



ارزیابی پتانسیل سیل گیری مسیر پیچان رودی رودخانه کرخه با استفاده از شاخص خطر سیل خیزی محلی

استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

علی لیاقت*
رضا افشین شریفان

چکیده مبسوط

مقدمه: پیچان رودها از اشکال مهم ژئومورفولوژیکی - هیدرولوژیکی می باشند و به لحاظ جابجایی های مکانی که در محدوده دشت های سیلابی انجام می دهند، موجب تغییر ابعاد مورفولوژیکی بستر جریان رودخانه ها و دشت های سیلابی می گردند. این پدیده ها به علت پویایی زیادی که دارند، مسائل و مشکلات عمده ای را نیز در محدوده های تشکیل به وجود می آورند. غالباً حضور پیچان رودها پتانسیل بالای رودخانه را برای وقوع دبی های حداکثر نشان می دهد. در این پژوهش، مناطق دارای پتانسیل بالای وقوع سیل در مسیر پیچان رودی رودخانه کرخه با استفاده از شاخص خطر سیل خیزی محلی (LFH) شناسایی گردیده اند.

مواد و روش ها: در این مطالعه، با استفاده از شاخص خطر سیل خیزی محلی پتانسیل ایجاد سیل در مسیر های پیچان رودی رودخانه کرخه مورد ارزیابی قرار گرفت. این شاخص با استفاده از ضرایب و پارامترهای مورفولوژیکی حوضه آبریز (ناهمواری حوضه، تراکم زهکش ها، ضریب ناهمواری، ضریب کشیدگی و ...) و فاکتور های هندسی پیچان رود (طول پیچان رود، انحنای پیچان رود، زاویه قوس، پهناي کانال و ...) محاسبه می گردد.

نتایج و بحث: میزان دبی مقطع پر با استفاده از طول پیچان رود در ۴۴ مقطع برش خورده در رودخانه کرخه برآورد شد. نتایج نشان می دهد در بخش هایی که طول پیچان رود افزایش یافته، میزان دبی نیز بیشتر شده است. به عبارت دیگر، از قوس های بزرگ پیچان رود، سیلاب های با دبی بالا گذر کرده است. در این ۴۴ مقطع، بیشترین مقدار دبی مربوط به قوس ۴۱ به طول ۲۵۲۱ متر (بلندترین قوس) و برابر با ۳۴۲/۹ متر مکعب بر ثانیه است، که فاصله آن قوس تا ایستگاه پای پل ۱۰۲/۷۷۷ کیلومتر می باشد. کمترین مقدار دبی مربوط به قوس ۷ به طول ۶۰۰ متر (کوتاه ترین قوس) و برابر با ۲۵/۸۸ متر مکعب بر ثانیه است که در فاصله ۱۵/۶ کیلومتری از ایستگاه پای پل واقع شده است.

نتیجه گیری: بطور کلی مقادیر محاسبه شده شاخص LFH، نشان دهنده پتانسیل پایین خطر وقوع سیلاب های بزرگ در مسیر رودخانه کرخه است. مقدار تراکم زهکشی و میزان کل آبراه ها در واحد سطح حوضه نیز این موضوع را تأیید می کند. در ۱۸ قطعه از ۴۴ قطعه مورد مطالعه مقدار شاخص منفی و بیانگر پتانسیل سیل خیزی پایین و در ۲۶ قطعه مثبت و حاکی از پتانسیل سیل خیزی بالا است. بیشترین مقدار بدست آمده مربوط به قوس ۴۴ (نزدیک به ایستگاه عبدخان) به مقدار ۰/۹۷ در فاصله ۱۱۳ کیلومتری ایستگاه پای پل و کمترین مقدار مربوط به قوس ۳۳ به مقدار ۳/۳۸- در فاصله ۷۷/۸ کیلومتری ایستگاه پای پل است.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۵

واژه های کلیدی: رودخانه، سیل، شاخص LFH، پیچان رود

نویسنده مسئول: علی لیاقت

نشانی: گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی. تلفن: ۰۹۱۷۱۱۷۴۱۸. پست الکترونیکی: a_liaghat2003@yahoo.com

DOR:

استناد: لیاقت علی، افشین شریفان رضا. ارزیابی پتانسیل سیل گیری مسیر پیچان رودی رودخانه کرخه با استفاده از شاخص خطر سیل خیزی محلی. پژوهش های نوین در مهندسی محیط زیست. ۱۴۰۲؛ ۱(۲): ۳۴-۱۹.

حقوق نویسندگان محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد و تحت مجوز مالکیت خلاقانه <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0> در فصلنامه پژوهش های نوین در مهندسی محیط زیست منتشر شده است. هرگونه استفاده غیرتجاری فقط با استناد و ارجاع به اثر اصلی مجاز است.



مقدمه

سازندهای زمین‌شناسی، دبی سیلاب، تغییرات آنتروپوژنیک، پوشش گیاهی، توپوگرافی و حرکات تکتونیکی است (کهربایان و همکاران ۱۳۹۳). بررسی‌های آماری الگوهای پیچان رودی نشان داده‌اند که این مورفولوژی از یکسری قواعد زمین‌آماري تبعیت می‌کنند. به عبارت دیگر، الگوی سینوسی بستر رودها تابع نقش غالب فرایندها و مجموعه عواملی است که در طی زمان اعمال می‌شود (نوحه‌گر و یمانی، ۱۳۸۲). الگوهای متفاوت رودخانه‌ها تحت تأثیر عوامل متعدد طبیعی همچون تکتونیک، لیتولوژی، هیدرولوژی، اقلیم و عوامل انسانی از جمله تغییرات کاربری اراضی می‌باشد (اصغری سراسکانرود ۱۳۹۲).

پیچان رودها از اشکال مهم ژئومورفولوژیکی - هیدرولوژیکی می‌باشند و به لحاظ جابجایی‌های مکانی که در محدوده دشت‌های سیلابی انجام می‌دهند، موجب تغییر ابعاد مورفولوژیکی بستر جریان رودخانه‌ها و دشت‌های سیلابی می‌گردند. این پدیده‌ها به علت پویایی زیادی که دارند، مسائل و مشکلات عمده‌ای را نیز در محدوده‌های تشکیل به وجود می‌آورند. (خطیبی ۲۰۰۶)

پیچان رودها از دشت‌های سیلابی جدا نیستند و این پدیده‌ها در واقع بیان رسوبات را در مسیر جریان رودخانه‌ها و نیز با توجه به ویژگی‌های محل تشکیل، میزان فرسایش را در دشت‌های سیلابی تعیین می‌کنند. ایجاد پیچان رودها به نوعی تلاش رودخانه‌ها در این زمینه محسوب می‌شود. تغییرات در میزان بار رسوبی، تغییرات در شیب، نوسانات در اقلیم، ایجاد سدها و بندها و بسیاری از تغییرات دیگر، می‌تواند زمینه را برای تشکیل پیچان رودها در مسیر جریان رودخانه فراهم سازد. تشدید فرسایش در مسیر تشکیل پیچان رودها و اصولاً حضور خود پیچان رودها در مسیر رودخانه‌ها نشان‌دهندهٔ مازاد انرژی در رودخانه‌هاست که در واقع رودخانه با ایجاد پیچ و خم در مسیر خود، درصد صرف این انرژی مازاد برمی‌آید. پیچان رودها به طور معمول با انحناها و قوس‌های متوالی همراهند. شکل عمدهٔ آن‌ها گاه شبیه به هم و در مواردی نیز متفاوت است. پیچان رودها که از شاخصه‌های مهم تغییرات محیطی و از نشانه‌های بارز وقوع تحول در بستر جریان آب‌ها به شمار می‌آیند، عامل بروز تغییرات حیاتی در بستر جریان رودخانه‌ها و در عین حال، مهمترین عامل تغییردهندهٔ دشت‌های سیلابی و همچنین علت اصلی افزایش میزان رسوبات وارد شده به رودخانه‌ها محسوب می‌شوند. (دای و همکاران ۲۰۰۸). امیدوار و کیانفر (۱۳۸۹) با استفاده از ۲۸ پارامتر فیزیوگرافی، هیدرومتری، نفوذپذیری و اقلیم پهنه‌بندی پتانسیل سیل خیزی را برای حوضهٔ کنجان انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که در بین این پارامترها عامل شکل با ضریب ویژه ۹/۷۵ بیشترین تأثیر را در بین سایر عوامل، در سیل‌خیزی حوضه دارد. قنوتی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهش به پهنه‌بندی سیلاب در

سیل حجم عظیمی از آب است که بیش از دبی متعارف رودخانه باشد. در کشور ما وقوع سیل بیش از آنکه ناشی از بارش‌های تند باشد، در رابطه با برهم خوردن تعادل طبیعی و شرایط جغرافیایی و فیزیولوژیکی منطقه می‌باشد (امیدوار ۱۳۸۹). مجموعه عواملی در طبیعت وجود دارند که باعث می‌شوند جریان رودخانه از آن حالت طبیعی و تعادل خود خارج شده و به یک عامل مخرب تبدیل شود. از مهمترین آن‌ها تبدیل اراضی، تخریب پوشش گیاهی، درجهٔ اشباع شدن خاک، تجاوز به حریم رودخانه‌ها، شدت بارندگی، شیب و نفوذپذیری حوضه می‌باشد (یمانی و عنایتی ۱۳۸۴). شناسایی سیل‌خیزی منطقه، از جمله روش‌های کاهش خطرهای سیل است که اطلاعات ارزشمندی را در رابطه با طبیعت، سیلاب‌ها و آثار آن بر اراضی دشت سیل آبی و تعیین حریم رودخانه‌ها ارائه می‌دهد و در نتیجه امکان ارسال هشدارهای مناسب در مواقع خطر سیل و تسهیل عملیات امداد و نجات را فراهم می‌سازد (نیک نژاد و عزیزاده ۱۳۸۵). رودخانه‌ها و دشت‌ها هستهٔ اصلی شکل‌گیری و تکامل تمدن‌های بشری از قرن‌ها پیش می‌باشند. ساحل رودخانه‌ها به عنوان مکان‌های مناسبی برای فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و تجاری در نظر گرفته می‌شود (حقی آبی و امامقلی‌زاده ۱۳۹۴).

رودخانه‌هایی که از میان دشت‌ها عبور می‌کنند، پیوسته در مسیر خود تغییرات مورفولوژیکی جدیدی ایجاد می‌نمایند. فعال‌ترین این رودخانه‌ها، پیچان رودها هستند (سیف و نجمی ۱۳۹۲). مجرای رودها در واکنش به تغییرات رژیم آب‌شناسی و بار رسوب، مورفولوژی بستر خود را دائماً تغییر می‌دهند (شایان و دهستانی ۱۳۹۱). جابه‌جایی پیچان رودها عملاً مشکلات عمده‌ای در محیط ایجاد می‌کند. بنابراین هم به لحاظ آکادمیک و هم به لحاظ نظری، شناخت پیچان رودها لازم می‌باشد (هوک ۲۰۰۷). مسیر های رودخانه‌ها نشان‌دهندهٔ تعادل هستند، تعادلی که به طور پیوسته در طول زمان و مکان در اثر نوساناتی در دبی و رسوب ایجاد می‌شود. در حالی که نتیجهٔ این نوسانات با تغییر عمودی و افقی نمایان می‌شوند. این تغییر دینامیکی که ضامن قدرت و تنوع سیستم‌های طبیعی است، رودخانه را برای رسیدن به تعادل تحریک می‌کند. بنابراین، تغییر، یک امر طبیعی است و جزء حیاتی یک سیستم طبیعی پویاست (اولرو ۲۰۱۰). فرسایش کناری در رودخانه‌ها هر ساله خسارات زیادی را به زمین‌های کشاورزی، سازه‌های کنار رودخانه، جاده‌ها و پل‌ها وارد می‌کند (یمانی و شرفی ۱۳۹۱). همچنین باعث انتقال مقادیر قابل توجهی رسوب به مخازن سدها می‌شود (حبیبی و همکاران، ۱۳۸۲). مورفولوژی الگوی بستر رود در طول زمان تابع عوامل متعددی همچون جنس

درصد در طبقه آسیب‌پذیری بسیار بالا، ۶/۲۹ درصد در طبقه آسیب‌پذیری بالا، ۲۰/۹۲ درصد در طبقه آسیب‌پذیری متوسط، ۵۰/۲۳ درصد در طبقه آسیب‌پذیری کم و ۲۱/۹۵ درصد در طبقه آسیب‌پذیری بسیار کم قرار دارند.

سلیمانی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی به اولویت‌بندی پتانسیل خطر سیل خیزی حوضه آبخیز تالار در استان مازندران پرداختند، نتایج دبی حداکثر لحظه‌ای سیلاب نشان داد پل سفید با دبی ۳۸۰ مترمکعب بر ثانیه بیشترین دبی را طی دوره آماری ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۸ داشته است. زیرحوضه‌ها از نظر مشابهت پتانسیل سیل خیزی، فرسایش، پوشش گیاهی و تأثیرات عملکرد انسانی به سه گروه با پتانسیل سیل خیزی زیاد، متوسط و کم تفکیک شده‌اند. نتایج نشان داد بیشترین مقدار سیل خیزی در هر یک از زیرحوضه‌ها به ترتیب شامل زیرحوضه چاشم با ۲۹/۱۹ درصد، دراسله ۲۳/۲۵ درصد و در نهایت، شیرگاه ۱۶/۷۶ درصد است. تیلا گواتی و همکاران (۲۰۱۱) به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی، مناطق در معرض خطر سیل استان پاپاناسام هند را نقشه‌برداری و پهنه‌بندی کردند. از نظر آن‌ها بخش‌های پر خطر و سیل‌گیر مناطق شهری به دلیل توپوگرافی خاص آن‌ها و مناطق سیل‌گیر ساحلی به دلیل فرسایش ساحلی آنهاست. استفانید و ساتیس (۲۰۱۳) در مطالعه ای با استفاده از AHP به بررسی تأثیر عوامل طبیعی و عوامل زیانبار انسانی روی خطر سیل‌خیزی حوضه‌های آبریز در شمال یونان پرداختند. آنان با در نظر گرفتن هفت عامل کاربری اراضی، فرسایش‌پذیری، شیب حوضه، شیب آبراهه اصلی، نفوذپذیری خاک، شکل حوضه و تراکم زهکشی به منزله عوامل طبیعی و سه عامل تجاوز به حریم رودخانه، کارهای فنی ناکافی، شکل مقطع رودخانه در مناطق هموار به منزله عوامل زیانبار انسانی نقشه خطر سیل‌خیزی حوضه‌ها را تهیه کردند. نتایج مطالعه آنان نشان داد که عوامل زیانبار انسانی نقش بسزایی در خطر سیل‌خیزی دارند. سمپات و همکاران (۲۰۱۵) شبیه‌سازی رواناب در رودخانه دورا اویا در سریلانکا را با انحرافات درون حوضه‌ای انجام دادند و برای داده‌های ثبت شده رواناب در زیرحوضه‌های انحرافی از مخازن ذخیره‌ای استفاده کرده و مدل HEC-HMS را توسعه دادند. رملی و تاهیر (۲۰۱۶) برای شبیه‌سازی فرآیند بارش-رواناب در رودخانه کلانک-آمیانگ مالزی، مدل HEC-HMS را اجرا کردند. مقدار ضریب به میزان ۰/۸۶ نشان‌دهنده توانایی مدل در شبیه‌سازی رواناب بود. کاتارینا لازارویچ و همکاران (۲۰۲۳) در تحقیقی به تعیین مناطق خطر سیل ناگهانی در حوزه آبخیز لیکودرا در کشور صربستان پرداختند. هدف این مطالعه ارزیابی مناطق بالقوه خطر سیل ناگهانی در حوضه آبخیز لیکودرا (۲۱۸/۶۲ کیلومتر مربع)، با استفاده از شاخص پتانسیل سیل ناگهانی (FFPI) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است. رویدادهای تکراری از سال ۱۹۹۵ تا به امروز

حوضه فرحزاد با استفاده از مدل فازی پرداختند. نتایج نشان داد که نواحی با خطر بالا در پایین‌دست حوضه و منطبق بر دره هستند. اغلب این مناطق در شیب صفر تا ۲۰ درصد و ارتفاع ۲۳۰۰ تا ۲۶۵۰ قرار داشتند.

علائی طالقانی و همکاران (۱۳۹۲)، به ارزیابی نقش انسان در فرسایش کناره‌ای و گسترش جانبی پیچان رودهای رودخانه گاماسیاب در دشت بیستون پرداختند. دشت بیستون در یک دوره ۲۴ ساله مورد بررسی مقایسه‌ای قرار گرفتند. به این صورت که ضریب خمیدگی ۱۵ پیچان رود مورد دخالت انسان از ۱/۵۱ در سال ۱۹۸۶ به ۱/۷ در سال ۲۰۱۰ رسیده بود؛ درحالی که ضریب خمیدگی ۱۹ پیچان رود دیگر در همین مدت از ۱/۲۲ به ۱/۲۸ افزایش پیدا کرده بود. خبازی و همکاران (۱۳۹۳) ردیابی مسیر ها و بازسازی پیچان رودهای قدیمی رودخانه کرخه پرداختند که در این پژوهش در یک بازه زمانی ۳۳ ساله ابتدا با استفاده از تصاویر چند طبقی ماهواره‌اندست در سال‌های ۱۹۷۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۸ نقشه توپوگرافی و تکنیک GIS اقدام به شناسایی اولیه و قدیمی رودخانه کرخه گردید. نتایج این تحقیق، منجر به شناسایی چهار مسیر عمده قدیمی به همراه تعداد زیادی مسیرهای فرعی (۶۶ مسیر) شد. مددی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های توپوگرافیک و زمین شناسی تغییرات مورفولوژیکی رخ داده در روابط مکانی از بستر زرينه رود (جیناتو) را بررسی و ارزیابی کردند. در مقابل این تخریب بخش‌های زیادی از رودخانه باقی مانده بود که برای سال‌های ۱۹۷۵ تا ۱۹۸۹ و ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۰ به ترتیب برابر با ۳/۴۴ و ۲/۴۸ کیلومتر مربع در بخش ۱ و برای بخش ۳/۲، ۲۹ و ۱/۵۲ کیلومتر مربع بود. اعظمی‌راد و همکاران (۱۳۹۷) برای تعیین پتانسیل سیل خیزی در محدوده حوضه کشف‌رود از روش SCS اصلاح شده در محیط GIS و براساس مدل رقومی ارتفاع، پهنه‌بندی توزیع بارش، محاسبه تلفات بارش، نقشه کاربری اراضی و بر مبنای طبقه‌بندی حوضه‌های آبریز تماب درجه ۴ استفاده کردند. نتایج نشان داد که از مجموع حدود ۶۵۸ روستا، آبادی و مرکز جمعیتی مورد شناسایی در حوضه، ۷۸ درصد روستاها دلیل قرارگیری در مناطق دشتی و کم شیب در پهنه‌هایی با پتانسیل سیل‌خیزی نرمال، ۱۷ درصد روستاها در پهنه‌های با پتانسیل سیل‌خیزی بحرانی و ۵ درصد روستاهای حوضه با پتانسیل سیل‌خیزی فوق بحرانی قرار دارند. زیاری و همکاران (۱۴۰۰) به پهنه‌بندی پتانسیل سیل خیزی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و منطق فازی در محیط GIS در شهر ایلام پرداختند. بررسی و تحلیل نهایی نقشه به دست آمده توسط ایشان بیانگر آن است که نواحی شمال و شمال غرب دارای بیشترین ظرفیت در برابر خطر سیل هستند. همچنین نتایج نشان داد که از کل مساحت منطقه ۰/۶

باشد. رودخانه کرخه به صورت نسبتاً کشیده و در جهت شمالی جنوبی است و از نظر موقعیت جغرافیایی بین طول‌های $46/10^{\circ}$ تا $49/7^{\circ}$ و عرض‌های $31/10^{\circ}$ تا $35/00^{\circ}$ محدود شده است. سرچشمه رودخانه کرخه از کوه‌های الوند در سلسله جبال زاگرس آغاز می‌شود. مطالعه در بازه‌ای از رودخانه کرخه در پایین دست سد کرخه (ایستگاه هیدرومتری پای پل تا ایستگاه هیدرومتری عبدالخان) صورت گرفته است. طول بازه مورد مطالعه در حدود ۱۱۰ کیلومتر است.

روش پژوهش

ابتدا نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه از سازمان نقشه‌برداری کشور جهت تهیه مدل رقومی ارتفاع (DEM) تهیه شد. فرمت نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ به وسیله نرم‌افزار Macro station باز می‌گردد. سپس به فرمت *.dxf جهت ورود به نرم‌افزار اتوکد تبدیل شدند. پس از بازگشایی نقشه در نرم‌افزار اتوکد، فایل مذکور به نرم‌افزار GIS فرا خوانده شد. در نرم‌افزار GIS فایل *.Shp (ارتفاع) به فایل رستری تبدیل و در نهایت از برش آن فایل DEM ایجاد شد. مشخصات فیزیکی حوضه از فایل DEM استخراج شد.

محاسبه ضریب خمیدگی رودخانه

این ضریب، یکی از معیارهای کمی است که در تقسیم‌بندی شکل رودخانه استفاده می‌شود. این عامل، نشان‌دهنده نسبت طول خط محور رودخانه به طول دره یا طول چم است و میزان تکامل چم را نشان می‌دهد. ضریب خمیدگی بزرگتر از $1/4$ تا $1/5$ نشان دهنده پیچشی بودن رودخانه و کمتر از آن، نشان‌دهنده مستقیم بودن رودخانه است (دولتی ۱۳۷۸). برای در نظر گرفتن اثر یک پیچان رود (با توجه به شرایط خودش) نسبت به پیچان رود بعدی به صورت یک فاکتور مستقل، خطر سیل‌پذیری برای هر پیچان رود محاسبه شده و رودخانه به قسمت‌های مختلف تقسیم شد تا اثر خطرپذیری سیل در نقاط مختلف به صورت جزئی نشان داده شود.

میزان خمیدگی رودخانه در طول قطعات مختلف، با استفاده از رابطه ۱ محاسبه می‌شود:

$$S = \frac{T}{L} \quad (1)$$

که:

S- میزان خمیدگی

T- طول خمیدگی بر حسب متر

L- مسافت طولی خط مستقیم بر حسب متر

و تأثیر مخرب بر سکونتگاه‌های منطقه مورد تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که این قلمرو به شدت آسیب‌پذیر است. داده‌های مورد استفاده شامل آمار هیدرولوژیکی (حداکثر بارندگی روزانه) و داده های مکانی حوضه آبخیز (شیب، خاک، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، تراکم زهکشی) می‌باشد. نتایج نشان‌دهنده سطح خطر شدید سیل ناگهانی است که طبق معیارهای در نظر گرفته شده و وزن‌هایی که به آن‌ها اختصاص داده می‌شود، $76/20$ درصد، $87/78$ درصد و $91/73$ درصد از رده‌های حساس به سیل‌های ناگهانی بالا را شامل می‌شوند. همانطور که ملاحظه می‌شود، اکثر محققانی که اقدام به بررسی و ارزیابی پتانسیل خطر وقوع سیل کرده‌اند، از خصوصیات فیزیکی (شکل حوضه، تراکم زهکشی و ...) و ویژگی‌های هیدرولوژیکی (بارش، رواناب و ...) حوضه‌های آبریز استفاده کرده‌اند. در این تحقیقات از تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی استفاده شده است. همچنین برخی از محققان با استفاده از خواص مورفولوژیکی رودخانه اقدام به بررسی خطر وقوع سیل در حوضه‌ها کرده‌اند.

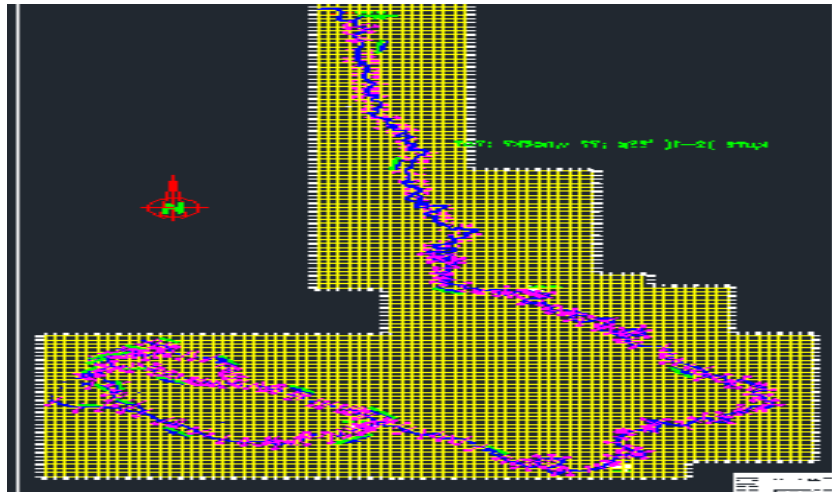
هدف اصلی این تحقیق، ارزیابی و شناسایی مناطق دارای پتانسیل بالای وقوع سیل در مسیر پیچان رودی رودخانه کرخه با استفاده از شاخص خطر سیل خیزی محلی می‌باشد. این شاخص که کمتر در رودخانه‌های ایران محاسبه گردیده است، از مشخصات خود پیچان رودها استفاده می‌کند. از آنجایی که جابجایی قوس پیچان رودها به طرف کناره‌ها باعث افزایش فرسایش کناری در طول مسیر رودخانه و مخاطرات ناشی از آن می‌شود، بنابراین شناسایی پیچان رودهایی از رودخانه که خطر زیادی دارند از اهمیت زیادی برخوردار است. به دلیل این که رودخانه کرخه در پایین دست سد، یک رودخانه پیچان رودی بوده و اطلاعات مورد نیاز آن موجود بود، این منطقه، مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

رودخانه کرخه پس از رودخانه‌های کارون و دز، سومین رودخانه پر آب کشور به حساب می‌آید. این رودخانه با طولی حدود ۹۰۰ کیلومتر دارای بزرگترین حوضه آبریز با وسعت حدود ۵۰۰۰۰ کیلومتر مربع در میان رودخانه‌های ایران بوده و دارای دو شاخه گاماسب و قره‌سو می‌باشد. حوضه آبریز رودخانه کرخه در غرب کشور و در مناطق میانی و جنوب غربی رشته کوه‌های زاگرس قرار دارد. حوضه آبریز مذکور از ۵ زیر حوضه تشکیل شده است که شامل گاماسیاب، قره سو، سیمره، کشکان و کرخه جنوبی می

با استفاده از نرم‌افزار اتوکد و نقشه ۱:۵۰۰ مسیر رودخانه که توسط سازمان آب و برق خوزستان برداشت شده بود، مقدار طول خمیدگی و مسافت طولی خط مستقیم محاسبه گردید (شکل ۱).



شکل ۱- تصویری از نقشه ۱:۵۰۰ رودخانه کرخه در پایین‌دست سد کرخه (سازمان آب و برق خوزستان)

حاضر نیز طول پیچان رود از روی نقشه ۱:۵۰۰ اندازه‌گیری شده و با استفاده از رابطه مذکور میانگین دبی رودخانه محاسبه گردیده است

$$Q = 0/0009 \left(\frac{L}{2}\right)^{1/8} \quad (2)$$

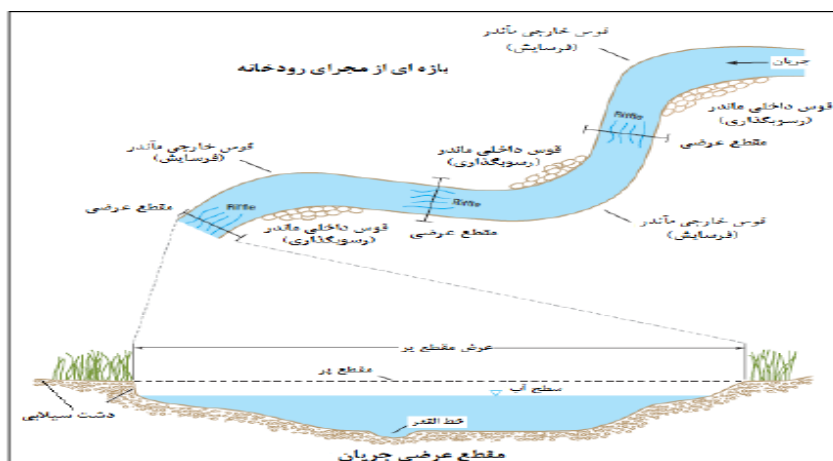
که:

Q = دبی مقطع پر بر حسب متر مکعب بر ثانیه،

L = طول پیچان بر حسب متر

محاسبه دبی مقطع پر با استفاده از طول پیچان رود

بین دبی و خصوصیات مسیره‌های خمیده (مخصوصاً قوس آن) رابطه مستقیم وجود دارد. تیمار و گابریس (۲۰۰۸) بر اساس اطلاعات گسترده هیدرولوژیکی، رقمی و ژئومورفولوژیکی رودخانه تیزسا در مجارستان رابطه ۲ را برای برآورد دبی میانگین استنتاج نموده‌اند. (بیاتی و همکاران، ۱۳۹۱) از این رابطه برای برآورد سیلاب‌های مسیر رودخانه آجی چای در شمال غرب ایران استفاده نموده و نتایج مناسبی بدست آورده است. بنابراین در مقاله



شکل ۲- نمایی از یک بازه و مقطع عرضی برای اندازه‌گیری شکل کانال (لولورد ۲۰۰۴)

شده در مسیر پیچان رود، خارج از دشت سیلابی نیست، بنابراین برای محاسبه این پارامتر از اندازه دشت سیلابی استفاده می‌شود. مقادیر منفی و یا صفر این شاخص، معرف محدوده‌هایی بدون خطر سیل است و این در صورتی است که مسیر رود در کانالی محدود شده و قدرت حرکت جانبی نداشته باشد. اما اگر مقادیر LFH به یک نزدیک شود، به همان میزان خطر سیلاب‌های محلی نیز افزایش می‌یابد. (لزی و همکاران، ۲۰۰۹)

شاخص LFH، شاخص مهمی برای محاسبه پتانسیل سیل‌خیزی است که در آن، طول رودخانه پیچان رودی و اندازه مسیر سیلاب با پهنای بستر فعال کنترل می‌شود. بنابراین جهت محاسبه پهنای کمر بند پیچان می‌توان از فرمول‌های تجربی موجود (که در آن‌ها پهنای کانال محاسبه می‌شود) استفاده نمود. ویلن‌امز (۱۹۸۶) معادله ۳ را جهت محاسبه پهنای کمر بند پیچان (B) با استفاده از پهنای کانال (W) برای مسیرهایی که شیب آن‌ها کمتر از ۲ بوده، ارائه کرده است:

$$B = 3/7(W)^{1/12} \quad (2)$$

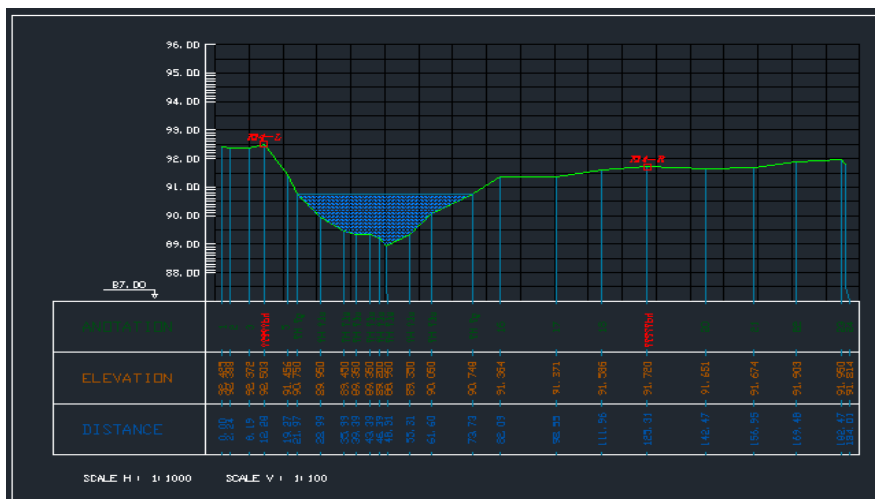
که:

B کمر بند پیچان بر حسب متر، W پهنای کانال بر حسب متر. برای محاسبه پهنای کانال (W) از نقشه ۱:۵۰۰ و پروفیل رودخانه استفاده شد که در اشکال ۳ و ۴ مقدار پهنای کانال (W) در دو مقطع مختلف به عنوان نمونه آورده شده است.

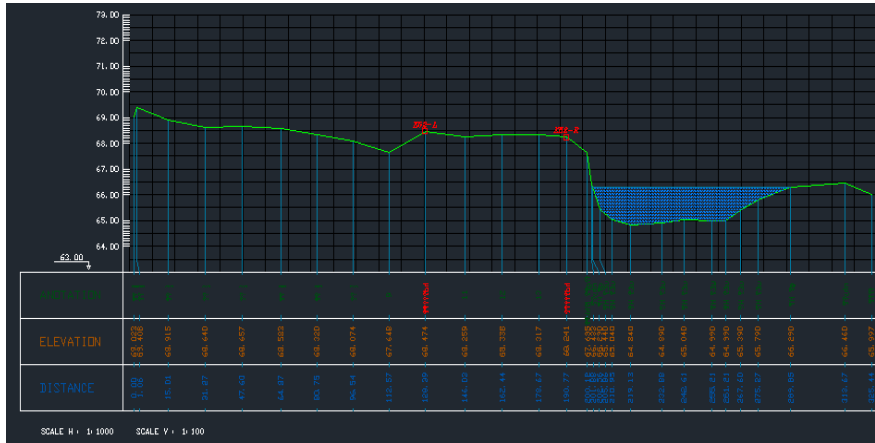
این دبی مقطع پر، متوسط پتانسیل عبوری جریان برای هر خم یا همان طول پیچان رود می‌باشد. بنابراین مقدار Q، پتانسیلی است که برای عبور جریان در هر پیچان رود در نظر گرفته شده است؛ لذا با متوسط دبی عبوری با دور برگشت‌های مختلف در یک رودخانه که می‌بایستی ثابت باشد از نظر مفهومی متفاوت می‌باشد.

محاسبه پتانسیل سیل‌خیزی مسیرهای پیچان رودی رودخانه

در طول رودخانه‌هایی با الگوی جریان پیچان رودی، اندازه مسیر سیلاب‌ها به وسیله پهنای کمر بند پیچان رود بستر فعال، کنترل می‌شود. (دانیل و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین با استفاده از پهنای کمر بند کانال و فواصل پشته‌های ایجاد شده در مسیر پیچان رود (با استفاده از محل قوس‌های پیچان رودها) و بزرگی پیچان رود و در نتیجه، بیان بین شاخص‌های مربوط به بزرگی پیچان رود ها و فواصل پشته‌ها و پهنای کمر بند پیچان رود، می‌توان خطر سیل را در مسیر رودخانه‌های پیچان رودی محاسبه کرد. برای این کار ابتدا باید نقشه ۱:۵۰۰ رودخانه و دشت سیلابی تهیه شود تا بتوان فاکتورهای لازم را برای محاسبه شاخص LFH مانند پهنای کمر بند فعال که با توجه به پهنای کانال محاسبه می‌شود، استخراج نمود. منظور از بزرگی پیچان رود، طول واقعی رودخانه در پیچان رود مورد نظر است که این پارامتر هم با استفاده از نقشه های ۱:۵۰۰ بدست می‌آید. از آنجایی که فواصل پشته‌های ایجاد



شکل ۳- تصویر پروفیل رودخانه برای محاسبه مقدار W مقطع شماره ۵ رودخانه کرخه



شکل ۴- تصویر پروفیل رودخانه برای محاسبه مقدار W مقطع شماره ۱۰ رودخانه کرخه

بیان بین FR و CA، که شاخص مهم برای محاسبه خطر وقوع سیل (LFH) در مسیر رودخانه‌های پیچان رودی است، با استفاده از رابطه ۷ محاسبه می‌شود (Loczy et al., 2009):

$$LFH = 1 - (FR/CA) = 1 - \left(\frac{d/B}{A_{act}/d} \right) = 1 - \left(\frac{2d}{B A_{act}} \right) \quad (7)$$

نتایج و بحث

بررسی سیل‌خیزی حوضه مورد مطالعه با استفاده از شاخص‌های مختلف مورفومتریک

اعداد حاصل از بکارگیری شاخص‌های مورفومتریک می‌تواند اطلاعات مهمی را در مورد پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌ها و رودخانه‌ها نشان دهد. به همین دلیل، در این تحقیق نیز به نتایج حاصل از بکارگیری این شاخص‌ها استناد شده است. با استفاده از خصوصیات فیزیکی حوضه که به طور کامل در جدول ۱ آمده است و فرمول‌های موجود برای محاسبه شاخص‌های مورفومتریک حوضه، ضرائب مربوط به شاخص‌های مورفومتریک محاسبه شده است (جدول ۲).

مقطع عرضی دشت‌های سیلابی، پارامتری قابل اعتماد برای تعیین محدوده عبور موج سیلاب‌هاست. به عبارت دیگر، محدوده‌هایی که آخرین پشته‌های رسوبی ناشی از عبور سیلاب در مسیر رودخانه‌های پیچان رودی باقی مانده‌اند (d) و از تصاویر هوایی و ماهواره‌ای نیز مشخص است) ملاک مناسب برای تعیین مسیر عبور سیلاب‌ها از قوس‌های پیچان رود به شمار می‌آیند. بنابراین می‌توان مسیر تقریبی فروکش سیلاب‌ها (FR) را با استفاده از فواصل پشته‌های باقیمانده در بخش دیگر قوس پیچان رود و پهنای کانال، با استفاده از رابطه ۴ محاسبه کرد (Loczy et al., 2009):

$$FR = \frac{d}{B} \quad (4)$$

با استفاده از بزرگی واقعی قوس‌های پیچان رود یا طول خمیده پیچان رود (A_{act}) و بزرگترین پیچان رود ممکن در مسیر رودخانه (A_{max})، می‌توان مرحله تنظیم کانال (CA) را با استفاده از رابطه ۵ محاسبه کرد:

$$CA = \frac{A_{act}}{A_{max}} \quad (5)$$

با توجه به این که محاسبه و اندازه‌گیری A_{max} بسیار دشوار است، می‌توان به جای آن از d در رابطه ۶ استفاده کرد:

$$CA = \frac{A_{act}}{d} \quad (6)$$

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی حوضه مورد مطالعه

پارامتر	مقدار	واحد
مساحت حوضه	۵۱۲۱۹/۴	کیلومتر مربع
محیط حوضه	۱۶۶۹۸۰۰	متر
طول حوضه	۱۱۰۵۵۰	متر
ضریب گراویلیوس	۲/۰۶	-
نسبت کشیدگی	۲/۳۱	-
تراکم آبراهه	۰/۰۳۴	کیلومتر بر کیلومتر مربع
طول کل آبراهه‌ها	۱۷۴۶۶۴۰	متر

واحد	مقدار	پارامتر
متر	۱۱۰۵۵۰	طول آبراهه اصلی
متر	۲۵۰	حداکثر ارتفاع
متر	۴۳	حداقل ارتفاع

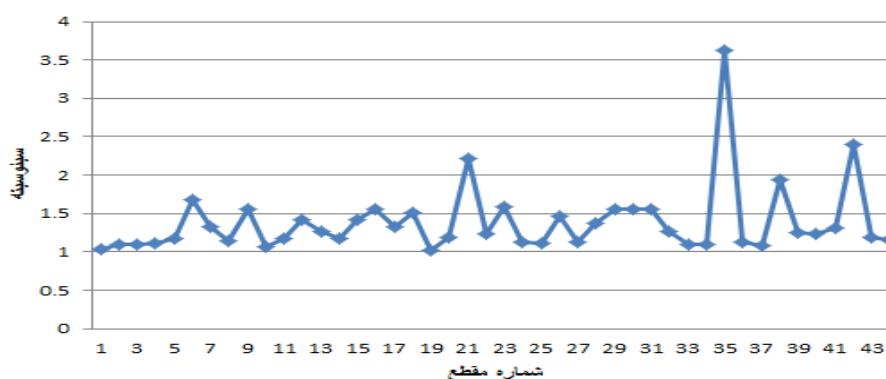
جدول ۲- ضرایب شاخص‌های مورفومتریک محاسبه شده حوضه رودخانه کرخه

مقدار	شاخص
۰/۰۰۲	فرکانس آبراهه (Fu)
۰/۰۳۴۱	تراکم زهکشی (Dd)
۲۹/۳۳	ضریب ثابت نگهداری کانال (C)
۲۰۷	ناهمواری حوضه (Bh)
۷/۰۶	ضریب ناهمواری (Rn)
۲/۳۱۰۶	ضریب کشیدگی (Re)
۲/۰۶۶	ضریب گردواری (Rc)
۰/۲۳۴	ضریب تراکم (Kc)
۰/۲۳۱۷	عامل شکل (Rf)
۰/۰۶۲۹	نسبت بافت (T)

محاسبه میزان خمیدگی رودخانه کرخه

بررسی و محاسبات نشان می‌دهد که میزان خمیدگی رودخانه کرخه در مسیرهای مختلف، با توجه به قطعات مورد مطالعه متفاوت است. در رودخانه کرخه، از ۴۴ قطعه محاسبه شده، در ۳۲ قطعه حالت سینوسی و ۱۲ قطعه شرایط پیچان رودی مشاهده می‌شود. (شکل ۵).

بیشترین مقدار خمیدگی، مربوط به قوس ۳۵ در فاصله ۸۳/۱۲۰ کیلومتری از ایستگاه پای پل است که مقدار آن ۳/۶۲ می‌باشد که این مقدار بیانگر پیچان رودی بودن آن قوس است. کمترین مقدار خمیدگی، مربوط به قوس ۱ در فاصله ۴/۶ کیلومتری از ایستگاه پای پل است که مقدار آن برابر ۱/۰۳۳ می‌باشد که این بیانگر سینوسی بودن قوس است.

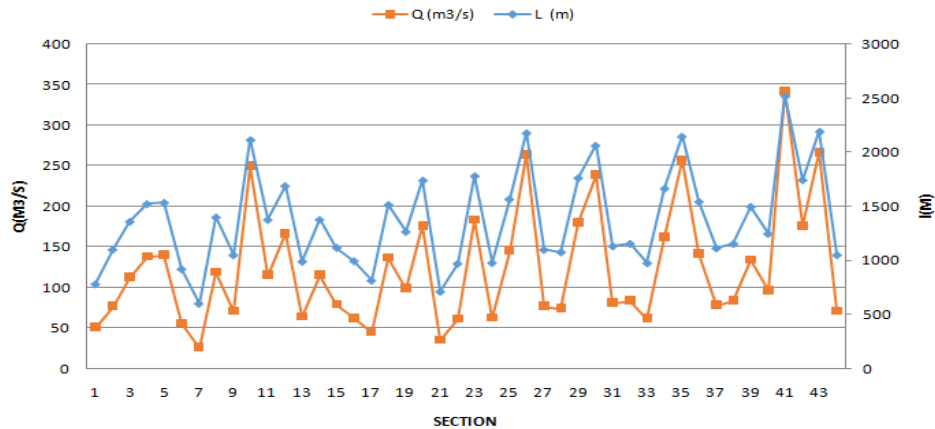


شکل ۵- خمیدگی رودخانه کرخه از ایستگاه پای پل تا ایستگاه عبدالخان

رود، سیلاب‌های با دبی بالا گذر کرده است (شکل ۶). در این ۴۴ مقطع، بیشترین مقدار دبی مربوط به قوس ۴۱ به طول ۲۵۲۱ متر (بلندترین قوس) به مقدار $342/9$ متر مکعب بر ثانیه است، که فاصله آن قوس تا ایستگاه پای پل $102/777$ کیلومتر می‌باشد. کمترین مقدار دبی مربوط به قوس ۷ به طول ۶۰۰ متر (کوتاه ترین قوس) به مقدار $25/88$ متر مکعب بر ثانیه است که در فاصله $15/6$ کیلومتری از ایستگاه پای پل واقع شده است.

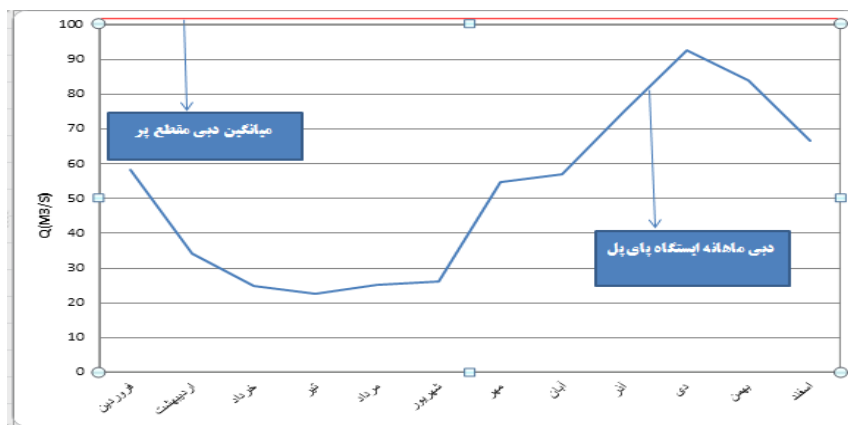
بررسی و برآورد دبی مقطع پر با استفاده از طول پیچان رود:

میزان دبی مقطع پر با استفاده از طول پیچان رود در ۴۴ مقطع برش خورده در رودخانه کرخه برآورد شد که نتایج حاصل از بکارگیری رابطه ارائه شده در محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد که در بخش‌هایی که طول پیچان رود افزایش یافته، میزان دبی نیز بیشتر شده است. به عبارت دیگر، از قوس‌های بزرگ پیچان



شکل ۶- نمودار تغییرات طول پیچان رودها و دبی در مسیر رودخانه کرخه

همان طور که مشاهده می‌شود، دبی محاسباتی در مقطع ۱ برابر $50/52$ بوده که با مقادیر میانگین دبی در ایستگاه پای پل (ورودی حوضه) همخوانی نسبی دارد (شکل ۷).



شکل ۷- هیدروگراف ایستگاه پای پل و میانگین دبی مقطع پر محاسبه شده رودخانه کرخه در بازه مورد مطالعه

زهکشی نشان می‌دهد که میزان کل آبراه‌ها در واحد سطح رودخانه پایین بوده که به معنی پتانسیل سیل‌خیزی پایین در این حوضه می‌باشد. ضریب ثابت کانال که معکوس تراکم زهکشی است، می‌تواند توجیه‌کننده عکس توضیحات ارائه شده در مورد تراکم زهکشی حوضه‌ها باشد. اعداد مربوط به ناهمواری حوضه

بررسی سیل‌خیزی حوضه رودخانه کرخه با استفاده از شاخص‌های مختلف مورفومتریک

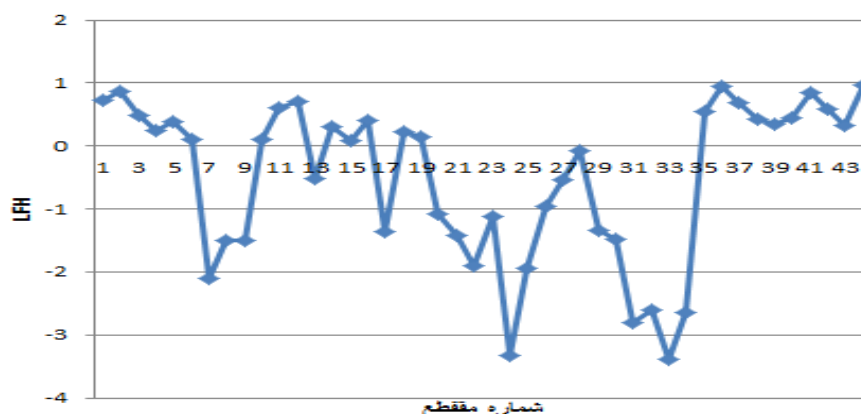
در تحلیل پتانسیل سیل‌خیزی محدوده‌ها، توجه به میزان تراکم زهکشی می‌تواند بهترین شاخص باشد و به همین دلیل در این مطالعه به آن توجه شده است. بررسی اعداد مربوط به تراکم

استفاده از ضریب کشیدگی می‌توان پتانسیل سیل‌خیزی حوضه‌ها را نشان داد. مواردی که ذکر شد، برای ضریب گردآوری نیز صادق است.

بررسی خطر وقوع سیل در مسیر پیچ و خم‌دار رودخانه کرخه

نتایج حاصل نشان می‌دهد که در مسیر رودخانه کرخه، مقدار میانگین شاخص LFH زیر صفر است و ۴۱٪ مقادیر محاسبه شده منفی و ۵۹٪ مثبت می‌باشند (شکل ۸). با این یادآوری که مقادیر ۱) نزدیک به ۱ معرف سیل‌خیزی بالا در مسیر پیچان رودها و مقادیر صفر و یا منفی، معرف عدم تشکیل سیل در محدوده مورد بررسی است.

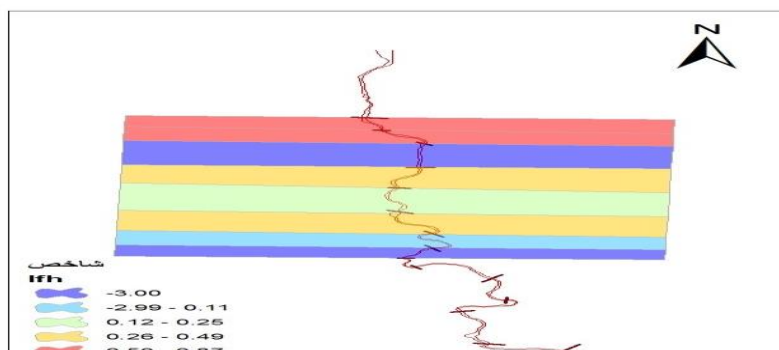
نشان می‌دهد که اختلاف ارتفاع در این حوضه کم بوده و به تبع آن، شیب آبراهه‌ها نیز در این حوضه کم است. در واقع در چنین حوضه‌ای رواناب‌ها می‌توانند با سرعت کمتری خود را به آبراهه اصلی برسانند. بنابراین پتانسیل سیل‌خیزی و در نتیجه احتمال ایجاد قوس‌های عمده، در مسیر کم خواهد بود. در حوضه‌ای مانند رودخانه کرخه که مقدار ضریب ناهمواری پایین است، دامنه‌ها کوتاه و کم شیب می‌باشند. بنابراین آب‌ها در زمان بیشتری به پایین دامنه‌ها می‌رسند. به عبارت دیگر، در محدوده‌ای ویژه نه تنها آب کمتری جمع‌آوری می‌شود، بلکه آب‌های جمع‌آوری شده نیز با سرعت کمتری به آبراهه‌های بزرگتر می‌رسند و این یعنی پتانسیل کم حوضه نسبت به وقوع سیل‌هایی با دبی زیاد. شکل حوضه، بهترین شاخص برای برآورد سیل‌خیزی حوضه‌هاست. با



شکل ۸- شاخص LFH در کل قطعات رودخانه کرخه از ایستگاه پای پل تا ایستگاه عبدالخان

مقدار $3/38-$ در فاصله $77/8$ کیلومتری ایستگاه پای پل است. در واقع مقدار LFH در مسیر رودخانه کرخه نشان‌دهنده پتانسیل پایین خطر وقوع سیلاب‌های بزرگ در مسیر رودخانه است. به دلیل زیاد بودن طول رودخانه، در اینجا قسمتی از رودخانه به عنوان نمونه با استفاده از نرم‌افزار GIS نمایش داده شده است (شکل ۹).

با توجه به مقادیر محاسبه شده، ۱۸ قطعه از ۴۴ قطعه مورد مطالعه مقدار شاخص LFH منفی که بیانگر پتانسیل سیل‌خیزی پایین و تعداد ۲۶ قطعه مثبت می‌باشد که حاکی از پتانسیل سیل‌خیزی زیاد است. بیشترین مقدار بدست آمده مربوط به قوس ۴۴ (نزدیک به ایستگاه عبدالخان) به مقدار $0/97$ در فاصله 113 کیلومتری ایستگاه پای پل می‌باشد. کمترین مقدار مربوط به قوس ۳۳ به



شکل ۹- نمایش شاخص LFH مقطع‌های ایجاد شده در سامانه اطلاعات جغرافیایی

ارزیابی می‌دانی و صحت سنجی شاخص LFH محاسبه شده

بررسی می‌دانی در محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد که زمانی که قوس پیچان با دیواره‌ها مماس می‌گردد، مواد آبرفتی کناری

به داخل بستر فرو ریخته و در بستر جا به جا می‌شوند. در این محدوده‌ها قدرت سایشی قوس‌ها به حدی است که گاه درختان کناری نیز نمی‌توانند مانع فرسایش کناری شوند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- نمایی از فرسایش کناری رودخانه

در بازدید می‌دانی برای نمونه، تعدادی از قوس‌ها مورد بررسی قرار گرفتند که در زیر به توضیح آن‌ها پرداخته می‌شود: در قوس شماره ۶ که یک قوس پیچان رودی بوده و سینوسیته آن ۱/۶۸ می‌باشد و به فاصله ۱۴ کیلومتری از ایستگاه پای پل

قرار دارد، میزان شاخص LFH مربوط به این قوس ۰/۱۱ و دبی میانگین محاسبه شده ۵۵/۸۷ متر مکعب بر ثانیه است (شکل ۱۱). خطر سیل‌خیزی در این قوس کم است.



شکل ۱۱- نمایی از قوس شماره ۶

قوس شماره ۱۵ که یک قوس سینوسی و با سینوسیته ۱/۴۲ و به فاصله ۳۳ کیلومتری از ایستگاه پای پل است که مقدار LFH آن

برابر با ۰/۰۷۵ و دبی میانگین آن ۷۹/۳۵ متر مکعب بر ثانیه است (شکل ۱۲). خطر سیل‌خیزی در این قوس کم است.



شکل ۱۲- نمایی از قوس شماره ۱۵

۰/۴۱ و مقدار دبی میانگین ۶۲/۳۳ متر مکعب بر ثانیه است (شکل ۱۳). با توجه به این شکل می‌توان به این نتیجه رسید که خطر سیل‌خیزی در این قوس کم است.

قوس شماره ۱۶ که یک قوس پیچان رودی با خمیدگی ۱/۵۶ و به فاصله ۳۴ کیلومتری از ایستگاه پای پل است (نزدیک به شهر شوش)، مقدار شاخص LFH محاسبه شده برای این قوس برابر



شکل ۱۳- نمایی از قوس شماره ۱۶

۱۴). با توجه به این شکل مشاهده می‌شود که فرسایش کناری در این قوس زیاد بوده و به زمین‌های کشاورزی اطراف خسارت وارد شده است.

قوس شماره ۲۶ به فاصله ۵۹ کیلومتری از ایستگاه پای پل که یک قوس سینوسی با سینوسیته ۱/۴۶ است دارای LFH به مقدار ۰/۴۶ و دبی میانگین ۲۴۶ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد (شکل



شکل ۱۴- نمایی از قوس شماره ۲۶

شکل ۱۵). با توجه به شکل ۱۵ و مقدار شاخص می‌توان به این نتیجه رسید که خطر سیل‌خیزی در این قوس زیاد است.

قوس شماره ۴۴ که یک قوس سینوسی با سینوسیته ۱/۱۵ و به فاصله ۱۱۳ کیلومتری ایستگاه پای پل قرار دارد، مقدار شاخص LFH ۰/۹۷ و دبی میانگین ۷۰/۸۸ متر مکعب بر ثانیه است (



شکل ۱۵- نمایی از قوس شماره ۴۴

تعداد آبراهه‌های رتبه یک در واحد سطح در حوضه رودخانه کرخه کم است. این بدان معنا است که در رودخانه کرخه تعداد آبراهه‌هایی که می‌توانند رواناب‌ها را در اختیار رتبه بالاتر قرار دهند به مراتب کمتر است. بررسی اعداد مربوط به تراکم زهکشی نشان داد که میزان کل آبراهه‌ها در واحد سطح رودخانه، پایین است که به معنی پتانسیل سیل‌خیزی پایین در این حوضه می‌باشد. اعداد مربوط به ناهمواری حوضه نشان می‌دهند که اختلاف ارتفاع و به تبع آن، شیب آبراهه‌ها در این حوضه کم است. در واقع در چنین حوضه‌ای رواناب‌ها می‌توانند با سرعت کمتری خود را به آبراهه اصلی برسانند. بنابراین پتانسیل سیل‌خیزی و در نتیجه احتمال ایجاد قوس‌های عمده در مسیر کم خواهد بود. اعداد مربوط به ضریب ناهمواری نیز در حوضه مذکور کم است که حاکی از دامنه‌های کوتاه و کم شیب می‌باشد. بنابراین آب‌ها در زمان بیشتری به پایین دامنه‌ها می‌رسند و در نتیجه، در محدوده‌ای ویژه نه تنها آب کمتری جمع‌آوری می‌شود بلکه آب‌های جمع‌آوری شده نیز با سرعت کمتری به آبراهه‌های بزرگتر می‌رسند و این یعنی پتانسیل کم حوضه نسبت به وقوع سیل‌هایی با دبی‌های زیاد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه با استفاده از شاخص خطر محلی پتانسیل سیل‌خیزی مسیرهای پیچان رودی رودخانه کرخه مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به مقادیر محاسبه شده، ۱۸ قطعه از ۴۴ قطعه مورد مطالعه مقدار شاخص LFH منفی که بیانگر پتانسیل سیل‌خیزی پایین و تعداد ۲۶ قطعه مثبت می‌باشد که حاکی از پتانسیل سیل‌خیزی زیاد است. بیشترین مقدار بدست آمده مربوط به قوس ۴۴ (نزدیک به ایستگاه عبدخان) به مقدار ۰/۹۷ در فاصله ۱۱۳ کیلومتری ایستگاه پای پل می‌باشد. کمترین مقدار مربوط به قوس ۳۳ به مقدار ۳/۳۸- در فاصله ۷۷/۸ کیلومتری ایستگاه پای پل است. در واقع مقدار شاخص LFH در مسیر رودخانه کرخه نشان دهنده پتانسیل پایین خطر وقوع سیلاب‌های بزرگ در مسیر رودخانه است. بررسی و محاسبات نشان دادند که میزان خمیدگی رودخانه کرخه در مسیرهای مختلف، با توجه به قطعات مورد مطالعه، متفاوت است. در رودخانه کرخه، از ۴۴ قطعه در نظر گرفته شده، در ۳۲ قطعه حالت سینوسی و در ۱۲ قطعه شرایط پیچان رودی مشاهده می‌شود. نتایج به دست آمده حاکی از این است که

References

1. Alaei Taleghani M, Hasli F, Ahmadi Malavardi M. Evaluation of human role in lateral erosion and lateral expansion of Gamasiab river meanders in Biston plain. *GES*. 2013; 3(6): 107-120
2. Asghari Saraskanroud S, Investigation and analysis of different patterns of Shahrchai river in Urmia. *Iranian applied geomorphology*. 2013; 1(1): 1-55. <https://civilica.com/doc/793720>
3. Azami Rad M, Ghahraman B, Esmaili K. Investigating the flood potential of Kashf River watershed of Mashhad based on SCS method in GIS environment. *watershed management*. 2018; 9 (17): 26-38.

4. Bayati Khatibi M. Investigation and estimation of floods in the course of meandering rivers with reference to the changes of bending arcs (case study: River AgiChai in northwest of Iran). *geoeh*. 2012; 1(3): 39-56. Doi: 10.22067/geo.v1i3.20263
5. Dai S. B, Yang S. L, Cai A. M. Impacts of Dams on the Sediment Flux of the Pearl River, Southern China. *Catena*. 2008; 76(1): 36-43. doi: 10.1016/j.catena.2008.08.004
6. Dolati J. 2018. Investigating the geomorphological changes of the middle part of Etrak river using GIS. Master's thesis. University of Tehran. Faculty of Geography.
7. Habibi M, Javaheri N, Mathematical model for predicting lateral erosion in Meander Rivers. *Technical Faculty Journal of Tehran University*. 2003; 37(2): 227-234
8. Haghiabi A. H, Imamgholizadeh S. Prediction of lateral erosion of Meander sections of Kashkan River. *Geogr. Dev*. 2015; 40:125-138.
9. Hooke. J. M. meandering rivers. , Buckingham Building, Lion Terrace. 2007.
10. Omidvar K, Kianfar A, Asghari Sh. Zoning the Flood-Producing Potentials of Konjan Cham Basin. *Physical Geography Research*. 2010; 42(72): 73-90.
11. Kaharbaiyan P, Behinafar A, Shakri Zare H, Arefi M. Morphological evolutions and meandering pattern of Harirrod border river bed using RS, *quantitative geomorphology researches*. 2015; 3:53-64.
12. Ghanavati A, Karam A, Aghaalikhani M. Flood risk zonation in the farahzad basin (Tehran) using Fuzzy model. *GEP Journal*. 2013; 48(4): 121-138.
13. Khabazi M, Seyfard A, Shirvani K, NovheSera M. Tracing the paths and highlighting the old meanders of the Karkhe River. *Quantitative Geomorphology Research*. 2014; 3(1): 37-50. Dor: 20.1001.1.22519424.1393.3.1.3.9
14. Lazarević K, Todosijević M, Vulević T, Polovina S, Momirović N, Caković M. Determination of Flash Flood Hazard Areas in the Likodra Watershed. *Water*. 2023 Jul 26; 15(15): 2698. doi.org/10.3390/w15152698
15. Loczy D, Kis E, Schweitzer F. Local Flood Hazard Assessed from Channel morphology along the Tisza River in Hungary. *Geomorphology*, 2009; 113(3): 200-209. doi: 10.1016/j.geomorph.2009.03.013
16. Madadi A, Beheshti Javid A, Fathi, M. Revealing the changes of the river bed and investigating the river morphology according to the influence of geological structures (Case study: Zarin River). *Hydrogeomorphology*. 2015; 2(2): 25-40.
17. Nikenjad D, Alizadeh E, 2006, Study of flooding and its control in two sub-basins of Lake Urmia, technical workshop on coexistence with flooding. Irrigation and Drainage Committee, Urmia, Iran.
18. Novhegar A, Yamani M. Investigation of the geomorphological situation of Meander and its role in the erosion of the bed and banks of the Minab River (downstream of the Minab Dam), *Geogr. Res*. 2003; 37(51): 65-84
19. Ollero A. Channel changes and floodplain management in the meandering middle Ebro River, Spain. *Geomorphology*. 2010; 117(3): 247-260. Doi: 10.1016/j.geomorph.2009.01.015
20. Ramly S, Wardah T. Application of HEC-GeoHMS and HEC-HMS as rainfall-runoff model for flood simulation. *ISFRAM*. 2015:181-192. doi: 10.1007/978-981-10-0500-8_15
21. Sampath D. S, Weerakoon S. B, Herath S. HEC-HMS model for runoff simulation in a tropical catchment with intra-basin diversions – case study of the Deduru Oya river basin, Sri Lanka. *Engineer Journal of the Institution of Engineers Sri Lanka*, 2015; XLVIII (01): 1-9. doi: 10.4038/engineer.v48i1.6843
22. Seif A, Najmi N. Enhancement of the Meander changes in Karon riverv using multi-temporal images of IRS and Landsat, *Geogr. Res*. 2013; 28(110): 211-226
23. Shayan S, Dehestani H. Calculations of Geometric Parameters and Investigations of its Geomorphological Changes Pattern in Kashkan River, *Environmental Erosion Researches*. 2013; 8:21-34
24. Stefanidis S, Stathi. Assessment of f flood hazard based on natural and anth ropogenic factors using analytic hierarchy process (AHP). *Natural Hazards*. 2013; 68(2): 569-585. doi: 10.1007/s11069-013-0639-5
25. Soleimani Karim, Fatemeh Shukriyan, Sepideh Abdoli Bojani, Saberi Aref. Prioritization of flood risk potential of Talar watershed in GIS. *Ecohydrology Journal*. 2021; 8(3): 749-762.
26. Thilagavathi G, Tamilenth S, Ramu C, Baskaran R. Application of Gis in Flood Hazard Zonation Studies in Papanasam, Taluk, Thanjavur District, Tamilnadu. *Advances in Applied Science Research*, 2011; 2 (3): 574-585. Available online at www.pelagiaresearchlibrary.com.
27. Timár G, Gábris G. Estimation of Water Conductivity of the Natural Flood Channels on the Tisza Flood-Plain, the Great Hungarian Plain. *Geomorphology*, 2008; 98:250-261. doi: 10.1016/j.geomorph.2006.12.031
28. Yamani M. Sharafi S. Geomorphology and effective factors on lateral erosion in Hor Rood River, Lorestan province. *Geography and Environmental Planning Journal*. 2012; 45(1): 15-23.
29. Yamani M, Enayati M. The relationship between geomorphologic characteristics of watersheds

- and flood potential. *Geogr. Res*,2005; 54(4): 47-57.
30. Ziyari Karamatullah, Rajae Syed Abbas, Darab Khani Rasool. Flood potential zoning using hierarchical analysis and fuzzy logic in GIS, case study: Ilam city. *Crisis Manag. Journal*. 2021; 10(19): 21-30.



Flood Potential Evaluation of the Meandering Karkheh River Reach Using the Local Flood Hazard Index

Ali Liaghat

Civil Engineering Department, Engineering Faculty, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

Reza Afshin Sharifan

Water Engineering Department, Agriculture Faculty, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

Received: 24 June 2023

Accepted: 27 Aug 2023

Keywords: River, Flood, LFH index, Meander.

Extended Abstract

Introduction: Meanders are one of the important geomorphological-hydrological forms, and in terms of the spatial displacements they carry out in the limits of the flood plains, they change the morphological dimensions of the river bed and flood plains. Due to their high dynamics, these phenomena also cause major issues and problems in the boundaries of formation. Often, the presence of meanders shows the potential of the river for the occurrence of maximum discharges. In this research, areas with high flood potential in the meandering path of the Karkheh River have been identified using the local flood risk index (LFH).

Materials and Methods: In this study, using the LFH index, the flood potential of the meandering paths of Karkheh River was evaluated. LFH is an index that is used to evaluate the potential of flood risk along the meandering path of the river. This index is computed using coefficients and morphological parameters of the catchment (roughness of the basin, drains density, roughness coefficient, elongation coefficient, etc.) and meander geometric factors (meander length, meander curvature, arc angle, channel width, etc.).

Results and Discussion: The bank full flow rates were estimated using the length of the meander at 44 certain sections in the Karkheh River. results show that in the sections with the increasing meander lengths, flow rate will also be increased. In other words, high flow rates have passed through the large meander arcs. In these 44 sections, the highest discharge belongs to arch 41 with 2521 meters length (the longest arch) and 342.9 CMS flow. the distance of this arch from paypol station is 102.777 km. Also the lowest discharge belongs to arch 7 with 600 meters length (the shortest arch) and 25.88 CMS flow. the distance of arch 7 from paypol station is 15.6 km

Conclusion: In overall, computed LFH indices show low flood potential in the Meandering Karkheh River Reach. This result is justified due to drainage density and total lengths of waterways per unit area in the Karkheh river basin. the values of LFH in 18 sections are negative that indicates low flood potential. In contrast, the same values are positive in 26 sections with high flood potential.

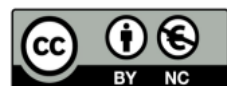
Corresponding author: Ali Liaghat

Address: Civil Engineering Department, Engineering Faculty, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz. **Tel:** +989171117418

Email: a_liaghat2003@yahoo.com

DOR:

Citation: Liaghat A, Sharifan AR, Flood Potential Evaluation of the Meandering Karkheh River Reach Using the Local Flood Hazard Index. Journal of New Researches in Environmental Engineering. 2023; 1(2): 19-34.



© 2023, This article published in Journal of New Researches in Environmental Engineering (JNREE) as an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>). Non-commercial use, distribution and reproduction of this article is permitted in any medium, provided the original work is properly cited.