

پیش بینی تغییرات مسیر رودخانه کارون با استفاده از داده های تاریخی و کمی ژئومورفولوژی (محدوده شوشتر تا اروند رود^۱)

جعفر مرشدی

دانشجوی دوره دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

jafarmorshedi@gmail.com

دکتر سید کاظم علوی پناه

استاد گروه جغرافیای دانشگاه تهران

چکیده:

محدوده مورد مطالعه بخشی از رودخانه کارون واقع در استان خوزستان است که از تنگ عقیلی شوشتر تا محل ورود کارون به اروند رود امتداد دارد. تغییرات رودخانه کارون در جلگه آبرفتی خوزستان و تفاوت‌های محلی بازه ها با توجه به عوامل زمین ساختی (تکتونیکی)، هیدرولوژیکی و انسانی، سبب آسیب ها و مخاطرات رودخانه ای در طول زمان شده است و کنترل این مخاطرات تنها با شناخت محیط رودخانه و تعیین تغییرات آن به روشهای مناسب امکان پذیر است. برای بررسی ویژگیهای مورفومتریک رودخانه کارون جهت پیش بینی تغییرات، با استفاده از تصاویر ماهواره ای IRS، سنجنده LISSIII با قدرت تفکیک مکانی ۲۳،۵ متر مربوط به تاریخ ۲۹ ژولای سال ۲۰۰۷، و تصاویر ماهواره لندست سال ۱۹۹۱ مسیر رودخانه ترسیم شد و در نرم افزار های GIS اندازه گیری های مورد نیاز، انجام و مورد تجزیه و تحلیل مکانی قرار گرفت. برای این منظور کل رودخانه کارون با توجه به تعداد پیچهای آن (۱۰۰ پیچ)، به محدوده های کوچکتری تقسیم شد و نقاط عطف پیچها به عنوان محدوده بالایی و پایینی هر پیچ انتخاب گردید و پارامترهای شعاع انحناء، نقاط میانگین مرکزی هر پیچ، جهت پیچ و میزان مهاجرت سالیانه آن اندازه گیری شد نتایج روش پیش بینی مسیر رودخانه نشان می دهد که بازه های ماندری بیشترین تهدید را دارند و اگر تغییرات کاربریها و مناطق حساس رودخانه به فرسایش بخصوص در راس پیچها و مناطق با تغییر پذیری بالا کنترل نشود مساحت زیادی از اراضی کشاورزی، تاسیسات انسانی و جاده ها در معرض تهدید و تخریب جدی قرار می گیرند.

واژه های کلیدی: تغییرات رودخانه، ماندری، داده های ماهواره ای، پیش بینی، کارون، خوزستان

مقدمه

مطالعه و شناخت رودخانه ها توسط دانشمندان و از طریق علوم مختلف مثل هیدرولوژی، مهندسی رودخانه، محیط زیست، جغرافیا، زمین شناسی، باستان شناسی، اقلیم و ... انجام می گیرد. ژئومورفولوژی یکی از شاخه های جغرافیا است که به بررسی فرم ها و فرایندهای موثر در شکل گیری، تغییر پذیری و تکامل رودخانه ها می پردازد و

* این مقاله از رساله دکتری استخراج شده است که به راهنمایی دکتر سید کاظم علوی پناه تهیه شده است.

علل آنها را تشریح می کند. مطالعه کانال رودخانه ها و تغییرات ماندها بر اساس نقشه ها و تغییرات تاریخی، ابتدا بر روی رودخانه کانزاس و شاخه هایش بین سالهای ۱۸۵۷، ۱۸۶۸ و ۱۹۷۶ بر اساس تحقیقات دورت شروع شد (Dort, 1978). با اختراع عکاسی هوایی در سال ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ مطالعه پلانفرم رودخانه ها سرعت گرفت و بسیاری از محققان از این عکسها جهت طبقه بندی فرم ماندها استفاده کردند. لئوپولد و ولمن^۱ بر اساس نقشه ها و عکسهای هوایی روابط ژئومتریکی مهندسی را ارائه کردند (Leopold and Wolman, 1960). بعد از آن ریچارد^۲ (1982)، هایکین^۳ (1974)، توب و چانگ^۴ (1980)، ویلیام^۵ (1986)، راینالدی و جانسون^۶ (1997)، خی لو و زونگیوان^۷ (۲۰۰۷) مطالعاتی در این زمینه داشته اند. همچنین براساس از مرکز بررسی های زمین شناسی ایالات متحده از عکسهای هوایی جهت آنالیز پلانفرم ماندها استفاده کرد. و مجموعه بزرگی از عکس های هوایی بیشتر از ۳۵۰ رودخانه ایالت متحده را جمع آوری نمود (Brice, 1974). و از این عکسها جهت توسعه طبقه بندی خود از فرم کانال رودخانه ها و الگوی آنها و شکل ماندها استفاده کرد (Brice, 1984). یافته های شوم و همکاران در مورد رودخانه های با بستر ماسه ای در استرالیا و رودخانه های با بستر سنگریزه در آمریکا مورد استفاده قرار گرفت (Schumm, Erskine, and Tilleard, 1996). گاتسفیلد و جانسون از روشهای تاریخی تعیین سن دندرولوژیک جهت بررسی تغییرات رودخانه در یکی از رودخانه های کانادا به نام موریس^۸ مورد استفاده قرار گرفت و هیچگونه الگویی در حرکت کانال ها به سمت پایین دست نیافتند (Gottesfeld and Johnson, 1990). در ایران نیز تلوری (۱۳۷۱)، خواجه ساهوتی (۱۳۷۵) و رنگرن (۱۳۸۱) و جواهری (۱۳۸۴) به پیش بینی تغییرات رودخانه کارون و کرخه پرداخته اند.

پژوهش حاضر به عنوان یک بررسی ژئومورفیک به مطالعه و شناخت مورفولوژی رودخانه کارون و پیش بینی تغییرات مسیر آن در منطقه خشک، با استفاده از روشهای میدانی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور و نیز روشهای بررسی تغییرات تاریخی رودخانه ها می پردازد. و هدف آن شناخت یکی از محیط های رودخانه ای از دیدگاه ژئومورفولوژیک است تا از طریق نتایج و دست آوردهای آن بتوان به مدیریت صحیح و علمی در محیطهای خشک مشابه پرداخت و تشابهات و تضادها را تشخیص داد و در رفع آنها کوشید. تا بتوان در محیطی امن و همساز با طبیعت و هماهنگ با روند آن و در جهت این تغییرات گام برداشت. در محدوده مورد مطالعه مسائل متعددی سبب اهمیت یافتن پیش بینی تغییرات رودخانه کارون شده است برخی از مسائل قابل مطرح در این محدوده به شرح زیر می باشد.

- قرار گیری در منطقه خشک، در نتیجه حساسیت بالای محدوده نسبت به تخریب حاشیه رودخانه به ضرر اراضی کشاورزی و ایجاد خسارت به خصوص در مواقع سیلابی دراکثر مسیرهای رودخانه، بخصوص در قوس های خارجی ماندر رودخانه.

¹ Leopold and Leman

² Richards

³ Hickin

⁴ Toebe & Chang

⁵ William

⁶ Johnson & Rinaldi

⁷ Luqian.L, Xixilu and Zhongyuan.c

⁸ Morice River

- تخریب مسکن شهری و روستایی حاشیه رودخانه بخصوص در محل قوس ها، به علت جابجایی ماندرهای رودخانه در مناطق با تغییرات بالا.

- وجود کشت و صنعت های بزرگی مثل امیر کبیر، میرزا کوچک خان، فارابی، دعبل و کارون و تامین آب آنها از طریق ایستگاههای واقع بر روی رودخانه کارون که سبب رسوب گیری محل تغذیه آب در ایستگاههای پمپاژ شده و بر ماندرهای پایین دستی تاثیر میگذارند.

- شناخت تغییرات طولی، عرضی و جانبی حریم رودخانه.

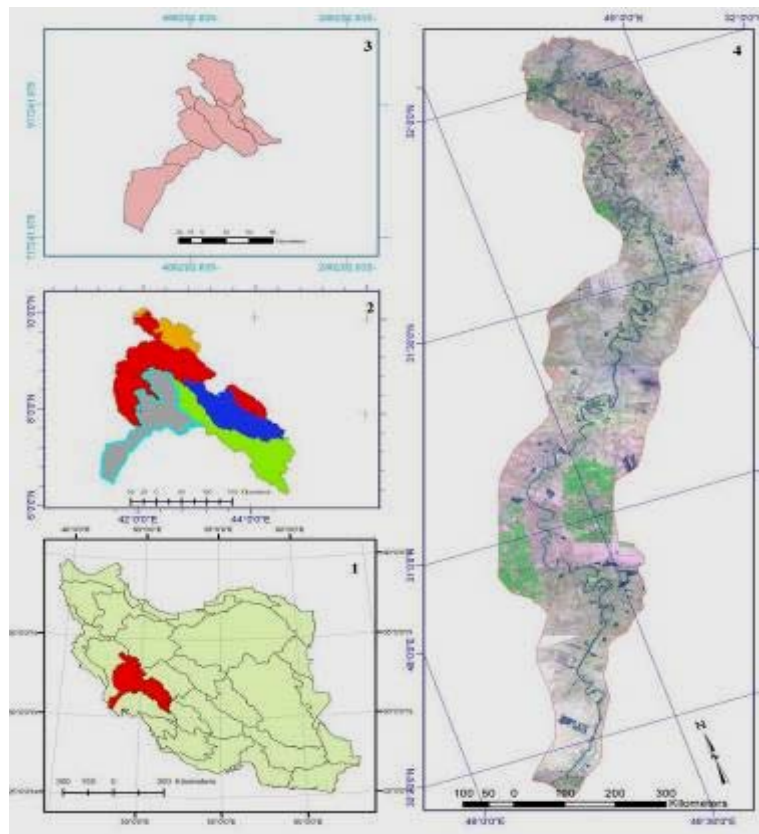
- تغییرات ویژگی های ژئومتریک رودخانه در بازه های مختلف و تداوم آنها در زمانهای متفاوت.

با توجه به مسائل فوق مقاله حاضر به بررسی و پیش بینی محل تغییرات رودخانه کارون برای سال ۲۰۲۱ می پردازد تا به عنوان پایه ای جهت احداث پروژه ها، تاسیسات و سایر دست آوردهای بشری در منطقه باشد.

مواد و روشها

محدوده مورد مطالعه: کارون یکی از بزرگترین و طولانی ترین رودخانه های ایران است که در حوضه آبخیز خلیج فارس جاری است. محدوده این حوضه در جنوب غربی ایران و در استانهای خوزستان، چهارمحال بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، قرار دارد.

شکل شماره ۱: محدوده مورد مطالعه و شماره بازه های مطالعاتی ترسیم توسط نگارنده



این حوضه از چند شاخه اصلی به نامهای خرسان، آب ونک، آب کیار، دز و بازفت تشکیل شده است. بلند ترین ارتفاع در این حوضه زرد کوه بختیاری است و حدود ۴۵۴۹ متر بلندی دارد و کمترین ارتفاع در انتهای رودخانه (مصوب اروند) به کمتر از یک متر می رسد بر روی این حوضه سدهای متعددی احداث شده است که قدیمی ترین آنها سد شهید عباس پور در سال ۱۳۵۵ و سد انحرافی گتوند در سال ۱۳۵۶ است. محدوده بررسی این پژوهش بخش جلگه ای رودخانه کارون است که از تنگه عقیلی واقع در شمال شوشتر و مختصات $X=48-50-03$ و $Y=32-06-39$ آغاز شده و پس از عبور از آبرفتهای ایجاد شده توسط رودخانه در محل ورود به رودخانه اروند رود به مختصات $X=48-11-06$ و $Y=30-23-06$ خاتمه می یابد طول آن ۳۶۸,۷۴ کیلومتر و مساحت آن ۴۵۸۵ کیلومتر مربع می باشد (شکل ۱). محدوده مورد مطالعه قسمت انتهایی حوضه رودخانه کارون بوده که در جنوب غربی ایران و در جلگه آبرفتی دشت خوزستان جاری است ویژگی های مورفولوژیک رودخانه نشاندهنده رودخانه های ماندری در دشتهای آبرفتی است به علت طول زیاد محدوده مورد مطالعه که حدود ۳۶۰ کیلومتر می باشد مسیر رودخانه بر اساس ویژگی های هندسی و ساختار زمین شناسی و شیب به سیزده بازه تقسیم شده است (شکل ۱).

داده های مربوط به دوره ۱۹۹۱: به این منظور مسیر رودخانه با توجه به تصویر ماهواره لندست^۱، سنجنده TM ۱۹۹۱ ترسیم شد (شکل ۶). و برای آن تعداد ۱۰۰ پیچ بر اساس دسته بندی برایس (۱۹۷۵) از پیچهای رودخانه تعیین گردید (شکل ۲). و سپس متغیرهای X, Y نقاط میانگین مرکزی هر پیچ محاسبه شده است (جدول ۱). همچنین شعاع انحناء هر پیچ و جهت آن نسبت به شمال جغرافیایی تعیین و در جدول شماره یک آورده شد.

داده های مربوط به دوره ۲۰۰۷: برای این هدف مسیر رودخانه با توجه به تصویر ماهواره IRS سنجنده LISSIII ۲۰۰۷ ترسیم شد (شکل ۶). و برای آن تعداد ۱۰۰ پیچ مشترک سال ۱۹۹۱ ملاک قرار گرفت و سپس متغیرهای X, Y نقاط میانگین مرکزی هر پیچ محاسبه شده است (جدول ۱). همچنین شعاع انحناء هر پیچ و جهت آن نسبت به شمال جغرافیایی تعیین و در جدول شماره یک آورده شده است.

داده های مربوط به دوره ۲۰۲۱: بر اساس داده های به دست آمده از سالهای ۱۹۹۱ و ۲۰۰۷ که ۱۶ سال می باشد میزان مهاجرت^۲ نقاط میانگین مرکزی، شعاع انحناء^۳ و جهت مهاجرت^۴ پیچهای رودخانه از ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۷ به مدت ۱۴ سال استخراج شده و در جداول یک و دو آورده شده است و بر این اساس شعاع انحناء رودخانه و نیز نقاط میانگین مرکزی رودخانه برای دوره ۲۰۲۱ برآورد و تعیین شد که مسیر رودخانه کارون در نقشه شماره ۶ ترسیم شده است.

شیوه اجرای مدل: روشهای مختلفی برای پیش بینی مسیر حرکت رودخانه توسط متخصصین ارائه شده است که هر کدام با توجه به تخصص پژوهشگر، با استفاده از مدلهای ریاضی، تاریخی، بررسی های گیاه شناسی و رسوب شناسی، روشهای مبتنی بر تغییرات زمانی- مکانی، روشهای هیدرولیکی، استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و

¹ Landsat

² Rate of migration

³ Radius of curvature

⁴ Meander Bend Orientation

تعمیم مدل‌های آزمایشگاهی بر روی رودخانه‌ها مختلف اجرا شده است. در این پژوهش پس از تعیین محدوده‌های با تغییر پذیری بالا در بازه‌های رودخانه کارون، میزان، شدت و محل تغییرات مشخص گردید. و با توجه به آن بهترین مدل برای پیش بینی روند تغییرات مسیر رودخانه به کار برده شده است.

جهت پیش بینی تغییرات آتی مسیر رودخانه کارون از روش برازش دایره مماس بر قوس پیچهای رودخانه استفاده شده است مطابق با این روش، نیازمند تهیه لایه‌های مسیر رودخانه حداقل در دو دوره زمانی هستیم تا بر اساس آن دوره آینده، پیش بینی گردد. بنابراین سال ۱۹۹۱ به عنوان دوره پایه اول و سال ۲۰۰۷ به عنوان دوره دوم انتخاب شد. که اختلاف بین این دو دوره برابر با ۱۶ سال می باشد.

برای سال ۱۹۹۱ و ۲۰۰۷ با استفاده از نرم افزار ARC GIS بر روی قوسهای خارجی پیچها نقاطی به عنوان نقاط مماس بر قوس پیچهای خارجی رودخانه رسم گردید و سپس بهترین دایره مماس بر آنها ترسیم شد. برای دایره رسم شده میزان شعاع انحنا و نقاط مرکزی هر کدام از آنها تعیین و در لایه‌های جداگانه ای ذخیره گردید. در مرحله بعد با توجه به اینکه فرض بر این اصل استوار است که جهت تغییرات در یک روند مشابه با دوره‌های قبل و با توجه به نقشه‌های تاریخی انجام می شود میزان اختلاف بین نقاط مرکزی دو دوره ۱۹۹۱ و ۲۰۰۷ برآورد شده و بر این اساس میزان جابجایی و حرکت سالیانه این نقاط به دست آمده است در جای دیگر، این مساله در مورد شعاع انحنا پیچها نیز برآورد شد و میزان جابجایی و مهاجرت دایره مماس بر قوس پیچها با توجه به جهت حرکت در راس آنها تعیین، تخمین و محاسبه گردید.

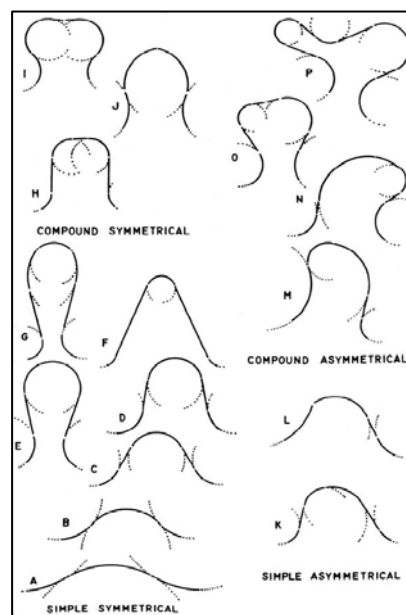
بنابراین و با توجه به موارد فوق امکان پیش بینی برای هر دوره ای ممکن می شود. و چون دوره مد نظر ما سال ۲۰۲۱ میلادی یا ۱۴۰۰ شمسی بوده و از سال ۲۰۰۷ تا زمان مورد پیش بینی ۱۴ سال می شد بنابراین نقاط مرکزی پیچها در سال ۱۴۰۰ با توجه به روند سالیانه مهاجرت این نقاط در دو دوره ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۷ تعیین گشته و شعاع انحنا هر کدام از پیچها برای سال ۱۴۰۰ نیز برآورد و رسم گردید (در همان جهت مسیر تغییرات دوره‌های گذشته) و در نهایت مسیر حرکتی آینده رودخانه در سال ۱۴۰۰ رسم و در مقایسه با سایر دوره‌ها تعیین گردید. و مناطق مورد تهدید رودخانه مثل اراضی کشاورزی، جاده‌ها، مناطق شهری و صنعتی و... مشخص شدند و به صورت بازه به بازه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

مرحله اول: مرحله اول تهیه نقشه مسیر رودخانه با استفاده از تصاویر ماهواره ای است که جهت این کار با توجه به داده‌های در دسترس، اقدام به تهیه تصاویر و زمین مرجع کردن دقیق آنها با توجه به نقاط کنترل مشخص در تمام دوره‌های مطالعه شده است. دوره زمانی مد نظر به گونه ای انتخاب شده است که پس از احداث سدهای شهیدعباسپور، گتوند و دز باشد که اثرات ناشی از سیلابهای شدید حوضه آبخیز رودخانه به حداقل ممکن برسد. بنابراین سال ۱۹۹۱ به عنوان سال پایه و سال ۲۰۰۷ به عنوان سال دوم انتخاب شد که تفاوت این دوره حدود ۱۶ سال می باشد و پیش بینی آینده تا سال ۲۰۲۱ میلادی یا ۱۴۰۰ شمسی برآورد شده است که ۱۴ سال را شامل می شود.

مرحله دوم: به علت اینکه پیچها همیشه به صورت اشکال ساده سینوسی نیستند به همین خاطر برای رسم بهترین دایره مماس بر پیچها و آنالیز آنها از طبقه بندی پیچها توسط بریس (Brice, 1975) استفاده شده

است (شکل ۲). پیچها به ندرت دارای خمیدگی متقارن هستند بلکه اغلب دارای یک یا چند حلقه پیچ متفاوت می باشند که تشکیل خمیدگی های متقارن و غیر متقارن میدهند. براساس طبقه بندی خمیدگی پیچها را بر اساس مطالعه حدود ۱۲۵ رودخانه آبرفتی ارائه داده است. این طبقه بندی به چهار گروه اصلی از خمیدگی ها (ساده و مرکب، متقارن و نا متقارن) و ۱۶ زیر گروه از انواع خمیدگی ها تقسیم میشود. بنابراین بازه های رودخانه کارون با توجه به این تقسیم بندی به پیچهای مختلف تقسیم شده و بهترین دایره مماس بر آنها رسم و میزان شعاع انحنا و نقطه میانگین مرکزی برای هر یک از سالهای مورد مطالعه برآورد شده است. که رسم این دوایر بر اساس کناره خارجی هر کدام از پیچها بوده است زیرا حداکثر میزان فرسایش و جابجایی رودخانه در این قسمت اتفاق می افتد.

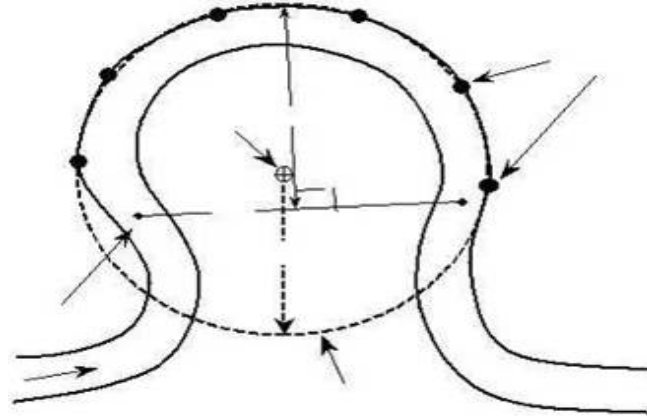
شکل شماره ۲: طبقه بندی پیچهای مختلف رودخانه ها (منبع برایس، ۱۹۷۵)



مرحله سوم: در این مرحله برای هر کدام از پیچها نقطه میانگین مرکزی و شعاع انحنا دوایر مماس بر پیچها برآورد گردید (شکل شماره ۴). ابتدا این فرایند بر روی تصاویر سال ۱۹۹۱ انجام شده و اندازه گیری های به عمل آمده توسط نرم افزار ArcGis صورت گرفت و در بانک اطلاعاتی آن ذخیره شد. و سپس این مرحله بر روی تصاویر سال ۲۰۰۷ نیز اعمال گردید.

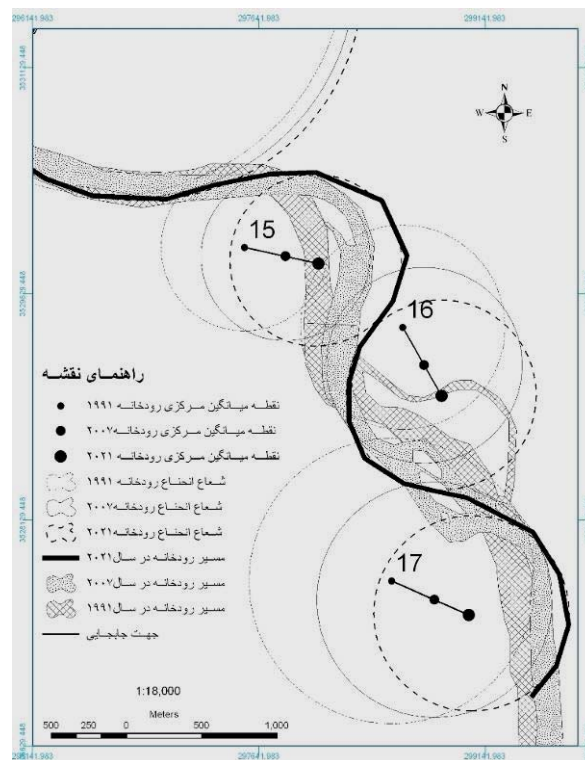
مرحله چهارم: اختلاف بین میزان حرکت نقاط میانگین مرکزی هر پیچ بین سال ۱۹۹۱ و ۲۰۰۷ به دست آمد و میزان جابجایی برای هر سال محاسبه گردید. این حالت برای میزان جابجایی شعاع انحنا پیچ ها بین سال ۱۹۹۱ و ۲۰۰۷ نیز برآورد شد و مقدار مهاجرت سالیانه هر کدام به دست آمد.

شکل شماره ۳: برخی از اندازه گیریهای به عمل آمده بر روی پیچها



مرحله پنجم: در این مرحله براساس میزان جابجایی نقاط میانگین مرکزی و شعاع انحنا پیچها در هر سال و با فرض اینکه مسیر مهاجرت پیچ در همان راستا صورت می گیرد. امتداد جهت جابجایی، مشخص و برای سال پیش بینی مورد نظر که در این پژوهش سال ۲۰۲۱ میلادی یا ۱۴۰۰ شمسی است. نقطه میانگین مرکزی و شعاع انحنا هر پیچ به دست آمده و در نتیجه دوایر مماس بر قوسهایی که در آینده ایجاد میشود رسم گردید (شکل ۴).

شکل ۴: نمونه پیش بینی مسیر یکی از بازه های محدوده رودخانه کارون (بازه ۳) در پیچهای ۱۵، ۱۶ و ۱۷



مرحله ششم: با توجه به مراحل قبل و پیش بینی نقاط میانگین مرکزی و شعاع انحنا در سال ۲۰۲۱، مسیر رودخانه رسم می شود و با توجه به این مسیر می توان تهدید پیچها در آینده، احتمال میان بری آنها و سایر ویژگی های مربوطه را استخراج کرد (شکل ۵).

شکل شماره ۵. تصویر ماهواره IRS سال ۲۰۰۷ و پیش بینی مسیر رودخانه (خط سیاه)



بحث و نتایج مربوط به پیش بینی مسیر رودخانه کارون

بازه شماره ۱: در این بازه پنج پیچ مورد ارزیابی قرار گرفته است. به علت محدودیتهای زمین ساختی ناشی از تاقدیس شوشتر و نیز وجود سازندهای سختی مثل بختیاری در مسیر این بازه، جابجایی و مهاجرت رودخانه اندک و فقط در محدوده نسبتاً باریکی صورت می گیرد. ولی با وجود این مساله امکان تهدید بخشی از ساختمانها و خیابانهای شهر شوشتر در راس پیچهای شماره ۴ و ۵ وجود دارد (شکل ۶). بازه شماره ۲ به علت داشتن الگوی شریانی، میزان تغییرات و مهاجرت کانالهای رودخانه در آن بسیار بالا است و در نتیجه از طریق این روش پیش بینی مسیرهای شریانی امکان پذیر نیست و با خطای بسیار بالایی همراه است.

بازه شماره ۳: این بازه که بیشترین میزان تغییرات رودخانه ای را دارد دارای بیشترین میزان جابجایی ها نیز هست ساحل غربی رودخانه در این قسمت توسط سازند سخت بختیاری محدود می شود بنابراین میزان جابجایی و مهاجرت پیچهای رودخانه به سمت راست یا ساحل غربی به حداقل ممکن می رسد و تنها در حاشیه تراسهای آبرفتی صورت می گیرد. اما در ساحل شرقی رودخانه یا ساحل چپ آن به علت ویژگی های زمین ساختی، جابجایی و مهاجرت رودخانه نسبتاً بالا است این بازه پیچهای ۶ تا ۱۷ را شامل می شود در پیچ ۹ امکان میانبری در آینده وجود خواهد داشت. در پیچهای ۱۵ و ۱۷ بیشترین تهدید نسبت به جاده اهواز - شوشتر وجود دارد به نحوی

که در پیچ ۱۷ پیش بینی مسیر رودخانه نمایانگر تخریب قسمتی از جاده تا سال ۱۴۰۰ شمسی است. در راس پیچهای ۹، ۱۴، ۱۵ و ۱۶ نیز تخریب و تهدید اراضی کشاورزی محتمل خواهد بود و نیز بخشی از اراضی مسکونی روستای عرب اسد در حاشیه پیچ ۱۷ با خطر فرسایش رودخانه ای مواجه است (شکل ۵).

بازه شماره ۴: این بازه که پیچهای شماره ۱۸ تا ۳۰ را در بر می گیرد محدوده ای ماندری با تغییر پذیری تاریخی بالایی است به نحوی که وجود دریاچه های حلقه گاوی و مسیر های متروک در آن نشان دهنده رخدادهای ناگهانی در گذشته است. در پیچهای ۲۳، ۱۸، ۲۵، ۲۶، ۲۸، ۲۹ و ۳۰ امکان خسارت به اراضی کشاورزی در دوره پیش بینی محتمل است. همچنین امکان تخریب اراضی مسکونی و تهدید روستاهای دیلم در پیچ شماره ۲۱ واقع در ساحل شرقی و روستای ابوگرینه در راس پیچ ۲۵ در ساحل غربی رودخانه کارون وجود دارد. با توجه به حرکت هندسی ماندرها، در پیچ شماره ۲۷ ایجاد میان بری محتمل به نظر می رسد (شکل ۶).

بازه شماره ۵: این بازه که دارای الگوی مستقیم است میزان جابجایی و مهاجرت اندکی را با توجه به نقشه ها و تصاویر ماهواره ای تاریخی از خود نشان میدهد. در محدوده این بازه پیچهای ۳۱ و ۳۲ در بخش بالا دستی رودخانه شکل گرفته است در ساحل شرقی پیچ ۳۱، رودخانه تهدیدی نسبی برای جاده اهواز - شوشتر محسوب می شود و در سایر قسمتهای این بازه میزان جابجایی قابل چشم پوشی است و بسیار اندک می باشد (شکل ۶).

بازه شماره ۶: این بازه با پیچهای شماره ۳۳ تا ۴۶ مشخص شده است. در پیچهای شماره ۳۵، ۳۶، ۳۸، ۴۰ و ۴۱ امکان تهدید و خسارت رسانی به اراضی کشاورزی وجود دارد هر چند که در پیچ شماره ۴۳ تخریب بخشهایی از مناطق مسکونی شهر اهواز و تهدید جاده اهواز به شوشتر نیز قابل پیش بینی است. در کناره های پیچ ۳۸ شواهد تاریخی به صورت مسیرهای متروک و دریاچه های ماندری نشان از گستردگی پیچها در گذشته و رسیدن آن تا بالاتر از حد کنونی مسیر جاده اهواز - شوشتر دارد. پیش بینی آینده بر این اساس و بر پایه نقشه پیش بینی، روند حرکت مجدد این پیچ به سمت جاده فوق را تایید می کند. در این بازه دو پیچ شماره ۳۵ و ۳۸ در آینده به هم نزدیک می شوند و امکان میان بری را بالا می برند. در راس پیچ شماره ۴۰ نیز گسترش و توسعه ماندرا در ساحل غربی به سمت جاده گبیر - اهواز و روستای گبیر ۳ است (شکل ۶).

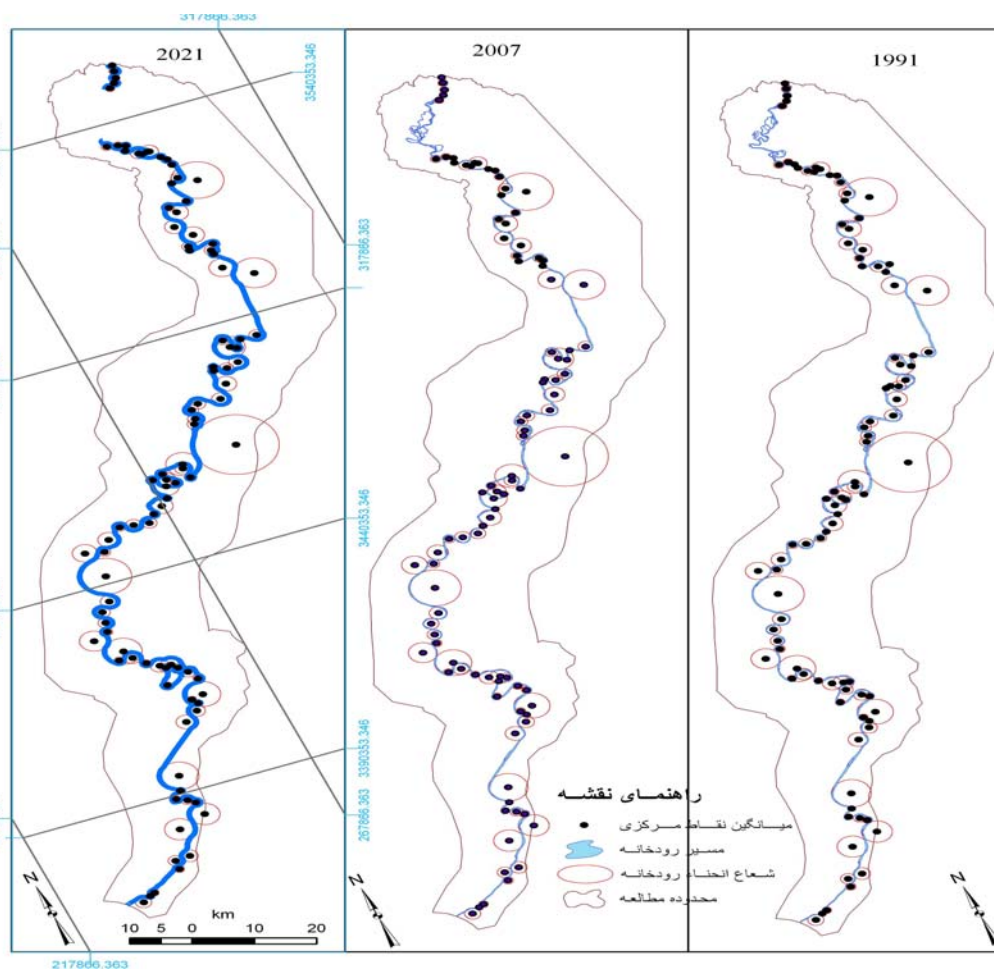
بازه شماره ۷: این بازه که از مرکز شهر اهواز می گذرد به علت عبور از تاسیسات مهم شهری دارای اهمیت بالایی است و از پیچهای شماره ۴۷ تا ۴۹ تشکیل شده است به علت وجود سازه های شهری، کنترل مصنوعی مسیر کانال رودخانه و وجود تاقدیس اهواز عمود بر جهت جریان رودخانه (که به عنوان یک عامل محدود کننده و کنترل کننده کناره ها عمل می کند) حداقل میزان جابجایی و تغییر در این بازه با توجه به نقشه های تغییرات مشاهده می گردد. بنابراین این بازه در پیش بینی های آینده حداقل میزان مهاجرت را خواهد داشت. تنها در راس پیچ ۴۸ بخشی از مناطق مسکونی شهر اهواز و در راس پیچ شماره ۴۹ بخشهایی از اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی کوت عبدالله در تهدید فرسایش رودخانه ای است (شکل ۶).

بازه شماره ۸: این بازه محدوده پیچهای شماره ۵۰ تا ۶۵ را شامل می شود در راس پیچهای شماره ۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۵، ۵۷، ۶۰ و ۶۳ تخریب اراضی کشاورزی و باغات حاشیه رودخانه قابل پیش بینی است در ساحل چپ در پیچ شماره ۵۰ امکان تخریب مناطق مسکونی روستای کوت امیر بسیار بالا است به نحوی که حتی گسترش

بیشتر تخریب رودخانه در آینده می تواند منجر به میان بر شدن پیچهای شماره ۵۰ و ۵۳ شود. در راس پیچ ۵۶ و در ساحل غربی یا راست رودخانه، امکان تهدید روستای ام الطمیر وجود دارد. همچنین در راس پیچ ۶۴ این امکان برای روستای مقصر نیز محتمل است. علاوه بر موارد فوق در راس پیچهای شماره ۶۰، ۶۲ و ۶۴ نیز امکان تهدید جاده اهواز به خرمشهر (جاده امام جعفر صادق) محتمل است کشت و توسعه نیشکر امیرکبیر در محدوده این بازه و در راس پیچ شماره ۶۳ آبیگری شده و ایستگاه پمپاژ این پروژه در آنجا قرار دارد. پیش بینی ها نشان می دهند که امکان دور شدن مسیر رودخانه از کناره ایستگاه پمپاژ به ساحل مقابل و رسوب گیری محل ایستگاه وجود دارد این حالت در رابطه با ایستگاه پمپاژ کشت و توسعه نیشکر دعبل در راس پیچ شماره ۶۱ نیز وجود دارد. اما با شدت کمتری عمل می کند(شکل ۶).

شکل شماره ۶. نقشه پیش بینی تغییرات مسیر رودخانه کارون برای سال ۲۰۲۱ میلادی بر اساس ویژگی های هندسی نقشه مسیر

رودخانه در سالهای ۱۹۹۱ و ۲۰۰۷



بازه شماره ۹: این بازه پیچ های ۶۶ تا ۷۲ را در بر می گیرد. کشت و توسعه نیشکر امیر کبیر از این قسمت تأمین آب می شود و ایستگاه پمپاژ آن در ساحل غربی پیچ ۶۶ وجود دارد. محدوده این پیچ منطقه ای نسبتاً پایدار و با حداقل جابجایی در دوره های مطالعه بوده است. این بازه با وجود سینوسیته بالا، دارای میزان جابجایی اندکی است. تنها تهدیدهای ممکن رأس پیچهای شماره ۷۰، ۷۱ و ۷۲ است که اراضی کشاورزی تهدید اصلی محسوب

می شوند. هر چند که در رأس پیچ ۷۲ جاده اهواز - خرمشهر، روستاهای سفه در پیچ ۶۵، قجریه در پیچ ۶۸ و سبیه در پیچ ۷۲ در معرض تخریب و تهدید می باشند (شکل ۶).

بازه شماره ۱۰: این بخش محدوده پیچهای ۷۳ تا ۸۷ است. بازه ای با تغییرات جانبی بالا است بنحوی که شواهد ژئومورفیک تاریخی به صورت وجود مآندرهای متروک و دریاچه های ماندری نشان دهنده ناپایداری این محدوده از کارون هستند. بر اساس تغییرات تاریخی، امکان تخریب اراضی کشاورزی در پیچ های ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۴ و ۸۵ و تهدید روستاهای امنوشه در رأس پیچ ۸۰، سوی چتی در رأس پیچ ۷۹، نثار کوچک و بزرگ در رأس پیچ های ۷۵ و ۷۴ نیز وجود دارد. علاوه بر موارد فوق قسمتهایی از جاده اهواز، خرمشهر نیز در معرض تهدید رودخانه است. بین پیچ های ۷۸ و ۸۱ امکان میان بری در آینده ممکن بوده و نقشه پیش بینی مسیر رودخانه موید این مطلب است (شکل ۶).

بازه شماره ۱۱: این بازه، بخشی مستقیم از رودخانه کارون است. و حداقل میزان جابجایی در آن وجود دارد.

بازه شماره ۱۲: این قسمت شامل پیچ های ۸۸ تا ۹۴ است. میزان جابجایی مسیر رودخانه برای سال ۱۴۰۰ هجری در رأس پیچ های ۸۹، ۹۱ و ۹۲ وجود دارد. تنها در رأس پیچ شماره ۹۲ امکان تهدید جاده اهواز-آبادان (در ساحل شرقی) وجود دارد و در بقیه قسمتها جز تهدیدهای محدود اراضی کشاورزی و باغات، جابجایی مشخصی قابل شناسایی نیست (شکل ۶).

بازه شماره ۱۳: این بازه که آخرین بخش از رودخانه کارون است. دارای حداقل میزان تغییرات و جابجایی است. این محدوده که شامل پیچ های ۹۵ تا ۱۰۰ است. عملاً محدوده ای است نسبتاً با ثبات و میزان فرسایش کناره ها در آن در آینده نسبتاً کم می باشد. و تنها در رأس پیچ های شماره ۹۸ و ۱۰۰ امکان تهدید اراضی مسکونی شهر خرمشهر وجود دارد (شکل ۶).

در مجموع جهت پیش بینی تغییرات دو پارامتر اصلی نقاط میانگین مرکزی و شعاع انحنا رودخانه مورد نیاز است این نتایج در جداول شماره ۱ و ۲ آورده شده است. در جدول شماره ۱ نقاط میانگین مرکزی هر پیچ بر اساس تغییرات ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۷ برآورد شده و نهایتاً نقاط میانگین مرکزی در سال ۲۰۲۱ برآورد شده است. به عنوان مثال نقطه مرکزی پیچ شماره یک (بر اساس شکل ۳) در سال ۱۹۹۱ دارای مختصات X: ۲۹۸۹۴۲ و Y: ۳۵۵۲۵۷۰ و در سال ۲۰۰۷ دارای مختصات X: ۲۹۸۹۱۶ و Y: ۳۵۵۲۶۳۰ بوده است که بر این اساس از ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۷ حدود ۶۱ متر در آزیوت ۱۱۴٫۸ درجه جابجایی داشته است (شکل ۴) که با استفاده از تناسب، میزان جابجایی سالیانه پیچ برآورد و در همان آزیموت تغییرات نقطه میانگین مرکزی برای سال ۲۰۲۱ پیش بینی شده است که میزان جابجایی این پیچ ۵۳ متر و مختصات نقطه مورد نظر نیز در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول شماره ۲ نیز به برآورد شعاع انحنا پیچ های رودخانه می پردازد به عنوان مثال شعاع انحنا پیچ شماره یک در سال ۱۹۹۱ حدود ۶۱۹ متر و در سال ۲۰۰۷ حدود ۶۱۸ متر بوده است بنابر این میزان جابجایی شعاع انحنا این پیچ از ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۷ حدود یک متر می باشد و پیش بینی جابجایی این پیچ برای سال ۲۰۲۱ یک متر برآورد شده و شعاع انحنا آینده این پیچ ۶۱۹ متر خواهد بود.

با توجه به برآورد های فوق در مورد پیچ شماره یک مسیر آینده این پیچ ترسیم می شود (شکل ۵).

جدول شماره ۱: پیش بینی نقاط میانگین مرکزی رودخانه کارون در سال ۲۰۲۱ میلادی یا ۱۴۰۰ شمسی بر حسب متر

شماره بیج	X _{۱۹۹۱}	Y _{۱۹۹۱}	X _{۲۰۰۷}	Y _{۲۰۰۷}	X _{۲۰۲۱}	Y _{۲۰۲۱}	مهاجرت از ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۷	پیش بینی از ۲۰۰۷ تا ۲۰۲۱	جهت تغییرات نسبت به N
۱	۲۹۸۹۴۲	۳۵۵۲۵۰	۲۹۸۹۱۶	۳۵۵۲۳۰	۲۹۸۸۹۴	۳۵۵۲۱۷۷	۶۱	۵۳	۱۱۴.۸
۲	۲۹۸۱۳۲۹	۳۵۵۱۳۲۰	۲۹۸۱۳۶	۳۵۵۱۳۲۰	۲۹۸۱۳۴	۳۵۵۱۳۱۱	۶	۵	۲۴۲.۶
۳	۲۹۸۱۱۷۳	۳۵۴۹۷۵۰	۲۹۸۲۲۵	۳۵۴۹۷۵۰	۲۹۸۲۷۱	۳۵۴۹۷۴۷	۵۳	۴۶	۳۵۸.۶
۴	۲۹۷۶۱۱۳	۳۵۴۸۱۷۰	۲۹۷۶۲۲	۳۵۴۸۱۹۰	۲۹۷۶۲۹	۳۵۴۸۱۱۹	۳۰	۲۶	۷۳.۵۷
۵	۲۹۶۵۳۶	۳۵۴۷۸۴۰	۲۹۶۵۴۱	۳۵۴۷۸۴۰	۲۹۶۵۴۵	۳۵۴۷۸۲۲	۶	۵	۳۱۶.۶
۷	۲۹۰۸۷۵	۳۵۳۵۲۵۰	۲۹۰۸۹۶	۳۵۳۵۲۹۰	۲۹۰۹۱۲	۳۵۳۵۳۱۶	۴۰	۳۳	۶۰.۶
۸	۲۹۲۴۹۳	۳۵۳۵۲۶۰	۲۹۲۵۹۰	۳۵۳۵۰۸۰	۲۹۲۶۷۰	۳۵۳۴۹۲۸	۲۰.۴	۱۶۶	۲۹۸.۱
۹	۲۹۳۳۳۳	۳۵۳۴۴۰۰	۲۹۳۵۶۴	۳۵۳۴۴۰۰	۲۹۳۶۳۲	۳۵۳۴۴۱۰	۳۳۰	۲۶۸	۱,۱۳۱
۱۰	۲۹۳۳۹۶	۳۵۳۳۴۰۰	۲۹۳۳۰۷	۳۵۳۳۳۰	۲۹۳۳۰۱	۳۵۳۳۳۶	۱۱	۹	۲۱۶.۷
۱۱	۲۹۴۶۶۴	۳۵۳۲۲۱۰	۲۹۴۸۸۸	۳۵۳۲۰۸۰	۲۹۵۰۷۱	۳۵۳۱۹۸۲	۲۵۶	۲۰۸	۳۳۰.۹
۱۲	۲۹۶۱۸۳	۳۵۳۲۴۴۰	۲۹۶۳۸۱	۳۵۳۲۰۹۰	۲۹۶۵۴۱	۳۵۳۱۸۱۰	۳۹۷	۳۲۳	۲۹۹.۷
۱۳	۲۹۵۴۹۶	۳۵۳۱۶۱۰	۲۹۵۵۲۰	۳۵۳۱۶۱۰	۲۹۵۵۴۰	۳۵۳۱۶۰۵	۲۴	۲۰	۳۵۳.۵
۱۴	۲۹۶۶۴۰	۳۵۳۱۶۸۰	۲۹۶۷۷۱	۳۵۳۱۷۸۰	۲۹۶۸۷۷	۳۵۳۱۷۱۵	۱۵۱	۱۲۳	۳۲۹.۵
۱۵	۲۹۷۵۴۷	۳۵۲۹۴۴۰	۲۹۷۸۱۹	۳۵۲۹۸۸۰	۲۹۸۰۴۰	۳۵۲۹۸۳۱	۲۷۸	۲۲۶	۳۴۷.۸
۱۶	۲۹۸۵۹۶	۳۵۲۹۴۱۰	۲۹۸۷۳۹	۳۵۲۹۶۰	۲۹۸۸۵۴	۳۵۲۹۹۵۲	۲۸۹	۲۳۴	۲۹۹.۶
۱۷	۲۹۸۵۲۴	۳۵۲۷۷۲۰	۲۹۸۸۰۶	۳۵۲۷۶۰۰	۲۹۹۰۳۵	۳۵۲۷۴۹۸	۳۰۸	۲۵۰	۳۳۶.۱
۱۸	۲۹۸۵۴۴	۳۵۲۴۴۳۰	۲۹۸۶۵۵	۳۵۲۴۶۱۰	۲۹۸۷۴۵	۳۵۲۴۳۵۳	۳۳۶	۲۷۳	۲۸۹.۳
۱۹	۲۹۷۵۵۲	۳۵۲۳۵۱۰	۲۹۷۴۸۸	۳۵۲۳۴۶۰	۲۹۷۴۳۶	۳۵۲۳۴۲۴	۸۰	۶۵	۲۱۷.۵
۲۰	۳۰۱۵۴۲	۳۵۲۲۸۱۰	۳۰۱۵۲۲	۳۵۲۲۷۰۰	۳۰۱۵۰۵	۳۵۲۲۶۱۹	۱۰۰	۸۵	۲۵۸.۸
۲۱	۲۹۸۱۵۶	۳۵۱۸۸۵۰	۲۹۸۰۸۸	۳۵۱۸۷۹۰	۲۹۸۰۲۳	۳۵۱۸۷۳۱	۹۵	۷۷	۲۲۴.۶
۲۲	۲۹۵۰۸۶	۳۵۱۸۴۷۰	۲۹۴۹۷۸	۳۵۱۸۴۰۰	۲۹۴۸۸۹	۳۵۱۸۳۴۴	۱۲۸	۱۰۴	۲۱۱.۹
۲۳	۲۹۵۷۳۳	۳۵۱۷۱۲۰	۲۹۶۵۶۰	۳۵۱۶۹۹۰	۲۹۶۵۰۱	۳۵۱۶۸۷۸	۱۵۰	۱۲۲۹	۲۴۱
۲۴	۲۹۴۳۹۰	۳۵۱۴۰۳۰	۲۹۴۱۰۹	۳۵۱۳۹۳۰	۲۹۳۹۶۲	۳۵۱۳۸۴۴	۲۰۸	۱۶۹	۲۰۹.۷
۲۵	۲۹۵۹۰۵	۳۵۱۱۷۳۰	۲۹۵۹۹۳	۳۵۱۱۳۴۰	۲۹۶۰۶۵	۳۵۱۱۰۲۰	۴۰۰	۳۲۵	۲۸۲.۸
۲۶	۲۹۴۶۸۵	۳۵۱۰۱۴۰	۲۹۴۴۸۵	۳۵۰۹۳۷۰	۲۹۴۳۲۳	۳۵۰۸۷۵۱	۷۹۰	۶۴۲	۲۵۵.۴
۲۷	۲۹۴۳۷۹	۳۵۰۸۲۰۰	۲۹۴۲۷۲	۳۵۰۸۰۱۰	۲۹۴۱۸۵	۳۵۰۷۸۴۷	۲۲۴	۱۸۲	۲۴۱.۴
۲۸	۲۹۶۷۸۹	۳۵۰۷۷۴۰	۲۹۶۶۰۳	۳۵۰۷۵۸۰	۲۹۸۲۶۴	۳۵۰۷۸۶۷	۸۸۴	۷۱۸	۲۳۱.۲
۲۹	۲۹۸۶۶۱	۳۵۰۷۰۱۰	۲۹۷۹۶۴	۳۵۰۶۷۹۰	۲۹۷۳۹۷	۳۵۰۶۶۰۳	۷۳۲	۵۹۵	۱۹۷.۹
۳۰	۲۹۷۴۰۵	۳۵۰۵۵۰۰	۲۹۷۴۴۳	۳۵۰۵۵۸۰	۲۹۷۴۷۴	۳۵۰۵۵۹۴	۴۲	۳۴	۲۵۸.۷
۳۱	۲۹۷۵۱۷	۳۵۰۲۰۹۰	۲۹۷۵۳۱	۳۵۰۲۱۰۰	۲۹۷۴۴۴	۳۵۰۲۱۱۶	۲۰	۱۸	۴۴.۹۳
۳۲	۳۰۱۹۶۰	۳۴۹۹۰۰۰	۳۰۱۹۲۰	۳۴۹۹۰۲۰	۳۰۱۸۸۵	۳۴۹۹۰۴۲	۴۵	۳۹	۱۵۳.۷
۳۳	۲۹۶۷۹۱	۳۴۸۵۵۰۰	۲۹۶۷۷۳	۳۴۸۵۵۰۰	۲۹۶۷۵۷	۳۴۸۵۴۶۷	۴۶	۴۰	۲۴۶.۲
۳۴	۲۹۴۱۷۰	۳۴۸۵۷۹۰	۲۹۴۰۶۱	۳۴۸۵۶۵۰	۲۹۳۹۶۷	۳۴۸۵۵۲۷	۱۷۷	۱۵۵	۲۲۲.۳
۳۵	۲۹۲۹۷۵	۳۴۸۳۴۵۰	۲۹۲۸۳۵	۳۴۸۳۷۲۰	۲۹۲۷۱۴	۳۴۸۳۸۳۲	۱۹۰	۱۶۶	۱۳۷.۱
۳۶	۲۹۱۲۳۸	۳۴۸۱۶۴۰	۲۹۱۲۳۸	۳۴۸۱۳۰۰	۲۹۱۲۳۸	۳۴۸۱۶۶۴	۴۲	۳۷	۲۱۹.۶
۳۷	۲۹۱۴۳۳	۳۴۸۴۵۸۰	۲۹۱۶۲۱	۳۴۸۴۴۸۰	۲۹۱۷۳۵	۳۴۸۴۴۳۶	۲۱۰	۱۸۴	۳۳۳.۳
۳۸	۲۹۰۹۰۷	۳۴۸۰۸۷۰	۲۹۱۲۶۳	۳۴۸۰۷۸۰	۲۹۱۵۵۶	۳۴۸۰۶۹۸	۳۶۹	۳۲۳	۳۴۵.۳
۳۹	۲۸۹۳۲۳	۳۴۷۹۹۶۰	۲۸۹۳۶۹	۳۴۸۰۰۱۰	۲۸۹۴۱۰	۳۴۸۰۰۴۶	۶۴	۵۶	۴۳.۲۲
۴۰	۲۸۸۱۲۱	۳۴۸۰۵۵۰	۲۸۷۷۹۳	۳۴۸۰۸۵۰	۲۸۷۵۰۵	۳۴۸۱۱۰۲	۴۴۰	۳۸۵	۱۳۸.۴
۴۱	۲۸۷۲۸۳	۳۴۸۰۳۰۰	۲۸۷۲۶۵	۳۴۸۰۲۵۰	۲۸۷۲۴۹	۳۴۸۰۲۰۳	۵۴	۴۷	۲۵۰.۱
۴۲	۲۸۷۸۶۵	۳۴۷۷۲۶۰	۲۸۷۸۹۷	۳۴۷۶۹۶۰	۲۸۷۹۲۵	۳۴۷۶۶۹۳	۳۰۳	۲۶۵	۲۷۶
۴۳	۲۸۵۹۳۷	۳۴۷۳۹۳۰	۲۸۵۸۵۳	۳۴۷۳۸۰۰	۲۸۵۷۸۰	۳۴۷۳۷۵۵	۱۲۳	۱۰۸	۲۲۷.۴
۴۴	۲۸۱۹۶۱	۳۴۷۴۰۶۰	۲۸۱۹۵۴	۳۴۷۴۰۷۰	۲۸۱۹۴۹	۳۴۷۴۰۶۸	۷	۶	۱۵۸.۶
۴۵	۲۸۰۵۷۹	۳۴۷۳۱۱۰	۲۸۰۵۵۸	۳۴۷۳۰۹۰	۲۸۰۵۳۹	۳۴۷۳۰۸۲	۲۵	۲۲	۲۱۲.۷
۴۶	۲۸۰۳۹۸	۳۴۷۱۰۴۰	۲۸۰۳۱۷	۳۴۷۰۹۸۰	۲۸۰۳۴۷	۳۴۷۰۹۱۹	۱۰۵	۹۲	۲۱۹.۷
۴۷	۲۷۹۶۴۳	۳۴۶۹۸۵۰	۲۷۹۶۴۲	۳۴۶۹۸۶۰	۲۷۹۶۴۱	۳۴۶۹۸۶۱	۴	۴	۱۰۴.۴
۴۸	۲۸۰۴۴۷	۳۴۶۲۸۶۰	۲۸۰۵۰۹	۳۴۶۲۸۶۰	۲۸۰۶۶۹	۳۴۶۲۸۶۱	۱۲	۱۰	۳۵۲.۶
۴۹	۲۷۴۳۹۲	۳۴۶۱۸۳۰	۲۷۴۳۹۴	۳۴۶۱۸۲۰	۲۷۴۳۹۵	۳۴۶۱۸۱۴	۸	۷	۲۴۴.۲
۵۰	۲۷۴۶۶۶	۳۴۵۸۶۰۰	۲۷۴۵۴۹	۳۴۵۸۵۷۰	۲۷۴۴۳۷	۳۴۵۸۵۵۲	۱۲۵	۱۰۹	۸۱.۵۱
۵۱	۲۷۴۰۲۲	۳۴۶۰۷۹۰	۲۷۴۰۲۹	۳۴۶۰۸۴۰	۲۷۴۰۳۵	۳۴۶۰۸۷۵	۴۶	۴۰	۱۹۱.۶
۵۲	۲۷۰۴۴۵	۳۴۶۰۹۸۰	۲۷۰۴۸۵	۳۴۶۰۹۵۰	۲۷۰۵۱۹	۳۴۶۰۹۱۶	۵۳	۴۶	۳۱۸.۱
۵۳	۲۷۱۵۱۳	۳۴۵۸۴۹۰	۲۷۱۶۳۱	۳۴۵۸۳۵۰	۲۷۱۷۳۴	۳۴۵۸۲۱۹	۱۸۷	۱۶۴	۳۰۹

ادامه جدول ۱

شماره بیج	X1۹۹۱	Y1۹۹۱	X۲۰۰۷	Y۲۰۰۷	X۲۰۲۱	Y۲۰۲۱	مهاجرت از ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۷	پیش بینی از ۲۰۰۷ تا ۲۰۲۱	جهت تغییرات نسبت به N
۵۴	۲۷۱۰۴۸	۳۴۵۹۲۲۰	۲۷۰۸۲۰	۳۴۵۹۳۳۰	۲۷۰۶۲۱	۳۴۵۹۴۳۳	۲۵۴	۲۲۲	۱۵۳.۵
۵۵	۲۶۸۶۶۰	۳۴۵۹۸۹۰	۲۶۸۵۶۲	۳۴۶۰۰۴۰	۲۶۸۴۹۴	۳۴۶۰۱۷۱	۱۷۰	۱۴۹	۱۱۷
۵۶	۲۶۹۳۶۱	۳۴۵۹۷۹۰	۲۶۹۱۷۳	۳۴۵۸۰۲۰	۲۷۰۰۲۲	۳۴۵۸۰۵۳	۳۵۴	۳۱۰	۵۳۸.۴
۵۷	۲۶۸۹۹۵	۳۴۵۵۹۱۰	۲۶۹۰۴۴	۳۴۵۵۶۳۰	۲۶۹۰۸۷	۳۴۵۵۳۸۰	۲۸۵	۲۴۹	۲۸۰
۵۸	۲۶۷۴۱۴	۳۴۵۵۱۵۰	۲۶۷۳۵۴	۳۴۵۵۰۸۰	۲۶۷۳۳۹	۳۴۵۵۰۲۵	۱۳۷	۱۲۰	۳۳۱.۲
۵۹	۲۶۷۵۷۲	۳۴۵۵۷۵۰	۲۶۷۵۴۸	۳۴۵۵۷۴۰	۲۶۷۵۵۵	۳۴۵۵۷۳۷	۷	۶	۲۳۷.۶
۶۰	۲۶۴۳۷۴	۳۴۵۱۷۰۰	۲۶۴۳۳۲	۳۴۵۱۳۸۰	۲۶۴۲۹۷	۳۴۵۱۰۹۶	۳۳۳	۲۸۳	۲۱۲.۸
۶۱	۲۶۱۶۸۸	۳۴۵۱۳۵۰	۲۶۱۷۱۷	۳۴۵۱۴۷۰	۲۶۱۷۴۳	۳۴۵۱۵۵۲	۱۲۹	۱۱۳	۷۶.۹۹
۶۲	۲۵۹۵۷۱	۳۴۵۱۹۷۰	۲۵۹۵۲۹	۳۴۵۱۹۰۰	۲۵۹۴۹۲	۳۴۵۱۹۰۶	۵۵	۴۸	۲۲۰.۶
۶۳	۲۵۶۵۷۲	۳۴۴۹۴۴۰	۲۵۶۶۵۰	۳۴۴۹۶۱۰	۲۵۶۷۱۹	۳۴۴۹۸۸۳	۲۴۹	۲۱۸	۷۱.۶۳
۶۴	۲۵۵۰۳۹	۳۴۴۷۴۸۰	۲۵۵۰۴۶	۳۴۴۷۴۹۰	۲۵۵۰۵۱	۳۴۴۷۴۹۴	۱۲	۱۰	۵۶.۲
۶۵	۲۵۲۱۴۸	۳۴۴۸۳۲۰	۲۵۲۰۸۳	۳۴۴۸۳۳۰	۲۵۲۰۲۶	۳۴۴۸۳۳۶	۶۶	۵۸	۱۷۰.۲
۶۶	۲۵۳۱۱۱	۳۴۴۳۳۲۰	۲۵۳۱۱۰	۳۴۴۳۳۳۰	۲۵۳۱۰۹	۳۴۴۳۳۱۰	۱۲	۱۰	۹۳.۸۸
۶۷	۲۵۱۴۱۰	۳۴۳۳۴۹۰	۲۵۱۴۱۶	۳۴۳۳۴۷۰	۲۵۱۴۲۳	۳۴۳۳۴۶۲	۱۵	۱۳	۲۸۸.۴
۶۸	۲۴۹۳۲۰	۳۴۳۳۶۸۰	۲۴۹۳۹۹	۳۴۳۳۶۱۰	۲۴۹۴۶۸	۳۴۳۳۶۵۳	۱۰۸	۹۴	۳۱۶.۷
۶۹	۲۴۸۹۴۸	۳۴۳۲۰۲۰	۲۴۸۹۶۷	۳۴۳۲۰۳۰	۲۴۸۹۸۳	۳۴۳۲۰۴۲	۲۳	۲۰	۳۸.۱۲
۷۰	۲۴۸۵۳۹	۳۴۳۰۰۹۰	۲۴۸۵۱۴	۳۴۳۰۰۲۰	۲۴۸۴۹۱	۳۴۳۰۹۶۰	۷۵	۶۶	۲۵۰
۷۱	۲۴۵۵۸۲	۳۴۲۸۸۰۰	۲۴۵۶۶۳	۳۴۲۸۷۸۰	۲۴۵۶۸۴	۳۴۲۸۷۵۷	۶۰	۵۲	۳۳۵.۵
۷۲	۲۴۴۳۷۵	۳۴۲۴۸۰۰	۲۴۴۳۴۳	۳۴۲۴۷۹۰	۲۴۴۳۶۷	۳۴۲۴۷۸۸	۱۱۱	۹۷	۱۸۲.۱
۷۳	۲۴۷۷۵۷	۳۴۲۲۹۴۰	۲۴۷۷۱۵	۳۴۲۳۰۰۰	۲۴۷۶۷۸	۳۴۲۳۰۴۲	۶۷	۵۹	۱۲۸.۴
۷۴	۲۴۴۸۸۱	۳۴۲۲۳۳۰	۲۴۴۹۹۳	۳۴۲۳۰۱۰	۲۴۴۹۷۲	۳۴۲۲۳۱۰	۲۲۹	۲۰۰	۲۸۲.۲
۷۵	۲۵۱۵۱۷	۳۴۲۰۸۹۰	۲۵۱۵۱۱	۳۴۲۰۸۷۰	۲۵۱۵۴۲	۳۴۲۰۸۵۷	۲۱	۱۸	۳۰۷.۸
۷۶	۲۵۳۳۸۸	۳۴۱۹۴۷۰	۲۵۳۳۴۳	۳۴۱۹۴۸۰	۲۵۳۳۵۵	۳۴۱۹۴۷۸	۱۵	۱۳	۸۴۹.۴
۷۷	۲۵۵۰۹۲	۳۴۱۸۹۸۰	۲۵۵۰۱۷	۳۴۱۸۹۹۰	۲۵۵۱۲۰	۳۴۱۹۰۰۱	۱۹	۱۷	۳۹.۳۸
۷۸	۲۵۶۰۶۱	۳۴۱۸۸۰۰	۲۵۵۹۲۲	۳۴۱۸۳۰۰	۲۵۵۸۳۸	۳۴۱۷۹۹۳	۴۶۶	۴۰۸	۲۵۵.۳
۷۹	۲۵۴۸۶۱	۳۴۱۷۳۰۰	۲۵۴۳۳۴	۳۴۱۸۰۴۰	۲۵۴۰۸۳	۳۴۱۷۶۷۹	۸۴۳	۷۳۸	۱۱۹.۵
۸۰	۲۵۲۸۸۱	۳۴۱۴۸۸۰	۲۵۲۸۰۶	۳۴۱۴۸۲۰	۲۵۲۷۳۹	۳۴۱۴۷۷۵	۹۴	۸۲	۲۱۶.۳
۸۱	۲۵۳۷۲۵	۳۴۱۵۲۳۰	۲۵۳۷۵۹	۳۴۱۵۸۸۰	۲۵۳۷۶۴	۳۴۱۶۴۴۷	۶۵۸	۵۷۶	۷۹.۵۱
۸۲	۲۵۷۷۵۵	۳۴۱۳۴۷۰	۲۵۷۸۶۹	۳۴۱۳۴۴۰	۲۵۷۸۹۷	۳۴۱۳۴۰۶	۶۵	۵۷	۳۳۷.۶
۸۳	۲۵۷۲۷۹	۳۴۱۰۷۰۰	۲۵۷۳۷۵	۳۴۱۰۷۱۰	۲۵۷۳۷۵	۳۴۱۰۷۱۰	۱۷	۱۵	۱۶۳
۸۴	۲۵۵۰۰۶	۳۴۱۰۲۰۰	۲۵۵۰۶۳	۳۴۱۰۱۹۰	۲۵۵۱۱۲	۳۴۱۰۱۷۷	۵۷	۵۰	۳۸۸.۸
۸۵	۲۵۵۵۷۰	۳۴۰۹۱۲۰	۲۵۵۶۶۶	۳۴۰۹۰۹۰	۲۵۵۷۵۰	۳۴۰۹۰۶۲	۱۰۱	۸۸	۳۴۲.۴
۸۶	۲۵۹۳۵۴	۳۴۰۶۷۰۰	۲۵۹۳۵۳	۳۴۰۷۰۹۰	۲۵۹۳۵۲	۳۴۰۷۴۷۷	۱۰۵	۹۲	۲۶۲.۸
۸۷	۲۵۲۳۲۱	۳۴۰۵۶۸۰	۲۵۲۳۳۲	۳۴۰۵۶۸۰	۲۵۲۳۴۱	۳۴۰۵۶۷۰	۱۳	۱۱	۳۶۶.۸
۸۸	۲۵۶۶۵۵	۳۳۹۳۴۴۰	۲۵۶۶۵۵	۳۳۹۳۴۴۰	۲۵۶۶۵۵	۳۳۹۳۴۴۳	۱۷	۱۵	۲۶۹
۸۹	۲۵۵۲۴۱	۳۳۹۱۱۵۰	۲۵۵۲۴۴	۳۳۹۱۱۲۰	۲۵۵۲۴۴	۳۳۹۱۰۸۳	۱۰۱	۸۸	۳۳۸.۵
۹۰	۲۴۴۰۷۲	۳۳۸۹۵۰۰	۲۴۴۰۷۱	۳۳۸۹۵۰۰	۲۴۴۰۷۱	۳۳۸۹۴۹۵	۵	۴	۲۶۶.۸
۹۱	۲۴۵۶۵۱	۳۳۸۸۵۹۰	۲۴۵۶۵۲	۳۳۸۸۵۹۰	۲۴۵۶۵۳	۳۳۸۸۵۹۴	۴	۴	۷۱.۵۹
۹۲	۲۴۶۶۶۸	۳۳۸۷۶۸۰	۲۴۶۶۷۵	۳۳۸۷۶۵۰	۲۴۶۶۷۷	۳۳۸۷۶۲۰	۵۸	۵۱	۳۲۵
۹۳	۲۴۷۰۰۶	۳۳۸۶۵۹۰	۲۴۷۰۰۵	۳۳۸۶۵۹۰	۲۴۷۰۰۵	۳۳۸۶۵۸۵	۳	۳	۲۶۰.۶
۹۴	۲۴۲۰۶۳	۳۳۸۴۸۰۰	۲۴۲۰۶۶	۳۳۸۴۷۷۰	۲۴۱۹۹۳	۳۳۸۴۷۳۳	۵۲	۴۶	۲۲۴.۱
۹۵	۲۴۱۰۸۸	۳۳۷۳۳۸۰	۲۴۱۰۸۴	۳۳۷۳۳۸۰	۲۴۱۱۱۹	۳۳۷۳۳۸۷	۱۷	۱۵	۷۹.۶۴
۹۶	۲۳۸۵۷۹	۳۳۷۱۱۰۰	۲۳۸۵۹۱	۳۳۷۱۱۴۰	۲۳۸۶۰۰	۳۳۷۱۱۷۸	۴۴	۳۸	۷۴.۹۷
۹۷	۲۳۸۲۸۷	۳۳۷۴۲۲۰	۲۳۸۳۵۵	۳۳۷۴۱۹۰	۲۳۸۴۱۵	۳۳۷۴۱۶۴	۷۴	۶۵	۳۶۶.۵
۹۸	۲۳۲۶۱۹	۳۳۷۰۵۳۰	۲۳۲۶۱۷	۳۳۷۰۵۳۰	۲۳۲۶۱۶	۳۳۷۰۵۲۶	۵	۴	۲۴۷.۵
۹۹	۲۳۱۶۷۹	۳۳۷۰۱۲۰	۲۳۱۶۶۹	۳۳۷۰۱۱۰	۲۳۱۶۶۱	۳۳۷۰۱۱۰	۱۲	۱۰	۲۱۱.۱
۱۰۰	۲۳۰۶۶۵	۳۳۶۹۱۱۰	۲۳۰۶۶۶	۳۳۶۹۱۰۰	۲۳۰۶۶۷	۳۳۶۹۱۲۹	۸	۷	۸۳.۶۴

جدول شماره ۲: پیش بینی شعاع انحنا رودخانه کارون برای سال ۲۰۲۱ میلادی یا ۱۴۰۰ شمسی بر حسب متر

شماره پهنج	شعاع انحنا ۱۹۹۱	شعاع انحنا ۲۰۰۷	شعاع انحنا ۲۰۲۱	میانگین ۱۹۹۱-۲۰۰۷	میانگین ۲۰۰۷-۲۰۲۱	شماره پهنج	شعاع انحنا ۱۹۹۱	شعاع انحنا ۲۰۰۷	شعاع انحنا ۲۰۲۱	میانگین ۱۹۹۱-۲۰۰۷	میانگین ۲۰۰۷-۲۰۲۱
۱	۶۱۹	۶۱۸	۶۱۹	۱	۱	۶۵	۲۰۲۱	۲۰۸۵	۲۰۲۹	-۶۴	-۵۶
۲	۷۷۸	۷۱۲	۷۷۴	-۷	-۶	۶۶	۴۱۹۹	۴۲۱۸	۴۲۰۱	-۱۹	-۱۷
۳	۷۰۹	۷۱۴	۷۱۰	-۸	-۴	۶۷	۱۴۱۸	۱۴۸۰	۱۴۲۲	-۶۲	-۲۸
۴	۶۶۹	۶۶۱	۶۵۱	-۱۲	-۱۰	۶۸	۱۱۹۱	۱۲۶۷	۱۲۶۰	-۷۶	-۷
۵	۷۷۲	۷۶۹	۷۷۲	۴	۴	۶۹	۱۱۵۸	۱۱۷۸	۱۱۶۰	-۱۷	-۱۵
۶	۸۴۴	۸۴۴	-۸۷۹	-۱۸	-۱۵	۷۰	۸۷۰	۸۴۴	۸۴۷	۳	۲۱
۷	۷۵۸	۸۱۲	-۸۵۰	-۴۵	-۲۷	۷۱	۲۳۴۲	۲۳۳۳	۲۳۴۱	۹	۸
۸	۶۹۸	۶۹۳	-۶۹۱	-۲	۲	۷۲	۳۰۴۷	۳۰۱۲	۳۰۴۴	۳۲	۳۰
۹	۸۲۱	۸۱۰	-۶۴۷	-۴۱	۲۲	۷۳	۷۲۱	۸۰۳	۷۹۷	-۷۲	-۶
۱۱	۱۰۴۴	۱۱۶۲	-۱۲۵۸	-۱۱۷	-۹۵	۷۴	۱۲۱۵	۱۲۷۴	۱۲۲۲	-۵۹	-۵۲
۱۲	۶۱۸	۳۱۱	-۲۷۱	۲۴	۲۰	۷۵	۷۲۷	۷۳۸	۷۲۸	-۸	-۷
۱۳	۶۹۸	۶۲۲	-۶۵۳	-۲۵	۲۰	۷۶	۱۵۲۷	۱۵۲۳	۱۵۲۸	-۴	-۵
۱۴	۱۸۷۴	۱۸۱۴	-۱۴۶۸	۶۰	۶۹	۷۷	۱۶۵۴	۱۶۲۸	۱۶۵۲	۲۸	۲۴
۱۵	۸۵۴	۸۶۰	-۸۶۵	-۶	-۵	۷۸	۸۲۱	۹۸۳	۹۷۰	-۱۵۲	-۱۳
۱۶	۶۸۸	۶۸۰	-۶۲۷	-۲۸	۲۲	۷۹	۱۱۱۷	۸۶۹	۱۰۴۴	۸۶۸	۴۹۷
۱۷	۶۶۷	۷۸۱	-۶۴۴	۱۶۴	۱۳۵	۸۰	۷۵۵	۷۸۰	۷۵۸	-۲۵	-۲۲
۱۸	۱۲۳۸	۱۱۵۲	۱۰۰۳	۱۸۸	۱۵۰	۸۱	۱۲۹۴	۸۲۱	۱۲۳۸	۴۷۳	۴۱۴
۱۹	۸۹۳	۶۸۳	۳۹۴	۱۱۰	۸۹	۸۲	۸۰۰	۷۹۴	۷۹۹	۶	۵
۲۰	۶۶۶	۶۳۶	۶۷۲	۱۰۷	۸۷	۸۳	۲۹۱۳	۲۹۱۲	۲۹۱۳	۱	۱
۲۱	۷۹۴	۷۵۷	۷۲۵	۲۹	۲۲	۸۴	۷۷۷	۸۱۴	۷۸۲	-۲۷	-۲۲
۲۲	۹۴۱	۸۹۹	۸۶۸	۴۲	۳۴	۸۵	۴۴۳	۳۷۳	۴۳۴	۷۰	۶۱
۲۳	۱۹۸۰	۱۹۲۲	۱۸۸۷	۵۷	۴۶	۸۶	۱۲۶۲	۱۲۶۹	۱۲۶۳	-۷	-۶
۲۴	۱۴۸۰	۱۵۲۰	۱۵۵۲	-۴۰	-۲۲	۸۷	۱۶۱۸	۱۶۰۰	۱۶۱۶	۱۸	۱۶
۲۵	۱۴۶۷	۱۴۶۴	۱۴۶۴	-۲۱۹	-۱۷۸	۸۸	۳۲۱۲	۳۲۰۳	۳۲۱۱	۹	۸
۲۶	۸۱۲	۹۲۰	۱۰۲۸	-۱۱۷	-۹۵	۸۹	۴۰۷	۳۸۷	۴۰۸	۲۰	۱۸
۲۷	۶۶۱	۶۸۹	۳۴۹	۱۷۲	۱۴۰	۹۰	۷۰۸	۷۱۰	۷۰۸	-۲	-۲
۲۸	۱۲۹۲	۹۸۸	۶۹۹	۳۲۷	۲۶۶	۹۱	۹۹۸	۱۰۰۷	۹۹۷	-۱۲	-۱۰
۲۹	۶۶۸	۷۸۱	۱۰۵۲	-۲۳۳	-۲۷۱	۹۲	۷۸۵	۷۹۰	۷۸۶	-۵	-۴
۳۰	۶۸۸	۵۱۰	۵۲۸	-۲۲	-۱۸	۹۳	۲۴۹۳	۲۴۹۷	۲۴۹۳	-۴	-۴
۳۱	۲۰۹۸	۲۱۰۸	۲۰۹۷	-۱۳	-۱۱	۹۴	۲۴۶۸	۲۴۹۷	۲۴۸۰	-۱۹	-۱۷
۳۲	۳۴۳	۳۴۳	۳۴۹	۳۰	۲۶	۹۵	۱۲۶۹	۱۳۶۸	۱۳۶۶	۲۴	۲۱
۳۳	۱۱۸۱	۱۱۸۵	۱۱۸۱	-۴	-۴	۹۶	۱۱۸۷	۱۱۹۴	۱۱۸۸	-۷	-۶
۳۴	۸۰۴	۸۲۸	۸۰۷	-۲۴	-۲۱	۹۷	۸۲۴	۸۴۴	۸۲۶	-۲۰	-۱۸
۳۵	۶۸۷	۸۹۹	۸۸۷	-۱۴۲	-۱۲	۹۸	۷۶۷	۷۸۱	۷۶۷	-۴	-۴
۳۶	۱۰۰۳	۱۰۷۲	۱۰۱۲	-۷۰	-۶۱	۹۹	۶۸۴	۶۴۳	۶۸۳	۱۱	۱۰
۳۷	۲۳۸۲	۲۴۸۱	۲۴۷۲	-۹۹	-۹	۱۰۰	۱۲۹۷	۱۲۹۶	۱۲۹۷	۱	۱
۳۸	۱۴۸۱	۱۲۳۱	۱۴۲۳	۲۲۰	۱۹۲						
۳۹	۱۱۶۴	۱۱۵۵	۱۱۶۲	۹	۸						
۴۰	۶۷۳	۳۸۱	۴۸۸	۱۲۲	۱۰۷						
۴۱	۶۰۲	۶۲۰	۶۰۴	-۱۸	-۱۶						
۴۲	۱۷۱۸	۱۷۰۳	۱۷۱۴	۱۵	۱۳						
۴۳	۱۴۱۴	۱۳۵۲	۱۴۰۶	۶۲	۵۴						
۴۴	۱۲۸۲	۱۲۶۹	۱۲۸۰	۱۲	۱۱						
۴۵	۱۱۲۹	۱۱۰۱	۱۱۲۸	۲۸	۲۴						
۴۶	۱۱۹۱	۱۲۳۵	۱۱۹۷	-۴۴	-۳۸						
۴۷	۱۰۷۹	۱۰۸۲	۱۰۷۹	-۳	-۳						
۴۸	۶۹۷۸	۶۹۸۳	۶۹۷۹	-۸	-۴						
۴۹	۲۷۱۲	۲۷۱۱	۲۷۱۲	۱	۱						
۵۰	۶۲۹	۸۳۳	۶۱۷	۹۶	۸۴						
۵۱	۱۲۵۵	۱۲۴۶	۱۲۵۴	۹	۸						
۵۲	۸۱۹	۸۲۰	۸۱۹	-۱	-۱						
۵۳	۸۲۱	۶۸۲	۸۰۴	۱۳۹	۱۲۲						
۵۴	۱۸۷۹	۱۴۹۱	۱۸۶۸	۸۸	۷۷						
۵۵	۶۹۴	۸۶۴	۶۷۸	۱۳۰	۱۱۴						
۵۶	۱۹۲۲	۲۱۷۸	۲۱۸۳	-۲۵۳	-۲۲						
۵۷	۴۳۶	۳۳۶	۴۲۲	۱۱۰	۹۶						
۵۸	۱۶۹۲	۱۸۱۸	۱۸۰۷	-۱۲۶	-۱۱						
۵۹	۶۴۴	۶۷۸	۶۴۸	-۳۱	-۲۷						
۶۰	۹۵۸	۱۲۳۷	۱۲۱۲	-۲۸۲	-۲۵						
۶۱	۱۲۰۰	۱۲۸۵	۱۲۷۸	-۸۵	-۷						
۶۲	۹۲۹	۹۶۷	۹۳۱	-۱۸	-۱۶						
۶۳	۱۵۷۸	۱۷۱۳	۱۷۰۱	-۱۳۵	-۱۲						
۶۴	۹۹۱	۹۹۰	۹۹۱	۱	۱						

نتیجه گیری:

بررسی ها نشان می دهند که روش پیش بینی دواير مماس بر قوس پیچهای رودخانه، امکان پیش بینی تغییرات رودخانه های جاری در دشتهای آبرفتی، بخصوص رودخانه های ماندری را ممکن می سازد مهمترین مساله در این روش تهیه دقیق مسیر کانال رودخانه در دوره های مورد نظر است که نتایج را تحت شعاع قرار می دهد. این روش را می توان بر روی سایر رودخانه های ماندری کشور نیز اجرا کرد و به نتایج مطلوبی رسید. این روش بر اساس داده های تاریخی مسیر رودخانه عمل می کند بنابر این هر چه تعداد دوره های بررسی بیشتر باشد (مطلوب ترین حالت نقشه تغییرات سالیانه مسیر رودخانه است) پیش بینی تغییرات نیز به واقعیت نزدیک تر خواهد بود. در این مقاله، پیش بینی به عمل آمده بر روی رودخانه کارون در مناطق با جابجایی بالا به وضوح نشان دهنده کارایی مدل می باشد. در مجموع قسمتهایی از جاده اهواز- شوشتر، بسیاری از اراضی کشاورزی حاشیه رودخانه کارون، ایستگاههای پمپاژ آب واقع در محدوده تغییرات و بخشی از سکونتگاههای شهر اهواز و روستاهای واقع در قوس پیچهای کارون در معرض تخریب و تهدید آتی تغییرات رودخانه می باشند.

منابع

- ۶- تصاویر ماهواره لندست سالهای ۱۹۹۱، ۱۹۹۳، ۲۰۰۲، ۲۰۰۱، سازمان فضایی کشور.
- ۷- تصویر ماهواره ای IRS، سنجنده LISSIII (۲۰۰۷): وزارت دفاع، سازمان جغرافیایی ارتش جمهوری اسلامی ایران.
- ۸- تصاویر ماهواره ای لندست، سال ۱۹۹۱ و ۲۰۰۲. شیت ۳۸-۱۶۶ سازمان زمین شناسی کشور.
- ۹- تلوری، ع. (۱۳۷۱): شناخت فرسایش کناری رودخانه در دشت های رسوبی. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. تهران. ۱۳۹ صفحه.
- ۱۰- سازمان زمین شناسی کشور، نقشه های زمین شناسی، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰.
- ۱۱- علوی پناه، سیدکاظم، (۱۳۸۵): سنجش از دور حرارتی و کاربرد آن در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران، تهران. ۵۲۲ صفحه.
- ۱۲- علوی پناه، سیدکاظم، (۱۳۸۲): کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک)، انتشارات دانشگاه تهران، تهران. ۴۷۷ صفحه.
- ۱۳- نقشه های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰، (۱۳۷۴): سازمان نقشه برداری.
- ۱۴- نقشه های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰، (۱۳۳۴): وزارت دفاع، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
- ۱۵- نیمرخ های عرضی رودخانه کارون، (۱۳۷۶): سازمان آب و برق استان خوزستان، اهواز.
- 16- Brice, J.C., (1975): "Air Photo Interpretation of the Form and Behavior of Alluvial Rivers," final report to the U.S. Army Research Office, Washington, D.C.
- 17- Brice, J.C., (1984): "Planform Properties of Meandering Rivers," In: Elliott, C.M. (ed.), River Meandering, Proceedings of the Conference Rivers '83, New Orleans, LA, p. 1-15.

- 18- Brice, J.C., (1974): "Evolution of Meander Loops," Geological Society of America Bulletin, Vol. 85, p. 581-586.
- 19- Dort, W., Jr., (1978): "Channel Migration Investigation, Historic Channel Change Maps, Kansas River and Tributaries Bank Stabilization Component, Kansas and Osage Rivers," Kansas Study, U.S. Army Corps of Engineers, Kansas City District.
- 20- Gottesfeld, A.S. and Johnson-Gotteseld, L.M., (1990): "Floodplain Dynamics of a Wandering River, Dendrochronology of the Morice River," British Columbia, Canada, Geomorphology, Vol. 3, No. 2, p. 159-179.
- 21- Hickin, E.J., (1974): "The Development of Meanders in Natural River-Channels," American Journal of Science, Vol. 274, p. 414-442.
- 22- Leopold, L.B. and Wolman, M.G., (1960): "River Meanders," Geological Society of America Bulletin, Vol. 71, p. 769-794.
- 23- Luqian.L, Xixilu and Zhongyuan.c, (2007): "Remote Channel change During the Last 50 Years in the Middle Yangtze River The Jianli Reach, " Science Direct , pp. 185-196.
- 24- Schumm, S.A., Erskine, W.D., and Tilleard, J.W., (1996): "Morphology, Hydrology, and Evolution of the Anastomosing Ovens and King Rivers," Victoria, Australia, Geological Society of America Bulletin, Vol. 108, No. 10, p. 1212-1224.

