جغرافیا و روابط انسانی، زمستان ۱٤۰۱، دوره۵، شماره۳، صص۳۱۷-۲۸۳

ارزیابی و تحلیل میزان تغییرات بستر رودخانه خیاوچای در مقاطع مختلف با استفاده از مدل اتومای سلولی

فریبا اسفندیاری درآباد * [۱]، بهروز نظافت تکله[۲]

۱- استاد دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی،گروه جغرافیای طبیعی، اردبیل، ایران

esfandyari@uma.ac.ir، ۰۹۱۲۰۵۰۳۲۸۱

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

تاریخ دریافت:۱٤۰۱/۱۰/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۱۰/۲۹

چکیده

تغییرات بستر رودخانه، فرسایش و رسوب‌گذاری فرایندهای طبیعی رودخانه هستند که هر کدام به نوبه خود باعث تخریب زمین‌های اراضی و خسارات بسیار زیادی به تاسیسات انسانی می‌گردند. رودخانه به‌عنوان سیستمی در حال توسعه، مکان و ویژگی‌های مورفولوژیکی خود را همواره برحسب بازه زمان، فاکتورهای ژئومورفیک، زمینشناسی، جریانات آبی و بعضا در اثر مداخلات انسانی تغییر می‌دهد. هدف از این تحقیق، ارزیابی و تحلیل میزان تغییرات بستر رودخانه خیاوچای در مقاطع مختلف با استفاده مدل اتومای سلولی در استان اردبیل می‌باشد. بدین منظور جهت شبیه‌سازی تغییرات از مدل اتومای سلولی استفاده شد. مدل CAESAR یک مدل تکامل یافته سلولی رودخانه است. در این مدل برای مدل‌سازی، داده‌های ورودی مانند توپوگرافی، دبی روزانه سال (۱۳۹٤) و اندازه رسوبات بستر رودخانه تهیه و در مرحله بعد تغییرات مجرا شبیه‌سازی شد. 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. هم‌چنین تغییرات بستر رودخانه در بازه دوم و سوم مقاطع ٤٤ و ٦۰ به ترتیب برابر ۱ متر و ۲ متر را نشان داد که در این مقاطع حداقل و حداکثر میزان تغییرات قابل مشاهده است. بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود بر اساس نتایج حاصله بیش‌ترین میزان تغییرات بستر رودخانه خیاوچای در بازه سوم و نزدیک مناطق مسکونی رخ داده است. در این جهت پیشنهاد می‌شود برای جلوگیری از افزایش تغییرات بستر رودخانه مداخلات انسانی در بازه سوم به حداقل خود برسد.

کلیدواژگان: "ارزیابی،"تغییرات بستر رودخانه،" خیاوچای،"مدل اتومای سلولی،"

شاپا الکترونیکی:3851-645 doi: 10.22034/GAHR.2023.380708.1792

مقدمه

رودخانه به‌عنوان سیستمی در حال توسعه، مکان و ویژگی‌های مورفولوژیکی خود را همواره برحسب بازه زمان، فاکتورهای ژئومورفیک، زمین‌شناسی، جریانات آبی و بعضا در اثر مداخلات انسانی تغییر می‌دهد (رضایی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۱). در واقع به‌طور عادی، تعدیل چشم‌انداز 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 پوشش‌گیاهی است .(Fryirs and Brierley, 2005) تغییرات و تکامل رودخانه‌ای به صورت فرسایش یا رسوب‌گذاری در بستر، از بین بردن دیواره‌ها، تغییر بستر جریان تغییر و جابجایی پیچان‌رودها و تغییر در فرم رودخانه آشکار می‌گردد (Schumm, 2005). به عبارتی این تغییرات باعث تحمیل تغییرات بسیار زیادی در اطراف رودخانه و ایجاد مشکالات طبیعی و خسارات جانی و مالی انسانی می‌شود (Gregory, 2006). بنابراین در زمینه شبیه‌سازی و تحول سیستم‌های رودخانه ای مدل‌های بسیار زیادی ارائه گردیده است که یکی از آن‌ها مدل‌های اتومای سلولی می‌باشد. به عبارتی اصول و مبنای مدل‌سازی به صورت اتومای سلولی اصول در علم ژئومورفولوژی به این صورت است که لندفرم‌ها توسط شبکه‌ای از سلول‌ها و فعل و انفعالات بین آن‌ها با استفاده از قوانین ساده و بر اساس کنترل‌های فیزیکی نمایش داده می‌شوند (Nicholas. 2005). مزایای مدل سلولی سزار شامل سرعت، فضای گسسته، محلی بودن و موازی بودن می‌باشد (فهیمی فر و همکاران، ۱۳۸۵). در نهایت برای اولین بار مدل اتومات سلولی در دهه ۱۹٤۰ و ۱۹۵۰ برای شبیه‌سازی سیستم‌های پیچیده در فیزیک و زیست‌شناسی به‌کار رفت و سپس در دهه ۱۹۷۰ در سایر حوزه‌های مطالعاتی دیگر مورد استفاده قرار گرفت (رضازاده و میراحمدی، ۱۳۸۸).

یکی از فاکتورهای مشخص‌کننده انواع رودخانه‌ها نقش فاکتور انسانی در روند تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌ها می‌باشد که علاوه بر شرایط عادی و طبیعی رودخانه، نقش انسان در تغییرات بستر رودخانه و تاثیرگذاری آن در عمل فرسایش به صورت کاملا مشخص قابل مشاهده است. به عنوان مثال می‌توان به کانال‌سازی، تجاوز به حریم رودخانه، برداشت رسوبات معدنی، تغییر کاربری اراضی اطراف رودخانه اشاره کرد. مورفولوژی سیستم‌های رودخانه‌ای در ارتباط و تحت تأثیر فرآیندهای حاکم بر آن از قبیل ویژگی‌های آب و هوایی، هیدرولوژیکی، هیدرولیکی، وضعیت فرسایش و رسوب‌گذاری و نیز مشخصه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی محیط رودخانه‌ای و حوضه بالادست آن می‌باشد. شناخت و تبیین خصوصیات و آثار متقابل فرم و فرآیندهای حاکم در سیستم‌های

رودخانه‌ای که به شناسایی رفتار رودخانه‌ها در محدوده‌های زمانی و مکانی منجر می‌گردد از اهمیت شایان توجهی در طراحی و توسعه مدل‌های مفهومی مرتبط با محیط‌های رودخانه‌ای برخوردار می‌باشد (حاجی بیگلو و همکاران، ۱۳۹۲). در این رابطه، مورفولوژی یا ریخت‌شناسی رودخانه به مطالعه شکل و ساختمان رودخانه‌ها می‌پردازد. مورفولوژی رودخانه‌ها به واسطه فاکتورهای مختلف طبیعی (شیب مجرای رودخانه، دبی جریان، مواد تشکیل دهنده بستر و کناره‌ها، فراوانی و بزرگی سیلاب و ...) و انسانی دستخوش تغییر و دگرگونی می‌گردند. ارزیابی این تغییرات حادث شده در ویژگی‌ها و وضعیت یک پدیده، از طریق نظارت و مشاهده آن در زمان‌های گوناگون را آشکارسازی تغییرات می‌نامند (فانگ و لدرو ، ۱۹۹۸).

رودخانه خیاوچای یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های استان اردبیل به حساب می‌آید رودخانه خیاوچای از نقطه اتصال رودخانه‌های بالای روستاهای دیزو و مویل در جنوب مشگین شهر شروع شده و جریانات جاری در روستای مویل یکی از مهمترین شاخه‌های خیاوچای است. این رودخانه از مسیری در حدود پانزده کیلومتری شرق شهر توریستی مشگین‌شهر عبور می‌کند. بسیاری از شاخه‌ها به رودخانه خیاوچای متصل می‌گردند. هم‌چنین، به‌دلیل مرتفع بودن منطقه، شیب منطقه 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. تغییرات مداوم از اصول دقیق و کامل بر هر رودخانه‌ای می‌باشد که همگام جریان یافتن و رسوب در بستر آن، تغییر و جابه‌جایی در سایر مشخصات هندسی رودخانه به‌وقوع می‌پیوندد. از طرف دیگر، خود کنترلی و تغییرپذیری مجرای بستر رودخانه‌ها می‌تواند خطراتی را به‌صورت سیلاب‌ها، فرسایش کناره ای یا بهم ریختگی بستر رودخانه ایجاد کنند به همین علت است که جابه‌جایی کناره و مقاومت رودخانه‌ها از نظر ژئومورفیکی، مهندسی و اکولوژیکی مورد توجه خاص می‌باشند. جابه‌جایی مجرای رودخانه بعث فرسایش زمین‌های مرغوب گردد. به عبارتی به‌عنوان نمونه یک مخاطره مطرح شده و سازه‌های مجاور را تهدید کند و برای جوامع بشری خطراتی ایجاد نماید (خیری‌زاده آروق، ۱۳۹۷).

مرور پیشینه‌ها

در این راستا مطالعات متعددی انجام شده است که میتوان به پژوهش خالقی و همکاران (۱۳۹۵)، به‌منظور ارزیابی و شبیه‌سازی میزان تغییرات و فرسایش در رودخانه حوضه آبریز لیقوان‌چای با استفاده از مدل CAESAR پرداختند. ایشان به این نتیجه رسیدند که با مدل CAESAR می‌توان میزان فرسایش و رسوب‌گذاری در حوضه و مجرای

رودخانه را مشخص نمود. مزیدی و همکاران (۱٤۰۰)، تعیین اقلیم استان کرمان با استفاده از روشهای منحنی آمبروترمیک، ضریب خشکی دومارتن، اقلیم نمای آمبرژه پرداختند. نتایج نشان داد که با توجه به منحنی آمبروترمیک تقریبا تمام طول سال بجز ماه های (دسامبر، نوامبر، اکتبر، فوریه، ژانویه) خشک است. مقدار عددی ضریب خشکی دومارتن با درنظر گرفتن دو پارامتر بارندگی و دمای متوسط سالانه، ۷ و ۸ (محدوده کمتر از ۱۰) میباشد بنابراین اقلیم منطقه خشک میباشد. خالقی و همکاران (۱٤۰۰)، به ارزابی و شبیه‌سازی 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 ٤ و ٦ و ۲ کانال و شکل کانال در کلیه مقاطع مشاهده گردید.

باقرآبادی (۱٤۰۱)، بررسی تغییرات اقلیمی شهر کرمانشاه با استفاده از روش‌های ضریب خشکی دومارتن، منحنی آمبروترمیک و اقلیم نمای آمبرژه در بازه‌ی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹ پرداخت . ایشان به این نتیجه رسیدند که توسط بارندگی کرمانشاه در بلند مدت و در طول سه دهه تغیرات فروانی داشته و بیشتر متوسط بارندگی‌ها کمتر از میزان استاندارد بوده اما در بعضی سال‌ها بارندگی بیشتر از میزان استاندارد است. اسفندیاری درآباد و همکاران (۱٤۰۱)، به‌منظور شبیه‌سازی 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. هم‌چنین 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. هنکوک و همکاران (۲۰۱۰)، مدل‌های اتومای سلولی CAESAR و SIBERIA را در جنوب کشور استرالیا استفاده کردند. این پژوهشگران به این نتایج دست یافتند که این مدل‌ها را در زمینه فرسایش، رسوب‌گذاری، تغییرات بستر رودخانه با یکدیگر مقایسه کردند. ویجسکارا و همکاران (۲۰۱۰)، به ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل CAESAR و اثرات تغییرات کاربری اراضی مورد مطالعه قرار دادند. هنکوک و همکاران (۲۰۱۱)، به‌منظور مدل‌سازی فرسایش و حرکت مجرا با استفاده از مدل اتومای سلولی CAESAR پرداختند. ایشان به این نتایج دست یافتند که حساسیت حوضه به الگوهای بارش زیاد بوده که نشان از تغییرات آب و هوای دارد. زیلیانی و همکاران (۲۰۱۳)، به‌منظور کاهش میزان پیچیدگی مدل‌سازی در رودخانه‌های گیسویی، به ارزیابی مدل اتومای سلولی CAESAR از طریق آنالیز حساسیت و اعتبارسنجی پرداختند. این محققین به این نتایج رسیدند که این مدل توانایی تولید تغییرات مورفولوژیکی بازه و بار رسوبی سالانه دارا می‌باشد. هنکوک و همکاران (۲۰۱۷)، به بررسی ارزیابی و حساسیت بارندگی در شمال استرالیا در بر

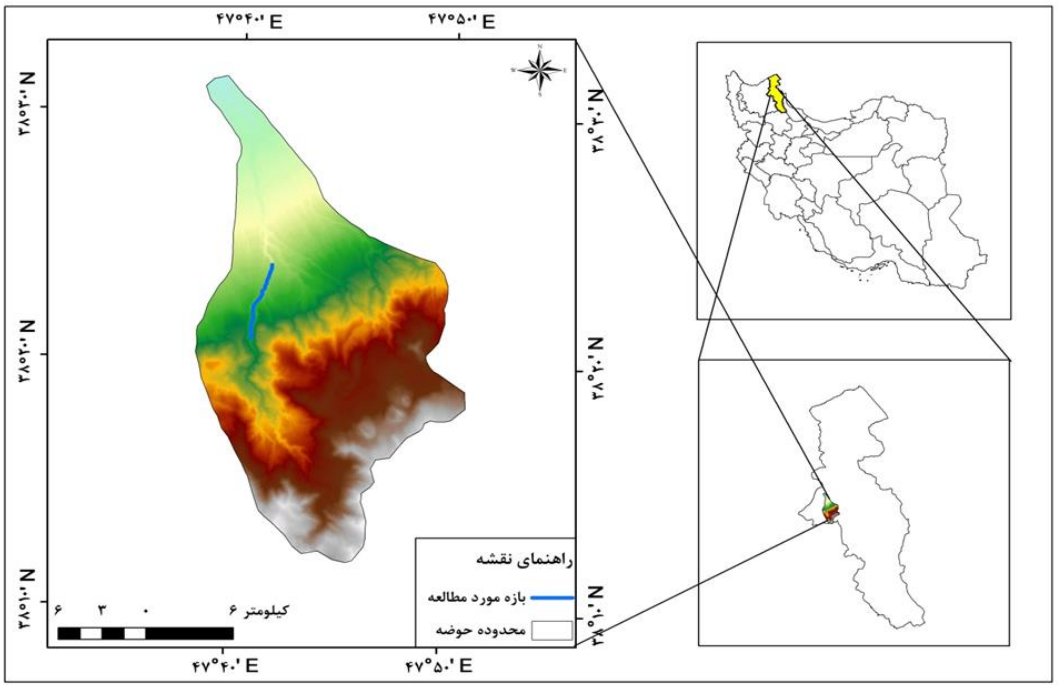
روی خروجی رسوب در یک دوره صد ساله در حوضه معدن کاوی شده با استفاده از مدل CAESAR Lisflood پرداختند. ایشان به این نتیجه رسیدند که هر تغییر در بارش روی حمل رسوب و شکل فرسایش و تکامل چشم انداز موثر است. رازی و همکاران (۲۰۱۸)، به‌منظور بررسی سیلاب‌های رودخانه بر اساس مدل هیدروژئومورفولوژیکی HEC-RAS در رودخانه سمبرونگ پرداختند. از مطالعات ایشان این نتایج حاصل گردید که نزدیک ۳۳ ایستگاه در اطراف رودخانه با خطر وقوع سیلاب و خسارات ناشی از آن روبه رو می‌باشند.

هدف از این پژوهش، ارزیابی و تحلیل میزان تغییرات بستر رودخانه خیاوچای در مقاطع مختلف با استفاده مدل اتومای سلولی در استان اردبیل می‌باشد.

روش‌شناسی

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز خیاوچای به وسعت تقریبی ۱۳۰۰ هکتار، در حاشیه غربی کوه سبلان، در جنوب شهرستان مشکین‌شهر قرار گرفته است، از نظر تقسیمات سیاسی بخشی از استان اردبیل و از لحاظ تقسیمات جاماب از زیر حوضه‌های آبخیز بزرگ خزر محسوب می‌شود؛ که با هشت زیر حوضه در محدوده جغرافیایی ٤٧ درجه و ٣٨ دقیقه تا ٤٧ درجه و ٤٨ دقیقه طول شرقی و ٣٨ درجه و ١١ دقیقه تا ٣٨ درجه ٢٣ دقیقه عرض شمالی، با بیشینه ارتفاع ٤٥٦٠ متر از سطح دریا در محل قله کسری در ارتفاعات جنوبی حوضه و کمینه ارتفاع ١٣٧٥ متر در محل خروجی حوضه در محل ایستگاه هیدرومتری پل سلطان واقع شده است شکل (١).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی رودخانه خیاوچای در استان اردبیل (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۱)

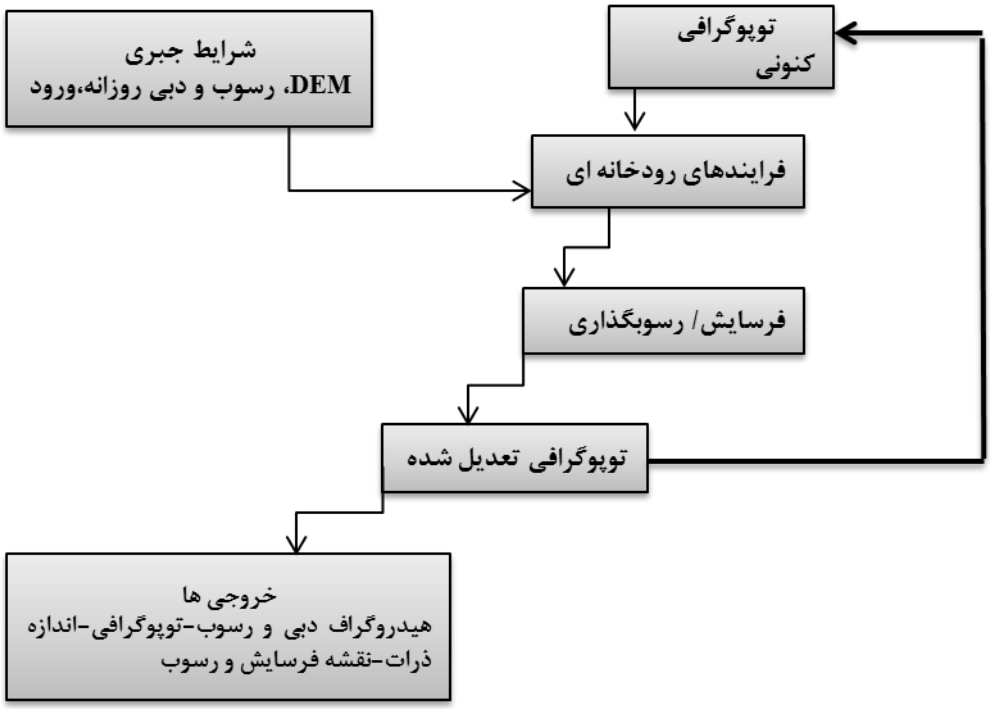
مواد و روش

نقشه‌های زمین‌شناسی۱:۱۰۰۰۰۰، نقشه‌های توپوگرافی۱:۵۰۰۰۰، ۱:۲۵۰۰۰ داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک، باران‌سنجی، دبی‌سنجی از اساسی‌ترین داده‌های پژوهش حاضر محسوب می‌شود که از سازمان آب منطقه‌ای استان اردبیل تهیه گردید.

شبیه‌سازی تغییرات بستر رودخانه خیاوچای با استفاده از مدل اتومای سلولی

به‌منظور بررسی قابلیت اتومای سلولی در شبیه‌سازی تغییرات مورفولوژیکی سیستم رودخانه‌ای در بازه رودخانه خیاوچای، 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 مورداستفاده در مدل ۱ تا ۲۵۷ 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 خیاوچای، مدل ارتفاعی رقومی (با اندازه سلولی ٤ 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 موردمطالعه موردنیاز است نمودار (۱).



نمودار ۱. طرح کلی اجرای مدل سزار (گروه تحقیق هیدرولوژی و دینامیک حوضه رودخانه در انگلستان،۲۰۰٦)

تصحیح مدل رقومی ارتفاع (DEM)

ابتدا مدل رقومی ارتفاع ٤ متری مربوط به بازه مورد مطالعه با توجه به محدوده حوضه خیاوچای تهیه شد و سپس بر اساس تطبیق و آنالیز داده‌های برداشت‌شده در نرم‌افزارش ArcGis، مدل رقومی ارتفاع اصلاح و نهایی

شد. ازآنجایی‌که 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[1] می‌پذیرد.

توزیع اندازه ذرات رسوبی رودخانه **خیاوچای**

توزیع اندازه ذرات رسوبی دربرگیرنده ذراتی به‌اندازه ۱ تا ۲۵۷ 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 (۰/۰۰۰۰۰۴۰۸) به‌عنوان رسوبات معلق در نظر گرفته‌شده‌اند. جدول (۱).

جدول ۱. نسبت اندازه ذرات به‌کار رفته از رسوبات رودخانه خیاوچای در مدل سزار

ردیف	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
رسوب (میلی‌متر)	۱/۵۸	۲/۱۱	۲/٤۱	٥/۳۰	٦/۲۸	٦/۹٦	۸/۸٤	۲۰/۲٦	٥۱/۹۱
دبی (متر بر ثانیه)	۰/٥۱	۰/۷٦	۰/۷۰	۰/٤۹	۰/۷۱	۰/۷٤	۰/٥۰	۰/٦۷	۰/۹٦

(منبع: نگارندگان، ۱۴۰۱)

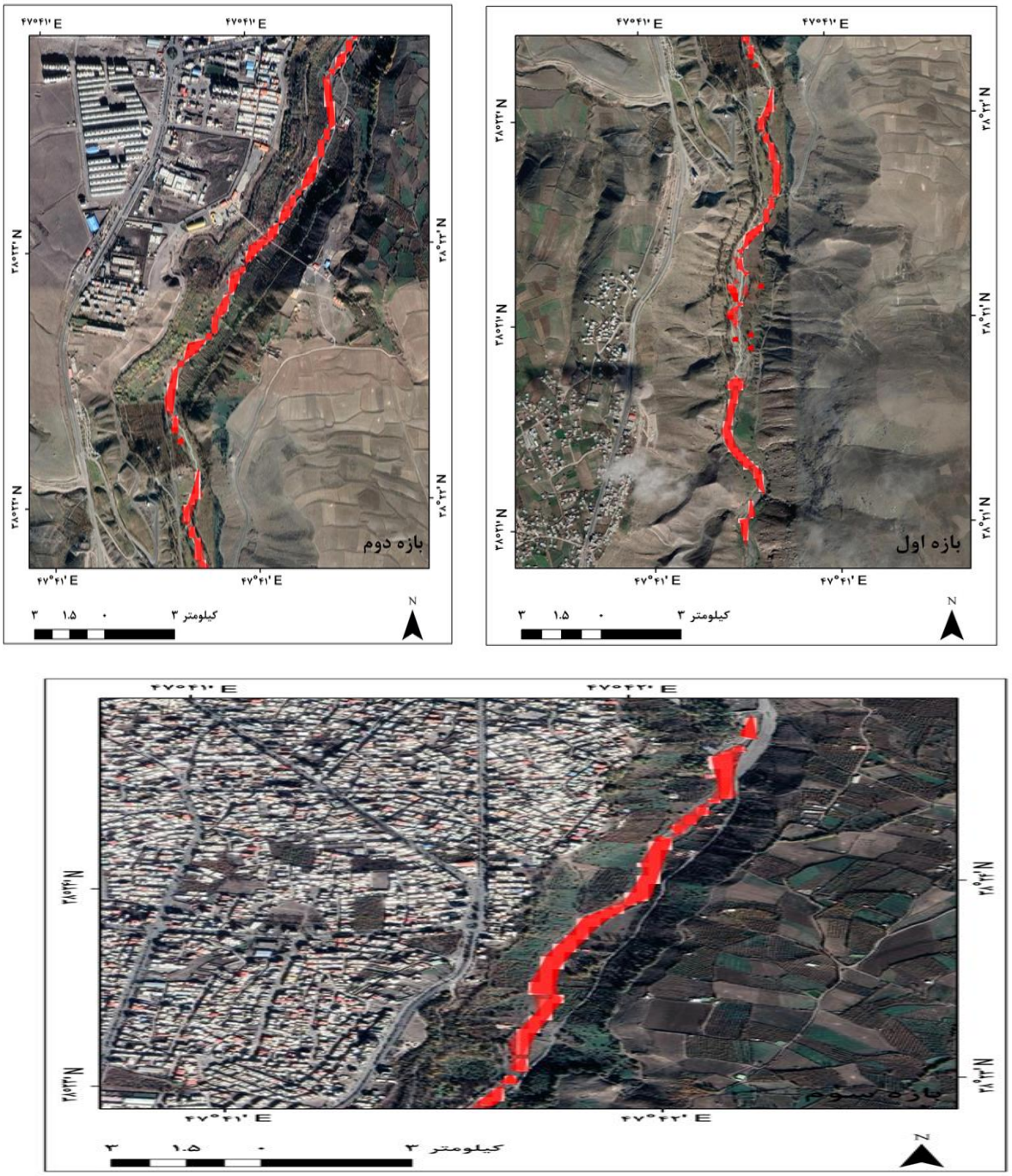
نتایج و یافته‌ها

بر اساس نتایج حاصله مقاطع مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت.

بازه‌های ایجاد شده رودخانه خیاوچای

در این تحقیق رودخانه خیاوچای برای بررسی دقیق‌تر به ۳ بازه تقسیم‌بندی شد.

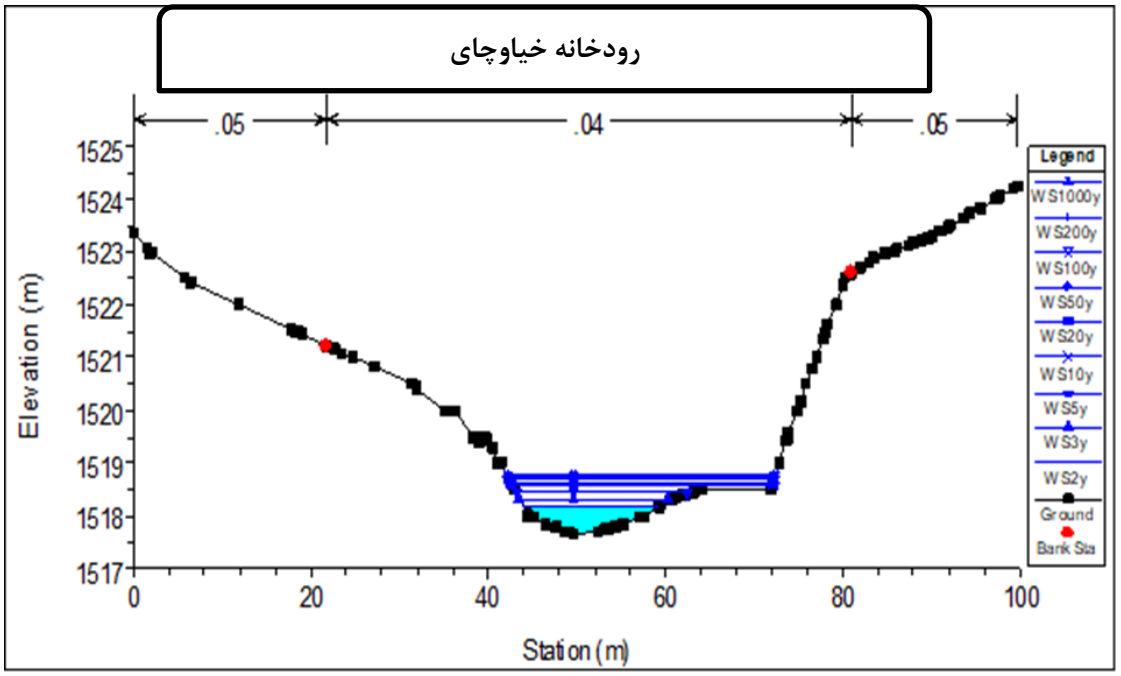
1-Raster and ascii



شکل ۲. میزان سیل‌گیری رودخانه خیاوچای در بازه‌های ۱، ۲، ۳ (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۱)

مقطع عرضی شماره ۲۲ بازه اول

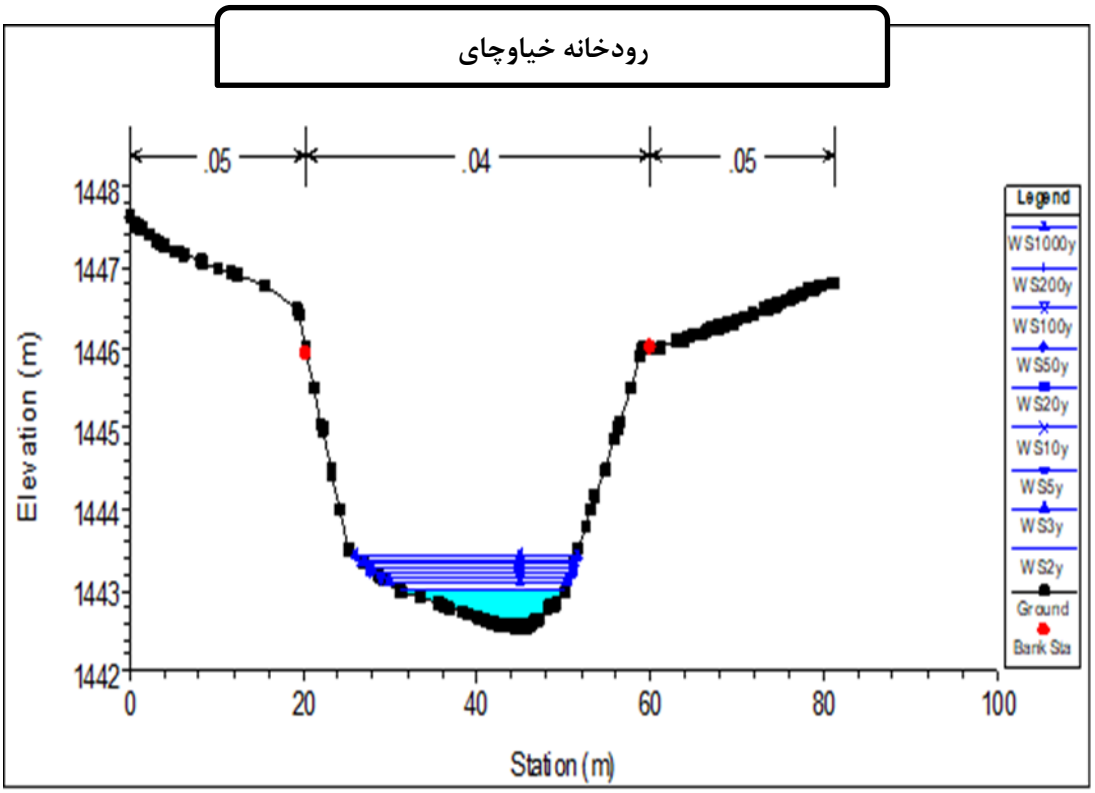
نمودار (۲)، نتایج مقطع عرضی شماره ۲۲ رودخانه خیاوچای را در بالادست بازه اول نشان می‌دهد. براساس نمودار فوق، بالاترین مقدار میانگین عرض پهنه سیلابی با توجه به پروفیل عرضی مربوط به دوره بازگشت ۲۰۰ سال و ۱۰۰۰ سال می‌باشد. بر اساس تلفیق نتایج مدل اتومای سلولی (CAESAR) در این مقطع میزان تغییرات در ارتفاع ۱۵۱۸ متر تا ۱۵۲۰ متر قابل مشاهده است که بیش‌ترین میزان فرسایش در این قسمت رخ داده است.



نمودار ۲. مقطع عرضی (شماره ۲۲) به همراه عمق سیل‌گیری در بالا دست بازه اول رودخانه خیاوچای برای دوره بازگشت‌های مختلف (منبع: نگارندگان، ۱۴۰۱)

مقطع عرضی شماره ٤٤ بازه دوم

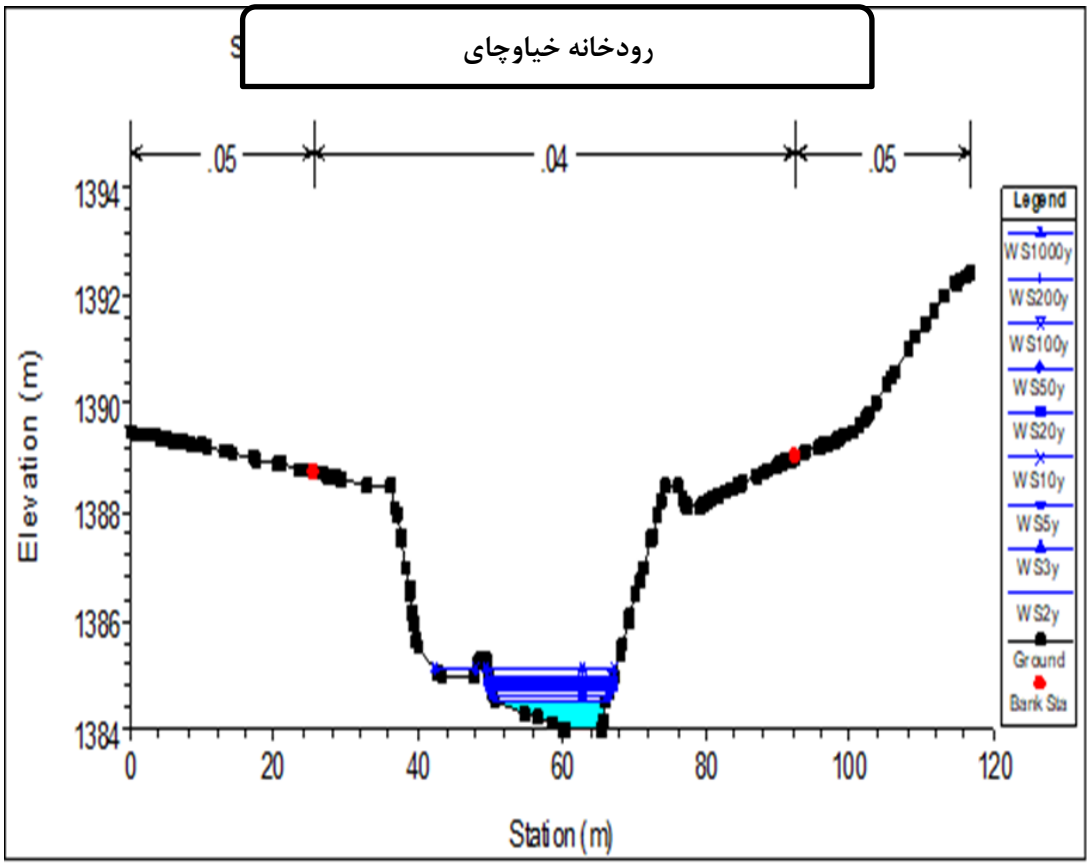
نمودار (۳)، نتایج مقطع عرضی شماره ٤٤ رودخانه خیاوچای را در بالادست بازه دوم نشان می‌دهد. براساس نمودار فوق، بالاترین مقدار میانگین عرض پهنه سیلابی با توجه به پروفیل عرضی مربوط به دوره بازگشت ۱۰۰۰ سال می‌باشد. بر اساس تلفیق نتایج مدل اتومای سلولی (CAESAR) در این مقطع میزان تغییرات در ارتفاع ۱٤٤۲/۵ متر تا ۱٤٤۳/۵ متر قابل مشاهده است که بیش‌ترین میزان فرسایش در این قسمت رخ داده است.



نمودار ۳. مقطع عرضی (شماره ٤٤) به همراه عمق سیل‌گیری در بالا دست بازه دوم رودخانه خیاوچای برای دوره بازگشت‌های مختلف (منبع: نگارندگان، ١٤٠١)

مقطع عرضی شماره ٦٠ بازه سوم

نمودار (٤)، نتایج مقطع عرضی شماره ٦٠ رودخانه خیاوچای 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 ١٠٠٠ سال می‌باشد. بر اساس تلفیق نتایج مدل اتومای سلولی (CAESAR) در این مقطع میزان تغییرات در ارتفاع ١٣٨٤ متر تا ١٣٨٦ متر قابل مشاهده است که بیش‌ترین میزان فرسایش در این قسمت رخ داده است. بر این اساس بشترین میزان رسوب گذاری نیز در این بازه نسبت به سایر بازه‌ها بیشتر قابل مشاهده است.



نمودار ٤. مقطع عرضی (شماره ٦٠) به همراه عمق سیل‌گیری در بالا دست بازه سوم رودخانه خیاوچای برای دوره بازگشت‌های مختلف (منبع: نگارندگان، ١٤٠١)

نتیجه‌گیری و بحث

بنابراین براساس نتایج حاصله نتیجه‌گیری می‌گردد با توجه به شبیه‌سازی تغییرات بستر و سیلاب رودخانه خیاوچای با استفاده از مدل مدل اتومای سلولی (CAESAR)، این نتایج حاصل گردید که نشان‌دهنده تغییرپذیری مکانی بسیار بالای خطر سیلاب و تغییرات بستر رودخانه خیاوچای می‌باشد. این تغییرپذیری از شرایط ژئومورفولوژیکی متغیر در امتداد رودخانه نشات می‌گیرد. نتایج حاصله از مدل CAESAR نشان می‌دهد که شبیه‌سازی تغییرات رودخانه قبل و بعداز شبیه‌سازی در مقطع شماره ۲۲ در بازه اول به مقدار ۱۵۱۸ الی ۱۵۲۰ متغیر بوده است که این امر تغییرات بستر رودخانه در حدود ۲ متر را نشان می‌دهد. در شبیه‌سازی مقطع عرضی شماره ٤٤ بازه دوم میزان تغییرات بستر رودخانه در حدود ١٤٤٢/٥ الی ١٤٤٣/٥ متر بوده است که میزان تغییرات ۱ متر را نشان می‌دهد. مقطع عرضی شماره ٦٠ نیز حدود ۲ متر را نشان می‌دهد که این مقطع در بازه سوم بیش‌ترین تغییرات بستر رودخانه

را به خود اختصاص داد. مطالعات فوق مانند تحقیق حاضر به نتایج مشابهی دست یافتند هنکوک و همکاران (۲۰۱۷)، به بررسی ارزیابی و حساسیت بارندگی در شمال استرالیا در بر روی خروجی رسوب در یک دوره صد ساله در حوضه معدن کاوی شده با استفاده از مدل CAESAR Lisflood پرداختند. ایشان به این نتیجه رسیدند که هر تغییر در بارش روی حمل رسوب و شکل فرسایش و تکامل چشم انداز موثر است. خالقی و همکاران (۱٤۰۰)، به ارزابی و شبیه‌سازی 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 ٤ و ٦ و ۲ کانال و شکل کانال در کلیه مقاطع مشاهده گردید. بنابراین پیشنهاد می‌شود برای جلوگیری از تغییرات بیشتر بستر رودخانه خیاوچای باید از مداخلات انسانی در بازه سوم تا حداکثر ممکن جلوگیری شود.

منابع

اسفندیاری درآباد، ف.، نظافت تکله، ب.، پاسبان، ا. ح. (۱٤۰۱). شبیه‌سازی مورفولوژیکی وقوع سیلاب در رودخانه نوران‌چای با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS. پژوهش های فرسایش محیطی، ۱۲ (۳) :۱۹۰-۲۱۰.

باقرآبادی, ر. (۱٤۰۱). بررسی تغییرات اقلیمی شهر کرمانشاه با استفاده از روش‌های ضریب خشکی دومارتن، منحنی آمبروترمیک و اقلیم نمای آمبرژه در بازه‌ی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹. جغرافیا و روابط انسانی، ٤(٤)، ۱۷۳- ۱۸۵.

خالقی س، حسین زاده م. م.، فتح اله اتی کندی، پ. (۱٤۰۰). شبیه سازی تغییرات رودخانه کلیبرچای با استفاده از مدل سزار (CAESAR). تحلیل فضایی مخاطرات محیطی; ۸ (۲) :۱۷۸-۱٦۵.

خالقی، س.؛ روستایی، ش.، خورشید دوست، ع. م.، رضایی مقدم، م. ح.، قربانی، م ع. (۱۳۹۵). قابلیت اتومای سلولی در شبیه سازی میزان تحول و فرسایش در سیستم رودخانه ای (مطالعه موردی: حوضه آبریز لیقوان). نشریه جغرافیا و برنامه ریزی، شماره ۵۸ :۱۳۸-۱۱۹.

خیری‌زاده اروق، م؛ رضائی مقدم، م. ح.، دانش‌فراز، ر.، رجبی، م. (۱۳۹۷). تحلیل مورفولوژیکی مجرای رودخانه زرینه‌رود با استفاده از مدل رزگن. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۵۰، شماره ۱، صص ۱۰۱-۱۲۲.

حاجی بیگلو، م.، دستورانی، م.، قزل سوفلو، ع.، اختصاصی، م.، ۱۳۹۲. تغییرات موفولوژیکی رودخانه و ارتباط آن با فرآیندهای حاکم (مطالعه موردی: رودخانه فیروزه- شاهجوب). نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ٦٦، شماره ۱.

مزیدی, ا، عنایت‌پور، م، حسینی، س. س. (١٤٠٠). تعیین اقلیم استان کرمان با استفاده از روشهای منحنی آمبروترمیک، ضریب خشکی دومارتن، اقلیم نمای آمبرژه. جغرافیا و روابط انسانی, ٤(٢), ٣٥-٤٣. doi: 10.22034/gahr.2021.287987.1565

رضازاده، ر.، میراحمدی. م. (۱۳۸۸). مدل اتوماسیون سلولی، روشی نوین در شبیه سازی رشد شهری. نشریه علمی پژوهشی، فناوری آموزش، سال ٤ (۱)، ٤٨.

رضایی مقدم، م. ح.، ثروتی، م. ر.، اصغری سراسکانرود. ص. (۱۳۹۱). تحلیل وضعیت پایداری مجرای رودخانه قزلاوزن با استفاده از روشهای تنش برشی، شاخص مقاومت نسبی بستر و مطالعات صحرایی. پژوهشهای ژئومورفولوژی کمی، ۱ (۱)، ٤٦-۳۳.

فهیمی فر، ا.، بحری.، م. ع.، بخشایش اقبالی.، ن. (۱۳۸۵). تحلیل فرآیند حرکت و لغزش زمین لغزه ها بر پایه مدل اتومات سلولی، بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین شناسی سازمان زمین شناسی کشور.

Brierley, G. J., Fryirs, K. 2005 . Geomorphology and River Management, Applications of the River Styles Framework. Wiley Blackwell Publishing, Hoboken, New Jersey, US .

Hancock, G.R ; T.J. Coulthard and G.R. Willgoose . 2011. Modelling erosion and channel movement - respose to rainfall variability in South East Australia, 19th international congress on modelling and simulation, 12 –16 December, Perth, Australia, 1874 -1880 .

Hancock, G.R ; D. Verdon -Kidd and J.B.C. Lowry. 2017. Sediment output from a post -mining catchment – Centennial impacts using stochastically generated rainfall. Journal of Hydrology , 544 : 180 –194.

Fung, T., Ledrew, E., (1998), The Determination Of Optimal Threshold Levels For Change Detection Using Various Accuracy Indices, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 54(10)1449-1454.

Gregory, k.j (2006), the Human role in changing River Channels Geomorphology 84, pp277 -296 . Murray, A.B. and C. A. Paola . 1994. Cellular model of braided rivers. Nature . 371 : 54 –57 .

Nicholas, A.P. 2005. Cellular modelling in fluvial geomorphology . Earth Surface Processes and Landforms, 30: 645 -649.

Schumm, S. A., 2005, River Variability and Complexity, First Published, Cambridge University Press, Published in the United States of America.

Ziliani, L.; N. Surian, T.J. Coulthard and S. Tarantola . 2013. Reduced -complexity modeling of braided rivers: Assessing model performance by sensitivity analysis, calibration, and validation. Journal of Geophysical Research: Earth Surface, 118 : 1 -20 .