

## Analyzing the Role of the Effective Factors on Meandering and Changes of Dalaki River using Remote Sensing and GIS

Seyyed Ali Almodaresi <sup>1\*</sup>, Mostafa Khabazi <sup>2</sup>, Ali Olyae <sup>3</sup>, Meysam Shahbazi <sup>4</sup>

<sup>1</sup> GIS & RS Department, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran

<sup>2</sup> Geography Department, Shahid Bahonar University Karman, Karman, Iran

<sup>3</sup> GIS & RS Department, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran

<sup>4</sup> PhD Candidate of Urban Planning, Isfahan Art University, Isfahan, Iran

### Abstract

Hydrologic changes of the nature will gradually cause changes in conditions and morphology of rivers. Dalki River is one of the rivers that is current in Fars and Booshehr provinces. This river is a permanent one with the length of 225 kilometers and its average slope is 8 percent. Therefore, according to the unique features of this river and frequency of the formed meanderings through the river, it was decided to provide its maps. The maps were provided using remote sensing techniques, GIS, and satellite images in a 38-year period and via physical tools of the research including Topography maps 1/1,250,000/50,000, geology and pedology maps, slope and height map of the basin, DEM of the region, landsat images, and MSS and OLI sensors in the first stage in Arc GIS software. Then, using the provided maps, all of the effective factors on meandering of the Dalki river were analyzed and finally according to the data analysis, the maximum displacement of the river was clarified and it was perceived that slope and type of the formations were the significant factors of changes and meanders of this river so that decrease and increase in the slope and type of the formations divided the chronologic-historical classification of this river into three young, adult, and old parts. During this 38-year period, the numbers of meanders have been increased as well as the displacement of the river in comparison to the past.

**Key words:** Morphology, Meander, GIS and RS, Dalaki River.

## بررسی نقش عوامل مؤثر بر پیچان‌رود شدن و تغییرات رودخانه دالکی با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی

سید علی المدرسی\*، گروه GIS & RS دانشگاه آزاد اسلامی یزد، یزد، ایران  
مصطفی خیازی، گروه جغرافیا، دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه شهید باهنر کرمان  
علی اولیایی، گروه GIS & RS، دانشگاه آزاد اسلامی یزد، یزد، ایران  
میثم شهبازی، دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی شهری دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

وصول: ۱۳۹۳/۰۴/۰۳ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۳، صص ۱۷۶-۱۶۵

### چکیده

تغییرات هیدرولوژیک طبیعت به تدریج موجب تغییر موقعیت و مورفولوژی رودخانه‌ها می‌شود. یکی از این تغییرات، پیچان‌رود شدن رودخانه‌هاست. فرایندهای متفاوت حاکم بر پدیده پیچان‌رود شدن به ویژگی‌های زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، مورفولوژیکی، هیدرولوژیکی، پوشش گیاهی و اقلیمی، فیزیوگرافی و بسیاری از عوامل شناخته شده یا ناشناخته دیگر بستگی دارد. رودخانه دالکی از رودخانه‌های جاری در استان فارس و بوشهر است. این رودخانه، رودخانه‌ای همیشگی به طول ۲۲۵ کیلومتر و شیب متوسط آن ۸ درصد است؛ بنابراین با توجه به ویژگی‌های منحصربه‌فرد رودخانه دالکی و فراوانی پیچان‌رودهای تشکیل شده در طول مسیر آن با بهره‌گیری از تکنیک سنجش از دور و GIS و تصاویر ماهواره‌ای در بازه ۳۸ ساله و ابزارهای فیزیکی پژوهش شامل نقشه‌های توپوگرافی ۵۰۰۰۰ و ۲۵۰۰۰۰، نقشه‌های زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، نقشه شیب و ارتفاع حوضه، DEM منطقه، تصاویر ماهواره‌ای لندست، سنجنده‌های MSS و OLI در مرحله نخست در نرم‌افزار Arc GIS این نقشه‌ها تهیه شد؛ سپس با بهره‌گیری از نقشه‌های به دست آمده تمام عوامل مؤثر بر پیچان‌رود شدن رودخانه دالکی بررسی و در نهایت با تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده از مراحل پیش، بیشترین جابه‌جایی رودخانه شناسایی شد؛ نتایج نشان می‌دهد شیب و جنس سازندها، مهم‌ترین عوامل تغییرات و پیچان‌رود شدن رودخانه دالکی است؛ به طوری که افزایش و کاهش شیب و جنس سازندها، طبقه‌بندی کروئولوژیک - تاریخی این رودخانه را به سه قسمت رودخانه جوان، بالغ و مسن تقسیم می‌کند. در این رودخانه در بازه زمانی ۳۸ ساله تعداد پیچان‌رودها بیشتر شده و جابه‌جایی مسیر رودخانه نسبت به قبل بسیار افزایش یافته است.

واژه‌های کلیدی: مورفولوژی، مئاندر، سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، رودخانه دالکی.

## مقدمه

معمول در رودخانه‌هایی که پیچان‌رود دارند، بیش از یک پیچان‌رود تشکیل می‌شود و طی زمان جابه‌جایی‌های زیادی در مسیر جریان رودها رخ می‌دهد. به دلیل تکرار در آرایش این جابه‌جایی‌های مکانی، مسیر جریان رودخانه‌ها گاه مستقیم، در مواقعی پیچ‌وخم‌دار و زمانی به‌صورت قیطانی ظاهر می‌شود.

از دید مطالعات ژئومورفولوژی بین همه شکل‌های قابل وقوع در مسیر رودخانه‌ها، پیچان‌رودها به لحاظ تغییرات عمده‌ای که در سطوح دشت‌های سیلابی و در دیواره دره‌ها و به طور کلی در ویژگی‌های هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی دره‌ها پدید می‌آورند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. پیچان‌رودها که از شاخصه‌های مهم محیطی درزمینه وقوع تحول در بستر جریان آب‌ها هستند، عامل بروز تغییرات عمده در گلوگاه‌های حیاتی و در عین حال مهم‌ترین عامل تغییردهنده دشت‌های سیلابی و همچنین علت اصلی افزایش میزان رسوبات واردشده به رودخانه‌ها محسوب می‌شوند. با علم به اینکه نوع آرایش در مسیر جریان رودها به‌ویژه وقوع پیچان‌رودها در بیشتر مواقع تصادفی نیست، بلکه حاکی از دخالت عوامل گوناگون خارجی در نحوه جریان رودها و تغییر در ویژگی‌های درونی آب‌های جاری است، با مطالعه نحوه آرایش مسیر رودها و شناخت عوامل دخیل در تغییر مسیر جریان آنها، مکانیزم حاکم کنونی بر جریان رودها و همچنین نحوه و روند وقوع تغییرات در شرایط فعلی و چگونگی شرایط احتمالی در آینده پیش‌بینی‌شدنی است. مسئله اصلی پژوهش، علت

بستر بیشتر آبراهه‌ها و رودخانه‌ها با وجود اندازه و مشخصات مهندسی و هیدرولیکی متفاوتی که دارند، به‌ندرت به‌صورت مسیرهای مستقیم یا به اصطلاح از نوع آبراهه‌های مستقیم است و در طول مسیر خود پیچ‌وخم‌های فراوانی دارند. این پیچ‌وخم‌ها منظم نیستند، ولی ممکن است حالت قرینه‌ای در آنها دیده شود که لئوپولد و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۵۷) به آن «مئاندر» (پیچان‌رود) گفته‌اند (تلوری، ۱۳۷۱: ۵۶).

رودخانه‌های آبرفتی در مسیر خود به‌طور عمده پیچ‌وخم‌های بسیاری دارند. این پیچ‌وخم‌ها در اثر حرکت افقی رودخانه به وجود آمده‌اند و خود باعث تغییرات آتی در مسیر رودخانه می‌شوند. درواقع در این رودخانه‌ها بررسی رفتار و نوع تغییر شکل پیچان‌رودها، روشی برای دستیابی به تغییرات آتی در شکل آنها خواهد بود. پژوهشگران دلایل مختلفی را برای به‌وجودآمدن پیچان‌رود در رودخانه‌ها ذکر کرده‌اند؛ از جمله فرسایش مقطعی در دیواره‌های یک ناحیه، علت شکل‌گیری پیچان‌رود در بلندمدت عنوان شده است. یکنواخت‌نبودن و ناهمگنی در یک ناحیه از جریان باعث می‌شود تا جهت جریان از خط طولی کانال منحرف شود و دیواره فرسایش یابد. شکل‌گیری یک پیچان‌رود در این حالت خود باعث ایجاد دیگر پیچان‌رودها در طول رودخانه می‌شود. چرخش یک پیچان‌رود تا حالتی ادامه می‌یابد که جهت جریان نسبت به شیب اصلی دره بیش از حد منحرف شود. در این شرایط جریان دوباره تغییر جهت می‌دهد تا پیچان‌رود دیگر حاصل شود. به این دلیل به‌طور

<sup>۱</sup> Leopold, L.B., Wolman, G.M

پیچان‌رودشدن و تغییرات رودخانه دالکی در دوره زمانی ۳۸ ساله است.

### پیشینه پژوهش

افراد متعددی در زمینه پیچان‌رود فعالیت داشته‌اند؛ از جمله تیرون<sup>۱</sup> (۲۰۰۹)، برتولدی و بیلی<sup>۲</sup> (۲۰۰۲)، پرزدوجسکی و همکاران<sup>۳</sup> (۱۹۹۵)، براید و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۱)، لاگازه و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۴)، شوم<sup>۶</sup> (۱۹۸۴) و باری یونگ و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۰۷).

در ایران نیز پژوهش‌های متعددی در این زمینه انجام شده است؛ تلوری (۱۳۷۱)، آل یاسین (۱۳۷۹)، رنگزن و همکاران (۱۳۸۱)، علوی‌نژاد (۱۳۸۳)، مرشدی (۱۳۸۸)، یمانی و همکاران (۱۳۸۹)، نوحه‌گر و یمانی (۱۳۸۴) و حافظی مقدس و همکاران (۱۳۹۱).

### روش‌شناسی پژوهش

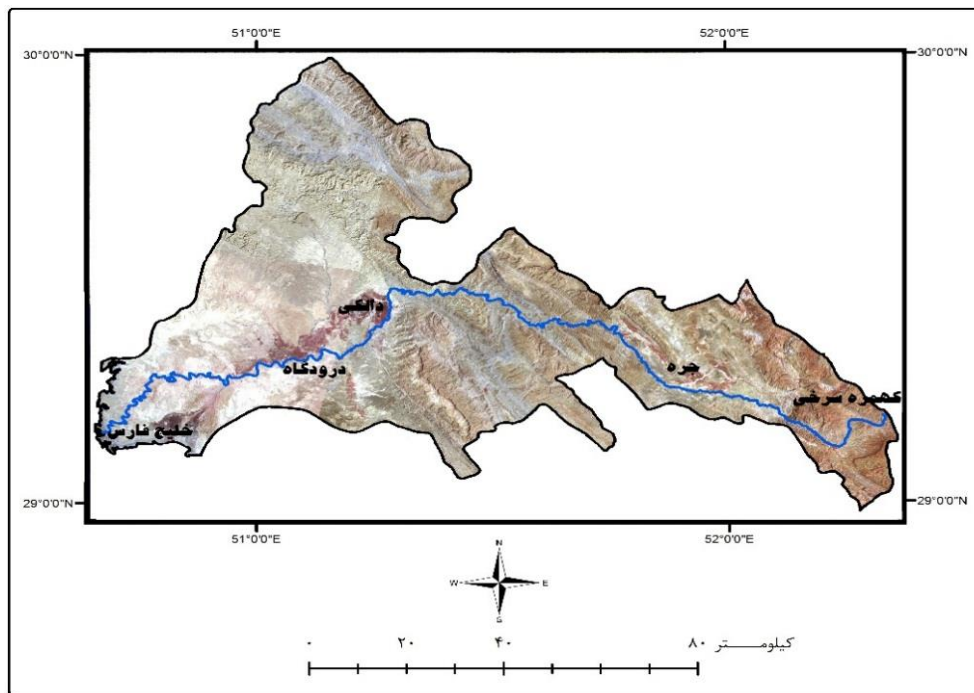
برای بررسی علت پیچان‌رودشدن رودخانه دالکی نخست پلان رودخانه با بهره‌گیری از نرم‌افزار ENVI از تصاویر ماهواره‌اندست سنجنده MSS سال ۱۹۷۵ و سنجنده OLI سال ۲۰۱۳ رقومی و استخراج شد؛ سپس در نرم‌افزار ARC GIS به وسیله نقشه‌های رقومی توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ نقشه شیب حوضه ایجاد و به صورت درصد طبقه‌بندی شد. در ادامه لایه پلان مسیر رودخانه برای بررسی شیب

رودخانه بر روی نقشه شیب قرار گرفت. با توجه به پلان مسیر رودخانه در حوضه دالکی، نقشه خاک‌شناسی و نقشه زمین‌شناسی حوضه در نرم‌افزار ARC GIS طبقه‌بندی و استخراج شد و با توجه به این نقشه‌ها طبقه‌بندی کرونولوژیک - تاریخی این رودخانه به دست آمد. برای آسانی بررسی وضعیت مورفولوژیک رودخانه دالکی و محاسبه میزان جابه‌جایی‌های مسیر رودخانه، مسیر رودخانه به ۴ بازه فرعی تقسیم شده است.

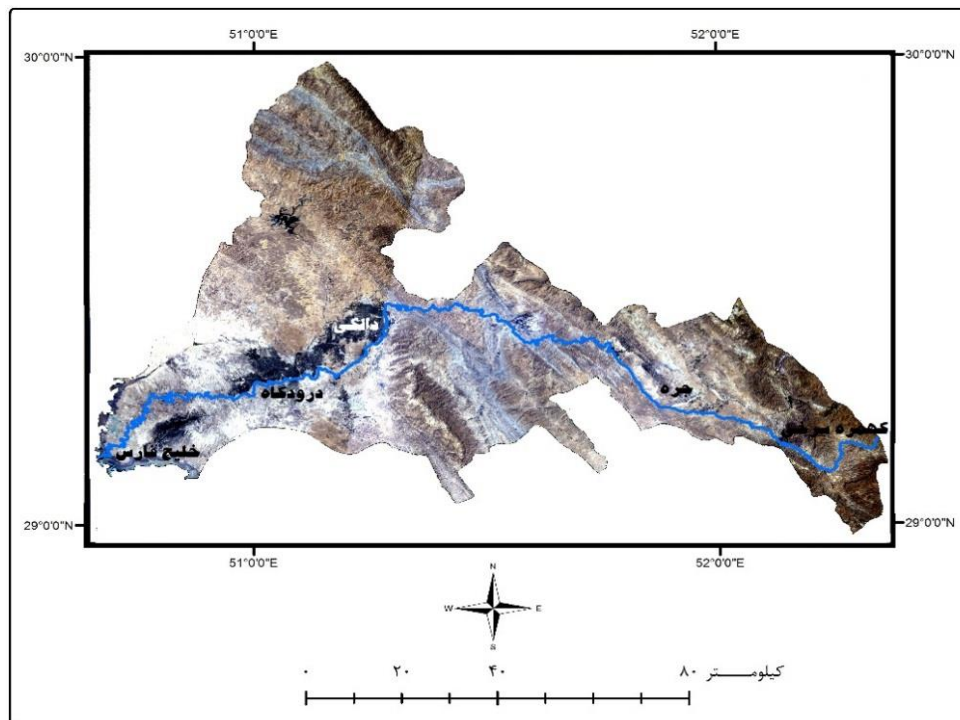
### محدوده پژوهش

حوضه رودخانه دالکی با عرض جغرافیایی ۲۹° ۴۵' تا ۳۳° ۳۰' شمالی و طول جغرافیایی ۶۱° ۵۱' تا ۵۲° ۵۲' شرقی در جنوب غربی ایران واقع شده است. گسترش این حوضه در طول جغرافیایی است و از قسمت‌های شرقی و شمال شرقی سر در دل ارتفاعات نسبتاً بلند زاگرس دارد و حیات رودخانه مدیون این ارتفاعات است. این حوضه (شکل ۳) از نظر محدوده سیاسی در داخل دو استان فارس و بوشهر قرار گرفته است. از نظر اقلیمی حوضه مدنظر اقلیمی از نوع مدیترانه‌ای دارد و میزان متوسط بارندگی سالیانه و دمای میانگین سالیانه این حوضه به ترتیب ۳۲۵ میلیمتر و ۲۳/۵ درجه سانتیگراد است. از غرب به شرق و از جنوب به شمال میزان بارندگی حوضه افزایش می‌یابد. دبی متوسط رودخانه دالکی معادل ۱۳/۷۰ مترمکعب در ثانیه برآورد شده است.

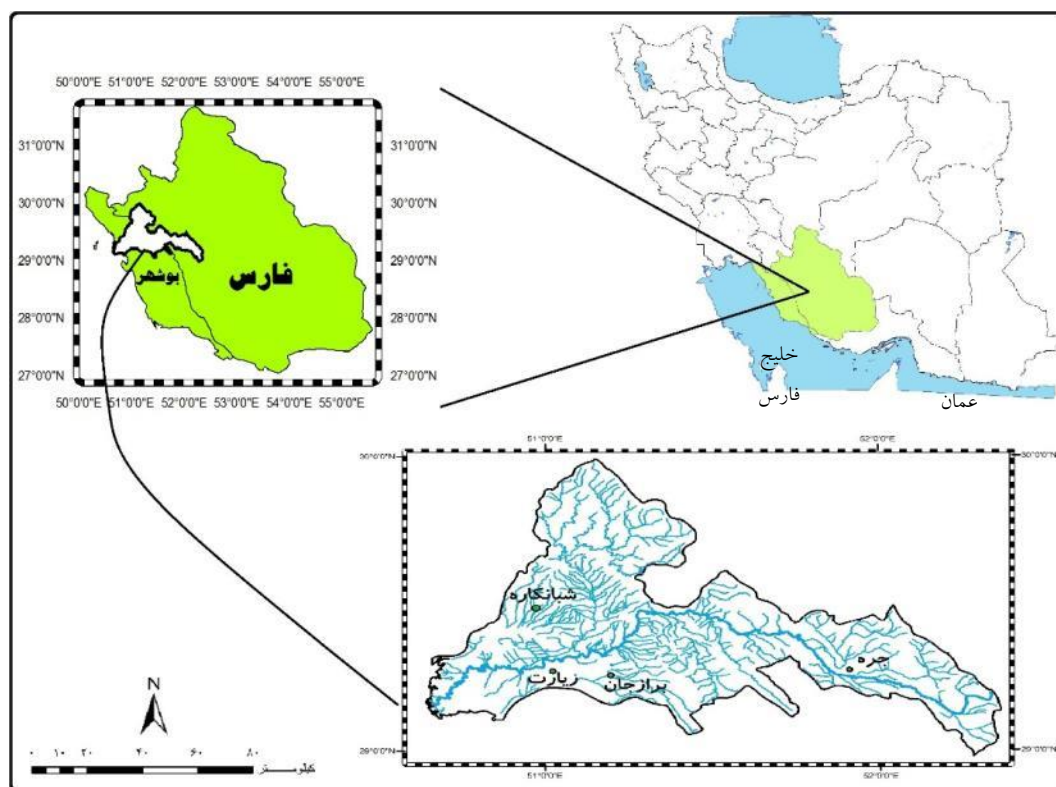
<sup>1</sup> Tiron  
<sup>2</sup> Bartholdy, J., and Billi Przedwojski, & et al. 1995  
<sup>3</sup> Briaud J.L., & et al. 2001  
<sup>4</sup> Lagasse, P.F & et al. 2004  
<sup>5</sup> Schumm, S.A. 1984  
<sup>6</sup> Barry Yang Ch, & et al. 2007



شکل ۱. تصویر ماهواره‌ای لندست، سنجنده MSS سال ۱۹۷۵ میلادی و پلان مسیر رودخانه



شکل ۲. تصویر ماهواره‌ای لندست، سنجنده OLI سال ۲۰۱۳ میلادی و پلان مسیر رودخانه



شکل ۳. حوضه آبریز رودخانه دالکی و موقعیت آن در استان‌های فارس و بوشهر

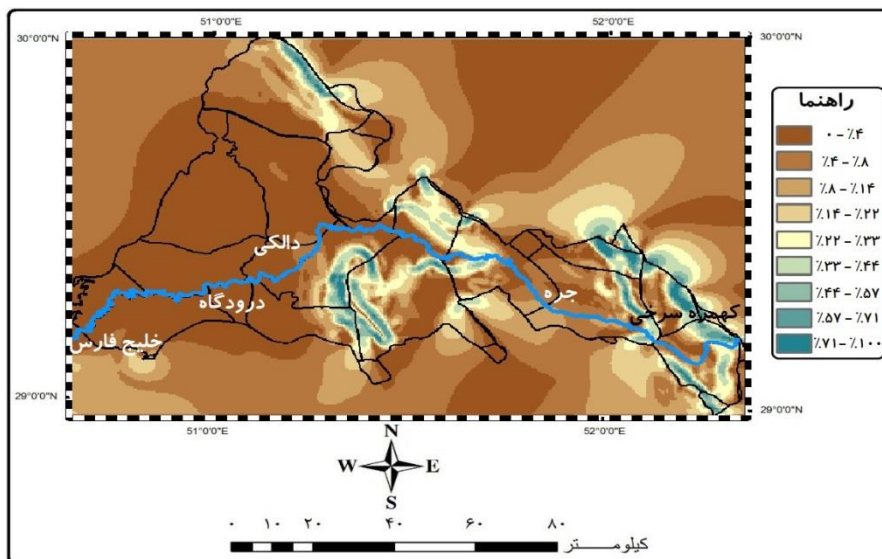
#### یافته‌های پژوهش

برای شناخت علل پیچان رودشدن رودخانه دالکی هریک از نقشه‌های شیب، ارتفاع، زمین‌شناسی و خاک‌شناسی به‌طور مجزا بررسی شدند تا عواملی را نمایان سازند که از گذشته تا امروز به پیچ‌وخم‌دارشدن رودخانه انجامیده‌اند.

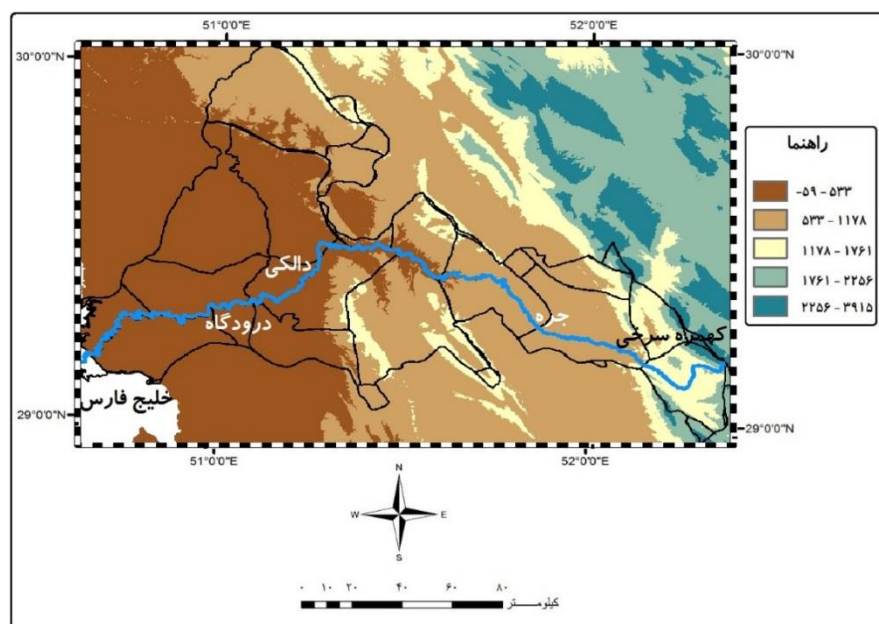
#### نقشه شیب و ارتفاع حوضه رودخانه دالکی

رودخانه دالکی از کوه‌های کهمره سرخی با شیب ۴۴ تا ۵۷ درصد و ارتفاع ۲۲۵۶ تا ۳۹۱۵ متر سرچشمه می‌گیرد و ۳۰ کیلومتر این رودخانه که از نزدیکی روستای دادنجان می‌گذرد، با شیب‌های متغیر ۴ تا ۲۲ درصد و ارتفاع ۵۳۳ تا ۱۱۷۸ متر توسعه دارد (شکل ۴) و از روستای جره می‌گذرد؛ در ادامه

۵ کیلومتر این رودخانه با شیب ۳۳ تا ۴۴ درصد و ۵ کیلومتر دیگر با شیب ۴ درصد و حدود ۲۰ کیلومتر این رودخانه با شیب ۸ تا ۱۴ درصد ادامه می‌یابد تا از کنار روستای رودبال بگذرد و تقریباً به طول ۲۰ کیلومتر با شیب متغیر ۴ تا ۱۴ درصد و ارتفاع ۵۹- تا ۵۳۳ متر ادامه و ۱۵ کیلومتر با شیب ۳۳ تا ۴۴ درصد و ارتفاع ۵۹- تا ۵۳۳ متر توسعه می‌یابد. این رودخانه همچنان با شیب ۴ تا ۸ درصد و ارتفاع ۵۹- تا ۵۳۳ متر مسافتی حدود ۶۰ کیلومتر را می‌پیماید و از شهر دالکی عبور می‌کند و به شمال غربی برازجان (زیارت) می‌رسد؛ در ادامه مسیر با شیب ۴ درصد و ارتفاع ۵۹- تا ۵۳۳ متر، ۷۰ کیلومتر را طی می‌کند و به خلیج فارس می‌ریزد.



شکل ۴. نقشه شیب رودخانه دالکی



شکل ۵. طبقات ارتفاعی رودخانه دالکی

این محدوده به صورت پیوست سنگ آهک و سنگ رس است.

ویژگی فرمی قسمت آبی‌رنگ متشکل از انیدریت، نمک، آهک رسی قرمز و خاکستری متناوب با سنگ آهک و سنگ آهک شبیه به خاک رس است.

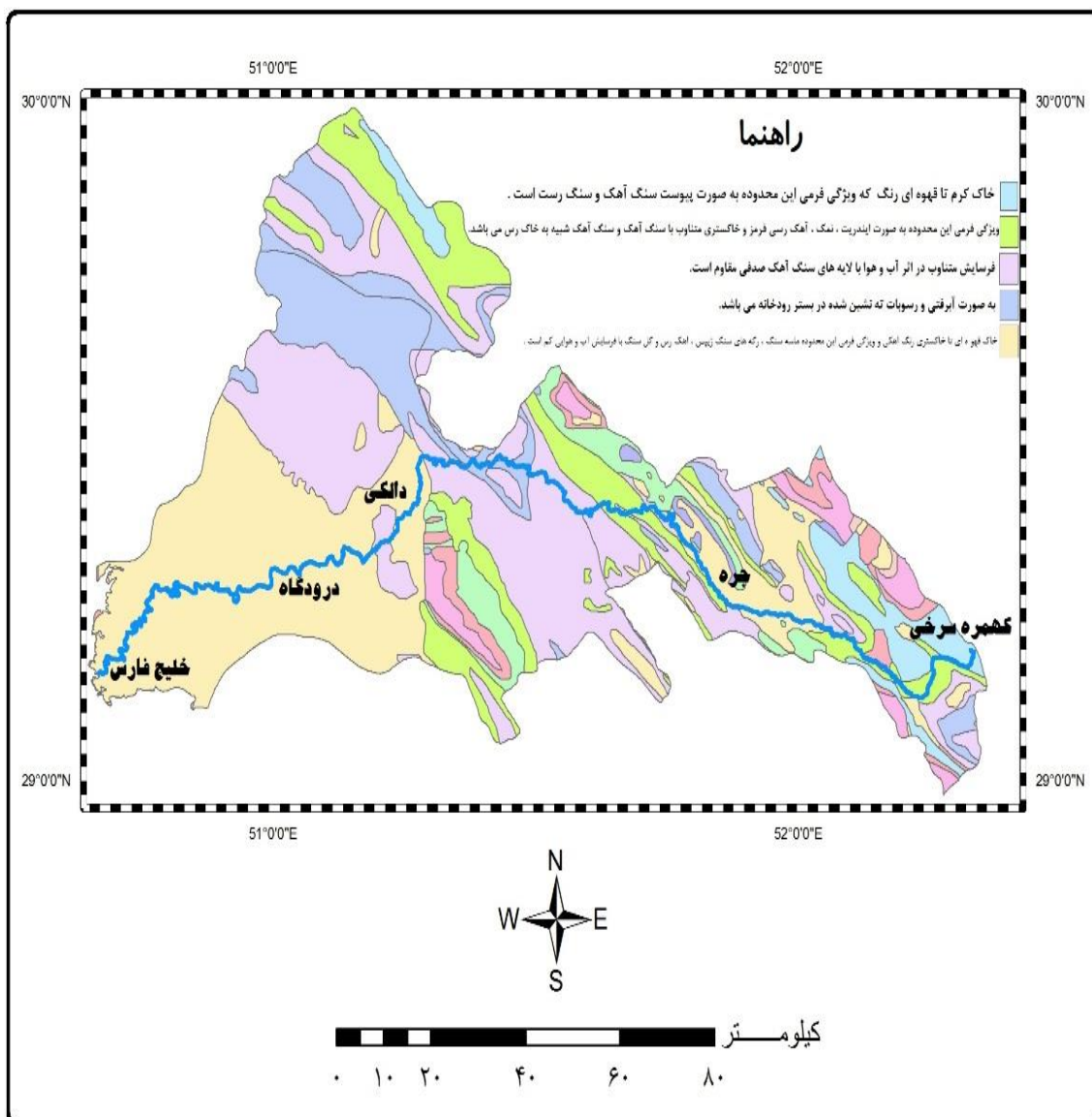
قسمت بنفش‌رنگ به صورت فرسایش متناوب در اثر آب‌وهوا با لایه‌های سنگ آهک صدفی مقاوم است.

#### نقشه زمین‌شناسی حوضه رودخانه دالکی

با توجه به نقشه زمین‌شناسی محدوده پژوهش و مسیر رودخانه دالکی براساس شکل (۶۹) جنس ذرات بستر رودخانه بررسی شد. جنس ذرات رودخانه دالکی به ۴ قسمت از نظر زمین‌شناسی تقسیم می‌شود: قسمت زردرنگ که در راهنمای نقشه هم مشخص است، خاک کرم تا قهوه‌ای‌رنگ دارد که ویژگی فرمی

قسمت سبزرنگ به صورت آبرفتی و رسوبات ته‌نشین شده در بستر رودخانه است.

قسمت قرمز رنگ خاک قهوه‌ای تا خاکستری رنگ آهکی دارد و ویژگی فرمی این محدوده ماسه سنگ، رگه‌های سنگ ژئیس، آهک رس و گل سنگ با فرسایش آب‌وهوایی کم است.



شکل ۶. جنس ذرات مسیر رودخانه دالکی

اریدی سول‌ها<sup>۲</sup> تشکیل می‌دهند. انتی سول‌ها، خاک‌هایی هستند که توسعه و تکامل کمی پیدا کرده‌اند و ویژگی‌های آنها نشان‌دهنده ویژگی‌های ماده مادری

نقشه خاک‌شناسی حوضه رودخانه دالکی

با توجه به نقشه خاک‌شناسی حوضه دالکی، خاک بخش وسیعی از منطقه را انتی سول‌ها<sup>۱</sup> و

<sup>2</sup> Aridisols

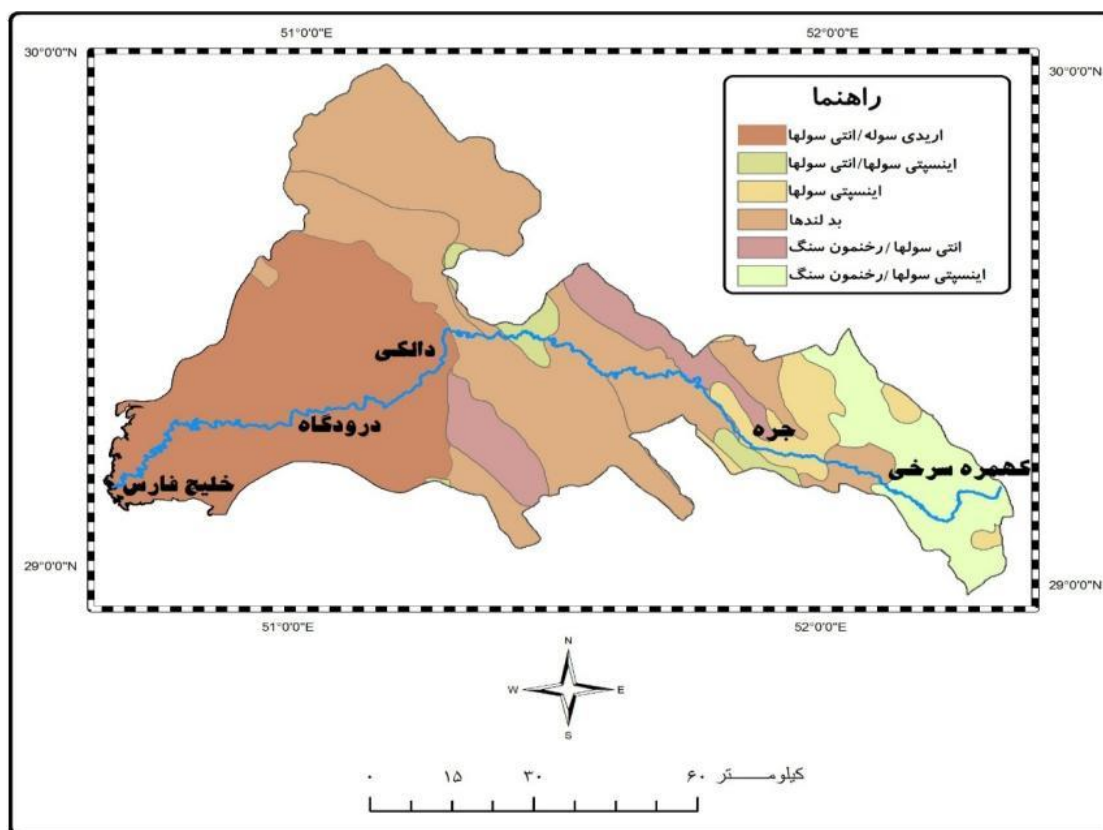
<sup>1</sup> Entisols



تحتانی در آنها ممکن است غنی از رس باشد که به‌صورت سیمانی تا غیرسیمانی به‌وسیلهٔ نمک‌ها و کربنات‌های ته‌نشست‌شده موجود است. شورشدن خاک و نمک‌زایی به‌صورت خطرناک هنگام آبیاری در کشاورزی در این خاک به وجود می‌آید. بسیاری از بیابان‌های واقعی به‌صورت غیرمسکونی رها شده است؛ اما حاشیهٔ آنها برای چرای دام‌ها کاربرد دارد.

آنهاست. این خاک‌ها مربوط به دشت‌های غرقابی و تپه‌های شنی‌اند که بر روی صخره‌های محکم و رسوبات شنی تشکیل می‌شوند و در بسیاری از محیط‌ها واقع شده‌اند.

اریدی‌سول‌ها، خاک‌های مناطق خشک و بیابانی است. این خاک به مقدار کافی باران دریافت نمی‌کند که به‌صورت عادی در آن کشاورزی انجام شود. خاک

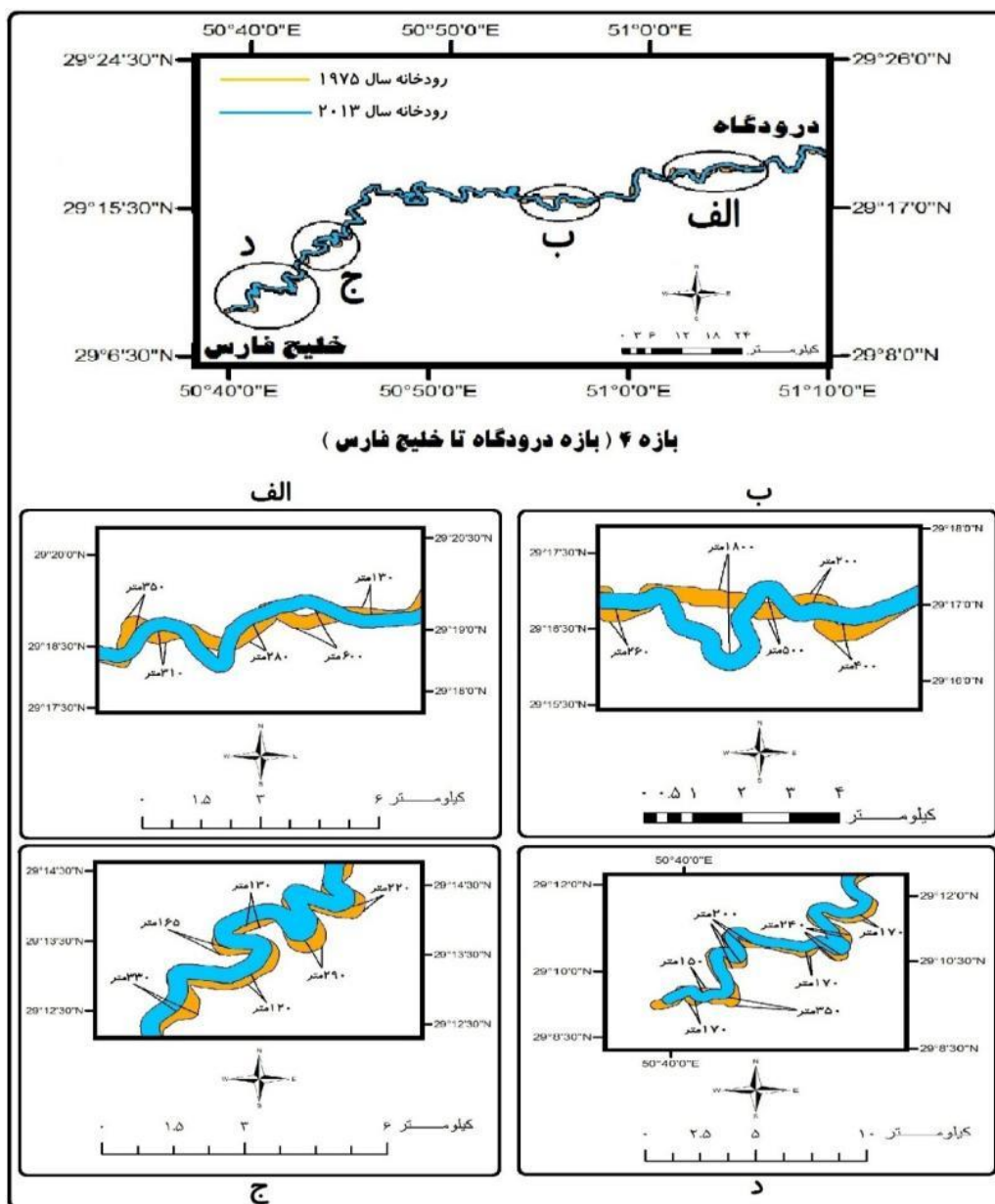


شکل ۷. نقشهٔ خاک‌شناسی حوضهٔ رودخانهٔ دالکی

بازهٔ کهمره سرخی تا جره (بازهٔ اول)، بازهٔ جره تا دالکی (بازهٔ دوم)، بازهٔ دالکی تا درودگاه (بازهٔ سوم) و بازهٔ درودگاه تا خلیج فارس (بازهٔ چهارم). در تمام بازه‌ها جابه‌جایی‌ها محاسبه و بیشترین جابه‌جایی‌ها در بازهٔ درودگاه تا خلیج فارس (بازهٔ چهارم) دیده شد.

محاسبهٔ جابه‌جایی مسیر رودخانهٔ دالکی به‌صورت بازه به بازه

رودخانهٔ دالکی در دورهٔ ۳۸ساله از سال ۱۹۷۵ تا سال ۲۰۱۳ میلادی جابه‌جایی‌هایی در مسیر خود داشته است. برای بررسی این جابه‌جایی‌ها، رودخانهٔ دالکی به ۴ بازه تقسیم شد که این بازه‌ها عبارت‌اند از:

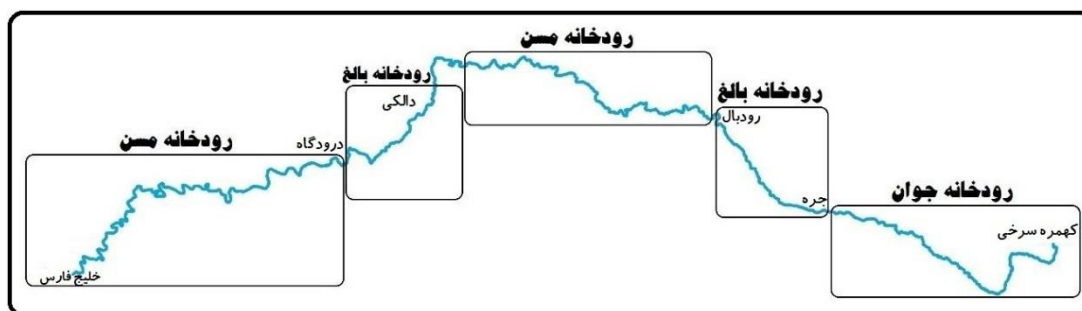


شکل ۸. میزان جابه‌جایی رودخانه دالکی در بازه ۴

### نتیجه‌گیری

شیب زیاد در سرچشمه و قسمت‌های بالادست رودخانه دالکی و جنس سازند قسمت‌های بالادست به شتاب گرفتن سرعت جریان و تعمیق ناوه رودخانه می‌انجامد و دره‌های عمیق V شکل تشکیل می‌شود که در آنها فرسایش قائم بیش از فرسایش افقی است و تغییر کناره‌ها نیز به‌کندی رخ می‌دهد که براساس روش

دیویس «رودخانه جوان» نام‌گذاری می‌شود؛ به همین صورت کاهش شیب، کاهش سرعت جریان و جنس ذرات مسیر رودخانه به کاهش عمق رودخانه و افزایش فرسایش کناره رودخانه (رودخانه بالغ) می‌انجامد و با کاهش شیب و افزایش پهنای کمربند پیچان‌رودها، رودخانه وارد دوران پیری می‌شود و عرض سیلاب دشت به علت فرسایش‌های جانبی افزایش می‌یابد.



شکل ۹. طبقه‌بندی رودخانه دالکی از نظر سن

تک‌جلد، چاپ ۱، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، معاونت آموزش و تحقیقات وزارت جهاد سازندگی.

حافظی مقدس، ناصر، سلوکی، حمیدرضا، جلیلود، رضا و رهنماری، جعفر، (۱۳۹۱). ژئومورفولوژی مهندسی رودخانه سیستان، زمین‌شناسی کاربردی، دوره ۸، شماره ۱، ۱-۱۸.

رجایی، عبدالحمید، (۱۳۷۳). ژئومورفولوژی کاربردی در برنامه‌ریزی محیطی، جلد ۱، چاپ ۱، تهران، نشر قومس.

رنگزن، کاظم، تولایی‌نژاد، محمد و پیراسته، سعید، (۱۳۸۱). مطالعه آثار مهاجرت رودخانه‌ها بر سازه‌های عمرانی جلگه خوزستان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، ششمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز، دوره ۱، شماره ۶.

علوی‌نژاد، سید نظام، (۱۳۸۳). آشکارسازی تغییرات ژئومورفولوژیکی و کاربری اراضی خور موسی (بندر امام خمینی ماهشهر) با استفاده از RS & GIS، رساله کارشناسی ارشد، نام و نام‌خانوادگی

با بررسی‌هایی که بر روی نقشه زمین‌شناسی، نقشه شیب، نقشه خاک‌شناسی و نقشه طبقه‌بندی حوضه رودخانه دالکی از نظر سن انجام شد، کاهش شیب، افزایش فرسایش کناری رودخانه، جنس خاک منطقه، رسوبات ته‌نشین‌شده در بستر رودخانه و جنس سازندهای مسیر رودخانه همگی دست به دست هم داده و باعث جابه‌جایی‌های زیاد و تغییرات ناگهانی مسیر رودخانه از سال ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۳ در دوره ۳۸ ساله شده است. در این بین با مقایسه و بررسی جابه‌جایی‌های مسیر رودخانه دالکی، بازه ۴ یعنی بازه درودگاه تا خلیج فارس به طول حدود ۹۱ کیلومتر دستخوش بیشترین جابه‌جایی‌ها در مسیر رودخانه دالکی نسبت به سایر بازه‌ها شده و میزان متوسط جابه‌جایی آن بین ۱۷۰ تا ۷۴۰ متر است.

#### منابع

آل یاسین، احمد، (۱۳۷۹). مهندسی رودخانه در رودخانه‌های دز و کارون، جلد ۱، چاپ ۱، تهران، وزارت نیرو، کمیته ملی سدهای بزرگ ایران.

تلوری، عبدالرسول، (۱۳۷۱). شناخت فرسایش کناری رودخانه‌ها در دشت‌های سیلابی،

- bar reach, *Geomorphology*, Vol 42, Pp 293-310.
- Briaud J.L., Chen H.C., and Park S., (2001). **Predicting Meander Migration: Evaluation of Some Existing Techniques**, Texas Transportation Institute Report No.2105-1 for Texas Department of Transportation, The Texas A&M University System, College Station, TX. Pp 320.
- Lagasse, P.F., Spitz, W.J., Zevenbergen, L.W., and ZachMann, D.W., (2004). **Handbook for Predicting Stream Meander Migration Using Aerial Photographs and Maps**, Report for National Cooperative Highway Research Program Project 24-16, Owen Ayres & Associates, Inc, Fort Collins, CO, p 111.
- Leopold, L.B., and G.M Wolman., (1957). **River Channel Patterns: Braided Meandering and Straight**, *Geol. Surv. Prof. Paper* 282: 39-85.
- Lunetta.r.s, Elvidge.c.d, (1999). **Remote sensing change detection environmental monitoring methods and applications**, Taylor & francis ltd, London.
- Przedwojski, et al., (1995). **River Training Techniques**. Balkema, Rotterdam, Brookfield.
- Schumm, S.A., (1984). **Channel Morphology. Symposium on River Meandering-June 1984**, Colorado State University, Fort Collins Colorado, Vol 1, Pp 250-260.
- Tiron, L. J, et.al, (2009). **Flow and Sediment Processes in a Cutoff Meander of the Danube Delta during Episodic Flooding**, *Geomorphology*, Volume 106, Issues 3-4 , Pp 186-197.
- استاد راهنما: قنوتی، عزت‌الله، دانشگاه تربیت معلم تهران، گروه جغرافیا.
- مرشدی، جعفر، (۱۳۸۸). **آشکارسازی و تعیین تغییرات مسیر رودخانه کارون با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، منطق فازی و GIS**، رساله دکتری، نام و نام‌خانوادگی استاد راهنما: علوی‌پناه، سید کاظم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه جغرافیا.
- نوحه‌گر، احمد و یمانی، مجتبی، (۱۳۸۴). **بررسی ژئومورفولوژیکی پیچان‌رود و نقش آن در فرسایش رود میناب، پژوهش‌های جغرافیایی، دوره ۳۷، شماره ۲، ۸۴-۶۵**.
- یمانی، مجتبی، علمی‌زاده، هیوا، مقصودی، مهران، مقیمی، ابراهیم و نوحه‌گر، احمد، (۱۳۸۹). **بررسی تغییرات پیچان‌رودی و ناپایداری بستر رودخانه در جلگه شمالی تنگه هرمز، علوم انسانی برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره ۱۴، شماره ۳، ۲۱۵-۲۳۲**.
- Barry Yang Ch, et, al., (2007). **Dctive deformation Front Delineated by Drainage Pattern Analysis and Vertical Movement Rates**, *Journal of Asian Earth Sciences*, Volume 31, Issue 3, Pp 251-264.
- Bartholdy, j., and Billi, p., (2002). **Morph dynamics of a pseudo meandering gravel**

