

تحلیل تأثیر تغییرات کاربری‌های اراضی بر تحولات هیدروژئومورفولوژیک رود کر

زرین فروغی^۱، سیاوش شایان^{۲*} و پرویز کردوانی^۳

^۱ دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ^۲ دانشیار، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس تهران و ^۳ استاد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۱۹

چکیده

در این تحقیق، نقش مداخلات انسانی به‌خصوص تغییرات کاربری اراضی در وضعیت هیدروژئومورفولوژیک رودخانه کر (بالادست سد درودزن-استان فارس) مورد بررسی قرار گرفته است. مراحل انجام تحقیق، در چارچوب روش‌هایی شامل روش هیدروژئومورفولوژیک با استفاده از مدل HEC-HMS به‌منظور بررسی تأثیر تغییرات کاربری‌های اراضی بر تغییرات ویژگی‌های سیلاب و روش ارزیابی وضعیت ژئومورفولوژیک روزگن به‌منظور بررسی اثر تغییرات کاربری اراضی بر منابع زیست‌محیطی و تغییرات ژئومورفولوژیک رودخانه است. نتایج مطالعات هیدروژئومورفولوژیک به‌وسیله مدل HEC-HMS نشان داد که در بازه زمانی مورد مطالعه، تعداد و مقادیر دبی پیک افزایش یافته، از طرفی زمان تأخیر و زمان تمرکز کاهش پیدا کرده است. این واقعیت از طریق نتایج شبیه‌سازی برای سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۹۲ نشان داد که تغییرات کاربری صورت گرفته سبب افزایش ۱۵ درصدی دبی پیک سیلاب در منطقه شده است و این یافته‌ها با نتایج سیلاب‌های مشاهداتی همخوانی دارد. نتایج روش ارزیابی وضعیت ژئومورفولوژیک روزگن نشان داد که در طی دوره زمانی مورد مطالعه، بیشترین تغییرات هیدروژئومورفولوژیک در سطح یک و دو روش روزگن مربوط به بازه‌های مکانی شماره یک و دو بوده است و پس از آن، به‌ترتیب بازه‌های شماره چهار، پنج و سه در اولویت قرار می‌گیرند. در تمامی بازه‌های مکانی مورد مطالعه، به‌علت فرسایش‌پذیری کرانه‌ها، تغییرات عرضی و طولی چشم‌گیری رخ داده است و بیشترین تغییرات به‌ترتیب مربوط به بازه‌های مکانی دو، یک، سه، چهار و پنج است. تغییرات عرضی به‌ترتیب به‌علت تغییر شیب، رژیم هیدروژئومورفولوژیک، بار معلق و بار بستر، تعرض به زمین‌های محدوده حریم رودخانه و وجود سد بوده است.

واژه‌های کلیدی: دبی پیک، روش روزگن، روش هیدروژئومورفولوژیک، ویژگی‌های سیلاب، HEC-HMS

مقدمه

رودخانه‌ها در طول زمان در پاسخ به کنترل‌کننده‌های بالادست و پایین‌دست تغییر می‌یابند (Esmaili و همکاران، ۲۰۰۹). یکی از عوامل تعیین‌کننده نوع رودخانه‌ها، نقش عوامل انسانی مانند تغییر کاربری اراضی در فرایند تغییرات هیدروژئومورفیک رودخانه‌ها است که علاوه بر وضعیت هیدروژئومورفولوژیک روی وضعیت

رودخانه‌ها تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله زمان، دبی، بار رسوبی و سطح اساس بوده و به‌صورت حفر، تراکم رسوب، تغییر الگو و تغییر شکل مجرا به آن‌ها پاسخ می‌دهد. بنابراین، رودخانه‌های گوناگون و متنوعی در مکان‌های مختلف قابل مشاهده‌اند که این

Torabizadeh و همکاران (۲۰۰۹)، با توجه به اهمیت تغییر کاربری اراضی و آثار آن بر ویژگی‌های هیدرومورفولوژی رودخانه و از آنجا که حوزه آبخیز کر طی سالیان گذشته دستخوش تغییرات گسترده کاربری اراضی شده است، در تحقیق حاضر به بررسی تغییر کاربری اراضی رخ داده در دوره مطالعاتی ۲۰۱۳-۱۹۹۴ و تأثیر آن بر خصوصیات هیدرومورفولوژی رود کر، با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS و روش ارزیابی ژئومورفولوژیکی روزگن پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

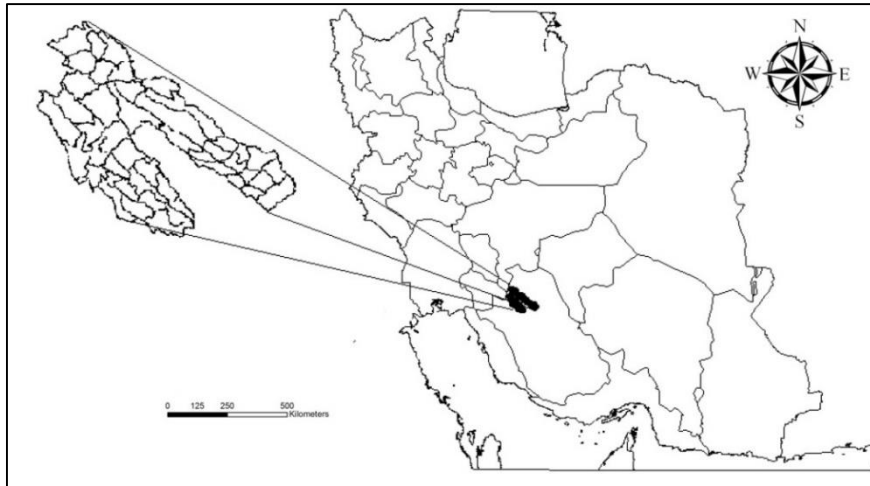
منطقه مورد پژوهش: حوزه آبخیز کر (بالادست سد درودزن) با مساحت ۴۳۱۲۹۸ هکتار در استان فارس و در $51^{\circ} 42' 51''$ الی $51^{\circ} 41' 52''$ طول شرقی و از $30^{\circ} 08' 51''$ الی $30^{\circ} 32' 58''$ عرض شمالی واقع شده است. حوزه آبخیز مورد بررسی یکی از سرشاخه‌های مهم دریاچه بختگان به‌شمار می‌آید. حوضه مورد مطالعه با داشتن شرایط مناسب اقلیمی و خاک و منابع آب، یکی از مراکز مستعد کشاورزی و مرتعی و جنگلی و جاذبه‌های گردشگری است. کم ارتفاع‌ترین نقطه حوضه با ارتفاع ۱۵۸۵ متر و بلندترین نقطه در ارتفاع ۳۷۱۴ متر از سطح دریا واقع شده است. بدین ترتیب، اختلاف ارتفاع بین پست‌ترین و بلندترین نقطه حوضه ۲۱۲۹ متر است. حوضه مورد مطالعه، عمدتاً دارای الگوی آبراه‌های شاخه درختی و موازی بوده، در بعضی از واحدهای کاری آن به‌ویژه در مناطق کوهستانی فرم پنجه انگشتی نیز مشاهده می‌شود. همچنین، آخرین رتبه آبراه‌های حوزه آبخیز کر (بالادست درودزن)، رتبه شش است. در شکل ۱، موقعیت حوضه مورد مطالعه در سطح کشور و استان فارس نشان داده شده است.

بررسی تغییرات کاربری اراضی: هدف این تحقیق، بررسی تأثیرپذیری حوزه آبخیز کر از تغییرات کاربری اراضی در طی دهه‌های گذشته است. برای این منظور، دو نقشه کاربری اراضی در سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۹۲ حاصل از تصاویر LANDSAT مورد بررسی قرار گرفتند. نقشه‌های کاربری اراضی ابتدا از طریق بصری با تصاویر ماهواره‌ای کنترل شدند، سپس، در این

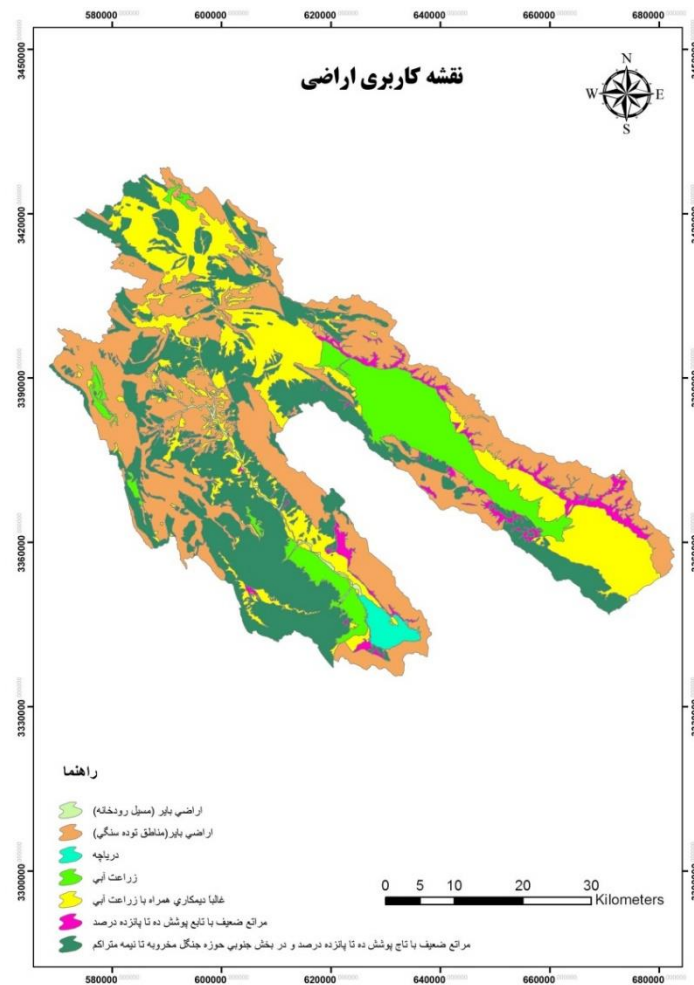
مورفولوژیکی و اکولوژیکی رودخانه اثر می‌گذارد (Ounagh و همکاران، ۲۰۰۸). قلمروی رودخانه‌ها با احداث و گسترش راه‌های ارتباطی، افزایش ساختمان‌سازی، تعرض به حریم رودخانه، تخریب جنگل، عدم رعایت فصل چرا و در نتیجه، تخریب مراتع و پوشش گیاهی شاهد تغییراتی بوده که یکی از مهمترین پیامدهای این امر، تغییر در دبی و رسوب ورودی به مجرای رودخانه و تغییرات مورفولوژیکی و اکولوژیکی آن می‌باشد. لذا، در این تحقیق، نقش تغییر کاربری‌های مذکور و دخالت‌های انسانی در وضعیت هیدرومورفولوژیک قلمرو رودخانه مورد بررسی قرار می‌گیرد (Soleymanirad و همکاران، ۲۰۱۱). در این تحقیق نقش مداخلات انسانی و به‌خصوص تغییرات کاربری اراضی در وضعیت هیدروژئومورفولوژی رود کر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

Bahremand و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از مدل توزیعی Wetspa اثرات کاربری اراضی را بر سیلاب‌های حوزه آبخیز هورنارد-مارگسانی اسلوواکی مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که اجرای سناریوی جنگل‌کاری باعث کاهش ۱۲ درصدی دبی پیک می‌شود. Ghafari و همکاران (۲۰۰۹) اثر تغییر کاربری اراضی بر پاسخ‌های هیدروولوژیکی حوزه آبخیز زجانرود را با مدل SWAT بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان‌دهنده اثر قابل توجه تغییر کاربری اراضی بر جریان رودخانه‌ای و بار آبی حوضه است. به‌طوری که تغییر کاربری اراضی از سال ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۶ منجر به افزایش رواناب سطحی به میزان ۳۳ درصد و کاهش سطح سفره‌های آب زیرزمینی در حدود ۲۲ درصد شده است. Hosseinzadeh و Esmaili (۲۰۰۹) به بررسی فرایندهای تشکیل دهنده موانع طولی در رودخانه‌های کوهستانی پرداخته و تشکیل موانع طولی و نقش آن در تغییر الگوی کانال رودخانه لایوچ را مطالعه نمودند. آن‌ها نشان دادند که موانع طولی در قسمت‌های عریض-کانال رود در جریان‌های کمتر از دبی لبالی و در نتیجه تغذیه زیاد رسوب و کاهش قدرت رود انباشته شده‌اند. تعداد این موانع در بعضی از بازه‌ها نشان‌دهنده تغییر تدریجی الگوی رود از حالت تقریباً مستقیم به الگوی تقریبی شریانی است که نتیجه آن ناپایداری بیشتر کانال می‌باشد.

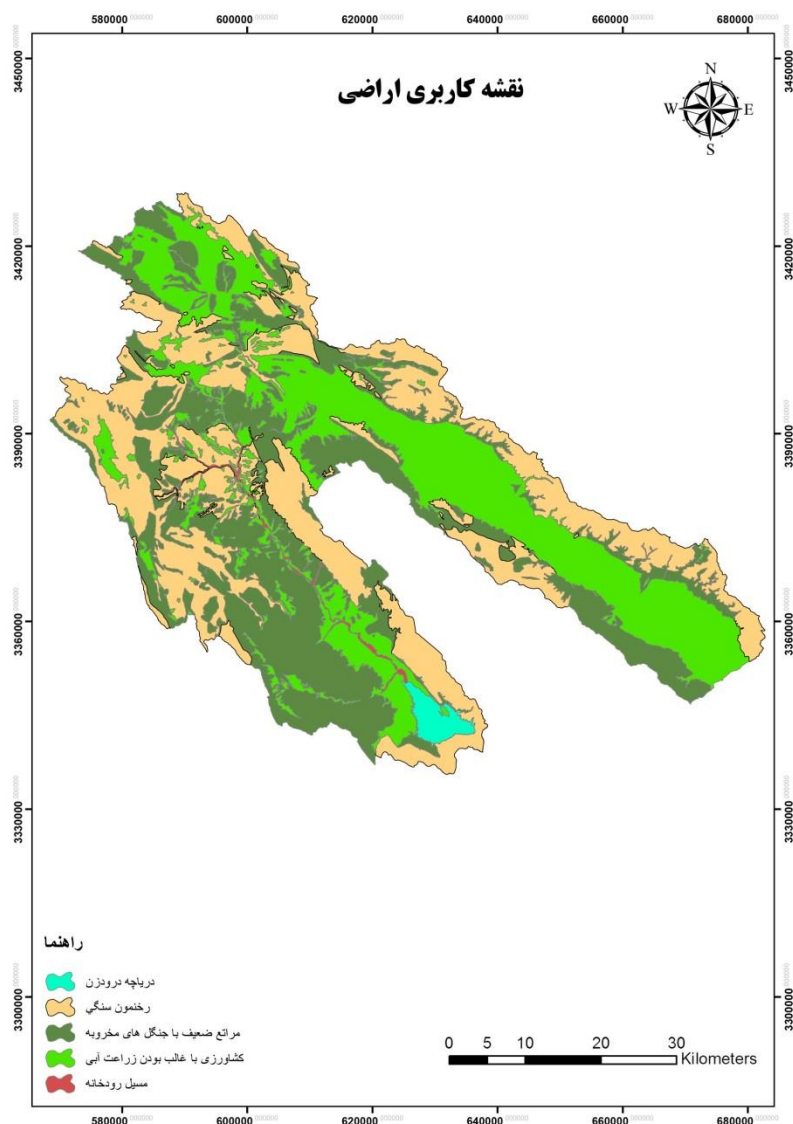
تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند. نقشه کاربری اراضی در دو بازه زمانی مختلف در شکل‌های ۲ و ۳ و همچنین، در جدول ۱ میزان افزایش (+) و کاهش (-) مساحت کاربری‌های از سال ۱۳۷۲ تا سال ۱۳۹۲ برای زیرحوضه‌های حوزه آبخیز کر نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز کر (بالادست سد درودزن) در استان فارس و کشور ایران



شکل ۲- نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۷۲ حوزه مورد مطالعه (اداره کل منابع طبیعی استان فارس)



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۹۲ حوضه مورد مطالعه (اداره کل منابع طبیعی استان فارس)

هیدرولوژیکی سطح حوضه و پیش‌بینی رفتار حوضه طی زمان دارد و فرایند دقیق پیش‌بینی حجم رواناب در آگاهی از سیل و مدیریت منابع آب کاربرد دارد. مدل HEC-HMS دارای سه بخش اصلی به نام‌های مدل حوضه، مدل اقلیمی و شاخص‌های کنترلی است و دارای قابلیت واسنجی و بهینه‌سازی پارامترها است و پس از اعتباریابی می‌تواند برای شبیه‌سازی حوضه و پیش‌بینی اثر پارامترها به کار رود. نتیجه نهایی فرایند مدل، محاسبه هیدروگراف رواناب مستقیم برای مساحت‌های خاص از حوضه و هیدروگراف جریان کل حوضه است (Saghafian و همکاران، ۲۰۰۶).

تعیین CN متوسط وزنی در سطح زیرحوضه‌ها: در محاسبات مربوط به سیل و سیل‌خیزی نقش

شبیه‌سازی تغییرات زمانی هیدرولوژیکی حاصل از تغییرات کاربری اراضی: در این تحقیق، به منظور بررسی تأثیرپذیری هیدرولوژیکی ناشی از تغییر کاربری اراضی در وضعیت گذشته و حال، از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS استفاده شده است. با استفاده از آمار ایستگاه هیدرومتری و باران‌سنجی حوزه آبخیز کر، تغییرات میزان بارش و دبی در دو وضعیت متفاوت کاربری اراضی در دو زمان مختلف، مورد بررسی قرار گرفت و سپس، به منظور آماده‌سازی داده‌های ورودی و اجرای مدل HEC-HMS موارد زیر اعمال شد.

معرفی مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS: مدل بارش و رواناب نقش مهمی در شناخت وضعیت

تعیین شد. پس از تلفیق نقشه‌های کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیک خاک و تعیین CN در هر یک از پل‌گون‌های حاصل با استفاده از جدول تعیین شماره منحنی (Mahdavi, ۲۰۰۹)، CN متوسط وزنی هر یک از زیرحوضه‌ها به‌دست آمد (جدول ۲).

کاربری حوضه در عدد شماره منحنی CN نهفته است. شماره منحنی مربوط به هر یک از زیرحوضه‌ها با استفاده از نقشه گروه هیدرولوژیک خاک و نقشه کاربری اراضی در دو شرایط مختلف کاربری اراضی و همچنین، در شرایط رطوبت پیشین متوسط خاک

جدول ۱- میزان افزایش (+) و کاهش (-) مساحت کاربری‌های از سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲ برای زیرحوضه‌های حوزه آبخیز کر (هکتار)

واحد هیدرولوژیک درخت‌کاری	باغ	زراعت آبی	زراعت دیم	اراضی بدون پوشش	اراضی بدون پوشش	جنگل مرتع	سنگلاخ	واحد هیدرولوژیک درخت‌کاری	باغ	زراعت آبی	زراعت دیم	اراضی بدون پوشش	اراضی بدون پوشش	جنگل مرتع	سنگلاخ	واحد هیدرولوژیک درخت‌کاری
A1	+۲۵	+۱۵	+۱۲۵	-۹۹	-۲۲	-۱۱۸	۰	B3	+۲۷	+۱۸	+۱۰۵	-۹۰	-۲۲	-۱۰۸	+۲	
A10	-۴۸	+۱۱۱	+۲۱۴	+۷۶	-۱۲۲	-۱۸۷	۰	B4	-۵۰	-۱۰۵	+۱۵۷	+۲۰	۰	-۵۹	۰	
A11	+۲۴	-۲۴	+۳۱۴	۰	-۱۴	-۲۹۸	+۲	B5	+۱۰۴	+۱۲۱	+۷۵	-۱۸	-۴۷	-۲۴۱	+۳	
A12	+۱۲	+۴۷	+۲۸۵	-۲۴	-۲۹	-۳۱۲	۰	B6	+۴۱	-۱۰۵	+۲۱۵	-۱۵	-۸۷	-۱۱۵	۰	
A13	+۳۶	+۸۸	+۴۲۱	-۸۹	-۴۶	-۳۷۷	+۴	B7	-۴۸	+۹۰	+۲۱۴	+۴۶	-۱۰۱	-۱۶۷	۰	
A14	+۲۵	+۱۵	+۱۲۵	-۹۹	-۲۲	-۱۱۸	۰	B8	-۲۵	-۷۵	+۳۱۲	۰	-۲۵	-۱۷۰	۰	
A15	-۳۲	+۲۹۹	+۴۱۵	-۱۴۷	-۷۸	-۵۱۰	۰	B9	+۲۱	-۱۵۴	+۴۸۰	۰	-۲۰	-۳۷۰	۰	
A16	+۱۲۵	+۱۱۲	+۹۵	-۵۸	-۴۷	-۲۱۱	+۵	C1	+۹۴	-۱۲۴	+۳۱۴	۰	-۱۴	-۱۹۶	+۲	
A2	+۴۸	+۲۱۵	+۳۱۲	-۹۸	-۷۴	-۴۹۵	+۸	C10	-۲۲	+۲۷۴	+۳۱۵	-۵۴	-۷۸	-۴۱۰	۰	
A3	۰	+۲۵	+۷۸	۰	۰	-۹۸	۰	C11	+۳۶	+۸۰	+۲۲۱	-۷۱	-۴۶	-۳۷۷	+۴	
A4	+۱۱۲	-۵۵	+۲۲۱	-۸۴	-۶۷	-۳۰۹	۰	C12	-۳۲	+۲۹۹	+۴۱۵	-۱۴۷	-۷۸	-۵۱۰	۰	
A5	-۸۷	-۴۸	+۳۱۵	-۵۵	-۲۰	-۱۹۸	۰	C13	+۴۸	-۱۰۵	+۴۱۵	-۹۵	-۸۷	-۳۴۵	۰	
A6	-۵۷	-۱۱۵	+۲۵۷	-۲۰	۰	-۸۹	۰	C14	+۴۵	+۳۵	+۱۰۵	-۶۸	-۲۲	-۱۲۸	۰	
A7	+۲۰	-۹۰	+۲۲۰	-۴۷	-۴۵	-۱۵۰	+۷	C15	+۴۰	-۷۰	+۲۱۰	-۶۷	-۷۵	-۱۴۰	+۴	
A8	+۴۸	-۱۰۵	+۴۱۵	-۹۵	-۸۷	-۳۴۵	۰	C16	+۱۲۴	+۲۱۷	-۱۱۵	-۵۵	۰	-۱۹۷	+۵	
A9	۰	-۵۰	+۱۱۵	-۲۰	۰	-۸۸	۰	C2	+۱۹	+۷۷	+۱۸۵	-۲۴	-۲۹	-۲۱۲	۰	
B1	+۸۷	+۱۸۹	+۲۷۷	-۵۴	-۴۸	-۴۱۵	۰	C3	-۱۰	-۱۵۴	+۳۸۰	۰	۰	-۱۷۰	۰	
B10	۰	-۸۰	+۲۲۰	-۲۰	۰	-۱۸۰	۰	C4	+۴۸	+۱۱۵	+۴۱۲	-۹۸	-۷۴	-۵۰۵	+۱۰	
B11	+۱۰۵	+۲۵۷	-۲۱۵	-۵۵	۰	-۱۷۷	+۵	C5	+۱۵	+۹۵	+۱۴۵	-۹۴	-۲۲	-۱۷۸	۰	
B12	+۲۷	+۱۴۵	+۱۹۵	-۲۳	-۲۱۵	-۹۵	۰	C6	+۳۵	+۷۸	+۵۲۱	-۸۹	-۴۶	-۴۷۷	+۷	
B13	۰	-۲۵۴	+۵۸۰	۰	-۲۰	-۲۷۰	۰	C7	-۶۲	+۲۰۵	+۴۲۵	-۱۰۷	-۸۸	-۵۵۰	۰	
B14	+۵۰	+۱۱۷	۲۱۹	-۱۱۲	-۱۴۱	-۸۰	۰	C8	-۵۰	-۱۰۵	+۳۵۷	-۲۰	۰	-۱۸۹	۰	
B2	-۳۵	-۸۵	+۴۱۲	۰	-۲۵	-۲۸۹	۰	C9	-۸۰	+۴۵	+۲۱۵	-۵۵	-۲۰	-۱۰۸	۰	
حوزه آبخیز +۸۰۳ -۲۲۱۴ +۱۱۷۲۹+۱۴۸۰ -۲۱۰۲ -۱۱۳۳۱ -۶۸																

بررسی آمار سیلاب و تعیین رویدادهای بارش مناسب: در این مطالعه، به‌منظور تعیین رویدادهای بارش مناسب، رویدادهای بارش دارای هیدروگراف سیلاب همزمان در خروجی حوضه استخراج و الگوی پراکنش زمانی بارندگی‌ها نیز از بارندگی‌های همزمان ثبت شده در ایستگاه ثبات هیدرومتری چمریز و

محاسبه زمان تأخیر زیرحوضه‌ها: با استفاده از روش SCS و در نظر گرفتن عدد CN و طول آبراهه اصلی، زمان تأخیر هر زیر حوضه به‌دست آمد. زمان تأخیر در واحدهای هیدرولوژیکی حوزه آبخیز کر محاسبه و نتایج آن در جدول ۲ خلاصه شده است.

باران‌سنجی دهکده سفید به‌دست آمد. یعنی رویدادهایی انتخاب شدند که هم دارای هیدروگراف ثبت شده در ایستگاه هیدرومتری و هم دارای ارزش بارش ثبت شده در ایستگاه ثبت باران‌سنجی هستند (جدول ۳). از بین رویدادهای موجود، رویدادهای شماره یک، دو، چهار و پنج به‌منظور اجرای اولیه و واسنجی مدل HEC-HMS و از رویدادهای شماره سه و شش به‌منظور اعتبارسنجی مدل انتخاب شدند.

جدول ۲- زمان تاخیر و شماره منحنی تعیین شده در زیرحوضه‌های حوزه آبخیز کر با شرایط رطوبت پیشین متوسط در شرایط وضعیت کاربری اراضی سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۹۲

نام زیرحوضه	CN کاربری اراضی ۱۳۹۲	CN کاربری اراضی ۱۳۷۲	زمان تأخیر (ساعت)	
			سال ۱۳۷۲	سال ۱۳۹۲
A1	۶۷	۶۵	۰/۴۳۲	۰/۴۰۸
A10	۷۷	۷۶	۰/۴۰۸	۰/۳۹۶
A11	۷۴	۷۴	۰/۵۳۴	۰/۵۱
A12	۷۸	۷۶	۰/۴۰۲	۰/۳۹
A13	۶۴	۶۳	۰/۱۹۲	۰/۱۸
A14	۵۹	۵۸	۰/۳۸۴	۰/۳۴۸
A15	۶۱	۶۰	۰/۳۹۶	۰/۳۷۲
A16	۷۱	۷۰	۰/۷۴۷	۰/۴۵۶
A2	۷۵	۷۲	۰/۴۳۸	۰/۴۲
A3	۷۳	۷۱	۰/۴۸	۰/۴۶۸
A4	۷۰	۶۸	۰/۵۰۴	۰/۴۸۶
A5	۷۷	۷۶	۰/۳۷۹	۰/۳۶
A6	۶۷	۶۴	۰/۶۰۶	۰/۵۸۸
A7	۷۹	۷۸	۰/۵۲۲	۰/۵۰۴
A8	۶۱	۶۰	۰/۷۵	۰/۷۳۲
A9	۷۲	۶۹	۰/۷۷۴	۰/۷۴۴
B1	۷۹	۷۷	۰/۵۲۸	۰/۵۱
B10	۷۷	۷۵	۰/۳۷۲	۰/۳۴۲
B11	۷۵	۷۲	۰/۳۳	۰/۲۸۸
B12	۷۳	۷۲	۰/۴۲۶	۰/۴۰۸
B13	۷۷	۷۶	۰/۵۴	۰/۵۱
B14	۷۸	۷۵	۰/۵۷	۰/۵۴۶
B2	۷۷	۷۴	۰/۵۰۴	۰/۴۹۲

جدول ۳- مشخصات بارش و دبی رویدادهای مشاهداتی

ردیف	تاریخ رویداد	بارندگی (میلی‌متر)	بارش ۵ روز قبل (میلی‌متر)	دبی حداکثر جریان	ارتفاع رواناب (میلی‌متر)
۱	۱۳۷۲/۰۸/۲۳	۴۸/۲	۲۲	۳۵/۲	۱۴/۳
۲	۱۳۷۲/۱۰/۱۶	۳۹	۱۸	۳۱/۶	۱۱
۳	۱۳۷۴/۱۰/۲۷	۳۵	۰	۲۷/۱	۹/۲
۴	۱۳۹۲/۱۰/۱۷	۳۸	۱۲	۲۸/۲	۱۰/۸
۵	۱۳۹۲/۰۹/۳۰	۳۶	۱۷	۲۶/۸	۹/۹
۶	۱۳۹۲/۱۰/۷	۲۱	۰	۱۸/۳	۶/۳

ذخیره به دبی خروجی را بیان می‌کند، L طول بازه روندیابی (متر)، C سرعت موج سیل (متر بر ثانیه) است که به صورت $C = \beta \cdot V$ بیان می‌شود و V سرعت جریان در رودخانه و β ضریبی است که سرعت جریان را به سرعت موج سیل تبدیل می‌کند و برای مقادیر β جدول ۴ ارائه شده است (Telvari, 2005).

محاسبه ضرایب روندیابی: پس از برداشت مقاطع و تعیین ضریب زبری با استفاده از مشخصات مقاطع بازه‌ها و رابطه مانینگ، ضریب روندیابی K در روش ماسکینگام کانج محاسبه می‌شود.

$$K = \frac{L}{C \cdot 3600} \quad (1)$$

که در آن، K ضریب ذخیره یا زمان انتقال موج سیل از میان بازه روندیابی (ساعت) است و نسبت

جدول ۴ - مقادیر ارائه شده ضریب β در روش ماسکینگام کانج (Telvari, 2005)

مقدار β برای معادله مانینگ	مقدار β برای معادله شزی	مقطع عرضی آبراهه
۱/۶	۱/۵	مستطیلی عریض
۱/۳۳	۱/۲۵	مثلثی
۱/۲۲	۱/۱۶	سه‌می عریض

این تحقیق، به منظور بررسی تأثیر تغییر کاربری روی وضعیت محیطی رودخانه از روش کاربردی ژئومورفولوژی راسگن و از طریق روش‌های سنجش از دور و GIS و همچنین، پیمایش میدانی استفاده شده است. ارزیابی وضعیت و طبقه‌بندی ژئومورفولوژی (مدل راسگن)، به وسیله محقق آمریکایی به نام Rosgen (۱۹۹۴) به جامعه مهندسی و مدیریت رودخانه ارائه شده است. ایشان منطق ارزیابی وضعیت و طبقه‌بندی رودخانه‌ها را از حالت صرفاً توصیفی خارج کرده، ضمن بهره‌گیری از مباحث کیفی، معیارهای کمی مهندسی رودخانه را نیز لحاظ نموده است. لذا، با این منطق، پیش‌بینی رفتار رودخانه‌ها به صورت مناسب‌تری امکان‌پذیر خواهد شد. راسگن با بررسی تعداد بی‌شماری از آبراهه‌های مختلف، شناخت مناسبی از انواع رودخانه‌ها به دست آورده و در راستای شناخت رفتار رودخانه‌ها، مراحل تعیین خصوصیات مورفولوژی رودخانه را ارائه کرده است (Sabzivand و همکاران، ۲۰۰۷؛ Torabizadeh و همکاران، ۲۰۰۹). بر اساس روش راسگن، خصوصیات ژئومورفولوژی رودخانه‌ها در چهار سطح مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرند و به ترتیب از سطح یک که شناخت مشخصات کلی و بر مبنای تجزیه سطحی است، تا سطح چهار که ارزیابی بسیار دقیق و با جزئیات کامل از ویژگی‌های ژئومورفولوژی رودخانه ارائه می‌دهد، انجام می‌شود. با توجه به داده‌ها و اطلاعات موجود، در

کانج برای محاسبه X رابطه زیر را ارائه نمود.

$$X = \frac{1}{2} \left[1 - \frac{Q}{BS_0CL} \right] \quad (2)$$

که در آن، X ضریب وزنی بی‌بعدی است که اثر نسبی مقدار دبی ورودی و دبی خروجی را بیان می‌کند، B عرض بالای مقطع، S_0 شیب طولی بستر (متر به متر)، L طول بازه روندیابی (متر) و C سرعت موج سیل (متر بر ثانیه) است.

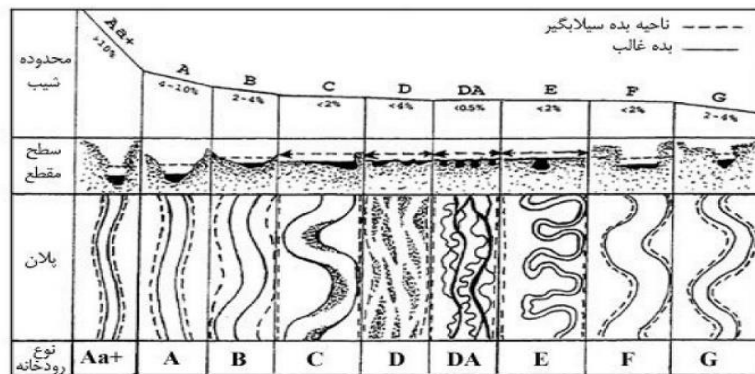
اجرای مدل HEC-HMS: هر جز از مدل، یک جنبه از فرایند بارش-رواناب را داخل بخشی از حوضه که معمولاً به عنوان زیرحوضه در نظر گرفته می‌شود، شبیه‌سازی می‌کند. از ترکیب اثر توام عوامل مذکور، هیدروگراف نهایی سیلاب حاصل خواهد شد. مدل HEC-HMS شامل سه مولفه مدل حوضه، مدل اقلیم و شاخص کنترل است که هر یک وظیفه خاصی را در ارتباط با تبدیل بارش به رواناب و روندیابی آن در نظر دارند و در زیر تشریح می‌شوند (Bahrami و همکاران، ۲۰۰۹).

شایان ذکر است که برای اعتبارسنجی نتایج مدل بدین صورت عمل شد که یک بار مدل با پارامتر CN اولیه و یکبار با پارامتر CN بهینه شده اجرا شد تا بهبود یا عدم بهبود نتایج شبیه‌سازی مشخص شود و به علاوه میزان خطای ناشی از شبیه‌سازی برای ارزیابی مشخص شود.

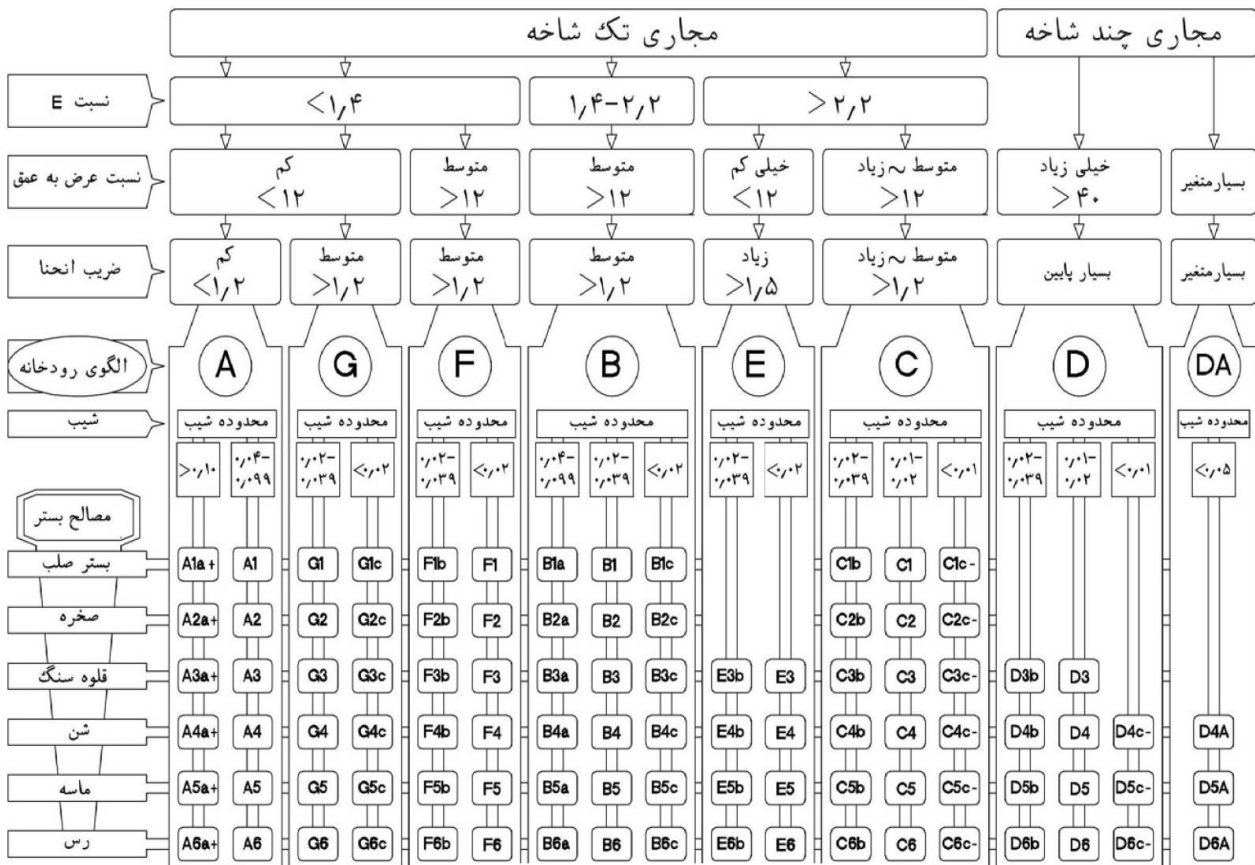
ارزیابی وضعیت و طبقه‌بندی ژئومورفولوژیک رودخانه کر به روش راسگن در گذشته و حال: در

این تحقیق، تمرکز اصلی روی دو سطح اول روش راسگن است. سطح یک، طبقه‌بندی کلی: خصوصیات ژئومورفولوژی رودخانه را که از تلفیق اطلاعات مربوط به عوارض حوزه آبخیز، لندفرم و ژئومورفولوژی دره به دست می‌آید، بیان می‌کند. در این سطح، ابعاد و الگوها و نیمرخ‌های طولی و عرضی رودخانه‌ها برای ارائه ژئومورفولوژی رودخانه در مقیاس کلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسیاری از معیارهای سطح یک از نقشه‌های توپوگرافی، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های ژئومورفولوژی به دست می‌آید. نتیجه طبقه‌بندی رودخانه‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است. در این شکل با تعیین محدوده شیب رودخانه با استفاده از نیمرخ طولی آن، نوع رودخانه از نوع A تا نوع G همراه با خصوصیات کلی، شکل سطح مقطع و الگوی سطح جریان مشخص می‌شود.

این تحقیق، تمرکز اصلی روی دو سطح اول روش راسگن است. سطح یک، طبقه‌بندی کلی: خصوصیات ژئومورفولوژی رودخانه را که از تلفیق اطلاعات مربوط به عوارض حوزه آبخیز، لندفرم و ژئومورفولوژی دره به دست می‌آید، بیان می‌کند. در این سطح، ابعاد و الگوها و نیمرخ‌های طولی و عرضی رودخانه‌ها برای ارائه ژئومورفولوژی رودخانه در مقیاس کلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسیاری از معیارهای سطح یک از نقشه‌های توپوگرافی، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های ژئومورفولوژی به دست می‌آید. نتیجه طبقه‌بندی رودخانه‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است. در این شکل با تعیین محدوده شیب رودخانه با استفاده از نیمرخ طولی آن، نوع رودخانه از نوع A تا نوع G همراه با خصوصیات کلی، شکل سطح مقطع و الگوی سطح جریان مشخص می‌شود.



شکل ۳- نمایی از شکل پلان، نیمرخ طولی مقاطع عرضی الگوهای رودخانه (Rosen, ۱۹۹۴)



شکل ۴- کلید تقسیم‌بندی رودخانه‌ها (روش راسگن) (راسگن، ۱۹۹۴)

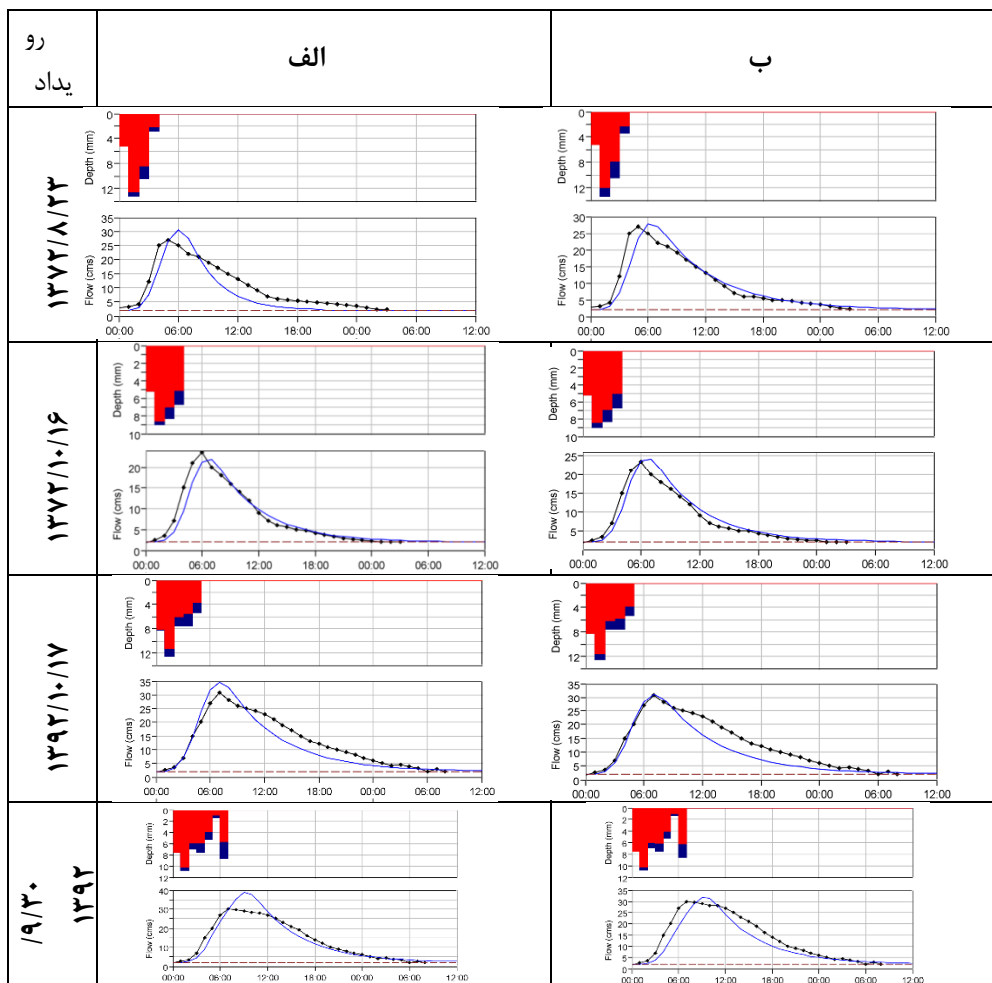
ژئومورفولوژی حوزه آبخیز کر ناشی از تغییرات کاربری به‌وسیله روش راسگن، تصاویر ماهواره‌ای (گوگل ارث) برای رودخانه پایین‌دست حوضه مورد مطالعه در سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۱۳ میلادی استخراج شد. سپس، با توجه به وضعیت هیدرولوژیکی و مورفولوژیکی، قلمرو مورد نظر به تعدادی بازه مکانی تفکیک شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS: پس از ورود داده‌ها و تکمیل مدل حوضه، مدل اقلیمی و شاخص‌های کنترل برای هر یک از رویدادهای انتخابی اجرا و هیدروگراف شبیه‌سازی شده جریان به‌دست آمد. در شکل ۵ و جدول ۵، نتایج اجرای مدل برای رویدادهای مذکور نشان داده شده است.

سطح دو، طبقه‌بندی توصیفی: دومین سطح از تحلیل ژئومورفولوژی رودخانه و خصوصیات رفتاری آن در روش تجربی راسگن، توصیف ریزتر و دقیق‌تری از طبقه‌بندی رودخانه‌ها را ارائه می‌دهد. در این سطح، با در نظر گرفتن اطلاعات حاصل از بررسی‌های میدانی و صحرایی و از جمله شاخص گود افتادگی (نسبت E)، نسبت عرض به عمق و ضریب خمیدگی، وضعیت مصالح بستر، تقسیم‌بندی کامل‌تری از رودخانه‌ها داده می‌شود. بنابراین، هر نوعی از رودخانه‌ها که در سطح یک، از انواع A تا G برحسب شیب ارائه شده، بسته به آن‌که مصالح آن از کدام یک از انواع فوق باشد، به دسته ریزتر مطابق با شکل ۴ تقسیم می‌شود و در مجموع در این تقسیم‌بندی ۴۲ نوع رودخانه با ویژگی‌های رفتاری خاص خود ارائه شده است.

به‌منظور ارزیابی تغییرات کیفی وضعیت



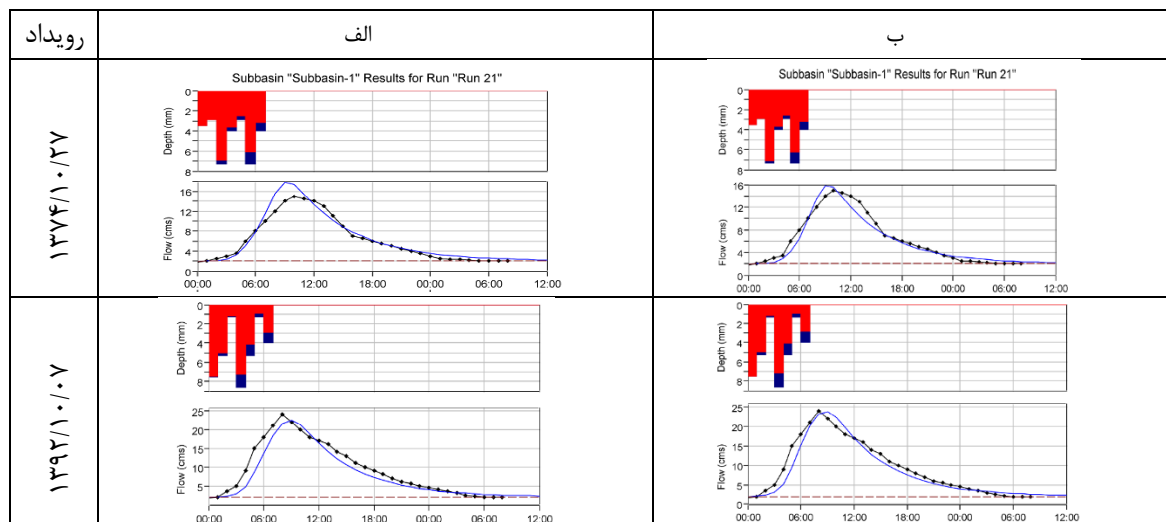
شکل ۵- هیدروگراف‌های مشاهداتی و محاسباتی رویدادهای مختلف در شرایط، الف) قبل از واسنجی و ب) بعد از واسنجی

جدول ۵- مقایسه پارامترهای هیدروگراف‌های مشاهداتی و محاسباتی رویدادهای مختلف در شرایط، الف) قبل از واسنجی و ب) بعد از واسنجی

پارامتر	۱۳۷۲/۸/۲۳		۱۳۷۲/۱۰/۱۶		۱۳۹۲/۱۰/۱۷		۱۳۹۲/۹/۳۰	
	الف	ب	الف	ب	الف	ب	الف	ب
دبی اوج (متر مکعب بر ثانیه)	۲۷/۲	۲۳/۲	۳۱/۳	۳۰/۲	۳۱/۳	۳۱/۳	۳۸/۷	۳۰/۲
شبه سازی شده	۳۰/۶	۲۱/۹	۲۴/۲	۲۱/۹	۳۴/۷	۲۴/۲	۳۸/۷	۳۱/۷
RMSE	۳/۴	۱/۳	۱	۱/۳	۳/۴	۱	۸/۵	۱/۵
MAPE	۱۲/۵	۵/۶	۴/۳	۵/۶	۱۰/۸	۴/۳	۲۸/۱	۴/۹
حجم مشاهده شده	۷۹۵	۶۷۱	۸۹۴	۶۷۱	۸۹۴	۶۷۱	۸۵۴	۸۵۴
سیل (هزار مترمکعب)	۸۵۶/۴	۶۲۲/۴	۶۸۹/۴	۶۲۲/۴	۱۰۵۰	۶۸۹/۴	۱۲۶۸	۷۵۶
RMSE	۶۱/۴	۴۸/۶	۱۸/۴	۴۸/۶	۱۵۶	۱۸/۴	۴۱۴	۹۸
MAPE	۷/۷	۷/۲	۲/۷	۷/۲	۱۷/۴	۲/۷	۴۸/۵	۱۱/۵

اعتبارسنجی مدل HEC-HMS: پس از واسنجی مدل، باید اطلاعات دریافت شده از واسنجی را برای رویداد دیگری مورد آزمون قرار داد و نتیجه حاصله را با دبی مشاهده‌ای آن مقایسه نمود. این عمل، به منظور آزمون صحت داده‌های حاصل از واسنجی برای یک منطقه خاص انجام می‌شود. در حقیقت، در این مرحله، می‌توان قضاوت کرد که مدل مذکور برای

منطقه‌ای که مورد استفاده قرار گرفته است، تا چه اندازه جواب قابل قبولی خواهد داد. بدین منظور، از رویدادهای ۱۳۷۴/۱۰/۲۷ برای زمان کاربری اراضی گذشته و رویدادهای ۱۳۹۲/۱۰/۰۷ برای زمان کاربری اراضی فعلی استفاده شد. هیدروگراف حاصل از اجرای مدل در هر دو شرایط در شکل ۶ و مقادیر دبی پیک و حجم سیل این دو نمودار، در جدول ۶ آمده است.



شکل ۶- مقایسه هیدروگراف شبیه‌سازی شده رویدادهای مختلف در شرایط، الف) قبل از اعتبارسنجی و ب) پس از اعتبارسنجی

جدول ۶- مقایسه پارامترهای هیدروگراف شبیه‌سازی شده رویدادهای مختلف در شرایط، الف) قبل از اعتبارسنجی و ب) پس از اعتبارسنجی

پارامتر	۱۳۷۴/۱۰/۲۷			۱۳۹۲/۱۰/۰۷		
	مشاهده شده	با CN اولیه	با CN بهینه شده	مشاهده شده	با CN اولیه	با CN بهینه شده
دبی اوج (مترمکعب بر ثانیه)	۱۵/۲	۱۷/۷	۱۵/۷	۲۴/۱	۲۲/۲	۲۳/۹
حجم سیل (هزار مترمکعب)	۴۵۶	۶۲۲/۶	۴۷۸/۷	۶۷۸	۵۸۹	۶۶۸

درصد بیشتر است. برای مقایسه دبی پیک جریان در زمان کاربری اراضی گذشته (۱۳۷۲) و فعلی (۱۳۹۲)، ابتدا مدل HEC-HMS برای هر دو زمان واسنجی شد. سپس، مقادیر بهینه شده پارامتر CN برای زمان کاربری اراضی گذشته (۱۳۷۲)، و زمان فعلی (۱۳۹۲) به مدل داده شد. توزیع مکانی و زمانی بارش طرح با دوره بازگشت‌های دو تا ۱۰۰ سال برای هر زیرحوضه تعریف شد (جدول ۷).

با استفاده از نتایج ارائه شده در جدول فوق، مشخص شد که با استفاده از CN اولیه مقدار دبی پیک مشاهداتی نسبت به دبی پیک محاسباتی حدود هفت درصد بیشتر است. ولی پس از اعتبارسنجی یعنی قرار دادن مقدار CN بهینه شده مقدار دبی پیک مشاهداتی نسبت به دبی پیک محاسباتی حدود دو درصد کمتر شد. در مورد حجم سیل نیز برای قبل و بعد از اعتبارسنجی مقدار حجم سیل مشاهداتی نسبت به حجم سیل محاسباتی به ترتیب به مقدار ۱۳ و دو

جدول ۷- مقایسه دبی اوج در شرایط کاربری اراضی سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۹۲

اختلاف مقادیر دبی اوج (مترمکعب بر ثانیه)	کاربری اراضی ۱۳۷۲	کاربری اراضی ۱۳۹۲	دوره بازگشت
	دبی اوج (مترمکعب بر ثانیه)	دبی اوج (مترمکعب بر ثانیه)	
۰/۸	۶/۲	۷	۲
۱/۲	۱۳/۸	۱۵	۵
۱/۸	۲۳/۲	۲۵	۱۰
۲/۹	۳۴/۱	۳۷	۲۵
۳/۹	۶۶/۱	۷۰	۵۰
۵/۸	۱۰۴/۲	۱۱۰	۱۰۰

رودخانه مورد مطالعه، الگوی فرسایش و رسوب نیز متفاوت است. در بازه‌های پایین دست به علت کاهش شیب، سرعت جریان کاهش یافته و نسبت رسوبگذاری به فرسایش در بستر جریان بیشتر است. اما به علت افزایش ضریب انحنا در بازه‌های پایین دست، سبب تشدید فرسایش کناری شده است. شایان ذکر است که علت کاهش شیب در پایین دست به خصوص بازه‌های شماره ۱ و ۲، احداث سد درودزن و تغییر سطح اساس (افزایش سطح اساس) در پایین دست می‌باشد.

سطح دو، طبقه‌بندی توصیفی: نتایج حاصل از این سطح در جدول‌های ۹ و ۱۰ به ترتیب برای دوره‌های زمانی سال ۱۳۹۲ و ۱۳۷۲ ارائه شده است.

نتایج حاصل از سطح یک روش راسگن: همان‌طور که اشاره شد، طبقه‌بندی رودخانه‌ها با در نظر گرفتن اطلاعات حاصل از نیمرخ رودخانه و عوارض دره و شکل سطح مقطع و الگوی پلان به دست می‌آید. تغییرات ژئومورفولوژی کانال ناشی از تغییرات اقلیمی و مداخلات انسانی به خصوص تغییر کاربری اراضی می‌باشد. نتایج حاصل از سطح یک برای حوزه آبخیز کر در جدول ۸ ارائه شده است.

همان‌طور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، بازه‌های پایین دست نسبت به بالادست شیب کمتر، درجه سینوسی (شعاع انحنا) بیشتر و نسبت گودافتادگی بیشتر دارند. همچنین، به علت تفاوت شیب بازه‌های بالادست نسبت به بازه پایین دست در

جدول ۸- خلاصه نتایج معیارهای طبقه‌بندی در سطح یک روش راسگن

بازه	نوع رودخانه	نسبت گودافتادگی (متر)	نسبت عرض شیب آبراهه (درصد)	نسبت عرض به عمق (متر)	ضریب انحنا (سینوسیته) (متر)	شکل نواحی / خاک / حالات مختلف بستر	توصیف عمومی
۱	C	< ۲/۲	< ۰/۰۲	> ۱۲	> ۱/۴	دره‌های سیلاب دشتی، خاک‌های شیب کم، پیچانرودی، بار رسوبی آبرفتی سیلابدشت با گسترش نقطه‌ای، شکل بستر به صورت ملایم به همراه مجرای پیچانرودی تلماسه‌ها و حوضچه‌ها، مجاری مشخص، بستر تلماسه‌ای_ آبرفتی وسیع، سیلاب دشت حوضچه‌ای مشخص	
۲	C	< ۲/۲	< ۰/۰۲	> ۱۲	> ۱/۴	دره‌های آبرفتی و حالات مختلف مجرای شریانی با تپه‌های رسوبی رسوب‌گذاری، تطابق دراز مدت، طولی یا عرضی، مجرای بسیار منابع رسوبی فراوان عریض با سواحل فرسایش‌پذیر گودافتادگی وسیع در بستر به همراه مصالح هوازده، شیب ملایم مجرای حوضچه‌ای- تلماسه‌ای با	
۳	D	متغیر	> ۰/۰۴	> ۴۰	متغیر	با نسبت عرض به عمق بالا، پیچانرودی ناپایدار دراز مدت با نرخ فرسایش کناره بالا، شیب متوسط	
۴	F	< ۱/۴	< ۰/۰۲	> ۱۲	> ۱/۴	تلماسه‌ای دره‌های وسیع، مصالح آبرفتی، دارای شکل سینوسی وسیع، شیب کم، جریان حوضچه‌ای _ کناره‌های پایدار حاوی پوشش تلماسه‌ای پیچانرودی با نسبت گیاهی، شکل بستر حوضچه‌ای_ عرض به عمق کم و رسوبات تلماسه‌ای با نسبت عرض به عمق اندک، پایدار، عرض چم بالا بسیار اندک	
۵	E	> ۲/۲	< ۰/۰۲	< ۱۲	> ۱/۵		

جدول ۹- خلاصه معیارهای طبقه‌بندی در سطح دو روش راسگن برای سال ۱۳۹۲

بازه	نوع مجاری	نسبت گودافتادگی (متر)	نسبت عرض شیب آبراهه (درصد)	نسبت عرض به عمق (متر)	ضریب انحنا (سینوسیته) (متر)	جنس مصالح بستر	نوع رودخانه
۱	تک شاخه	C	> ۲/۲	۰/۰۲ - ۰/۰۱	زیاد > ۱۲	شن- ماسه- رس	C4- C5- C6
۲	تک شاخه	C	> ۲/۲	۰/۰۳ - ۰/۰۱	زیاد > ۱۲	شن- ماسه	C4- C5
۳	چند شاخه	D	متغیر	۰/۰۳۹ - ۰/۰۲	زیاد > ۳۰	قلوه سنگ- شن- ماسه	D3b- D4b- D5b
۴	تک شاخه	F	< ۱/۶	< ۰/۰۲	متوسط > ۱۲	قلوه سنگ- شن	F3- F4
۵	تک شاخه	E	> ۲/۸	< ۰/۰۲	کم < ۱۲	قلوه سنگ- شن	E3- E4

جدول ۱۰- خلاصه معیارهای طبقه‌بندی در سطح دو روش راسگن برای سال ۱۳۷۲

بازه	نوع مجاری	الگو رودخانه	نسبت گودافتادگی	محدوده شیب آبراهه	نسبت عرض به عمق	ضریب انحنا (سینوسیته)	جنس مصالح بستر	نوع رودخانه
۱	تک شاخه	C	< ۲/۲	۰/۰۳ - ۰/۰۱	متوسط > ۱۲	متوسط ۱/۸ - ۱/۴	شن-ماسه-رس	C4b- C5b- C6b
۲	تک شاخه	C	< ۲/۲	۰/۰۳۹ - ۰/۰۲	متوسط > ۱۲	زیاد ۲/۱ - ۱/۴	شن-ماسه	C4b- C5b
۳	چند شاخه	D	متغیر	۰/۰۳۹ - ۰/۰۲	خیلی زیاد > ۴۰	پایین	قلوه سنگ-شن-ماسه	D3b- D4b- D5b
۴	تک شاخه	F	< ۱/۴	< ۰/۰۲	متوسط > ۱۲	متوسط > ۱/۲	قلوه سنگ-شن	F3- F4
۵	تک شاخه	E	> ۲/۲	< ۰/۰۲	خیلی کم < ۱۲	زیاد > ۱/۵	قلوه سنگ-شن	E3- E4

نتایج جداول فوق در جدول ۱۱ به‌منظور ارزیابی کیفی متغیرهای پایداری محیطی رودخانه کر در طی سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲ با استفاده از روش راسگن ارائه شده است.

جدول ۱۱- ارزیابی کیفی تغییر متغیرهای پایداری محیطی رودخانه کر در طی سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲ با استفاده از روش راسگن

بازه رودخانه	الگو رودخانه	پایداری کرانه رودخانه	نسبت گودافتادگی	نسبت عرض به عمق	ضریب انحنا (سینوسیته)	گل آلودی	درصد پوشش گیاهی جوامع کناری	واحد‌های ژئومورفیک و زیستگاه‌ها	دبی پیک	بار معلق و بار بستر	نوع رودخانه
۱	C	-	+	+	+	+	-	-	+	+	تغییر یافته
۲	C	-	+	+	-	+	-	-	+	+	تغییر یافته
۳	D	O	o	-	+	+	O	-	+	+	تغییر نیافته
۴	F	-	+	o	+	-	-	-	+	+	تغییر نیافته
۵	E	-	+	+	o	-	-	-	+	+	تغییر نیافته

+ افزایش، - کاهش و O خنثی

نتیجه‌گیری

شبیه‌سازی برای سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۹۲ نشان داد که تغییرات کاربری صورت گرفته در دو دوره اشاره شده می‌تواند افزایش ۱۵ درصدی دبی پیک سیلاب در منطقه را نشان دهد و این یافته‌ها با نتایج سیلاب‌های محاسباتی همخوانی دارد و از طرفی زمان تاخیر و زمان تمرکز کاهش پیدا کرده است. نتایج تحقیق Bahrani و همکاران (۲۰۰۹) نیز افزایش ۱۰ درصدی پیک سیلاب و کاهش زمان تمرکز را نشان می‌دهد. یافته‌های تحقیق حاصل از روش ارزیابی ژئومورفولوژیکی روزگن نشان داد که پنج بازه مورد

یافته‌های تحقیق مربوط تحلیل هیدرولوژیکی نشان داد که بین تغییر کاربری اراضی و وقوع و مقادیر پیک و حجم سیلاب ارتباط مستقیمی وجود داشته و این ارتباط از طریق شبیه‌سازی بارش-رواناب با دخالت شرایط فیزیکی حوضه از طریق مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS مورد تایید قرار گرفت. تأثیر تغییرات پوشش زمین از طریق تغییر در CN و تأثیری که بر میزان جریان سطحی خواهد گذاشت، به‌خوبی در این حوضه قابل درک است. این واقعیت از طریق نتایج

هیدرولوژیک، بار معلق و بار بستر، تعرض به زمین‌های محدوده حریم رودخانه و وجود سد بوده است. این عدم تعادل ناشی از تغییرات رژیم هیدرومورفولوژیک سبب نامساعد شدن شرایط محیطی رودخانه و برهم زدن واحدهای ژئومورفیک و زیستگاه‌های موجودات زنده، کاهش کیفیت و کمیت آب، کاهش پوشش جوامع کناری و در آخر، کاهش راندمان و حجم مخزن سد درودزن شده است.

تغییرات هیدروژئومورفولوژیکی علاوه بر وضعیت کاربری اراضی و پوشش سطح زمین، به عوامل دیگری مانند عوامل اقلیمی (تغییر اقلیم) وابسته است. به همین خاطر، پیشنهاد می‌شود تا در مطالعه تکمیلی دیگر، تأثیر این عامل در کنار بررسی تغییرات کاربری اراضی روی تغییرات هیدروژئومورفولوژیکی منطقه بررسی و شبیه‌سازی شود.

مطالعه در چهار تیپ شامل C, D, E و F به ترتیب از پایین‌دست تا بالادست محدوده مورد مطالعه در سطح یک روش راسگن قرار گرفتند و ۱۴ زیر تیپ از سطح دوم راسگن شناسایی شد. همچنین، نتایج روش روزگن با شرایط مورفولوژیکی منطقه مورد مطالعه منطبق است. Torabizadeh و همکاران، (۲۰۰۹) نیز به این نتیجه رسیدند که روش روزگن تطابق مناسبی نسبت به وضعیت مورفولوژیکی محدوده مطالعاتی دارد.

- در طی دوره زمانی مورد مطالعه، بیشترین تغییرات ژئومورفولوژی در سطح یک و دو روش راسگن مربوط به بازه‌های مکانی شماره یک و دو بوده است و پس از آن به ترتیب بازه‌های شماره چهار، پنج و سه در الویت قرار می‌گیرند.

تغییرات مورفولوژیکی به علت تغییر شیب، رژیم

منابع مورد استفاده

1. Ounagh, M. and S.H. Mir Karimi. 2008. Leading sustainable development in Golistan province (natural basin logistic). 2nd Conference of Golistan Province Capabilities, 265-275.
2. Esmaili, R. and M. Hosseinzadeh. 2011. Field techniques in river geomorphology. Shahid Beheshti University Press, 125 pages.
3. Esmaili R. and M. Hosseinzadeh. 2009. Investigating the forming processes of longitudinal barriers in mountain rivers (case of northern Alborz, Lavij River watershed). Natural geography researches, 7: 71-85.
4. Bahrami, S.A., A. Najafi and V. Sheykh. 2009. Investigating the effects of land use changes on hydrological features of the Golistan Boostan dam using HEC-HMS model. MSc Thesis, Gorgan University, 161 pages.
5. Torabizadeh, A. Bina, M. Shafahi Bejestan, M. 2009. Morphological evaluation of an interval of Zohre River using the Rosgen taxonomy. 8th international seminar of river engineering. Shahid Chamran University, Ahvaz.
6. Telvari, A.R. (2005). Primary principles of engineering and organization of river. Hydrology and soil preservation research center. Abkhiz publishing. 524 pages
7. Saghafian, B. Farazjoo, H. Sepehri, A. Najafi Nejad, A. (2006). Investigating the effect of land use changes on flood regime of the Iran Watersheds (case of Gorgan Saghar Tapeh watershed). 7th international seminar of the river engineering. Shahid Chamran University, Ahvaz. Pp. 1-8
8. Sabzivand, R. Hashemi Avajji, S. Majd Zadeh Tabatabaie, M. Shafaie Bejestan, M. (2007). Classification of rivers in geomorphological perspective. Setavand Yazd Publishing. 282 pages.
9. Soleymanirad, S. Boostani, F. Honar, M. (2011). An investigation into Kor river water using the WASP model. Second conference of agriculture and sustainable natural resources. Tehran.
10. Ghafari G. Ghodousi, H. Ahmadi, H. (2009). Investigating the and use changes effects on watershed hydrologic responses (case of Zanjanrood watershed). Soil and water preservation researches. 16 (1). Agriculture and natural resources department of Gorgan. Pp. 163-180
11. Physiography section reports (general administration of Fars hydrology and natural resources). 2015
12. Mahdavi, M. (2009). Applied hydrology. V.2. edition 6. Tehran: Tehran university press. Pp. 119-121
13. Bahremand, A., Smedth, F., Corluy, J., Liu, Y.B., Poorova, J., Velcicka, L., and Kunikova, E. (2006). Application of Wetspa model for assessing land use impacts on floods in the Margecany- Horanad watershed. Water Science & Technology, 53, P: 37-45.
14. Ghafary, A. (1998). The effects of land use on river erosion of the Marv Dasht. Art collection and scientific seminar lectures to study methods of the optimum land use, Tehran, watershed management branch, Jihad Sazandegi Ministry. P: 324-344.

15. Fohrer, N., Steiner, N., and Molle, D. (2002). Multidisciplinary trade-off function for land use option in low mountain range area, a modeling approach. Third international Conference on Water Resources and Environment Research, Dresden University of Technology, P: 378-391.
16. Chaplot, V., Gilbore, G., Marchand, P., and Valentin, C. (2005). Dynamic modeling of linear erosion initiation and development under climate and land use change in Northern Laos. *Catena*, 63, P: 318-328.
17. Li, J., Feng, P., & Chen, F. (2014). Effects of land use change on flood characteristics in mountainous area of Daqinghe watershed, China. *Natural hazards*, 70(1), 593-607.
18. Muller, E.N., Francke, T., Batalla, J., and Bronstert, A. (2009). Modeling the effects of land use changes on runoff and sediment yield for meso-scale catchment in the southern Pyrenees. *Catena* 79, P: 288-296.
19. Rosgen, D., (1994). A classification of natural rivers. *Wildland Hydrology*, 157649 U. S. Highway 160, Pagosa Springs, CO 81147.

Analysis of land use changes effects on Kor River hydro morphologic changes

Zarin Foroughi¹, Siavash Shayan^{*2} and Parviz Kardovani³

¹ PhD Student, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, ² Assistant Professor, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University, Iran and ³ Professor, Faculty of Geography, University of Tehran, Iran

Received: 10 August 2017

Accepted: 03 February 2018

Abstract

The human interventions role, particularly land use changes, is investigated in this research in Kor River hydromorphologic state (upstream of Dorudzan Dam, Fars). Within the steps of this research, there are discrete methods frameworks such as hydrologic model using HEC-HMS, to investigate the effect of land use changes on flood characteristics and Rosgen geomorphologic evaluation model to investigate the effect of land use changes on environmental resources and geomorphologic changes of the river. Results of hydrologic studies by HEC-HMS indicated that in the studied time interval, the number and the value of peak discharges are increased and the delay time and concentration time are reduced. Through simulation results for 1993-2013, this indicated that land use changes have increased the amount of flood discharge by 15% in this region and these findings are corresponds with observed floods. The results of Rosgen geomorphologic evaluation model, indicated that during studied time interval, maximum hydromorphologic changes in level 1 and 2 of Rosgen model were related to spatial ranges 1 and 2 and then ranges 4, 5 and 3 followed. In all studied spatial intervals, there are numerous transversal and longitudinal changes due to erodible boundaries and maximum changes are related to 2, 1, 3, 4 and 5 spatial intervals, respectively. The transversal changes were due to slope change, hydrologic regime, suspended and bed load, aggression to riparian lands and constructing dams.

Keywords: Flood characteristics, HEC-HMS, Hydrologic model, Peak discharge, Rosgen model

* Corresponding author: shayan@modares.ac.ir