



## Geographic Notion

Vol. ۱۹. Autumn and Winter ۲۰۱۸

Zanjan University

No. ۱۳۱

## اندیشه جغرافیایی

سال دهم، شماره نوزده، پاییز و زمستان ۱۳۹۷

دانشگاه زنجان

مقاله شماره ۱۳۱

### بررسی الگوی پیچان رودی رودخانه اخلمد با استفاده از شاخص های لئوپولد و کورنایس

ملیحه محمدنیا<sup>۱\*</sup>، محمدعلی زنگنه اسدی<sup>۲</sup>، مریم حلاجی<sup>۳</sup>

#### چکیده

مئاندرها از چشم اندازهای بسیار زیبا و در عین حال از اشکال ناپایدار و خطرناک ژئومورفولوژیکی- هیدرولوژیکی دشت‌های سیلابی و مناطق کوهستانی محسوب می‌شوند. پیچ و خم‌های زیاد از ویژگی‌های مهم بیشتر رودخانه‌های جاری در نواحی نیمه خشک محسوب می‌شود. این مناطق تحت تاثیر دینامیک رودخانه و تغییرات دبی همواره در معرض خطراتی از جمله سیلاب و ناپایداری بستر در نتیجه حرکت پیچان رودی است. لذا بررسی الگوی پیچان رودی رودخانه‌ها به منظور جلوگیری از خطرات احتمالی امری ضروری است. در این پژوهش، الگوی پیچان رودی رودخانه اخلمد (واقع در استان خراسان رضوی) با استفاده از دو شاخص ضریب خمیدگی لئوپولد و زاویه مرکزی کورنایس بررسی گردید. در این راستا از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ جهت استخراج لایه‌های زمین‌شناسی و کاربری اراضی و محاسبه ضرایب استفاده گردید. نتایج تحقیق نشان داد که میانگین ضریب خمیدگی در رودخانه اخلمد ۰/۹۳ بوده است. بیشترین مقدار در قوس‌های شماره ۹ و ۳۵ (۱/۷۷) و کمترین مقدار در قوس شماره ۲۷ (۰/۲۷) اندازه‌گیری شده است. همچنین براساس اندازه‌گیری‌های بدست آمده، میانگین زاویه مرکزی قوس‌های رودخانه ۱۰۲/۵۹ بدست آمد. این مقدار نشان می‌دهد در منطقه مورد مطالعه شرایط برای توسعه و تکامل پیچان رودها فراهم است. حدود ۶۵ درصد از پیچ‌های رودخانه اخلمد زاویه مرکزی ۸۵-۱۵۸ درجه دارند که در زمره پیچان‌رودهای توسعه یافته قرار می‌گیرد. ضرایب بدست آمده از طریق این شاخص‌ها ضرورت تثبیت میان مدت و کوتاه مدت بستر را از طریق روش‌های مدیریتی و مهندسی سازه ایجاب می‌کند.

Malihe.mohamadnia@yahoo.com

<sup>۱</sup> - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری، نویسنده مسئول

<sup>۲</sup> - دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه حکیم سبزواری

<sup>۳</sup> - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری



واژگان کلیدی: الگوی پیچان رودی، دینامیک رودخانه، ضریب خمیدگی، زاویه مرکزی، رودخانه اخلمد

## مقدمه

رودخانه‌ها و دشت‌ها هسته اصلی شکل‌گیری و تکامل تمدن‌های بشری از قرن‌ها پیش می‌باشند. ساحل رودخانه‌ها به عنوان مکان‌های مناسبی برای فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و تجاری در نظر گرفته می‌شود (حقی آبی و امامقلی زاده، ۱۳۹۴: ۱۲۶). رودخانه‌هایی که از میان دشت‌ها عبور می‌کنند پیوسته در مسیر خود تغییرات مورفولوژیکی جدیدی ایجاد می‌کنند. فعال‌ترین این رودخانه‌ها پیچان‌رودها هستند (سیف و نجمی، ۱۳۹۲: ۲۱۱). مجرای رودها در واکنش به تغییرات رژیم آب‌شناسی و بار رسوب، مورفولوژی بستر خود را دائماً تغییر می‌دهند (شایان و دهستانی، ۱۳۹۱: ۷۶). جابه‌جایی پیچان‌رودها عملاً مشکلات عمده‌ای در محیط ایجاد می‌کند. بنابراین هم به لحاظ آکادمیک و هم به لحاظ نظری یک نیاز برای شناخت پیچان‌رودها وجود دارد (هوک<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷: ۲۶۰). مسیرهای رودخانه‌ها نشان دهنده تعادل<sup>۲</sup> هستند، تعادلی که به طور پیوسته در طول زمان و مکان در اثر نوساناتی در دبی و رسوب ایجاد می‌شوند. در حالی که نتیجه این نوسانات با تغییر عمودی و افقی نمایان می‌شوند. این تغییر دینامیکی که ضامن قدرت و تنوع سیستم‌های طبیعی است، رودخانه را برای رسیدن به تعادل تحریک می‌کند. بنابراین تغییر یک امر طبیعی است و جزء حیاتی یک سیستم طبیعی پویاست (اولرو<sup>۳</sup>، ۲۰۱۰: ۲۴۸).

فرسایش کناری در رودخانه‌ها هر ساله خسارات زیادی را به زمین‌های کشاورزی، سازه‌های کنار رودخانه، جاده‌ها و پل‌ها وارد می‌کند (یمانی و شرفی، ۱۳۹۱: ۱۵) و علاوه باعث انتقال مقادیر قابل توجهی رسوب به مخازن سدها می‌شود (حبیبی و همکاران،

<sup>۱</sup> - Hooke

<sup>۲</sup> - میزانی که با آن وضعیت داخلی یا برون‌داد سیستم نسبت به درون داد آن تنظیم و تعدیل می‌شود معیار تعادل نامیده می‌شود.

<sup>۳</sup> - Ollero

۱۳۸۲:۲۲۷). مورفولوژی الگوی بستر رود در طول زمان تابع عوامل متعددی همچون جنس سازندهای زمین شناسی، دبی سیلاب، تغییرات آنتروپوژنیک، پوشش گیاهی، توپوگرافی و حرکات تکتونیکی است (کهربائیان و همکاران، ۱۳۹۳: ۵۴) ولی بررسی های آماری الگوهای پیچان رودی نشان داده اند که این مورفولوژی از یکسری قواعد زمین آماری تبعیت می کنند. به عبارت دیگر، الگوی سینوسی بستر رودها تابع نقش غالب فرایندها و مجموعه عواملی است که در طی زمان اعمال می شود (نوحه گر و یمانی، ۱۳۸۲: ۶۶). الگوهای متفاوت رودخانه ها تحت تاثیر عوامل متعددی طبیعی همچون: تکتونیک، لیتولوژی، هیدرولوژی، اقلیم و عوامل انسانی چون تغییرات کاربری اراضی می باشد (اصغری سراسکانرود، ۱۳۹۲: ۲).

برای شناخت رفتار رودخانه ها باید از علوم مختلفی استفاده کنیم. یکی از علومی که ارتباط نزدیکی با شکل و سیستم شکل زایی رودخانه دارد ژئومورفولوژی می باشد (میرزاوند و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۵۳) یکی از مهم ترین مباحث آن نیز سیکل تغییرات شکل زمین است (کبیری سامانی و همکاران، ۱۳۸۲: ۴۲۳).

محققان زیادی الگوی ژئومورفولوژی رودخانه ها را در مناطق مختلف جهان مورد بررسی قرار داده اند. بروکس (۲۰۰۳)، طی پژوهشی به بررسی جابه جایی کانال رودخانه سرخ در منطقه منیتوبا کانادا پرداختند و به این نتیجه رسیدند که جابه جایی مئاندرها در شیب های ۰/۷ تا ۲ درصد اتفاق می افتد. پن<sup>۱</sup> (۲۰۱۳) در تحقیقی به بررسی تغییرات رود بانکرا در غرب بنگال با استفاده از تصاویر لندست پرداخت. روزو<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۴) تغییرات مسیر رودخانه آمازون علیا را طی سال های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۶ با استفاده از تصاویر لندست مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که بین سال های ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۱ فرسایش شدیدتر از رسوبگذاری بوده است از پژوهش های دیگری که در زمینه مورفولوژی رودخانه ای و تغییرات آن انجام گرفت می توان به تحقیقات رامسبی<sup>۳</sup> و

<sup>۱</sup> - Pan

<sup>۲</sup> - Rozo

<sup>۳</sup> - Rumsby



همکاران (۲۰۰۸)، لهوتسکی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۰) و برنارد<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۰) اشاره نمود.

در ایران نیز پژوهشگران متعددی به بررسی پیچان‌رودها از بعد الگوی ژئومورفولوژی پرداخته‌اند. رضایی مقدم و همکاران (۱۳۹۰) در رودخانه قزل اوزن به بررسی مقایسه‌ای الگوی پیچان‌رود پرداختند. این پژوهش که با استفاده از شاخص‌های هندسه فراکتالی، زاویه مرکزی و ضریب خمیدگی صورت گرفت، انطباق مسیر رودخانه با واقعیت‌های مورفولوژیکی الگوی مسیر بازه‌ها در طبیعت را نشان داد. میرزاوند و همکاران (۱۳۹۴)، به بررسی الگوی پیچان‌رودی رودخانه‌ها با استفاده از شاخص‌های کورنایس و لئوبولد در رودخانه‌های بابل‌رود و سجادرود پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که میانگین ضریب خمیدگی در این رودخانه ۲/۴۶ بوده و ۷۱/۷۶ درصد از قوس‌های رودخانه در زمره‌ی الگوی پیچان‌رودی تکامل یافته قرار می‌گیرد. بیاتی خطیبی (۱۳۹۴) تغییرات زمانی پیچان‌رودهای آجی‌چای را با استفاده از روش‌های تجربی مورد بررسی قرار داد. نتایج این بررسی نشان داد که اندازه شعاع قوس این خمیدگی‌ها در طی زمان به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داشته است. شایان و همکاران (۱۳۹۴) تغییرات پیچان‌رود رودخانه مند بوشهر را با استفاده از داده‌های سنجش از دور مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که تغییرات بستر رود مند طی سال‌های ۱۳۳۴ تا ۱۳۹۱ تا ۳/۵ کیلومتر جابه‌جا شده است.

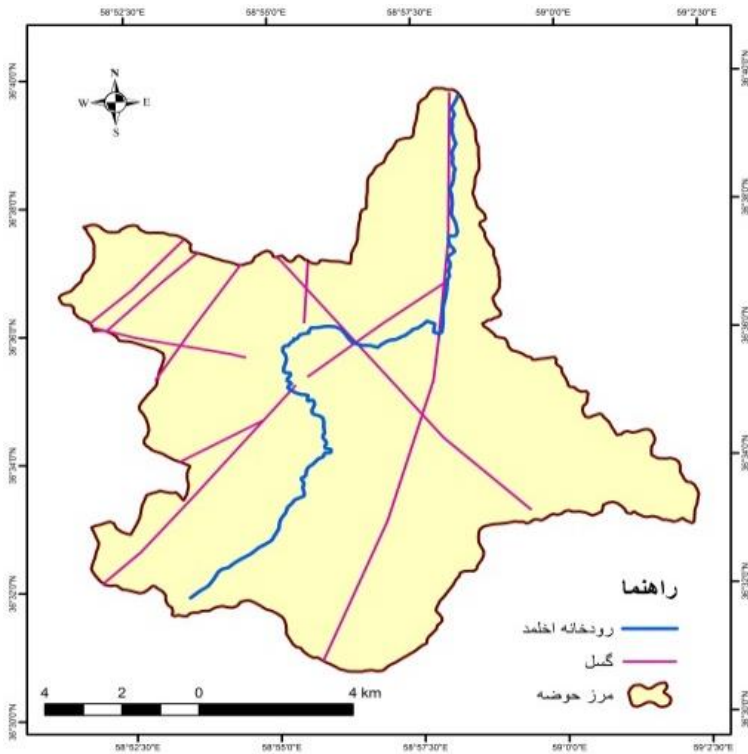
بنابراین با توجه به مطالعات انجام شده در این زمینه و با توجه به اهمیتی که پیچان‌رودها در مورفولوژی رودخانه‌ها، تخریب اراضی و... دارند در این پژوهش وضعیت پیچان‌رودی رودخانه اخلمد مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از این پژوهش تعیین مناطقی از رودخانه مورد بررسی می‌باشد که دارای وضعیت پیچان‌رودی بالایی هستند تا با برنامه‌ریزی درست از اثرات نامطلوب توسعه پیچان‌رودی جلوگیری شود.

<sup>۱</sup> - Lehotský

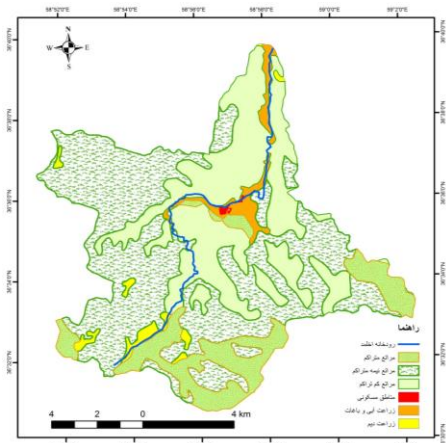
<sup>۲</sup> - Barnard

## مواد و روش‌ها

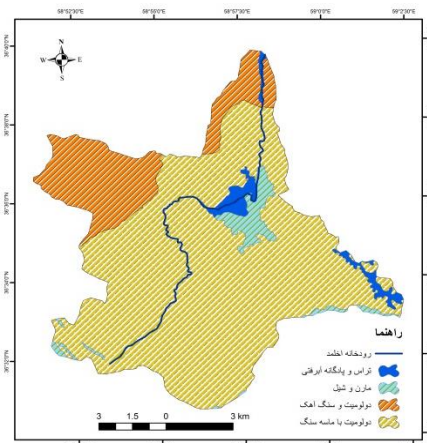
حوضه آبريز اخلمد بخشي از ارتفاعات شمالي بينالود در استان خراسان رضوي مي‌باشد كه بين طول جغرافيايي ۵۸ درجه و ۵۱ دقيقه و ۲۴ ثانيه تا ۵۹ درجه و ۲ دقيقه و ۲۵ ثانيه شرقي و عرض جغرافيايي ۳۶ درجه و ۳۰ دقيقه و ۴۵ ثانيه تا ۳۶ درجه و ۳۹ دقيقه و ۳۷ ثانيه شمالي قرار گرفته است. اين حوضه بخشي از حوضه آبريز كشف رود و قسمتي از بخش مركزي شهرستان چناران محسوب مي‌شود. شكل ۱ موقعيت حوضه مورد مطالعه و شكل ۲ و ۳ به ترتيب زمين شناسي و كاربري اراضي حوضه مورد مطالعه را نشان مي‌دهد.



شكل ۱- موقعيت حوضه آبريز اخلمد



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی حوضه آبریز اخلمد



شکل ۲- نقشه زمین شناسی حوضه آبریز اخلمد

در این پژوهش، مورفولوژی و الگوی پیچان رودی رودخانه اخلمد با استفاده از ضریب خمیدگی لئوپولد و زاویه مرکزی کورنایس مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور از نقشه های ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰۰ سازمان برداری کشور و ۱:۱۰۰۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی برای بدست آوردن اطلاعات پایه استفاده گردید. به کمک اسناد و مقالات و کتب نیز بخشی دیگر از اطلاعات پایه ای بدست آمد. همچنین داده های حاصل از پیمایش و بازدیدهای میدانی نیز بخشی از اطلاعات را در این پژوهش فراهم آورد. سپس به منظور استخراج پارامترهای هندسی رود، مسیر رودخانه اخلمد مشخص شد. پس از رقومی کردن مسیر رودخانه با استفاده از نرم افزار ARC GIS در محیط نرم افزار به صورت گرافیکی روی هر یک از قوس های رودخانه اخلمد دوایری انطباق داده شد (۴۰ متاندر در مسیر رودخانه شناسایی گردید) و به منظور دستیابی به نتیجه ی مطلوب، تلاش شده دوایر بیشترین تطابق را با قوس های رودخانه داشته باشند (شکل ۴). آنگاه براساس این دوایر پارامترهای طول قوس، طول موج و شعاع انحناء جهت محاسبه ضریب خمیدگی لئوپولد و زاویه مرکزی کورنایس به دست آمد (شکل ۵) که فرمول های آن به صورت زیر است:



$$S = \frac{L}{\lambda/2}$$

رابطه ۱

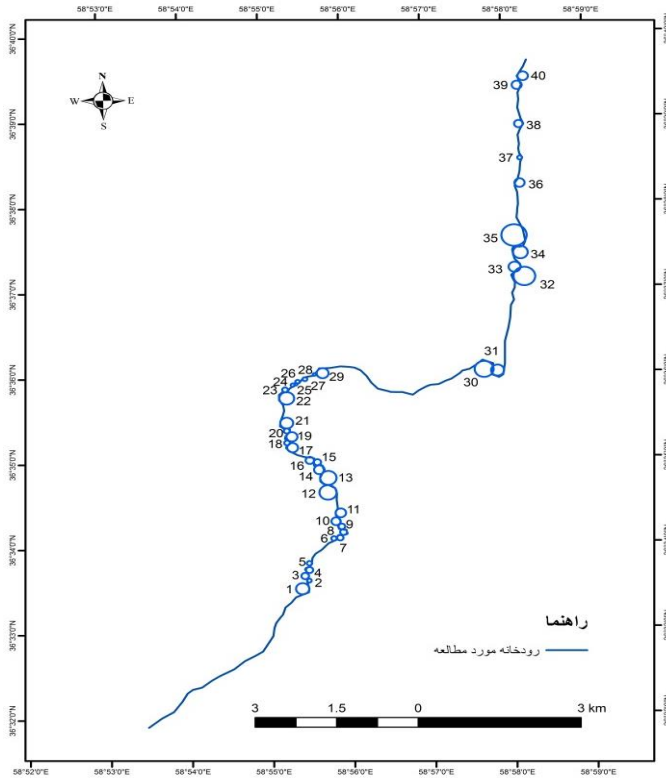
که در آن  $S$  ضريب خميدگي،  $L$  طول قوس و  $\lambda$  طول موج مي باشد.

$$A = \frac{180 \cdot L}{\pi \cdot R}$$

رابطه ۲

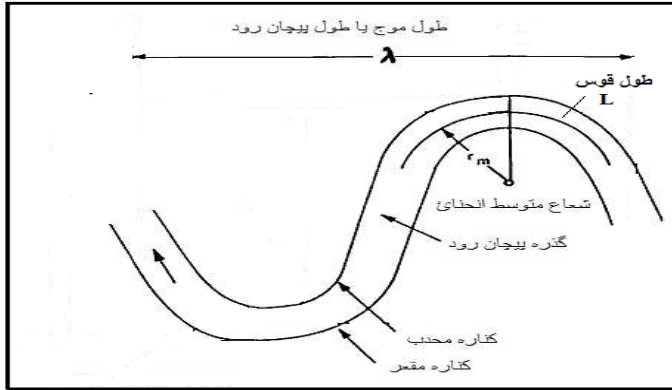
که در آن:  $A$  زاويه مرکزي و  $R$  شعاع انحناء مي باشد (رضايي مقدم و همکاران ۱۳۹۰: ۶).

چارلتون<sup>۱</sup> اظهار مي دارد که هرچقدر مقادير عددي بدست آمده از ضريب خميدگي بيشتر از ۱/۵ باشد، حاكي از نزديك شدن رودخانه به حالت تعادل و هرچقدر کمتر باشد دليل فعال بودن تکتونيك مي باشد (چارلتون ۲۰۰۸: ۱۶).



شکل ۴- رودخانه اخلمد به همراه دواير برازش داده شده به مئاندرها

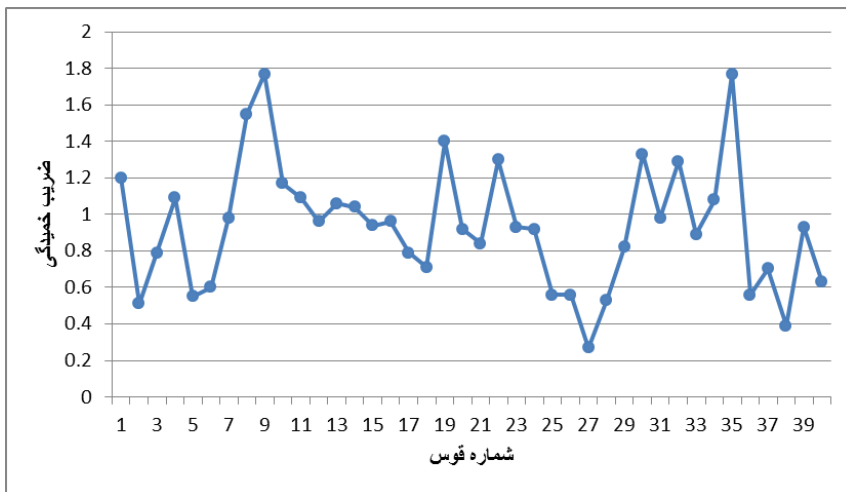
<sup>۱</sup> - Charlton



شکل ۵- مشخصات هندسی یک حلقه پیچان رود و شاخص‌های مطالعه شده جهت محاسبه ضریب خمیدگی و زاویه مرکزی (لئوپولد و ولمن<sup>۱</sup> ۱۹۶۰)

### یافته‌ها

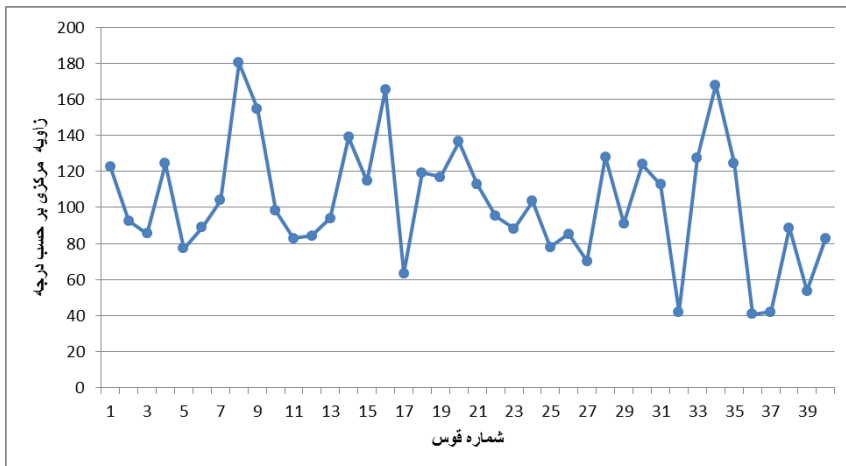
نتایج بررسی‌های به عمل آمده در رودخانه اخلمد براساس دو پارامتر ضریب خمیدگی لئوپولد و زاویه مرکزی کورنایس از ۴۰ نقطه در شکل ۶ و ۷ نشان داده شده است.



شکل ۶- نمودار سینوسیته رودخانه اخلمد (براساس ضریب خمیدگی شاخص لئوپولد و همکاران ۱۹۵۷)

<sup>۱</sup> Leopold and Wolman





شکل ۷- نمودار منحنی مماندرهای رودخانه اخلمد طبق زاویه مرکزی کورنایس

با توجه به شکل ۶ مشاهده می‌شود که حداقل ضریب خمیدگی ۰/۲۷ بوده که در قوس شماره ۲۷ و حداکثر این ضریب در قوس های ۹ و ۳۵ (۱/۷۷) اندازه‌گیری شده است. میانگین ضریب خمیدگی در رودخانه اخلمد نیز ۰/۹۳ بدست آمده است. همچنین براساس اندازه‌گیری‌های بدست آمده میانگین زاویه مرکزی قوس های رودخانه ۱۰۲/۵۹ به دست آمد. این میزان نشان می‌دهد در منطقه پیچان‌رودهای توسعه یافته زیادی داریم (جدول ۱). بیشترین زاویه مرکزی محاسبه شده نیز به ترتیب با ۱۸۰/۳۱، ۱۶۷/۹۲ و ۱۶۵/۵ مربوط به قوس های ۸، ۳۴ و ۱۶ می‌باشد. بنابراین با توجه به شکل ۷ و جدول ۱ و محاسبات انجام شده بیشترین درصد فراوانی به میزان ۶۵ درصد مربوط به زاویه مرکزی ۸۵-۱۵۸ است که پیچان‌رودهای توسعه یافته محسوب می‌شود. براساس تقسیم بندی کورنایس (۱۹۸۰)، قوس‌های با زاویه مرکزی ۸۵-۱۵۸ در زمره پیچ‌های توسعه یافته محسوب می‌شود. دومین فراوانی به میزان ۲۵ درصد در بین زاویه مرکزی ۴۱-۸۵ درجه و مربوط به پیچان‌رودهای توسعه نیافته می‌باشد. همچنین محاسبات نشان داد که حدود ۲/۵ درصد از قوس های رودخانه اخلمد شبه پیچانرود و ۷/۵ درصد آن جزء پیچان‌رودهای خیلی توسعه یافته محسوب می‌شوند. در این پژوهش هیچ یک از قوس‌ها زاویه ای بیش از ۲۹۶ درجه نداشته و در گروه پیچ های نعل اسبی قرار

نگرفت (کورنایس ۱۹۶۰). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت رودخانه حوضه اخلمد هنوز شرایط تشکیل اشکال نعل اسبی را ندارد.

جدول ۱- تقسیم بندی قوس‌های رودخانه ای براساس زاویه مرکزی کورنایس (۱۹۸۰)

زاویه مرکزی (درجه)	درصد فراوانی در رودخانه اخلمد	شکل رودخانه
۴۱-۰	٪۲/۵	شبه پیچان رود
۸۵-۴۱	٪۲۵	پیچان رود توسعه نیافته
۱۵۸-۸۵	٪۶۵	پیچان رود توسعه یافته
۲۶۹-۱۵۸	٪۷/۵	پیچان رود خیلی توسعه یافته
بیشتر از ۲۹۶	-	نعل اسبی

همچنین میانگین ضریب خمیدگی لئوپولد حدود  $۰/۹۳$  بدست آمد که ۵۰ درصد قوس‌ها ضریبی بیش از میانگین و در ۵۰ درصد دیگر ضریب خمیدگی کمتر از میانگین بدست آمد. این محاسبات نشان می‌دهد که میانگین نمایانگر خوبی برای نشان داد متوسط ضریب خمیدگی رودخانه اخلمد می‌باشد.

### بحث و نتیجه گیری

توجه به شکل الگوی رودخانه در بسیاری از مسائل طراحی و مهندسی رودخانه از جمله تعیین محل پل‌ها، محل انجام عملیات به سازی مسیر، ایجاد تاسیسات و ... بسیار مهم است. مثال‌ها معمولاً با قوس‌های متوالی همراهند. شکل عمده آن‌ها گاه شبیه به هم و در مواردی نیز متفاوت‌اند. ویژگی این اشکال با استفاده از مشخصه‌هایی مانند: بزرگی قوس، طول موج، شعاع انحناء و مانند این‌ها توصیف می‌شود. با توجه به ارتباط این پارامترها با یکدیگر، می‌توان با استفاده از آن‌ها ویژگی‌های مثال‌ها را بررسی کرد. در این پژوهش با استفاده از دو شاخص ضریب خمیدگی لئوپولد و زاویه مرکزی کورنایس ویژگی‌های قوس‌های رودخانه اخلمد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحلیل

زاویه مرکزی نشان داد که بخش اعظم قوس‌های ایجاد شده در محدوده زاویه ۸۵ تا ۱۵۸ درجه می‌باشد که این گروه براساس تقسیم بندی کورنایس (۱۹۸۰)، جزء پیچان- رودهای توسعه یافته محسوب می‌شود. لذا رودخانه اخلمد یک رودخانه مئاندری می‌باشد. از ۴۰ قوس بررسی شده ۲۹ قوس در ارتفاعات ایجاد شده‌اند و تنها ۱۱ قوس در بخشی از حوضه شکل گرفته‌اند که شیب کاهش یافته است. علیرغم اینکه انتظار می‌رود با کاهش شیب قدرت مئاندر زنی رودخانه افزایش یابد در این پژوهش در ارتفاعات و شیب‌های بیشتر مئاندرهای بیشتری شکل گرفته است. که ممکن است به علت عدم دخالت انسان در ارتفاعات بالاتر باشد. البته باید توجه داشت که در ارتفاعات ممکن است مئاندر ایجاد شده در نتیجه فرسایش کناری رودخانه شکل نگرفته باشد و دلیل اصلی خمیدگی ناشی از محاط شدن رودخانه در دره‌های تنگ و عمیق بوده که رودخانه امکان هیچ گونه کاهش یا افزایش در ضریب خمیدگی خود را ندارد. نتایج تحقیق رضایی مقدم و همکاران (۱۳۹۰) بر روی رودخانه قزل اوزن نیز بیانگر میاندری شدن بیشتر رودخانه در مسیرهای کوهستانی است که با این تحقیق هم خوانی دارد. مشاهدات نشان می‌دهد در مناطق مسکونی و در زمین‌های آبی و باغات به علت دخالت انسان، رودخانه حالت مستقیم پیدا کرده است. با توجه به اینکه بخش اعظم تشکیلات منطقه شامل دولومیت و ماسه سنگ می‌باشد بنابراین به لحاظ زمین شناسی تفاوت چندانی وجود ندارد. لذا شاید بتوان عامل کاربری اراضی را در مئاندری شدن رودخانه اخلمد به عنوان یک عامل موثر قلمداد کرد. میانگین ضریب خمیدگی در رودخانه اخلمد نیز ۰/۹۳ بدست آمده است که بیانگر عدم تعادل رودخانه و وضعیت تکتونیکی فعال در حوضه مورد مطالعه می‌باشد.

## منابع

۱. اصغری سراسکانرود، صیاد (۱۳۹۲)، بررسی و تحلیل الگوهای متفاوت رودخانه شهرچای ارومیه، دوفصلنامه ژئومورفولوژی کاربردی ایران، شماره اول، صص ۸۶-۱۰۲.

۲. بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۹۴)، بررسی تغییرات زمانی کانال فعال در مسیرهای پیچان دار با استفاده از روش های تجربی و با استناد به لایه بندی رسوبات کناری، مطالعه موردی: مسیر پیچان دار آجی جای، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۶ شماره ۲ صص ۴۹-۶۶.
۳. حبیبی، مهدی، جواهری، نصرالله (۱۳۸۲)، مدل ریاضی پیش بینی فرسایش کناری در پیچان رودها، نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران، جلد ۳۷، شماره ۲.
۴. حقی آبی، امیرحمزه، امامقلی زاده، صمد (۱۳۹۴)، پیش بینی فرسایش کناری بخش های پیچان رودی رودخانه کشکان، جغرافیا و توسعه شماره ۴۰، صص ۱۲۵-۱۳۸.
۵. رضایی مقدم، محمدحسین، ثروتی، محمدرضا، اصغری سراسکانرود، صیاد (۱۳۹۰)، بررسی مقایسه ای الگوی پیچان رود با استفاده از هندسه فراکتالی و شاخص های زاویه مرکزی و ضریب خمیدگی (مطالعه مورد: رودخانه قزل اوزن) پژوهشنامه مدیریت حوضه آبخیز، شماره ۳، صص ۱-۱۸.
۶. سیف، عبدالله، نجمی، نجمه (۱۳۹۲)، بازسازی تغییرات پیچان رودهای کارون با استفاده از تصاویر چند زمانه IRS و Landsat، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۸، شماره ۳، صص ۲۱۱-۲۲۶.
۷. شایان، سیاوش، دهستانی، هدیه (۱۳۹۱)، تحلیل عوامل تاثیرگذار بر تغییرات الگوی هندسی و مورفولوژی رود کشکان، فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش های فرسایش محیطی، شماره ۸، صص ۷۴-۸۷.
۸. شایان، سیاوش، زارع، غلامرضا، یمانی، مجتبی، شریفی کیا، محمد، سلطان پور، محسن (۱۳۹۴)، به کار گیری داده های سنجش از دور در آشکار سازی تغییرات پیچان رودی دلتای مند- بوشهر، فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، دور ۲۴، شماره ۹۳، صص ۲۷-۴۰.
۹. کبیری سامانی، عبدالرضا افضلی مهر حسین حیدرپور منوچهر (۱۳۸۲) پیش بینی درجه سینوسی بودن رودخانه های مارپیچی با بافت بستر درشت دانه، مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشکده مهندسی دانشگاه شیراز ۴۲۲-۴۱۵.
۱۰. کهربائیان، پروین، بهنیا، ابوالفضل، شاکری، زارع، حجت، رضایی عارفی، محسن (۱۳۹۳)، تحولات مورفولوژیکی و الگوی پیچان رودی بستر رودخانه مرزی هریرود با استفاده از RS، فصلنامه پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، سال سوم، شماره ۳، صص ۵۳-۶۴.
۱۱. میرزاوند، محمد، قاسمیه، هدی، نظری سامانی، علی اکبر، ولی، عباسعلی، ساداتی نژاد، سید جواد (۱۳۹۴)، بررسی الگوی پیچان رودی رودخانه ها با استفاده از شاخص های لئوپولد و کورنایس، پژوهشنامه مدیریت حوضه آبخیز، سال ششم، شماره ۱۱، صص ۱۵۲-۱۶۱.

۱۲. نوحه گر، احمد، یمانی، مجتبی (۱۳۸۲)، بررسی وضعیت ژئومورفولوژیکی پیچان رود و نقش آن در فرسایش بستر و کناره های رودخانه میناب (پایین دست سد میناب)، فصلنامه پژوهش های جغرافیایی، شماره ۵۱. صص ۶۵-۸۴.

۱۳. یمانی، مجتبی، شرفی، سیامک (۱۳۹۱)، ژئومورفولوژی و عوامل موثر در فرسایش کناری رودخانه هررود در استان لرستان، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۳، شماره ۱، صص ۱۵-۳۲.

۱۴. Barnard, P.L., and Warrick, J. A (۲۰۱۰). Dramatic beach and nearshore morphological changes due to extreme flooding at a wave-dominated river mouth. *Marine Geology* ۲۷۱: ۱۳۱-۱۴۸. Brooks, G.R. ۲۰۰۳. Holocene lateral channel migration and incision of the Red River, Manitoba, Canada *Geomorphology*. ۵۴: ۱۹۷-۲۱۵.

۱۵. Charlton, R., (۲۰۰۸), *Fundamentals Of Fluvial Geomorphology*, Rutledge.

۱۶. Kornish, MRS. ۱۹۸۰. 'Meander Travel in Alluvial Streams' (۴) ۳۵-۸۲ in *Proceeding of the International Work ship on Alluvial River Problems*. India. Sarita Prakashan Meerut. New Delhi, Pp ۲۶۳-۲۴۲.

۱۷. Hooke. J.M, (۲۰۰۷), *meandering rivers.*, Buckingham Building, Lion Terrace.

۱۸. Lehotský, M., Novotný, J., Szmańda, J., Grešková, A (۲۰۱۰). A suburban inter-dike river reach of a large river: Modern morphological and sedimentary changes (the Bratislava reach of the Danube River, Slovakia). *Geomorphology*, Vol (۱۱۷): ۲۹۸-۳۰۸.

۱۹. Leopold, L.B., and Wolman, M.G., (۱۹۵۷). River channel pattern: Braiding Meandering and straight, *U.S. Geol.Surv.Prof.Prof.Pap.*, ۲۶۲ B, Pp ۸۵ ۳۹.

۲۰. Leopold. L.B. and M.G. Wolman. (۱۹۶۰). River meanders. *Bulletin of the Geological Society of American*, ۷۱: ۷۶۹-۷۹۴.

۲۱. Ollero Alfredo (۲۰۱۰), Channel changes and floodplain management in the meandering middle Ebro River, Spain. *Geomorphology* ۱۱۷ ۲۴۷-۲۶۰.

۲۲. Rumsby, B.T., J. Brasington, J.A. Langham, S.J. McLelland, R. Middleton, G. Rollinson (۲۰۰۸). Monitoring and modelling particle and reach scale morphological change in gravel-bed Rivers: Applications and challenges. *Geomorphology*, Vol(۹۳): ۴۰-۵۴.

۲۳. Pan. S., (۲۰۱۳), Application of Remote Sensing and GIS in studying changing river course in Bankura District, West Bengal, *International Journal of Geomatics and Geosciences*, Volume ۴ Issue ۱, pp ۱۴۹- ۱۶۳.

۲۴. Rozo. G., A. Nogueira, C. Soto Castro, (۲۰۱۴), Remote sensing-based analysis of the planform changes in the Upper Amazon River over

the period ۱۹۸۶- ۲۰۰۶, Journal of South American Earth Sciences ۵۱, ۲۸-۴۴.

*Evaluation of Akhlamad River Meandering Pattern Using Leopold and Indicators*

Abstract

Meanderin are including very beautiful landscapes and however Geomorphological- Hydrological Unstable and dangerous forms of floodplains in mountain areas. Creating a lot maze is important features of most rivers in semi-arid regions. The area are affected by the dynamics of river and discharge changes constantly exposed to risks such as floods and instability of bed as a result the movment of meandering. Therefore, Evaluation of meandering rivers is necessary in order to avoid possible risks. In this research was evaluated Akhlmd rivers meander pattern using the coefficient of Kurnayse and Leopold. In this regard was used the Topographic maps of ۱: ۵۰,۰۰۰ and geological ۱: ۱۰۰,۰۰۰ for layers and extract the coefficients. The results showed that Average curvature coefficient has been ۰,۹۳ in the Akhlmd river. The highest value is measured ۹ and ۳۵ in arc (۱,۷۷) and lowest in arc ۲۷ (۰,۲۷). The measurements also showed that the mean central angle bends was ۱۰۲,۵۹. About ۶۵ percent of the Akhlmd river screws have central angle ۸۵-۱۵۸ degrees Which is placed in Group developed meanders. Coefficients obtained through these models Require need for medium-term and short-term stabilization of the river bed Through managerial methods and structural engineering.

Keywords: Pattern meandering, River Dynamics, Curvature coefficient, The central angle, Akhlmd River.