

تحلیل ژئومورفولوژیکی مجرای رودخانه خیاوچای مشگین شهر با استفاده از مدل رزگن

فریبا اسفندیاری درآباد^{۱*}، موسی عابدینی^۲، دنیا پارسا^۳، بهروز نظافت تکه^۴

*۱- استاد گروه جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی.

۲- استاد گروه جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی.

۳- کارشناس ارشد، رشته ژئومورفولوژی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی.

۴- دانشجوی دکتری، رشته ژئومورفولوژی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی.

ایمیل نویسنده مسئول: esfandyari@uma.ac.ir

چکیده

هدف از این پژوهش تحلیل و طبقه‌بندی مجرای رودخانه خیاوچای مشگین شهر و بررسی تأثیر میزان سیلاب در دوره‌های مختلف می‌باشد. این پژوهش متکی به نقشه‌های ۱:۲۰۰۰ و مطالعات میدانی بوده است. در این پژوهش جهت تحلیل و طبقه‌بندی مجرای رودخانه از مدل سلسله مراتبی رزگن استفاده شده است هم‌چنین برای محاسبه پارامترهای نسبت گودشدگی و نسبت عرض به عمق لب پری از مدل هیدرودینامیکی HEC-RAS استفاده شد. بررسی نتایج مدل رزگن نشان داد که بازه‌های مورد مطالعه رودخانه خیاوچای در طبقه C و B مدل سلسله مراتبی رزگن قرار گرفتند. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان کرد که رودخانه خیاوچای در بخش‌هایی که مقاطع در طبقه C قرار گرفته است، دارای حساسیت به آشفستگی بسیار بالا، پتانسیل بازیابی خوب، تأمین رسوب بالا، کنترل پوشش گیاهی بسیار بالا و در بخش‌هایی که مقاطع در طبقه B واقع شده است نسبت به آشفستگی و تغذیه رسوب حساسیت متوسط داشته و از لحاظ ظرفیت بازتابی عالی بوده و حساسیت آن به فرسایش رودخانه و اثر کنترل پوشش گیاهی متوسط می‌باشد. طبق نتایج به دست آمده، در حد فاصل روستاهای مشگین شهر، نواحی سیل‌گیر افزایش قابل توجهی پیدا می‌کند و پهنای محدوده سیل‌گیر با دوره بازگشت ۲۵ ساله به بیش از یک کیلومتر می‌رسد. لذا عواملی مانند گود افتادگی اندک مجرا، شیب بسیار ملایم و عرض زیاد دشت سیلابی و پست و کم ارتفاع بودن بخش‌های پایین دست رودخانه خیاوچای موجب افزایش عرض دشت سیلابی می‌شود. مطالعه پهنه خطر سیلاب با دوره‌های بازگشت مختلف نشان داد که هر چه دوره بازگشت بالاتری مدنظر قرار گیرد سطح وسیع‌تری از اراضی تحت تأثیر سیل قرار می‌گیرد. بنابراین نتایج مربوط به مدل HEC-ARS دلالت بر توانایی مدل در تعیین وضعیت هیدرولیک جریان در بازه‌های مورد مطالعه دارد.

کلمات کلیدی

"طبقه‌بندی رودخانه"، "پهنه‌های سیلابی"، "مدل هیدرودینامیکی HEC-RAS"، "مدل رزگن".

۱. مقدمه

مطالعه واکنش طبیعی رودخانه‌ها، رفتار آینده رودخانه‌ها را پیش‌بینی کرد. (شریفی اسدی، ۱۳۹۰).

رودخانه خیاوچای از محل تلاقی رودخانه‌های فوقانی روستاهای دیزو و مویل در جنوب و جنوب شرقی مشگین شهر آغاز می‌شود. جریان جاری در روستای مویل یکی از اصلی‌ترین انشعابات خیاوچای است. این رودخانه از مسیری در حدود ۱۵ کیلومتری شرق شهرستان مشگین شهر عبور می‌کند. در این بین بسیاری از انشعابات به رودخانه می‌پیوندند. علاوه بر این، به دلیل کوهستانی بودن منطقه، شیب حوضه آبریز به سمت رودخانه زیاد و شیب بستر رودخانه شیب‌دار است. استفاده از هرگونه سیستم طبقه‌بندی رودخانه‌ای تلاشی در جهت ساده کردن روابط پیچیده بین رودخانه و آبریزهای آن‌ها می‌باشد. هدف و مقصود اولیه برای طبقه‌بندی رودخانه بر اساس مورفولوژی،

برای تعیین میزان رسوب و منطقه سیلاب و مطالعه کیفیت آب، انجام عملیات مهندسی در رودخانه‌ها ضروری است و هرگونه تغییر در وضعیت ثابت رودخانه‌ها باعث تغییر در خصوصیات فیزیکی رودخانه‌ها و واکنش جدیدی در رفتار رودخانه‌ها خواهد شد. نقش مطالعات ریخت‌شناسی برای تعیین کمیت و کیفیت بازتاب رودخانه و پیش‌بینی رفتار رودخانه در آینده منجر خواهد شد. (مطالعات ریخت‌شناسی رودخانه‌ها، ۱۳۹۱). در ایران بسیاری از زمین‌های کشاورزی و زمین‌های خوب حاشیه رودخانه‌ها در اثر سیلاب فرسوده می‌شوند و بسیاری از پروژه‌ها در سواحل، مانند پل‌ها، مناطق مسکونی و باغ‌ها و غیره از بین رفته است. بنابراین، مدیریت رودخانه‌ها ضروری است و می‌توان با

ژئومورفولوژی رودخانه در زمینه تغییرات کانال رودخانه مربوط به فرم و روند، ارزیابی تغییر کانال، شهرنشینی، ساخت کانال، صنعت معدن، اثر کارهای مهندسی، تغییرات کاربری زمین، تجدید و احیا می‌شود. بر اساس نتایج تحقیق، آن‌ها افزودنی حاوی ورودی‌های پالئوهیدرولوژیکی را برای استفاده در مدیریت کانال رودخانه ارائه داده‌اند که نشان می‌دهد چگونه و چگونه تحقیقات ژئومورفولوژیکی توسط مدیران قابل بررسی ۱ هنکوک و همکاران (۲۰۱۰)، از دو مدل تکامل چشم انداز از SIBERIA و CAESAR در جنوب شرقی استرالیا استفاده کردند و نتایج به دست آمده از این مدل را از نظر میزان فرسایش و تغییرات ژئومورفولوژیکی و الگوی فرسایش و رسوب مقایسه کردند. هنکوک و همکاران (۲۰۱۱)، در پژوهشی که مربوط به حوضه جنوب شرقی استرالیا است، تأثیر تغییرات بارندگی بر فرسایش و حرکت مجاری مدل‌سازی و شبیه‌سازی می‌کنند. در این مطالعه، آن‌ها از مدل سلول CAESAR استفاده کردند که قادر است میزان فرسایش و تغییرات مجاری را نشان دهد. نتایج نشان می‌دهد که حساسیت حوضه به الگوهای مختلف بارندگی بسیار زیاد است. تغییرات اندک در بارندگی می‌تواند منجر به بارهای رسوبی زیاد شود که نشانگر تغییر اقلیم است.

باتالا و همکاران (۲۰۱۸)، به تحلیل و بررسی تکامل ژئومورفولوژیکی کانال رودخانه طبیعی در حوضه مدیترانه شیلی پرداختند. در این مطالعه با استفاده از سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای رابطه اقلیم و مورفولوژی رودخانه مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد که تغییرات مورفولوژی از قبیل باریک شدن مجرای رودخانه و از بین رفتن پوشش گیاهی توسط انسان باعث فراوانی و بزرگی رویدادهای سیل در این حوضه شده است. همچنین نوسانات ده ساله اقیانوس آرام و فعالیت‌های اقلیمی و کاهش دبی نیز منجر به پایداری رودخانه و ساده‌سازی الگوی زهکشی کانال رودخانه شده است.

ویجسکارا و همکاران (۲۰۲۰)، در تحقیقی، تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن‌ها بر روند هیدرولوژیکی را در حوضه رودخانه آرنج در جنوب کانادا بر اساس مدل‌های توزیع هیدرولوژیکی با استفاده از مدل اتوماسیون سلولی بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داد که تغییر کاربری اراضی و پیش‌روی زمین‌های کشاورزی و اراضی مسکونی باعث کاهش عملکرد سالانه آب و رواناب سطح حوضه آبخیز شده است. همان و بربرلی (۲۰۲۰)، به بررسی و تحلیل ژئومورفولوژی رودخانه بالایی در شمال شرقی فلات چینگ‌های تبت پرداختند. در این پژوهش از مدل فاز زیستی

فهمی از شرایط رودخانه و پتانسیل آن می‌باشد. در این راستا مهم است که سیستم کلاس‌بندی، ترکیبی از مباحث مدیریتی رودخانه، توسعه طرح‌های مهندسی رودخانه و بحث احیای رودخانه باشد (وارد، ۲۰۰۸: ۹). در پژوهش حاضر، با توجه به هدف و داده‌های موجود، بخشی از پلان فرم مجرای رودخانه خیاوچای با استفاده از مدل سلسله مراتب رزگن مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. تغییر و دگرگونی مستمر، از اصول حاکم بر هر رودخانه‌ای می‌باشد که همگام با حرکت و جاری شدن آب و رسوب در بستر آن، تغییر و جابه‌جایی در سایر مشخصات هندسی رودخانه به وقوع می‌پیوندد. از طرف دیگر، خود تنظیمی و تغییرپذیری مجرای رودخانه‌ها می‌تواند مخاطراتی را به صورت سیلاب‌ها، فرسایش کناره یا آسفنگی بستر ایجاد کنند به همین دلیل است که جابه‌جایی جانبی و پایداری رودخانه‌ها از نظر ژئومورفیک، مهندسی و اکولوژیکی مورد توجه خاص می‌باشند. جابه‌جایی مجرا می‌تواند زمین‌های با ارزش را فرسایش داده، به‌عنوان یک مخاطره مطرح شده و سازه‌های مجاور را تهدید کند در واقع تمایل رودخانه‌های طبیعی به مهاجرت فعالانه، همراه با استقرار و بهره‌برداری روز افزون انسان از دشت‌های سیلابی منجر به کشمکش بین طبیعت و بشر شده است. از این رو تغییرپذیری رودخانه‌ها مسائل عدیده‌ای برای جوامع انسانی به خصوص با توجه به تلاش‌های صورت گرفته در رابطه با تعدیل یا کنترل رودخانه‌ها ایجاد می‌کند علاوه بر این پیامدهای ناخواسته فعالیت‌های انسانی می‌تواند به نتایج نامطلوب منجر شود (خیری‌زاده آروق، ۱۳۹۵: ۴).

حوضه آبریز رودخانه خیاوچای یکی از زیرحوضه‌های آبریز رودخانه قره سو در استان اردبیل بوده که در دامنه شمالی کوه‌های سبلان قرار گرفته و خود دارای چهار زیرحوضه می‌باشد لذا این حوضه نیز مانند سایر حوضه‌های دیگر در کشور، مصون از این مشکلات نبوده، بنابراین مطالعه تغییرات مورفولوژی کانال‌های رودخانه‌ای به منظور راه‌کار کنترلی مناسب جهت حل مشکلات دینامیکی اهمیت و ضرورت دارد. گرگوری و همکاران (۲۰۰۸) در مقاله‌ای تحت عنوان "کاربرد ژئومورفولوژی رودخانه برای مدیریت کانال رودخانه" بیان می‌دارند که در سه دهه گذشته، پیشرفت قابل توجهی در کاربرد ژئومورفولوژی رودخانه وجود داشته است که می‌توان از نتایج این مطالعات برای بررسی تغییرات محیطی در مدیریت استفاده کرد. کارهای مربوط به مدیریت کانال رودخانه بیشتر مربوط به ظرفیت تحمل، تغییرات آب و هوایی جهانی، زیبایی محیطی، بهداشت اکوسیستم و مشارکت عمومی است. کاربرد

بیوگرافی (FB) برای ارزیابی ژئومورفیک و الگوی توزیع پوشش گیاهی در امتداد چهار ناحیه زراعی رودخانه استفاده شده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که با کاهش ارتفاع در این منطقه تراکم پوشش گیاهی بیش تر می شود اما با افزایش ارتفاع از تراکم پوشش گیاهی کاسته شده است لذا در مناطقی که پوشش گیاهی متراکم دارد باعث پویایی و پایداری ژئومورفیک رودخانه شده است اما فعالیت های انسانی با از بین بردن پوشش گیاهی باعث تغییر ژئومورفیک رودخانه شده است. رحیمی (۱۳۹۶)، به تحلیل ژئومورفولوژی کانال رودخانه قره سو با استفاده از مدل سلسله مراتبی روزگن (پایین دست سد سیلان تا محل تلاقی رودخانه اهرچای) پرداخته است. با توجه به نتایج به دست آمده، می توان اظهار داشت که رودخانه قره سو در مقطعی که مقاطع در کلاس C واقع شده اند حساسیت بسیار بالایی به تلاطم دارد. پتانسیل خوب بهبودی رسوب زیاد، کنترل بسیار زیاد پوشش گیاهی، طبقه E واقع شده است رودخانه دارای حساسیت تلاطم بسیار بالا، پتانسیل بازیابی خوب، تأمین رسوب متوسط و کنترل پوشش گیاهی بسیار بالا است. خیری زاده (۱۳۹۶)، تحلیل طرح کانال رودخانه زرینه با استفاده از مدل ژئومورفولوژی روزگن. طبق نتایج بدست آمده، زرینه رود در بخش های بالادست سد نوروزلو عمدتاً از نوع گل رز است. این رودخانه، از پایین دست شهر محمود آباد تا انتهای سد انحرافی نوروزلو، به نمونه ای خاص از رودخانه های نوع C^۴ با بستر شن و مورفولوژی حوضه در حال افزایش تبدیل می شود. فواصل نوع D به صورت موضعی مشاهده می شود، در دوره هایی که فرسایش شدید دیواره های جانبی و کنترل محدود گیاهان باعث ایجاد بستری گسترده با نسبت عرض به عمق بالا و برجستگی های نقطه فعال درون مجرا شده است. فواصل نوع G و F در امتداد سد نوروزلو تا شهر میان دو آب، در نتیجه مداخلات انسانی به صورت استخراج بی رویه شن و ماسه و حفاری بستر رودخانه. این روند به طور متناوب در امتداد پایین دست ادامه می یابد و رودخانه را به نوع انتقال از نوع C به نوع F تبدیل می کند. رودخانه زرینه در نهایت به رودخانه های نوع E تبدیل می شود. مداخلات نسبتاً کم عامل انسانی و دشت روان و سیلاب توسعه یافته نسبت استهلاک را افزایش داده است. همچنین، چسبندگی زیاد مواد جانبی منجر به کاهش مقادیر نسبت عرض به عمق شده است.

اسفندیاری درآبادی و همکاران (۱۳۹۸)، در تحقیقی به تحلیل ژئومورفولوژیکی مجرای رودخانه حمزه خانلو با استفاده از مدل روزگن در روستای اینی علیا در شهرستان گرمی پرداختند. در این پژوهش برای شبیه سازی سیلاب های مجرای رودخانه حمزه خانلو از مدل HEC-RAS استفاده شد. نتایج نشان داد که رودخانه حمزه خانلو در قسمت هایی که مقاطع در طبقه C قرار گرفته است دارای حساسیت به تلاطم بسیار بالا و کنترل پوشش گیاهی بسیار بالا و پتانسیل بازیابی و تأمین رسوب بالاست. در دسته B قرار گرفته است درجه حساسیت به تلاطم و تأمین رسوب و تاثیر کنترل پوشش گیاهی متوسط و پتانسیل احیا عالی می باشد. عابدینی و مهری (۱۳۹۹)، به بررسی فرسایش کناری رودخانه ای با استناد به شواهد ژئومورفولوژیکی با استفاده از روش کمی رودخانه قره آغاج پرداختند. در این پژوهش با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی و پرسش نامه و تحلیل های آماری در محیط نرم افزارهای SPSS و MS-Excel انجام گرفت. نتایج حاصل از آمار استنباطی نشان دهنده معنادار بودن آزمون بوده و پایین بودن درجه تراکم، سستی رسوبات کناره ها و متفاوت بودن جنس لایه ها سبب فرسایش کنار رودخانه ای گردیده است. پورنوبی درزی و همکاران (۱۴۰۰)، به پهنه بندی خطر سیلاب با استفاده از مدل HEC-RAS و ARCGIS در حوضه آبخیز چشمه کیله شهرستان تنکابن پرداختند. در این پژوهش ابتدا مقاطع عرضی با استفاده از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۱۰۰۰ در محیط نرم افزاری ARCGIS استخراج شده و در مدل HEC-RAS با ضریب زبری مانینگ، دبی سیل با پنج دوره بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ مدل اجرا شده و پروفیل سطح آب در مسیر جریان برآورد شد و با استفاده از اطلاعات خروجی پهنه های سیل گیر برای دوره های بازگشت مختلف ترسیم گردید. نتایج نشان داد که هر چه دوره بازگشت طولانی تر شود سطح وسیع تری از اراضی تحت تأثیر سیل قرار می گیرد همچنین بیش ترین سطح سیلابی مربوط به اراضی زراعی و بعد از آن مربوط به اراضی مسکونی می باشد. هدف از پژوهش حاضر تحلیل ژئومورفولوژیکی مجرای رودخانه خیاوچای مشکین شهر با استفاده از مدل روزگن می باشد.

۲. روش انجام تحقیق

• محدوده مورد مطالعه

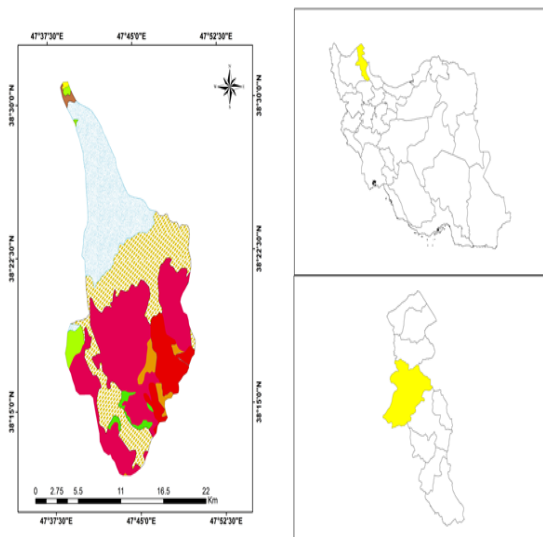
حوضه آبخیز خیاوچای به وسعت تقریبی ۱۳۰۰ هکتار، در حاشیه غربی کوه سیلان، در جنوب شهرستان مشکین شهر قرار گرفته است، از نظر تقسیمات سیاسی بخشی از استان اردبیل و از لحاظ تقسیمات جاماب از زیر حوضه های آبخیز بزرگ خزر محسوب می شود؛ که با هشت زیر حوضه در محدوده جغرافیایی ۴۷ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۴۸ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۱۱ دقیقه تا ۳۸ درجه ۲۳

زیرزمینی، فوق بحرانی و مخلوط انجام دهد. محاسبه پروفیل‌های سطح آب از یک مقطع به سایر بخش‌ها با حل معادله انرژی به صورت استاندارد گام به گام انجام می‌شود (برونر، ۲۰۱۰: ۲۷). داده‌های جریان برای HEC-RAS شامل رژیم جریان، اطلاعات جریان، شرایط پایه و شرایط مرزی است (مارود، ۲۰۰۴: ۲۹). برای جریان ثابت متغیر جریان تدریجی، روش اصلی محاسبه پروفیل‌های سطح آب بین مقاطع، روش مرحله مستقیم نامیده می‌شود. روش اصلی محاسباتی مبتنی بر حل تکراری معادله انرژی است. با توجه به جریان و ارتفاع سطح آب در یک سطح مقطع، هدف از روش مرحله استاندارد محاسبه ارتفاع سطح آب در سطح مقطع مجاور است. معادله انرژی (معادله برنولی) به شرح زیر بیان می‌شود (مرکز مهندسی هیدرولوژیک، ۲۰۱۰، فصل ۲):

۳. نتایج

• نتایج حاصل از شبیه‌سازی در HEC-RAS با ارسال اطلاعات حاصله از لایه‌های مختلف از GIS به HEC-RAS و با وارد نمودن سایر اطلاعات مورد نظر مانند دبی با دوره‌های برگشت مختلف، ضرایب زبری و شرایط مرزی جریان این مدل قادر خواهد بود که در هر مقطع رقوم سطح آب به ازای دوره‌های برگشت مختلف، پروفیل طولی بازه‌های مورد مطالعه، شیب متوسط آن، توزیع سرعت جریان، عمق بحرانی آب، سطح و محیط خیس شده، شعاع هیدرولیکی، عمق میانگین، عدد فرود و نوع رژیم جریان در مقاطع مختلف و سطوح سیل‌گیری استخراج نمود. با توجه به تأمین اطلاعات اولیه هندسی در GIS، کاربرد ترکیب HEC-RAS و GIS قابلیت بالایی در مدیریت دشت‌های سیلابی در حوضه را دارد. شکل ۲ پروفیل سطح آب حوضه آبخیز خیاوچای را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که با توجه به وارد نمودن دبی‌های جداگانه برای هر بازه و توانایی نرم‌افزار HEC-RAS در محاسبه پروفیل سطح آب به روش گام به گام در محل پیوستگی بازه‌های هم‌سطح آب، به درستی شبیه‌سازی شده است. طبیعی است که هر چه دبی سیلاب بزرگ‌تر باشد، سطح بیش‌تری به زیر آب خواهد رفت. آنچه مهم است نسبت میزان این تغییرات در اراضی با ارزش حاشیه است، چرا که این اطلاعات می‌توانند در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی اراضی حاشیه رودخانه بسیار مفید و راه‌گشا واقع شوند. شکل ۳ پروفیل طولی حوضه و مقادیر سرعت در پهنه‌های سیلابی را نشان می‌دهد.

دقیقه عرض شمالی، با بیشینه ارتفاع ۴۵۶۰ متر از سطح دریا در محل قله کسری در ارتفاعات جنوبی حوضه و کمینه ارتفاع ۱۳۷۵ متر در محل خروجی حوضه در محل ایستگاه هیدرومتری پل سلطان واقع شده است. خیاوچای رودخانه اصلی این حوضه می‌باشد که جزو رودخانه‌های با سابقه وقوع سیلاب‌های واریزه‌ای محسوب می‌شود که تهدیدی بالفعل برای منابع طبیعی و ساکنین منطقه است. رودخانه خیاوچای از سرشاخه‌های مهم رودخانه قره‌سو در شهرستان مشکین شهر است. این رودخانه از ارتفاعات هزار میخ، آبی قاری، دلی آلی، جنوار داغی سرچشمه می‌گیرد و روستاهای دیزو، آغ‌بلاغ، نصرآباد، دستگیر، پاشالو، حاجیلو و شهر مشکین را مشروب می‌سازد. منبع تغذیه این رودخانه نزولات جوی، چشمه‌ها بود و از جهت جنوب به شمال جریان دارد. طول رودخانه خیاوچای نزدیک ۳۵ کیلومتر بوده و شیب متوسط بستر آن در مناطق کوهستانی ۸ درصد و در دشت ۴ درصد و جهت جریان رودخانه جنوبی- شمالی می‌باشد (فرهنگ رودهای کشور، ۱۳۸۴: ۲۷). شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

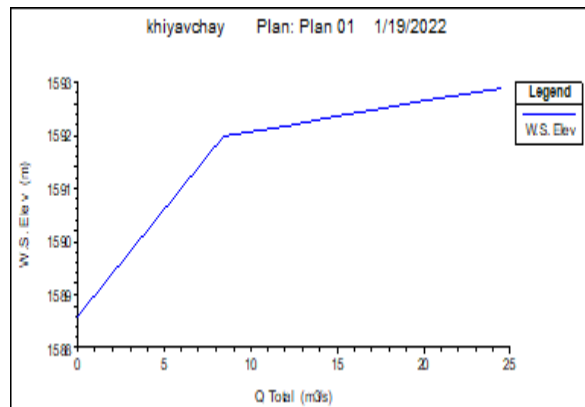
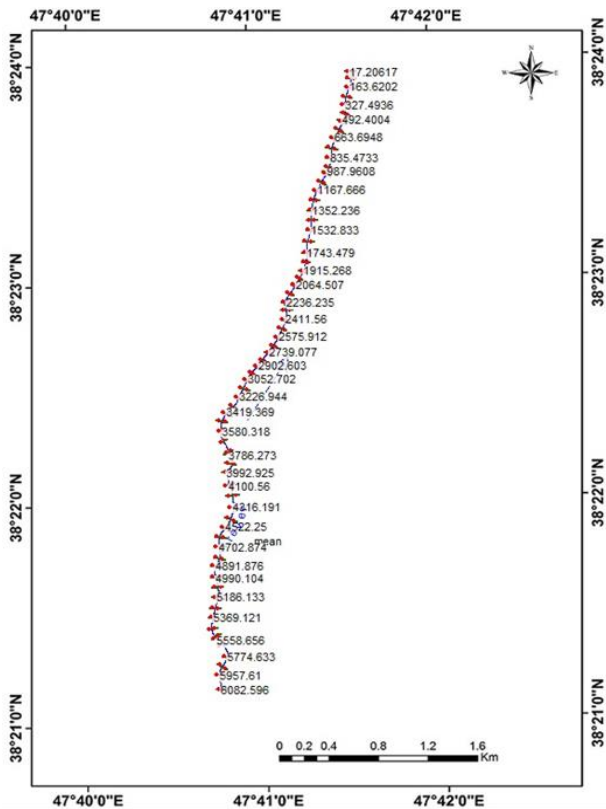


شکل ۱- نقشه موقعیت حوضه آبخیز خیاوچای در استان اردبیل

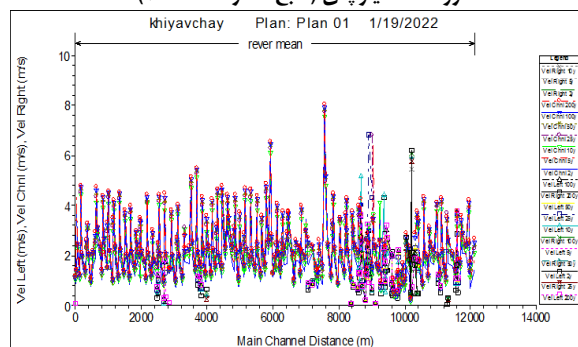
منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰

مدل HEC-RAS

جهت بررسی مورفولوژی مجرای رودخانه خیاوچای استفاده از برخی متغیرها و پارامترهای هیدرولیکی ضرورت می‌یابد. در این زمینه مدل هیدرودینامیک HEC-RAS به عنوان یکی از متداول‌ترین مدل‌ها مورد استفاده قرار گرفت. مدل HEC-RAS می‌تواند محاسبات پروفیل سطح آب را برای جریان ثابت متغیر در رودخانه‌ها و کانال‌های مصنوعی در رژیم‌های جریان

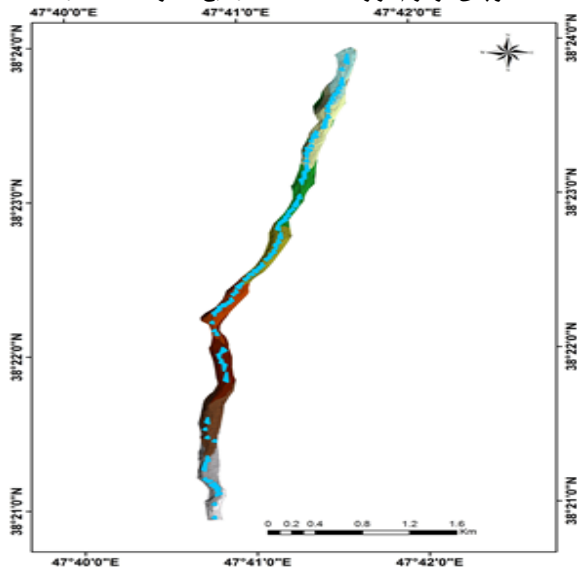


شکل ۲- پروفیل سطح آب (منحنی دبی اشل) مقطع شماره ۱ حوضه رودخانه خیاوچای (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)



شکل ۳- مقادیر سرعت در پهنه‌های سیلابی بخش‌های زیربحرانی، بحرانی و فوق بحرانی (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

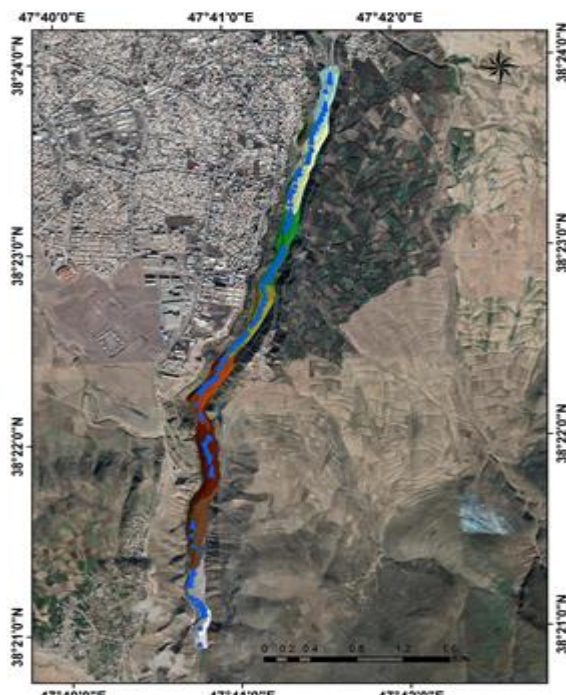
شکل ۴- شبیه‌سازی با دوره بازگشت ۲۵ ساله برای بازه‌های رودخانه خیاوچای در نرم‌افزار HEC-RAS (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)



شکل ۵- پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ سال (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

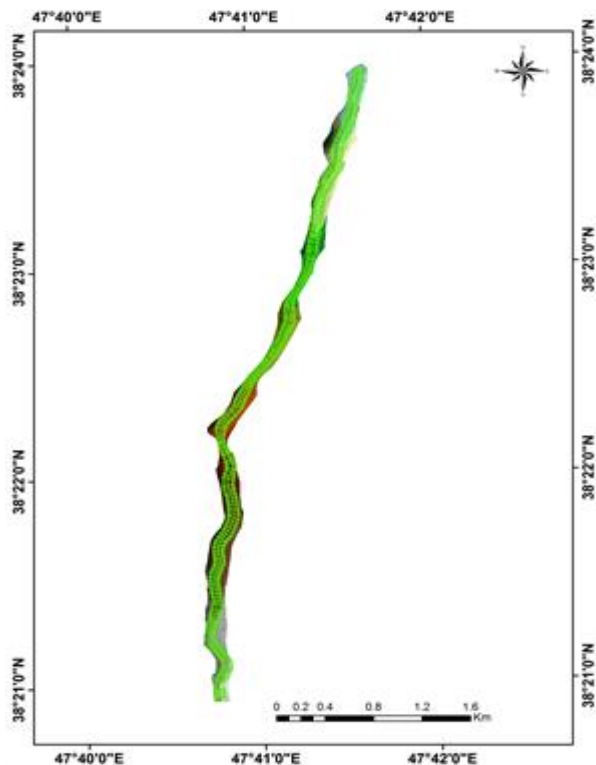
پهنه‌بندی سیلاب رودخانه خیاوچای

نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب برای دوره‌های بازگشت مختلف یکی از متداول‌ترین نقشه‌هایی است که برای نمایش پتانسیل مخاطرات در دشت سیلابی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پژوهش سه بازه رودخانه خیاوچای جهت پهنه‌بندی سیلاب برای دوره‌های بازگشت مختلف مورد بررسی قرار گرفت. برای شبیه‌سازی سیلاب‌های مجرای رودخانه خیاوچای از مدل هیدرودینامیکی HEC-RAS استفاده شد. پیش پردازش و پس پردازش این داده‌ها در محیط نرم‌افزاری GIS صورت گرفت. شکل ۴ شبیه‌سازی رودخانه خیاوچای با دوره بازگشت ۲۵ ساله و اشکال (۵ و ۶) نقشه پهنه‌بندی سیلاب در دوره بازگشت ۲۵ ساله را نشان می‌دهد.



شکل ۷- عکس هوایی منطقه مورد مطالعه (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

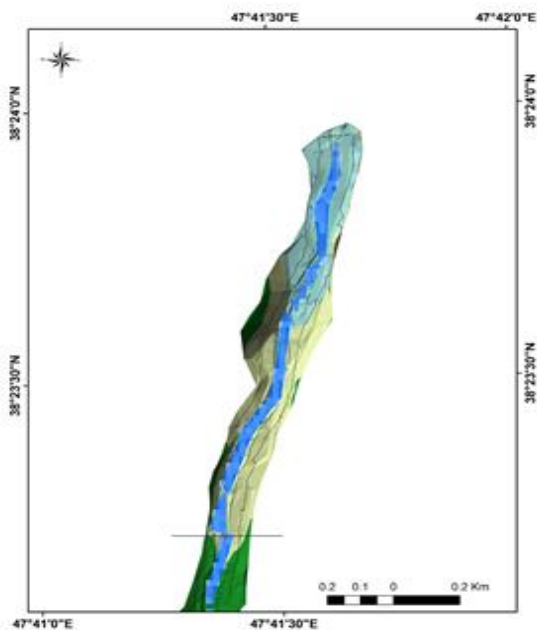
ژیومورفولوژی منطقه در بازه اول و سوم نقش اساسی در میزان سیل گیری حاشیه رودخانه دارد. در بازه اول پهنه های سیل گیر به دلیل باریک بودن دشت سیلابی گسترش نیافته است. در بازه، (یک) بیشتر بخش های دشت سیلاب با دوره بازگشت بیست و پنج ساله پوشانده شده است و تنها برخی اشکال مجرای رودخانه مانند پشته های رسوبی و تراس ها بصورت جزیره خود نمایی می کنند. در بازه دوم بر پهنه های سیل گیر با افزایش پهنای دشت سیلابی افزوده می شود. در بازه دوم عاملی که در میزان سیل گیری کنار رودخانه نقش دارند ویژگی های ژيومورفولوژیکی دشت سیلابی می باشد. به عنوان مثال عامل مخروط افکنه انشعابی دست راست رودخانه خیاوچای باعث کم شدن پهنه های سیل گیر در بخش کشاورزی شده است. علاوه بر این، کوهستان های کناره رودخانه در برابر فراگیر شدن سیلاب به عنوان یک سد عمل می کند برعکس، از این که دشت سیلابی گستره زیادی دارد سیلاب گسترده گی زیادی پیدا می کنند. در حد فاصل روستاهای مشکین شهر نواحی سیل گیر افزایش قابل توجهی پیدا می کند. در این فاصله سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله، پهنای محدوده سیل گیر به بیش از یک کیلومتر می رسد. بخش های پایین دست رودخانه نیز سیلاب های با دوره های بازگشت بالاتر، در نواحی پایین دست رودخانه خیاوچای سیلاب های با دوره های بازگشت بالاتر باعث پخش سیلاب در گستره وسیعی می شود و عواملی مانند گودافتادگی اندک مجرا، شیب بسیار ملایم و عرض زیاد دشت سیلابی و پست و کم ارتفاع بودن این بخش موجب افزایش عرض دشت سیلابی می شود. یکی از نکات مهم و



شکل ۶- پهنه بندی سیلاب برای دوره های بازگشت مختلف (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

ایجاد Tin و لایه های ورودی به RAS

لایه Tin در واقع مبنای استخراج خطوط تراز و لایه مورد نیاز RAS است. در واقع هر چه رقوم ارتفاعی به دست آمده رودخانه دقیق تر باشد، مدل سه بعدی حاصل، بیش تر به واقعیت نزدیک خواهد بود در این مطالعه از نقشه توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ استفاده شده است و نتایج نشان داد که Tin به دست آمده از نقشه رقوم، قادر است بستر دشت های سیلابی اطراف رودخانه را، به خوبی شبیه سازی کند و مرجع مناسبی برای انجام تحقیقات و ایجاد لایه های بعدی باشد. شکل (۷) نقشه شبکه نامنظم مثلثاتی (Tin) را در سه بازه مورد مطالعه نشان می دهد.



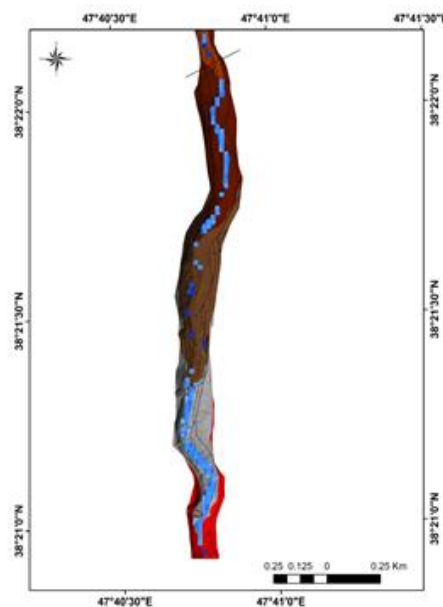
بازه ۳

شکل ۸- نقشه عمق آب برای سیلاب‌های با دوره بازگشت ۲۵ ساله برای بازه‌های بالا دست (R۱) قسمت‌های میانی (R۲) و پایین دست (R۳) مجرای رودخانه خیاوچای (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

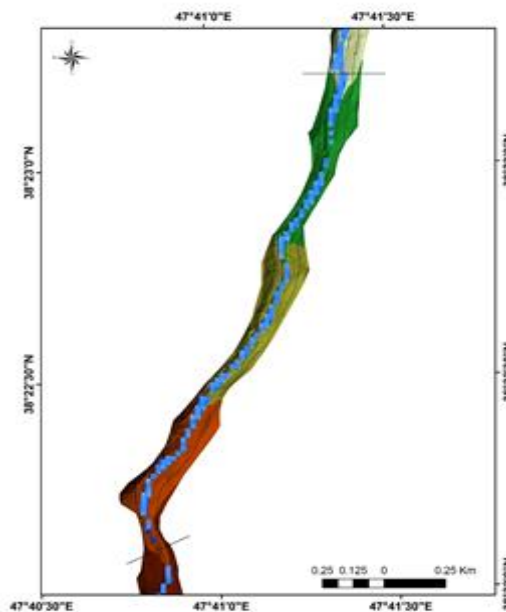
تحلیل مدل رزگن

بازه‌بندی رودخانه خیاوچای با ترکیب و جدا کردن قطعات بازه‌های نخستین و هماهنگ با انواع اصلی رودخانه روزگن می‌باشد. هر بازه اصلی بر اساس عوامل و تغییرات محلی به بازه‌های فرعی دوباره دسته‌بندی می‌شوند. که در بازه اول به دلیل عامل زمین‌شناسی عرض دشت سیلابی را بیش‌تر دچار نوسان می‌کند و تمام حوضه یک دشت سیلابی به‌وسیله سیلاب با دوره بازگشت بیست و پنج ساله پوشیده می‌شود و یا سیلابی با دوره بازگشت پنجاه ساله ضمن افزایش عمق و سرعت و انرژی رودخانه بستر رودخانه را از رسوبات درشت دانه مانند قلوه‌سنگ و پاره‌سنگ می‌پوشاند و بستر آرمورینگ ایجاد می‌کند. طبق نتایج به‌دست آمده بیش‌ترین عرض پهنه‌های سیلابی برای دوره‌های مختلف در بازه‌های دوم و سوم قابل مشاهده است. در بازه اول به علت تنگ‌شدگی مجرا از عرض پهنه‌های سیلابی گیر در این بازه کاسته شده است. کاربری اطراف رودخانه خیاوچای بیش‌تر از نوع کشاورزی است نتایج نشان می‌دهد که بیش‌تر اراضی کشاورزی در ناحیه بستر و حریم رودخانه قرار گرفتند (با توجه به دوره بازگشت ۲۵ سال) که این امر می‌تواند خسارات قابل توجهی را هنگام وقوع سیل برای کشاورزان این منطقه تحمیل کند. در بازه اول سکشن ۳ که با توجه به شکل (۹) و نقشه (۱۰) میانگین نسبت عرض به عمق $2/7+$ و نسبت گودشدگی $4/05$ بوده که در طبقه C۴ واقع شده است و مواد بستر از نوع بستر سنگی هست. به علت فراوانی تکرار

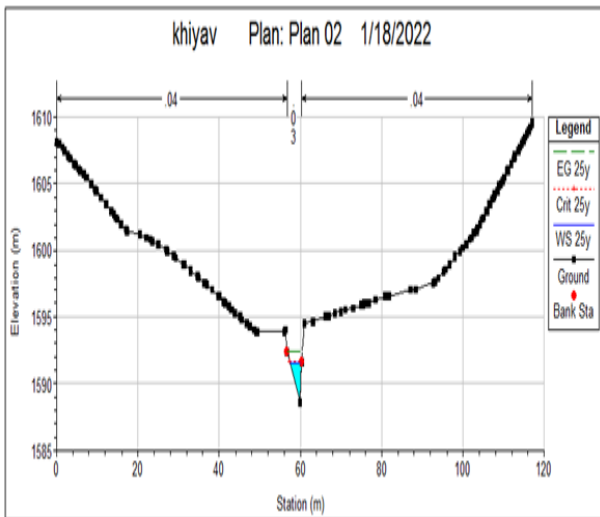
قابل توجه، در بازه‌های دوم و سوم این است که عرض پهنه‌های سیل زیاد می‌باشد. که عامل انسانی (برداشت بیش از حد از شن و ماسه) باعث گودشدگی در دشت سیلابی شده است که حتی سیلاب‌های با دوره بازگشت پنجاه ساله قادر به سرریز کردن آن نیستند و باعث قطع ارتباط بین دشت سیلابی و مجرای رودخانه شده است شکل (۸).



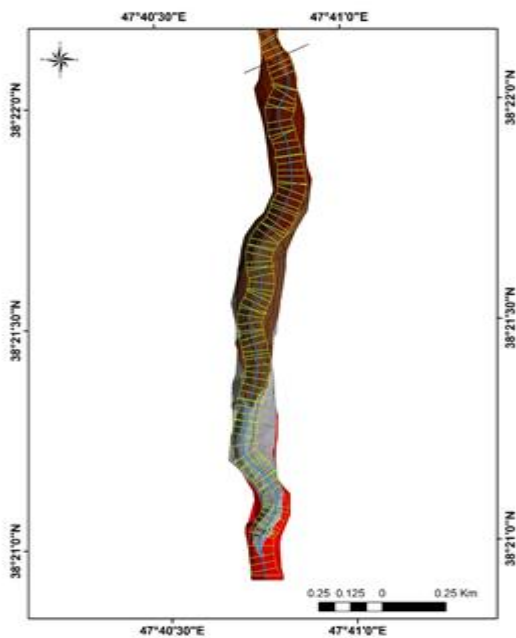
بازه اول



بازه ۲

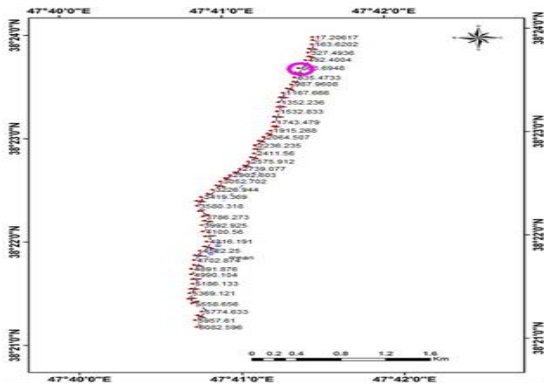


شکل ۹- نمونه‌ای نموداری از مقطع عرضی (شماره ۱) به همراه عمق سیلگیری در بالا دست بازه اول برای دوره بازگشت ۲۵ ساله (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)



شکل ۱۰- مقطع عرضی نوع C^۴ سطوح سیلاب برای بازه اول (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

این دبی در بازه اول کنترل فرم و ابعاد عمومی مجرای رودخانه خیاوچای برعهده این دبی می‌باشد. بازه دوم در شکل (۱۱) و (۱۲) مربوط به سکشن ۲۰ بوده که نسبت عرض به عمق $۹/۰۴$ و نسبت گودشدگی $۴/۲۰$ می‌باشد که در طبقه نوع C^۳ رزگن قرار گرفته است. همچنین در بازه دوم رودخانه خیاوچای کمی خمیدگی در بین روستای اطراف رودخانه و مشگین شهر وجود دارد. از اینکه این دبی رودخانه بیش تر تکرار شده است که شکل و اندازه و ابعاد عمومی رودخانه را کنترل می‌کند. و همچنین مواد بستر رودخانه بصورت ماسه سنگ هست. بررسی مقاطع عرض رودخانه خیاوچای را نشان می‌دهد که هر چه دوره بازگشت بیش تر می‌شود میزان آبدی رودخانه نیز بیش تر می‌شود و مساحت منطقه سیل گیر در هر مقطع افزوده می‌شود. با افزایش دوره بازگشت، میزان دبی نیز افزایش یافته و بر سطح سیلاب در هر یکی از مقاطع افزوده می‌شود و هر چه سطح مقطع افزایش یابد نمودار عرضی ارتفاع مساحت سیل گیر کمتر می‌شود. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان کرد در رودخانه خیاوچای نواحی که مقطع که در دسته B واقع شده است نسبت به آسفتگی و تغذیه رسوب حساسیت متوسط داشته و از لحاظ ظرفیت بازتابی عالی بوده و حساسیت آن به فرسایش کنار رودخانه و اثر کنترل پوشش گیاهی متوسط می‌باشد. در باز سوم این عدد ارقام در سکشن ۶۵ قرار گرفته است. که با توجه به شکل (۱۳) و (۱۴) میانگین نسبت عرض به عمق $۱۴/۶۵$ و نسبت گود شدگی $۲/۵۸$ می‌باشد. که در طبقه B^۳ قرار گرفته است. در این بازه از عرض دشت سیلابی کاسته شده در قسمت‌های دیگر رودخانه تحت کنترل زمین‌شناسی قرار می‌گیرد. همچنین با بررسی‌های عملیاتی میدانی که از قسمت‌های مختلف رودخانه خیاوچای بعمل آمده نشان می‌دهد که در این بازه جنس مواد بستر رودخانه به سه نوع متفاوت دیده می‌شود. که در بخش بالایی این بازه که از نوع قلوه سنگ گراول هست و در بخش پایانی این بازه مواد بستر بصورت ماسه سنگ دیده می‌شود.



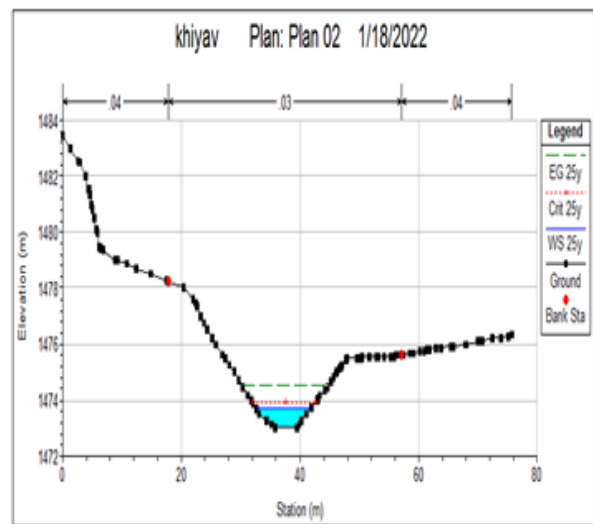
شکل ۱۴- مقطع عرضی نوع B^۴ سطوح سیلاب برای بازه سوم (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

نتایج تحلیلی مدل رزگن (رود خانه خیابو چای)

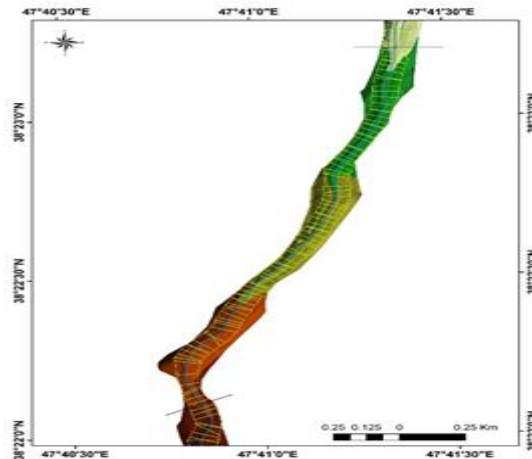
با توجه به بررسی‌های به عمل آمده در این تحقیق نشان می‌دهد که در بازه اول و دوم عرض دشت سیلابی به دلیل کنترل متغیر زمین‌شناسی و هم‌چنین توپوگرافی کم است که در این بازه چون انرژی رودخانه خیابوچای بیش‌تر است باعث شده که رسوبات کف رودخانه در اندازه قلوه‌سنگ و گراول باشد که این امر سبب شده بستر رودخانه درای بازه نوع آرمونینگ شود. هم‌چنین با توجه به این که نسبت عرض عمق در این بازه‌ها به ترتیب ۲/۷۰ و ۱۴/۶۵ بوده است و بخش‌های زیاد از این بازه‌ها در طبقه C و B واقع شده است. ولی بازه دوم با بررسی‌های عملیاتی میدانی که از قسمت‌های مختلف رودخانه خیابوچای به عمل آمده نشان می‌دهد که در این بازه جنس مواد بستر رودخانه به دو نوع متفاوت دیده می‌شود. که در بخش بالایی این بازه‌ها از نوع قلوه‌سنگ و گراول هست و در بخش پایانی این بازه مواد بستر بصورت ماسه سنگ دیده می‌شود. بخش‌های زیاد از این بازه در طبقه C^۳ واقع شده است.

جدول ۱- محاسبه شاخص‌های مهم رزگن برای نمونه مقطع عرضی مجرای رودخانه خیابوچای

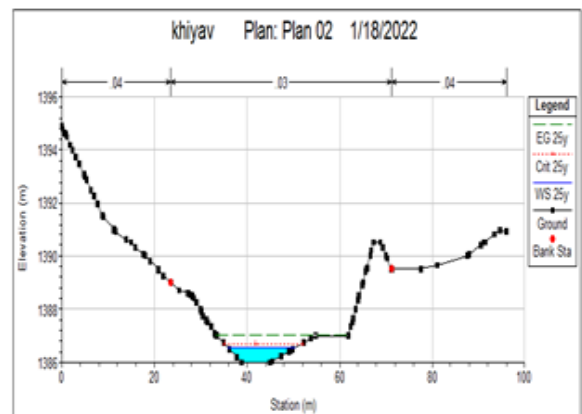
رد	ب	عرض	نسبت	نسبت	میانگین	ط
ی	از	سیل‌گیر	گودشده	عرض به	عمق	بق
ف	ه	۵۰	گی	عمق	لب‌بری	ات
۱	او	۳/۶۵	۴/۰۵	۲/۷۰	۱/۱۱	C
	ل					۴
۲	دو	۴/۲۵	۴/۲۰	۹/۰۴	۱/۹۶	C
	م					۳
۳	سو	۵/۷۰	۲/۵۸	۱۴/۶۵	۱/۶۰	B
	م					۴



شکل ۱۱- نمونه‌ای از مقطع عرضی به همراه عمق سیل‌گیری در بالا دست بازه دوم برای دوره بازگشت ۲۵ ساله (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)



شکل ۱۲- مقطع عرضی نوع C^۳ سطوح سیلاب برای بازه دوم (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)



شکل ۱۳- نمونه‌ای از مقطع عرضی به همراه عمق سیل‌گیری در پایین دست بازه سوم برای دوره بازگشت ۲۵ ساله (منبع: نگارنده، ۱۴۰۰)

۴. نتیجه‌گیری

مدنظر قرار گیرد سطح وسیع تری از اراضی تحت تأثیر سیل قرار می‌گیرد. بنابراین نتایج مربوط به مدل HEC-ARS دلالت بر توانایی مدل در تعیین وضعیت هیدرولیک جریان در بازه‌های مورد مطالعه دارد. تشکر و قدردانی: از حمایت دانشگاه محقق اردبیلی تشکر می‌شود.

در مطالعه حاضر، تحولات ژئومورفولوژیکی مجرای رودخانه خیاوچای با استفاده از مدل سلسله مراتبی رزگن و مدل HEC-RAS مورد بررسی قرار گرفت. باتوجه به ژئومورفولوژی منطقه، رودخانه خیاوچای به سه بازه تقسیم‌بندی شد. از نظر شکل ظاهری و بر اساس طبقه‌بندی‌های انجام شده رودخانه خیاوچای در محدوده مورد مطالعه، حالت پیچان‌رودی دارد. طبق نتایج حاصل از طبقه‌بندی رزگن، بازه اول رودخانه در طبقه C^۴ قرار گرفته و مواد بستر رودخانه از نوع سنگی است. بازه دوم در طبقه C^۳ قرار گرفته که در این بازه کمی خمیدگی در بین روستاهای اطراف وجود دارد و جنس بستر از نوع ماسه سنگ است. بازه سوم در طبقه B^۳ واقع شده است و جنس بستر در این بازه از سه نوع متفاوت قلوه سنگ، گراول و ماسه سنگ می‌باشد. نتایج حاصل از تحلیل مدل رزگن نشان داد که بازه اول به دلیل عامل زمین‌شناسی عرض دشت سیلابی را بیش‌تر دچار نوسان می‌کند و تمام حوضه یک دشت سیلابی به وسیله سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله پوشیده می‌شود. در بازه دوم و سوم پهنه‌های سیل عریض می‌شود که عامل انسانی (برداشت بیش از حد از شن و ماسه) باعث گود شدگی در دشت سیلابی شده است. طبق نتایج به‌دست آمده، در حد فاصل روستاهای مشگین شهر نواحی سیل‌گیر افزایش قابل توجهی پیدا می‌کند و پهنای محدوده سیل‌گیر با دوره بازگشت ۲۵ ساله به بیش از یک کیلومتر می‌رسد. لذا عواملی مانند گودافتادگی اندک مجرا، شیب بسیار ملایم و عرض زیاد دشت سیلابی و پست و کم ارتفاع بودن بخش‌های پایین دست رودخانه خیاوچای موجب افزایش عرض دشت سیلابی می‌شود. همچنین تغییر کاربری اراضی و تبدیل سیلاب دشت‌های کناری رودخانه به اراضی کشاورزی و عدم توجه به حریم رودخانه و تجاوز به بستر طغیانی رودخانه سبب افزایش پتانسیل وقوع خطر سیلاب و در نتیجه آسیب‌پذیری بیشتر روستاها به‌ویژه در پهنه سیلابی با دوره بازگشت ۲۵ ساله شده است. بنابراین انسان به‌طور مستقیم و غیر مستقیم میزان آب و رسوب ورودی به رودخانه را تغییر داده و منجر به تغییر ژئومتری مجرا مانند تغییر عرض و عمق رودخانه شده است. مقاطع عرضی در سه بازه مورد مطالعه نشان داد که بیش‌ترین عرض پهنه‌های سیلابی برای دوره‌های مختلف در بازه‌های دوم و سوم قابل مشاهده است و در بازه اول به دلیل تنگ‌شدگی مجرا از عرض پهنه‌های سیل‌گیر در این بازه کاسته شده است. مطالعه پهنه خطر سیلاب با دوره‌های بازگشت مختلف نشان داد که هر چه دوره بازگشت بالاتری

منابع

- ارشد، ص؛ س، مرید، ه. میر ابوالقاسمی، (۱۳۸۶) بررسی روند تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌ها با استفاده از سنجش از دور: مطالعه موردی رودخانه کارون از گتوند تا فارسیات (۸۲-۱۳۸۹) مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهارم. شماره ششم. صفحه ۱۵-۱.
- اسماعیلی، ر، (۱۳۸۵)، تحلیل ژئومورفولوژی رودخانه‌ای حوضه آبریز لویج رود با تاکید بر استیل رود. رساله دکترای تخصصی. دانشکده علوم انسانی و اجتماعی. دانشگاه تبریز.
- بابایی، لشکرآرا (۱۳۹۴) به کارگیری تئوری رزگن در طبقه‌بندی رودخانه مطالعات مروردی رودخانه کاکا رضا. دهمین کنگره بین المللی مهندس عمران، دانشکده مهندس عمران تبریز.
- بخشنده، ر، (۱۳۹۸)، تحلیل ژئومورفولوژیکی مجرای رودخانه حمزه خانلو با استفاده از مدل رزگن (منطقه مورد مطالعه: از روستای اینی علیا تا روستای تپه باشی) دانشگاه محقق اردبیلی
- بیاتی خطیبی، م، (۱۳۸۷)، بررسی نحوه تاثیر سد سهند بر تغییر مورفولوژی بستر جریان رودخانه قره‌سو، بر ویژگی‌های فرسایشی و رسوب‌زایی آن. فصل‌نامه جغرافیا و توسعه. شماره ۱۱. ص ۲۲۰-۱۹۹.
- تورانی، م، (۱۳۹۲)، طبقه‌بندی ژئومورفولوژیکی الگوی آبراهه طالقان رود در محدوده شهرک طالقان از طریق روش رزگن، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴۶، شماره ۲.
- خورشید دوست، علی محمد، رضایی مقدم، محمد حسین، احمدی، محمد، خالقی، سمیه، (۱۳۹۰)، نقش فرآیندهای ژئومورفیک رودخانه‌ای در ایجاد مخاطرات محیطی شهر سنقر در استان کرمانشاه، فصل‌نامه فضای جغرافیایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، شماره ۳۵، صفحه ۲۳۴-۲۰۹.
- خوش‌دل، ک، ۱۳۹۶، بررسی هیدرومورفودینامیک مؤثر در تغییرات مجرای رودخانه کلپیر چای، رساله دکترای، دانشگاه تبریز.
- خیری‌زاده، م؛ م، رضایی مقدم، م، ر؛ دانش فراز، (۱۳۹۶)، تحلیل تغییرات جانبی مجرای رودخانه زربینه‌رود با استفاده از روش‌های ژئومورفومتریکی، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی شماره ۴، صفحه ۱۰۲-۷۶.
- راهنمایی مهار فرسایش و حفاظت رودخانه‌ها، (۱۳۹۱). نشریه شماره ۵۹۲ طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو.
- رحیمی، م، (۱۳۹۶)، تحلیل ژئومورفولوژیکی مجرای رودخانه قره‌سو با استفاده از مدل سلسله مراتبی رزگن، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی شماره ۲، سال ششم.
- رضایی مقدم، محمدحسین؛ ثروتی، محمدرضا؛ اصغری سراسکانرود، اصغر، (۱۳۹۱)، بررسی تغییرات الگوی هندسی رودخانه قزل اوزن با استفاده از تحلیل هندسه فراکتال، نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی (دانشگاه تبریز)، سال ۱۶، شماره ۴۰، صص ۱۱۹-۱۳۹.
- شاهی نژاد، بابک. ظهیری، عبدالرضا. رستمی، سعید. ۱۳۸۷. پیش‌بینی‌رود فرسایش و رسوبگذاری در رودخانه کارون در محدوده شهری اهواز با استفاده از مدل ریاضی GSTARS چهارمین کنگره ملی مهندس عمران. اردیبهشت ۱۳۸۷، دانشگاه تهران. صص ۷-۱.
- مرحمت، مه‌ری و عابدینی، موسی، ۱۳۹۹. بررسی فرسایش کنار رودخانه‌ای با استناد به شواهد ژئومورفولوژیکی با استفاده از روش کمی (مطالعه موردی: رودخانه قره‌آغاچ)، دهمین همایش سراسری محیط زیست انرژی و منابع طبیعی پایدار، تهران.
- فرج زاده اصل، منوچهر. فلاح، مه‌نام. ۱۳۸۷. ارزیابی تاثیر تغییرات کاربری و پوشش اراضی بر رژیم سیلابی رودخانه تجن با استفاده از تکنیک سنجش از دور. فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۶۴. صص ۸۹-۱۰۴.
- فرهنگ رودهای کشور، ۱۳۸۴، حوزه آبریز دریای خزر، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
- لایقی، صدیقه؛ کرم، امیر، (۱۳۹۳)، طبقه‌بندی هیدروژئومورفولوژیکی رودخانه جاجرود با مدل رزگن، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۳، صفحه ۱۴۳-۱۳۰.

- یاسی، مهدی، ۱۳۹۴، جزوه درسی مهندسی رودخانه پیشرفته (قسمت اول)، کارشناسی ارشد و دکتری، گروه مهندسی آب دانشگاه ارومیه.

- Boyle, P. R. ۲۰۰۴. Morphology in urbanized streams of the Puget Sound Lowland, ProQuest. M.S thesis, faculty of the Graduate School of the University of Maryland, College Park.
- Batalla. R.J., Iroumé. A, Hernández. M, Llana. M, Mazzorana. B, Vericat. D. ۲۰۱۸. Recent geomorphological evolution of a natural river channel in a Mediterranean Chilean basin. *Geomorphology*, ۳۰۳: ۳۲۲-۳۳۷.
- Clark, J.J. Wilcock, P.R. ۲۰۰۰. Effects of land-use change on channel morphology in northeastern Puerto Rico. *Geological Society of America Bulletin*. V. ۱۱۲. No ۱۲: ۱-۱۵.
- Charlton, Rosemary (۲۰۰۸). *Fundamental of fluvial geo morphology*, first edition, Routledge, London and New York.
- Grable. J.L., Harden, G. P. ۲۰۰۶. Geomorphic response of Appalachian valley and Ridge stream to urbanization. *Earth Surface Processes and Landforms*. Volume ۳۱, Issue No. ۱۳: ۱۷۰۷-۱۷۲۰.
- Gregory, K.J, Benito, G., Downs, P.W. ۲۰۰۸. Applying fluvial geomorphology to river channel management: Background for progress towards a palaeohydrology protocol. *Geomorphology* ۹۸: ۱۵۳-۱۷۲.
- Hancock, G.R, Coulthard, T.J., Willgoose, G.R. ۲۰۱۱. Modelling erosion and channel movement- response to rainfall variability in South East Australia, ۱۹th international congress on modelling and simulation, ۱۲-۱۶ December, Perth, Australia, pp. ۱۸۷۴-۱۸۸۰.
- Hancock, G.R, Lowry, JBC, Coulthard, T.J., Evans, KG, Moliere, DR. ۲۰۱۰. A catchment scale evaluation of the SIBERIA and CAESAR landscape evolution models. *Earth Surface, Process and Landforms*, ۳۵: ۸۶۳-۸۷۷.
- Mangelsdorf, J., Scheurmann, K., & Weiss, F. H. (۲۰۱۳). *River morphology: a guide for geoscientists and engineers (Vol. ۷)*. Springer Science & Business Media.
- Sear, David A., Newson, Malcolm D., Thorne, Colin R. (۲۰۰۳). *Guidebook of Applied Fluvial Geomorphology*, R&D Technical Report FD۱۹۱۴. Defra. London. ۲۳۳p.
- Wijesekara, G. N., Gupta A., Valeo, C., Hasbani, J. G., Marceau D.J. ۲۰۲۰. Impact of land-use changes on the hydrological processes in the Elbow River watershed in southern Alberta. *International Congress on Environmental Modeling and Software Modeling for Environment's Sake. Fifth Biennial Meeting*, Ottawa, Canada.
- Ward, Andy, L. Dabrosio, Meckleburg, Den. ۲۰۰۸. *Stream Classification, Agriculture and natural resources*, AEX -۴۴۵-۰۱, pp. ۱-۸.

Geomorphological analysis of Khiao Chai Meshginshahr river channel using Rozgan model

Fariba Esfandiyari darabad^{*۱}, mousa Abedini, Donya parsa^۲, Behrouz Nezafat Teklhe^۴

۱- Professor of geomorphology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Ira

۲- Professor of geomorphology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

۳- Department of Natural Geography University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

۴- PhD Student of Geomorphology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Email Address*: esfandiyari@uma.ac.ir

Abstract

Introduction

To determine the amount of sediment and flood zone and study water quality, engineering operations in rivers are necessary and any change in the steady state of rivers will cause a change in the physical characteristics of rivers and a new reaction in the behavior of rivers. The role of morphological studies in determining the quantity and quality of river reflection and predicting future river behavior. (Morphological studies of rivers, ۲۰۱۲). In Iran, many agricultural lands and good lands along rivers are eroded by floods, and many projects on the coast, such as bridges, residential areas and gardens, etc., have been destroyed. Therefore, river management is essential and the future behavior of rivers can be predicted by studying the natural response of rivers. (Sharifi Asadi, ۱۳۹۰). Khiavachai River starts from the confluence of the upper rivers of Dizo and Moil villages in the south and southeast of Meshginshahr. The current in Moil village is one of the main tributaries of Khiavachai. This river passes through a route about ۱۰ km east of Meshginshahr city. In the meantime, many tributaries join the river. In addition, due to the mountainous nature of the region, the slope of the catchment towards the river is high and the slope of the riverbed is steep. The use of any river classification system is an attempt to simplify the complex relationships between rivers and their catchments. The primary purpose for classifying a river based on morphology is to understand the conditions of the river and its potential. In this regard, it is important that the classification system is a combination of river management issues, the development of river engineering projects and the discussion of river rehabilitation (Ward, ۲۰۰۸: ۶). In the present study, according to the purpose and available data, part of the plan of the Khiavachai River canal is analyzed using the Rozgan hierarchy model. Continuous change and transformation is one of the principles governing any river that along with the movement and flow of water and sediment in its bed, changes and displacements occur in other geometric characteristics of the river. On the other hand, self-regulation and variability of river canals can create hazards in the form of floods, erosion of the bed or turbulence of the bed, which is why lateral displacement and stability of rivers are of special geomorphic, engineering and ecological importance. Canal displacement can erode valuable lands, pose a threat, and threaten adjacent structures. . Therefore, the variability of rivers creates many problems for human societies, especially with regard to the efforts made to regulate or control rivers. In addition, these unintended consequences of human activities can lead to unfavorable results (Khairizadeh Arough, ۲۰۱۶: ۴). Khiav Chai river basin is one of the basins of Qarasu river in Ardabil province, which is located in the northern slopes of Sabalan mountains and has four sub-basins, so this basin, like other basins in the country, is not immune to these problems, so It is important to study the morphological changes of river canals in order to find a suitable control solution to solve dynamic problems. Gregory et al. (۲۰۰۸) in an article entitled "Application of river geomorphology for river canal management" state that in the last three decades, there has been significant progress in the application of river geomorphology that can be used as a result of these studies to examine changes. Used an environment in management. Work on river canal management is more concerned with tolerance capacity, global climate change, environmental beauty, ecosystem health and public participation. The application of river geomorphology in the field of river canal changes related to the form and trend, canal change assessment, urbanization, canal construction, mining industry, the effect of engineering works, land use changes, is renewed and rehabilitated. Based on the research results, they have provided additives containing palohydrological inputs for use in river canal management that show how and how geomorphological research can be reviewed by managers. Hancock et al. (۲۰۱۰) used two landscape

evolution models from SIBERIA and CAESAR in southeastern Australia and compared the results of this model in terms of erosion and geomorphological changes and erosion and sedimentation patterns. Hancock et al. (۲۰۱۱) model and simulate the effect of rainfall changes on erosion and duct movement in a study of the South East Australian Basin. In this study, they used the CAESAR cell model, which is able to show the rate of erosion and duct changes. The results show that the sensitivity of the basin to different rainfall patterns is very high. Slight changes in rainfall can lead to high sediment loads, indicating climate change. Batala et al. (۲۰۱۸) analyzed the geomorphological evolution of the natural river channel in the Mediterranean basin of Chile. In this study, the relationship between climate and river morphology has been investigated using remote sensing and satellite images. The results showed that morphological changes such as narrowing of the river canal and loss of vegetation by humans have caused the frequency and magnitude of flood events in this basin. Also, ten-year fluctuations in the Pacific Ocean and climatic activities and reduced discharge have led to river stability and simplification of the river channel drainage pattern.

Methodology

Khiavchai watershed with an area of approximately ۱۳۰۰ hectares, is located on the western edge of Sabalan Mountain, in the south of Meshginshahr city. With eight sub-basins in the geographical range of ۴۷ degrees and ۳۸ minutes to ۴۷ degrees and ۴۸ minutes east longitude and ۳۸ degrees and ۱۱ minutes to ۳۸ degrees ۲۳ minutes north latitude, with a maximum altitude of ۴۵۶۰ meters above sea level at the location of Kasra peak in the southern heights The basin and the minimum height of ۱۳۷۵ meters is located at the exit of the basin at the location of Pol-e-Soltan hydrometric station. Khiavchai is the main river in this basin, which is one of the rivers with a history of landslides that is a real threat to natural resources and residents of the region. Khiavchai River is one of the important tributaries of Qarahsoo River in Meshginshahr city. The river originates from the heights of Hezar Mikh, Ai Qari, Deli Ali, Janvar Daghi and drinks the villages of Dizo, Aghbolagh, Nasrabad, Dastgir, Pashalo, Hajiloo and Meshgin city. The river was fed by springs and flows from south to north. The length of Khiavchai river is about ۳۵ km and the average slope of its bed is ۸٪ in mountainous areas and ۴٪ in the plains and in the direction of south-north river flow (Farhang-e-Roods, ۲۰۰۵: ۲۷). Figure (۱) shows the geographical location of the study area. In order to study the morphology of Khiavchai river channel, it is necessary to use some variables and hydraulic parameters. In this regard, HEC - RAS hydrodynamic model was used as one of the most common models. The HEC-RAS model can perform water level profile calculations for variable constant flow in rivers and artificial canals in underground, supercritical and mixed flow regimes. The calculation of water surface profiles from one section to other sections is done by solving the energy equation as a standard step by step (Bruner, ۲۰۱۰: ۲۷). Flow data for HEC-RAS include flow regime, flow information, baseline conditions and boundary conditions (Maroud, ۲۰۰۴: ۲۹). For steady flow variable constant flow, the main method for calculating water level profiles between sections is called the direct phase method. The main computational method is based on iterative solution of energy equation. According to the flow and height of the water level in a cross section, the purpose of the standard step method is to calculate the height of the water level in the adjacent cross section. The energy equation (Bernoulli equation) is expressed as follows (Center for Hydrological Engineering, ۲۰۱۰, Chapter ۲: ۲).

Discussion

• Simulation results in HEC-RAS

By sending information obtained from different layers of GIS to HEC-RAS and by entering other desired information such as discharge with different return periods, roughness coefficients and flow boundary conditions, this model will be able to calculate the water level at each section for return periods. Extracted the longitudinal profiles of the studied periods, its average slope, flow velocity distribution, critical water depth, wetting surface and environment, hydraulic radius, mean depth, landing number and type of flow regime at different sections and flooding levels. Due to the provision of basic geometric information in GIS, the application of the combination of HEC-RAS and GIS has a high capability in the management of flood plains in the basin. Figure (۴-۱) shows the water level profile of the Khiavchai watershed. The results showed that due to the introduction of separate flows for each interval and the ability of HEC-RAS software to calculate the water level profile in a step-by-step manner at the junction of water level intervals, it has been simulated correctly. It is natural that the larger the flood discharge, the more the surface will be submerged. What is important is the ratio of the

extent of these changes in the value of the marginal lands, because this information can be very useful and instructive in the management plans of the riverside lands. Figures (۴-۲) and (۳-۴) show the longitudinal profile of the basin and the velocity values in the flood zones.

Khiavachai River flood zoning

Flood zoning maps for different return periods are one of the most common maps used to show potential hazards in floodplains. In this study, three sections of Khiavachai River were investigated for flood zoning for different return periods. The HEC-RAS hydrodynamic model was used to simulate the floods of the Khiavachai River channel. Pre-processing and post-processing of this data was done in GIS software environment. Figure (۴-۴) shows a simulation of the Khiavachai River with a ۲۰-year return period and Figures (۴-۵ and ۴-۶) show a flood zonation map at a ۲۰-year return period.

Create Tin and input layers to RAS

The Tin layer is the basis for extracting the alignment lines and the required RAS layer. In fact, the more accurate the altitude figure obtained by the river, the closer the resulting three-dimensional model will be to reality. In this study, a ۱:۲۰۰۰ topographic map was used and the results showed that the tin obtained from the digital map is able to bed Simulate the flood around the river well and be a good reference for research and creation of subsequent layers. Figure (۴-۷) shows an irregular trigonometric lattice map (Tin) in the three studied intervals. The geomorphology of the region in the first and third periods has a major role in the rate of flooding along the river. In the first period, floodplains have not expanded due to the narrowness of the floodplain. In the interval, (one) most parts of the flood plain are covered with a twenty-five-year return period, and only some forms of the river channel, such as sedimentary ridges and terraces, appear as islands. In the second period, floodplain areas are increased by increasing the width of the floodplain. In the second interval, the factor that plays a role in the rate of flooding along the river is the physiological features of the floodplain. For example, the branching fan cone of the right-hand side of the Khiavachai River has reduced flood zones in the agricultural sector. In addition, the mountains along the river act as a barrier against flooding. On the contrary, because the floodplain is so wide, the floods are so wide. In the vicinity of Meshginshahr villages, flooded areas increase significantly. At this distance, the flood with a return period of ۲۰ years, the width of the flood area reaches more than one kilometer. Downstream parts of the river are floods with higher return periods. In the downstream areas of the Khiavachai River, floods with higher return periods cause floods to spread over a wide area. The section increases the width of the flood plain. One of the important points in the second and third periods is that the width of the flood zones is large. The human factor (over-harvesting of sand) has caused dredging in the floodplain, which even floods with a fifty-year return period are not able to overflow and has cut the connection between the floodplain and the river channel. -۸).

Analysis of the rose model

Xiaochai River is interrupted by combining and separating the parts of the first stages and is in harmony with the main types of Rozgan River. Each major period is reclassified into sub-periods based on local factors and changes. In the first period, due to the geological factor, the width of the flood plain fluctuates more and the whole basin of a flood plain is covered by floods with a return period of twenty-five years or floods with a return period of fifty years while increasing the depth, speed and energy of the riverbed. Covers coarse-grained sediments such as rubble and debris and forms an armoring bed. The figures (۴-۹ to ۴-۱۰) show the cross sections in the three studied intervals, respectively. According to the obtained results, the maximum width of flood zones for different periods can be observed in the second and third periods. In the first period, due to the narrowness of the canal, the width of floodplains in this period has been reduced. The use around Khiavachai River is more than agriculture. Analytical results of Rozgan model (Xiao Chai river) According to the studies performed in this study, it shows that in the first and second period, the width of the flood plain is low due to the control of geological variables as well as topography. This is what caused the riverbed to be in the Armwing type range. Also, considering that the width-depth ratio in these intervals was ۲,۷۰ and ۱۴,۶۵, respectively, and many parts of these intervals are located in C and B floors. However, the second period, with field operational studies conducted from different parts of the Khiavachai River, shows that in this period, the material

of the riverbed can be seen in two different types. In the upper part of these intervals, it is of rubble and gravel type, and in the final part of this interval, the bed material is seen as sandstone. Many sections of this interval are located on floor C^۳.

Conclusion

In the present study, the geomorphological evolution of the Khiavachai River channel was investigated using the Rozgan hierarchical model and the HEC-RAS model. According to the geomorphology of the region, Khiavachai River was divided into three sections. In terms of appearance and based on the classifications of Khiavachai River in the study area, it is a meandering river. According to the results of Rozgan classification, the first section of the river is located in the C^۴ floor and the bed material of the river is rocky. The second period is located on the C^۳ floor, in which there is a slight curvature between the surrounding villages and the bed material is sandstone. The third interval is located on the B^۳ floor and the bed material in this interval is of three different types of rubble, gravel and sandstone. The results of Rozgan model analysis showed that the first period due to the geological factor fluctuates the width of the flood plain more and the whole basin of a flood plain is covered by floods with a return period of ۲۰ years. In the second and third periods, the flood zones widen, and the human factor (over-harvesting of sand) has caused a depression in the floodplain. According to the obtained results, the flood-prone areas between the villages of Meshginshahr increase significantly and the width of the flood-prone area reaches more than one kilometer with a return period of ۲۰ years. Therefore, factors such as slight depression of the canal, very gentle slope and wide width of the flood plain and low and low altitude of the downstream parts of the Khiavachai River increase the width of the flood plain. Also, land use change and flood conversion of river plains to agricultural lands and not paying attention to the river area and encroaching on the river floodplain have increased the potential for flood risk and as a result, more villages are vulnerable, especially in the flood zone with a ۲۰-year return period. Therefore, humans have directly and indirectly changed the amount of water and sediment entering the river and has led to changes in the geometry of the channel such as changing the width and depth of the river. Cross sections in the three studied intervals showed that the maximum width of flood zones for different periods can be seen in the second and third periods and in the first period due to narrowing of the duct, the width of flood zones in this period has been reduced. The study of flood risk zone with different return periods showed that the higher the return period is considered, the wider the area of land is affected by the flood. Therefore, the results of the HEC-RAS model indicate the ability of the model to determine the hydraulic status of the flow in the studied intervals.

Keywords: "River Classification", "Flood Zones", "HEC-RAS Hydrodynamic Model", "Rosgen Model".