



اولین همایش ملی پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت

تحلیل میزان تغییرات مورفولوژیکی بستر رودخانه بالیخلی چای با استفاده از مدل اتومای سلولی

فریا اسفندیاری درآباد

۱- * نویسنده مسئول: استاد، دکتری تخصصی ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی و دانشگاه

محقق اردبیلی

esfandyari@uma.ac.ir

بهر روز نظافت تکه

۲- دانشجوی دکتری، رشته ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی و دانشگاه محقق اردبیلی

چکیده

تغییرات بستر رودخانه، فرسایش و رسوب گذاری فرایندهای طبیعی رودخانه هستند که هر کدام به نوبه خود باعث تخریب زمین‌های اراضی و خسارات بسیار زیادی به تاسیسات انسانی می‌گردند. در پژوهش حاضر جهت تحلیل میزان تغییرات مورفولوژیکی بستر رودخانه بالیخلی چای از مدل اتومای سلولی استفاده شد. هم‌چنین جهت برآورد احتمال وقوع سیلاب از نرم افزار Hyfran استفاده گردید. مدل اتومای سلولی یک مدل تکامل یافته سلولی رودخانه است. در این مدل برای مدل سازی، داده‌های ورودی مانند توپوگرافی، دبی روزانه سال (۱۳۹۳) و اندازه رسوبات بستر رودخانه تهیه و در مرحله بعد تغییرات مجرا شبیه سازی شد. نتایج حاصله از مدل اتومای سلولی نیز نشان داد که تغییرات مورفولوژیکی بستر رودخانه در مقاطع عرض شماره ۳ در بازه اول برابر ۰/۵ متر بوده است. هم‌چنین تغییرات بستر رودخانه در بازه دوم مقاطع ۲۵ به ترتیب برابر ۱ متر و ۳۰ سانتی متر را نشان داد که در این مقاطع حداقل و حداکثر میزان تغییرات قابل مشاهده است. تغییرات بستر رودخانه در بازه سوم در حدود ۱/۵ متر و میزان تغییرات در بازه چهارم حدود ۱/۵ متر بوده است. بنابراین نتیجه گیری می‌گردد با توجه به نتایج حاصله بیشترین میزان تغییرات بستر رودخانه بالیخلی چای در بازه سوم و چهارم در نزدیک مناطق مسکونی استان اردبیل رخ داده است زیرا دخالت‌های انسانی منجر به رشد سریع فرسایش و تغییر بستر رودخانه گردیده است. در نهایت پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آتی به بررسی میزان تاثیرگذاری جوامع بشری در ایجاد و افزایش میزان تغییرات بستر رودخانه و افزایش فرسایش و رسوب گذاری پرداخته شود.

واژگان کلیدی: استان اردبیل، تغییرات بستر، رودخانه بالیخلی چای، شبیه سازی، مدل اتومای سلولی.



اولین همایش ملی پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت

مقدمه

رودخانه به عنوان سیستمی در حال توسعه، مکان و ویژگی‌های مورفولوژیکی خود را همواره برحسب بازه زمان، فاکتورهای ژئومورفیک، زمینشناسی، جریان‌ات آبی و بعضاً در اثر مداخلات انسانی تغییر می‌دهد (رضایی مقدم و همکاران، ۱۳۹۱). در واقع به طور عادی، تعدیل چشم انداز توسط فاکتورهای مدیریتی درونی مانند شیب، جهت شیب، توپوگرافی و نوع رسوبات و فاکتورهای مدیریتی بیرونی مانند تغییر آب و هوا، تغییر رسوب و تغییرات پوشش گیاهی است. (برونر^۱، ۲۰۰۵) تغییرات و تکامل رودخانه‌ای به صورت فرسایش یا رسوب گذاری در بستر، از بین بردن دیواره‌ها، تغییر بستر جریان تغییر و جابجایی پیکان رودها و تغییر در فرم رودخانه آشکار می‌گردد. (برونر، ۲۰۰۵) یکی از فاکتورهای مشخص کننده انواع رودخانه‌ها نقش فاکتور انسانی در روند تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌ها می‌باشد (زیلیانی و یانگ^۲، ۲۰۰۶، ۲۰۱۳). که علاوه بر شرایط عادی و طبیعی رودخانه، نقش انسان در تغییرات بستر رودخانه و تاثیرگذاری آن در عمل فرسایش به صورت کاملاً مشخص قابل مشاهده است. به عنوان مثال می‌توان به کانال سازی، تجاوز به حریم رودخانه، برداشت رسوبات معدنی، تغییر کاربری اراضی اطراف رودخانه اشاره کرد. خالقی و همکاران (۱۴۰۰)، به شبیه سازی تغییرات بستر و مجرای رودخانه کلیبرچای با استفاده از مدل اتومای سلولی (CAESAR) پرداختند. این پژوهشگران در بررسی خود به این نتایج دست یافتند که تغییرات در مقاطع ۱ و ۴ و ۶ و ۲ کانال و شکل کانال در کلیه مقاطع مشاهده گردید. اسفندیاری درآباد و همکاران (۱۴۰۱)، به ارزیابی و تحلیل فضایی مخاطره طبیعی با بهره گیری از مدل Hec-Hms و منطق فازی در حوضه آبریز نیرچای پرداختند. نتایج تحقیق این محققین نشان داد که در حدود ۸/۶ درصد از سطح حوضه در پهنه‌های با خطر بسیار بالای وقوع سیلاب قرار دارد. اسفندیاری درآباد و همکاران (۱۴۰۱)، به منظور شبیه سازی مورفولوژیکی وقوع سیلاب در رودخانه نورانچای با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS پرداختند. ایشان به این نتیجه رسیدند که بیشترین خطر سیلاب با دوره بازگشت دویست سال با پهنه سیلابی ۵۰۰ متر خواهد بود. هم چنین در راستای کاهش خسارت‌های مالی و جانی ایجاد شده در اثر وقوع سیلاب باید از تجاوز به حریم رودخانه و تغییرات کاربری اراضی جلوگیری کرد. اسفندیاری درآباد و نظافت تکل (۱۴۰۱)، ارزیابی و تحلیل میزان تغییرات بستر رودخانه خیاوچای در مقاطع مختلف با استفاده از مدل اتومای سلولی پرداختند. ایشان به این نتیجه رسیدند که نتایج حاصله از مدل اتومای سلولی نیز نشان داد که تغییرات مورفولوژیکی بستر رودخانه در مقاطع عرض شماره ۲۲ در بازه اول برابر ۱ متر بوده است. هم چنین تغییرات بستر رودخانه در بازه دوم و سوم مقاطع ۴۴ و ۶۰ به ترتیب برابر ۱ متر و ۲ متر را نشان داد که در این

^۱ - Brunner

^۲ - Ziliani and Yang



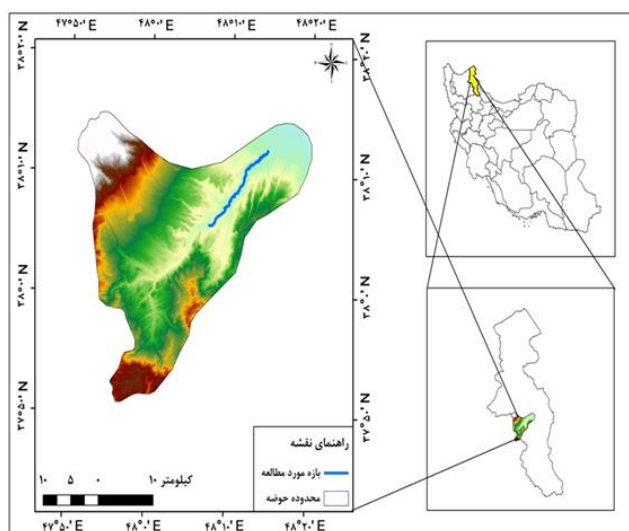
اولین همایش ملی پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت

مقاطع حداقل و حداکثر میزان تغییرات قابل مشاهده است. ازین و همکاران (۲۰۲۰)، در پژوهشی به بررسی و عملکرد مدل هیدرولیکی HEC-RAS در شبیه‌سازی سیلاب‌های شمال غرب تونس پرداختند. ایشان به این نتیجه رسیدند که مدل هیدرولیکی دوبعدی (HEC-RAS v-5) می‌تواند به دقت سیلاب‌های منطقه مورد مطالعه را شبیه‌سازی کرده و پروفیل سطح آب و توزیع سرعت سیل را تعیین کند. هدف از این پژوهش تحلیل میزان تغییرات مورفولوژیکی بستر رودخانه بالیخلی چای با استفاده از مدل اتومای سلولی در استان اردبیل است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

موقعیت جغرافیایی رودخانه بالیخلی چای در شکل قابل مشاهده است طول و عرض رودخانه در ابتدای بازه برابر است با ۳۸ درجه ۵ دقیقه، ۴۸ درجه ۲۰ دقیقه و در انتهای بازه ۳۸ درجه ۱۱ دقیقه، ۴۸ درجه و ۱۴ دقیقه می‌باشد رودخانه بالیخلی چای در قسمت میانی استان اردبیل جریان دارد. این رودخانه از رودخانه‌های دائمی استان اردبیل به حساب می‌آید. رودخانه بالیخلی چای از نظر توپوگرافی دارای دو محدوده کوهستانی که از بخش کوهستان سبلان سرچشمه می‌گیرد و بخش دشت که در دشت اردبیل به رودخانه قره سو متصل می‌گردد. شکل (۱).



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی رودخانه بالیخلی چای (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۲)



اولین همایش ملی پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت

شبیه‌سازی تغییرات بستر رودخانه بالیخلی‌چای با استفاده از مدل اتومای سلولی

به‌منظور بررسی قابلیت اتومای سلولی در شبیه‌سازی تغییرات مورفولوژیکی سیستم رودخانه‌ای در بازه رودخانه بالیخلی‌چای، مدل سزار انتخاب شد. از میان مدل‌های سلولی تکامل چشم‌انداز، مدل سزار یک مدل دوبعدی حمل آب و رسوب است که یکی از جدیدترین مدل‌های سلولی رودخانه‌ای است. در این مدل، دبی روزانه به‌عنوان ورودی برای مدل هیدرولوژیکی بر پایه (TOPMODEL) به کار می‌رود. اندازه ذرات مورد استفاده در مدل ۱ تا ۲۵۶ میلی‌متر است. بعد از ورود داده‌ها شامل: دبی روزانه و اندازه رسوبات، مدل ارتفاعی سلول‌ها به‌طور هم‌زمان به‌روز می‌شود؛ بنابراین باوجود پیچیدگی در عمل، مدل سزار در حالت بازه تنها نیازمند داده‌های ورودی ساده توپوگرافی (DEM)، دبی روزانه و اندازه رسوبات است.

در مورد منطقه مورد مطالعه، بر اساس تئوری حاکم بر اتومای سلولی با استفاده از داده‌های ایستگاه باران‌سنجی بالیخلی‌چای، مدل ارتفاعی رقومی (با اندازه سلولی ۴ متر) تهیه‌شده از روی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و برداشت‌های میدانی از طریق دوربین نقشه‌برداری، برداشت‌های زمینی از طریق دستگاه GPS و همچنین مشخص کردن نقاط بر روی نرم‌افزار گوگل ارث، داده‌های مربوط به توزیع اندازه ذرات رسوبی در بازه، فرایند شبیه‌سازی انجام گرفت؛ بنابراین برای شبیه‌سازی تغییرات بازه رودخانه، همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، جهت تعریف توپوگرافی و شرایط اولیه بازه، داده‌های دبی روزانه، DEM و اندازه رسوبات در بازه مورد مطالعه مورد نیاز است.

تصحیح مدل رقومی ارتفاع

ابتدا مدل رقومی ارتفاع ۴ متری مربوط به بازه مورد مطالعه با توجه به محدوده حوضه بالیخلی‌چای تهیه شد و سپس بر اساس تطبیق و آنالیز داده‌های برداشت‌شده در نرم‌افزار ArcGIS، مدل رقومی ارتفاع اصلاح و نهایی شد. از آنجایی که در مدل سزار نقطه خروجی از DEM باید در لبه سمت راست نقشه باشد، مدل رقومی ارتفاع با زاویه ۹۰ درجه به این جهت چرخش یافت. همچنین مدل سزار داده‌ها را در فرمت رس‌تر و اسکی می‌پذیرد.

توزیع اندازه ذرات رسوبی رودخانه بالیخلی‌چای

توزیع اندازه ذرات رسوبی دربرگیرنده ذراتی به‌اندازه ۱ تا ۲۵۶ میلی‌متر است که شامل بار بستر و بار معلق است. مدل با استفاده از متغیر زمانی که توسط مقدار حفر و رسوب‌گذاری کنترل می‌شود، عمل می‌کند. جدول اندازه ذرات نمونه‌برداری شده از منطقه را نشان می‌دهد که از طریق برداشت‌های میدانی صورت گرفته است و برحسب واحد متر بوده و ریزترین ذره، ذرات رس به قطر (۰/۰۰۰۰۴۰۹) به‌عنوان رسوبات معلق در نظر گرفته شده‌اند.

جدول (۱): توزیع رسوب و دبی رودخانه بالیخلی‌چای



اولین همایش ملی پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت

ردیف	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
رسوب میلی متر	۱۱۶/۶۹۵	۳۱/۶۶۴	۱۷/۲۵۱	۶/۵۲۷	۵/۲۸۵	۴/۶۳۵	۳/۳۰۵	۳/۲۵۸	۲/۹۶۵	۲/۴۵۸	۲/۳۲۵	۱
دبی متر بر ثانیه	۱/۲۵۸	۰/۹۶۸	۲/۳۰۱	۷/۲۰۵	۷/۲۰۱	۱/۱۱۹	۱/۲۷	۱/۳۲۲	۰/۲۰۳	۱/۳۱۱	۱/۵۳۸	۰/۷۰۲

نتایج و یافته‌ها

نتایج محاسبه دوره بازگشت احتمال وقوع سیلاب با استفاده از نرم‌افزار Hyfran

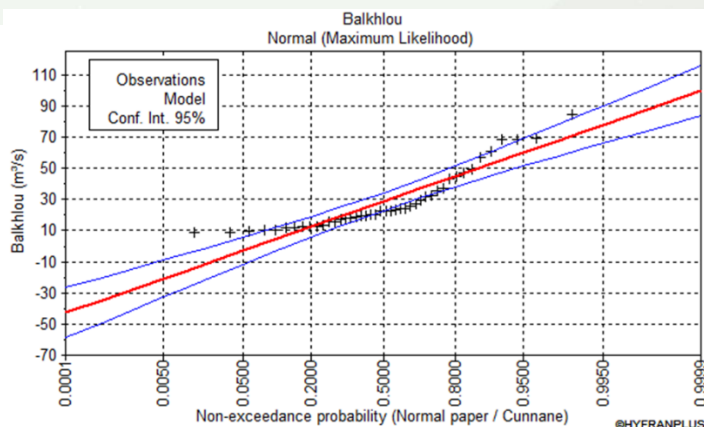
سیلاب‌ها مخاطرات بسیار زیادی را متوجه جوامع انسانی و همچنین تاسیسات انسانی می‌سازند که باعث تغییرات ژئومورفولوژیکی قابل توجهی نیز می‌گردند. بر این اساس داده‌های مربوط به ایستگاه هیدرومتری بالیخلی‌چای از شرکت آب منطقه‌ای استان اردبیل تهیه گردید. پس از آماده کردن دبی حداکثر لحظه‌ای سالانه، با استفاده از 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، ۵۰، ۲۰۰، ۱۰۰۰، ساله رودخانه بالیخلی‌چای در جدول (۲)، نمودار (۱)، نمایش داده شده است. براساس نتایج به دست آمده از جدول (۱)، کم‌ترین احتمال وقوع سیلاب با دوره بازگشت ۲ سال حدود ۵۰ درصد بوده و بیش‌ترین احتمال وقوع سیلاب به ترتیب با دوره بازگشت ۱۰۰۰ و ۲۰۰ سال به ترتیب ۹۹/۹۰ و ۹۹/۵ درصد می‌باشد.

جدول (۲): مقادیر دبی محاسبه شده در رودخانه بالیخلی‌چای با استفاده از نرم‌افزار Hyfran (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۲)

دوره بازگشت (سال)	احتمال وقوع (درصد)	دبی محاسبه شده (m ³ /s)	انحراف استاندارد
۱۰۰۰	۹۹/۹۰	۸۷/۸	۷/۰۱
۲۰۰	۹۹/۵۰	۷۷/۹	۶/۰۶
۵۰	۹۸	۶۷/۹	۵/۱۴
۵	۸۰	۴۴/۷	۳/۳۷
۲	۵۰	۲۸/۵	۲/۸۹



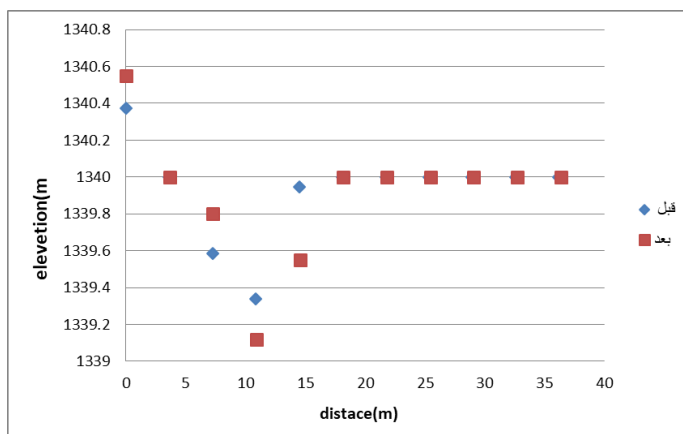
اولین همایش ملی پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت



نمودار (۱): توزیع احتمال وقوع سیلاب در ایستگاه هیدرومتری بالیخلی چای با استفاده از نرم افزار Hyfran (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۲)

نتایج قبل و بعد از شبیه‌سازی تغییرات بستر رودخانه بالیخلی چای با مدل اتومای سلولی

با توجه به اندازه‌گیری‌های که در مقطع یک از بازه یک انجام گرفت و با ترسیم نیمرخ عرضی کانال اصلی (قبل شبیه‌سازی و بعد شبیه‌سازی) تغییرات دو نیمرخ مورد مقایسه قرار گرفت. این تغییرات هم در عرض کانال و هم در ارتفاع متوسط و هم در شکل هندسی رودخانه است. با توجه به نیمرخ‌های عرضی، تغییرات کانال مورد بررسی قرار گرفت. عمق متوسط و عرض کانال قبل از شبیه‌سازی به ترتیب ۱۳۳۹ و ۳ متر و بعد از شبیه‌سازی، به ترتیب ۱۳۳۹/۳۸ و ۹ متر است. تغییرات قبل از شبیه‌سازی نیز با مقدار ۱۳۳۹/۳۰ الی ۱۳۴۰/۶ متر بوده است نمودار (۲).

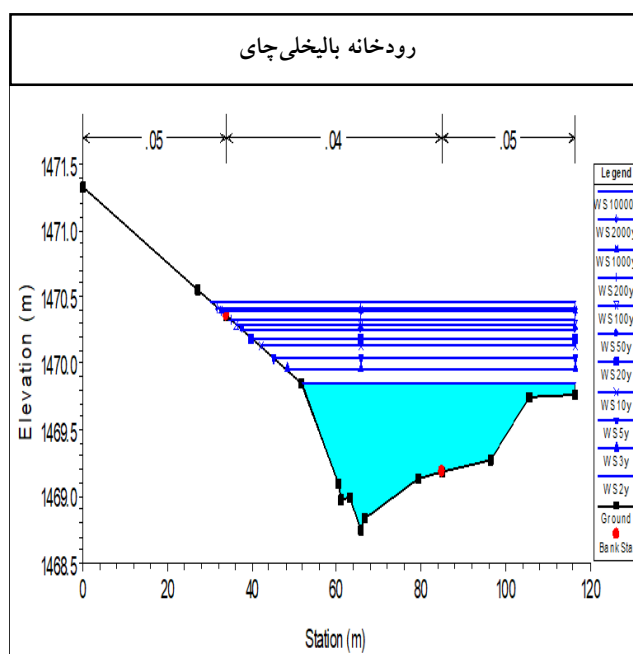


نمودار (۲): تغییرات قبل و بعد از شبیه‌سازی رودخانه بالیخلی چای با استفاده از مدل اتومای سلولی



اولین همایش ملی
پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت

نمودار (۳)، مقطع عرضی شماره ۳ رودخانه بالیخلی چای را در بالادست بازه اول نشان می‌دهد. براساس نمودار فوق، بالاترین مقدار میانگین عرض پهنه سیلابی با توجه به پروفیل عرضی مربوط به دوره بازگشت ۲۰۰ سال و ۱۰۰۰ سال می‌باشد. بر اساس تلفیق نتایج مدل اتومای سلولی (CAESAR) در این مقطع میزان تغییرات در ارتفاع ۱۴۶۹ متر تا ۱۴۶۹/۵ متر قابل مشاهده است که بیش‌ترین میزان فرسایش در این قسمت رخ داده است.

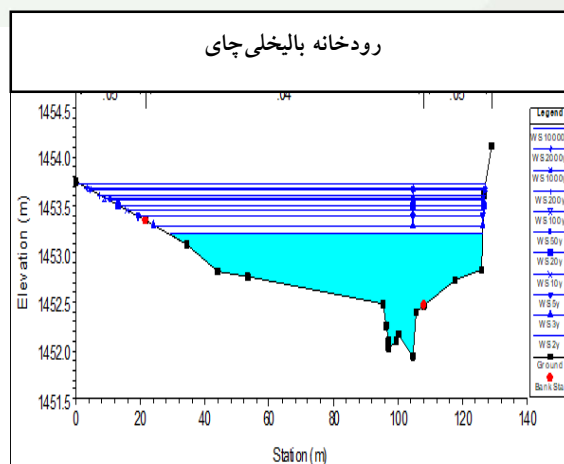


نمودار (۳): مقطع عرضی (شماره ۳) به همراه عمق سیل‌گیری در بالا دست بازه اول بالیخلی چای (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۲)

نمودار (۴)، مقطع عرضی شماره ۲۵ رودخانه بالیخلی چای را در بالادست بازه دوم نشان می‌دهد. براساس نمودار فوق، بالاترین مقدار میانگین عرض پهنه سیلابی با توجه به پروفیل عرضی مربوط به دوره بازگشت ۱۰۰۰ سال می‌باشد. بر اساس تلفیق نتایج مدل اتومای سلولی (CAESAR) در این مقطع میزان تغییرات در ارتفاع ۱۴۵۲ متر تا ۱۴۵۳/۳۰ متر قابل مشاهده است که بیش‌ترین میزان فرسایش در این قسمت رخ داده است.

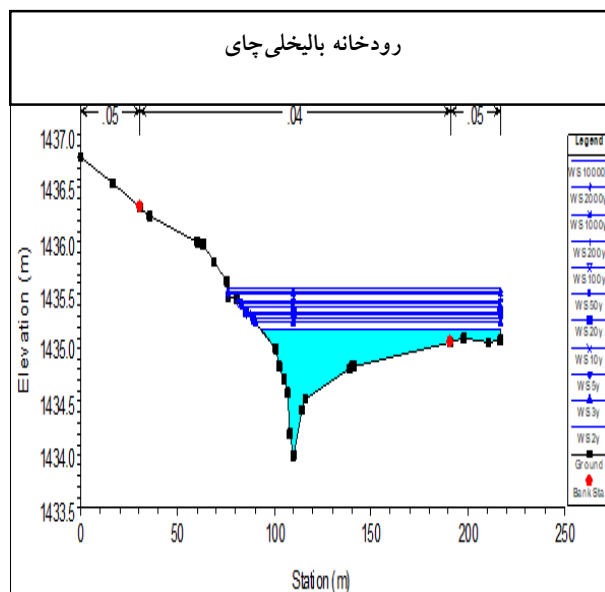


اولین همایش ملی
پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت



نمودار (۴): مقطع عرضی (شماره ۲۵) به همراه عمق سیل‌گیری در بالادست بازه دوم بالیخلی‌چای (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۲)

نمودار (۵)، مقطع عرضی شماره ۴۰ رودخانه بالیخلی‌چای را در بالادست بازه سوم نشان می‌دهد. براساس نمودار فوق، بالاترین مقدار میانگین عرض پهنه سیلابی با توجه به پروفیل عرضی مربوط به دوره بازگشت ۱۰۰۰ سال می‌باشد. بر اساس تلفیق نتایج مدل اتومای سلولی (CAESAR) در این مقطع میزان تغییرات در ارتفاع ۱۴۳۴ متر تا ۱۴۳۵/۵ متر قابل مشاهده است که بیش‌ترین میزان فرسایش در این قسمت رخ داده است. بر این اساس بیشترین میزان رسوب‌گذاری نیز در این بازه نسبت به سایر بازه‌ها بیشتر قابل مشاهده است

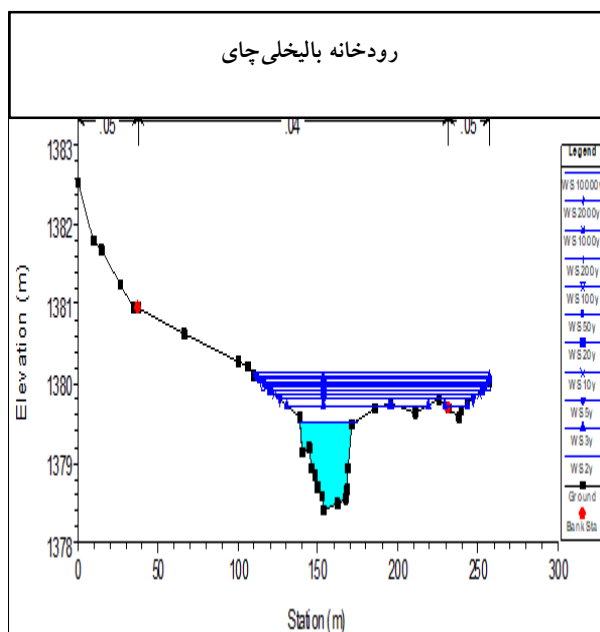




اولین همایش ملی پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت

نمودار (۵): مقطع عرضی (شماره ۴۰) به همراه عمق سیل‌گیری در بالا دست بازه سوم بالیخلی‌چای (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۲)

نمودار (۶)، مقطع عرضی شماره ۸۲ رودخانه بالیخلی‌چای را در بالادست بازه چهارم نشان می‌دهد. براساس نمودار فوق، بالاترین مقدار میانگین عرض پهنه سیلابی با توجه به پروفیل عرضی مربوط به دوره بازگشت ۱۰۰۰ سال می‌باشد. بر اساس تلفیق نتایج مدل اتومای سلولی (CAESAR) در این مقطع میزان تغییرات در ارتفاع ۱۳۷۸/۵ متر تا ۱۳۸۰ متر قابل مشاهده است که بیش‌ترین میزان فرسایش در این قسمت رخ داده است. بر این اساس بیش‌ترین میزان رسوب‌گذاری نیز در این بازه نسبت به سایر بازه‌ها بیشتر قابل مشاهده است.



نمودار (۶): مقطع عرضی (شماره ۸۲) به همراه عمق سیل‌گیری در بالا دست بازه چهارم بالیخلی‌چای (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۲)

نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش تحلیل میزان تغییرات مورفولوژیکی بستر رودخانه بالیخلی‌چای با استفاده از مدل اتومای سلولی در استان اردبیل می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده از تلفیق نتایج مدل اتومای سلولی CAESAR نتایج به این صورت است که شبیه‌سازی سیلاب با دوره‌های بازگشت مختلف برای رودخانه بالیخلی‌چای با دوره‌های بازگشت زیر ۲۰۰ سال برای جوامع بشری



اولین همایش ملی
پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت

مخاطره افرین بوده و بر اساس نتایج مدل اتومای سلولی قبل و بعد از شبیه‌سازی میزان تغییرات بستر رودخانه در حدود ارتفاع ۱۳۳۹ الی ۱۳۳۹/۳۸ متر بوده است. بنابراین نتایج حاصله نشان داد که میزان تغییرات بستر رودخانه در مقاطع شماره ۴۰ و ۸۲ با مقدار ۱/۵ متر بیش‌ترین میزان فرسایش و رسوب‌گذاری را نشان داد.

منابع و مراجع مورد استفاده

- اسفندیاری درآباد، ف، خیری زاده آروق، م، رحیمی، م. ۱۴۰۱. تحلیل فضایی مخاطره طبیعی در حوضه آبریز نیرچای با استفاده از مدل Hec-Hms و منطق فازی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال ۲۲، شماره ۶۶، صص ۱۰۳-۷۹.
- اسفندیاری درآباد، ف، نظافت تكله، ب. ۱۴۰۱. ارزیابی و تحلیل میزان تغییرات بستر رودخانه خیاوچای در مقاطع مختلف با استفاده از مدل اتومای سلولی. جغرافیا و روابط انسانی، ۵(۳)، ۳۰۳-۳۱۷.
- رضایی مقدم، م، ثروتی، م، ر، اصغری سراسکانرود، ا. ۱۳۹۱. بررسی الگوی پیچان رودی رودخانه قزل اوزن با استفاده از شاخص‌های ضریب خمیدگی و زاویه مرکزی، جغرافیا (فصلنامه علمی- پژوهشی انجمن جغرافیای ایران)، سال دهم، شماره ۳۴، صص ۱۰۲-۸۵.
- خالقی، س، حسین زاده، م، فتح اله اتی کندی، پ. ۱۴۰۰، شبیه سازی تغییرات رودخانه کلیبرچای با استفاده از مدل سزار (CAESAR). تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۸ (۲): ۱۷۸-۱۶۵.

- Ziliani, L., Surian, N., Coulthard, T.J., Tarantola, S. 2013. Reduced-complexity modeling of braided rivers: Assessing model performance by sensitivity analysis, calibration, and validation. Journal of Geophysical Research: Earth Surface, Vol. 118, 1-20.
- Yang, j, Townsend, R. D; Daneshfar, B. 2006. Applying the HEC-RAS model and GIS techniques in river network floodplain delineation. Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 33, No. 1, pp. 19-28.
- Schumm, S.A., 1988. Variability of the fluvial system in space and time. In: T. Rosswall, R.G. Woodmansee and P.G. Risser (Eds), Scales and Global Change: Spatial and Temporal Variability in Biosheric and Geospheric Processes.
- Brunner, Gary.W 2010. Hec-ras River analysis system system hydraulic reference manual, us army corps of engineers, version 4.1.



Analysis of the amount of morphological changes in the Balikhlichai riverbed using the cellular automaton model

Fariba Esfandiari Darabad

1-* Corresponding author: Professor, Ph.D. in Geomorphology, Department of Natural Geography, Faculty of Social Sciences and Mohaghegh Ardabili University

esfandiyari@uma.ac.ir

Behrouz Nezafet Takle

2- Ph.D. student, Geomorphology Department, Department of Natural Geography, Faculty of Social Sciences and Mohaghegh Ardabili University

Abstract

River bed changes, erosion and sedimentation are the natural processes of the river, each of which in turn causes the destruction of lands and huge damages to human facilities. In the present study, the cellular automaton model was used to analyze the morphological changes of the Balikhlichai river bed. Also, Hyfran software was used to estimate the probability of flooding. The cellular automaton model is an evolved cellular model of the river. In this model, for modeling, input data such as topography, daily discharge of the year (2013) and the size of river bed sediments were prepared and in the next step, channel changes were simulated. The results obtained from the cellular automaton model also showed that the morphological changes of the riverbed in the sections of width No. 3 in the first interval were equal to 0.5 meters. Also, the changes of the river bed in the second period of the 25 sections showed 1 meter and 30 cm, respectively, in which the minimum and maximum amount of changes can be seen. The changes in the river bed in the third period were about 1.5 meters and the changes in the eighth period were about 1.5 meters. Therefore, it can be concluded that according to the results, the maximum amount of changes in the river bed of Balikhlichai occurred in the third and fourth period near the residential areas of Ardabil province, because human interference has led to the rapid growth of erosion and changes in the river bed.

Keywords : Aedebil province, bed changes, Balikhlichai river, simulation, Cellular Automai Model.