



## بررسی تغییرات شکل هندسی رودخانه قزل اوزن با تاکید بر عوامل ژئومورفولوژیک و زمین شناسی

محمدحسین رضایی مقدم: استناد ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران \*  
محمدرضای ثروتی: دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران  
صیاد اصغری سراسکانرود: دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

وصول: ۱۳۹۰/۲/۳۱ پذیرش: ۱۳۹۰/۸/۲۲، صص ۱۴-۱

### چکیده

رودخانه به عنوان سیستمی پویا، مکان و خصوصیات مورفولوژیکی خود را همواره بر حسب زمان، عوامل ژئومورفیک، زمین شناختی، هیدرولوژیکی و گاه در اثر دخالت بشر تغییر می‌دهد. رودخانه قزل اوزن یکی از مهمترین رودخانه‌های ایران است که شکل گیری هندسه بستر در بازه‌های مختلف با یکدیگر تفاوت فاحشی دارد. این رودخانه تحت تاثیر عوامل مختلفی نظیر زمین شناسی منطقه، خصوصیات تشکیلات آبرفتی، مشخصات هیدرولوژیکی حوضه بالادست آن، سازه‌های موجود در آن و شرایط هیدرولیکی جریان، دارای رفتار مورفولوژیکی پویایی است. هدف این مقاله بررسی نقش عوامل ژئومورفیک و زمین‌شناختی بر شکل هندسه رودخانه و نشان دادن علت خمیدگی بستر در بازه دشتی و بازه کوهستانی است. از معیارهای نسبت پهنا به عمق، ضریب بریدگی، شیب طولی، توان رود، ضریب خمیدگی، زاویه مرکزی پیچان‌ها، شکل پلان و لیتولوژی بستر رودخانه برای بررسی شکل هندسی رودخانه استفاده شده است. جهت تعیین کمی پارامترهای فوق از تصاویر ماهواره ای لندست ۷ سنجنده ETM<sup>+</sup>، نقشه‌های توپوگرافی (۱:۲۵۰۰۰)، مقاطع عرضی برداشت شده در طول مسیر رودخانه و حاشیه آنها، نیمرخ طولی رودخانه مستخرج از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) استفاده شد. نتیجه این تحقیق نشان داد که طول زیاد رودخانه و عبور از تشکیلات مارنی و فرسایش پذیر، باعث شده که هندسه رودخانه در بازه دشتی شدیداً تحت تاثیر لیتولوژی بستر شکل بگیرد و فرسایش کناری و توان رودخانه نقش عمده در پیچان رودی رودخانه داشته باشد. در بازه کوهستانی مسائل زمین ساختی حائز اهمیت است و هندسه بستر تحت تاثیر پارامترهای زمین ساختی از قبل طراحی شده است و الگوی مسیر رودخانه از این عوامل تبعیت می‌کند.

واژه‌های کلیدی: رودخانه قزل اوزن، پیچان رود، عوامل زمین شناسی و ژئومورفولوژیکی، مورفولوژی رودخانه.

### ۱- مقدمه

فرسایش تشکیل شود، در این صورت موقعیت و ابعاد آن ثابت می‌ماند. از جانب دیگر رودخانه می‌تواند در مصالح آبرفتی فرسایشی پدیدار شود. در چنین حالتی یک تمایل همیشگی برای تغییر پیوسته موقعیت رودخانه از طریق فرسایش و تشکیل مجدد دیواره‌های

پیدایش و شکل گیری آبراه‌های طبیعی که همان رودخانه‌ها هستند، متاثر از عوامل مختلفی چون شرایط آب و هوایی، زمین شناسی و جغرافیایی است. یک رودخانه ممکن است در سازندی مقاوم نسبت به

ملاحظه‌ای روی مورفولوژی رودخانه‌ها و تغییرات مجرای آنها داشته باشند. هر منطقه‌ای با توجه به شرایط خاص خود از سازندهای متنوع زمین شناسی تشکیل شده است که بر میزان نفوذ پذیری آب، فرسایش، رسوب، الگوی هندسی رودخانه‌ها و ژئومورفولوژی حوضه‌های آبریز اثر می‌گذارد (فاطمی عقدا و همکاران ۱۳۸۰: ۱۶۶).

معیارهایی چون نسبت پهنا به عمق، ضریب بریدگی، شیب طولی، توان رود، سینوزیته، شکل پلان و لیتولوژی بستر رودخانه را، محققین برای بررسی هندسه رودخانه و همچنین برای تبدیل الگوهای هندسی به یکدیگر مورد استفاده قرار داده اند.

پارکر<sup>۵</sup> (۱۹۷۶: ۴۵۷) انگلوند و اسکوگارد (۱۹۷۳: ۲۸۹) و روسگن<sup>۶</sup> (۱۹۹۴: ۱۶۹) از معیار نسبت پهنا به عمق به عنوان یکی از شاخص‌های مورد مطالعه برای حد بین الگوی مئاندری و شریانی استفاده کرده و نتیجه گرفته اند این نسبت توصیف کننده ابعاد و شکل مجرا است که برای تعیین ابعاد مناسب مئاندر می‌تواند مورد استفاده مهندسین هیدرولیک قرار بگیرد.

دول و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۰۳: ۱۲۸) معیار ضریب بریدگی را برای طبقه بندی الگوی رودخانه استفاده کرده و نتیجه گرفتند که بر اساس این پارامتر، رودخانه می‌تواند به صورت عمیق، کم عرض و کم عمق یا عریض می‌باشد. همچنین وجود سیلاب دشت‌ها توسط این فاکتور به صورت کمی در آمده و مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

ساحلی یا کناره‌ها به وضوح قابل مشاهده است. تغییر الگوی هندسی رودخانه، ناپایداری بستر و فرسایش سواحل رودخانه نه تنها موجب خسارت به اراضی مستعد کشاورزی و تاسیسات مجاور ساحل رودخانه شده بلکه رسوبات حاصل از فرسایش موجب کاهش گنجایش مفید سدها شده و شرایط هیدرولوژیکی جریان را مختل می‌نماید. بنابراین، شناسایی پدیده‌های ژئومورفیک و زمین شناختی که باعث تغییر الگوی هندسی رودخانه و ناپایداری بستر می‌شوند امری ضروری است.

مورفولوژی رودخانه به فاکتورهای متعددی چون تغییرات جریان آب، شیب بستر، سطح مقطع رودخانه، زمین شناسی منطقه، تکتونیک یا مورفوتکتونیک منطقه و نیز زمان لازم برای شکل گیری و تغییر شکل رودخانه، بستگی دارد (لئو پولد و همکاران، ۱۹۶۴: ۲۱؛ شام<sup>۱</sup>، ۱۹۷۷: ۲۲۱؛ وول و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴: ۹۷۲؛ ماکاساکی و همکاران<sup>۳</sup>، ۱۹۶: ۲۰۰۹؛ اسوات<sup>۴</sup>، ۲۰۰۸: ۱۷۶؛ موسوی حرمی و همکاران ۱۳۸۱: ۵۴؛ مختاری، ۱۳۸۸: ۱۱۸). با بررسی و شناخت دقیق این عوامل می‌توان الگوی رفتاری صحیح رودخانه را به دست آورد و به واکنش طبیعی و تغییرات احتمالی رودخانه پی برد (احمدی، ۱۳۶۷: ۲۲۱). شرایط زمین شناسی و لیتولوژی هر منطقه‌ای از عوامل اصلی کنترل کننده رفتار رودخانه‌ها می‌باشد. جنس سنگها، نحوه قرار گیری لایه‌ها، میزان بالا آمدگی ساختارهای زمین شناسی یا پایین افتادگی آنها می‌تواند اثرات قابل

1 - Schumm

2- Wohl, E.E, Kuzma J.N, and N.E. Brown

3 -Makaska Bart, Derald G. Smith, Henk J.A.

Berendsen, Arjan G. de Boer, Marinka F. van

Nielen-Kiezebrink, Tracey Locking

4- Aswath

5- Parker

6 -Rosgen

7 -Doll, B.A., Grabow, G.L, Hall, K.R., Halley, H.,

Haman, W.A., Jennings, G. D. and Wis, D.E.

رسوب و شرایط هیدرولوژیکی جریان تفسیر می کنند. هر یک از محققان در بررسی الگوی هندسی رودخانه به نقش یک عامل توجه ویژه ای کرده اند و به ندرت به صورت سیستمی شرایط ژئومورفیک و زمین شناسی مسیر رودخانه را در نظر گرفته اند. با توجه به این موارد هدف این مقاله بررسی نقش عوامل ژئومورفیک و زمین شناختی بر شکل هندسه رودخانه و نشان دادن علت خمیدگی بستر در بازه دشتی و بازه کوهستانی است.

## ۲- منطقه مورد مطالعه

سرچشمه رودخانه قزل اوزن از ارتفاعات چهل چشمه کردستان بوده و با طولی بالغ بر ۵۵۰ کیلومتر پس از عبور از استان های زنجان، آذربایجان شرقی و اردبیل، ضمن دریافت شاخه های متعدد در طول مسیر خود در استان گیلان با رودخانه شاهرود تلاقی و وارد مخزن سد سفیدرود می گردد. وسعت حوضه آبخیز آن نزدیک به ۴۹۴۰۰ کیلومتر مربع است (عبدی، ۱۳۸۵:۹). حوضه آبریز رودخانه، کوهستانی و متشکل از دشتهای آبرفتی و تپه ماهورهایی با رسوبات مارنی و سازندهای کم مقاومت در مقابل عوامل فرسایشی است که ارتفاع و شیب آنها نسبتا کم می باشد. طول زیاد رودخانه و عبور از تشکیلات مارنی و فرسایش پذیر، باعث شده که بار رسوبی آن زیاد باشد. سازندهای زمین شناسی مسیر مورد مطالعه شامل ائوسن ۱۱ درصد، میوسن ۴۸ درصد و پرکامبرین ۴ درصد و بقیه نهشته های کواترنری است عمده لیتولوژی حوضه مربوط به مارن های ماسه ای آهکی و رسوبات رودخانه ای است (نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی منطقه مورد مطالعه). محدوده مطالعاتی بین

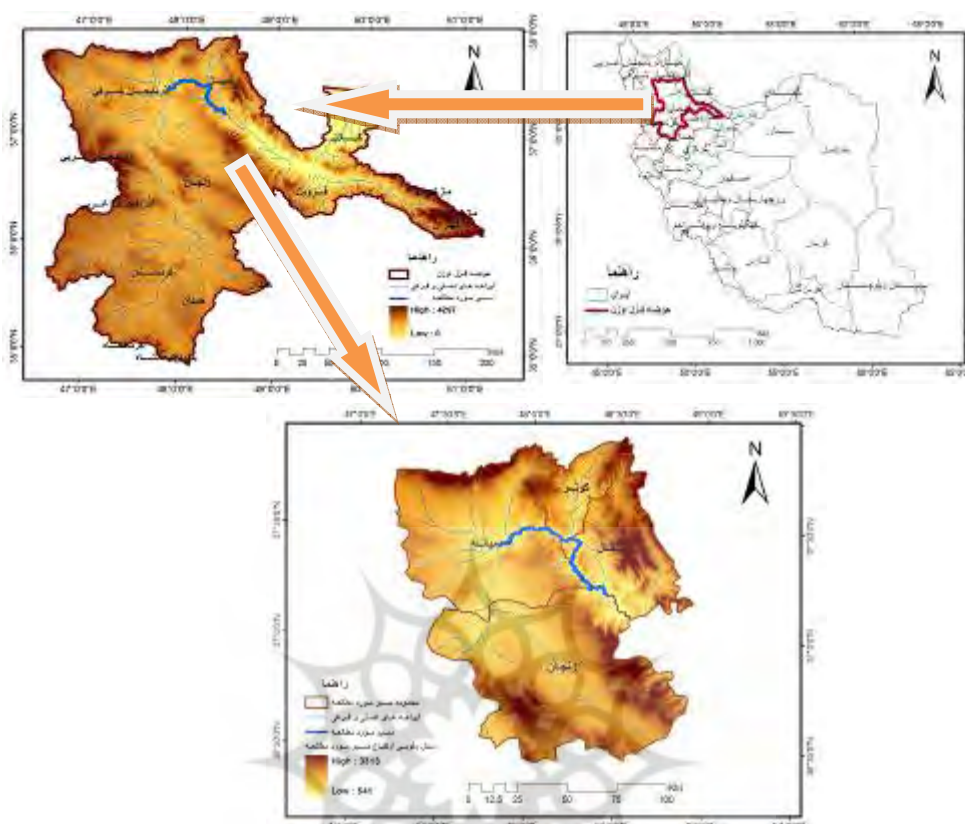
میلار و کویک<sup>۱</sup> (۱۳۴۳:۱۹۹۳) و اسوات و همکاران (۱۷۳:۲۰۰۸) معیار شیب طولی و سینوزیته رودخانه را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند سینوزیته به شیب وابسته است به طوری که رودخانه های با شیب بیشتر دارای سینوزیته کمتر و رودخانه های با شیب کمتر دارای سینوزیته بزرگتری هستند.

چانگ<sup>۲</sup> (۳۷:۱۹۸۴) و فرگوسن<sup>۳</sup> (۱۵:۱۹۸۴) معیار معیار توان رود را برای مقایسه توان هیدرولوژیکی و مقاومت برشی بستر رودخانه استفاده کردند. نامبردگان نتیجه گرفتند که این شاخص میزان فرسایندهای رودخانه را تعیین می کند.

تاکنون محققین زیادی تحقیقاتی را به منظور بررسی عوامل موثر بر هندسه و شکل بستر، تشکیل نهشته های رسوبی، توسعه پیچان رود و یا شریانی شدن رودخانه های آبرفتی انجام داده اند که از آن جمله کلندر<sup>۴</sup> (۳۷:۱۹۶۹) کالور تسون و همکاران<sup>۵</sup> (۵۸:۱۹۶۷) هایاشی و اوازیکی<sup>۶</sup> (۱:۱۹۸۰) استروایکسما<sup>۷</sup> (۱۰۷:۱۹۸۸) میلار<sup>۸</sup> (۱۱۰۹:۲۰۰۰) سارما<sup>۹</sup> (۲۲۶:۲۰۰۵) زامگولی و همکاران (۲۳۱:۲۰۰۹) نوحه گر و یمانی (۶۵:۱۳۸۴) پورآصف (۱:۱۳۸۵) و رضایی مقدم و خوشدل (۱۰۱:۱۳۸۸) را می توان نام برد. بیشتر این محققین شکل هندسی رودخانه را انعکاسی از دبی و تدارک

- 1- Millarand Quik
- 2 -Chang
- 3 - Ferguson
- 4 - Callander
- 5 - Culbertson et al
- 6 - Hayashi and Ozaki
- 7 - Struiksma and Klassen
- 8 - Milar
- 9- Sarma.J.N

طول‌های جغرافیایی ۴۸° ۴۷' تا ۴۸° ۲۷' و عرض‌های جغرافیایی ۳۷° ۱۲' تا ۳۷° ۲۵' قرار دارد (شکل ۱).



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی و مدل ارتفاعی رقومی (DEM) منطقه مورد مطالعه

## ۱-۲- تکوین زمین شناختی رودخانه قزل اوزن

رودخانه قزل اوزن در طول مسیر خود یک تغییر واضح در جهت حرکت و جریان از خود نشان می‌دهد. از محل سرشاخه تا میانه طول مسیر، عمدتاً به سمت شمال منحرف است، ولی ناگهان در ناحیه میانه-استور به سمت جنوب شرق تغییر مسیر ناگهانی می‌دهد به احتمال زیاد بخش اصلی رودخانه در زمان نئوژن کاملاً به سمت شمال از ناحیه همدان به سمت میانه و از آنجا تا به دریای خزر ادامه داشته است. بعبارت دیگر این رودخانه بخشی از سیستم شبکه آبراهه ای رودخانه ارس در ناحیه فعلی دشت مغان بوده است. فعالیت آتشفشانی نئوژن جوان به همراه

حرکات تکتونیکی در نواحی رشته کوه بزقوش، رشته کوه طارم، خرایم و ناحیه آتشفشانی سبلان و در ناحیه اردبیل، مغان و سایر نواحی فرو افتاده مرتبط، سبب شده که شبکه آبراهه‌های قزل اوزن به سمت جنوب شرق پیشرفت نماید و توسط سیستم زهکشی رودخانه در محل فعلی تنگ دره قزل اوزن پیوسته و توسط آن به اسارت رفته باشد (پیروان، ۲۰۰۲: ۳). بنا به نظر بربریان و قرشی (۱۳۷۰) تغییرات متوالی سطح دریای خزر بصورت فرونشینی بعلت فعالیت‌های تکتونیکی، باعث افزایش شیب سفیدرود اولیه (قبل از

1 -Depression

2- Peyrowan

که در این رابطه NIR تشعشع ثبت شده در باند مادون قرمز نزدیک و Red تشعشع ثبت شده در باند مادون قرمز است و دامنه تغییرات این شاخص بین ۱ و ۱- است (رسولی، ۱۳۸۷:۶۳۶). محاسبه شاخص WI براساس رابطه ۲ صورت گرفت:

$$WI = \frac{B_1 + B_2 + B_3}{B_4 + B_5 + B_7} \quad 2$$

در این رابطه  $B_i$  باند شماره  $i$  از تصویر ETM+ می باشد. همینطور با اعمال شاخص WI بر اساس رابطه ۲ که تمام باندهای مرئی بر باندهای نامرئی تقسیم می شوند مشخص گردید که این شاخص بر روی تصاویر ETM+ به دلیل نسبت بالای سیگنالها فاقد کیفیت مطلوب بود.

نتیجه تحلیل های صورت گرفته بر روی تصاویر ماهواره ای نشان داد که باند ۵ مادون قرمز میانی و ترکیب رنگی مجازی (۲-۴-۷) بهترین روش برای استخراج مسیر الگوی رودخانه برای محاسبه شاخص های مورد مطالعه است.

در مرحله بعد، مسیر مورد مطالعه به سه بازه تقسیم شد و شاخص های موثر بر شکل هندسه رودخانه برای هر بازه بر اساس روابط ۳ تا ۸ محاسبه شد:

۳: عرض تراز لبریز / عرض سیلابی = نسبت کف

کنی

۴: متوسط عمق تراز لبریز / عرض تراز لبریز =

نسبت عرض به عمق

۵:

$$\bar{S}_w = \frac{\sum^n i = 1s_i l_i}{\sum^n i = 1l_i} \times 100$$

در این رابطه  $\bar{S}_w$ :

الحاق به شاهرود و قزل اوزن) شده و در نتیجه فرسایش شدید و قهقرایی آن موجب بروز پدیده اسارت توسط سفیدرود اولیه گردیده است. سپس به دنبال بروز این پدیده، رودخانه قزل اوزن و شاهرود به سوی سفیدرود سرازیر شده است.

### ۳- مواد و روش ها

در این تحقیق از تصاویر ماهواره ای لندست ۷ سنجنده ی ETM+ سال ۲۰۰۷ استفاده شده است. جهت آماده سازی تصاویر برای تعبیر و تفسیر و کاهش خطاها، عملیات پیش پردازش بر روی تصاویر انجام گرفت. تشخیص وجود آب و رودخانه ها به دلیل مشخصه طیفی ویژه آب در تصاویر ماهواره ای کار ساده ای می باشد. اما به دلیل وجود رطوبت موجود در سواحل رودخانه ها و همچنین وجود مشترک آب و خاک در سلول های مرزی سواحل رودها حالت بنیابینی بوجود می آید که تشخیص محل دقیق مرز جدایی آب و خاک را تا حدودی دشوار می سازد (ماریو و همکاران ۱ ۲۰۰۵:۲۶۱). برای استخراج مسیر رودخانه و جدا سازی آن از بستر از الگوریتم ها و شاخص های NDVI<sup>۲</sup> و WI<sup>۳</sup> و تبدیل تسلدکاپ<sup>۴</sup> و تصویر رنگی کاذب<sup>۵</sup> و باند منفرد (مادون قرمز) استفاده شد. محاسبه شاخص NDVI براساس رابطه ۱ صورت گرفت:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad 1$$

- 1 -Mario L. Amslera,T, Carlos G. Ramonella, Horacio A. Toniolo
- 2 -Normalized Difference Vegetation Index
- 3 -Water Index
- 4 -Tasseled Cap Transformation
- 5 -RGB(Red, Green, Blue)

#### ۴- بحث و نتایج

##### ۴-۱- بررسی شکل هندسی رودخانه

##### ۴-۱-۱- لیتولوژی کانال رودخانه

یکی از عوامل مهم در میزان فرسایش پذیری بستر و کناره‌های رودخانه، جنس طبقات زمین است. سازندهای واقع در کناره‌های مسیر رودخانه قزل اوزن در بازه دشت سیلابی از چهار لیتولوژی مشخص تشکیل شده است، مارن‌های نئوزن، پادگان‌های کهن، پادگان‌های میانی، پادگان‌های جوان (شکل‌های ۲، ۳ و ۴). فرسایش عمیق و خندقی و نیز لغزش‌های شایع در این سازند سبب شده که رودخانه در بازه‌های مارنی از ناپایداری بالایی برخوردار باشد.

تغییرات توان رودخانه ای و بارگذاری و باربرداری متوالی در مسیر کانال رودخانه که به نحوی ناشی از تغییرات شیب و اثر آوردهای جریانهای فرعی است، سبب تغییر جهت ناگهانی رودخانه شده است. وجود میان بارهای رودخانه ای به دو شکل میان بارهای میان کانالی<sup>۱</sup> و میان بارهای ساحلی<sup>۲</sup>، الگوی هندسی جریان رودخانه را بر هم می‌زند و ممکن است سبب پخش وسیع آب و یا انحراف آن در یک مقطع رودخانه شوند. این حالت بخوبی در محل بازه دشت سیلابی دیده شده است. گاه‌ها پدیده بارگذاری سبب انحراف مسیر آب و هجوم به ساحل مقابل رودخانه با زاویه حمله تا حدود ۸۰ درجه شده است. در مواقعی که میزان میان بارها افزایش چشم گیر نشان می‌دهد سبب چند شاخگی رودخانه و یا شریانی شدن منطقه می‌گردد.

شیب متوسط وزنی رودخانه،  $S_i$ : شیب بین دو نقطه از مسیر رودخانه با فاصله  $l_i$ ،  $L_i$ : فاصله بین دو نقطه از مسیر رودخانه

$$S = \frac{L}{\lambda / 2} \quad (6)$$

در این رابطه  $S$  ضریب خمیدگی،  $L$  طول قوس،  $\lambda/2$  نصف طول موج.

$$A = \frac{180L}{R\pi} \quad (7)$$

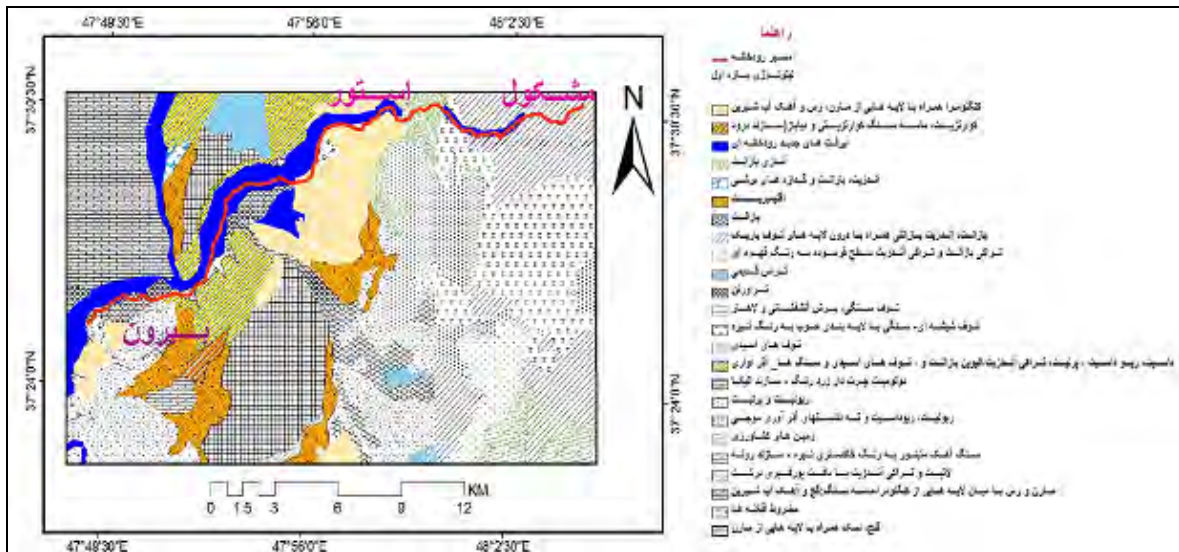
در این رابطه  $A$  زاویه مرکزی،  $L$  طول قوس و  $R$  شعاع هیدرولیک می باشد.

$$\tau = \gamma RS \quad (8)$$

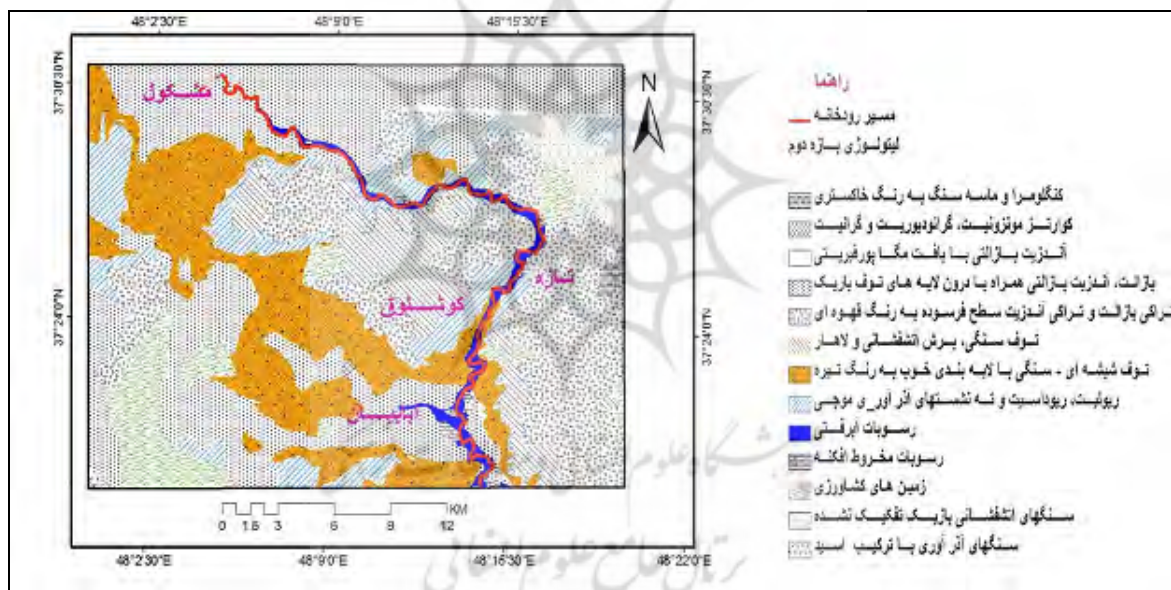
در این رابطه  $\tau$  = تنش برشی آب (پاسکال)  $\gamma$  = وزن مخصوص سیال  $S$  = شیب رودخانه  
نقشه زمین شناسی در هر سه بازه بر اساس نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ میانه، هشتچین و اردبیل تهیه شد. نقش لیتولوژی بر هندسه رودخانه بررسی شد. در نهایت مقاومت برشی سنگ‌ها و توان برشی هیدرولیکی رودخانه در بازه‌های مورد مطالعه بررسی شد. به منظور تعیین کمی پارامترهای فوق از تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های توپوگرافی، مقاطع عرضی برداشت شده در طول مسیر رودخانه‌ها و حاشیه آنها، نیمرخ طولی رودخانه مستخرج از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) استفاده شده است.

1 -Mid Channel Bar

2- Sid channel Bar



شکل ۲- لیتولوژی بازه اول محدوده مورد مطالعه (بازه دشتی)



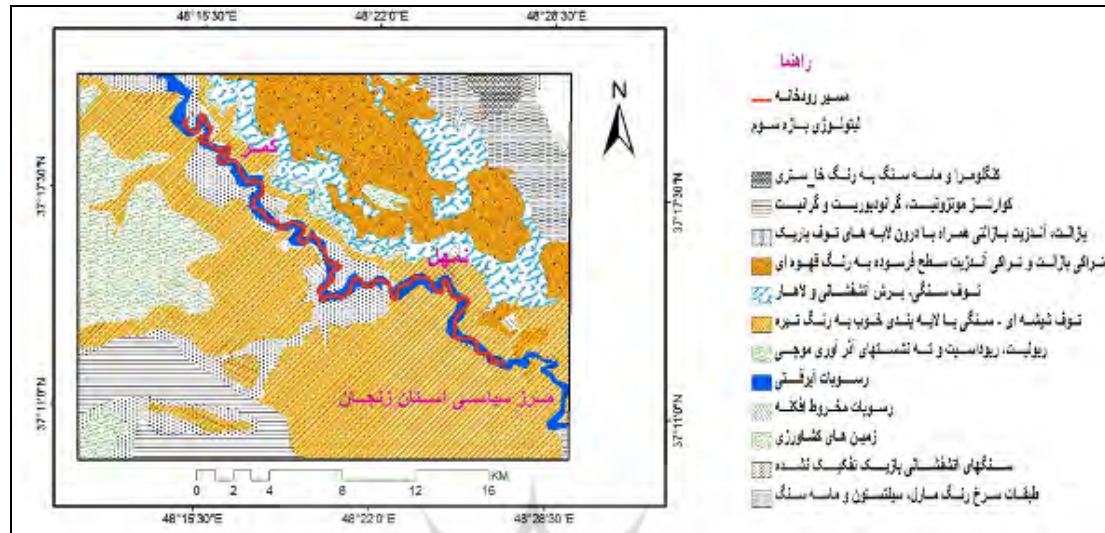
شکل ۳- لیتولوژی بازه دوم محدوده مورد مطالعه

اندازه بسیار بزرگ نشان می‌دهند. این حلقه‌های بزرگ مئاندر در مناطقی که سنگ‌های شیلی برونزد دارند و یا در مناطقی که سنگ‌های آذرین تحت تاثیر فرایند آلتراسیون هیدروترمال، دگرسانی شدید پیدا نموده‌اند تشکیل می‌شوند. مقاومت شیل‌های متراکم شده با بالا رفتن مقدار رطوبت و پوکی آنها بطور تصاعدی

در بازه کوهستانی، لیتولوژی عمده، شامل سنگ‌های آذرین و آذر آوری ائوسن به همراه طبقات رسوبی شیلی و ماسه سنگی است (شکل ۴) مورفولوژی رودخانه و پیچان رودی آن تحت تاثیر عوامل زمین ساختی و زمین شناختی قرار دارد. در میان حلقه‌های مئاندر این بخش، تعدادی از حلقه‌ها

رودخانه قزل اوزن به شدت فرسایش پذیر می‌شوند.

کاهش می‌یابد. شیل‌ها تمایل به تورم نشان می‌دهند (معماریان، ۱۳۷۴:۱۸۳) و بنابراین، در مجاورت با آب



شکل ۴- لیتولوژی بازه سوم محدوده مورد مطالعه (بازه کوهستانی)

بریدگی، نسبت عرض به عمق، ضریب خمیدگی، شیب و زاویه مرکزی قوس‌ها و همچنین جهت محاسبه قدرت رودخانه از رابطه توان هیدرولیکی رودخانه محدوده مورد مطالعه استفاده شد. نتایج شاخص‌های ذکر شده در جداول (۱، ۲، ۳) آورده شده است.

بررسی شاخص‌های ضریب خمیدگی و زاویه مرکزی قوسها نشان می‌دهد که متوسط طول موج در بازه اول بیشتر از بازه دوم و سوم است که به دلیل مهاجرت حلقه‌های پیچان رودها و قدرت جابجایی زیاد بستر رودخانه در آبرفت و بستر سست تر نسبت به مناطق کوهستانی (بازه دوم و سوم) است. همچنین متوسط شعاع حلقه‌های پیچان رود در بازه اول نسبت به بازه دوم و سوم بسیار بیشتر بوده و کاملاً محسوس است که این امر به دلیل فرسایش پذیری کناره

مطالعات انجام گرفته بر روی رودخانه قزل اوزن در قسمت مورد مطالعه موید این نکته است که مقاطعی که در دارای کناره‌های مقاوم به فرسایش بوده، فرسایش بستر تاثیر کرده و رودخانه بستری عمیق و کم عرض پیدا کرده است. در مورد مقاطعی که کناره‌های فرسایش پذیر داشته باشند، بستر عریض و کم عمق می‌باشد و بنابراین، فرسایش بستر به طور عمومی صورت نگرفته است. بنابراین، مشاهده می‌شود بین فرسایش کناره‌ای و فرسایش بستر، تقریباً یک رابطه غیر مستقیم وجود دارد.

#### ۲-۴- بررسی کمی فاکتورهای موثر در شکل

##### هندسی رودخانه

برای بررسی شکل هندسی رودخانه و شناخت مورفولوژی غالب رودخانه از پارامترهای ضریب



منتج از این عامل، است. با توجه به اندازه گیری‌های به عمل آمده در بازه‌های مورد مطالعه، تغییرات ضریب خمیدگی در بازه اول محدود می باشد، که نشان دهنده ی وجود قوس‌های تقریباً مشابه در طول مسیر رودخانه است. این در حالی است که ضریب مذکور در بازه سوم بیشتر است. دامنه تغییرات زاویه مرکزی نیز در بازه‌های به ترتیب ۳ و ۲ بیشتر از بازه اول است.

رودخانه که غالباً آبرفتی بوده و باعث توسعه شعاعی حلقه‌های پیچان رود می‌گردد، است. بررسی جداول (۲ و ۳) مربوط به زاویه مرکزی و ضریب خمیدگی نشان می دهد که مقادیر متوسط زاویه مرکزی (A) و ضریب خمیدگی (S) در بازه کوهستانی (بازه ۲ و ۳) نسبت به بازه دشتی (بازه ۱) بیشتر است. در واقع رودخانه در بازه‌های کوهستانی، در یک مسیر پیچ و خم دارتر جریان یافته است که به دلیل مقاومت تشکیلات زمین شناسی کناره رودخانه و عرض کم

جدول ۱- نتایج زاویه مرکزی قوس‌های بازه‌های ۳، ۲، ۱ محدوده مورد مطالعه رودخانه قزل اوزن

مسیر مطالعاتی	میانگین A (درجه)	A Min (درجه)	A Max (درجه)	دامنه تغییرات (درجه)	۴۱ > (درجه)	۴۱-۸۵ (درجه)	۸۵-۱۵۸ (درجه)	۱۵۸-۲۹۶ (درجه)	۲۹۶ < (درجه)
بازه اول	۱۰۰/۸۲	۴۰/۸۱	۱۷۱/۴	۱۳۰/۵۹	۲/۷	۳/۴	۵۹/۵	۵/۴	۰
بازه دوم	۱۲۱/۴۷	۵۳/۹۶	۲۳۳/۶۵	۱۷۹/۶۹	۰	۲۵	۵۰	۲۵	۰
بازه سوم	۱۲۶/۵۵	۵۳/۷۴	۲۴۰/۴۱	۱۸۶/۶۷	۰	۱۸/۷۵	۵۷/۸۱	۲۳/۴۴	۰
کل محدوده	۱۱۶/۲۸	۴۹/۵۰	۲۱۵/۱۵	۲۱۵/۱۵	۰/۹	۲۵/۸۳	۵۵/۷۷	۱۷/۹۴	۰

سینوزیته و شیب آن در مقایسه با بازه‌های دیگر بیشتر و نسبت عرض به عمق آن نسبت به بازه‌های دیگر کمتر است. این بدین مفهوم است که رودخانه در یک مسیر پر پیچ و خم دار جریان داشته و الگوی مسیر به صورت تک مجرای است که ناشی از عمق بسیار زیاد رودخانه در مقایسه با عرض بسیار کم آن است. بازه سوم در بین بازه‌های اول و دوم نسبت بینابینی دارد. بر این اساس الگوی شریانی بر الگوی پیچان رودی

نتایج شاخص‌های ضریب بریدگی، نسبت عرض به عمق و شیب در جدول ۲ آمده است. همان طوری که از جدول ۲ مشاهده می‌شود، بازه اول فاقد بریدگی یا بریدگی بسیار اندک کف بستر بوده و میزان سینوزیته و شیب آن نسبت به بازه‌های دوم و سوم کمتر است. در این بازه نسبت عرض به عمق بسیار بالا و متغیر می باشد. که جزو سیستم رودخانه‌های شریانی است<sup>۱</sup>. در بازه دوم نسبت بریدگی کف،

اقدام به محاسبه ضریب پیچشی نمود، بر این اساس با رعایت نکته مذکور ضریب پیچشی برای بازه مورد نظر ۱/۰۹ محاسبه گردید که این عدد ضریب پیچشی شاخه اصلی بوده که جزو سیستم شریانی محسوب می گردد.

۱- باید توجه داشت که رودخانه در عین شریانی بودن دارای مسیرهای پر پیچ و خم زیادی است. ولی چون بر اساس توصیه محققین از جمله فریند و سینها (۱۹۹۳) در رودخانه‌های شریانی می‌توان مسیرهای عریض تر رودخانه را به عنوان شاخه اصلی فرض و

به الگوی شریانی است - باید توجه داشت که متغیرهای الگوی شریانی در این محدوده در اهمیت بسیار ناچیز است که می‌توان گفت مرحله ابتدایی آن است - (جدول ۲).

اثر نموده و به این ترتیب درجه سینوسی و منظمی رودخانه را تغییر داده است. چون محدوده تغییرات متغیرهای گوناگون موثر بر شکل گیری الگوهای هندسی پیوسته است. بنابراین، تقسیم بندی الگوی این محدوده به صورت الگوی پیچان رودی در حال تبدیل

جدول ۲- پارامترهای اندازه گیری شده رودخانه قزل اوزن در محدوده مورد مطالعه

شکل پلان	سینوزیته			شیب	عرض به عمق	ضریب بریدگی	متغیرها
	متوسط	حداقل	حداکثر				
شریانی	۱/۰۹	۱/۰۲	۱/۲۹	۰/۰۰۲۵	بسیار بالا و متغیر	فاقد بریدگی	بازه اول
مناذری	۱/۱۳	۱/۰۲	۱/۴۷	۰/۰۰۳	۱۱ و متغیر	۱/۲	بازه دوم
مناذری	۱/۲	۱/۰۱	۲/۰۹	۰/۰۰۲۷	۱۵ و متغیر	۱/۷	بازه سوم

دهد، مگر در مواردی مثل توسعه زون‌های آلتراسیون و حساس شدن طبقات به فرسایش و یا در زمانی که سنگ‌های نرم زیرین مانند طبقات شیل به جای سنگ‌های سخت سطحی مورد فرسایش واقع شوند. رابطه ۹:

$$\tau = \gamma RS$$

$$\tau = 9806N/m^3 \times 4m \times 0/003 = 117/672pa$$

جدول ۳- خصوصیات مکانیکی واحدهای سنگی مسیر

مورد مطالعه رودخانه قزل اوزن

نوع سنگ	مقاومت فشاری تک محوری (Mpa)
گدازه‌های آندزیتی	۲۰۴/۳
گدازه‌های بازالتی	۳۲۱
توده‌های اسیدی	۱۸۵/۲-۱۴۷/۸
گرانوفیرها	۲۰۴/۷
شیل	۲۰/۲
ماسه سنگ	۷۴/۱ در حالت خشک
	۵۲/۸ در حالت مرطوب
گرانیت	۱۹۸/۳
شلیست	۷۱/۹
ژنیس	۳۷/۵ در حالت خشک
سنگ آهک	۱۰۶/۲
	۸۳/۹ در حالت مرطوب

معماریان (۱۳۷۴ ص ۱۸۴، ۱۹۰، ۱۹۳، ۱۹۶، ۲۱۰)

برای بررسی تنگ دره قزل اوزن در بخش کوهستانی از توان هیدرولیکی رودخانه و مقاومت برشی سنگ‌های ناحیه کوهستانی قزل اوزن استفاده شد. ایده معمول در پیدایش این نوع مجراهای سنگی این است که رودخانه باعث فرسایش، سپس تعمیق مسیر و بستر شده است. اما مطالعات اخیر نشان می‌دهد که تنگ دره‌ها اساساً طرحی اولیه دارند و توسط فرایندهای تکتونیک ایجاد شده‌اند، به عبارت دیگر مسیر رودخانه در بازه‌های سنگی، در واقع تابع شکاف‌هایی است که از پیش وجود داشته است.

مقاومت برشی سنگ‌های آذر آواری ناحیه کوهستانی قزل اوزن حداقل ۱۵۰Mpa است (جدول شماره ۳). در حالی که توان برش هیدرولیکی رودخانه قزل اوزن از نظر کمی حدود ۱۱۷Pa است (رابطه ۹). یعنی یک میلیون مرتبه کمتر از مقاومت برشی سنگهای آذر آواری قزل اوزن. بنابراین رودخانه قزل اوزن توانایی ایجاد تنگ دره سنگی در بازه کوهستانی را نداشته و نخواهد داشت. قدرت فرسایش رودخانه قزل اوزن بسیار کمتر از آن است که بتواند سنگهای سخت بازه کوهستان را مورد فرسایش قرار

این تحقیق نشان داد که مقادیر میانگین زاویه مرکزی و ضریب خمیدگی در بازه کوهستانی بیشتر است. به عبارتی مسیر رودخانه در ناحیه کوهستانی پیچ و خم دارتر می باشد. رودخانه در بازه کوهستانی دارای یک طرح نئو تکتونیکی بوده و تنها رودخانه توانسته است نسبت به تعمیق و تعریض مسیر خود کوشش نماید. در بازه دشت سیلابی، رودخانه پویایی لازم را داشته ولی با این وجود، پارامترهای زمین شناسی و ژئومورفولوژی حاکم، بر شکل گیری آن نیز نقش ایفا نموده است.

#### ۵- نتیجه گیری

عوامل زمین شناسی، ژئومورفیک و تکتونیک گرچه از نظر وقوع، بطئی و کند به نظر می رسند، ولی از نظر ایجاد تغییرات بنیادی در مسائل هیدرولیکی، هیدروژئولوژیکی و زیست محیطی بسیار با اهمیت بوده و بدون شناخت دقیق آنها اجرای برنامه های مختلف مخصوصا طرح های ساماندهی رودخانه ناقص بوده و ممکن است رودخانه ها را به عنوان یک موجود زنده و پویا به عکس العمل های طبیعی و غیر قابل کنترل وادار نماید.

تجزیه و تحلیل فاکتورهای بررسی شده در این مقاله نشان می دهد که علت شکل گیری پیچان رودها در بازه کوهستانی و به طور اعم در نواحی کوهستانی قزل اوزن به این دلیل است که در نواحی مرتفع کوهستانی، نیروهای تکتونیکی موجب تشکیل چین خوردگی و یا گسل هایی گردیده که خود منشاء پیچ

خوردگی بستر به شمار می رود. در نواحی که چین خوردگی ها به صورت تاقدیس و ناودیس است، جریان آب برای رسیدن از یک ناودیس به ناودیس دیگر مجبور است از طاقدیس بگذرد که همین امر موجب ایجاد پیچ و خم هایی در مسیر رود می گردد، گسل ها نیز در نواحی مرتفع موجب تغییر مسیر رودها می گردند و جریان آب نیز الزاما مسیر گسل را دنبال می کند. در صورتی که جریان آب از مسیری عبور نماید که سازند زمین شناسی از نظر مواد متفاوت باشد. در این صورت طبقات سخت مقاومت کرده و طبقات نرم و سست در معرض تخریب قرار می گیرند و همین امر موجب انحراف مسیر جریان آب شده و بتدریج پیچان رود به وجود می آید. به عبارتی رودخانه در مسیر دره ای که در اثر تاثیر پارامترهای زمین ساختی از قبل طراحی شده است، جریان دارد و الگوی مسیر رودخانه از این عوامل تبعیت می کند.

در بخش سیلاب دشتی، رودخانه توانایی حفر داشته و از یک پویایی مشخص برخوردار است. در بستر آبرفتی (بازه دشت سیلابی) فرسایش کناری نقش عمده را در پیچانرودی دارد. نتیجه این مقاله نشان می دهد علت شکل گیری بازه شریانی به این ترتیب است که در فرایند چند شاخگی شدن رودخانه، ابتدا جزایر رسوبی کوچک میان کانالی، به وجود می آیند و رودخانه به طور موضعی چند شاخه<sup>۱</sup> می شود، سپس با کمتر شدن مجدد شیب، توان رودخانه بیشتر کاهش می یابد و پشته های بزرگتر و جزایر گوناگون به وجود

و برنامه‌ریزی محیطی، سال بیستم، شماره ۱  
صص ۱۱۲-۱۰۱.

عبدی، پرویز، (۱۳۸۵)، ارزیابی عملکرد آبسکن‌های  
احداثی بر روی رودخانه‌ها در استان زنجان.  
هفتمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران. تهران،  
دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده عمران،  
صص ۱۶-۹.

فاطمی عقدا، محمود، فرج الله، فیاضی و داریوش،  
علیپور، (۱۳۸۰)، بررسی زمین شناسی مهندسی  
بخشی از رودخانه کرخه (روستای عبدالخان تا  
روستای الهایی)، نشریه علوم دانشگاه تربیت  
معلم، جلد ۱ شماره ۳ و ۴ صص ۱۷۸-۱۶۳.

مختاری، داود، (۱۳۸۸)، نقش عوامل غیر رودخانه‌ای  
در تغییرات مورفولوژی مسیر آبراهه‌ها مطالعه  
موردی: رودخانه باغلاز در دامنه شمالی میشو  
داغ (شمال غرب ایران)، مجله فضای جغرافیایی،  
سال نهم، شماره ۱، ۲۶، صص ۱۳۵-۱۱۳.

معماریان، حسین، (۱۳۷۴) زمین شناسی مهندسی و  
ژئوتکنیک، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم،  
ص ۹۵۳.

موسوی حرمی، رضا، اسدالله، محبوبی، رابرت، برنر و  
محمد، خانه باد، (۱۳۸۱)، نقش تکتونیک در  
رسوب گذاری و مورفولوژی رودخانه کشف  
رود واقع در شمال شرق ایران، مجله علوم  
دانشگاه تهران، جلد بیست و هشتم، شماره ۱،  
صص ۶۸-۵۳.

آمده و رودخانه به طور عمومی چند شاخه<sup>۱</sup> می‌گردد.  
بنابراین، می‌توان انتظار داشت که بازه چند شاخه، در  
آینده همچنان به سمت بالا دست پیشروی کند و از  
حالت چند شاخگی موضعی به حالت چند شاخگی  
عمومی برسد.

## منابع

احمدی، حسن، (۱۳۶۷)، ژئومورفولوژی کاربردی،  
انتشارات دانشگاه تهران، ص ۷۱۴.

بربریان، مانوئل و منوچهر، قرشی، (۱۹۸۴)،  
نوزمینساخت، لرزه زمینساخت و خطر گسلش  
لرزه زا در منطقه احداث کارخانه ذوب سرب و  
روی زنجان، سازمان زمین شناسی کشور،  
گزارش بین المللی، صص ۸۸-۱.

پورآصف، فرشته، (۱۳۸۵)، مروری بر روشهای  
مختلف طبقه بندی رودخانه‌ها و کاربرد آنها برای  
رودخانه‌های کارون و دز، هفتمین سمینار بین  
المللی مهندسی رودخانه، اهواز، دانشگاه شهید  
چمران صص ۷-۱.

رسولی، علی اکبر، (۱۳۸۷)، مبانی سنجش از دور  
کاربردی با تاکید بر پردازش تصاویر ماهواره‌ای،  
انتشارات دانشگاه تبریز، چاپ اول، ص ۷۸۰.

رضائی مقدم، محمد حسین و کاظم، خوشدل،  
(۱۳۸۸)، بررسی پیچ و خم‌های مئاندر اهر چای  
در محدوده دشت ازومدل و رزقان، مجله جغرافیا

- Hayashi, T., and S. Ozaki. (1980). Alluvial bed forms analysis, Information of alternating bars and braids, in application of stochastic processes in sediment transport, Wat. Resour. Pub, Highlands Ranch, Colo Chap, 7, p1-40.
- Lepold, L. B., M. G. Wolman, and J. P. Miller. (1964). Fluvial Processes in Geomorphology, San Francisco, W.H. Freeman and CO, p21-22.
- Makaske, A. D. G., Smith, H. J. A., Berendsen, A. G. de. Boer, M. F. van, Nielen-Kiezebrink and T. Locking. (2009). Hydraulic and sedimentary processes causing anastomosing morphology of the upper Columbia River, Geomorphology, 111(3-4), p194-205.
- Mario, L., Amslera, T., Carlos, G., Ramonella, Horacio., A. Toniolo. (2005). Morphologic changes in the Parana River channel (Argentina) in the light of the climate variability during the 20th century. Geomorphology 70p 257-278
- Millar, R.G. (2000). Influence of bank vegetation on alluvial channel patterns, Water Resources Research, 36 (4), p 1109-1118.
- Millar, R.G., and M. c, Quik. (1993). Effect of bank stability on geometry of gravel rivers, Journal of Hydraulic Engineering-asce, 119(12), p1343-1363.
- Parker, G. (1976). On the cause and characteristic scales of meandering and braiding rivers, Journal of Fluid Mechanics, 76, p 457-478.
- Peyrowan, H. R. (2002). Assessment of quantitative effects of tectonics factors on Ghezal Ouzan River in Iran, 8th International JAEG Congress, Canada.
- Rosgen, D. L. (1994). A classification of natural rivers, Catena 22. p169-199.
- Sarma, J. N. (2005). Fluvial process and morphology of the Brahmaputra River in Assam, Geomorphology, 70 (3-4), p 226-26.
- Schumm, S. A. (1977). The Fluvial system, Wiley, New York, p 338.
- نوحه گر، احمد و مجتبی، یمانی، (۱۳۸۴)، بررسی وضعیت ژئومورفولوژیکی پیچان رود و نقش آن در فرسایش بستر و کناره‌های رودخانه میناب (پایین دست میناب)، پژوهش‌های جغرافیائی، شماره ۵۱، صص ۸۵-۶۵.
- Aswath, M. V., V. R. Satheesh. (2008). Factors Influencing the Sinuosity of Pannagon River Kottayam, Kerala, India: An assessment using remote sensing and GIS, Environmental Monitoring and Assessment, 138(1-3), p173-180.
- Callender, R. A. (1969). Instability and river channels, Journal of Fluid Mechanics, 36(03), p 465-480.
- Chang, H. H. (1984). Analysis of river meanders, Journal of Hydraulic Engineering, 110(1), p37-50.
- Culbertson, D. M., Young, L. E. and Brice, J. C. (1967). Scour and fill in alluvial channels with particular reference to bridge sites, U.S. Geological Survey, pp58.
- Doll, B. A., G. L. Grabow., K. R., Hall, H., Halley, W. A., Haman, G. D., Jennings and D. E. Wis. (2003). Stream Restoration: A natural channel design handbook, NC Stream Restoration Institute, NC State University, pp128.
- Engelund, F. and O, Skovguard (1973). on the origin of meandering and braiding in alluvial streams, Journal of Fluid Mechanics, 57(02), p 289-302.
- Ferguson, R.I. (1984). the threshold between Meandering and Braiding, Proceeding of the first International Conference on Hydraulic Design, Springer Verlag, Newyork, p15-29.
- Friend, P.F., and R, Sinha. (1993). Bariding and meandering parameters In Braided Rivers, The geological Society, London, 75, p.105-111.

- mountain river, *Earth surface Processes and landforms*, 29, p 969-981.
- Zámolyi, A. B., Székely, E., Draganits and G. Timár. (2009). Neotectonic control on river sinuosity at the western margin of the Little Hungarian Plain, *Geomorphology*, 122 (3-4), p 231-243.
- Struiksmá, N., and G. J. Klassen. (1988). on the threshold between meandering and braiding, *International Conference on River regime*, New York, pp107-120.
- Wohl, E., J. N. Kuzma, and N. E. Brown. (2004). Reach-scale channel geometry of a



## Investigation of geometric alterations of Gezel Ozan River considering Geomorphologic and Geologic parameters

M. H. Rezaei Moghadam. M. R. Sarvati. S. Asghari Sareskanrood

Received: May 21, 2011 / Accepted: November 14, 2011, 1-4 P

### Extended abstract

#### 1- Introduction

River as a dynamic system can change its location and morphological characteristics based on time, geomorphologic, geological, hydrological and sometimes due to human intervention. By exact examining and identifying of these factors can obtained correct behavior of river and realized its natural reactions and possible changes. Thus the goal of this paper is reviews the role of geomorphologic and geologic factors on the geometry of the river bed and showing cause of curvature in the interval of plain and mountain. In this research, the study area is Qezel Owzan River in  $47^{\circ}48'$  to  $48^{\circ} 27'$  N and  $37^{\circ} 12'$  to  $37^{\circ} 25'$  E. high Length of river and its pass from erodible and Marn formation has been caused increasing River sediment

load and also the formation of bed geometry is indifferent at various intervals.

#### 2- Methodology

In this research to extract river path satellite images of Land Sat 7/ETM+ in 2007 have been used by Indices of WI, NDVI, False color images, Convert Tslldkap and single band which finally the middle infrared band 5 and False color images (7-4-2) was realized as the best combination for extraction of river path. To separate the mountain and plain intervals, the study path was divided into three periods. In this paper for studying effective factors on river geometry applied criteria such as the width\depth ratio, Entrenchment, longitudinal slop, river power, Sinuosity, central angle of meanders, plan view and Bed River lithology. For Numerical determining these parameters, satellite images, and topographic maps with the scale 1:250000, cross sections taken along the rivers and their margins, extracted River longitudinal profiles from digital

---

#### Author(s)

M. H. Rezaei Moghadam (✉)  
Professor of Geomorphology, University of Tabriz, Tabriz, Iran  
e-mail: rezmogh@yahoo.com

M. R. Sarvati  
Associate Professor of Geomorphology, Shahid Beheshti University,  
Tehran, Iran

S. Asghari Sareskanrood  
Ph.d Student of Geomorphology, University of Tabriz, Tabriz, Iran

elevation model (DEM) have been applied. The geological maps were prepared in all three intervals with scale 1:100000 including Miyaneh, Ardebil and Hashtchin maps.

### 3- Discussion

The studying River channel Lithology indicated that formation on the sides of the river in range of floodplain has very high instability. In the mountain interval due to very strong lithology, river bed is relatively stable. The indices of Sinuosity, central angle of meanders indicated that the average wavelength in the first interval is more than the second and third intervals. This is due to migration of meanderings rings and high power of placement the bed river in the alluvial and loose bedding. In the first interval Entrenchment was very low and ratio of width to depth was very high and variable. Pattern of the river was the artery. Second interval, Entrenchment is more in compared to other intervals and width/depth is less and pattern of the river is a single channel. The third range is between tow mentioned states and its pattern is meandering to artery. Comparing river hydraulic power and Cutting strength of the rock mountain of Qezel Ozan indicated that river hasn't capability of Narrow, rocky valley.

### 4- Conclusion

Result of this search showed that high length of river, passing from Marl formation and erodibility caused geometry of river in plain interval influenced by lithology of bed and Lateral erosion and Power River have main role in meandering of river that bed is Multi branches due to decrease slop and power river. While in the mountainous range tectonic is important and bed geometry was affected by tectonic parameters

already designed and pattern of river path will follow from this factors. River path is single canal due to geological formation resistance.

**Keywords:** Gezel Ozan River, meandering, geomorphologic and geologic factors, morphology of river.

### References

- Aswath, M. V., V. R. Satheesh. (2008). Factors Influencing the Sinuosity of Pannagon River Kottayam, Kerala, India: An assessment using remote sensing and GIS, *Environmental Monitoring and Assessment*, 138(1-3), p173-180.
- Ahmadi, H. (1988). *Applied Geomorphology*, Tehran University Press, p. 714.
- Abdi, P. (2006). Evaluating the performance of constructed breakwaters on rivers in the Zanjan. Seventh International Congress on Civil Engineering. Tehran, Tarbiat Modarres University, School of Civil Engineering, pp 16-9.
- Berberian, M. and M. Farshi. (1984). Neotectonic, seismotectonic and Faulting earthquakes risk in area of Factory Construction of Lead and zinc smelting in Zanjan, the Iran Geological organization, Report of the International, pp 88-1.
- Callender, R. A. (1969). Instability and river channels, *Journal of Fluid Mechanics*, 36(03), p 465-480.
- Chang, H. H. (1984). Analysis of river meanders, *Journal of Hydraulic Engineering*, 110(1), p37-50.
- Culbertson, D. M., Young, L .E. and Brice, J. C. (1967). Scour and fill in alluvial channels with particular reference to bridge sites, U.S. Geological Survey, pp58.
- Doll, B. A., G. L. Grabow., K. R., Hall, H., Halley, W. A., Haman, G. D.,



- Jennings and D. E. Wis. (2003). Stream Restoration: A natural channel design handbook, NC Stream Restoration Institute, NC State University, pp128.
- Engelund, F. and O, Skovgaard (1973). on the origin of meandering and braiding in alluvial streams, *Journal of Fluid Mechanics*, 57(02), p 289-302.
- Ferguson, R.I. (1984). the threshold between Meandering and Braiding, *Proceeding of the first International Conference on Hydraulic Design*, Springer Velag, Newyork, p15-29.
- Friend, P.F., and R, Sinha. (1993). Bariding and meandering parameters In Braided Rivers, *The geological Society, London*, 75, p.105-111.
- Fatemi Oqda, M. F, Fayyazi and D. Alipour. (2001), *Geology - Engineering Survey Part of river Karkheh (Abdalkhan village to Alhavy village)*, *Journal of Science of Tarbiyat Moallem University*, Volume 1, Number 3, 4, pp 178-163.
- Hayashi, T., and S, Ozaki. (1980). Alluvial bed forms analysis, Information of alternating bars and braids, in application of stochastic processes in sediment transport, *Wat. Resour. Pub, Highlands Ranch, Colo Chap, 7*, p1-40.
- Lepold, L. B., M. G, Wolman., and J. P, Miller. (1964). *Fluvial Processes in Geomorphology*, San Farnscisco, W.H. Freeman and CO, p21-22.
- Makaske, A. D. G., Smith, H. J. A., Berendsen, A. G. de. Boer, M. F. van, Nielen-Kiezebrink and T. Locking. (2009). Hydraulic and sedimentary processes causing anastomosing morphology of the upper Columbia River, *Geomorphology*, 111(3-4), p194-205.
- Mario, L., Amslera, T., Carlos, G., Ramonella, Horacio., A . Toniolo. (2005). Morphologic changes in the Parana´ River channel (Argentina) in the light of the climate variability during the 20th century. *Geomorphology* 70p 257-278
- Millar, R.G. (2000). Influence of bank vegetation on alluvial channel patterns, *Water Resources Research*, 36 (4), p 1109-1118.
- Millar, R.G., and M. c, Quik. (1993). Effect of bank stability on geometry of gravel rivers, *Journal of Hydraulic Engineering-asce*, 119(12), p1343-1363.
- Mokhtari, D. (2009). A roll of Non-river factors in morphology changes of cannels Case Study: River Baghlar in Northern slop of Misho Dagh (North-West of Iran), *Journal of Geographic Space* , Year IX, No. 26, pp 135-113
- Memarian, H. (1995). *Engineering Geology*, Tehran University Press, Fifth Edition, p. 953.
- Mousavi Hmy, R. A. Mahboubi, R. Brenner and M. Khane Bad. (2002). The rolle of tectonics in Sedimentation and morphology of river Kashf Rood in the North East of Iran, *Tehran University of Science*, Volume Twenty-Eight, No. 1, pp 68-53.
- Nohegar, A. and M. Yamani (2005), *Reviwe of Meandering geomorphological situation and its role in the erosion of bed and sides river Minab (downstream Minab)*, *Geographical Studies*, No. 51, pp 85-65.
- Parker,G. (1976). On the cause and characteristic scales of meandering and braiding rivers, *Journal of Fluid Mechanics*, 76, p 457-478.
- Peyrowan, H. R. (2002). Assessment of quantitative effects of tectonics factors on Ghezal Ouzan River in Iran, 8th International JAEG Congress, Canada.
- Poorasef, F. (2006). An Review of the different classification methods and

- their application to the Karun and Dez rivers, Seventh International Conference on River Engineering, Ahvaz, Chamran University, pp 7-1 .
- Rosgen, D. L. (1994). A classification of natural rivers, *Catena* 22, p169-199.
- Rasouli, A. A. (2008), Fundamentals of applied remote sensing with emphasis on satellite image processing, Tabriz University, first Print, p. 780.
- Rezaei Moghaddam, M. H., K. Khoshdel. (2009). A Research on Sinuosity of Ahar Chay Meanders in Ozomdel Plain, Varzeghan, East Azerbaijan, Iran, *Geography and Environmental Planning*, Vol. 33, No 1, p 101-112.
- Sarma, J. N. (2005). Fluvial process and morphology of the Brahmaputra River in Assam, *Geomorphology*, 70 (3-4), p 226-26.
- Schumm, S. A. (1977). The Fluvial system, Wiley, New York, p 338.
- Struiksma, N., and G. J. Klassen. (1988). on the threshold between meandering and braiding, International Conference on River regime, New York, pp107-120.
- Wohl, E., J. N. Kuzma, and N. E. Brown. (2004). Reach-scale channel geometry of a mountain river, *Earth surface Processes and landforms*, 29, p 969-981.
- Zámolyi, A. B., Székely, E., Draganits and G. Timár. (2009). Neotectonic control on river sinuosity at the western margin of the Little Hungarian Plain, *Geomorphology*, 122 (3-4), p 231-243.

