نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۷، شماره ٤٤، تابستان ۱۳۹۲، صفحات ۱۷۸-۱۶۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۲/۰۷ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۱/۰۹/۱۱

بررسی کمی پیچان رودهای رودخانه آجی‌چای در محدوده خواجه تا ونیار

محمدحسین رضایی مقدم[۱]
عادل محمدی فر[۲]
خلیل ولیزاده کامران[۳]

چکیده

اکثر سازه‌های آبی و کاربری‌های که بر روی رودخانه‌ها و یا در حاشیه آن‌ها قراردارند، به نوعی متأثر از تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌ها می‌باشند. از این رو بررسی این پدیده از مهم‌ترین بخش مطالعات طرح‌ها و کاربری‌های فوق محسوب مـی‌شود. در این پـژوهش نیز بخشی از رودخانه آجی‌چای در شمال شرق تبریز به طول حدودا ۲۲ کیلومتر مورد بررسی قرار گرفته است. هدف اصلی این تحقیق بررسی روند تغییرات مورفولوژیکی رودخانه در مقطع زمانی ۵۲ ساله با استفاده از پارامترهای هندسی کانال از قبیل طول قوس، طول دره و شعاع دایره‌های مماس بر قوس‌های رودخانه در قالب مدل‌های ضریب خمیدگی و زاویه مرکزی می‌باشد. بدین منظور مسیر رودخانه از روی عکس‌های هوایی و تصویر ماهواره IRS سنجنده pan در محیط Arc GIS در دو بازه و دو دوره (۱۳۳۵-۱۳۷۴ و ۱۳۷۴-۱۳۸۷) رقومی و محاسبه شد و سپس علل تغییرات با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، داده‌های هیدرولوژیکی و روش میدانی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که ۱) رودخانه به‌طور میانگین در هر دو بازه و در هر دو دوره از انحنای قوس‌های خود کاسته است. به‌طوری که زاویه مرکزی در بازه اول از ۱۳۷ به ۱۰۰ درجه و در بازه دوم از ۱۶۰ به ۱۴۸ درجه و ضریب خمیدگی در بازه اول از ۱/۳۳ به ۱/۱۵ و در بازه دوم از ۱/۴۸ بـه ۱/۲۷ رسیده است. همچنین تعداد قـوس‌ها در سال ۱۳۸۷ نسبت به سال ۱۳۳۵ افـزایش چشم‌گیری داشته است به‌طوری که در سال ۱۳۸۷ در بازه اول تعداد آن‌ها از ۱۱ به ۵۱ و در بازه دوم از ۱۹ به ۸۶ مورد رسیده است. ۲) هیچ الگوی شبه پیچان‌رودی یا نعل‌اسبی درآن دیده نمی‌شود. ۳) تغییرات مورفولوژیکی رودخانه آجی‌چای در بازه زمانی و مکانی مورد مطالعه بیشتر متأثر ازعوامل طبیعی از قبیل کاهش قدرت جریان به علت کاهش میانگین سالانه دبی آب و رسوب، انباشت رسوب و لیتولوژی سست می‌باشد.

واژگان کلیدی: مورفولوژی رودخانه، پیچان رود، زاویه مرکزی، ضریب خمیدگی، رودخانه آجی‌چای.

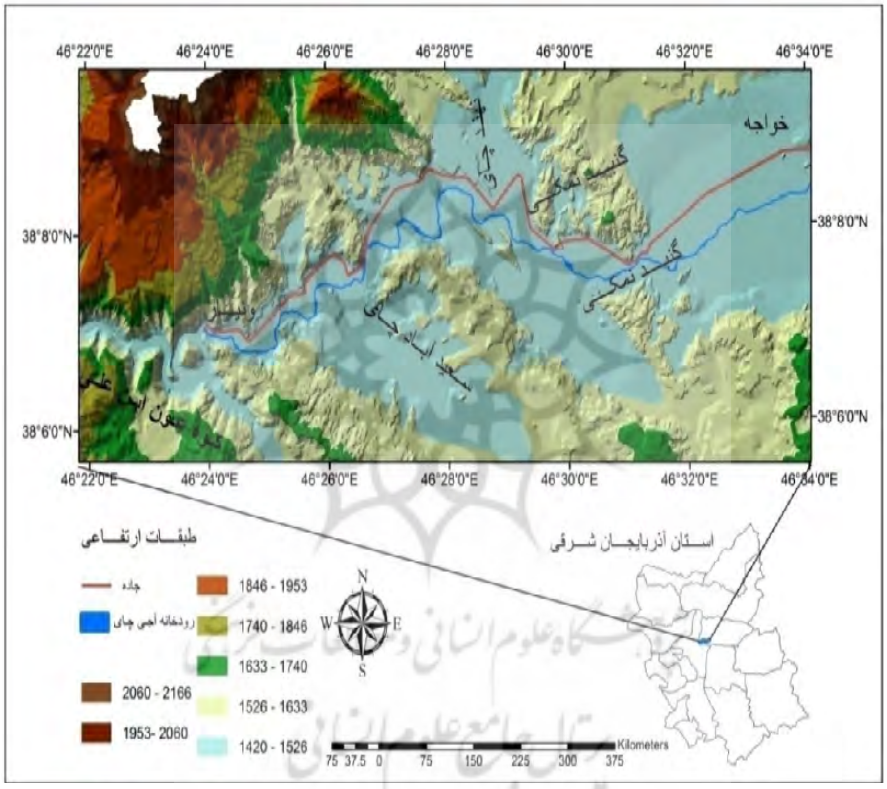
۱ـ استاد گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز. Email:rezmogh@yahoo.com
۲ـ کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی) Email:mohammadifar.adel@gmail.com
۳ـ استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز. Email:valizade@tabrizu.ac.ir

مقدمه

با توجه به اینکه در مطالعه سیستم‌های رودخانه‌ای جنبه‌های مورفولوژیکی رودخانه‌ها بیش از پیش مد نظر متخصصان می‌باشد (یمانی و حسین‌زاده، ۱۳۸۱: ۱۱۰) لذا بررسی تغییرات مورفولوژیـکی رودخانه در زمینه‌های بسیاری اهمیت داشته و می‌تواند در روند مدیریت علمی رودخانه‌ها و فراینـدهای رودخانـه‌ای مدیران را از اطلاعات بـه هنگام مطلع گرداند (Yu et al, ۲۰۰۴: ۴۶۲). در همین راستا (Leopold and Wolman، ۱۹۵۷: ۵۳) از نظر مورفولوژیکی رودخانه‌ها را به ۳ دسته مستقیم، پیچان رود و شریانی تقسیم‌بندی کردند که در این بین، الگوی پیچان رودی به دلیل فراوانی آن در طبیعت بیشترین توجه را به خود جلب کرده است (Biedenharen، ۱۹۹۷: ۲۱). از جمله ویژگی‌های مهم یک رودخانه پیچ و خم‌دار اندازه و قابلیت جابه جایی خم‌های آن است و شکل خم‌ها با یکی از حالات منحنی دایره‌ای و یا سینوسی تعریف می‌شود که حالت دایره‌ای بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (رضایی مقدم و خوشدل ۱۳۸۸: ۱۰۷؛ یمانی و همکاران ۱۳۸۱: ۱۱۷؛ نوحه‌گر و همکاران ۱۳۸۲: ۸۱). در حقیقت اکثر محققان به بررسی شناخت آستانه بین رودخانه‌های مستقیم، مئاندری و شریانی پرداخته‌اند و در این بین، روابط بـین مـتغیرهای هندسی و رفـتار مئاندر در ارتباط با عوامل کنترل‌کننده زمین‌شناسی، هیدرولوژی و ژئومورفیک مورد بررسـی قرار گرفته است (Panda & Bora،۱۹۹۲: ۱۰۱-۹۷؛ Ebisemiju، ۱۹۹۴: ۲۵-۱۳؛ Winterbotto، ۲۰۰۰: ۲۰۸-۱۹۵؛ Bledsoe & Waston، ۲۰۰۱: ۳۰۰-۲۸۱؛ Reddy et al، ۲۰۰۲: ۱۴-۹؛ Timar، ۲۰۰۳: ۴۶۹-۴۸۱). به هر حال تغییر مسیر رودخانه‌ها چه در قدیم و چه در زمان حال مشکلاتی را برای انسان‌ها به وجود آورده است (بهرامی، ۱۳۸۷: ۱). این تغییرات در بسیاری از رودخانه‌های کشور از جمله آجی‌چای مشاهده می‌شود. بر خلاف موارد مشابه که بیشتر متأثر از عوامل انسانی می‌باشند بیشتر متأثر از رژیم رودخانه و عـوامل طبیعی از قـبیل دبی آب و رسـوب، لیتولوژی سست و تـوپوگرافی منطقه مـی‌باشد به‌طوری که با توجه به مقایسه عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و بررسی‌های میدانی صورت گرفته از بستر رودخانه مسائل و مشکلات مختلفی به صورت فرسایش کناری تا ۸ متر در سال، از بین رفتن اراضی کشاورزی در حاشیه رودخانه، آب گرفتگی پل‌ها و جاده قدیم تبریز- خواجه در

بعضی از قسمت‌ها و بستر طغیانی با شعاع ۱۰۰ متر و به تبع آن تأثیرگذاری بر روی سازه‌های مسکونی و هیدرولیکی را سبب شده است. عمده تحقیقاتی که در سال‌های اخیر برای بررسی رودخانه‌های مئاندری در خارج از ایران صورت گرفته مربوط به (۱۹۸۶: ۶۹۱-۶۸۰ Jin &Schumm,) می‌باشد. در ایران نیز از تحقیقات مختلفی که در مورد مورفولوژی و بررسی کمی تغییرات رودخانه انجام گرفته می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (دلال اوغلی، ۱۳۷۱: ۱۹۵-۱۹۶). به تحلیل ضریب خمیدگی رودخانه در محدوده دشت اهر پرداخته و با انجام گرانولومتری از بستر رودخانه به این نتیجه رسیده که اندازه دانه‌های قسمت‌های مئاندری کوچک‌تر ولی رودخانه‌های که حالت شریانی دارند قطر دانه‌ها بزرگ‌تر است. (نوحه‌گر و همکاران ۱۳۸۲: ۶۵) در بررسی وضعیت ژئومورفولوژیکی پیچان رودهای روخانه میناب با استفاده از نیمرخ‌های طولی و عرضی به این نتیجه رسیدند که پیچ‌های مئاندر در طول زمان به آهستگی به سمت پایین‌دست در حال حرکت است و هرگونه تغییری در بار رسوبی سبب رسوب‌گذاری، افزایش یا تغییر شیب و نهایتاً مارپیچی شدن رودخانه می‌گردد (افضلی مهر و همکاران ۱۳۸۲: ۴۱۵). در پیش‌بینی سینوسی بودن رودخانه‌های مارپیچی با بافت درشت‌دانه به این نتیجه رسیدند که در مناطق آهکی مئاندر ایجاد نمی‌شود و مئاندر در جایی به وجود می‌آید که سازندهای متناوب از شیل و ماسه سنگ باشد. یمانی و حسین‌زاده (۱۳۸۳: ۱۴۴) در بررسی الگوی پیچان‌رودی رودخانه تالار با استفاده از شاخص‌های ضریب خمیدگی و زاویه مرکزی به این نتیجه رسیدند که ۲۶/۴۵ درصد از قوس‌های این رودخانه در زمره الگوی پیچان رودی تکامل یافته، ۶۰/۴ درصد قوس‌ها در زمره پیچان‌رودهای توسعه‌یافته و ۲۵/۵ درصد قوس‌ها در زمره پیچان‌رودهای خیلی توسعه‌یافته قرار دارند. رضایی مقدم و همکار (۱۳۸۸: ۱۰۱) در بررسی کمی مئاندرهای اهرچای در محدوده دشت ازومدل ورزقان نتیجه گرفتند که رودخانه در محدوده مورد مطالعه به علت شیب بسیار کم حالت مئاندری پیدا کرده و بیشترین درصد مئاندر مربوط به مئاندرهای دارای سینوزیته بالای ۱/۵ می‌باشد. لذا در این تحقیق رودخانه آجی‌چای در بازه خواجه تا ونیار با استفاده از روش‌های ضریب خمیدگی و زاویه مرکزی در مقطع زمانی ۵۲ ساله مورد مطالعه قرار گرفت. هدف از این مطالعه بررسی مورفولوژی و به تبع آن تغییرات پلان رودخانه برای

درک شرایط کـنونی و پتانسیل تغییرات احتمالی آن در آیـنده مـی‌باشد که از این طریق می‌توان عکس‌العمل طبیعی رودخانه را نسبت به تغییرات طبیعی و یا اقدامات ناشی از اجرای طرح‌های اصلاح مسیر و تثبیت کناره‌ها پیش‌بینی نموده و میزان جابه‌جایی، تغییرات ابعاد و الگوی آن را تشخیص داد.



شکل (۱) نقشه موقعیت جغرافیایی و مورفولوژیکی منطقه مورد مطالعه

مشخصات منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه از نظر موقعیت نسبی در شمال شرق تبریز و از نظر مختصات جغرافیایی بین ''۵۵ '۲۳ °۴۶ تا ''۵۵ '۳۴ °۴۶ طول شرقی و ''۰۱ '۰۷ °۳۸ تا ''۴۰ '۰۸ °۳۸ عرض

شمالی قرار دارد. سطح بستر آجی‌چای از روستای ونیار به طرف غرب (پایین دست) دارای شیب ملایم می‌باشد که در نزدیکی پل ونیار این شیب تندتر شده و سطح دره به آرامی از حالت U شکل خارج می‌شود. به طرف شرق ما بین گنبدهای نمکی و روستای ونیار دریک منطقه کوهستانی با شیب خیلی کم جریان دارد و حالت مئاندری به خود گرفته و پهن تر می‌شود و شیب دامنه‌ها کاهش می‌یابد (شفیعی‌مهر، ۱۳۸۴: ۶۴). در محل بالادست گنبدهای نمکی تا خواجه بر روی یک دشت گسترده می‌شود که شیب آن از طرف دامنه‌های شمالی و جنوبی به طرف بستر بسیار ملایم و کم است و ارتفاع متوسط آن ۱۵۰۰ متر می‌باشد. در مجموع سنگ‌ها (رسوبات آبرفتی کواترنر، ژیپس و نمک گچ‌دار، مارن (آهک و رس)، ماسه سنگ و کنگلومرا) از نظر فرسایش‌پذیری در رده فرسایش‌پذیر زیاد تا خیلی‌زیاد قرار دارند. در محدوده مورد مطالعه به دلیل نامساعد بودن شرایط، پوشش گیاهی به چشم نمی‌خورد. میزان متوسط بارش سالانه ۲۵۰ میلی‌متر، میانگین سالانه دبی جریان و رسوب نیز به ترتیب ۱۳/۳ متر مکعب بر ثانیه و ۱۳۶۸۵۰ تن می‌باشد (گزارش هواشناسی و هیدرولوژی، ۱۳۷۴: ۱۰۰) در ضمن همه داده‌ها مربوط به ایستگاه ونیار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح خواجه و تبریز، عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ سازمان جغرافیای نیروهای مسلح و ۱:۱۰۰۰۰ سازمان آب منطقه‌ای تبریز- اردبیل، تصویر سنجنده Pan ماهواره IRS در باند پانکروماتیک با تفکیک ۲/۵ متری، داده‌های هیدرولوژیکی و دستگاه GPS استفاده شده است. روش کار نیز بدین صورت انجام گرفت: در مرحله اول اطلاعات و گزارش‌های مورد نیاز درباره موضوع تحقیق و محدوه مورد مطالعه بر پایه روش‌های کتابخانه‌ای و مطالعات میدانی جمع‌آوری شدند. در مرحله دوم نقشه‌ها و عکس‌های هوایی اسکن، ژئورفرنس، موزاییک و برش داده شدند. در مرحله سوم پارامترهای هندسی مورد نیاز رودخانه جهت محاسبه مدل‌های کمی محاسبه شد. بدین منظور ابتدا مسیر رودخانه از روی عکس‌های و تصویرماهواره‌ای رقومی شد و سپس برای محاسبه ضرایب خمیدگی، طول موج و دره هر قوس از روی سواحل رقومی شده به‌طور جداگانه برای هردوره با جاگذاری در فرمول S=

محاسبه شد. که در آن S ضریب خمیدگی، C طول موج و V طول دره می‌باشد. برای محاسبه زوایای مرکزی به روش کورنیس نیز ابتدا دوایر کوچک و بزرگی در مسیر رودخانه بر روی هر یک از قوس‌های رودخانه برازش داده شد (برای دست‌یابی به نتیجه مطلوب سعی شد که این دوایر بیشترین تطابق را با قوس‌های رودخانه داشته باشند) و سپس با جاگذاری در فرمول $\Theta = \frac{18}{F}$ پارامترهای مورد نیاز جهت محاسبه زاویه مرکزی به دست آمد که درآن Θ زاویه مرکزی و C انحنای مئاندر و R شعاع دایره فرضی و π عدد صحیح ۳/۱۴ می‌باشد.

نتایج

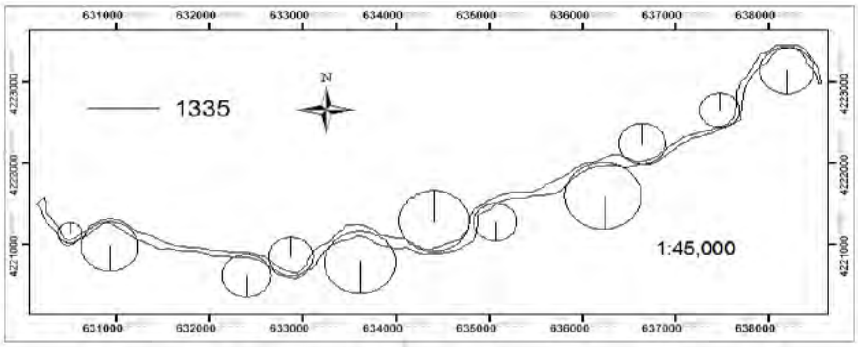
با توجه به این‌که سرعت تکامل پیچان‌رودها از نظر زمانی و مکانی یکسان نیست، بنابراین مدل‌های مذکور بیانگر شکل رودخانه و تغییرات آن در طول زمان و مکان می‌باشد. برای این کار رودخانه به دو بازه تقسیم شد (روستای خواجه تا ورودی نهندچای به آجی‌چای واز ورودی نهندچای تا پل ونیار) و این روش‌ها در هر یک از بازه‌ها پیاده شد.

بررسی کمی پیچ‌های آجی‌چای با استفاده از زاویه مرکزی

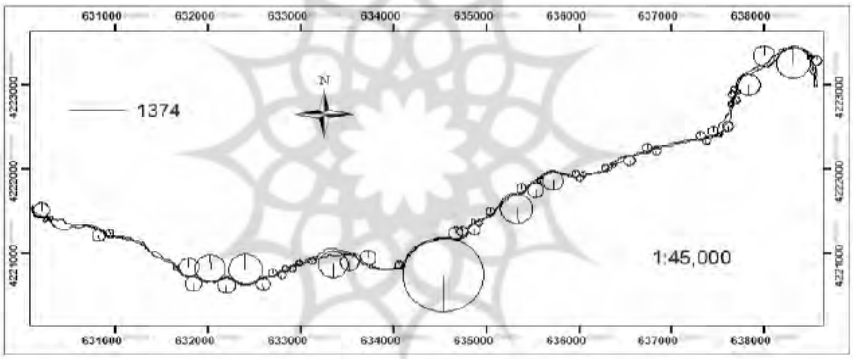
کورنایس (۱۹۸۰) برای بیان کمی میزان توسعه و پیشرفت پیچان‌رودی شدن در رودخانه‌ها و تمایز آن ها از یکدیگر با استفاده از زاویه مرکزی تقسیم‌بندی را مطابق جدول زیر انجام داده است که در این پژوهش نیزبا توجه به آن، به بررسی رودخانه پرداخته می‌شود.

جدول (۱) انواع رودخانه‌ها برطبق نظر کورنایس

شکل رودخانه	میزان زاویه مرکزی به درجه
رودخانه مستقیم	-----
رودخانه شبه مئاندری	۰ تا ۴۱
رودخانه مئاندری توسعه‌نیافته	۴۱ تا ۸۵
رودخانه مئاندری توسعه‌یافته	۸۵ تا ۱۵۸
رودخانه مئاندری بیش از حد توسعه‌یافته	۱۵۸ تا ۲۹۶
رودخانه شاخ گاوی	بیش از ۲۹۶



شکل (۲) نقشه تغییرات زوایای مرکزی دربازه اول سال ۱۳۳۵



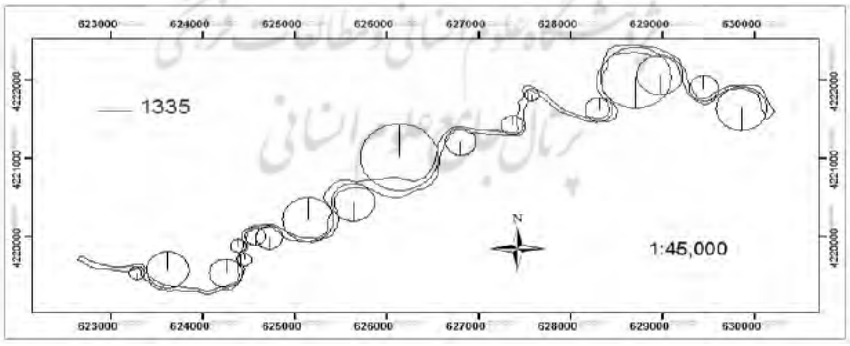
شکل (۳) نقشه تغییرات زوایای مرکزی دربازه اول در سال ۱۳۷٤

شکل (٤) نقشه تغییرات زوایای مرکزی دربازه اول در سال ۱۳۸۷

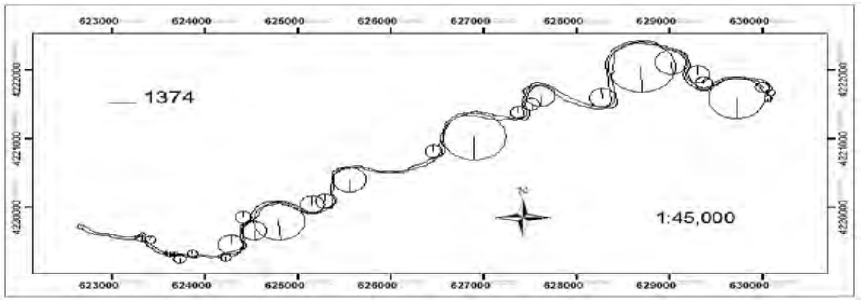
جدول (۲)تغییرات مقادیر زوایای مرکزی دربازه اول طی سال‌های ۱۳۳۵، ۱۳۷٤ و ۱۳۸۷

شکل رودخانه	شبه پیچان رود	پیچان رود توسعه نیافته	پیچان رود توسعه‌یافته	پیچان رود خیلی توسعه‌یافته	نعل اسبی	میانگین (درجه)	شکل رودخانه
زاویه مرکزی به درجه	۰-۴۱	۴۱-۸۵	۸۵-۱۵۸	۱۵۸-۲۹۶	۲۹۶ به بالا		
سال۱۳۳۵	۰	٪ ۰	٪ ۷۲/۵	٪ ۲۷/۳	۰	۱۳۷	پیچان رود توسعه‌یافته
سال۱۳۷۴	۰	٪ ۳/۴	٪ ۹۱/۴	٪ ۵/۲	۰	۱۲۲	پیچان رود توسعه‌یافته
سال۱۳۸۷	۰	٪ ۲۵/۵	٪ ۷۰/۶	٪۳/۹	۰	۱۰۰	پیچان رود توسعه‌یافته

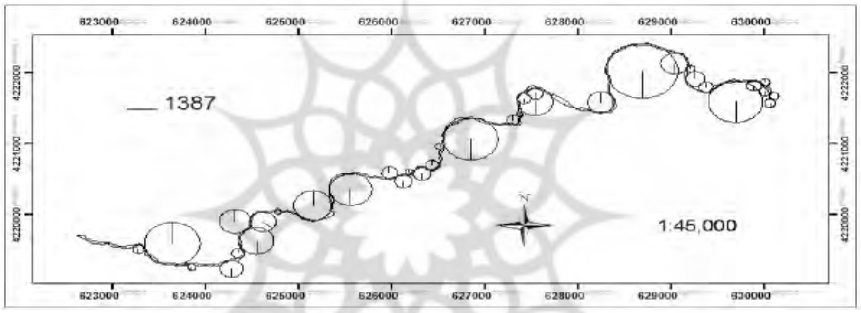
همان‌طور که در جدول شماره ۲ ملاحظه می‌گردد، هیچ قسمتی دارای الگوی شبه پیچان رودی و نعل اسبی نمی‌باشد. میانگین زوایای مرکزی قوس‌ها در بازه اول طی سال‌های ۱۳۳۵، ۱۳۷۴ و۱۳۸۷ به ترتیب ۱۳۷، ۱۲۲ و ۱۰۰ بوده که نشان می‌دهد رودخانه در بازه اول طی این سه دوره دارای الگوی پیچان‌رودی توسعه‌یافته بوده است. با تأکید بر این نکته که در طول مسیر از فراوانی الگوی پیچان‌رود خیلی توسعه‌یافته به مقدار زیادی کاسته شده و به فراوانی پیچان رودی توسعه‌نیافته افزوده شده است. این نشان می‌دهد رودخانه با سرعت نسبتاً زیادی از پیچ وخم قوس‌های خود می‌کاهد.



شکل (٥) نقشه تغییرات زوایای مرکزی دربازه دوم در سال ۱۳۳۵



شکل (٦) نقشه تغییرات زوایای مرکزی دربازه دوم در سال ١٣٧٤



شکل (۷) نقشه تغییرات زوایای مرکزی دربازه دوم در سال ۱۳۸۷

جدول (۳) تغییرات مقادیر زوایای مرکزی دربازه دوم طی سال‌های ۱۳۳۵، ١٣٧٤ و ۱۳۸۷

شکل رودخانه	شبه پیچان رود	پیچان رود توسعه نیافته	پیچان رود توسعه یافته	پیچان رود خیلی توسعه یافته	نعل اسبی	میانگین (درجه)	شکل رودخانه
زاویه مرکزی به درجه	۰-۴۱	۴۱-۸۵	۸۵-۱۵۸	۱۵۸-۲۹۶	۲۹۶به بالا		
سال۱۳۳۵	۰	۰	٪ ۵۲/۴	٪ ۴۷/۶	۰	۱۶۰	پیچان رود خیلی توسعه‌یافته
سال۱۳۷۴	۰	٪ ۲/۴	٪ ۵۵ /۲	٪ ۴۱/۴	۰	۱۴۵	پیچان رود توسعه‌یافته
سال۱۳۸۷	۰	٪ ۱۱/۴	٪ ۶۲/۸۴	٪ ۲۵/۷	۰	۱۴۸	پیچان رود توسعه‌یافته

همان‌طور که در جدول شماره ۳ نیز ملاحظه می‌گردد هیچ قسمتی دارای الگوی شبه پیچان رودی و نعل اسبی نیست. میانگین زوایایی مرکزی قوس‌ها در بازه دوم طی سال‌های ۱۳۳۵ دارای مقدار ۱۶۰ است که نشان‌دهنده الگوی پیچان‌رودی خیلی توسعه‌یافته است. این مقدار در سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۸۷به ترتیب به ۱۴۵و ۱۲۸ کاهش پیدا کرده است که نشان‌دهنده الگوی پیچان‌رودی توسعه‌یافته می‌باشد. کاهش در الگوی پیچان‌رودی خیلی توسعه‌یافته و افزایش الگوی پیچان‌رودی توسعه‌یافته و توسعه‌نیافته نشان می‌دهد که رودخانه به تدریج از پیچ و خم قوس‌های خود می‌کاهد.

بررسی کمی پیچ‌های آجی‌چای با استفاده ازضریب خمیدگی

برای محاسبه ضرایب خمیدگی، طول موج و دره هر قوس از روی سواحل رقومی شده به‌طور جداگانه برای هر دوره و بازه با جاگذاری در فرمول محاسبه شد.

ضریب خمیدگی قوس‌ها در بازه اول طی سال‌های ۱۳۳۵، ۱۳۷٤ و ۱۳۸۷

جدول (٤) تغییرات مقادیر ضریب خمیدگی دربازه اول طی سال‌های ۱۳۳۵، ۱۳۷٤ و ۱۳۸۷

ضریب خمیدگی(بی‌بعد)	۱/۲≤	>۱/۲	>۱/۴	>۱/۵	میانگین (بی بعد)	الگوی جریان
الگوی جریان	مستقیم (درصد)	سینوزیته کم (درصد)	مئاندری (درصد)	مئاندرپایدار (درصد)		
سال۱۳۳۵	۲۷/۳	۴۵/۴	۰	۲۷/۳	۱/۳۳	سینوزیته کم
سال۱۳۷۴	۵۱/۷	۴۳/۱	۱/۷	۲/۵	۱/۲۳	سینوزیته کم
سال۱۳۸۷	۸۰/۴	۱۵/۷	۰	۳/۹	۱/۱۵	مستقیم

همان‌طور که در جدول شماره ۴ ملاحظه می‌شود، میانگین ضرایب خمیدگی سال ۱۳۳۵ و ۱۳۷۴ به ترتیب ۱/۳۳ و ۱/۲۳ می‌باشد که نشان‌دهنده الگوی با سینوزیته کم است. این مقدار در سال ۱۳۸۷ به ۱/۱۵ کاهش یافته که نشان‌دهنده الگوی مستقیم می‌باشد. کاهش

در فراوانی الگوی مئاندر پایدار و سینوزیته‌کم و تا حدودی مئاندری و افزایش بسیار بالای الگوی مستقیم نشان می‌دهد که رودخانه با سرعت نسبتاً زیادی از ضریب خمیدگی پیچ‌های خود در این بازه می‌کاهد.

ضریب خمیدگی قوس‌ها در بازه دوم طی سال‌های ۱۳۳۵، ۱۳۷٤ و ۱۳۸۷

جدول (۵) تغییرات مقادیر ضریب خمیدگی دربازه دوم طی سال‌های ۱۳۳۵، ۱۳۷٤ و ۱۳۸۷

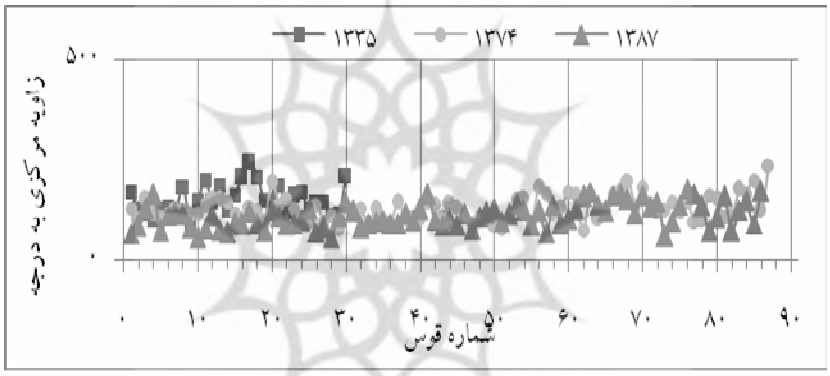
ضریب خمیدگی (بی‌بعد)	≤۱/۲	>۱/۲	>۱/۴	>۱/۵	میانگین (بی‌بعد)	الگوی جریان
الگوی جریان	مستقیم (درصد)	سینوزیته کم (درصد)	مئاندری (درصد)	مئاندرپایدار (درصد)		
سال۱۳۳۵	۱۵/۸	۴۷/۴	۵/۳	۳۱/۵	۱/۴۸	مئاندری
سال۱۳۷۴	۲۷/۶	۳۴/۵	۱۷/۲	۲۰/۷۵	۱/۳۷	سینوزیته کم
سال۱۳۸۷	۳۴/۳	۴۰	۲۰	۵/۷	۱/۲۷	سینوزیته کم

همانطور که در جدول شماره ۵ ملاحظه می‌شود میانگین ضرایب خمیدگی در سال ۱۳۳۵ دارای مقدار ۱/۴۸ می‌باشد که نشان‌دهنده الگوی مئاندری می‌باشد. این مقدار در سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۸۷ به ترتیب به ۱/۳۷ و ۱/۲۷ کاهش پیدا کرده که نشان‌دهنده الگوی با سینوزیته کم می‌باشد. کاهش شدید در فراوانی الگوی مئاندر پایدار و کاهش آرام در الگوی با سینوزیته کم و همچنین افزایش در الگوی مستقیم و مئاندری در این بازه نشان‌دهنده تغییرات به صورت تدریجی از الگوی مئاندری پایدار به مئاندری و از الگوی سینوزیته کم به مستقیم می‌باشد.

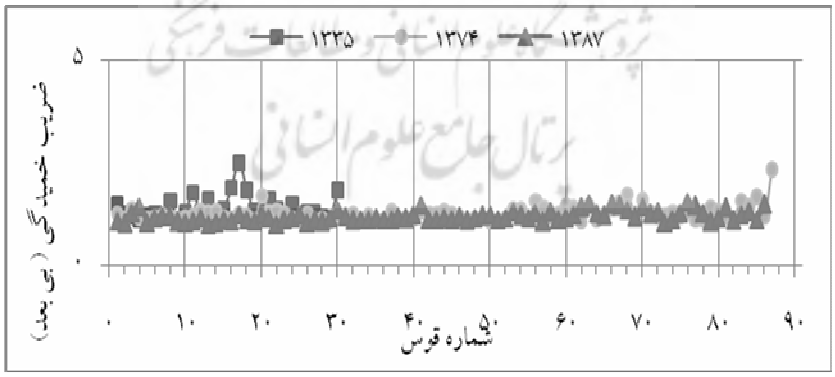
تغییرات تعداد قوس‌ها و طول رودخانه طی سال‌های ۱۳۳۵، ۱۳۷٤ و ۱۳۸۷

افزایش در تعداد قوس‌ها به مراتب بیشتر از افزایش در طول مسیر بوده ، که نشان‌دهنده مستقیم‌تر شدن مسیر رودخانه می‌باشد. تعداد قوس‌های سال ۱۳۳۵ در بازه اول ۱۱ و در بازه دوم ۱۹ مورد بوده است که این تعداد در سال ۱۳۷۴ در بازه اول به ۱۸ و در بازه دوم به ۸۷ مورد رسیده و در سال ۱۳۸۷ نیز تعداد قوس‌ها در بازه اول ۵۱ و در بازه دوم ۸۶ مورد می‌باشد و رودخانه طول مسیر خود را از ۲۲۲۰۰ به ۲۲۶۰۰ متر افزایش داده است. همانطور

که ملاحظه می‌شود، تعداد قوس‌ها در هر دو بازه از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۷۴ افزایش بسیار زیادی را داشته و با توجه به شاخص‌های به دست آمده این افزایش در تعداد قوس‌ها و کاهش در مـقادیر ضرایب خـمیدگی و زوایای مرکزی نشان می‌دهد که رودخانـه از پیچ و خم‌های خود کاسته است. در سال ۱۳۸۷ نسبت به سال ۱۳۷۴ تعداد قوس‌ها در بازه اول بیشتر و در بازه دوم برابر است، اما این نشان از افزایش مقادیر زوایای مرکزی و ضرایب خمیدگی نیست چون رودخانه در هر دو بازه تعدادی از قوس‌های خود را نه در اثر بریدگی بلکه در اثر فرسایش و رسوب متمادی به مسیرهای مستقیم تبدیل کرده است.



شکل (۸) نمودار تغییرات تعداد زوایای مرکزی در طول مسیر رودخانه در سال‌های ۱۳۳۵،۱۳۷٤ و ۱۳۸



شکل (۹) نمودار تغییرات تعداد ضرایب خمیدگی در طول مسیر رودخانه در سال‌های ۱۳۳۵،۱۳۷٤ و ۱۳۸۷

نتیجه‌گیری

نحوه حرکت و مئاندری شدن رودخانه در این قسمت، بیشتر تحت تأثیر فرونشینی و آنتسدانس‌های[1] ناشی از تکتونیک در مسیر رودخانه می‌باشد. به‌طوری که کوه عون‌بن‌علی در پایین‌دست و گنبدهای نمکی در وسط منطقه مورد مطالعه به صورت پیشینه عمل کرده و باعث بالاآمدگی و چین‌خوردگی رسوبات و نمک‌ها و فرو افتادگی در طرفین شده‌اند. این چین‌خوردگی‌ها به صورت یک سد عمل کرده و انرژی رودخانه با توجه به رسوبات نرم (ماسه و مارن) و سفت (کنگلومرا)، شیب کم، جریان‌های ثانویه و توپوگرافی منطقه شروع به فرسایش کناره‌ها کرده و باعث شکل‌گیری پیچان رودها در بلندمدت شده، در حالی که طی سال‌های اخیر پیچان رودها از ضرایب خمیدگی خود کاسته و الگوی جریان در بازه اول از سینوزیته کم به مستقیم و در بازه دوم از مئاندری به سینوزیته کم تبدیل شده است. مطالعه بر روی عکس‌های هوایی، نقشه‌ها، داده‌های هیدرولوژیکی و مشاهدات میدانی این دلایل را به ترتیب اولویت نشان می‌دهد: ۱- عملکرد ضعیف نئوتکتونیک به علت کم بودن بازه زمانی، ۲- کاهش قدرت جریان به علت کاهش میانگین سالانه دبی آب و رسوب از سال ۱۳۷۲ و دبی‌های پیک از سال ۱۳۶۳، ۳- کاهش پدیده‌های لغزش و ریزش در بازه دوم در ساحل چپ، ۴- توپوگرافی پست و لیتولوژی فرسایش‌پذیر در ساحل راست، ۵- افزایش انباشت رسوب در ساحل چپ، ۶- افزایش شیب و سرعت جریان و شستشوی زیاد و همگن در محدوده گنبدهای‌نمکی و تا حدودی پایین رفتن سطح اساس دریاچه ارومیه و فرسایش در پایین دست. به‌طوری که در بالادست باعث تبدیل رودخانه از حالت مئاندری- شریانی به شریانی (رودخانه با جزایر متحرک) و سپس رودخانه با جزایر دائمی و پوشیده از علف و درختچه و در نهایت باعث مستقیم شدن مسیر در بازه اول و بازشدگی قوس‌ها و خروج تدریجی از حالت مئاندری در بازه دوم شده است. در حالی که قطع‌شدگی یکی از ویژگی‌ها و خصوصیات رودخانه‌های مئاندری است اما به خاطر کوهستانی بودن منطقه و کاهش دبی، قطع‌شدگی در مسیر رودخانه وجود ندارد.

1- Antesedence

منابع

۱ـ افضلی‌مهر، حسین؛ حیدرپور، منوچهر (۱۳۸۲)، پیش‌بینی درجه سینوسی بودن رودخانه‌های مارپیچی با بافت درشت‌دانه، چهارمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه شیراز.

۲ـ بهرامی، صاحب (۱۳۸۷)، «بررسی تغییرات مسیر رودخانه کارون با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای 1991 Landsat , Landsat 1974 و IRS 2006 (مطالعه موردی: شوشتر– اهواز)»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه اصفهان.

۳ـ رضایی‌مقدم، محمدحسین؛ خوشدل، کاظم (۱۳۸۸)، «بررسی پیچ وخم‌های مئاندرهای اهرچای در محدوده دشت ازومدل ورزقان»، ***جغرافیا و برنامه‌ریزی‌محیطی***، شماره ۱، پیاپی۳۳، سال بیستم، صص ۱۰۱-۱۱۲.

۴ـ دلال‌اوغلی، علی (۱۳۷۱)، «***ژئومورفولوژی چاله اهر***»، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.

۵ـ سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان‌شرقی و اردبیل، عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ محدوده سد ونیار، (۱۳۷۴).

۶ـ سازمان جغرافیای نیروهای‌مسلح، تصویر سنجنده Pan ماهواره IRS، (۲۰۰۸).

۷ـ سازمان جغرافیای نیروهای مسلح، عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰، (۱۳۳۵).

۸ـ سازمان جغرافیایی نیروی‌های مسلح، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ تبریز و خواجه، (۱۳۷۷ و ۱۳۷۵).

۹ـ شفیعی‌مهر، مجید (۱۳۸۴)، «بررسی وپهنه‌بندی ناپایداری‌های دامنه‌ای و برآورد مقادیر فرسایش در محدوده دریاچه سد شهیدمدنی (ونیار)»، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.

۱۰ـ مهندسان مشاورآشناب ا.سی.ای. (۱۳۷۴)، «هواشناسی و هیدرولوژی، مطالعات مرحله اول: شناخت حوضه آبریز آجی‌چای، جلد اول»، سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان‌شرقی و اردبیل.

۱۱ـ نوحه‌گر، احمد؛ یمانی، مجتبی (۱۳۸۲)، «بررسی وضعییت ژئومورفولوژیکی پیچان‌رود و نقش آن در فرسایش بستر و کناره‌های روخانه میناب (پایین‌دست میناب)»، ***پژوهش‌های جغرافیایی***، شماره ۵۱ ، صص ۶۵-۸۵.

۱۲ـ یمانی، مجتبی؛ حسین‌زاده، محمدمهدی (۱۳۸۱)، بررسی تغییرات الگوی رودخانه تالار در جلگه ساحلی دریای مازندران، ***پژوهش‌های جغرافیایی***، شماره ۴۳، صص ۱۰۹-۱۲۲.

۱۳ـ یمانی، مجتبی؛ حسین‌زاده، محمدمهدی (۱۳۸۳)، «بررسی الگوی پیچان‌رودی رودخانه تالار با استفاده از شاخص‌های ضریب خمیدگی و زاویه مرکزی»، ***تحقیقات جغرافیایی***، سال نوزدهم، شماره ۲ (پیاپی ۷۳). صص ۱۴۴-۱۵۴.

14- Biedenharn, D.S., Elliot, C.M., and Waston, C.C., (1997), "The West Stream Investigation and Stream Bank Stabilization" ***Hand Book, U.S Army Engineering***, p 286.

15- Bledsoe, B.P., Waston, C.C. (2001), "Logistic Analysis of Channel Pattern Thresholds: Meandering, Braiding and Incising", ***Geomorphology***, 38, Pp 281-300.

16- Ebisemiju, F.F, (1994), "The Sinuosity of Alluvial River Channels in the Seasonally Wet Tropical Environment: Case Study of River Elmi", South Western Nigeria, ***Catena,*** 24, Pp 13- 25.

17- Jin, D., Schumm, S.A., (1986), "A New Technique for Modelling River Morphlogy, In :Richards, K.S.(Ed), Proc. First Internat", ***Geomorpholoy Conf***, Wiley, Chichester, Pp 680-691.

18- Leopold, L.B., and Wolman, M.G., (1957), "River Channal Pattern: Braieded, Meandering and Straight", US. Geo Survey, No 1, p 85-c.

19- Panda, P.C., & Bora, H.N. (1992), "A Study of Sinuosity Index of Siang River and its Major Tributaries: Arunachal Pradesh", ***Environmental Management***, Vol 1, Pp 97-101.

20- Reddy, G.P.O., Maji, A.K., & Gajbhiye, K.S. (2002), "GIS for Morphometric Analysis of River Basins", ***GIS India***, Pp 9-14.

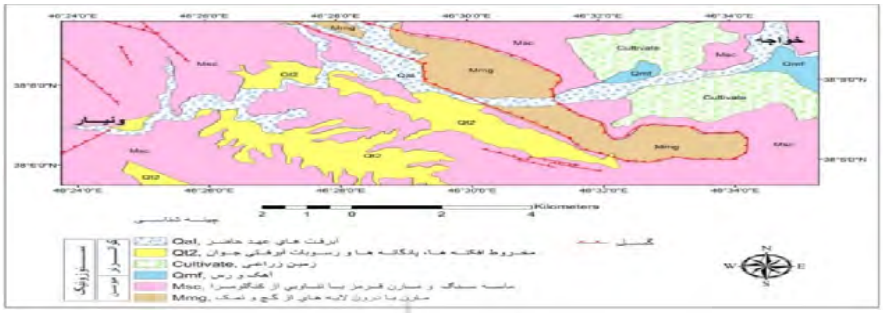
21- Timar, G. (2003), "Controls on Cannel Sinuosity Changes: A Case Study of the Tisza River, the Great Hungarian Plain", ***Quaternary Science Riviews,*** 22, Pp 2199-2207.

22- Winterbottom, S.J. (2000), "Medium and Short Term Cannel Planform Changes on the River Tay and Tummel, Scotland", ***Geomorphology,*** 34, Pp 195-208.

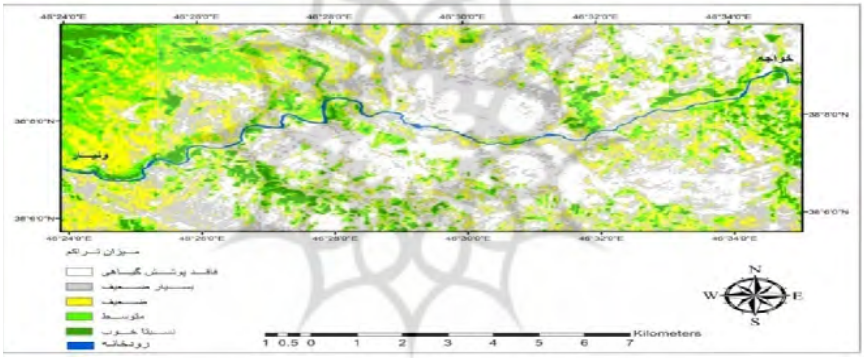
23- Yu, F., Price, K.P., Ellis, J., and D. Kastens (2004), "Satellite Oservations of Seasonal Vegatation Growth in Central Asia: 1982-1990", ***Photogrammetric Engineering and Remot Sensing,*** Vol. 70(4): 461-469.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

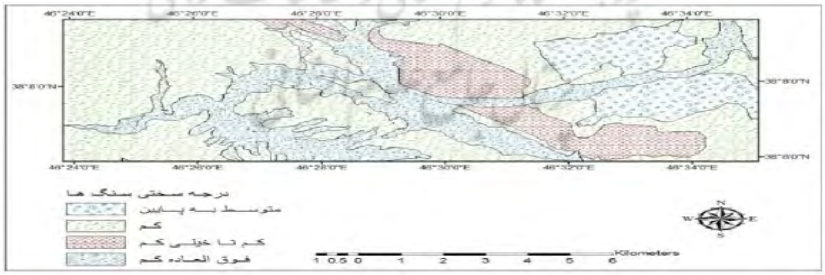
پیوست‌ها



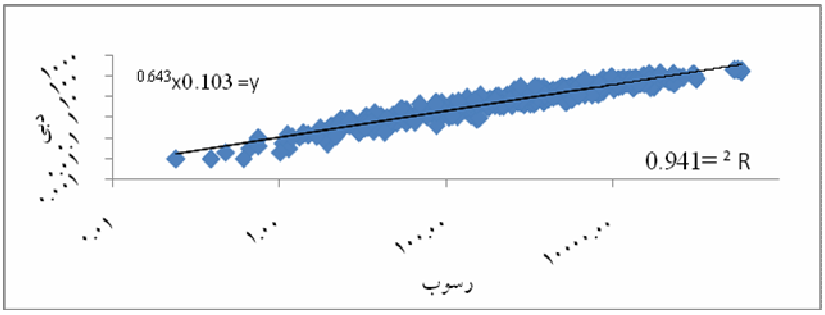
شکل (۱) نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه



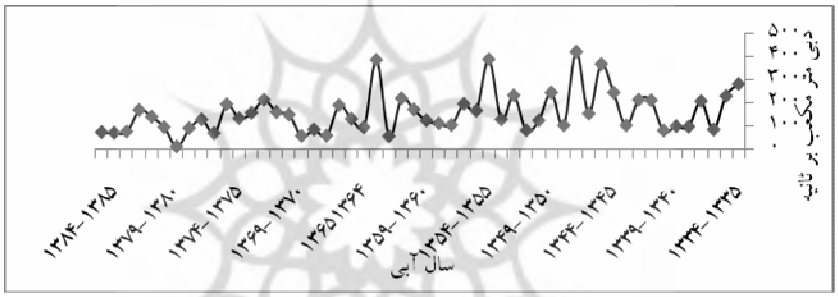
شکل (۲) نقشه پوشش‌گیاهی منطقه مورد مطالعه



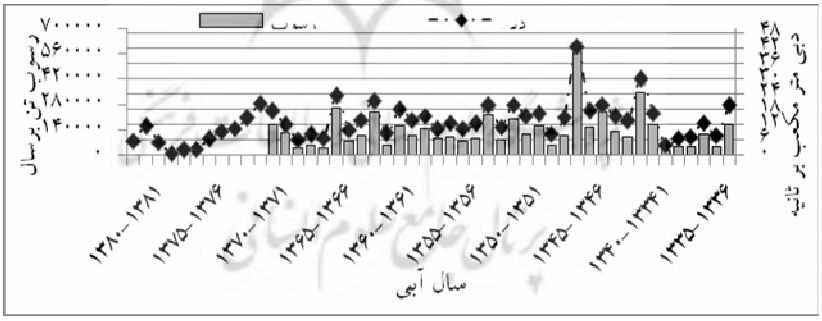
شکل (۳) نقشه لیتولوژی منطقه مورد مطالعه



شکل (٤) نمودار منحنی‌سنجه‌رسوب طی سال‌های ۱۳۳۵-۱۳۷۲ در ایستگاه ونیار



شکل (٥) نمودار دبی های پیک طی سال‌های ۱۳۳۵-۱۳۸۵ در ایستگاه ونیار



شکل (٦) نمودار میانگین سالانه دبی جریان طی سال های ۱۳۳۵-۱۳۸۳ و دبی معلق رسوب طی سال‌های ۱۳۳۵- ۱۳۷۲در ایستگاه ونیار