Research Paper

Analysis of Factors Affecting the Changes in the Geometric Shapes of the Kor River With Emphasis on Hydraulic and Morphological Factors, Case Study: The Distance Between Abbasabad Bridge and Dorodzan Dam

Abouzar Niknam[1*], Gholamreza Khosravi[2], Ahmad Nohegar[3], Arshak HoliSaz[4]
1. M.Sc. of Watershed Management Science and Engineering, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran
2. Ph.D. in Watershed Management Science and Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
3. Professor, Faculty of Environment, Department of Environmental Planning, Management and Education, University of Tehran, Tehran, Iran
4. Assistant Professor, Department of Watershed Management Science and Engineering, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran

Received: 2014/07/28
Revised: 2015/01/02
Accepted: 2016/05/15

Use your device to scan and read the article online

DOI:
10.30495/wej.2021.3567.1185

Keywords:
Geometric parameters, morphological changes, Kor River, GIS, remote sensing

Abstract

Introduction: Extraction of morphological parameters is the first step in order to prevent erosion of walls and destruction of river coastal lands, destruction of bridges and transmission lines, and flood control. This study aims to investigate and analyze the factors affecting the geometric shape changes are the changes of the meandering rivers.

Materials and Methods: In this study, by comparing the river route on satellite images in 2000 and 2014 and topographic maps in 2003 and Google inherited images in 2014, geometric parameters were determined in terms of stability. The effect of Mulla Sadra Dam construction on the river morphology was analyzed after establishing a logical relationship among all variables. Finally, river changes in the study area were determined using satellite images and topographic maps.

Findings and Conclusion: The movement of the river w intense, and the river transforms a wig pattern into a meander, which is accompanied by the cutting and development of the curvature of the meanders, which indicates that the river has changed from a sinusoidal and torsional state to a developed and severe inverter. Before the Mulla Sadra Dam construction, the sinusoidal rate was low and increased the frequency of the direct pattern, but after the construction of the dam, the sinusoidal rate increased, which led to the meandering state of the river.

Citation: Niknam A, Khosravi GH, Nohegar A, Holisaz A. Analysis of Factors Affecting the Changes in the Geometric Shapes of the Kor River With Emphasis on Hydraulic and Morphological Factors, Case Study: The Distance Between Abbasabad Bridge and Dorodzan Dam. Water Resources Engineering Journal. 2021; 14(49): 84- 94

***Corresponding author:**
Address:
Tell:
Email:

Extended Abstract

Introduction

Rivers, under the influence of various factors such as the geology of the area, the characteristics of alluvial formations, the hydrological characteristics of the upstream catchment, the structures in it, and the stream's hydraulic conditions have dynamic morphological characteristics behavior. Therefore, dealing with it must be fully aware and based on specific rules because any change, however local, in the structure of the river will cause a series of new developments in the broader area. Consequently, it is necessary to thoroughly study the morphology of the studied river before taking any action. Extraction of morphological parameters is the first step in order to prevent erosion of walls and destruction of riverine, coastal lands and violation of property, prevention of damages caused by river advance to roads, destruction of bridges and power transmission lines, prevention of destruction of water utilization facilities and Rivers and filling the dam reservoir, flood control and reducing life hazards and flooding of alluvial plain lands, preventing the intermittent destruction of local protection of the river wall and improving and beautifying the river in urban areas. This study aims to investigate and analyze the factors affecting the geometric shape changes in the meandering rivers' changes.

Methods

In this study, first, geometric parameters (from the criteria of curvature coefficient, central angle and relative radius of meanders, and river discharge data) were determined using 1:2000 topographic maps in 2003 by the Civil Engineering and Development Consulting Engineers Company and Google Earth Images in 2014. Is) and finally, using Landsat images of 2000 and 2014, the river trend during these years was defined. To obtain the geometric parameters of the Kor River in the study period, first, the topographic maps of the Kor River were entered into a GIS in 2003 and converted to a CAD file, and then entered the AutoCAD software, and the geometric parameters of the river were obtained; that was done by touching circles on the bends of the river. After being a digital platform for Google Earth images, they entered GIS format in kml format, and after converting it to Cad format, they entered the Auto Cad environment, and geometric parameters were measured on it and compared with the geometric parameters obtained from 2003. Finally, the river trend was examined using Landsat images. The whole field visit period was performed, also at some points, the bed sediment was sampled, and samples were taken from the inlet, center, and outlet of the studied period. After establishing a logical relationship between all variables, the effect of the construction of Mulla Sadra Dam on the morphology of the river was analyzed. In these studies, after conducting initial visits and surveys, the primary studies required to determine the morphology of the river in the present conditions and determine the required maps are performed. The results of the studies will lead to the presentation of biotechnical and structural plans to strengthen and stabilize the river walls and prevent the destruction of agricultural lands.

Findings

By comparing the relative radii of river arches, it is observed that in 2003, the relative radius of the bends of the Kor River is more than the relative radius of the bends of the river in 2014. Due to the relative radius of the study period in recent years, it is observed that most of the study period length has a pattern of expansion. In this situation, the movement of the river bends is mainly in the lateral direction. By comparing the central angle in 2003 and 2014, it can be seen that in most of the river arches during 2014, the central angle has increased compared to 2003. As it is clear, in 2003, we have two more bends than in 2014, which shows that the river is more winding than in 2014. Using two Landsat satellite images in 2000 and 2014, it was found that in 2000, the study area had an arc, which in 2014 was removed entirely, and the river became a straight line. By comparing the curvature coefficient and curves of the river in recent

years, it is observed that the curvature coefficient decreases over time, and this indicates that the river has changed from sinusoidal and torsion to developed and severe inverter. The curvature coefficient had increased from 2.53 in 2003 to 2.12 in 2014. According to the movement and change of the river direction between 2003 and 2014, it can be said that in the mazes of the river, the state of development and expansion of the width and length of the arches can be seen. The river has changed from wavy to meandering on its way. The study of flow sinusitis also shows that before the construction of Mulla Sadra Dam, the sinusoidal rate was low and increased the frequency of the direct pattern, but after the construction of the dam, the sinusoidal rate increased, which led to the meandering state of the river.

Discussion

By studying the flood discharges of the river in different years, we find that when the river has a regular flow (base discharge), the floodplain is not affected by the river flow, except when farmers enter and occupy the river to irrigate their agricultural lands. When a flood occurs in the river, the water level exceeds the main section of the river and enters the surrounding floodplains. Under these conditions, due to the difference between the roughness of the floodplain and the main canal, the flow velocity on the plain flood is much lower than the velocity in the main canal. Therefore this velocity difference also creates shear layers at the junction of the main canal, and the plain flood at the interval creates relatively large disturbances. The grain size distribution of Ker river bed materials in the study period shows that at the inlet of the river, the studied area mainly has coarser materials than other parts of the study period, and the reason can be due to the high flow strength in this area. The department evaluated for washing small materials and leaving large materials.

Conclusion

In this paper, the use of different methods to understand the morphology of the river increases our accuracy. According to the measurement of the geometric parameters of the studied area of the Kor River, it could be seen that the river has become more winding in recent years, and over time, the river arches have developed over past years. Comparing the curvature coefficient and curves of the river in recent years showed that the curvature coefficient decreases over time, indicating that the river has changed from sinusoidal and torsion to developed and severe inverter. The study of flow sinusitis also shows that before the construction of Mulla Sadra Dam, the sinusoidal rate was low and increased the frequency of the direct pattern, but after the dam construction, the sinusoidal rate increased, which led to the meandering state of the river. From the study of satellite images, it is expected that the river will erode its bed in the second bend of the river and become direct in the coming years. One of the areas with a risk of slipping and falling wall is the concave shore section, the center of the first bend of the study interval. In this area, direct protection methods can be applied to prevent the destruction and rupture of the wall and the scouring of the claw.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The costs of the present study were covered by the first and second authors of the article.

Funding

Abouzar Niknam

Authors' contributions

Design and conceptualization:
Abouzar Niknam
Methodology and data analysis:
Golamreza khosravi
Supervision and final writing:
Abouzar Niknam

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

تحلیل عوامل تأثیرگذار بر تغییرات شکل هندسی رودخانه کر با تاکید بر عوامل هیدرولیکی و مورفولوژیکی، مطالعه موردی: حدفاصل بین پل عباس آباد و سد درودزن

ابوذر نیکنام[1*]، غلامرضا خسروی [2]، احمد نوحه گر[3]، ارشک حلی ساز [4]
۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
۲. دانش آموخته دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۳. استاد دانشکده محیط زیست، گروه برنامه ریزی، مدیریت و آموزش محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۴. استادیار گروه علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۰۶
تاریخ داوری: ۱۳۹۳/۱۰/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۲۶

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

DOI: 10.30495/wej.2021.3567.1185

واژه‌های کلیدی:
پارامترهای هندسی، تغییرات مورفولوژیکی، رودخانه کر، GIS، سنجش از دور

چکیده

هدف: هدف از این پژوهش بررسی و تحلیل عوامل تأثیرگذار بر تغییرات شکل هندسی رودخانه کر با تاکید بر عوامل هیدرولیکی و مورفولوژیکی و نحوه تغییرات پیچان‌رودهای در حدفاصل بین پل عباس آباد و سد درودزن می باشد.

روش: در این پژوهش نوع بازه از لحاظ پایداری با مقایسه مسیر رودخانه بر روی تصاویر ماهواره ای سال ۱۳۷۹ و ۱۳۹۳ و نقشه های توپوگرافی سال ۱۳۸۲ و تصاویر گوگل ارثی سال ۹۳، پارامترهای هندسی و فراوانی آنها تعیین شد. پس از ایجاد ارتباط منطقی بین تمام متغیرها، چگونگی تاثیر احداث سد ملاصدرا روی مورفولوژی رودخانه مورد تحلیل قرار گرفت. در آخر روند تغییرات رودخانه در محدوده مورد مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره ای و نقشه های توپوگرافی مشخص شد.

بحث و نتیجه گیری: یافته‌های پژوهش نشان دادند که رودخانه کر در بازه مورد نظر بسیار حساس بوده و تغییرات زیادی در فواصل کم زمانی دارد. در خصوص جابه جایی و تغییر مسیر رودخانه می توان گفت که در پیچ و خم های رودخانه حالت توسعه یافتگی و گسترش پهنا و طول قوس ها دیده می‌شود. جابه‌جایی رودخانه شدید بوده و رودخانه تبدیل الگوی گیسویی به مئاندری را می‌گذراند که همراه با قطع شدگی و توسعه ی انحنای مئاندرهاست. همچنین در سال ۷۹ قوس بزرگی داشته‌ایم که این قوس در سال ۹۳ به صورت یک خط مستقیم درآمده است. به طوری که ضریب خمیدگی رودخانه در طی این سال‌ها کاهش یافته است و این امر نشان از تبدیل‌شدن رودخانه از حالت سینوسی و پیچان‌رودی به پیچان‌رودی توسعه‌یافته و شدید می‌باشد. بررسی سینوزیته جریان نیز حاکی از این است که قبل از احداث سد ملاصدرا میزان سینوزیته پایین بوده و باعث افزایش فراوانی الگوی مستقیم شده است اما بعد از احداث سد میزان سینوزیته افزایش داشته که منجر به ایجاد حالت مئاندری رودخانه شده است.

* **نویسنده مسئول:** ابوذر نیکنام
نشانی: دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.
تلفن: ۰۹۱۷۸۳۴۲۵۹۳
پست الکترونیکی: abuzarniknam@yahoo.com

مقدمه

رودخانه ها، تحت تأثیرعوامل مختلفی نظیر زمین شناسی منطقه خصوصیات تشکیلات آبرفتی، مشخصات هیدرولوژیکی حوضه آبریز بالادست آن، سازه های موجود در آن و شرایط هیدرولیکی جریان دارای رفتار مورفولوژیکی پویا می باشد. از این رو برخورد با آن باید کاملاً آگاهانه و مبتنی بر قواعد خاص حاکم بر آن باشد چرا که هرگونه تغییر، هر چند موضعی، در ساختار رودخانه موجب بروز سلسله تحولات جدید در محدوده گسترده تری از آن خواهد شد. بنابراین لازم است قبل از اعمال هر نوع اقدامی، مورفولوژی رودخانه مورد مطالعه کاملاً بررسی گردد(۳). ضرورت این تحقیق بشرح زیر خلاصه می‌گردد.

جلوگیری از فرسایش دیواره‌ها و تخریب اراضی ساحلی رودخانه و نقض مالکیت‌ها، جلوگیری از خسارات ناشی از پیشروی رودخانه به سمت راه‌ها، تخریب پل‌ها و خطوط انتقال نیرو، ممانعت از تخریب تاسیسات آبی و شبکه بهره‌برداری از رودخانه‌ها و پر شدن مخزن سد، کنترل سیلاب و کاهش خطرات جانی و سیل‌گرفتگی اراضی دشت آبرفتی رودخانه، جلوگیری از تخریب متناوب حفاظت‌های موضعی دیواره رودخانه و بهسازی رودخانه و زیباسازی آن در محدوده‌های شهری .

استخراج پارامترهای ریخت‌شناسی اولین گام به منظور انجام این نوع از مطالعات می‌باشد. لذا باید با توجه به کم و کیف اطلاعات موجود، پارامترهای مورد نظر انتخاب و هدف نهایی از تجزیه و تحلیل این پارامترها مشخص شود. بدین منظور جهت بررسی ریخت‌شناسی رودخانه مورد مطالعه سعی گردیده است تا پارامترهایی چون مؤلفه های خم و چم، شیب و عرض تعیین شوند و سپس با استفاده از پارامترهای ذکر شده رودخانه مورد مطالعه از نظر ریخت شناسی تقسیم بندی و روند تغییرات آن در طول مکان و زمان بررسی گردد (۶).

مرید(۱۳۸۳)، به بررسی تغییرات رودخانه کارون براساس ۴ سری تصویر ماهواره ای Land Sat و IRS پرداخت. نتایج وی نشان داده است که خصوصیات قوس‌ها در حال تغییر بوده است و تراکم و اندازه انحنای قوس‌ها به سمت پایین‌دست جابه‌جا شده است (۹).

غریب‌رضا و معصومی (۱۳۸۵)، در بررسی مورفولوژی رودخانه زهره و تغییرات آن در جلگه ساحلی هندیجان در طی یک دروه ۳۵ ساله نتیجه گیری کردند که در طی دوره مورد مطالعه تعداد ماندر از ۴۳ عدد در ابتدای دوره به ۴۸ عدد افزایش پیدا کرده است در حالیکه ضریب خمیدگی رودخانه از ۳/۵۹ به ۳/۰۶ کاهش یافته است (۷).

مقصودی و همکاران (۱۳۸۹)، در پژوهش خود مورفولوژی بازه‌ای از رودخانه خرم‌آباد در استان لرستان از روستای چغاخندق تا روستای غلامان سفلی با استفاده از عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۴ به طول ۱۹ کیلومتر بررسی کردند. نتایج مطالعه این پارامترها و مقایسه آن‌ها در سه بازه زمانی مورد بررسی نشان می‌دهد در این محدوده تعداد ۱۷پیچان‌رود از سال ۱۳۳۴ تا سال ۱۳۷۷ حذف‌شده و تعداد پیچان‌رودها از سال ۱۳۷۷ تا سال ۱۳۸۴ از ۵۱ به ۵۳ افزایش‌یافته است. مقادیر پارامترهای هندسی به‌دست‌آمده در سه دوره نیز تغییرات شکل و پلان رودخانه را نشان می‌دهد. اصلی‌ترین دلیل این تغییرات، تغییر کاربری اراضی اطراف رودخانه و به‌طورکلی دخل و تصرف انسان در بستر رودخانه است (۸).

بغدادی و همکاران (۱۳۹۰)، به بررسی تغییرات ریخت‌شناسی و ممیزی مناطق آسیب پذیر در رودخانه ماندری سرباز پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در مطالعات تعیین حد بستر و حریم رودخانه توجه به بازه های بحرانی و فرسایش پذیر از دیدگاه ریخت‌شناسی و تدقیق آنها با بازدیدهای میدانی امری ضروری می باشد (۲).

جعفر بیگلو و همکارن(۱۳۹۱)، به بررسی تغییرات بستر و ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی رودخانه‌ی گیلان غرب در سال‌های ۱۳۴۴ تا ۱۳۸۱ پرداختند و به این نتیجه رسیدند که به دلیل شدت فعالیت‌های نوزمین–ساختی، میزان تغییرات رخ داده در رودخانه طی دوره زمانی ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۱ شدیدتر از دوره زمانی ۱۳۴۴ تا ۱۳۶۵ بوده است و این امر توسط جابه‌جایی رخ داده در این دوره و همچنین مقدار کمی شاخص‌های ژئوموفولوژیک و تفسیر نیمرخ طولی رودخانه تایید می‌شود. الگوی رودخانه در قسمت‌های کم‌شیب‌تر از نوع مئاندری و در مناطق پرشیب‌تر از نوع شریانی است (۴).

اصغری سراسکانرود (۱۳۹۲) به مطالعه الگوهای متفاوت رودخانه شهر چای ارومیه با استفاده از معیارهای ضریب خمیدگی، زاویه مرکزی پیچان‌ها و داده‌های دبی رودخانه در بازه زمانی بلند مدت برای بررسی شکل هندسی رودخانه پرداخت و به این نتیجه رسد که برای بررسی دلیل پیچان–رودی یک منطقه باید مورفولوژی منطقه و عوامل موثر در تغییر الگو مورد توجه قرار بگیرد. هم چنین رودخانه شهر چای یک رودخانه مئاندری بوده و نحوه‌ی شکل‌گیری پیچان‌ها در بازه کوهستانی و بازه ساحلی با یکدیگر متفاوت می باشد. در بازه ساحلی به خاطر مورفولوژی منطقه آزادی عمل رودخانه بیشتر بوده ولی در بازه کوهستانی رودخانه توسط دره محاط گشته و آزادی عمل رودخانه محدود می‌باشد (۱).

ساندرا (۲۰۰۰) در بررسی خود، تغییرات کانال رودخانه‌های Tay و Tummel را در اسکاتلند در شرایط کوتاه و میان‌مدت با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی بررسی کرد و نتیجه گرفت در شرایط میان‌مدت میانگین عرض کانال رودخانه‌ها، و در شرایط کوتاه‌مدت روند تغییر شکل رودخانه‌ها کاهش‌یافته است (۱۱).

چو و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی افزایش تغییرات الگوی رودخانه‌ی هوانگ هو در قسمت دلتایی در چین با استفاده از تصاویر سنجش‌ازدور نتیجه گرفتند که در دوره‌ی زمانی ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۰ میلادی بیش‌ترین فرسایش در بالای دماغه‌ی Diaokou و Shenxiangou رخ‌داده و به‌طرف خط ساحلی حدود ۴/۵– تا ۷– متر عقب‌نشینی داشته است (۱۰).

اهداف پژوهش

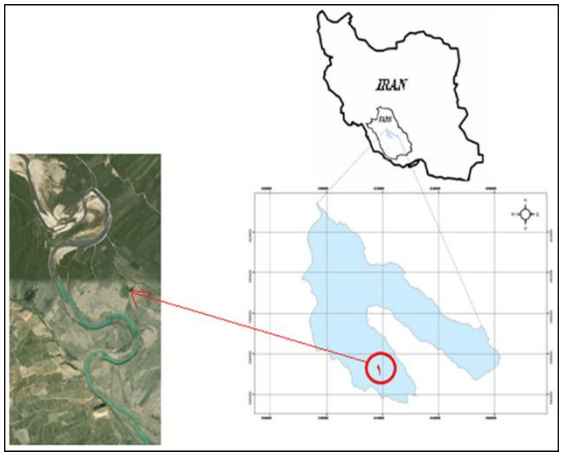
۱. بررسی و تحلیل عوامل تأثیرگذار بر تغییرات شکل هندسی

۲. بررسی و تحلیل تغییرات پیچان‌رودها.

روش تحقیق

محدوده مورد مطالعه

رودخانه کر در جهت عمومی شمال غربی استان فارس به سمت جنوب شرقی بین ارتفاعات سلسله جبال زاگرس از رودخانه اوجان امتداد یافته و پس از الحاق با شعباتی به دریاچه سد درودزن وارد می‌شود. منطقه‌ی مورد مطالعه قسمتی ازرودخانه کر حدفاصل پل عباس و سد درودزن شهرستان کامفیروز، استان فارس است. موقعیت این بازه بین مختصات جغرافیایی ´18.183 °052 تا ´18.215 °052 طول شرقی و ´17.189 °30تا ´16.201 °30عرض شمالی قرار گرفته است. طول بازه حدود ۴/۵ کیلومتر و تراز توپوگرافی ابتدا و انتهای بازه به ترتیب در حدود 1696 و 1691 متر از سطح دریا می باشد. این منطقه در شمال غرب شیراز، در فاصله ۹۵ کیلومتری شیراز و ۶۵ کیلومتری غرب شهرستان مرودشت واقع شده است (شکل۱).

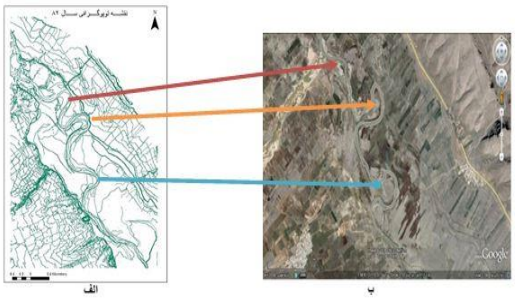


شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز سد درودزن در ایران و محدوده مورد مطالعه

در این تحقیق ابتدا با استفاده از نقشه های توپوگرافی۱:۲۰۰۰ برداشت شده در سال۸۲ (شکل۳- الف) توسط شرکت مهندسین مشاور عمران و توسعه و تصاویر گوگل ارث سال ۹۳ (شکل۳- ب)، پارامترهای هندسی (از معیارهای ضریب خمیدگی، زاویه مرکزی و شعاع نسبی پیچان‌ها و داده‌های دبی رودخانه استفاده شده است) و در آخر با استفاده از تصاویر لندست سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ نیز روند رودخانه در طی این سالها مشخص شد. برای بدست آوردن پارامترهای هندسی رودخانه کر در بازه مورد مطالعه، ابتدا نقشه های توپوگرافی سال ۱۳۸۲ رودخانه کر وارد GIS شد و تبدیل به فایل Cad شدند و سپس وارد نرم افزار اتوکد شده و پارامترهای هندسی رودخانه بدست آمد، که این کار با مماس کردن دایره هایی بر خم های رودخانه انجام شد. برای تصاویر گوگل ارث نیز پس از آنکه بستر رقومی شد به فرمت kml وارد GIS شده و پس از تبدیل شدن به فرمت Cad در محیط Auto Cad وارد شدند و پارامترهای هندسی بر روی آن اندازه‌گیری شد و با پارامترهای هندسی بدست آمده از سال ۸۲ مقایسه شدند. در آخر روند رودخانه با استفاده از تصاویر لندست بررسی شد.

از کل بازه بازدید میدانی به عمل آمد، همچنین در مقاطعی به نمونه‌برداری رسوب بستر پرداخته شد و نمونه هایی از ورودی، مرکز و خروجی بازه مورد مطالعه برداشته شد.

شکل ۲- نمونه برداری رسوب در بازه مورد مطالعه



شکل نقشه توپوگرافی سال ۸۲(الف) و تصویر گوگل ارث سال ۹۳ (ب).

در این مطالعات پس از انجام بازدیدها و بررسی‌های اولیه، مطالعات پایه مورد نیاز در جهت تعیین مورفولوژی رودخانه در شرایط حاضر و تعیین نقشه های مورد نیاز انجام می‌گردد. نتایج مطالعات انجام شده منجر به ارائه طرحهای بیوتکنیک و سازه ای در جهت تحکیم و تثبیت دیواره‌های رودخانه و جلوگیری از تخریب زمینهای کشاورزی خواهد شد.

همان گونه که از شکل ۳ (الف و ب) نمایان است، در نقشه توپوگرافی سال ۸۲ یک قوس وجود دارد(جهت حرکت از بالادست رودخانه به سمت پایین دست) که در تصویر گوگل ارثی سال ۹۳ این قوس حذف شده و رودخانه در این قسمت به صورت مستقیم در آمده است و در قوس دوم و سوم همچنان پابرجاست اما تغییرات زیادی در این فاصله ۱۰ ساله روی این دو قوس صورت گرفته است که نشان از حساسیت زیاد این رودخانه می‌باشد.

پارامترهای هندسی:

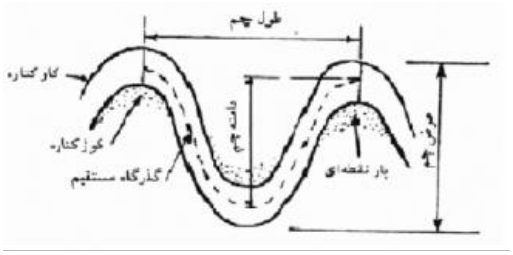
شعاع نسبی: شعاع نسبی از جمله معیارهای مهم در بررسی‌های ریخت-شناسی رودخانه می باشد که عبارت است از نسبت شعاع دایره محاط بر قوس(خم) به عرض رودخانه. با مشخص شدن شعاع نسبی خم‌های یک رودخانه در طول بازه مورد نظر و تعیین فراوانی و درصدبندی انواع خم‌ها، نوع غالب خم‌های رودخانه بدست می‌آید که بسته به شعاع نسبی رودخانه می‌توان پایداری و توزیع تنش برشی رودخانه را تعیین نمود.

زاویه مرکزی خم:

زاویه مرکزی عبارت‌است از زاویه بین دو شعاع متصل به نقاط عطف در دو خم متوالی. این زاویه میزان توسعه پیچان‌رودی رودخانه را نشان می دهد.

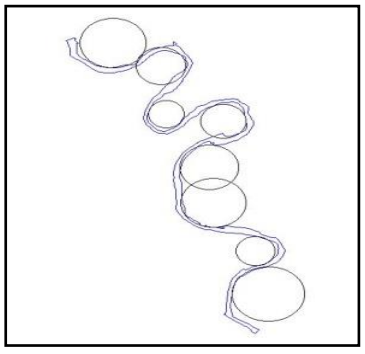
ضریب خمیدگی:

این عامل نشان دهنده نسبت طول خط محور رودخانه به طول دره یا طول خم می‌باشد و میزان تکامل خم را نشان می‌دهد (شکل۴). ضریب خمیدگی بیانگر پیچشی بودن رودخانه است. بر اساس معیار ولفرت (H.P.Wolfert) در مورد تقسیم‌بندی رودخانه‌ها بر حسب میزان ضریب خمیدگی، چهار نوع رودخانه شامل مستقیم، سینوسی، پیچان–رودی و پیچان‌رودی شدید معرفی شده است(۵).



شکل٤- نمای شماتیک یک چم رودخانه.

پارامترهای هندسی رودخانه در سال ۱۳۸۲ به صورت زیر بدست آمده است:



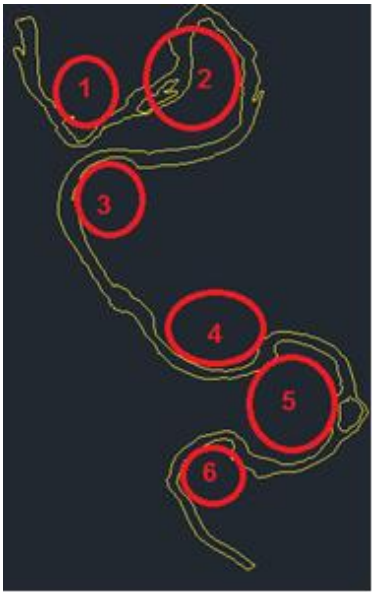
شکل ۵- شماره خم های محدوده مورد مطالعه در سال ۸۲ .

جدول۱- پارامترهای هندسی رودخانه کر در سال ۱۳۸۲(شماره خم از بالا به سمت پایین).

زاویه مرکزی(درجه)	شعاع نسبی	عرض رودخانه(متر)	شعاع دایره(متر)	شماره خم
۱۵۰	۴/۵۶	۴۵/۶۴	۲۰۸/۳۹	۱
۱۲۰	۶/۰۱	۲۶/۰۱	۱۵۶/۶۰	۲
۲۲۵	۴/۶۹	۲۴/۱۸	۱۱۳/۴۹	۳
۲۷۰	۴/۲۱	۳۴/۰۵	۱۴۳/۶۵	۴
۲۳۰	۴/۶۸	۳۹/۸۶	۱۸۶/۹۱	۵
۲۳۰	۵/۵۶	۳۶/۹۰	۲۰۵/۰۴	۶
۱۲۰	۲/۹۱	۴۲/۵۵	۱۲۴/۱۸	۷
۱۲۰	۹/۲۳	۲۴/۸۴	۲۲۹/۴۶	۸

$$\text{ضریب خمیدگی} = \frac{\text{طول دره}}{\text{طول چم}} = 1516.5529 / 597.3401 = 2.53$$

پارامترهای هندسی رودخانه در سال ۹۳ به صورت زیر بدست آمده است:



شکل ٦- شماره خم های محدوده مورد مطالعه در سال ۹۳

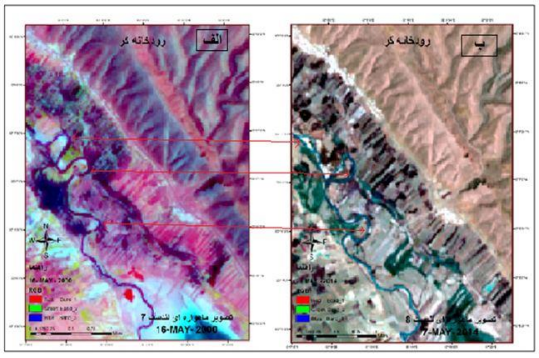
جدول۲- پارامترهای هندسی رودخانه کر در سال ۱۳۹۳ (شماره خم از بالا به سمت پایین)

زاویه مرکزی(درجه)	شعاع نسبی	عرض رودخانه(متر)	شعاع دایره(متر)	شماره خم
۱۵۵	۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۱
۲۵۱	۱/۸	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۹	۲
۱۶۰	۳/۲۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱۳	۳
۱۵۱	۵	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۵	۴
۱۲۲	۵	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۱۵	۵
۱۷۳	۳/۶۶	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۱	۶

$$\text{ضریب خمیدگی} = \frac{\text{دره طول}}{\text{چم طول}} = 0.0229 / 0.0108 = 2.12$$

نتایج و بحث

با بررسی دبی‌های سیلابی رودخانه در سال‌های مختلف متوجه می‌شویم که، وقتی رودخانه دارای جریان عادی باشد (دبی پایه) سیلاب‌دشت تحت تأثیر جریان رودخانه نمی‌باشد مگر مواقعی که کشاورزان برای آبیاری زمین‌های کشاورزی خود در محدوده رودخانه دخل و تصرف می‌کنند. در هنگام بروز سیلاب در رودخانه، سطح آب از مقطع اصلی رودخانه فراتر رفته و وارد دشت‌های سیلابی اطراف آن می‌شود. در این شرایط، به دلیل تفاوت بین زبری سیلابدشت و کانال اصلی، سرعت جریان بر روی سیلاب‌دشت بسیار کمتر از سرعت در کانال اصلی بوده و لذا این اختلاف سرعت نیز باعث ایجاد لایه‌های برشی در محل اتصال جریان کانال اصلی و سیلاب‌دشت در ورودی بازه شده و آشفتگی‌های نسبتاً بزرگی را ایجاد می‌کند. توزیع دانه بندی مصالح بستر رودخانه کر در بازه مورد مطالعه نشان می‌دهد که در ورودی پیچان رود بازه مورد مطالعه عمدتا دارای مصالح درشت دانه‌تری نسبت به بقیه قسمت‌های بازه مورد مطالعه می‌باشند و علت آن را می‌توان به قدرت بالای جریان در این قسمت برای شستن مصالح ریز و به جا ماندن مصالح درشت ارزیابی نمود. با آنالیز تصاویر ماهواره‌ای در سری زمانی مختلف متوجه می‌شویم که در بالادست بازه موردمطالعه و قبل از پیچان‌رود اول یک قسمت پیچان‌رودی بوده که در حال حاضری به‌صورت مستقیم درآمده است. این امر نشان از پیچ‌وخم دار بودن بیشتر رودخانه در سال‌های قبل است که به‌مرور زمان در سال‌های آینده به‌صورت مستقیم درآمده است. براساس تقسیم‌بندی کورنیس(۱۹۸۰)، ۵۰ درصد فراوانی قوس‌های رودخانه در سال۱۳۸۲ به شکل رودخانه پیچان‌رود توسعه یافته و ۵۰ درصد به شکل رودخانه پیچان‌رود خیلی توسعه یافته می‌باشند و درسال ۱۳۹۳، ۳۳/۳ درصد فراوانی قوس های رودخانه به صورت رودخانه پیچان‌رود توسعه یافته و ۶۶/۷ درصد فراوانی قوس‌های رودخانه به شکل رودخانه پیچان رود خیلی توسعه یافته می‌باشند. با مقایسه ضریب خمیدگی و قوس‌های رودخانه در سال‌های اخیر مشاهده می‌شود ضریب خمیدگی به‌مرورزمان کاهش یافته است. این امر نشان از تبدیل‌شدن رودخانه از حالت سینوسی و پیچان‌رودی به پیچان‌رودی توسعه‌یافته و شدید و می‌باشد. با مقایسه شعاع نسبی قوس های رودخانه در سالهای ۸۲ و ۹۳ مشاهده می شود که در سال ۸۲ شعاع نسبی خم های رودخانه کر بیشتر از شاع نسبی خم های رودخانه در سال ۹۳ می باشد. با توجه به شعاع نسبی بازه مورد مطالعه در طی سالیان اخیر مشاهده می شود که بیشتر طول بازه مطالعاتی دارای الگوی گسترش می‌باشد. در این وضعیت، حرکت خم‌های رودخانه عمدتاً در جهت جانبی می‌باشد. با مقایسه زاویه مرکزی در دو سال ۸۲ و ۹۳ مشاهده می‌شود که در بیشتر قوس‌های رودخانه در طی سال ۹۳ زاویه مرکزی نسبت به سال۸۲ افزایش پیدا کرده است. همان طور که واضح است در سال ۸۲ ما دارای دو خم بیشتر نسبت به سال ۹۳ می باشیم که نشان از پیچ و خم دار بودن بیشتر رودخانه نسبت به سال ۹۳ می‌باشد. با استفاده از دو تصویر ماهواره لندست در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ مشخص شد که در سال۲۰۰۰ بازه مورد مطالعه دارای قوسی بوده که در سال ۲۰۱۴ این قوس کاملا حذف شده و رودخانه به صورت یک خط مستقیم در آمده است(شکل۷).



شکل۷- تصویر ماهواره ای لندست ۷ (الف)، سال ۲۰۰۰ و لندست ۸ (ب) سال ۲۰۱٤ میلادی

بازه مورد مطالعه رودخانه کر، وجود رودخانه فرعی تنگ شول در بالادست بازه مورد مطالعه در مواقع سیلابی با اضافه کردن دبی به رودخانه مستقیم باعث می‌شود یک دبی زیادی در رودخانه جریان داشته باشد. این دبی باعث تغییر پیچان‌رود اول بازه در سال ۸۲ و به مرور زمان باعث حذف آن و تبدیل‌شدن به حالت مستقیم را باعث شده است که علت آن را می‌توان به قدرت جریانات چرخشی(ثانویه) دانست که این جریان‌ها باعث تغییر مسیر و انتقال بار کف (بار کف به خمیدگی شعاع داخلی و موج‌های کانال پیچان‌رودی بستگی دارد) می‌شود. اندرکنش عوامل مذکور، پارامترهای هندسی پیچان‌رود و مشخصات جریان، منجر به اعمال تنش‌های برشی با توزیع‌های متفاوت به بستر و کناره‌های رودخانه شده و در نتیجه، باعث ایجاد تغییر در شکل قوس‌ها به صورت‌های مختلف می‌گردد. همچنین با توجه به اینکه سازندهای فرسایش‌پذیر بخش بیشتری از سطح رودخانه و زمین‌های اطراف آن را تشکیل می‌دهند و هم چنین تغییر کاربری زمین‌ها و به ویژه تغییر الگوی کشت از گندم و جو به برنج در سال‌های اخیر در زمین‌های مجاور رودخانه و آبیاری غرقابی آن باعث نفوذ آب در خاک و کاهش چسبندگی آن شده است؛ کاهش چسبندگی خاک نیز سبب تشدید فرسایش کناری و در نتیجه ایجاد تغییرات مئاندری شده است.

نقش سد ملاصدرا در تغییرات رودخانه:

حوضه آبخیز رودخانه کر دارای رژیم برفی- بارانی است، همه ساله به ویژه در فصل بهار، سیلاب‌های بزرگی را تجربه می‌کند. احداث سد ملاصدرا می تواند وقوع سیلاب‌ها را در پایین‌دست مهار و دریاچه پشت آن ویژگی‌های زیست محیطی را به طور کلی دگرگون سازد. از نظر مورفولوژیکی بعد از احداث سد ملاصدرا در بالادست رودخانه، تغییراتی در پایین‌دست شامل فعالیت‌های فرسایشی و تغییر در آرایش جریان رودخانه در آبراهه اصلی صورت می‌گیرد هم‌چنین رسوب تولیدی که به پایین‌دست رودخانه منتقل می‌شده است کاهش می‌یابد و سد وظیفه‌ی

به تله انداختن رسوبات را بر عهده می‌گیرد. سد مذکور می‌تواند تمامی مواد حاصل از سایش بخش‌های بالادست را از بخش‌های پایین‌دست مجزا سازد و یا اینکه بخش مهمی از بارهای رها شده از بالادست رودخانه را از رسیدن به پایین‌دست متوقف سازد. با احداث سد فعالیت‌های فرسایشی در محدوده نزدیک سد محدود نشده بلکه به طرف پایین‌دست جابه‌جا خواهد شد و احداث سد باعث فرسایش عمودی در بستر رودخانه و باریک شدگی جریان رودخانه می‌شود که در سال‌های اولیه احداث سد محسوس بوده اما به مرور زمان افزایش می یابد. با احداث سد و کاهش در پهنای بستر، جریان در یک کانال کوچک محدود شده که این امر باعث می شود که بستر جریان کم‌کم عمیق‌تر گردد و درعین حال بر سرعت و قدرت جریان افزوده شود و در محدوده‌های دورتر از سد بخصوص در محدوده مورد مطالعه در این تحقیق زمانی که جریان از محدودیت کانال رها شود، با توجه به انرژی مازادی که دارد پیچان دار شود.

نقش کاربری‌های در تغییرات رودخانه:

در گذشته بیشتر، کاربری‌های به صورت برنج، گندم و جو بوده است. اما در حال حاضر گندم و جو کمتر کشت شده و بیشترین سطح کشت اراضی را برنج تشکیل می‌دهد. با توجه به اینکه برنج نیاز آبی بالایی دارد و با کم شدن آب رودخانه نسبت به سال‌های قبل به علت احداث سد ملاصدرا، هم چنین به مرور زمان با افزایش جمعیت و تقسیم شدن اراضی در یک خانواده زمین‌ها به قطعات کوچک‌تری تقسیم شده است و افراد مجبورند برای اینکه زمین‌های خود را توسعه دهند به حاشیه رودخانه نیز تجاوز کنند که این امر باعث تغییر در مورفولوژی و جریان رودخانه می‌شود.

تاثیر دریاچه سد درودزن بر مورفولوژی بازه مورد مطالعه:

دریاچه سد درودزن نیز به عنوان سطح اساس فرسایش محلی، در رسوب‌گذاری سیلاب‌دشت‌های این رودخانه، خصوصاً در نزدیکی دریاچه تأثیر زیادی را اعمال کرده است. کاهش قابل‌ملاحظه شیب بستر رودخانه و انباشته شدن حجم زیادی از رسوبات، تیپ رودخانه از حدود پل عباس‌آباد تا دریاچه سد درودزن به صورت یک رودخانه ماندری در آورده است. بیش‌ترین وسعت کشاورزی در حاشیه رودخانه نیز، در همین محدوده انباشته شده است. سیلاب‌دشت از نوع رودخانه ماندری با برش عمقی در این ناحیه قابل‌تشخیص است. در این نوع، سیلاب‌دشت در پیچ‌های داخلی رودخانه به طور گسترده‌ای تشکیل می‌شود. قسمتی از شالیزارهای حاشیه دریاچه سد درودزن در محل الحاق رودخانه کر به دریاچه، تحت تأثیر نوسانات سطح آب دریاچه و سیلاب‌های رودخانه کر قرار داشته، احتمال آسیب دیدن آن‌ها در سال‌های ترسالی بالا می‌رود. رسوبات رودخانه کر تابعی از رسوبات سازندهای اطراف و هم‌چنین رسوبات فرسایش یافته و حمل شده از سرشاخه‌ها و یا شاخه‌های فرعی ورودی به این رودخانه می‌باشد. این رسوبات ریزدانه در قسمت‌های پایین درشت دانه‌تر شده و نوعی درجه‌بندی در آن‌ها دیده می‌شود که از دیدگاه و پدیده رسوب‌گذاری، کاملاً طبیعی است. رسوبات ریزدانه تراسهای آبرفتی، به عنوان شالیزار استفاده می‌شوند. وجود رسوبات ریزدانه سطحی و غنی، از دیدگاه کشاورزی، حاشیه رودخانه کر در بازه‌ی مورد مطالعه به عنوان یکی از قطب–های مهم شالی‌کاری در فارس مطرح کرده است (شکل ۸).

شکل ۸- شالی‌کاری در حاشیه رودخانه و محدوده مورد مطالعه

درآخر می‌توان گفت احداث سد ملاصدرا در بالادست، تغییر کاربرد اراضی و به‌طورکلی دخل و تصرف در محیط رودخانه، مهم‌ترین عامل تغییردهنده‌ی مورفولوژی بازه مورد مطالعه رودخانه کر است.

نتیجه گیری

در این مقاله، روش‌های مختلف برای پی بردن به ریخت شناسی رودخانه به کار برده شده است و این کار دقت ما رو افزایش می دهد. با توجه به اندازه‌گیری پارامترهای هندسی بازه مورد مطالعه رودخانه کر مشاهده می‌شود که، رودخانه در سالهای گذشته پیچ وخم دارتر و به مرور زمان هرچه زمان گذشته در طی سالیان اخیر قوس های رودخانه توسعه پیدا کرده است. در بازه مورد مطالعه و در ورودی پیچان¬رود اول، توزیع سرعت، ماکزیمم مقدار تنش برشی آب در کرانه سمت راست کانال اتفاق می‌افتد به طوری که در این قسمت چیزی شبیه گردنبند گاو(Ox bow) تشکیل شده و رودخانه در حال میان‌بری (cut off) و تبدیل‌شدن از حالت پیچان‌رودی شدید به حالت مستقیم است. شعاع نسبی خم‌های رودخانه در سال‌های گذشته بیشتر از شعاع نسبی آن در سال‌های اخیر می‌باشد، که باعث می‌شود توزیع تنش برشی در انتهای قوس خارجی رودخانه داشته باشیم. با آنالیز تصاویر ماهواره‌ای در سری زمانی مختلف متوجه می‌شویم که در بالادست بازه مورد مطالعه و قبل از پیچان‌رود اول یک قسمت پیچان‌رودی بوده که در حال حاضری به‌صورت مستقیم درآمده است. این امر نشان از پیچ و خم دار بودن بیشتر رودخانه در سال‌های قبل است که به مرور زمان در سال‌های آینده به‌صورت مستقیم درآمده است. در بررسی پارامترهای هندسی ضریب خمیدگی یک از پارامترهای مهم در اندازه گیری ریخت شناسی رودخانه می باشد. با مقایسه ضریب خمیدگی و قوس‌های رودخانه در سال‌های اخیر مشاهده می‌شود ضریب خمیدگی به مرورزمان کاهش است و این امر نشان از تبدیل‌شدن رودخانه از حالت سینوسی و پیچان‌رودی به پیچان‌رودی توسعه‌یافته و شدید می‌باشد. ضریب خمیدگی از مقدار۲/۵۳ در سال ۸۲ به مقدار ۲/۱۲ در سال ۹۳ رسیده است. در خصوص جابه جایی و تغییر مسیر رودخانه بین سال‌های ۱۳۸۲ – ۱۳۹۳ می‌توان گفت که در پیچ و خم‌های رودخانه حالت توسعه‌یافتگی و گسترش پهنا و طول قوس‌ها دیده می‌شود. رودخانه در

مسیر خود از حالت گیسویی به مئاندری تبدیل شده است. بررسی سینوزیته جریان نیز حاکی از این است که قبل از احداث سد ملاصدرا میزان سینوزیته پایین بوده و باعث افزایش فراوانی الگوی مستقیم شده است اما بعد از احداث سد میزان سینوزیته افزایش داشته که منجر به ایجاد حالت مئاندری رودخانه شده است. محاسبات انجام شده از طریق شاخص کورنایس و ضریب خمیدگی نشان دهنده ی تغییر الگوی رودخانه از حالت گیسویی به مئاندری و سپس مستقیم می باشد. جابه جایی رودخانه در سال‌های ۹۳ – ۱۳۸۲ شدید بوده و رودخانه تبدیل الگوی گیسویی به مئاندری را می‌گذراند که همراه با قطع شدگی و توسعه‌ی انحنای مئاندرهاست. در بین سال های ۹۳– ۱۳۸۲ تبدیل به الگوی مئاندری وجود داشته و در برخی بخش‌ها سینوسیته افزایش یافته و همچنین بریدگی مئاندر و میان‌بری دیده می شود. در شرایط وجود سد نیز سینوسیته رودخانه کاهش یافته و رودخانه کم‌کم به الگوی مستقیم تبدیل شده است. از بررسی تصاویر ماهواره‌ای انتظار می‌رود در سال‌های آینده رودخانه بستر خود را در پیچان‌رود دوم فرسایش داده و به صورت مستقیم در آید. یکی از محدوده‌های دارای احتمال خطر لغزش و ریزش دیواره، بخش ساحل مقعر، مرکز پیچان‌رود اول بازه مورد مطالعه است. در این محدوده به‌منظور جلوگیری از تخریب و گسیختگی دیواره و آبشستگی محل پنجه آن می‌توان روش‌های حفاظتی مستقیم اعمال کرد.

با نظر به مطالب و نتایج حاصل از این تحقیق، جهت ادامه کار در خصوص این موضوع، پیشنهاد می‌شود اثر راه‌های ارتباطی که در کنار رودخانه برای رفت و آمد کشاورزان به زمین‌های کشاورزی صورت می گیرد بررسی شود. همچنین، پیشنهاد می‌شود در پیچان رود اول با تبدیل رودخانه از حالت پیچان‌رودی به مستقیم (حالت میان‌بری) از تخریب بیشتر زمین‌های کشاورزی جلوگیری شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در مطالعه حاضر فرم‌های رضایت نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد.

حامی مالی

هزینه‌های مطالعه حاضر توسط نویسندگان اول و دوم مقاله تامین شد.

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده پردازی: ابوذر نیکنام

روش شناسی و تحلیل داده‌ها: غلامرضا خسروی؛

نظارت و نگارش نهایی: ابوذر نیکنام.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References

1. Asghari Saraskanrood S. Study and analysis of different river patterns in the chay city of Urmia, two quarterly journals of applied geomorphology of Iran. first year, first issue, spring and summer .2013. http://journals.hsu.ac.ir/agi/article-1-26-fa.pdf
2. Baghdadi H, Alvinia M, Vaezipour HA, Hilal Beiki A. Morphological changes and audit of vulnerable areas in Meandri rivers (Sarbaz river case study), 5th National Conference on Watershed Management and Soil and Water Resources Management, Kerman , Iranian Association of Irrigation and Water Engineering. 2013. https://civilica.com/doc/143739
3. Telluri A. Basic Principles of River Engineering and Management, Agricultural Research and Education Organization. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute.2004; 321. https://vista.ir/book/764501
4. Jafarbiglou M, Bagheri Seyed Shokri S, Neghaban S, Safarrad T. Study of bed changes and geomorphological features of Gilan Gharb river in 1956 to 2002, Quantitative geomorphological researches, No. 2, Autumn . 2012; 2: 102-87. http://ensani.ir/fa/article/346370
5. Guide to river morphology studies, Journal No. 592, Vice President for Strategic Planning and Supervision, 2012. http://shaghool.ir/Files/592-s.pdf
6. Azizyan A, Gholizadeh M, Amiri Takldani A. Simulation of the migration process of meanders (meandering rivers) using CCHE2D numerical model, 8th International Seminar on River Engineering. Shahid Chamran University of Ahvaz. 2009. https://civilica.com/doc/86024/

7. Gharib Reza MR, Masoumi HR. Morphology of Zohreh River and its changes in the coastal plain of Hindijan, 7th International Seminar on River Engineering, Ahvaz, Khuzestan Water and Electricity Organization. Shahid Chamran University of Ahvaz. 2006. https://civilica.com/doc/12537/
8. Maghsoudi M, Sharafi S, Maqami Y. Trend of morphological pattern changes in Khorramabad river using. RS, GIS, AUTO CAD. Teacher of the Humanities Quarterly. 2010; 3: 68. https://hsmsp.modares.ac.ir/article-21-986-fa.html
9. Morid S, Study of morphological changes and trends of Karun river using GIS and RS techniques, Tarbiat Modares University technical report. 2004; 63. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=77273 https://civilica.com/doc/86016/
10. Chu ZX, Sun XG, Zhai SK, Xu KH. Changing Pattern of Accretion/Erosion of the Modern Yellow River (Huanghe) Subaerial delta. China: Based on Remote Sensing Images. 2006; 13-30. https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-b0aef31d-3524-3904-ba9b-ba2d68c1cda7
11. Sandra JW. Medium and short – Term channel planform changes on the Rivers Tay and Tummel. Scotland. Geomorphology. 2000; 195-208. https://www.researchgate.net/publication/223716322_Medium_and_short-term_channel_change_on_the_Rivers_Tay_and_Tummel