

بارزسازی تغییرات پیچان رودهای کارون با استفاده از تصاویر چند زمانه IRS و Landsat

چکیده

رودخانه کارون با طولی حدود ۸۹۰ کیلومتر، از مهم ترین رودخانه های کشور به حساب می آید. در این مقاله با استفاده از روش برازش دوایر با قوس های محور رودخانه، انواع پیچ های کارون با توجه به فاکتورهای هندسی شعاع انحناء و طول وتر شناسایی نمودیم. قوس های رودخانه به لحاظ فرمی به دو دسته پیچ های ساده و مرکب طبقه بندی شدند. با تشکیل پایگاه داده ای مرکب از نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، تصویر ماهواره ای Landsat مربوط به سال ۱۹۷۳ و IRS مربوط به سال ۲۰۰۶ به پردازش تصاویر چند زمانه در محیط نرم افزار ERMapper و GIS پرداخته، میزان تغییرات پیچان رودها را در یک بازه ی ۵۱ ساله با ترکیب کاربرد نقشه و تصاویر ماهواره ای تعیین نمودیم و در نهایت نقشه تغییرات ترسیم گردید. نتایج نشان داد که از مجموع ۱۴۹ پیچان رود موجود در منطقه، بیست و یک پیچ با تغییر نوع از ساده به مرکب و به عکس، مواجه شده اند. بیشترین میزان تغییرات مربوط به تبدیل نوع پیچان رود ساده به مرکب می باشد. در برخی مناطق تغییر الگوی رودخانه شناسایی گردید، به طوری که در بازه زمانی مورد مطالعه، هفت پیچان رود از الگوی ساده به الگوی شریانی تغییر شکل داده است. تغییر مهم دیگر، در ارتباط با بخش انتهایی مسیر کارون یعنی رودخانه بهمنشیر می باشد، که مربوط به افزایش دویچان رود جدید به مسیر پیچان رودی رودخانه می گردد.

واژه های کلیدی: کارون، پیچان رود، ساده، مرکب، تغییر الگو.

مقدمه

رودخانه هایی که از میان دشت ها عبور می کنند، پیوسته در مسیر خود تغییرات مورفولوژیکی جدیدی ایجاد می کنند. فعال ترین این رودخانه ها، پیچان رودها هستند. عدم توجه به نحوه تشکیل و سرعت ایجاد پیچان رودها به طور مستقیم و غیر مستقیم بر مورفولوژی و زیربنای اقتصادی حاشیه رودخانه تأثیر منفی می گذارد. این رودخانه ها نقش عمده ای در ساختمان و تغییر شکل سیلاب دشت ها بازی می کنند و جزء مهمی از چشم انداز آبرفتی را تشکیل می دهند. جابه جایی پیچان رودها عملاً مشکلات عمده ای در محیط ایجاد می کند. بنابراین هم به لحاظ آکادمیک و هم به لحاظ نظری یک نیاز برای شناخت پیچان رودها وجود دارد (هوک^۱، ۲۰۰۷، ۲۶۰). شناسایی این اشکال و نظم و ترتیب آنها قبل از انجام هوانوردی بسیار مشکل بود، به هر حال سفرهای هوایی به تشریح چگونگی تشکیل و تغییرات چنین دره هایی که به مانند یک سینوس خود را نشان می دهد، کمک بسیاری کرد (لانگبین و لئوپولد^۲، ۱۹۶۶، ۴۱۵).

^۱ Hooke. J.M

^۲ Langbein et al

مسیرهای رودخانه‌ها نشان دهنده تعادل هستند، تعادلی که به طور پیوسته در طول زمان و مکان در اثر نوساناتی در دبی و رسوب ایجاد می‌شوند. در حالی که نتیجه این نوسانات با تغییر عمودی و افقی نمایان می‌شوند. این تغییر دینامیکی که ضامن قدرت و تنوع سیستم‌های طبیعی است، رودخانه را برای رسیدن به تعادل تحریک می‌کند. بنابراین تغییر یک امر طبیعی است و جزء حیاتی یک سیستم رودخانه‌ای پویاست (اولرو^۱، ۲۰۱۰، ۲۴۸). دینامیک و پویایی رودخانه‌ها انواع مختلفی از اشکال خمیدگی را ایجاد می‌کند. هوک، پلان رودخانه‌ها را به دو گروه ساده و مرکب تقسیم می‌کند (مقیمی، ۱۳۸۸، ۱۸۷). اگر شکل کانال زمان بیشتری ثابت بماند، این ثابت دلالت می‌کند که این بخش‌های سیلابدشت نیز به طور قابل توجهی بدون آشفته‌گی باقی بماند (لنکاستر^۲، ۱۹۹۰، ۳۶). در اغلب موارد، آشفته‌گی که به بالادست یک پیچ وارد می‌شود، به جابه‌جایی معکوس پیچ در محلی که کوچک است (نک)، منجر می‌شود و یک پیچ مرکب را می‌سازد (لنکاستر، ۱۹۹۰، ۴۱). پیچ‌های مرکب، نمایی از رشد پیچ‌های ساده است. انواع مختلفی از این پیچ‌ها را می‌توان در طول مسیر رودخانه کارون مشاهده کرد. تغییر در پیچان رودهای کارون و در نتیجه، ایجاد آشفته‌گی در سیلابدشت، در اغلب بخش‌های کارون به طور مداوم و با فواصل زمانی کوتاه ملاحظه می‌گردد. به طوری که آشفته‌گی‌های ناشی از جابه‌جایی پیچان رودها، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در فاصله زمانی چند دهه، به وضوح قابل مشاهده است. جابه‌جایی‌ها در مواقعی که بخش‌هایی از یک پیچان رود تأمین‌کننده آب آشامیدنی و یا منبع تغذیه زمین‌های کشاورزی است و یا در نزدیکی صنایع و تأسیسات مهم شهری قرار دارد، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. بنابراین شناسایی نوع پیچان رودهای کارون و تعیین تغییرات آن در یک بازه زمانی به جهت نشان دادن بازه‌های آشفته و تغییرپذیر و تعیین سرعت جابه‌جایی آنها به ویژه در مناطقی همچون مسیر رودخانه شطیط (بخشی از کارون)، که با سرعت و شدت بیشتری در حال تغییر است، اهمیت بیشتری می‌یابد. به این طریق می‌توان مناطقی را که ممکن است در آینده از جابه‌جایی پیچان رودهای رودخانه متضرر گردند، را تعیین نموده و از خطر احتمالی نجات داد و نیز از جنبه مسائل حفاظت آبراهه‌ها و عملیات مهندسی رودخانه می‌بایستی تغییرات بستر رودخانه برای فواصل زمانی چند دهه مورد بررسی قرار داد (تلوری، ۱۳۷۱، ۱۲۳). در این پژوهش، ما به دنبال تعیین میزان و نوع تغییر پیچان رودهای کارون با کمک گرفتن از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه می‌باشیم.

محققان بسیاری بر روی رودخانه طویل کارون مطالعه نموده‌اند و این رودخانه را از جنبه‌های مختلفی مورد پژوهش قرار داده‌اند. از جمله این محققان عبارت‌اند از: آل یاسین (۱۳۷۹)، رنگزن (۱۳۸۱)، پورآصف (۱۳۸۵)، جواهری، کاشفی پور و قمیشی (۱۳۸۵)، ارشد، مرید و ابوالقاسمی (۱۳۸۶)، سیفی (۱۳۸۷)، خبازی (۱۳۸۷) و مقیمی (۱۳۸۸). در این مقاله با به کارگیری تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه و با هدف تعیین تغییرات پیچان رودی رودخانه کارون به شناسایی نوع پیچان رودهای رودخانه و سپس تعیین تغییرات رخدادها در نوع آنها و تبدیل آنها به یکدیگر پرداخته شده است.

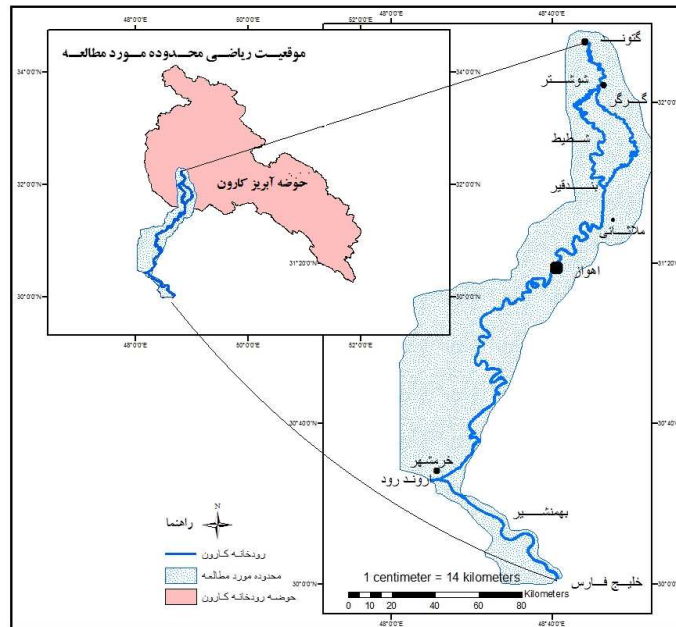
موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز کارون، بین طول ۴° ۴۸' تا ۵۵° ۵۱' شرقی و عرض‌های ۲۵° ۳۰' و ۳۴° ۶' شمالی واقع شده است و با وسعتی حدود ۶۵۰۰۰ کیلومتر مربع جزئی از حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان است. رود کارون طویل‌ترین رودخانه ایران، با طول ۸۹۰ کیلومتر از ۴ شاخه اصلی خراسان، آب و ننگ، آب کیار و بازفت تشکیل شده است. پس از

^۱ Ollero

^۲ Langbein, Walter

ورود به دشت خوزستان در شمال گتوند، به سمت جنوب جریان می یابد. در شوشتر، توسط بند میزان که توسط شاپور اول ساخته شده به دو شاخه شطیط یا دجیل و شاخه گرگر تقسیم می شود. در بند قیر، دو شاخه مذکور به علاوه رودخانه دز به هم ملحق شده و به سمت جنوب جریان می یابد. رودخانه پس از عبور از شهر اهواز، همچنان مسیر جنوبی را ادامه داده تا در نزدیکی خرمشهر به بهمنشیر و اروندرود متصل می شود. شکل شماره (۱)، موقعیت حوضه آبریز کارون و شکل شماره (۲)، مسیر رودخانه کارون را نشان می دهد. در این مقاله به بررسی تغییرات پیچان رودی رودخانه از محل ورود به دشت خوزستان (نزدیک شهر گتوند) تا محل تلاقی با خلیج فارس پرداخته خواهد شد.



شکل ۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه

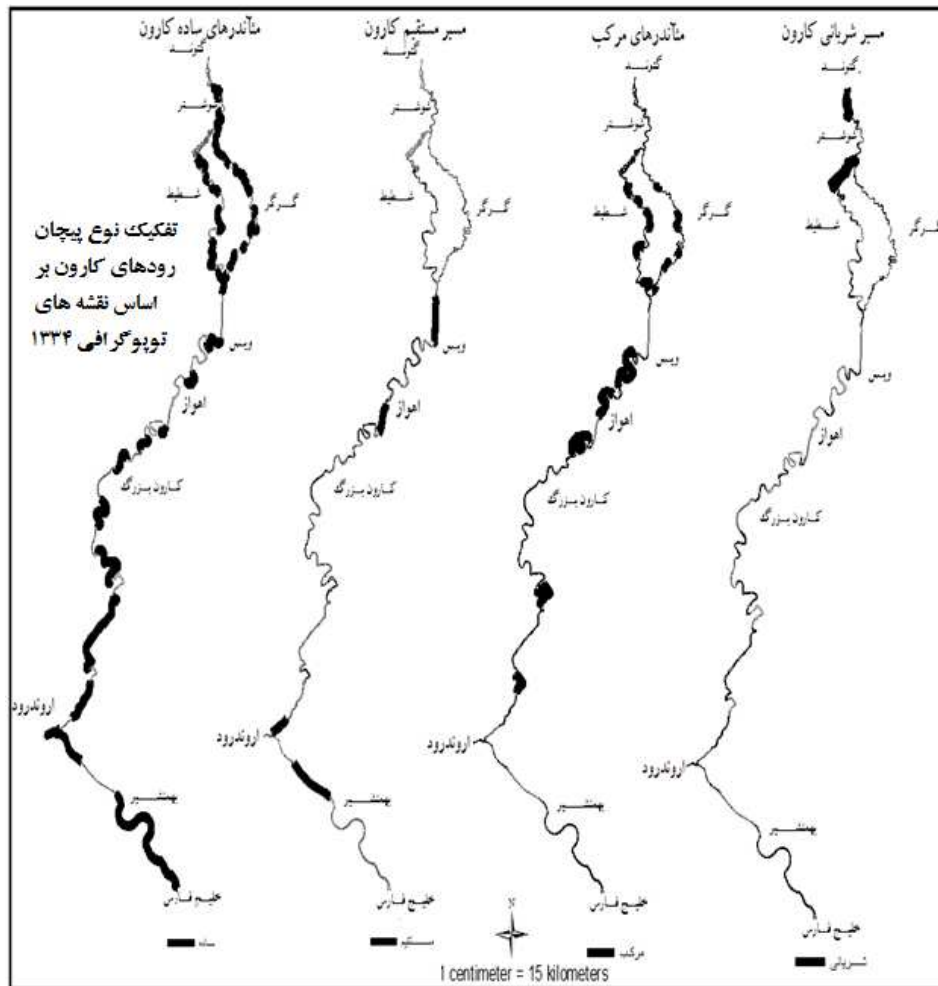
داده ها و روش ها

مبنای شناسایی نوع قوس های پیچان رودی منطقه، نقشه های توپوگرافی میان مقیاس (۱:۵۰۰۰۰)، می باشد. این نقشه ها از روی عکس های هوایی سال ۱۳۳۴ شمسی تهیه شده اند و تصاویر قدیم (MSS۱۹۷۳)^۱ مورد استفاده در اینجا مربوط به سال ۱۹۷۳ (سال ۱۳۵۲ شمسی) می باشد. از آنجا که طی این دوره زمانی در پیچان رودهای منطقه در برخی نقاط تغییرات عمده ای صورت گرفته و حتی الگوی رودخانه نیز در برخی موارد به الگویی دیگر تغییر شکل داده است، لازم آمد تا مسیر رودخانه را از روی نقشه های توپوگرافی ژئورفرنس شده در محیط نرم افزار ARC GIS ترسیم نموده، نوع و موقعیت پیچان رودها و الگوی رودخانه را به تصویر در آوریم و آن را با تصاویر قدیم (MSS ۱۹۷۳) و جدید (IRS ۲۰۰۶) به مقایسه گذاریم. برای تفکیک نوع پیچ های کارون با استفاده از نرم افزار GIS مرحله به شرح ذیل انجام گردید:

- ۱- موزایک نمودن ۱۶ نقشه ی توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ ژئورفرنس شده ی پوشش دهنده منطقه.
- ۲- دیجیت کردن لایه رودخانه به عنوان یک شیپ فایل به صورت یک خط پیوسته.
- ۳- تهیه جدول اطلاعاتی در محیط GIS بر اساس طبقه بندی که بر مبنای نقشه های توپوگرافی انجام شد.
- ۴- نشان دادن موقعیت هر یک از تیپ های پیچان رودی در یک نقشه معجزا.

^۱-Landsat III

۵- اختصاص دادن یک رنگ به هر نوع از پیچان رودها برای تفکیک آنها از هم، با توجه به اطلاعات ذخیره شده در جدول.



شکل ۲) تفکیک نوع پیچان رودهای کارون براساس نقشه های توپوگرافی

در این مقاله با استفاده از روش برازش دواير با قوس های محور رودخانه های پیچان رودی که توسط بریس^۱ مورد استفاده قرار گرفته است، جهت تعیین تعداد و شناسایی نوع پیچان رودهای رودخانه کارون مورد استفاده قرار گرفت. بریس بیان می کند که یک انحنای پیچان رودی ساده بخشی از یک انحنای ثابت است که طول آن از شعاع آن بیشتر باشد و یک پیچ مرکب شامل دو پیچ یا بیشتر است که انحنای آن عموماً به سمت یک طرف رودخانه هدایت شده است. پیچ های مرکب نمایشی از رشد پیچ های ساده است (فرو دینگام^۲، ۲۰۰۳، ۶۲۵). با استفاده از این روش، ۱۴۹ پیچان رود در رودخانه کارون تشخیص داده شد. از این میان ۲۶ پیچان رود از نوع مرکب و مابقی از نوع ساده تعیین شدند. شکل (۲) که حاصل عملیات فوق می باشد، نمایش دهنده موقعیت هر یک از انواع پیچان رودها و الگوی رودخانه در بخش های

^۱ Brice
^۲ Frothingham.K.M -

مختلف منطقه مورد مطالعه می باشد، هریک از الگوهای مستقیم و شریانی و پیچ های ساده و مرکب موجود در مسیر رودخانه به طور مجزا با رنگی تیره و قابل تفکیک با دیگر بخش ها ترسیم شده است.

به دلیل طولانی بودن رودخانه کارون و نامفهوم بودن نقشه هایی که کل مسیر را به نمایش می گذارند، مسیر پیچان رودی رودخانه را، از محل ورود به دشت خوزستان، به پنج بخش تقسیم نمودیم. کانال رودخانه در هر بخش، از روی نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ ژئورفرنس شده، ترسیم گردید و تغییرات عمده ای که در فاصله زمانی بین تهیه نقشه ها و تصاویر ماهواره ای قدیم (۱۹۷۳) و جدید (۲۰۰۶) در پیچان رودهای رودخانه رخ داده اند به مقایسه گذاشته شده است. در نهایت جدولی از تغییرات رخ داده در این فاصله زمانی تهیه گردید.

یافته های پژوهش

بخش اول

تغییر نوع پیچان رودهای کارون از گتوند تا شوشتر: این بخش از مسیر رودخانه کارون، در نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سال ۱۳۳۴، دارای ۱۱ پیچان رود ساده می باشد (شکل ۳). قبل از شروع مسیر پیچان رودی، الگوی رودخانه از نوع شریانی است. طول این قسمت، حدود ۲۰ کیلومتر می باشد. در بخش بالایی مسیر پیچان رودی، طی بازه زمانی مورد مطالعه، تغییراتی در الگوی رودخانه صورت گرفته است و پیچان رودهای شماره ۲ تا ۵ از نوع پیچان رود ساده به الگوی شریانی تغییر یافته اند. طول مسیر تغییر یافته، حدود ۱۵ کیلومتر می باشد. این تغییر الگو، بعد از پیچان رود شماره ۱ آغاز شده است (شکل ۹). در این بخش هیچ پیچان رود مرکبی وجود ندارد. از بین تمامی محدوده مورد مطالعه این بخش با متوسط شیب ۰/۰۰۹ پر شیب ترین بخش می باشد. این عامل در ایجاد تغییر زیاد و تبدیل الگوی رودخانه از پیچان رودی به شریانی بی تأثیر نبوده است. این تغییر الگو بخش زیادی از زمین های کشاورزی اطراف را از بین برده و بر پهنای مجرای اصلی عبور رودخانه افزوده است. تغییر الگو با ایجاد جزایری در بستر رودخانه همراه بوده است. در الگوی شریانی، این سدها غالباً ثابت نبوده و در اثر تغییراتی در جریان آب از محل خود حرکت می کنند (موسوی حرمی، ۱۳۷۹، ۲۶۱). با توجه به این ویژگی الگوی شریانی، انتظار می رود تغییرات این بخش در آینده نیز ادامه یابد.

بخش دوم

نوع پیچان رودهای کارون از شوشتر تا بند قیر (شطیط): تغییرات این بخش نیز گسترده است. پیچ شماره ۱ تا ۳ (شکل ۱۱)، از الگوی پیچان رودی به شریانی تغییر یافته و تغییرات عمده ای در فرم پیچ های شماره ۲ تا ۸ روی داده است. پیچان رود شماره ۶ از این شاخه از جمله پیچان رودهایی است که در نقشه توپوگرافی از نوع ساده است، اما در تصاویر قدیم به پیچان رود مرکب تغییر یافته و در تصویر جدید نیز تغییراتی در آن صورت گرفته است. به طوری که خمیدگی های این پیچان رود افزایش یافته و به شکل یک پیچان رود مرکب خود نمایی می کند. پیچ شماره ۸ نیز ابتدا ساده بوده است (شکل ۴) و نوع خود را در تصویر قدیم حفظ کرده است، اما در تصویر جدید به نوع مرکب تغییر شکل داده است (شکل ۱۳). پیچان رود شماره ۱۸ از شاخه شطیط در نقشه های توپوگرافی به فرم یک پیچان رود ساده بوده است (شکل ۴)؛ در حالی که در تصویر قدیم به یک پیچان رود مرکب با دو انحنا تبدیل شده است، در تصویر جدید مجدداً به فرم یک پیچان رود ساده درآمده است (شکل ۱۴). پیچ شماره ۱۹ دچار تغییراتی کاملاً عکس با پیچ ۱۸ گردید، به طوری که ابتدا پیچی مرکب، سپس تبدیل به ساده و نهایتاً تبدیل به مرکب شده است. به جز تغییر الگو و تغییر نوع پیچان رودهای این بخش، جابه جایی های متعدد دیگر نیز در اغلب پیچ ها مشاهده شدند. به لحاظ میزان شیب این منطقه

بعد از محدوده گنوند تا شوشتر بیشترین شیب را داراست (جدول ۱). محل اتصال رودخانه سیلابی شور در ابتدای شاخه شطیپ می باشد، سیلاب هایی که در طول سال از طریق این رودخانه به کارون وارد می شود، به همراه شیب (متوسط ۰/۰۰۴) دو عامل بسیار مؤثر در تغییرات عمده این منطقه می باشد.

بخش سوم

نوع پیچان رودهای کارون از شوشتر تا بند قیر (گرگر): این مسیر از رودخانه، مصنوع دست انسان است و دبی آن به نسبت مسیرهای دیگر کارون کمتر است. این امر شرایط ثبات را در این بخش از کارون فراهم آورده است. از این رو پیچان رودهای آن در نقشه های توپوگرافی و تصاویر قدیم و جدید تفاوت زیادی را نشان نمی دهند. در این بین، تنها پیچان رودهای شماره ۴۴ و ۵۲ هر دو در نقشه های توپوگرافی به فرم پیچان رود ساده بوده اند (شکل ۵). پیچان رود ۴۴ در تصاویر قدیم، همچنان پیچان رودی ساده بوده است، اما در تصویر جدید به شکل مرکب تبدیل شده است (شکل ۱۵). پیچان رود ۵۲ در هر دو تصویر به پیچان رودی مرکب تبدیل شده است (شکل ۱۶).

بخش چهارم

نوع پیچان رودهای کارون بزرگ: نوع پیچان رودهای کارون بزرگ از شماره ۶۹ تا ۸۸ در نقشه های توپوگرافی و تصاویر ماهواره ای قدیم و جدید تغییر نکرده است. تغییرات این بخش عمدتاً به کاهش و افزایش میزان خمیدگی مربوط می شود تا به ایجاد یا از بین رفتن آنها. پیچان رود ۹۵ و ۱۰۰، از نوع ساده در نقشه توپوگرافی (شکل ۷) و تصویر قدیم، به نوع مرکب در تصویر جدید تغییر یافته است. پیچان رودهای ۱۰۲ و ۱۰۳ در تصاویر قدیم و جدید به صورت پیچان رود مرکب و در نقشه توپوگرافی از نوع ساده بوده اند (شکل ۱۷، ۱۸). پیچ های شماره ۱۰۲ و به ویژه پیچ ۱۰۳ از جمله مناطق بحرانی است که مقایسه تصاویر از سرعت بالای تغییرات در آن حکایت می کند. کمره بالایی پیچان رود شماره ۱۰۳ در تصویر سال ۲۰۰۶، به کمره پایینی آن بسیار نزدیک شده و زاویه قوس داخلی را تندتر ساخته است. این امر باعث افزایش احتمال قطع شدن پیچ و ایجاد یک دریاچه شاخ گاوی گردیده است. حرکت رأس پیچ شماره ۱۰۴ به سمت بالا سرعت این رویداد را بالاتر خواهد برد (شکل ۱۹). این دو پیچان رود تأمین کننده آب شرب و کشاورزی روستاهای هالوب و عجرشبه و چند روستای کوچک دیگر می باشد. رخداد فرایند قطع شدگی در آینده تغییرات اساسی در دسترسی به آب را برای این مناطق در پی خواهد داشت. مقایسه بین نقشه و تصاویر ماهواره ای در این قسمت از رودخانه حاکی از تغییر نوع دو پیچان رود ۱۱۱ و ۱۱۳ می باشد. پیچان رود ۱۱۱ در نقشه توپوگرافی و تصویر قدیم، از نوع پیچان رود ساده بوده است، اما در تصویر جدید به یک پیچان رود مرکب تغییر یافته است^۱. حال آنکه پیچان رود ۱۱۳ در نقشه توپوگرافی پیچان رودی مرکب شناسایی شده است، ولی در تصاویر قدیم و جدید به فرم یک پیچان رود ساده در آمده است. در کل، تغییرات روی داده در این بخش به ویژه از پیچ های شماره ۱۰۶ تا محل اتصال به اروندرود ناچیز بوده و شیب کم منطقه قدرت فرسایشی رودخانه را کاهش می دهد، به طوری که رسوبات دانه ریز با وسعت بیشتری نهشته می شوند.

^۱ - به دلیل زیاد شدن تصاویر فقط برخی از پیچان رودها که بیشترین تغییر را داشته اند در مقاله آورده شده است.

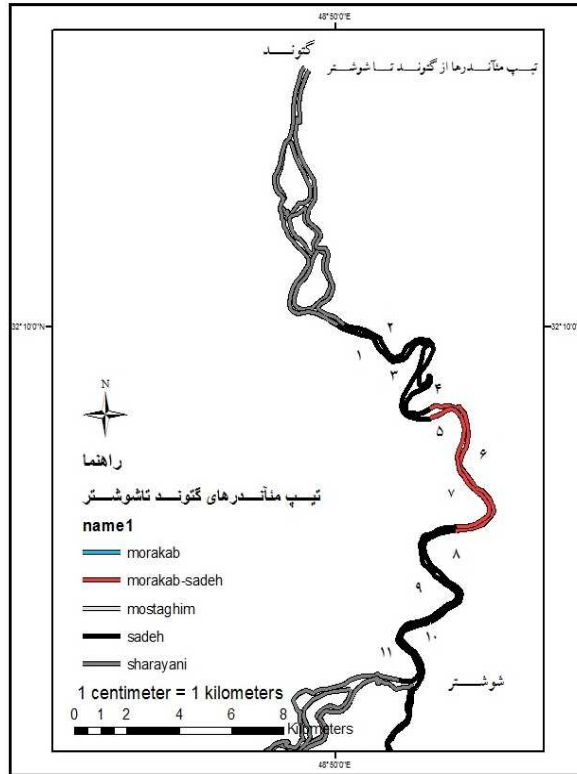
بخش پنجم

نوع پیچان رودهای رودخانه بهمنشیر: رودخانه بهمنشیر به عنوان شاخه فرعی از رودخانه کارون می باشد، از محل رأس پیچان رود ۱۲۰ از کارون جدا شده و با ایجاد ۹ پیچان رود در طول مسیر خود، در نهایت به خلیج فارس می ریزد (شکل ۸). این مسیر در بازه زمانی مورد مطالعه به لحاظ تغییرات پیچان رودی و در مقایسه با نقشه های توپوگرافی، جا به جایی های چشم گیری نداشته است. نکته قابل توجه در این بخش، افزایش دو پیچان رود جدید به دیگر پیچان رودهای آن می باشد. همان طور که از نقشه توپوگرافی و تصویر قدیم از منطقه پیداست، در محل پیچان رود ۱۲۹ رودخانه به خلیج فارس می پیوندد؛ در حالی که در تصویر جدید، شاهد ساخته شدن دو پیچان رود جدید در ادامه پیچان رود مذکور هستیم. بنابراین، می توان اظهار نمود که پیچ های رودخانه بهمنشیر از ۹ پیچان رود در سال ۱۹۷۳ به ۱۱ عدد در سال ۲۰۰۶ افزایش یافته است. مهم ترین دلیلی که در ارتباط با این تغییر می توان ذکر کرد، بالا بودن حجم رسوبات نهشته شده در این منطقه، به عنوان نقطه پایانی مصب رودخانه، می باشد. تخلیه حجم عظیمی از رسوبات در این بازه زمانی کوتاه مدت، شرایط افزایش سطح خشکی و نمود دو پیچان رود جدید در این بخش را فراهم آورده است (شکل ۲۰). این کاهش را می توان به کم شدن شیب رودخانه، ریزتر شدن مواد بستر، کم شدن ظرفیت حمل رسوب نسبت داد. جدول (۱) متوسط شیب رودخانه و اندازه ذرات در هر بخش را بیان می کند.

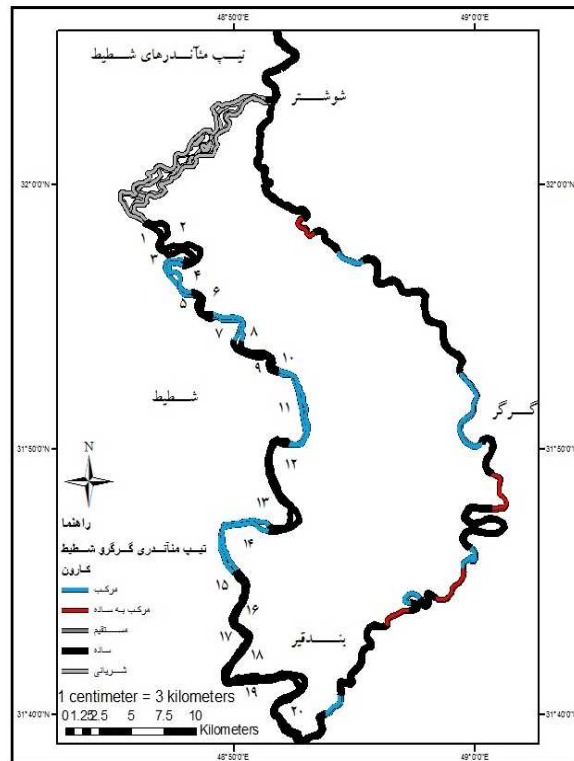
جدول (۱) مورفولوژی رودخانه و متوسط شیب در بخش های مختلف رودخانه کارون

رودخانه	اندازه ذرات	متوسط شیب	شکل رودخانه
کارون از گتوند تا شوشتر	ماسه ریز تا سیلت	/۰۰۰۹	پیچان رود - شریانی
گرگر		/۰۰۰۸	پیچان رودی
شطیط		/۰۰۰۴	شریانی - پیچان رودی
کارون بزرگ		/۰۰۰۵	پیچان رودی

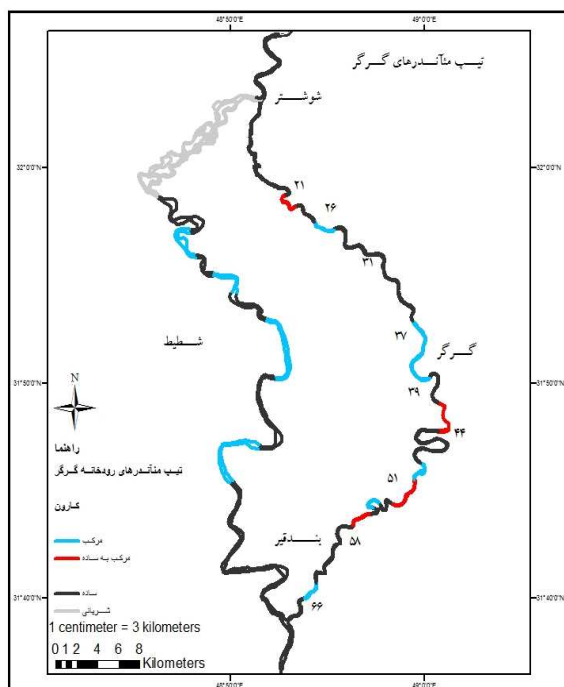
ملاحظه می گردد که بیشترین شیب متعلق به مسیر گتوند تا شوشتر می باشد که در بازه زمانی مورد مطالعه تغییرات زیادی را تجربه کرده است و رودخانه در بخش هایی از آن حتی دچار تغییر الگو از پیچان رودی به شریانی شده است. بعد از آن بیشترین شیب مربوط به شاخه شطیط می شود. در این رودخانه نیز تقریباً در تمامی بخش های آن تغییرات ملاحظه گردید. کمترین شیب، متعلق به شاخه گرگر می باشد که کمترین تغییرات را نشان داده است.



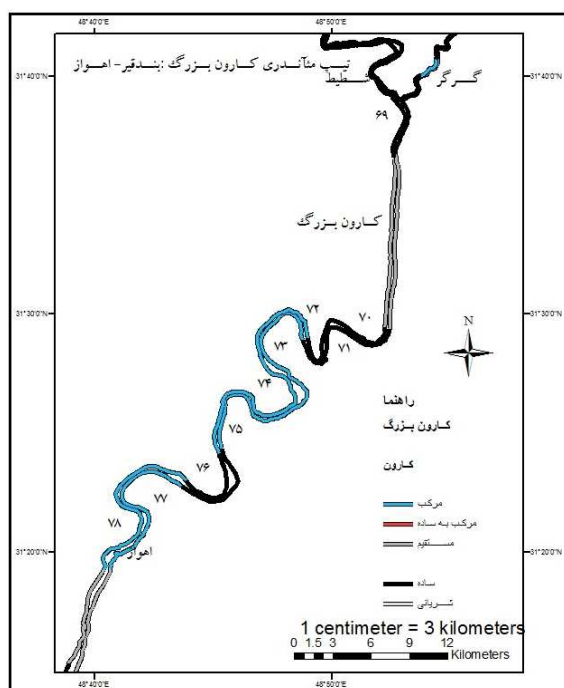
شکل ۳) نوع پیچان رودهای کارون از گنبد تا شوشتر



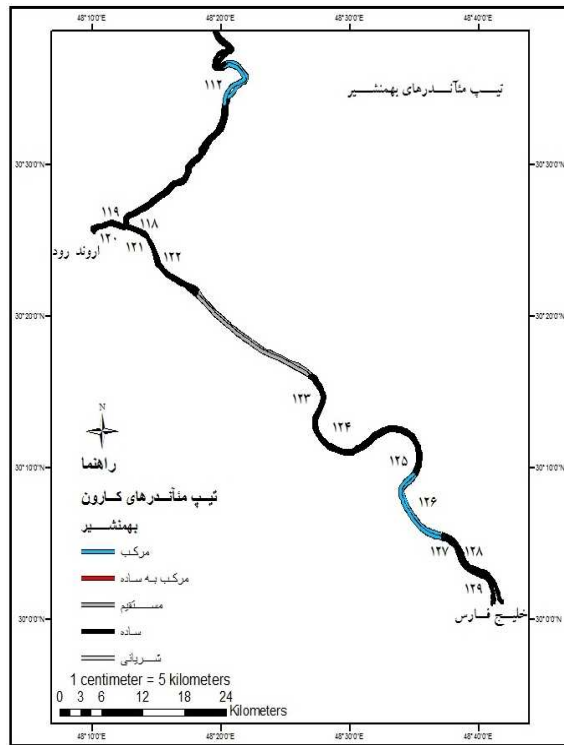
شکل ۴) نوع پیچان رودهای کارون از شوشتر تا بند قیر (شطیط)



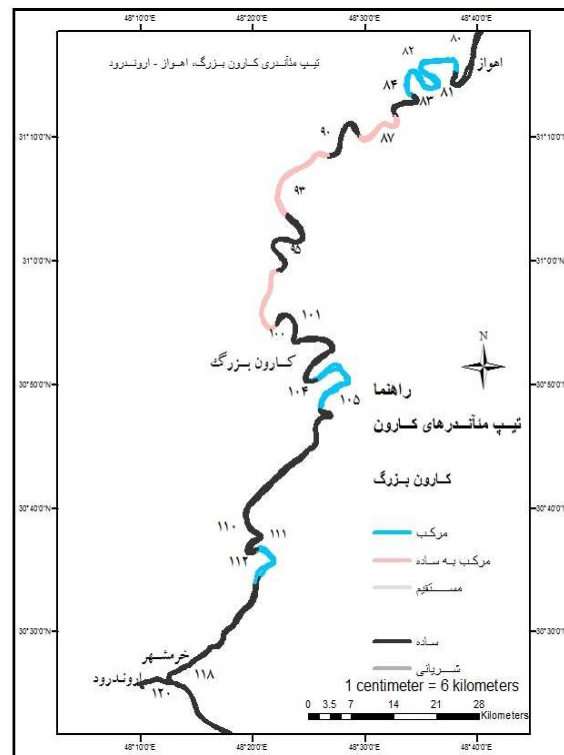
شکل ۵) نوع پیچان رودها از بازه شوشتر تا بند قیر (رودخانه گزرگر)



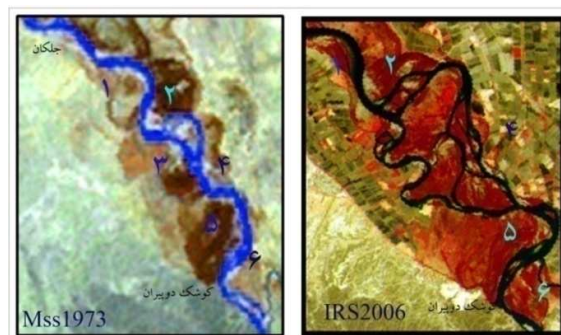
شکل ۶) نوع پیچان رودها از بازه بند قیر تا اهواز



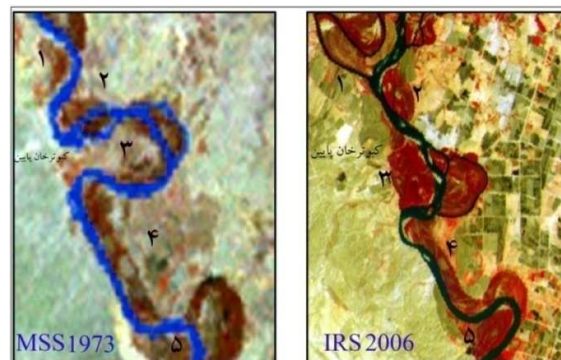
شکل ۷) نوع پیچان رودها از اهواز تا خرمشهر



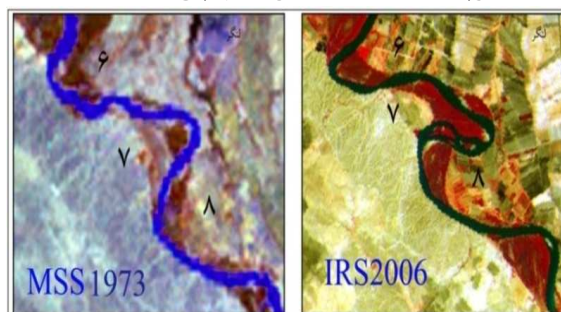
شکل ۸): نوع پیچان رودها در بازه بهمنشیر



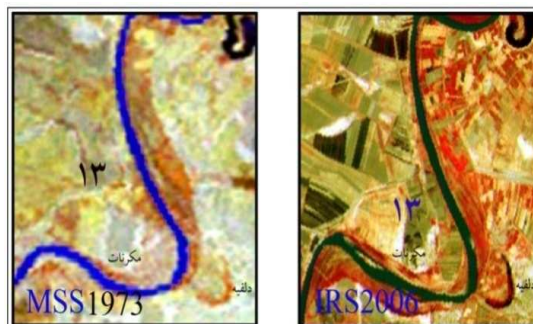
شکل ۹) تغییر پیچان رودهای بخش اول



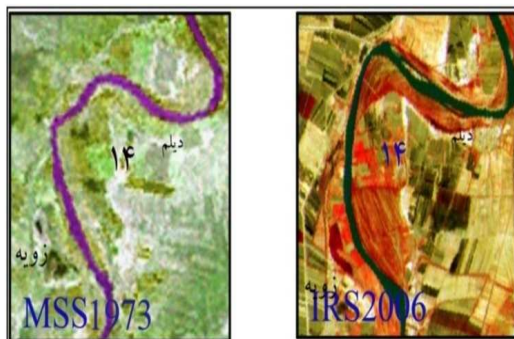
شکل ۱۰) تغییر پیچان رودهای بخش دوم (پیچ ۱۳)-رودخانه شطیط



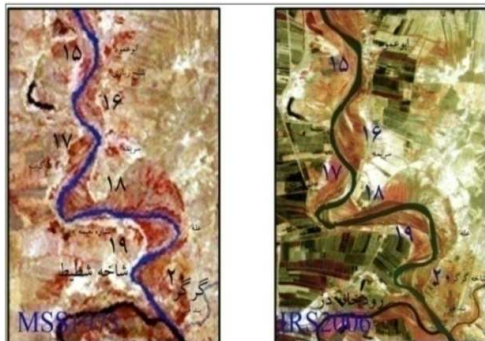
شکل ۱۱) تغییر پیچان رودهای بخش دوم (پیچ های ۱ تا ۵)-رودخانه شطیط



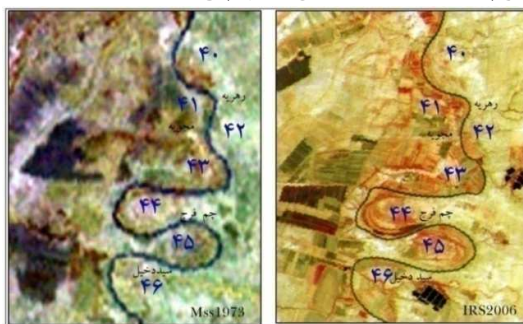
شکل ۱۲) تغییر پیچان رودهای بخش دوم (پیچ ۱۴)-رودخانه شطیط



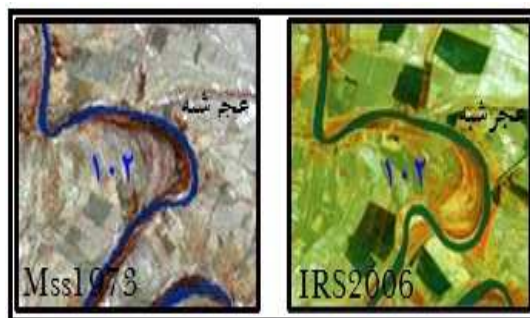
شکل ۱۳) تغییر پیچان رودهای بخش دوم (پیچ های ۷ و ۸) - رودخانه شطیط



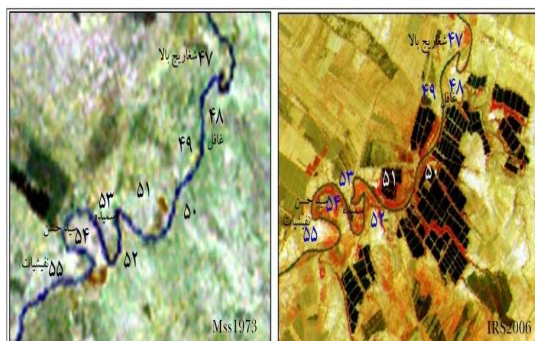
شکل ۱۴) تغییر پیچان رودهای بخش دوم (پیچ های ۱۵ تا ۲۰) - رودخانه شطیط



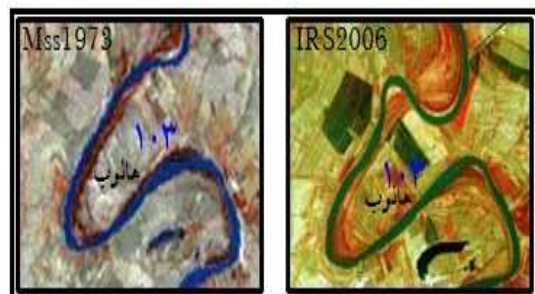
شکل ۱۵) تغییر پیچان رودهای بخش سوم - پیچ ۴۴



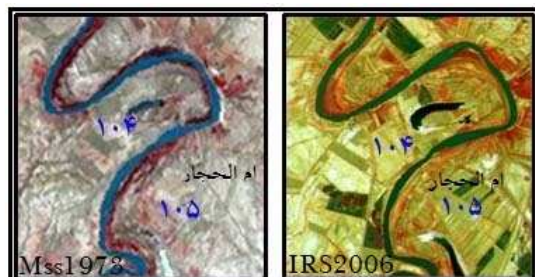
شکل ۱۶) تغییر پیچان رودهای بخش سوم - پیچ ۵۲



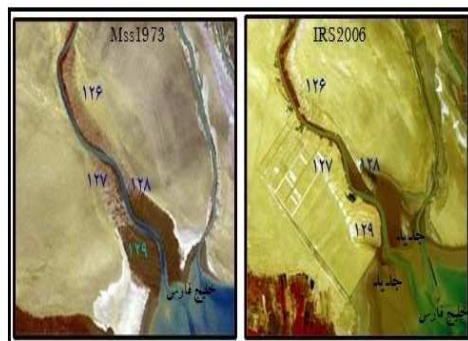
شکل ۱۷) بخش چهارم- تغییر در پیچ شماره ۱۰۲



شکل ۱۸) بخش چهارم- تغییر در پیچ شماره ۱۰۳

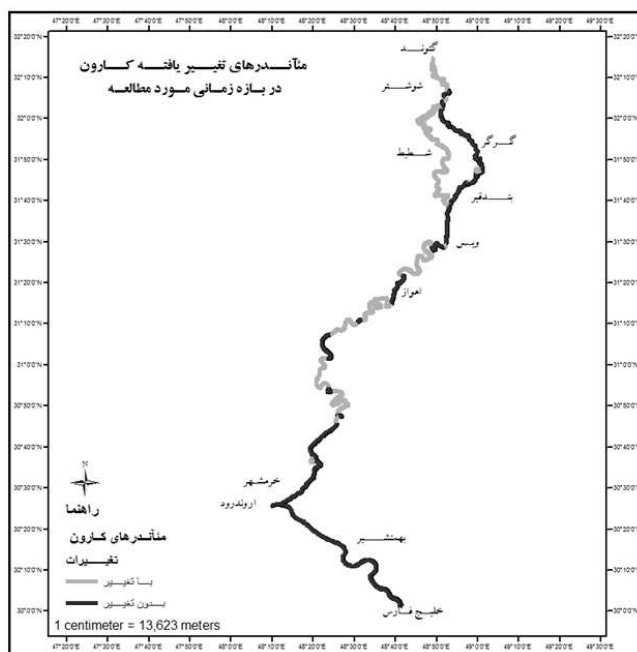


شکل ۱۹) بخش چهارم- تغییر در پیچ شماره ۱۰۴



شکل ۲۰) بخش پنجم- اضافه شدن دو پیچان رود جدید

شکل ۲۰، به عنوان نتیجه نهایی این پژوه، نشان دهنده بخش هایی از رودخانه کارون است که طی بازه زمانی ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۶ دچار تغییر شده است. به طور کلی می توان چنین اظهار نمود که تغییر در بخش های پایین دست در مقایسه با بخش های بالادست بیشتر بوده است.



شکل ۲۱) موقعیت پیچان رودهای کارون که دارای تغییر بوده اند.

نتیجه گیری

در بازه زمانی مورد مطالعه، رودخانه شطیط به نسبت طول خود بیشترین میزان تغییرات را تجربه کرده است. همان طور که ملاحظه گردید، مقدار شیب در شاخه شطیط بعد از مسیر گتوند تا شوشتر، از دیگر مناطق بیشتر است. شیب رودخانه قدرت تخریب آن را بالاتر برده و تغییرات را بیشتر می کند. عامل دیگر، ورود رودخانه سیلابی شور در بالادست شطیط می باشد. بی شک ویژگی سیلابی این شاخه بر میزان جریان رودخانه شطیط اثر می گذارد. فاکتور دیگری که باید به آن توجه داشت، این است که بخش بالایی شاخه شطیط دارای الگوی شریانی است و در رودخانه کارون ظرفیت عبور جریان در بخش شریانی بیش از بخش پیچان رودی آن است؛ به ویژه آنکه در بخش های شریانی جزایری شکل پیدا می کند که با تغییر در جریان آب، این جزایر نیز دچار تغییر می شوند. بنابراین، تغییری اندک در این مناطق (یعنی حذف یا اضافه شدن جزایر)، به نسبت دیگر مناطق، نمود بیشتری داشته و به شکل بارزتری در تصاویر ماهواره ای قابل مشاهده هستند.

کمترین میزان تغییرات، مربوط به شاخه مصنوعی گرگر می باشد. این شاخه هم به دلیل دست ساز بودن و هم به دلیل دبی کمتری که دارد، با وجودی که با شاخه شطیط در یک عرض جغرافیایی و به لحاظ جنس زمین در شرایط یکسان قرار دارد، تغییرات اندکی را تجربه کرده است. باید توجه داشت که شیب رودخانه گرگر به نسبت رودخانه شطیط بسیار کمتر می باشد. این علت را نیز باید به علل دیگر تغییرات اندک این رودخانه افزود.

در مناطق پایین دست کارون نیز، تغییرات پیچان رودی بسیار اندک است. این بخش از کانال نیز مانند شاخه گرگر ساخته دست انسان می باشد. علاوه بر این، دلیل دیگر برای کاهش تغییرات در این بخش را می توان به تحلیل قدرت رودخانه و قرار داشتن رودخانه در شرایط نهشته کردن رسوبات نسبت داد. در این مرحله رودخانه دیگر قدرت تخریب نداشته و بیشتر فعالیت آن مربوط به رسوبگذاری می شود.

در تمامی منطقه مورد مطالعه، از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۵ از مجموع ۱۴۹ پیچان رود موجود در مسیر رودخانه کارون، بیست و یک پیچان رود با تغییر نوع و در برخی موارد با تغییر الگو مواجه شده اند. از این بین، هفت پیچ از الگوی پیچان رودی به الگوی شریانی تغییر یافته است. تمامی این خمیدگی ها در نقشه های توپوگرافی و تصاویر قدیم دارای الگوی پیچان رودی و از نوع ساده بوده اند، اما در تصاویر جدید به الگوی شریانی تغییر شکل داده اند (پیچان رودهای شماره ۲، ۳، ۴، و ۵ از رودخانه کارون و مآندرهای ۱، ۲ و ۳ از شاخه شطیط).

شش قوس که در نقشه های توپوگرافی، فرم ساده داشته اند، در تصاویر قدیم نیز ساده بوده اند؛ اما در تصاویر جدید به نوع مرکب تغییر یافته اند (پیچان رودهای شماره: ۴۴، ۹۵، ۱۰۰، ۱۱۱ و پیچان رودهای ۸ و ۱۵ از رودخانه شطیط). یک پیچان رود از فرم مرکب در نقشه توپوگرافی به فرم ساده در تصاویر قدیم و جدید درآمده است (پیچان رود شماره ۱۱۳).

پنج پیچان رود از فرم ساده در نقشه های توپوگرافی به مرکب در تصاویر قدیم و جدید تبدیل شده اند (پیچان رودهای شماره: ۵۲، ۱۰۲ و ۱۰۳ و پیچان رود شماره ۶ از رودخانه شطیط).

یک پیچ از فرم ساده در نقشه های توپوگرافی به مرکب در تصویر قدیم و مجدداً به ساده در تصویر جدید تبدیل شده است (پیچان رود شماره ۱۸ از رودخانه شطیط).

یک پیچان رود نیز از فرم مرکب در نقشه های توپوگرافی، به فرم ساده در تصویر قدیم و از فرم ساده مجدداً به فرم مرکب در تصویر جدید تغییر شکل داده است (پیچان رود شماره ۱۹ از رودخانه شطیط). توماس لنکاستر معتقد است، مدت زمانی که لازم است تا پیچ اولیه رشد کند و قطع شود بیشتر از زمانی است که برای رشد و قطع شدن پیچان رود مرکب لازم است. نمونه ی این اظهار نظر را در این پیچان رود می توان مشاهده نمود، زیرا در یک دوره زمانی ۵۱ ساله فرم رودخانه از مرکب به ساده و مجدداً از ساده به مرکب تغییر یافته است و این تغییر فرم پیچان رود از مرکب به ساده در طول ۱۸ سال رخ داده است. این تحول برای رودخانه ی کارون که در رده ی رودخانه های پیر محسوب می شود زمان کمی است.

بنابراین بیشترین میزان تغییرات در بازه زمانی مورد مطالعه، مربوط به تبدیل نوع ساده به مرکب می باشد. تغییر مهم دیگر در ارتباط با بخش انتهایی مسیر کارون یعنی رودخانه بهمشیر می شود، که مربوط به افزایش دو پیچان رود جدید به مسیر پیچان رودی رودخانه است. زیاد بودن بار رسوبی کارون و پسروی آب خلیج فارس و افزایش وسعت خشکی در بخش مصب این رودخانه، دلیل عمده ایجاد این دو پیچان رود می باشد.

کمترین میزان تغییرات، مربوط به شاخه گرگر از رودخانه کارون می باشد. اگر شکل کانال زمان بیشتری ثابت بماند، این ثبات دلالت می کند که این بخش های سیلابدشت نیز به طور قابل توجهی بدون آشفستگی باقی بماند.

منابع و مآخذ:

- ۱) ارشد صالح، مرید سعید، میر ابوالقاسمی هادی (۱۳۸۶)، بررسی روند تغییرات مورفولوژیکی رودخانه ها با استفاده از سنجش از دور، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهاردهم، شماره ۶.
- ۲) آل یاسین احمد (۱۳۷۹)، کاربرد مهندسی رودخانه در رودخانه های دز و کارون، وزارت نیرو - کمیته ملی سدهای بزرگ ایران، شماره ۳۳.
- ۳) پورآصف فرشته (۱۳۸۵)، مروری بر روش های مختلف طبقه بندی رودخانه ها و کاربرد آنها برای رودخانه های کارون و دز، هفتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه چمران.
- ۴) تلوری عبدالرسول (۱۳۷۱)، شناخت فرسایش کناری رودخانه در دشت های رسوبی، وزارت جهاد سازندگی، معاونت آموزش تحقیقات، تهران.
- ۵) جواهری نصرالله، کاشفی پور محمود، قمشی مهدی (۱۳۸۵)، پیش بینی تغییر مورفولوژی رودخانه های متآندری (مطالعه موردی رودخانه کارون)، هفتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران، اهواز.
- ۶) خبازی مصطفی (۱۳۸۷)، ردیابی آثار تغییر مسیر رودخانه های دشت خوزستان در کوآترنر، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا، گرایش ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان، دانشکده ادبیات.
- ۷) رنگزن کاظم، صالحی بهرام، سلحشوری پروین (۱۳۸۱)، بررسی تغییرات منطقه پایین دست سد کرخه قبل و بعد از ساخت سد با استفاده از تصاویر چند زمانه Landsat، مجموعه مقالات ششمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، انتشارات کمیته تحقیقات آب سازمان آب و برق خوزستان.
- ۸) رنگزن کاظم، محمود تولایی نژاد (۱۳۸۱)، سعید پیراسته، مطالعه اثرات مهاجرت رودخانه ها بر سازه های عمرانی در جلگه خوزستان، مجموعه مقالات ششمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، انتشارات کمیته تحقیقات آب سازمان آب و برق خوزستان.
- ۹) سیفی چرمینی، اکرم (۱۳۸۷)، ردیابی دلتاهای متوالی کارون با پردازش تصاویر ماهواره ای، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا گرایش ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان، دانشکده ادبیات.
- ۱۰) مقیمی ابراهیم (۱۳۸۸)، اکوزئومورفولوژی و حقوق رودخانه، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- ۱۱) موسوی حرمی رضا (۱۳۸۳)، رسوب شناسی، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ دهم.
- ۱۲) Frothingham.K.M , Rhoads B. (۲۰۰۳) , « Three- DimensionalFlow Structure And Channel ChangeIn An asymmetrical CompoundMeander Loop, Embarrass River ,Illinois» -Landforms۲۸, ۶۲۵-۶۴۴.
- ۱۳) Hooke. J.M, (۲۰۰۷), meandering rivers. , Buckingham Building, Lion Terrace.
- ۱۴) Lancaster.Stephen Thomas(۱۹۹۸) ,«A Nonlinear River Meandering Model and itsIncorporation in a Landscape Evolution Model» - Submitted to the Department of Civil and Environmental Engineering in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy at the Massachusetts Institute Of Technology .۲۷۷
- ۱۵) Langbein.Walter, B and Luna .B. Leopold(۱۹۶۶), -River Meanders -Theory of Minimum Variance River Meanders - Geological Survey Professional .Paper .۴۲۲.
- ۱۶) Ollero Alfredo (۲۰۱۰), Channel changes and floodplain management in the meandering middleEbro River, Spain. Geomorphology ۱۱۷ ۲۴۷-۲۶۰.

