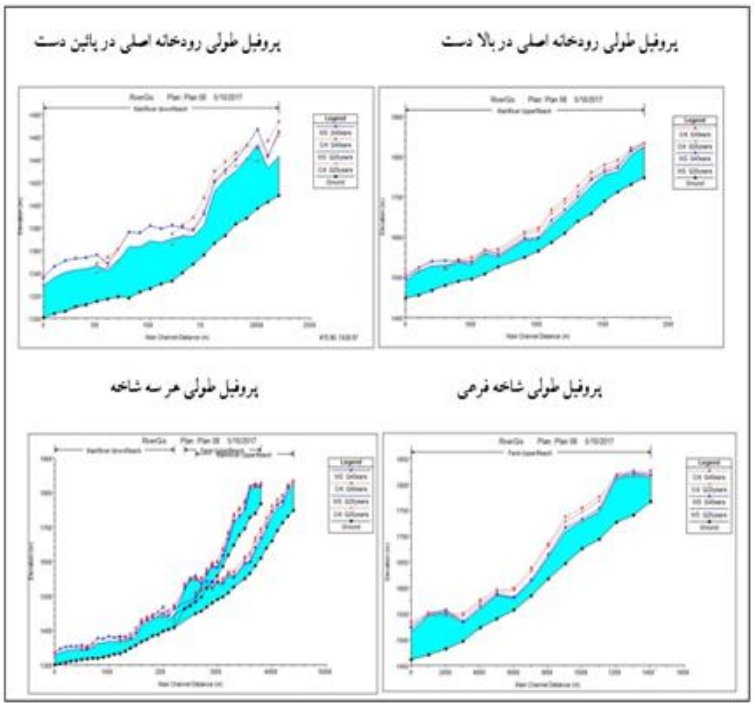

شکل(۴). نمودار مربوط به دبی های پیک حوضه ی آبریز ورکش چای طی دوره آماری ۲۵ ساله (منبع: سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان‌شرقی سال ۱۳۹۴).

اطلاعات توپوگرافیکی یکی از اجزای اصلی مدل‌های ریاضی پهنه‌بندی سیلاب است. این اطلاعات شامل پروفیل‌های طولی و عرضی رودخانه و اراضی حاشیه آن می‌باشد. مقاطع عرضی به گونه‌ای انتخاب و برداشت می‌شوند که معرف شکل عمومی رودخانه بوده و به وسیله آن بتوان مسیر اصلی جریان در آبراهه‌های اصلی را به مدل معرفی نمود. اشکال (۲ تا ۴) به ترتیب نشان دهنده موقعیت مقاطع عرضی وپروفیل‌های طولی و عرضی تهیه شده بر روی رودخانه می‌باشد.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]

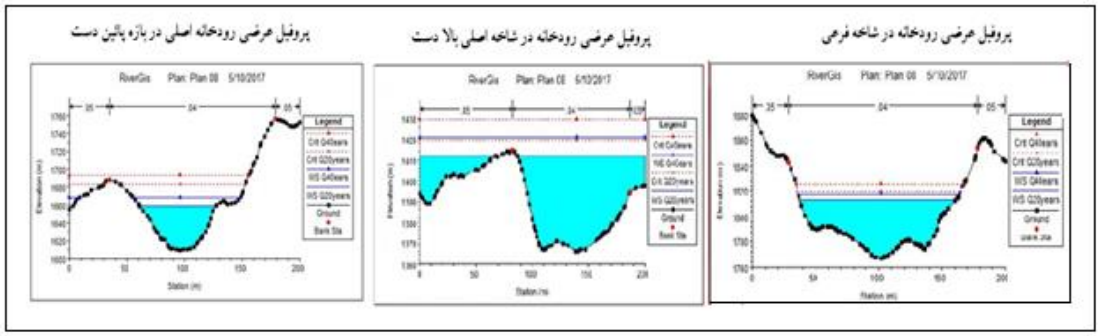



شکل(۵). موقعیت مقاطع عرضی بر روی رودخانه ورکش‌چای




شکل (۶). پروفیل های طولی رودخانه ورکش چای

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]




**شکل(۷). پروفیل‌های عرضی رودخانه ورکش‌چای**

یکی از مزایای استفاده از مدل‌های ریاضی برای تهیه نقشه‌های پهنه بندی سیلاب سهولت اعمال تغییرات و اصلاحات مورد نیاز با تغییر طول دوره آماری است که با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و ایجاد ارتباط آن با یک مدل ریاضی به سادگی و بدون نیاز به عملیات اضافه خاصی قابل انجام است. در پژوهش حاضر از مقادیر دبی‌های پیک ارائه شده توسط سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان‌شرقی استفاده گردیده و پهنه-های سیل‌گیر به ازای دوره‌های بازگشت ۲۵ و ۵۰ شده مورد بررسی قرار گرفتند. شکل (۵) به که دوره‌های آماری ۲۵ و ۵۰ ساله با در نظر گرفتن سه اصل پیشینیه پژوهش‌های صورت پذیرفته در خصوص پهنه‌بندی سیلاب در حوضه‌های آبریز با رویکرد استفاده از مدل HEC-RAS، قابلیت‌های مدل مذکور در شبیه‌سازی و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیل و آمار ارائه شده از سوی سازمان آب منطقه‌ای استان، تعیین گردید؛ به طوری-که بر اساس دبی‌های ثبت شده ۲۵ سال اخیر برای حوضه‌ی آبریز ورکش‌چای اقدام به محاسبه دوره‌های بازگشت برای دبی های پیک بر اساس جدول (۲) و فرمول تجربی (۱) شد. (علیزاده، ۱۳۸۲ : ۶۳۸) و سپس اقدام به شبیه‌سازی پهنه‌های سیل‌گیری برای دوره آماری ۵۰ ساله گردید.شکل(۸) .

**جدول(۲). دبی پی ک دوره آماری ۲۵ ساله برا اسای روند صعودی داده‌ها**

| سال | دبی پیک | سال | دبی پیک | سال | دبی پیک | سال | دبی پیک |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۳۸۴ | ۲/۹۱ | ۱۳۷۴ | ۸/۸۲ | ۱۳۹۵ | ۱۵/۶۸ | ۱۳۹۰ | ۵۲/۳ |
| ۱۳۹۱ | ۲/۹۸ | ۱۳۷۹ | ۹/۰۱ | ۱۳۹۲ | ۸/۱۷ | ۱۳۷۶ | ۵۴ |
| ۱۳۸۸ | ۴/۲۶ | ۱۳۸۰ | ۹/۶۴ | ۱۳۹۳ | ۲۵/۵۸ | ۱۳۸۵ | ۷۷/۹ |
| ۱۳۷۳ | ۴/۱۲ | ۱۳۸۱ | ۱۰/۴ | ۱۳۸۲ | ۲۹/۶ | ۱۳۷۷ | ۸۹ |
| ۱۳۸۹ | ۵ | ۱۳۸۷ | ۱۰/۵۳ | ۱۳۸۶ | ۳۵/۹ | | |
| ۱۳۷۲ | ۵/۸ | ۱۳۸۳ | ۱۰/۶ | ۱۳۹۴ | ۳۶/۲۵ | | |
| ۱۳۷۱ | ۸/۴۹ | ۱۳۷۸ | ۱۵/۴ | ۱۳۷۵ | ۳۹/۵ | | |

رابطه (۱): محاسبه دوره بازگشت $P=M/N+1$

P= احتمال وقوع

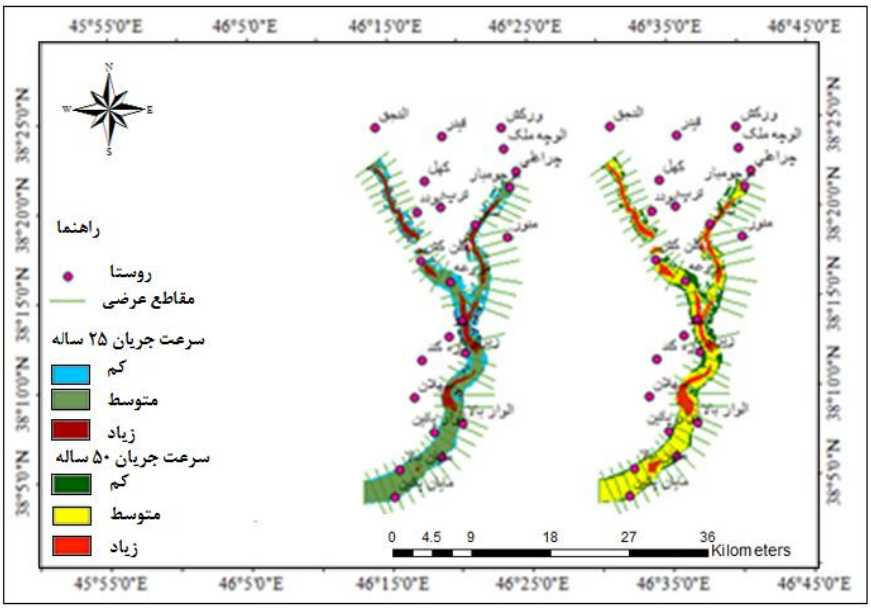
M - شماره ردیف

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]

N= تعداد داده‌ها

بعد از محاسبه میزان P از طریق رابطه (۱) می‌توان مقدار دوره بازگشت را با استفاده از رابطه (۲) به دست آورد:

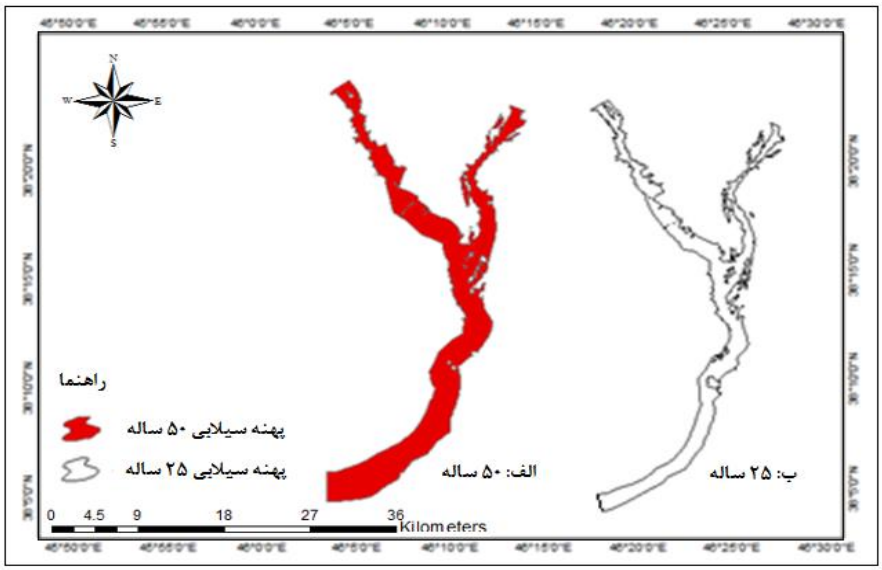
رابطه(۲): $T=1/P$




**شکل(۸). پهنه های سیلابی ۲۵ و ۵۰ساله**

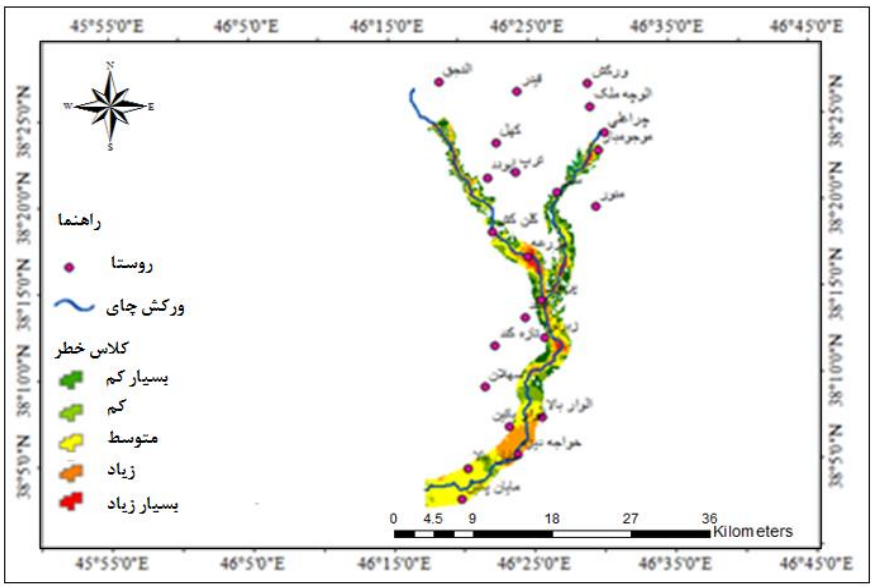
در شکل (۹) نقشه سرعت جریان سیل در ازای دبی‌های ۲۵ و ۵۰ ساله دیده می‌شود. بر طبق نتایج حاصله از اجرای مدل روستاهای امند، مزرعه، سار، زبرلو، کلن‌کش، سهلان، پردول، مراکزی هستند که سرعت جریان در آن‌ها در کلاس بالا قرار می‌گیرد. مشخص است که در نواحی که سرعت جریان بالاتر است میزان خسارات ناشی از وقوع سیلاب نیز بیشتر است. لذا این مراکز جمعیتی، مراکزی هستند که بیشترین تمهیدات لازم در برابر سیلاب بایستی در آن‌ها صورت پذیرد.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]



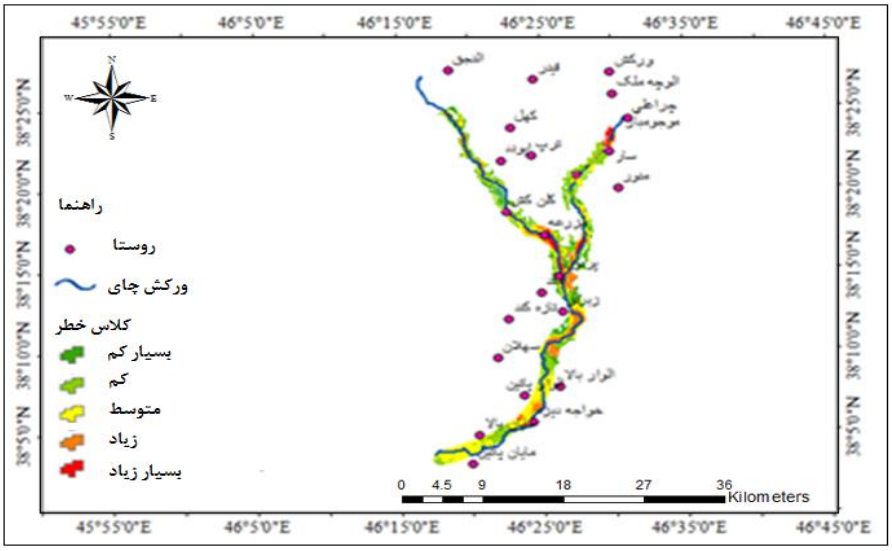

**شکل(۹). نقشه سرعت جریان به ازای دبی‌های ۲۵ و ۵۰ ساله**

در مرحله آخر پس از انجام مراحل مذکور، نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب اشکال(۱۰و ۱۱) و روستاهای در معرض خطر بالای سیل‌گیری در حوضه‌ی آبریز رودخانه ورکش‌چای به دست آمد.




**شکل(۱۰). نقشه پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله**

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]




**شکل(۱۱). نقشه پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ ساله**

## بررسی وضعیت روستاهای منطقه از منظر سیل‌گیری

در طی بازدیدهای میدانی نویسندگان از روستاهای در معرض خطر، هیچگونه اقدام حفاظتی در برابر خطر وقوع سیلاب مشاهده نگردید. بیشتر این روستاها دارای بافت فرسوده و فاقدحفاظ هستند. در مواردی هم که اقدام به نوسازی خانه‌های روستایی شده است، این نوسازی غالبا بدون توجه به اصول ساخت و ساز قانونی و عدم توجه به حریم رودخانه صورت پذیرفته است. مطالعات میدانی در منطقه‌ی مورد مطالعه نشان داد که از میان روستاهای مورد مطالعه که در معرض خطر سیلاب قرار دارند، روستای ورکش با قرارگیری باغات میوه مانند زردآلو در کنار رودخانه بیشترین خسارت را به صورت مستقیم پذیرا می‌باشد. زیرا در این منطقه بیشترین دستکاری انسان بر روی بستر مورفولوژی رودخانه با تبدیل سیلاب دشت ها به اراضی باغی و کشاورزی صورت گرفته است. شکل(۱۲).

**شکل(۱۲). دستکاری بستر رودخانه و تبدیل سیلاب دشت‌های رودخانه به اراضی کشاورزی**

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]

یکی دیگر از روستاهای در معرض خطر سیلاب روستای سار است که به صورت مستقیم و غیر مستقیم از اثرات وقوع سیل آسیب می‌پذیرد زیرا با وجود اینکه پل ارتباطی احداث شده بر روی رودخانه ورکش‌چای در کناره‌ی روستای سار سازه‌ای بتنی و نسبتا مقاوم است به دلیل اینکه پل مذکور تنها مسیر ارتباطی روستا با اراضی کشاورزی و باغات میوه که بنیان‌های اصلی فعالیت‌های اقتصادی روستائیان می‌باشد، در صورت سیلابی شدن رودخانه مذکور نه تنها بافت جدید روستا که امروزه به گونه‌ای روزافزون در مجاورت بستر مورفولوژی رودخانه ورکش‌چای در حال گسترش می‌باشد، بلکه با وارد شدن کوچکترین خسارت به پل و راه ارتباطی روستا زمینه‌های فعالیت‌های اقتصادی روستائیان دچار اختلال می‌شود. اشکال(۱۳و۱۴)

**شکل(۱۳). بافت نسبتا جدید روستای سار در مجاورت رودخانه**

**شکل (۱۴). نمونه‌ای از سازه‌های احداث شده بر روی رودخانه ورکش‌چای در روستای سار که تنها راه ارتباطی وستائیان با مزارع است.**

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]

**آثار و شواهد ژئومورفولوژیکی وقوع سیلاب**

در بسیاری از موارد روستائیان این مناطق از آسیب سیلاب‌ها به مزارع و باغات خود نقل می‌کنند که باعث رفت و روب بذرها و نهال‌های کشت شده با صرف هزاران و گاهی میلیون‌ها تومان هزینه اقتصادی شده است. در این راستا سعی گردید آثار و شواهد وقوع سیلاب در محدوده‌ی مورد مطالعه مورد شناسایی قرار گیرد. مشخص کردن آثار وقوع سیلاب‌ها در عمل فرسایش و نهشته‌گذاری و دیگر موارد مربوط به ژئومورفولوژی در یک دره به طور قابل ملاحظه‌ای به زمان و عوامل محیطی- مکانی وابسته است. شایان ذکر است که قوانین معین هیدرولوژیکی و جریان‌های غالب ژئومورفولوژی رودخانه‌ای، فرسایش و حمل رسوب توأم با مکان و زمان خاص نیز درک پیش‌بینی آثار سیلاب را به صورت همه جانبه فراهم می‌کند و از جمله نکاتی می‌باشد که لازم است به آن توجه شود (رضائی مقدم، ۱۳۸۳: ۲). از سوی دیگر وقوع سیلاب‌ها در طی دوره‌های زمانی گذشته سبب بر جای‌گذاری شواهدی همانند حجم عظیم رسوبات حمل شده توسط جریان رودخانه، فرسایش کرانه‌ای، پهن‌شدگی کرانه رودخانه و کانال‌های ایجاد شده بر روی رسوبات آبرفتی و یا داغ آب‌ها شده است (رضائی مقدم و همکاران، ۱۳۹۴: ۷۴). شواهد مذکور به میزان قابل توجهی در امتداد رودخانه ورکش‌چای و در بازه-های مکانی مختلف قابل رویت است.اشکال(۱۵-۱۹)

**شکل (۱۵). بستر رودخانه ورکش‌چای با موقعیت میانی در روستای سار در بالادست حوضه ی آبریز ( در فصل تابستان)**

**شکل(۱۶). رسوبات حمل شده در طی فرآیند سیلابی شدن رودخانه ورکش‌چای پس از وقوع سیلاب‌های بهاری**

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]

**شکل(۱۷). پهن شدگی بستر رودخانه در پایین دست حوضه آبریز خارج از روستای ورکش**

شواهد سیلابی بر روی درختان، در محل روستای ورکش نیز، به وضوح دیده می‌شود. این شواهد شامل کج شدگی تنه‌ها و شاخه‌های درختان، سنگ‌های کنده شده توسط رودخانه از کناره‌های آن و بیرون‌زدگی ریشه-های روئیده شده بر روی تنه درختان پس از فاز تراکمی است. (رضائی مقدم و همکاران، ۱۳۹۴: ۷۶)

**شکل(۱۸). آثار و شواهد وقوع سیلاب بر روی درختان واقع در مسیر رودخانه ورکش چای واقع در روستای ورکش( در فصل تابستان)**

**شکل(۱۹). کانال‌های حفر شده بر روی رسوبات نرم توسط شاخه های فرعی منتهی به آبراهه اصلی**

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]

## نتیجه‌گیری

بر طبق نتایج حاصل، تأثیرپذیری روستاهای واقع در مسیر رودخانه ورکش‌چای از خطر وقوع سیلاب به دلیل اختلاف در الگوهای تعاملی انسان با محیط متفاوت است. این آسیب‌پذیری و میزان خسارات وارده به عوامل گوناگون مانند شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه در بازه‌های زمانی مختلف، نوع و میزان مقاومت بافت روستاها در برابر خطر وقوع سیلاب و به عواملی همانند خصوصیات فیزیوگرافی حوضه آبریز مانند سرعت جریان، زمان تمرکز حوضه، طول و عرض حوضه آبریز و دوره‌های بازگشت سیل بستگی دارد.

بر طبق نتایج حاصل به ترتیب ۱۰۰ و ۶۳ کیلومتر از کل مساحت حوضه ی آبریز تحت تأثیر سیلاب‌هایی با دوره بازگشت ۵۰ و ۲۵ ساله قرار دارد. از میان ۱۰ روستای واقع در امتداد رودخانه ورکش‌چای روستاهای مزرعه، سار، امند، پردول، خواجه دیزه و زبرلو آسیب‌پذیرترین مناطق از خطر وقوع سیلاب هستند که بدون توجه به قوانین ساخت و ساز و عدم رعایت حریم رودخانه در بستر اصلی آن ساخته شده است. عواملی همانند تغییر کاربری اراضی و تبدیل سیلاب دشت‌های کناری رودخانه به اراضی کشاورزی و باغی عدم توجه به حریم رودخانه و تجاوز به بستر طغیانی رودخانه سبب افزایش پتانسیل وقوع خطر سیلاب و در نتیجه آسیب پذیری بیشتر روستاها به ویژه در پهنه سیلابی با دوره بازگشت ۵۰ ساله شده است. از بین روستاهای واقع در پهنه-های سیلابی ۲۵و ۵۰ ساله به جز موارد نادر، اکثرا فاقد بافت و ساختار مقاوم در برابر سیل هستند و در صورت وقوع سیلاب‌هایی نه چندان بزرگ نیز از پتانسیل آسیب‌پذیری بسیار زیادی برخوردار هستند. بنابراین برای کمتر شدن خسارات ناشی از وقوع سیل در محدوده مورد مطالعه پیشنهاد می‌گردد تا حد امکان: ۱- از ادامه ساخت و سازهای غیر قانونی در حریم رودخانه جلوگیری به عمل آید.۲- اقدام به مقاوم‌سازی بافت روستاها و سایر اقدامات حفاظتی قابل اجرا مانند تأسیس و احداث حوضچه‌ها و سدهای کنترل سیلاب، سیل بندها شامل خاکریزها و دیواره‌ها، سیل برگردان‌ها در سواحل رودخانه به ویژه در محل‌هایی که رودخانه از داخل و یا از مجاورت روستاها عبور می‌کند، گردد. ۳- اجرای طرح‌های گابیون‌بندی آبراهه‌های منتهی به رودخانه اصلی ۴- جلوگیری از برداشت بی‌رویه شن و ماسه و مصالح رودخانه‌ای و جلوگیری از ایجاد تغییرات در بستر مورفولوژیکی رودخانه.

## منابع

افتخاری، رکن‌الدین؛ صادقلو، عبدالرضا؛ احمدآبادی، طاهره. (۱۳۸۸) **ارزیابی پهنه‌بندی روستاهای در معرض خطر سیلاب با استفاده از مدل HEC- GEO_RAS در محیط GIS مطالعه موردی: روستاهای حوضه گرگانرود**، نشریه توسعه محلی (توسعه روستائی-شهری)، **۱(۱)**: ۱۵۷-۱۸۲.

جهانبخش، سعید؛ رضائی بنفشه، مجید؛ صدر افشاری، سحر. (۱۳۹۱) **پهنه بندی سیلاب رودخانه کلقان چای با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS هیدروگراف واحد مصنوعی SCS**، نشریه اندیشه جغرافیایی، **۶ (۱۲)**: ۱۲۷-۱۴۴.

حکمتی فر،حسین؛ نظریها، مهردا؛. گیوچی، سعید.(۱۳۸۶). **ارزیابی خسارات کشاورزی ناشی از سیلاب با استفاده از مدل سازی HEC-RAS و Arc View**، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست،**۱۱ (۴)**: ۹۵-۱۰۸.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]

[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]

درخشان، شهرامی؛ غلامی، وحید؛ تقوی سلیمی، ادریس. (۱۳۸۹) **شبیه‌سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه‌های گوهر رود و سیاره رود با استفاده اطلاعات جغرافیایی و مدل هیدرولیکی HEC_RAS**، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۶ (۱۹): ۶۵-۸۰.

رضائی مقدم، محمد حسین ؛ نیکجو، محمد رضا؛ ملکی، حسام، **بررسی شواهد ژئومورفیک سیلاب دره رودخانه‌ی سیروان به منظور برآورد حداکثر دبی در دوره‌های بازگشت مختلف**، جغرافیا و پایداری محیط، ۵ (۱۶): ۸۸-۷۳.

رضائی مقدم، محمد حسین؛ اسماعیلی، رضا. (۱۳۸۴)، **بررسی آثار ژئومورفولوژیکی سیلاب در حوضه‌ی رئیس کلار: البرز شمالی**، مدرس علوم انسانی، ۹ (۴۳) : ۳۳-۴۸.

شعبانلو، سعید. صدقی؛ حسین. ثقفیان، بهرام؛ موسوی جهرمی، حبیب. (۱۳۸۷) **پهنه‌بندی سیلاب در شبکه رودخانه‌های استان گلستان با استفاده از GIS**، مجله پژوهش آب ایران، ۲ (۳): ۱۱-۲۲.

عاشوری، محمد؛ رضائی مقدم، محمد حسین؛ پیری، زهرا. (۱۳۹۲) **بررسی تغییرات مورفولوژی بستر رودخانه پیش و پس از احداث سد با استفاده از HEC_RAS و GIS مطالعه موردی: منطقه‌ی پایین دست سد ستارخان اهر**، مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۵ (۱): ۸۷-۱۰۰.

عسگری، شمس اله؛ احمدی، مهدی؛ همتی، موسی. (۱۳۹۴) **فرسایش کناری رودخانه‌ی چرداول با استفاده از مدل HEC_RAS و GIS**، مجله تحقیقات جغرافیایی،۳۰ (۱۱۶): ۷۱-۸۰.

علیزاده، امین. (۱۳۸۲) **اصول هیدرولوژی کاربردی**، انتشارات دانشگاه امام رضا، چاپ شانزدهم.

یمانی، مجتبی؛ تورانی، مریم؛ چزغه، سمیرا. (۱۳۹۱) **تعیین پهنه های سیل گیر با استفاده از مدل HEC_RAS مطالعه موردی بالا دست از پل گلینگ تا پل وشته**، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی،۱ (۱):۱-۱۶.

Benavides, J.A. Pietruszewski, B. Kirsch, Band Bedient .(2003). **Analyzing Flood Control Alternatives for the Clear Creek Watershed**. Geaographic Information System Framework. (vol 2).

Napraden , I .Chira, R. (2006), **the hydrological modeling of the Usturoi Valley – Using modeling programs-Wetspa and HecRas**. CARPATHIAN JOURNAL OFEARTH AND ENVIROMENTAL SCIENCES, (Vol 1).

Hill,M.(2001)**. Flood Plain Delineation using Hec-Geo-RAS Extesion for Arc View - (**vol 514) Brigham Young University Press.

Monirul, D. I. and sado.k (2000). **Development of flood hazard Bangladesh using NoAAVHRR images with GIS** .hydrological sciences Journal. Vol (45).

Niki A, B. andportner,c.(1994) .**Mike 11-Hydrodinamic simulation of flood protection systems**.Hydroinformatioc, 94:407-141.

Suwanwerakamator,R..(1994).**GIS and Hydrobig modeling for management of small watersheds** .ITC Journal. (vol 4).

Knebl, M. R.Yang , Z. L. , Hutchison , K. , Maidment , D. R. (2005). **Regional Scale Flood Modeling using NEXRAD, Rainfall, GIS, and HEC-HMS/RAS: A Case Study for the San Antonio River Basin Summer 2002 Storm Event**, Journal of Environmental Management, (vol 75).

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]

[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]

Beavers, M.A.(1994).**Floodplain Determination Using HEC-2 and GIs.** MastersThesis.Department of Civil Engineering (vol 2), the University of Texas at Austin.

Weichel,T. and et al (2005). **Development of a Municipal GIS and CMS-supported Flood management system for the Stendal country (Saxony-Anhalt).** ICID 21st European Regional conference 2005-15-19 May 2005-Frankfurt (oder) and Slubice-Germany and Poland.

Kraus, P.E. Richard A , (2002), **Flood plain Determination using Arcview,GIS,HEC-RAS, Hydrological and Hydraulic Modeling support with geographic information system** ,ESRI press.

Dehoo,A., Odiik,M., Koster .E.andLucieer ,A., (2001), **Assessing the Effect OF Landuse Change on Floods in the Meuse and other Catchments**, Chem.Earth (vol -6):593-599.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1398.19.53.1.9 ]

[ DOI: 10.29252/jgs.19.53.137 ]