دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر

فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست و چهارم، شماره‌ی۸۶

تابستان ۱۴۰۳، صفحات۱-۲۳

موسی عابدینی [*۱]

بهروز نظافت تکله [۲]

امیرحسام پاسبان [۳]

پهنه‌بندی خطر وقوع سیلاب در رودخانه بالیخلی‌چای با دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۱۲

چکیده

وقوع سیل یک پدیده طبیعی است و خطر وقوع آن در اطراف رودخانه‌ها به‌خصوص مناطق شهری و روستایی یک مسئله مهم و جهانی است. هدف از تحقیق حاضر پهنه‌بندی خطر وقوع سیلاب در رودخانه بالیخلی‌چای با دوره بازگشت‌های مختلف در استان اردبیل می‌باشد. بدین منظور جهت پهنه‌بندی مخاطره سیلاب از مدل هیدرولیکی HEC-RAS استفاده گردید و از طریق الحاقی HEC-GEORAS پردازش داده‌های ژئومتری انجام شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار Hyfran دوره بازگشت‌های مختلف سیلاب استخراج گردید. داده‌های اصلی موردنیاز برای این پژوهش شامل: نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ رودخانه بالیخلی‌چای، داده‌های هیدرومتری و شرایط مرزی رودخانه می‌باشد که از سازمان آب منطقه‌ای استان اردبیل تهیه گردید. بر اساس تجزیه تحلیل‌های انجام گرفته نتایج حاصل از پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف مشخص شد. پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت دو سال حدود ۱۰۱ هکتار از اراضی اطراف رودخانه به زیر آب خواهد رفت و خسارت جانی و مالی آن‌چنانی ندارد. پهنه بندی سیلاب با دوره بازگشت ۱۰ سال با

[*]۱- گروه جغرافیای طبیعی(گرایش ژئومورفولوژی)، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی ، اردبیل، ایران Email: abedini@uma.ac.ir

۲-دانشجوی دکترا ،گروه جغرافیای طبیعی(گرایش ژئومورفولوژی)، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی ، اردبیل، ایران

۳-دانشجوی دکترا ،گروه جغرافیای طبیعی(گرایش ژئومورفولوژی) ، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مساحت ۱۳۱ هکتار و عرض پهنه سیل‌گیر ۳۹۹ متر می‌باشد. پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ سال با مساحت ۱٤٥/٥ هکتار و عرض پهنه سیل‌گیر حدود ٥٤۹ متر خواهد رسید که می‌تواند خسارات‌های مالی و جانی در برداشته باشد. در نهایت پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت ۲۰۰ سال با مساحت ۱۵۳/۵ هکتار و عرض پهنه ۵۹۱ متر خواهد رسید که برای مناطق شهری و روستای اطراف رودخانه بالیخلی‌چای خسارت‌های بسیار زیادی را ایجاد خواهد کرد. بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود براساس پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ و ۲۰۰ سال برای جوامع بشری مخاطره‌آمیز خواهد بود. درنهایت در راستای کاهش خسارات جانی و مالی براساس پهنه‌بندی سیلاب رودخانه بالیخلی‌چای اقداماتی از قبیل: تجاوز نکردن به حریم رودخانه، جلوگیری از تغییر کاربری اراضی به کاربری مسکونی و زهکشی مناسب آب رودخانه براساس پهنه سیلابی پیشنهاد می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: پهنه‌بندی سیلاب، بالیخلی چای، دوره بازگشت، دشت سیلابی، مدل HEC-RAS.

مقدمه

رودخانه‌ها به‌عنوان اصلی‌ترین منابع تأمین‌کننده آب برای انسان و سایر موجودات به‌شمار 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 (Yamani et al., 2012). سیل یکی از بزرگترین و رایج ترین انواع مخاطرات طبیعی است و شناسایی مناطق مستعد سیل یکی از اقدامات اساسی در مدیریت منابع طبیعی و برنامه‌ریزی توسعه است(Abedini et al., 2023). عمده مسائل مربوط به رودخانه ها تغییرات بستر در طی ز مان ا ست که ممکن ا ست به تا سیسات انسانی، شهرها یا رو ستاهایی که در مجاورت آن قرار دارند، خسارات جانی و مالی وارد کنند(. جهت تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب روش‌های متفاوتی وجود دارد. یکی از این روش‌های جدید، تلفیق سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با مدل‌های هیدرولیکی می‌باشد. ازاین‌رو، تحلیل داده‌های هیدرولیکی رودخانه با استفاده از مدل HEC-RAS و نیز تلفیق آن با الحاقی HEC-GeoRAS جهت انجام فرایندهای پیش‌پردازش و نیز پس‌پردازش داده‌ها، می‌تواند شبیه‌سازی مناسبی از پراکنش فضایی سیلاب‌ها برای دوره‌های بازگشت مختلف ارائه دهد. بنابراین پهنه‌بندی سیلاب و شناسایی روستاهای در معرض سیل، به‌عنوان یک ابزار اساسی در مهندسی آمایش روستاهای حاشیه رودخانه‌ها، برنامه‌ریزان و مدیران روستایی را در زمینه ارائه الگوهای مناسب فعالیتی و زیستی با کم‌ترین میزان خطر یاری می‌رساند، زیرا برنامه‌ریزی برای نقاط روستایی که در فاصله نزدیک به رودخانه‌ها 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 (Eftekhari et al ., 2010). در کشور ما همه ساله شاهد مخاطرات سیلاب در استان‌های

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مختلف می‌باشیم. در سال ۱٤۰۰ شاهد وقوع سیلاب‌های بزرگی در سطح کشور بودیم که چندین ماه کل دستگاه‌های اجرایی و مردم را تحت تاثیر قرار داده بود. این سیلاب‌ها متاسفانه باعث از دست دادن جان شمار زیادی از هم‌وطنان در استان‌های مختلف شده است. از این جهت، بررسی و مطالعه در زمینه مخاطرات سیلاب در جهت کاهش خسارات جانی و مالی، یکی از مهم‌ترین ضرورت‌های به‌شمار می‌رود. بدین ترتیب، با توجه به فراوانی وقوع مخاطرات سیلابی در کشور و خسارت جانی و مالی هنگفتی که برای مردم و دولت به همراه دارد، لزوم مطالعه هر چه بیش‌تر این مخاطره طبیعی بیش‌ازپیش احساس می‌شود. بالیخلی‌چای از جمله رودخانه‌های سیلابی استان اردبیل محسوب می‌شود که در صورت بروز رخداد سیلاب می‌تواند خسارت بسیاری را برای منطقه به بار آورد. به همین دلیل، ضرورت دارد که سیلاب‌های این رودخانه از نظر فضایی مورد تحلیل قرار گرفته و از این طریق نسبت به کاهش خسارات آن اقدام شود. هدف از پژوهش حاضر، پهنه‌بندی وقوع سیلاب در رودخانه بالیخلی‌چای با دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS می‌باشد. درخصوص پهنه‌بندی و شناسایی نواحی سیلاب‌گیر، مطالعاتی در سطح جهان و ایران صورت پذیرفته است که می‌توان به پژوهش‌های ازجمله،(Hejazi et al., 2020)

پهنه‌بندی خطر وقوع سیلاب در حوضه آبریز ورکش‌چای با استفاده از مدل HEC-RAS پرداختند. نتایج تحقیق این محققین نشان داد که، ۱۱۰ کیلومتر از مساحت کل حوضه آبریز تحت تأثیر سیلاب‌هایی با دوره بازگشت ۵۰ سال و ٦۳ 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 شده بود. Rangari et al (2020) در تحقیقی به مطالعه سیلاب‌های شهری منطقه حیدرآباد هند با استفاده از مدل دو بعدی HEC-RAS پرداختند. به عقیده این محققان، مشکل مرتبط با سیلاب‌های شهری شرایط جریان غیرقابل پیش‌بینی در محیط شهری به دلیل تغییرات سریع در توپوگرافی و در دسترس نبودن مجموعه داده‌های خام می‌باشد. در این مطالعه مدل هیدرولیکی دو بعدی HEC-RAS با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) تلفیق شده و نقشه‌های عمق و خطر وقوع سیلاب برای سناریوهای مختلف شبیه‌سازی شد. نتایج کار این پژوهشگران نشان داد که منطقه مورد مطالعه مستعد خطر وقوع سیلاب بوده و تقریبا ۹ درصد مساحت آن در کلاس خطر بالا، ٥٦ درصد منطقه در کلاس خطر وقوع متوسط و ۳۵ درصد باقی مانده منطقه تحت مخاطره کم سیلاب قرار می‌گیرد. Mehervarz et al, (2021) شبیه‌سازی سیلاب‌های رودخانه دره ائورت با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در محیط GIS (محدوده مورد مطالعه: از روستای شورستان تا تلاقی رودخانه ارس) پرداختند. ایشان به‌این نتیجه رسیدند در صورت وقوع سیلابی با دوره بازگشت ۲۵ سال حدود ۱۷٤۳ هکتار از اراضی دشت سیلابی به زیر آب خواهد رفت و خسارات بسیاری را برای کشاورزان به‌بار می‌آورد. هم‌چنین حداکثر عرض پهنای سیل‌گیر برای سیلابی با دوره بازگشت ۲۵ سال در برخی قسمت‌های رودخانه به‌حدود ۸۹٦ متر خواهد رسید. بر این اساس لزوم توجه به آزادسازی اراضی بستر و حریم رودخانه دره ائورت جهت مدیریت صحیح دشت سیلابی این رودخانه بیش از پیش احساس

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

می‌شود.(Pournabi Darzi et al, (2021 به پهنه‌بندی خطر سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی RAS در محیط GIS، مطاله موردی حوضه آبخیز چشمه کیله شهرستان تنکابن پرداختند ایشان به این نتیجه رسیدند که هرچه دروه بازگشت طولانی‌تر شود سطح وسیع‌تری از اراضی تحت تاثیر سیل قرار می‌گیرد هم‌چنین بیش‌ترین سطح سیلابی مربوط به اراضی زراعی با ٦/٢٤ هکتار می‌باشد و بعداز آن اراضی مسکونی با وسعت ٣/٩٤ هکتار، جنگلی ٢/٩٢ هکتار، باغی ٠/٨ هکتار می‌باشد. (Abedini et al,(2021 به بررسی و برآورد سرعت و زمان سیلاب با استفاده از هیدروگراف واحد، بر اساس خطوط هم پیمایش در حوضه خیاوچای پرداخته اند و نتایج نشان می دهد ، زمان لازم برای رسیدن جریان آب به خروجی از صفر ثانیه(بارانی که بر خود خروجی میبارد) تا ٦٦٦٠٠٠ ثانیه (در طول ١١ ساعت)، متغیر است. بعلاوه در این راستا، جریان مناطق صاف و هموار با سرعت کم و در زمان بیشتر به خروجی میرسد. همچنین، مراتع واقع در سمت شمال شرقی با کمترین زمان و بیشترین سرعت به نقطه خروجی آبخیز می‌رسد. و مطالعات متعددی همچون (Khairizadeh Arouq et al, 2018)، (Esfandiari Darabad et al., 2022)، (Rezaei Moghadam et al, 2019)انجام گرفته است.

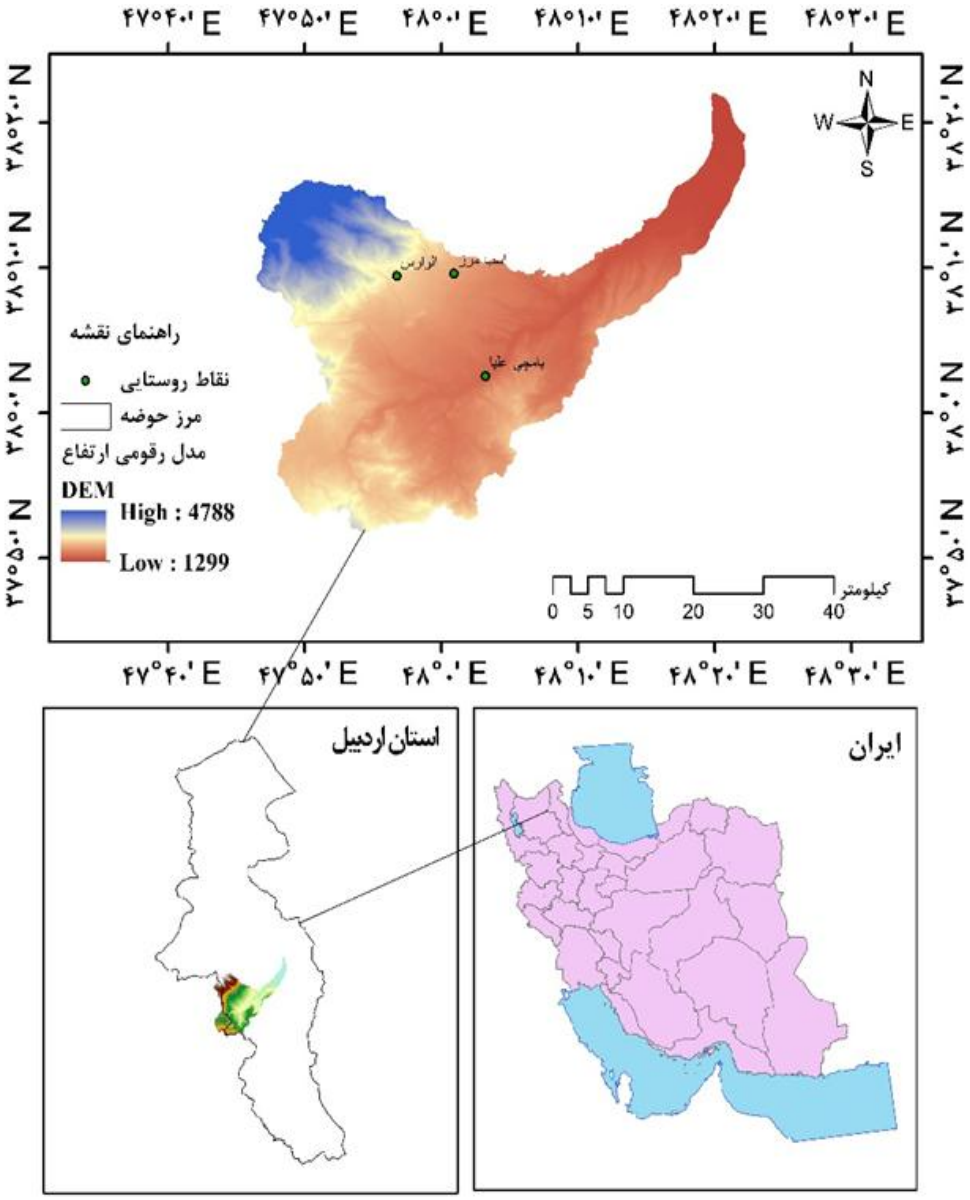
Khattak et al (2016) در پژوهشی به تهیه نقشه پهنه‌های سیلابی رودخانه کابول با استفاده از مدل HEC-RAS در محیط GIS پرداختند. آن‌ها از طریق نقشه‌های پهنه‌های سیلابی به شناسایی مناطق تحت تأثیر مخاطره سیلابی این رودخانه پرداختند. نتایج تحقیق این محققان نشان داد بیش‌ترین محدوده تحت تأثیر مخاطره سیلاب زمین‌های کشاورزی اطراف رودخانه می‌باشد. مقایسه شبیه‌سازی سیلاب انجام شده با نقشه‌های سیلاب به‌دست آمده از تصاویر MODIS نشان‌دهنده دقت بالای خروجی به‌دست آمده آن‌ها می‌باشد. Splinter & Davalter, (2016) در بررسی پوشش درختی درون کانال در مناطق اکولوژیکی اوکلاهومای شرقی و ارتباط آن‌ها با مورفولوژی کانال و طبقه‌بندی رودخانه از روش رزگن نتیجه گرفتند که تراکم گونه‌های درختی در انواع رودخانه‌های اوکلاهومای شرقی از نظر آماری اختلاف معنی‌دار داشت. Ongdas et al, 2020) در پژوهشی با هدف تولید نقشه‌های خطر سیل در قزاقستان بیان کردند که روستای ولگو در رویداد سیل صد ساله گرفتار سیل گرفتگی شده است.(2020) Aynalem et al در پژوهشی در رودخانه موگا مساخت های سیل‌گیر برای دوره بازگشت‌های ٥، ١٠، ٢٥، ٥٠، ١٠٠ سال را به ترتیب برابر با ١٨، ٢١، ٢٦، ٣٤، ٤٣ کیلومتر مربع گزارش کردند.

حوضه مورد مطالعه

رودخانه بالیخلی چای در دل شهر اردبیل روان است و از چشمه سارها و برف های دامنه جنوبی کوه سبلان و دامنه‌های شمال غربی رشته کوه های بزغوش سرچشمه می گیرد. آبدهی این رودخانه در محل روستای گیلانده اردبیل ٨٦ میلیون متر مکعب و دبی لحظه ای آن ٢٦ مترمکعب در ثانیه است. هم‌چنین طول این رودخانه از شهرستان نیر تا ورودی شهر اردبیل به

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

طول ۲۸ کیلومتر می‌باشد. حوضه آبریز این رودخانه ۱۶۰۰ کیلومتر مربع است و در محل پل‌الماس میزان آبدهی آن به ۱۱۶ میلیون متر مکعب می‌رسد. شکل(۱) موقعیت جغرافیایی رودخانه بالیخلی‌چای را در استان اردبیل نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی رودخانه بالیخلی‌چای در استان اردبیل

Figure 1: Geographical location of Balkhli Chai river in Ardabil province

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مواد و روش‌ها

نقشه‌های زمین‌شناسی۱:۱۰۰۰۰۰، نقشه‌های توپوگرافی۱:۵۰۰۰۰، ۱:۲۰۰۰ داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک، باران‌سنجی، از اساسی‌ترین داده‌های پژوهش حاضر محسوب می‌گردد که از سازمان آب منطقه‌ای استان اردبیل تهیه گردید.

ابزارهای مورد استفاده

نرم‌افزارهایArcGIS 10.3 ، HEC-RAS، HEC-GEO-RAS

روش‌های موجود برای تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی را می‌توان به‌چهار گروه عمده به‌شرح زیر تقسیم‌بندی نمود. روش‌های مشاهده‌ای و استفاده از داغ آب، مقایسه عکس‌های هوایی منطقه، محاسبه دستی و استفاده از مدل‌های 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.

مدل HEC-RAS

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-RASشامل سه مؤلفه تحلیل هیدرولیکی یک بعدی برای انجام محاسبات پروفیل سطح آب در حالت جریان ماندگار، شبیه‌سازی 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 (Yamani et al ., 2012).

الحاقیه HEC-GEO-RAS

مجموعه‌ای از ابزارهای با قابلیت کاربرد در محیط نرم‌افزار GIS است. این الحاقیه سبب ایجاد ارتباط بین نرم‌افزار ArcGIS و نرم‌افزار HEC-RAS گردیده و به‌ویژه در زمینه 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-RAS اجازه ایجاد و صادرکردن یک فایل هندسی برای تجزیه و تحلیل RAS را به کاربر می‌دهد. برای انجام محاسبات هیدرولیکی با استفاده از مدل HEC-RAS ابتدا مقاطع عرضی باید تعریف شود که برای

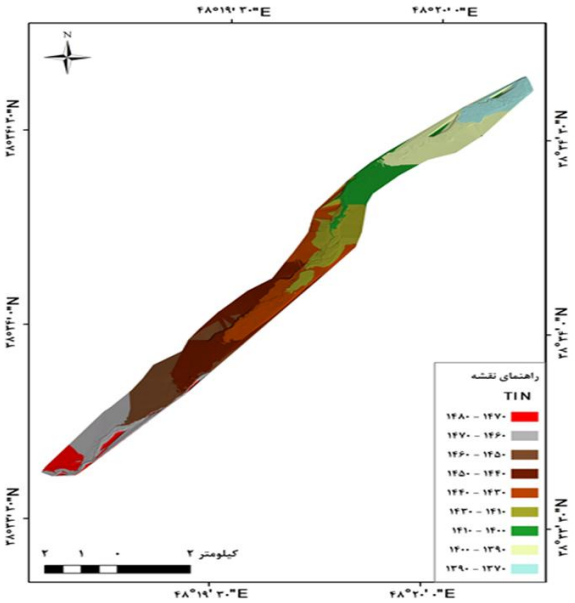
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

این‌کار در محیط نرم‌افزار ArcMap لایه مورد نظر نقشه TIN استخراج می‌گردد. پس از تشکیل لایه TIN لایه‌های مختلفی هم‌چون لایه خط مرکزی جریان، لایه خطوط کناری رودخانه، لایه محدوده جریان و لایه مقاطع عرضی ترسیم و پس از پردازش توسط نرم‌افزار ArcMap آماده استخراج برای کار مدل هیدرولیکی HEC-RAS می‌گردد. مدل HEC-RAS محاسبات پروفیل سطح آب را برای جریان پایدار متغیر تدریجی در رودخانه‌ها و کانال‌های مصنوعی در رژیم‌های جریان زیربحرانی، فوق بحرانی و مختلط می‌تواند انجام دهد.

نتایج

ایجاد TIN و لایه‌های ورودی به RAS

لایه TIN در واقع مبنای استخراج خطوط تراز و لایه مورد نیاز RAS است و هرچه رقوم ارتفاعی به‌دست آمده رودخانه دقیق‌تر باشد مدل سه بعدی حاصل بیش‌تر به واقعیت نزدیک خواهد بود. در این پژوهش به‌دلیل استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ و هم‌چنین انطباق و انداختن نقشه‌های موجود بر روی تصویر ماهواره‌ای ETM منطقه مشخص شد که TIN به‌دست آمده از نقشه‌های رقومی قادر است بستر و دشت‌های سیلابی اطراف رودخانه بالیخلی‌چای را به‌طور قابل توجهی شبیه‌سازی کند بر همین اساس می‌تواند مرجع مناسبی برای انجام تحقیقات و ایجاد لایه‌های شبیه‌سازی سیلاب رودخانه بالیخلی چای باشد. حداقل ارتفاع ۱۳۷۰ متر و حداکثر ارتفاع ۱۴۷۰ متر از سطح دریا می‌باشد(شکل ۲).



شکل ۲: نقشه شبکه نامنظم مثلثاتی TIN بازه مورد مطالعه

Figure 2: Irregular triangular TIN network map of the studied interval

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

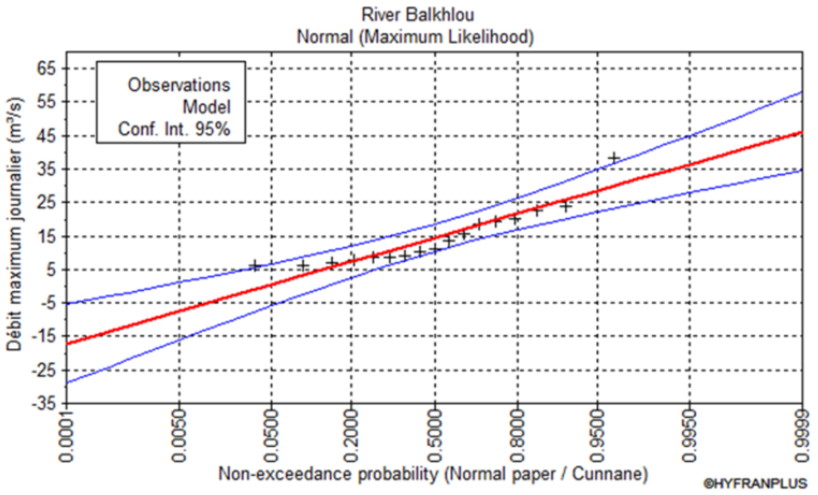
سیلاب‌ها علاوه بر اینکه به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم خطراتی را متوجه جوامع انسانی طبیعی می‌سازند منجر به تغییرات ژئومورفولوژیکی قابل توجهی نیز می‌گردند. بدین ترتیب بررسی و تحلیل رخداد سیلاب از جنبه‌های فراوانی قابل اهمیت است. برای ارزیابی سیلاب، روش‌ها و رویکردهای مختلفی وجود دارد. بر این اساس داده‌های مربوط به ایستگاه هیدرومتری بالیخلی چای از شرکت آب منطقه‌ای استان اردبیل تهیه گردید. پس از آماده کردن دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه، با استفاده از نرم‌افزار Hyfran توزیع پیرسون تیپ ۳ به لگاریتم مبنای ۱۰ بر دبی‌های پیک برازش داده شد و حداکثر دبی لحظه‌ای برای دوره‌های بازگشت مختلف محاسبه گردید. دبی جریان سیلاب با دوره‌های بازگشت ۲ ،۵ ۳، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله رودخانه بالیخلی چای در جدول (۱) و شکل(۳)، نمایش داده شده است. براساس نتایج به دست آمده از جدول (۱)، کم‌ترین احتمال وقوع سیلاب با دوره بازگشت ۲ سال حدود ۱۸/۵ درصد بوده و بیش‌ترین احتمال وقوع سیلاب به ترتیب با دوره بازگشت ۲۰۰ سال به ترتیب ٤٥/١ درصد می‌باشد. اشکال (٤، ٥، ٦، ٧) پهنه‌های سیلابی رودخانه بالیخلی‌چای در چهار بازه مختلف با دوره بازگشت‌های مختلف نشان می‌دهد. هم‌چنین اشکال (۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲)، شبیه‌سازی سیلاب رودخانه بالیخلی چای با دوره بازگشت‌های مختلف در نرم‌افزار HEC-RAS را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مقادیر دبی محاسبه شده با دوره بازگشت‌های مختلف رودخانه بالیخلی‌چای با استفاده از توزیع پیرسون تیپ ۳

Table 1- Calculated discharge values with different return periods of the Balikhlichai river using Pearson type 3 distribution

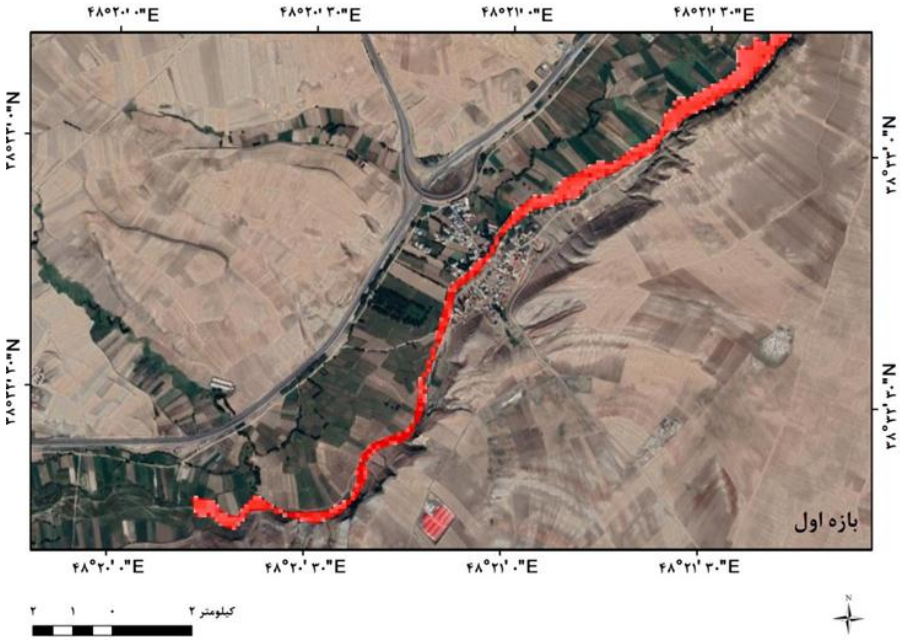
دبی محاسبه شده (m^3/s)	دوره بازگشت (سال)	احتمال وقوع (درصد)	انحراف استاندارد
٤/٩١	٢	١٨/٥	٢/٠٧
٦/١١	٣	٢٢/٤	٢/١٧
٨/٩٠	٥	٢٦/٤	٢/٤٣
١٢/٠٨	١٠	٣٠/٩	٢/٨٣
١٦/٤٥	٢٠	٣٤/٨	٣/٢٣
١٩/٨٨	٥٠	٣٩/٣	٣/٧٢
٢٣/٤٠	١٠٠	٤٢/٣	٤/٠٧
٢٧/٤	٢٠٠	٤٥/١	٤/٤٠

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۳: نمودارتوزیع فراوانی دوره‌های بازگشت

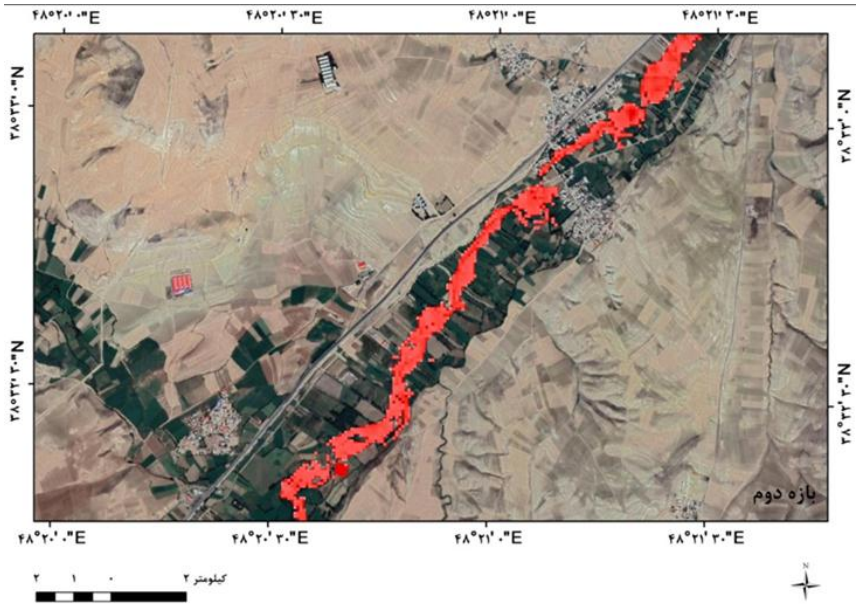
Figure 3: **Chart Frequency distribution of return periods**



شکل ٤: پهنه‌های سیلابی رودخانه بالیخلی‌چای در بازه اول با دوره بازگشت‌های مختلف

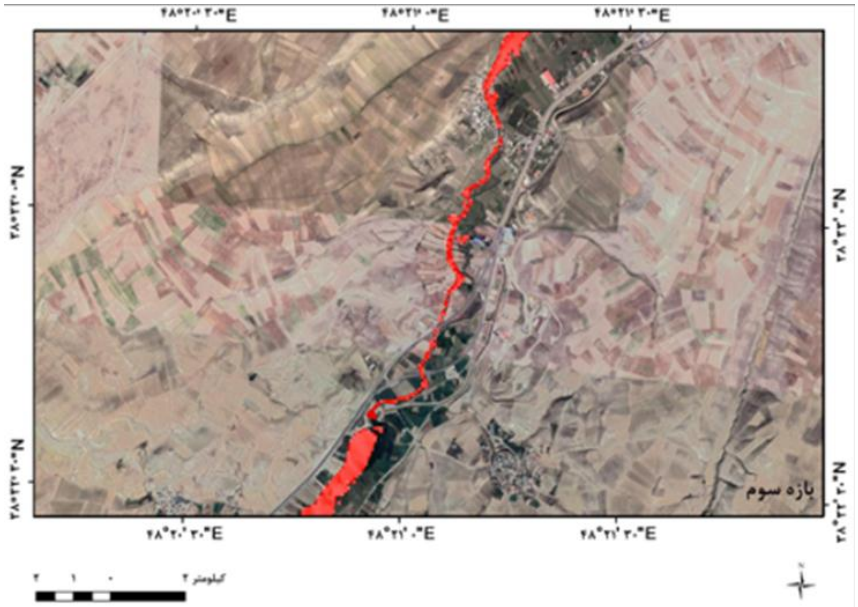
Figure 4: Floodplains of the Balikhlichai River in the first period with different return periods

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۵: پهنه‌های سیلابی رودخانه بالیخلی‌چای در بازه دوم با دوره بازگشت‌های مختلف

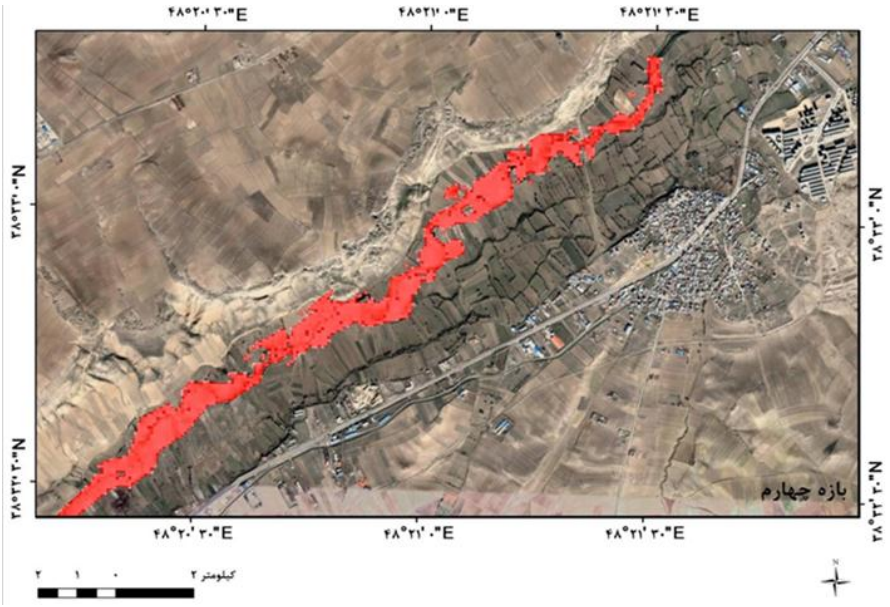
Figure 5: Floodplains of the Balikhlichai River in the second period with different return periods



شکل ٦: پهنه‌های سیلابی رودخانه بالیخلی‌چای در بازه سوم با دوره بازگشت‌های مختلف

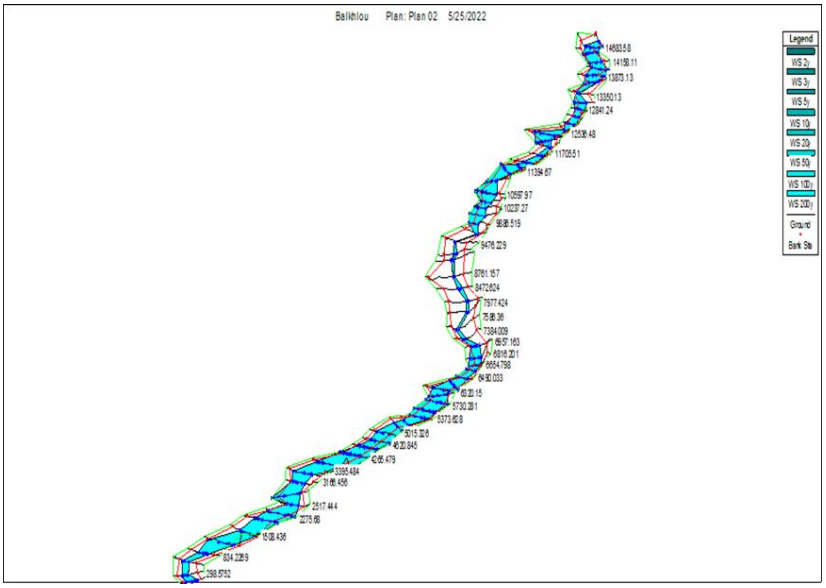
Figure 6: Floodplains of the Balikhlichai River in the third period with different return periods

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۷: پهنه‌های سیلابی رودخانه بالیخلی‌چای در بازه چهارم با دوره بازگشت‌های مختلف

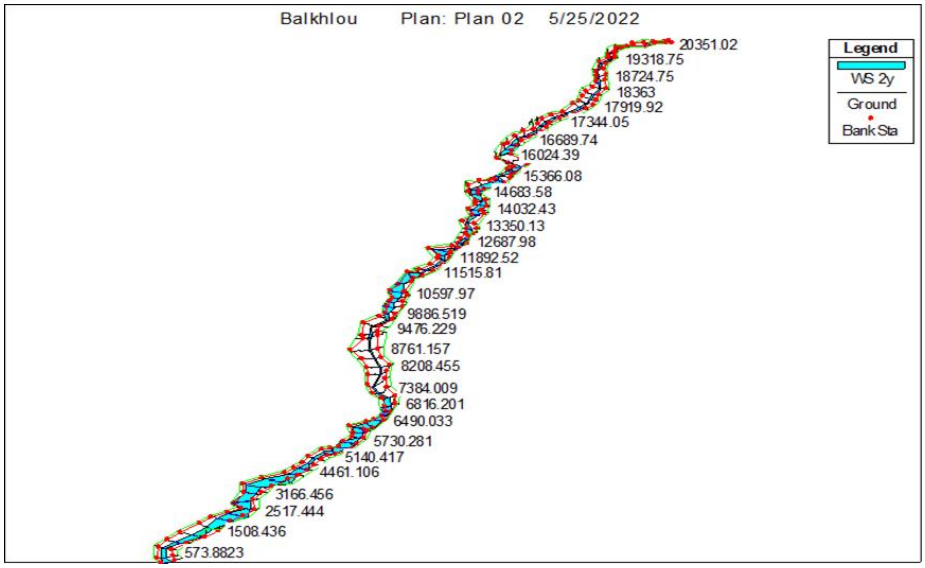
Figure 7: Floodplains of the Balikhlichai River in the fourth interval with different return periods



شکل ۸: شبیه‌سازی سیلاب رودخانه بالیخلی چای با دوره بازگشت‌های مختلف در نرم‌افزار HEC-RAS

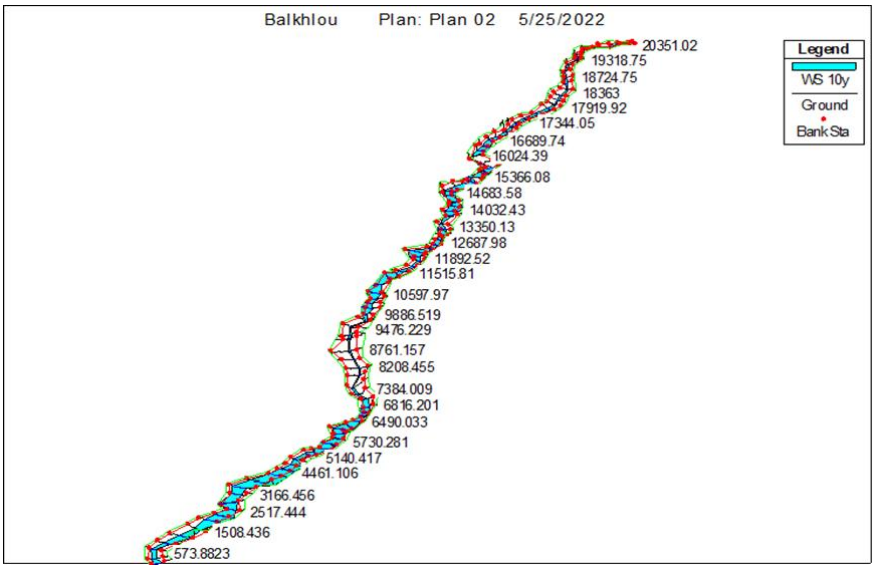
Figure 8: Simulation of Balikhli Chai River floods with different return periods in HEC-RAS software

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۹: شبیه‌سازی سیلاب رودخانه بالیخلی‌چای با دوره بازگشت دو سال

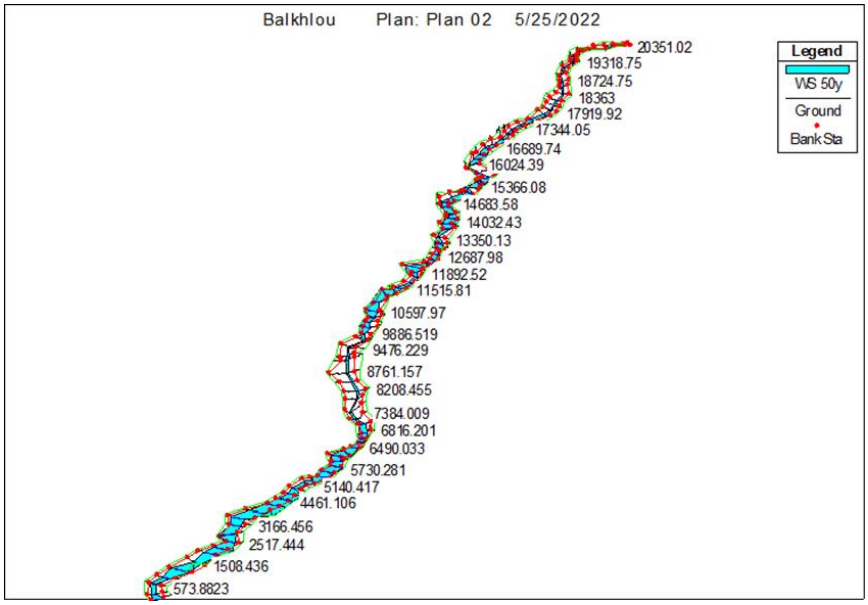
Figure 9: Simulating the flood of Nuranchai River with a return period of two years



شکل ۱۰: شبیه‌سازی سیلاب رودخانه بالیخلی‌چای با دوره بازگشت ۱۰ سال

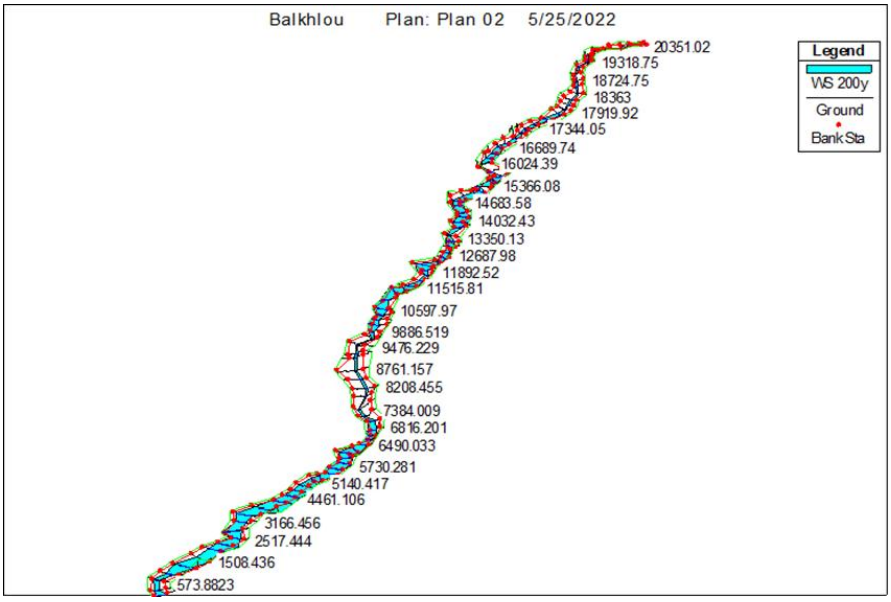
Figure 10: Simulation of the flood of Balikhlichai river with a return period of 10 years

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۱۱: شبیه‌سازی سیلاب رودخانه بالیخلی‌چای با دوره بازگشت ۵۰ سال

Figure 11: Simulating the flood of Balikhlichai river with a return period of 50 years

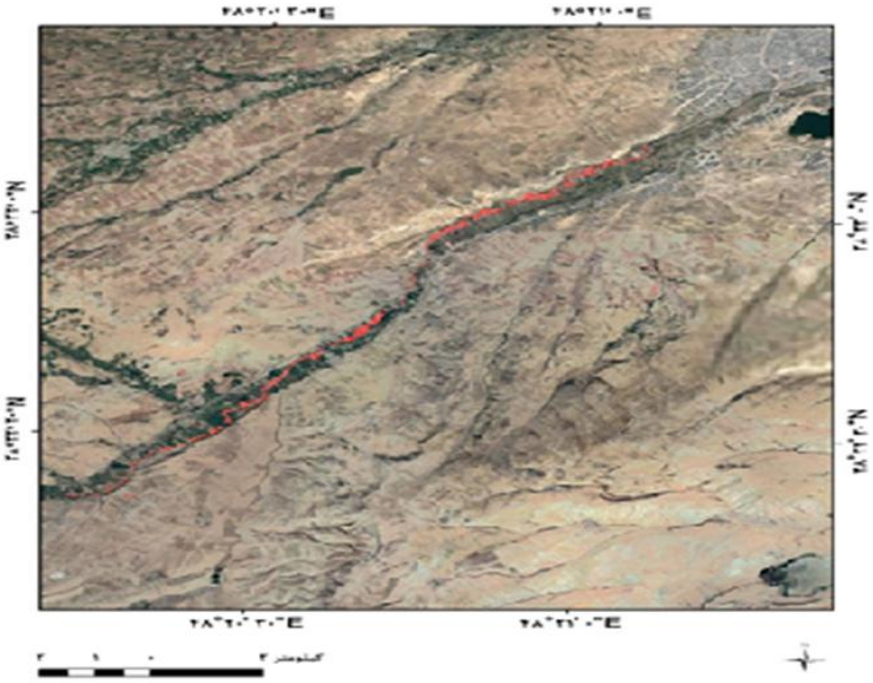


شکل ۱۲: شبیه‌سازی سیلاب رودخانه بالیخلی‌چای با دوره بازگشت ۲۰۰ سال

Figure 12: Simulation of Balikhlichai River floods with a return period of 200 years

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

بر اساس نقشه پهنه‌بندی سیلاب (شکل شماره ۱۳) مساحت سیلاب با دوره بازگشت ۲ ساله در امتداد رودخانه بالیخلی‌چای درحدود ۱۰۰ هکتار است. این پهنه‌ها عمدتا منطبق بر بستر رودخانه بالیخلی‌چای می‌باشد که به صورت محلی حاشیه مجرا رودخانه را در برمی‌گیرند. میانگین عرض پهنه‌های درمعرض سیلاب‌های با دوره بازگشت ۲ ساله درحدود ۲۹۸ می‌باشد. در کل، این‌گونه سیلاب‌ها خطری را برای جوامع انسانی ساکن در مناطق شهری و روستایی ندارند. درنهایت بیش‌ترین پهنه سیلابی با دوره بازگشت دوساله قسمتی از پایین‌دست رودخانه بالیخلی‌چای که وارد دشت اردبیل شده است را در بر می‌گیرد و کم‌ترین میزان پهنه سیلابی با دوره بازگشت دو ساله نیز در بالادست رودخانه بالیخلی‌چای قابل مشاهده است. با این حال، این سیلاب‌ها به‌دلیل تناوب و پتانسیل بالا برای شکل‌دهی پلان‌فرم مجرا از اهمیت زیادی در شکل‌گیری و تغییرات مورفولوژیکی مجرای رودخانه بالیخلی‌چای برخوردارند.

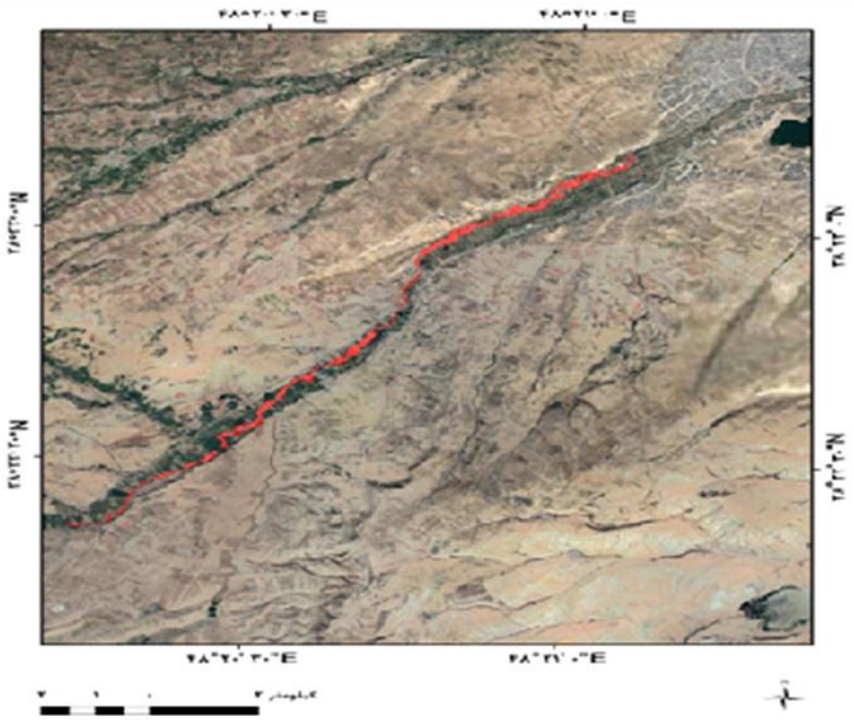


شکل ۱۳: پهنه سیلابی رودخانه بالیخلی‌چای با دوره بازگشت دو سال

Figure 13: The flood zone of the Balikhlichai river with a return period of two years

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

بر اساس نقشه پهنه‌بندی سیلاب (شکل شماره ١٤) محدوده اثرگذاری سیلاب‌های با دوره بازگشت ۱۰ سال در امتداد رودخانه نوران‌چای حدود ۱۳۱ هکتار افزایش پیدا می‌کند. هم‌چنین میانگین عرض سیل‌گیری سیلاب‌های ۱۰ سال به حدود ۳۹۹ متر بالغ می‌شود. این سیلاب‌ها، پهنه‌های سیلابی با دوره بازگشت ۲، ۳، ۵، سال را در برمی‌گیرد. در نتیجه این افزایش مساحت و عرض بیش‌تر دربازه‌های (۳)، (٤)، محدوده‌های منتهی به دشت اردبیل می‌باشد که نسبت به بازه‌های (۱)، (۲)، دارای ارتفاع کم‌تری بوده و منجر شده تا پهنه‌های سیلابی بیش‌تری در مناطق فوق ایجاد گردد که این باعث شده اراضی کشاورزی اطراف رودخانه بالیخلی‌چای را غرقاب کرده و حتی برخی از مناطق مسکونی شهر اردبیل و روستاهای که رودخانه بالیخلی‌چای از آن‌ها عبور می‌کند دچار خسارت ساخته و حتی تلفات جانی نیز در پی داشته باشند. در کل، این‌گونه سیلاب‌ها خطرات چندانی را نمی‌توانند برای جوامع انسانی ساکن در مناطق شهری و روستایی داشته باشند.

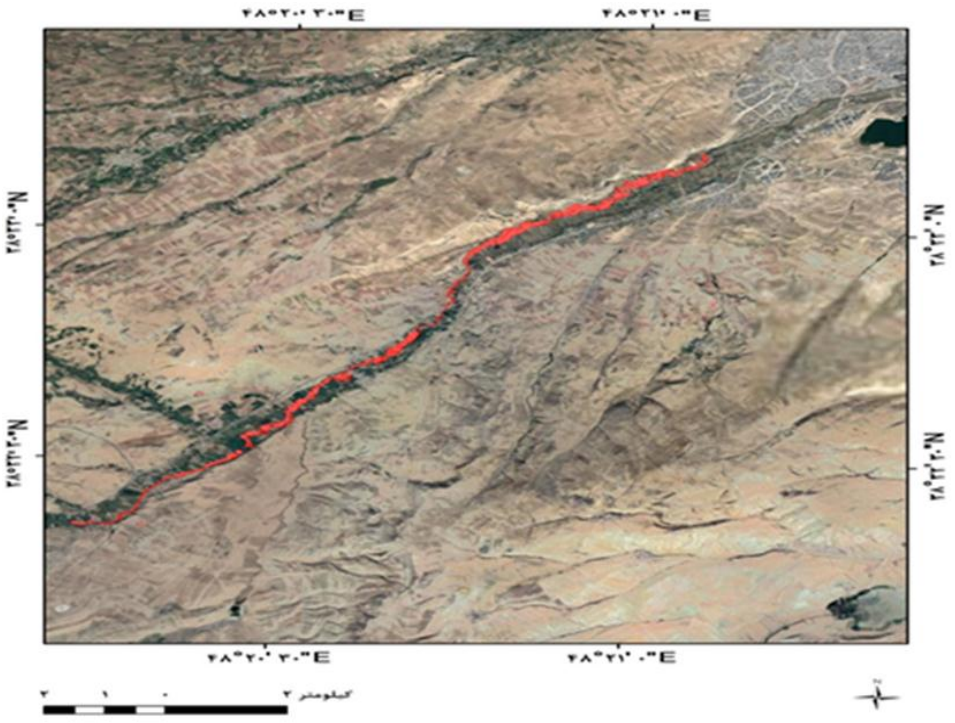


شکل ١٤: پهنه سیلابی رودخانه بالیخلی‌چای با دوره بازگشت ۱۰ سال

Figure 14: The flood zone of the Balikhlichai river with a return period of ten years

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

بر اساس نقشه پهنه‌بندی سیلاب (شکل ۱۵) محدوده اثرگذاری سیلاب‌های با دوره بازگشت ۵۰ سال در امتداد رودخانه بالیخلی‌چای حدود ۱٤٥/٥ هکتار افزایش پیدا می‌کند. هم‌چنین میانگین عرض سیل‌گیری سیلاب‌های ۵۰ سال به حدود ٥٤٩ متر افزایش می‌یابد. این سیلاب‌ها، پهنه‌های سیلابی با دوره بازگشت ۲، ۵، ۱۰ و ۲۰ سال را در برمی‌گیرد. در نتیجه این افزایش مساحت و عرض بیش‌تر دربازه‌های (۳)، (٤)، محدوده‌های منتهی به دشت اردبیل می‌باشد که نسبت به بازه‌های (۱)، (۲)، دارای ارتفاع کم‌تری بوده و منجر شده تا پهنه‌های سیلابی بیش‌تری در مناطق فوق ایجاد گردد که این باعث شده اراضی کشاورزی اطراف رودخانه بالیخلی‌چای را غرقاب کرده و حتی برخی از مناطق مسکونی شهر اردبیل و روستاهای که رودخانه بالیخلی‌چای از آن‌ها عبور می‌کند دچار خسارت ساخته و حتی تلفات جانی نیز در پی داشته باشند. در کل، این‌گونه سیلاب‌ها خطراتی را می‌توانند برای جوامع انسانی ساکن در مناطق شهری و روستایی داشته باشند. درنهایت بیش‌ترین پهنه سیلابی با دوره بازگشت ۵۰ سال پایین‌دست رودخانه بالیخلی‌چای که نزدیک شهر اردبیل می‌باشد را در بر می‌گیرد و کم‌ترین میزان پهنه سیلابی با دوره بازگشت ۵۰ سال نیز در بالادست رودخانه بالیخلی‌چای قابل مشاهده است.

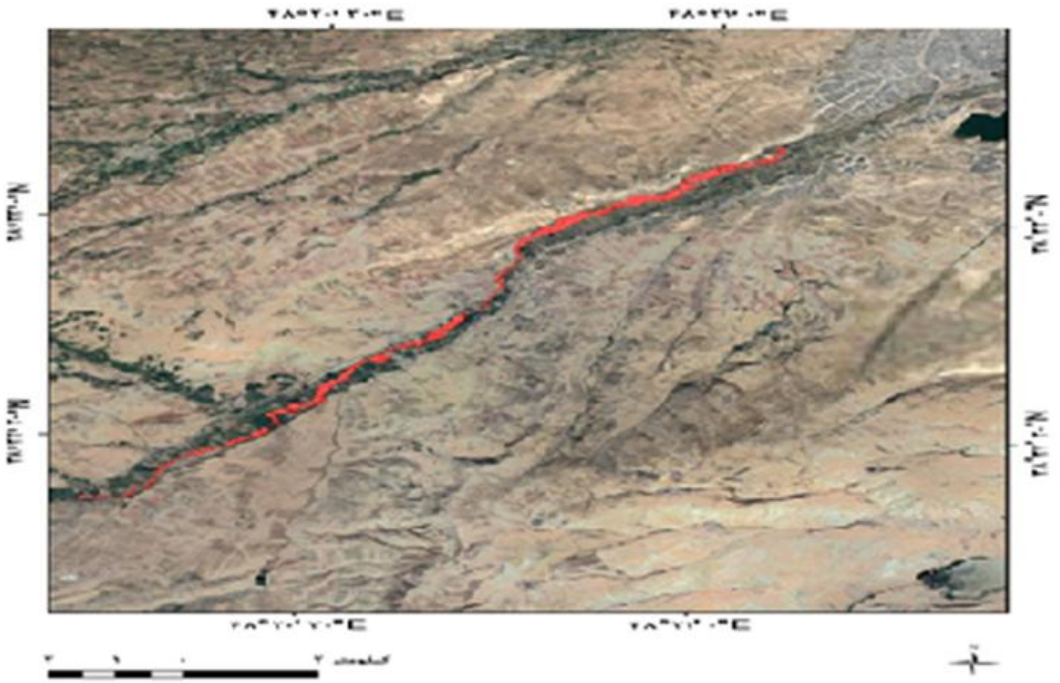


شکل ۱۵: پهنه سیلابی رودخانه بالیخلی‌چای با دوره بازگشت ۵۰ سال

Figure 15: The flood zone of the Balikhlichai river with a return period of fifty years

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

بر اساس نقشه پهنه‌بندی سیلاب (شکل ۱۶) محدوده اثرگذاری سیلابهای با دوره بازگشت ۲۰۰ سال در امتداد رودخانه بالیخلی‌چای حدود ۱۵۳/۵ هکتار افزایش پیدا می‌کند. هم‌چنین میانگین عرض سیل‌گیری سیلاب‌های ۲۰۰ سال به حدود ۵۹۱ متر می‌رسد. این سیلاب‌ها، پهنه‌های سیلابی با دوره بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ سال را در برمی‌گیرد. در نتیجه این افزایش مساحت و عرض بیش‌تر در همه قسمت‌های بالادست، میان‌دست و پایین‌دست رودخانه بالیخلی‌چای قابل مشاهده است. به عبارتی در دوره بازگشت ۲۰۰ سال پهنه سیلابی رودخانه بالیخلی‌چای همه بخش‌های رودخانه را در برگرفته است. این‌گونه سیلاب‌ها به‌دلیل دبی بالا و مشارکت دبی‌های انشعابات مختلف می‌توانند بخش عمده‌ای از مساحت دشت سیلابی رودخانه را تحت تاثیر قرار دهند و علاوه بر خسارات جانی و مالی و تخریب اراضی کشاورزی پیامدهای مورفولوژیکی متعددی از قبیل تغییر مسیرهای کوتاه، میان‌برها و غیره را به‌همراه داشته باشند. سیلاب‌های با دوره بازگشت ۲۰۰ سال بیش‌تر مناطق مسکونی روستاهای اطراف رودخانه بالیخلی‌چای و حتی بستر رودخانه در بخش وارد شده به دشت اردبیل قسمتی از مناطق مسکونی ورودی شهر اردبیل را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهند.



شکل ۱۶: پهنه سیلابی رودخانه بالیخلی‌چای با دوره بازگشت ۲۰۰ سال

Figure 16: The flood zone of the Balikhlichai river with a return period of two hundred years

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

بحث و نتیجه‌گیری

بنابراین با توجه به شبیه‌سازی سیلاب رودخانه بالیخلی‌چای با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS این نتیجه حاصل گردید که نشان‌دهنده تغییرپذیری مکانی بسیار بالای خطر سیلاب در امتداد رودخانه بالیخلی‌چای می‌باشد. این تغییرپذیری از شرایط ژئومورفولوژیکی متغیر در امتداد رودخانه نشات می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد که سیلاب‌های با دوره بازگشت ۲ سال مخاطره‌ای جدی را متوجه جوامع انسانی ساکن در مجاورت رودخانه بالیخلی‌چای نمی‌سازند. این سیلاب‌ها عمدتا اراضی کشاورزی حاشیه رودخانه را تحت تاثیر قرار می‌دهند. با افزایش دوره‌های بازگشت مخاطرات ناشی از سیلاب‌ها نیز افزایش می‌یابد. سیلاب‌های با دوره بازگشت ۱۰ سال به دلیل در برگیری محدوده کمتری از رودخانه و تحت تاثیر قرار دادن مناطق مسکونی منجر به خسارات مال و جانی زیادی نخواهد شد و پهنه سیلابی ۵۰و ۲۰۰ سال به دلیل قدرت جریان و در برگیری محدوده بسیار زیاد علاوه بر تغییرات بستر رودخانه و تغییرات مورفولوژیکی اطراف رودخانه و هم‌چنین تخریب و خسارت‌های فروان جانی و مالی در برخواهد داشت. تحقیقات مشابهی هم‌چون Shafiemotlagh & Ebadati, (2021) به‌منظور پهنه‌بندی سیلاب و شبیه‌سازی رفتار هیدرولیک رودخانه با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS پرداختند. ایشان به این نتیجه رسیدند مساحت سیل‌خیزی برای دوره‌های بازگشت ۵ ،۱۰ ،۲۵ و ۵۰ ساله به‌ترتیب برابر با ۱۲٦۵، ۱٦۵۱، ۲۳۳٤، ٤٤۵۰ هکتار و تعداد روستاهای در معرض خطر به‌ترتیب برابر با ۵ ،۳ ،۲ و ۹ هستند. Sheikh Alishahi et al, (2017) به پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی تحلیل رودخانه (مطالعه موردی: حوضه آبریز منشاد- استان یزد) پرداختند. این محققین به این نتیجه رسیدند پهنه سیلاب محاسبه شده (دوره بازگشت ۲۰۰ سال) دارای مساحت ۸/۹ کیلومترمربع می‌باشد که بیشترین مساحت به اراضی کشاورزی (به مساحت ۷۱/٤۵هکتار) و باغی (۱۲/۷۷ هکتار) اختصاص داشت. بنابراین برای جلوگیری از خسارت‌های جانی و مالی از تجاوز کردن به حریم رودخانه و تغییرات کاربری اراضی به مسکونی و ایجاد زهکشی مناسب در حریم رودخانه بالیخلی‌چای پیشنهاد می‌گردد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

References

- Abedini, M., Belvasi, A., & Nazaft Tekle, B. (2021). Evaluation of the morphological changes of the river using the fitting of tangent circles in the environment (GIS): a case study of the Kohman Al-Shatter River. **Environmental Science Studies**, 4, 5572-5581. [In Persian]. 10.22034/jess.2022.336503.1760
- Abedini, M., Faal Naziri, M.,& Pirouzi L., (2023). Evaluation and zoning of flood risk using Aras multi-criteria technique and single hydrograph. Case study: the upstream basin of Hydrom Tri-Pol Sultan Meshkin Shahr station. **Journal of Natural Environment Hazards**, No. 35, 12.. 115-137. . [In Persian]. 10.22111/jneh.2022.40684.1863
- Aynalem, SB. (2020), Flood Plain mapping and hazard assessment of Muga river by using ArcGIS and HEC-RAS model Upper Blue Nile Ethiopia. **Landscape Architecture and Regional Planning**, 5, 74-85. 10.11648/j.larp.20200504.13
- Eftekhari, R., Sadeghloo, A., &Ahmadabadi, T. (2010). Evaluation of zoning of villages at risk of flood using GEO_RAS –HEC model in GIS case study: Villages of Gorganrood Basin, **Journal of Local Development (Rural-Urban Development)**, 1: 157-182. [In Persian]. https://jrd.ut.ac.ir/article_20819.html
- Esfandiari Darabad, F., Nezafat Taklreh, B., Paseban, A. H. (2022), Morphological Simulation of Flood Occurrence in Nooranchai River Using HEC-RAS Hydraulic Model. **Environmental erosion research**, 12 (3) :190-210**.** [In Persian]. 20.1001.1.22517812.1401.12.3.7.6
- Hejazi, A., Khodaei Gheshlagh, F.,& Khodaei Gheshlagh, L., (2020), Flood risk zoning in Varkesh-Chay catchment using HEC-RAS hydraulic model and HEC-GEORAS extension, **Journal of Applied Research in Geographical Sciences**, 53,: 137-155. [In Persian]. 10.29252/jgs.19.53.137
- Khairizadeh Arouq, M., Rezaei Moghadam, M.H., Rajabi, M., & Danesh Faraz, R. (2018). Analysis of lateral changes of Zarrinrood river channel using geomorphological methods, **Quantitative geomorphological research**, (4): 76 – 102. [In Persian]. 20.1001.1.22519424.1396.5.4.5.5
- Khattak, M. S., Anwar, F., Saeed, T. U., Sharif, M., Sheraz, K.,& Ahmed, A., (2016).Floodplain mapping using HEC-RAS and ArcGIS: a case study of Kabul River, **Arabian Journal for Science and Engineering**, 41(4): 1375-1390. 10.1007/s13369-015-1915-3
- Mehrvarz, A., Madadi, A., Esfandiari, F.,& Rahimi, M. (2021). Simulation of flood of Aorta river using HEC-RAS hydraulic model in GIS environment (study area: from Shuristan village to Aras river confluence).**Komb Geomorphology Research**, 4, 131-146. [In Persian]. 10.22034/gmpj.2020.106426
- Pournabi Darzi, S., Vafakhah, M., & Rajabi, M.R. (2021). Flood risk zoning using RAS hydraulic model in GIS environment, a case study of Cheshmeh Kileh watershed in Tonekabon, **Natural Environment Hazards**, (10): 15-28. [In Persian]. 10.22111/jneh.2021.28694.1603
- Ongdas, N., Akiyanova, F., Karakulov, Y., Muratbayeva, A., &. Zinabdin, N. (2020), Application of HEC-RAS (2D) for flood hazard maps generation for Yesil (Ishim) river in Kazakhstan, **Water**, 12, 1-20. 10.3390/w12102672

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- Rangari, V. A., Sridhar, V., Umamahesh, N., & Patel, A.k. (2020), Floodplain mapping and management of urban catchment using HEC-RAS: a case study of Hyderabad City. **Journal of The Institution of Engineers (India),** (100), 49-63. 10.1007/s40030-018-0345-0
- Rezaei Moghadam, M. H., Yasi, M., Nikjoo, M. R., Rahimi, M., (2019), Zoning and morphological analysis of floods of Gharasoo river using HEC-RAS hydrodynamic model (from Pirazmian village to Aharchai river confluence), **Geography and environmental hazards**, (25): 1-15. [In Persian]. 10.22067/geo.v7i1.66173
- Shafiei Motlagh, Kh., & N. Ebadati., (2021). Flood zoning and simulation of river hydraulic behavior using HEC RAS software (Case study: Maroon River - southwest of Iran). **Journal of Echo Hydrology**. 7(2), 397-409. (in Persian). 10.22059/ije.2020.298473.1293
- Sheikh Alishahi, N., Jamali, A. A., Hassanzadeh Nafouti, M., (2017), Flood Risk Zoning Using hydraulic model of River Analysis (Case Study: Manshad Watershed - Yazd Province), **Geographical Space Quarterly**, sixteen Year (53): 77-96. [In Persian]. http://geographical-space.iau-ahar.ac.ir/article-1-2350-fa.html
- Splinter, D. K., Dauwalter., (2016), Frequency of large in-channel wood in eastern Oklahoma ecoregions and its association with channel morphology. **Geomorphology**. 269, 175- 185. doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.06.038
- Yamani, M.; Turani, M.; Chezgeh, (2012), Determination of floodplains using hec-ras model Case study of upstream Gling to Pol Veshteh**. Journal of Geography and Environmental Hazards**, 1(1), 1-16. [In Persian]. 10.22067/geo.v1i1.16519

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

Flood Risk Zoning in Balikhlichai River with Different Return Periods Using HEC-RAS Hydraulic Model

Mousa Abeddini *[4], Bahroz Nazafat [2,5] AmirHesam Pasban[36]
[1,2,3] Mohaghegh Ardabili University
Email: abedini@uma.ac.ir(corresponding autheor)

Introduction

Rivers are considered as the main source of water supply for humans and other creatures, and sometimes this source of life causes irreparable damage and destruction. Predicting the hydraulic behavior of rivers in front of possible floods is of special importance to reduce the damage caused to urban and rural areas, facilities under construction, farms and other existing uses around the river (Yamani et al, 2012). For this reason, investigation and study in the field of flood risks in order to reduce human and financial losses is one of the most important necessities. In this way, considering the frequency of flood hazards in the country and the huge loss of life and money that it brings to the people and the government, the need to study this natural hazard as much as possible is felt more and more. Balikhlichai is one of the flood rivers of Ardabil province, which can cause a lot of damage to the region in the event of a flood. For this reason, it is necessary to analyze the floods of this river from a spatial point of view and in this way to reduce its damages. The aim of the current research is to zonate the occurrence of floods in the Balikhlichai River with different return periods using the HEC-RAS hydraulic model. (Ongdas et al, 2020) in a research aimed at producing flood risk maps in Kazakhstan stated that the village of Volgo was flooded during the hundred-year flood event. (Aynalem et al, 2020) in a research in Moga River, they reported flood structures for return periods of 5, 10, 25, 50, 100 years equal to 18, 21, 26, 34, 43 square kilometers, respectively.

Methodology

materials and methods

Geological maps 1:100000, topographic maps 1:50000, 1:2000, data from synoptic and rain gauge stations are the most basic data of the present research, which were prepared from the regional water organization of Ardabil province.

Tools used

ArcGIS 10.3, HEC-RAS, HEC-GEO-RAS software

The existing methods for preparing zoning maps can be divided into four main groups as follows. Observational methods and use of hot water, comparison of aerial photos of the area, manual calculation and use of mathematical models. All the above methods need to determine the level of the flood flow and transfer the water level figure on the topographic maps in order to prepare the flood zoning map. All these methods basically use the same process of using the determined number of the water level in each cross-

[4] Physical Geography (Geomorphology), University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[5] Ph.D. student in Geomorphology, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
[6] Ph.D. student in Geomorphology, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

section (with different positions) for zoning. The main difference between these methods is how to determine the water level profile. The use of mathematical models is very common today, and in these methods, the flood flow is simulated with the help of mathematical models, and after calculating the flow profile by the model, the flood zone with different return periods is transferred on the topographic maps.

HEC-RAS model

The software (HEC-RAS) or the river analysis software of the American Army Engineering Society is a set of tools that allows the user to perform river hydraulic calculations in steady and unsteady flow conditions. The HEC-RAS system includes three one-dimensional hydraulic analysis components to perform water level profile calculations in steady flow mode, unsteady flow simulation and sediment transfer calculations in the moving boundary. These three components use a common geometric data representation and the same geometric and hydraulic calculation process (Yamani, 2012).

HEC-GEO-RAS Supplement

It is a set of tools that can be used in the GIS software environment. This add-on has created a connection between ArcGIS software and HEC-RAS software and is especially designed in the field of spatial data processing for use in RAS modeling and for processing RAS results in a GIS environment. Processing terrain information and other GIS data in ArcGIS software using GEO-RAS allows the user to create and export a geometry file for RAS analysis. To perform hydraulic calculations using the HEC-RAS model, cross sections must first be defined, and for this, the desired layer of the TIN map is extracted in the ArcMap software environment. After the formation of the TIN layer, various layers such as the flow center line layer, the river side lines layer, the flow range layer and the cross section layer are drawn and after processing by ArcMap software, it is ready to be extracted for HEC-RAS hydraulic model work. The HEC-RAS model can perform water level profile calculations for gradual variable steady flow in rivers and artificial channels in subcritical, supercritical and mixed flow regimes.

Results

Creation of TIN and input layers to RAS

The TIN layer is actually the basis for extracting the level lines and the required layer of RAS, and the more accurate the height figure of the river is, the closer the resulting 3D model will be to reality. In this research, due to the use of a 1:2000 topographic map and also the matching of existing maps on the ETM satellite image of the region, it was found that the TIN obtained from digital maps is able to significantly simulate the bed and floodplains around the Balikhlichai River. Basis can be a suitable reference for conducting research and creating flood simulation layers of Balikhali Chai river. The minimum height is 1370 meters and the maximum height is 1470 meters above sea level. According to the flood zoning map (Figure No. 13), the flood area with a 2-year return period along the Balikhlichai River is about 100 hectares. These areas mainly correspond to the bed of the Balikhlichai river, which locally cover the edge of the river channel. The average width of the areas exposed to floods with a return period of 2 years is about 298. the effect range of floods with a return period of 10 years along the Nuranchai river increases by about 131 hectares. Also, the average flood width of 10-year floods reaches about 399 meters. These floods include flood zones with a return period of 2, 3, and 5 years. The effect range of floods with a return period of 50 years along the Balikhlichai river increases by about 145.5 hectares. Also, the average

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

flood width of 50-year floods increases to about 549 meters. These floods include flood zones with a return period of 2, 5, 10, and 20 years. The effect range of floods with a return period of 200 years along the Balikhlichai river increases by about 153.5 hectares. Also, the average flood width of 200-year floods reaches about 591 meters. These floods include flood zones with a return period of 2, 5, 10, 20, 50, 100 years.

Conclusion

Therefore, according to the flood simulation of Balikhlichai river using the HEC-RAS hydraulic model, this result was obtained, which indicates a very high spatial variability of the flood risk along the Balikhlichai river. This variability originates from the changing geomorphological conditions along the river. The results show that floods with a return period of 2 years do not pose a serious threat to the human communities living in the vicinity of the Balikhlichai River. These floods mainly affect the agricultural lands along the river. With the increase of return periods, the risks of floods also increase. Floods with a return period of 10 years will not cause much damage to property and life due to covering a smaller area of the river and affecting residential areas, and flood zones of 50 and 200 years due to the power of the flow and covering a very large area in addition to bed changes The river and the morphological changes around the river, as well as the destruction and numerous human and financial losses.

Keywords :flood zoning, Balikhali Chai, return period, floodplain, HEC-RAS model.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]