نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیستم، شماره ۵۷، تابستان ۹۹

# آشکارسازی تغییرات جانبی مجرای رودخانه قزل اوزن در بازه زمانی ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳

**دریافت مقاله**: ۹۷/۵/۲۱ **پذیرش نهایی**: ۹۷/۹/۱۸

**صفحات**: ۱۲۴-۱۱۳

**فریبا اسفندیاری درآباد:** دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.[1]
**Email:** fariba.darabad@gmail.com
**مسعود رحیمی:** دانش آموخته دکترای ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
**Email:** Masoud.rahimi90@ut.ac.ir
**خداداد لطفی:** دانشجوی دکترای ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
**Email:** lotfikhodadad@yahoo.com
**الهامه عبادی** : دانشجوی دکترای ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
**Email:** ebadi.Elhameh @yahoo.com

**چکیده**

**تغییرات مورفولوژیکی و عرضی رودخانه قزل اوزن در طی سال‌های اخیر مشهود بوده و مشکلاتی را ایجاد کرده است. در این پژوهش آشکاری سازی تغییرات کناری رودخانه قزل اوزن با استفاده از تصاویر ماهواره ای سنجنده های TM و OLI لندست ۵ و ۸ در دوره زمانی ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳ انجام شد و طی آن بازه ای به طول ۱۵۸ کیلومتر از رودخانه قزل اوزن، با استفاده از روش ترانسکت مورد ارزیابی قرار گرفت. در این روش، خطوطی با فواصل مشخص از هر دو طرف مجرا به‌عنوان خطوط مبنا ترسیم شد. این خطوط برای دوره‌های زمانی موردمطالعه ثابت بوده و از این رو جابجایی‌های مجرا نسبت به این خطوط به‌صورت کمّی محاسبه گردید. در ادامه جهت بررسی دقیق تر، مجرای بازه مورد مطالعه براساس مورفولوژی و رند تغییرات، به ۲۴ ترانسکت تقسیم بندی شد. نتایج تحقیق نشان داد که میانگین میزان مهاجرت مجرای رودخانه قزل اوزن در طول ۲۰ سال گذشته در حدود ۴/۴۷ متر در سال بوده است. بیشترین شدت جابجایی عرضی مجرا بین سال های ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳ به میزان ۱۰/۵۸ متر در سال، مربوط به ترانسکت شماره ۱۶ بود، که در نتیجه آن ۵۲/۵۱ هکتار بر ساحل سمت راست رودخانه افزوده شده بود. در کل، نتایج نشان داد که در طی دوره ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳، نزدیک ۲۰۷/۱۴هکتار به ساحل سمت راست رودخانه افزوده و نزدیک به ۲۱۵/۳۱ هکتار از ساحل سمت راست کاسته گردید.**

**کلید واژگان:** مورفولوژی رودخانه، تغییر مسیر، رودخانه قزل اوزن، مهاجرت جانبی.

---

۱. **نویسنده مسئول** : اردبیل، بلوار دانشگاه، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیا

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.57.8.1 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.57.113 ]

**مقدمه**

رودخانه ها از اشکال پویای طبیعت هستند که در مقاطع زمانی ویژه و در مکان های مختلف، در رابطه با عوامل محیطی، ویژگی های متفاوتی از خود نشان می دهند. هر تغییری که در سیستم زهکشی، به دست انسان و یا به طور طبیعی رخ می دهد، اثرات آن در طی زمان به کل سیستم منتقل می شود و این اثرات، به صور گوناگون در نیمرخ طولی و عرضی بستر رودخانه تبلور می یابد(مارتسون و همکاران، ۲۰۰۵: ۱). این تغییرات به وجود آمده در وضعیت یک پدیده، از طریق مشاهده آن در زمان های مختلف را آشکار سازی تغییرات گویند(فانگ و لدرو، ۱۹۹۸: ۱۴۵۰). بررسی تغییرات محیط اطراف انسان در دوره های زمانی مختلف و در حیطه های گوناگون امری منطقی است که توسط تصاویر ماهواره ای، عکس های هوایی و نقشه ها در اشکال خاص به سهولت قابل انجام است. (پرایس و همکاران، ۱۹۹۷: ۲۳). بدین منظور در راستای کشف و آشکارسازی تغییراتی که در مناطق مختلف کره زمین اتفاق می‌افتد می‌توان با اطمینان از تکنولوژی RS و تصاویر متوالی ماهواره‌ای در اشکال خاص استفاده کرده، شناخت دقیق تری را از رفتار و اصول حاکم بر رودخانه ها به دست آورد(آتود و همکاران، ۲۰۰۵: ۸) تغییر مسیر رودخانه ها چه در قدیم و چه در زمان حال مشکلاتی برای انسان ها به وجود آورده است(بهرامی، ۱۳۸۷: ۱). رودخانه قزل اوزن به عنوان یکی از رودخانه های مهم حوضه دریای خزر از این قاعده مستثنی نیست. بنابراین با توجه به تغییرات هندسی، رند رسوب گذاری و اهمیت زیادی که تغییرات مورفولوژیکی این رودخانه در کنترل سیلاب، طراحی سازه های خطی(جاده،..) هیدرولیکی(پل، سد،...) سکونتگاهی و نابودی اراضی کشاورزی بر روی رودخانه و یا حاشیه آن دارد، بررسی تغییرات مورفولوژیکی آن ضروری است. با توجه به این که رودخانه قزل اوزن جزو رودخانه های دائمی و پر آب ناحیه شمال غرب ایران محسوب می شود، از لحاظ تغییرات جانبی مجرا دارای پویایی بالایی بوده و لزوم توجه به تغییرات زمانی و مکانی مجرای این رودخانه حائز اهمیت می باشد. در واقع با آشکارسازی تغییرات تاریخی مجرای رودخانه قزل اوزن می توان تغییرات گذشته و کنونی مجرای رودخانه را مورد بررسی قرار داد و با شناخت ماهیت پیچیده عوامل تاثیر گذار در این تغییرات، قدمی مثبت در جهت مدیریت دشت های سیلابی این رودخانه انجام داد.

مطالعات مختلفی توسط محققان داخلی و خارجی در زمینه تغییرات مورفولوژی رودخانه ها صورت گرفته است که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: ماکس جی روز و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی به تجزیه‌وتحلیل سنجش از دوری تغییرات پلاتفرم بالادست رودخانه آمازون در طی دوره زمانی ۱۹۸۶-۲۰۰۶ پرداخته‌اند. بر اساس یافته‌های آن‌ها، بازه انتخابی نسبت به بازه‌های بالادست و بازه پایین‌دست، بین تلاقی‌های رودخانه‌های جوتایی و جاپورا[1]، از فعالیت کمتری برخوردار است. پرنسال و همکاران (۲۰۱۴) تکامل زمین ریختی[2] و تعادل رسوب[3] بخش پایینی رودخانه رن (جنوب فرانسه) را در طی ۱۳۰ سال گذشته مورد بررسی قراردادند. هدف از این بررسی تعیین فاکتورهای اصلی که باعث تغییرات مورفولوژیکی طی ۱۳۰ سال گذشته بر ۱۲۰ کیلومتری بخش پایین‌رود رودخانه رن شده‌اند، بوده است. منجیست ابیت و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی تغییرات مورفولوژیکی

1 -Chapora
1- Geomorphic evolution
2- Sediment balance

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.57.8.1 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.57.113 ]

رودخانه گومارا را در طی ۵۰ سال اخیر مورد بررسی قراردادند. آن‌ها در این تحقیق از دو سری عکس‌های هوایی مربوط به سال‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۵۷ و همچنین تصاویر ماهواره‌ی Spot سال ۲۰۰۶ و گوگل ارث استفاده کردند. موران تجدا و همکاران (۲۰۱۴) اثرات هیدرولوژیکی تغییرات اقلیمی و تغییرات کاربری زمین در حوضه‌های کوهستانی را با استفاده از مدل‌های RHESSYS و SWAT موردبررسی قراردادند. زاهاریا و لی لی (۲۰۱۵) با استفاده از شاخص‌های[1] فشار[2] و تغییر[3] کیفیت مورفولوژیکی رودخانه (مطالعه موردی: رودخانه پروهوا، رومانی) را مورد ارزیابی قراردادند. هدف از این پژوهش ارزیابی هیدرومورفولوژیکی با پیشنهاد شاخص‌ها و کلاس‌های مجزا، بر اساس شاخص کیفیت مورفولوژی بازبینی[4] (RMQI) بوده است. دوفور و همکاران (۲۰۱۵) تأثیرات دینامیک رودخانه‌ای و انسان بر الگوی چشم‌انداز کانال‌های رودخانه‌ای را در رودخانه مگرا- ایتالیا مورد بررسی قراردادند. هدف از این پژوهش تحلیل تغییرات پیچیده در ساختار چشم انداز های رودخانه مگرا توسط عوامل طبیعی و انسانی بوده است. رآودس و همکاران (۲۰۱۶) تغییرات تاریخی در شبکه کانال و پلاتفرم کانال[5] در یک چشم‌انداز مدیریت‌شده (عوامل طبیعی در مقابل اثرات ناشی از مداخله بشر) را موردبررسی قراردادند. هدف از این پژوهش، بررسی تغییرات تاریخی شبکه کانال‌های رودخانه‌ای و پلاتفرم کانال در بخش بالایی حوضه رودخانه سانگامون (ازلحاظ کشاورزی به‌شدت مدیریت‌شده) بوده است. کاسادو و همکاران (۲۰۱۶) تغییرات پوشش گیاهی و ژئومورفیک را در رودخانه Sauce Grande آرژانتین موردبررسی قراردادند. در این پژوهش مجرای کانال رودخانه قبل و بعد از احداث سد بر روی آن موردمطالعه قرارگرفته است.

رضایی مقدم و همکاران (۱۳۹۱) طی مطالعه‌ای به بررسی تغییرات الگوی هندسی رودخانه قزل‌اوزن با استفاده از تحلیل هندسه فرکتال پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که بازه اول (بازه شریانی) بیشترین میزان تغییرات و بازه دوم (بازه کوهستانی) کمترین میزان تغییرات و بازه سوم (بازه نیمه کوهستانی) حالت بینابینی را داشته است. شریفی کیا و همکاران (۱۳۹۲) طی مطالعه‌ای به آشکارسازی تغییرات و الگوی مکانی رودخانه هیرمند و تحلیل مورفولوژیکی آن پرداختند. نتایج تحقیق این محققان در خصوص عوامل ایجابی تغییر در الگوی فضایی و هندسی رودخانه، علاوه بر تائید و تأکید بر عوامل ثابت محیطی، مسئله خشک‌سالی‌های پی‌درپی و انسداد بستر توسط ماسه‌های انباشته‌شده (حاصل از عمل باد) را عامل محوری و مؤثر این تغییرات می‌دانند. رضایی مقدم و همکاران (۱۳۹۳) طی تحقیقی به بررسی تغییرات مجرا و فرسایش کناری در رودخانه گاماسیاب از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۹ پرداختند. مطالعات آن‌ها نشان می‌دهد که مقدار بالای جابجایی رودخانه و تغییرات الگوی رودخانه از ۱۳۴۸ تا ۱۳۸۹ عامل اصلی ایجاد سطوح فرسایشی است. یمانی و همکاران (۱۳۹۴) طی تحقیقی به مقایسه تغییرات عرضی بستر رودخانه ارس طی سه دهه اخیر در پایین‌دست سد میل مغان پرداخته‌اند.

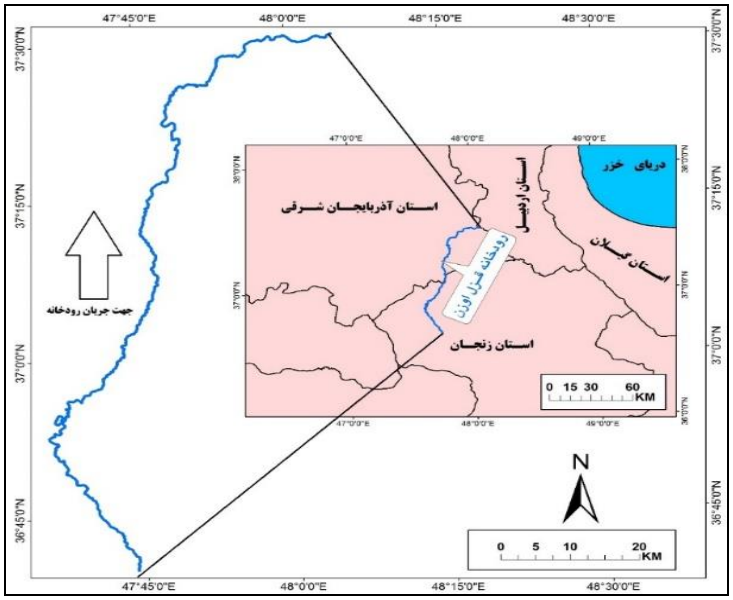
3- Indicators
4- Pressure
5- Alteration
1- Revisited Morphological Quality Index (RMQI)
5 - Channel Planform

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.57.8.1 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.57.113 ]

## روش تحقیق

### منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش بازه ای از رودخانه قزل اوزن مورد مطالعه قرار خواهد گرفت که ۱۵۸ کیلومتر طول دارد و از ۸ کیلومتری جنوب شهر ماهنشان در استان زنجان شروع و تا روستای کوهبنان در شهرستان میانه در استان آذربایجان شرقی امتداد می یابد شکل(۱). محدوده مطالعاتی بین طول های جغرافیایی ۴۸°۰۴َ تا ۴۷°۴۳َ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۷°۳۰َ تا ۳۶°۴۰َ شمالی قرار دارد. سرچشمه رودخانه قزل اوزن از ارتفاعات چهل چشمه کردستان بوده و با طولی بالغ بر ۵۵۰ کیلومتر پس از عبور از استانهای زنجان، آذربایجان شرقی و اردبیل، ضمن دریافت شاخه‌های متعدد در طول مسیر خود در استان گیلان با رودخانه شاهرود تلاقی و وارد مخزن سد سفیدرود می گردد. حوضه آبریز رودخانه قزل اوزن هم دارای توپوگرافی کوهستانی و هم متشکل از دشتهای آبرفتی و تپه ماهورهایی با رسوبات مارنی و سازندهای کم مقاومت در مقابل عوامل فرسایشی می باشد. عبور رودخانه قزل اوزن از این تشکیلات مارنی و فرسایش پذیر، باعث شده بار رسوبی آن زیاد باشد.




**شکل(۱). موقعیت جغرافیایی محدوده موردمطالعه**

### روش کار

نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، مدل رقومی ارتفاع (DEM) با قدرت تفکیک ۲۷ متر و تصاویر ماهواره‌ای شامل تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست ۵ و تصاویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ مهمترین ابزار این تحقیق است. روش‌های مختلفی برای تفکیک آب از سایر عوارض وجود دارد که از جمله می‌توان به تبدیل تسلدکپ[1]، تحلیل مولفه‌های اصلی[1] و استفاده از شاخص‌های مختلفی مانند تفاضل پوشش گیاهی نرمال

1 - Tasseled Cap

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.57.8.1 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.57.113 ]

شده[۲] (NDVI)، شاخص آب[۳] (WI)، شاخص تفاضل آب نرمال شده[۴] (NDWI) و شاخص اصلاحی تفاضل آب نرمال‌شده[۵] (MNDWI) اشاره کرد (پایرز لویز و همکاران ۲۰۱۰ ، ایکس یو ۲۰۰۷). برای انتخاب بهترین شاخص و اعمال آن بر روی تصاویر ماهواره Landsat، از تصویر Google Earth منطقه با قدرت تفکیک بالا (کمتر از ۵۰ سانتیمتر) کمک گرفته شد، بر این اساس شاخص WI , طبق رابطه(۱) بهترین تفکیک را نشان داده و درنتیجه، مبنای استخراج مجرای رودخانه قزل اوزن قرار گرفت.

رابطه (۱) $WI = (B_1 + B_2 + B_3) / (B_4 + B_5 + B_7)$

در این تحقیق، با توجه به روش ترانسکت، خطوطی با فواصل مشخص از هر دو طرف مجرا به‌عنوان خطوط مبنا ترسیم شده است. این خطوط برای دوره‌های زمانی موردمطالعه ثابت بوده و از این رو می‌توان جابجایی-های مجرا نسبت به این خطوط را به‌صورت کمّی محاسبه کرد(گرادینو و لی، ۲۰۱۱).

در این پژوهش، مجرای بازه موردمطالعه از رودخانه قزل اوزن بر اساس مورفولوژی و رند تغییرات مجرا به ۲۴ ترانسکت تقسیم‌بندی شد و شاخص‌های کمّی برای هر ترانسکت محاسبه گردید. برای تحلیل شکل مسطحاتی[۶] رودخانه، از شاخص ضریب سینوسی[۷] (پیچانرودی یا پیچشی) استفاده شد. ضریب سینوسی از طریق رابطه(۲) محاسبه می‌شود (چالتون، ۲۰۰۸: ۱۳۸):

رابطه (۲) Sinuosity ratio (SR) = طول مجرا / طول دره

SR<1.1 Straight
SR 1.1 to 1.5 Sinuous
SR>1.5 Meandering

در این تحقیق محاسبه ی شاخص ضریب سینوسی در محیط نرم افزاری Auto CAD صورت پذیرفت. در ادامه جهت محاسبه آهنگ مهاجرت مجرای رودخانه قزل اوزن از رابطه(۳) استفاده شد:

رابطه (۳) $R_m = (A / L) / y$

که در آن: $R_m$ آهنگ مهاجرت؛ A مساحت موجود بین دو خط مرکزی کانال؛ L طول خط مرکزی کانال در زمان $t_1$؛ و y تعداد سال است(شیلدز و همکاران، ۲۰۰۰: ۵۴-۶۶. گرادینو و همکاران، ۲۰۱۱). در این زمینه، برای افزایش دقت کار در رابطه با محاسبه خط مرکزی مجرا و سایر محاسبات از افزونه[۸] Platform Statistics (لایور، ۲۰۰۶)،کمک گرفته شد.

1 - Principal Components
2 - Normalized difference water index (NDVI)
3 - Water index
4 - Normalized difference water index (NDWI)
5 - Modified Normalized difference water index (MNDWI)
6 - platforms
7 - Sinuousity ratio
8 - Add In

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.57.8.1 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.57.113 ]

## نتایج

### مورفولوژی رودخانه قزل اوزن

رودخانه‌ها ازنظر شکل ظاهری به سه گروه اصلی: مستقیم[1]، پیچانرودی[2] و شریانی[3] تقسیم می‌شوند. برای تفکیک انواع فوق از ضریب پیچانرودی (نسبت طول محور رودخانه به طول دره آن در حدفاصل دو نقطه) استفاده می شود. در اثر تغییر در وضعیت ژئومورفولوژیکی حوضه یا تغییر ناگهانی و استثنایی در رژیم دبی-رسوب یا وقوع پدیده میان بری، فرم رودخانه از حالت مستقیم تا پیچانرودی و یا از پیچانرودی به شریانی، ممکن است تغییر کند که تأثیر آن علاوه بر تغییر در شیب و ضریب پیچانرودی، در ابعاد و شکل رودخانه نیز خواهد بود (یاسی، ۱۳۹۴). با توجه به موارد مذکور، برای مطالعه و بررسی شکل مسطحاتی مجرا، مسافت ۱۵۸ کیلومتری رودخانه قزل اوزن در بازه مورد مطالعه به ۲۴ ترانسکت تقسیم گردید. و شاخص ضریب سینوسی رودخانه قزل اوزن محاسبه گردید که نتایج حاصل از این محاسبات در جدول(۱) آمده است.

**جدول (۱). ضریب خمیدگی یا ضریب پیچشی (سینوسی) رودخانه قزل اوزن**

| ترانسکت | طول انحنای پیچ KM | طول مستقیم KM | ضریب خمیدگی | نوع بازه |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۴/۶۲ | ۴ | ۱/۱۵ | سینوسی |
| ۲ | ۸/۵۱ | ۶/۵۷ | ۱/۲۹ | سینوسی |
| ۳ | ۶/۹۱ | ۵/۵۸ | ۱/۲۳ | سینوسی |
| ۴ | ۵/۵۶ | ۴/۸۱ | ۱/۱۵ | سینوسی |
| ۵ | ۶/۲۳ | ۵/۱ | ۱/۲۲ | سینوسی |
| ۶ | ۴/۹۹ | ۴/۶۶ | ۱/۰۷ | مستقیم |
| ۷ | ۹/۶۵ | ۵/۶۶ | ۱/۷۰ | مئاندری |
| ۸ | ۴/۵۵ | ۴/۰۲ | ۱/۱۳ | سینوسی |
| ۹ | ۵/۱ | ۴/۳۲ | ۱/۱۸ | سینوسی |
| ۱۰ | ۵/۹۷ | ۵/۴۹ | ۱/۰۸ | مستقیم |
| ۱۱ | ۵/۱۳ | ۳/۹ | ۱/۳۱ | سینوسی |
| ۱۲ | ۶/۵۴ | ۵/۱۳ | ۱/۲۷ | سینوسی |
| ۱۳ | ۳/۸۲ | ۳/۱ | ۱/۲۳ | سینوسی |
| ۱۴ | ۵/۳۵ | ۴/۸۳ | ۱/۱ | مستقیم |
| ۱۵ | ۴/۳ | ۳/۸۷ | ۱/۱۱ | سینوسی |
| ۱۶ | ۶/۳۷ | ۵/۴۴ | ۱/۱۷ | سینوسی |
| ۱۷ | ۴/۶۳ | ۴/۲۵ | ۱/۰۸ | مستقیم |
| ۱۸ | ۶/۹۵ | ۵/۵۶ | ۱/۲۵ | سینوسی |
| ۱۹ | ۱۱/۹۳ | ۵/۶۳ | ۲/۱۱ | مئاندری |
| ۲۰ | ۹/۳۱ | ۵/۷۸ | ۱/۶۱ | مئاندری |
| ۲۱ | ۷/۹۶ | ۶/۲۸ | ۱/۲۶ | سینوسی |
| ۲۲ | ۶/۲۴ | ۵/۸۴ | ۱/۰۶ | مستقیم |
| ۲۳ | ۴/۶۱ | ۴/۳۷ | ۱/۰۵ | مستقیم |
| ۲۴ | ۵/۶۹ | ۴/۷۳ | ۱/۲۰ | سینوسی |

1 -Straight
2 - Meander
3 -Braided

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.57.8.1 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.57.113 ]

با توجه به جدول(۱) بیشتر مسیر رودخانه قزل اوزن در بازه مورد مطالعه از الگویی سینوسی تبعیت می کند به طوری که از ۲۴ ترانسکت، تعداد ۱۵ ترانسکت الگویی سینوسی دارد. البته در برخی از بخش های مسیر رودخانه، گرایش به الگوی مستقیم نیز دیده می شود که تعداد ۶ ترانسکت از این الگو تبعیت می کند. گرایش به الگوی مئاندری در این بازه از مسیر رودخانه کم و تنها در ۳ ترانسکت دیده می شوند. رودخانه قزل اوزن در بازه مورد مطالعه، به جهت مورفولوژی محیط اطراف مجرای رودخانه، وضعیت همگنی ندارد. در حالت کلی می توان ۲ تیپ شاخص را در این ارتباط مورد شناسایی قرار داد. تیپ اول فرم کوهستانی است که بیشتر مسیر رودخانه در این فرم جریان دارد. در این بخش ها، رودخانه غالباً در معبری تنگ و باریک طی مسیر می کند و یال های دامنه در سواحل راست و چپ رودخانه با شیب تند به مجرا ختم می شود. تیپ دوم، فرم دشت سیلابی است که بخش کمتری از رود در آن جاری است. در این مناطق به جهت پهن تر شدن مجرا، کاهش شیب دامنه ها و وجود زمین های قابل کشت، سواحل اطرف به زیر کشت رفته اند و مناطق مسکونی شکل گرفته اند. ازنظر شکل ظاهری رودخانه قزل اوزن در این قسمت، حالت شریانی دارد؛ زیرا پتانسیل حمل رسوبات آن بالا بوده و برای اتلاف انرژی مازاد، جریان در آن تمایل به گستردگی دارد. ازاین‌رو ته‌نشست مواد رسوبی کف به میزان فراوان صورت می‌یابد شکل(۲).

**شکل(۲). فرم شریانی رودخانه قزل اوزن در ترانسکت شماره ۱۳**

**بررسی کمّی تغییرات جانبی مجرا**

در این پژوهش، مجرای بازه مورد مطالعه از رودخانه قزل اوزن براساس مورفولوژی و رند تغییرات به ۲۴ ترانسکت تقسیم بندی شد و شاخص های کمی برای هر ترانسکت محاسبه گردید. میانگین میزان مهاجرت مجرای رودخانه قزل اوزن در طول ۲۰ سال گذشته در حدود ۴/۴۷ متر در سال بوده است و از این نظر به‌احتمال‌زیاد یکی از پویاترین رودخانه‌های ایران است. در جدول(۲) میانگین جابجایی عرضی به صورت

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.57.8.1 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.57.113 ]

جداگانه برای هر یک از ترانسکت‌ها محاسبه گردید. بیشترین شدت جابجایی عرضی مجرا بین سال های ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳ به مقدار قابل توجه ۱۰/۵۸ متر در سال، مربوط به ترانسکت شماره ۱۶ است که در نتیجه آن ۵۲/۵۱ هکتار بر ساحل سمت راست رودخانه افزوده و به همین میزان از مساحت ساحل سمت چپ رودخانه کاسته شده است. در ترانسکت های ۱۵ و ۱۲ مقدار جابجایی به ترتیب ۱۰/۴۴ و ۹/۶۵ متر بر سال بوده است. در اثر این جابجایی، در ترانسکت ۱۵ مقدار ۷۸/۷۶ هکتار از ساحل سمت راست کاسته و به همین میزان بر ساحل سمت چپ افزوده شده و در ترانسکت ۱۲ مقدار ۵۷/۳۵ هکتار بر ساحل سمت راست افزوده و به همین مقدار از مساحت ساحل سمت چپ کاسته شده است. در این بین کمترین شدت جابجایی به میزان ۰/۷۸ متر بر سال به ترانسکت ۱۹ مربوط می شود شکل(۳). با توجه به مباحث مطرح شده در تعیین شکل مسطحاتی مجرای رودخانه قزل اوزن، ترانسکت های ۱۲، ۱۵ و ۱۶ که بیشترین جابجایی عرضی در سال را داشته اند از الگویی سینوسی تبعیت می کنند.

**جدول(۲). مقادیر مربوط به شاخص‌های کمی مجرای رودخانه[۱]**

| ترانسکت | جهت نسبت به مجرا | مساحت در سال ۱۹۹۳ (هکتار) | مساحت در سال ۲۰۱۳(هکتار) | میزان تغییرات (هکتار) | شدت جابجایی عرضی مجرا(m/y) |
|---|---|---|---|---|---|
| T1 | R | ٤٥١/٣٦٦ | ٤٥٩/٧٥١ | −٨/٣٨٥ | ١/٣٥ |
| | L | ٦٥٠/٧٢٤ | ٦٤٢/٣٤٠ | ٨/٣٨٣ | |
| T2 | R | ٧٢٨/٠١٥ | ٧١٠/٦٤٦ | ١٧/٣٦٩ | ١/٣٣ |
| | L | ٩٩٠/١١١ | ١٠٠٧/٤٨ | −١٧/٣٦٩ | |
| T3 | R | ٦٧٦/٤٤ | ٦٧٧/٩٧٩ | −١/٥٣٩ | ٥/٦١ |
| | L | ١٠٩٣/٣٩ | ١٠٩١/٨٥ | ١/٥٣٩ | |
| T4 | R | ٦٦٢/٠٩٩ | ٦٦٩/١٥٠ | −٧/٠٥ | ٤/٩٥ |
| | L | ٩٠٥/٥٦٧ | ٨٩٨/٥١٧ | ٧/٠٥ | |
| T5 | R | ٨٥٤/٥٩٦ | ٨٤٠/٧٢٣ | ١٣/٨٧٣ | ٤/٤٩ |
| | L | ٩٤١/٩٢٢ | ٩٥٥/٧٩٧ | −١٣/٨٧٥ | |
| T6 | R | ٦٣٦/٣٧٥ | ٦٣٥/٥٦ | ٠/٨١٥ | ٤/٩٦ |
| | L | ١٢٦٥/١٣ | ١٢٦٥/٩٥ | −٠/٨١ | |
| T7 | R | ٩٧٣/١٥١ | ٩٦٩/٥٣٨ | ٣/٦١٣ | ١/٢ |
| | L | ١٢٥٦/٠٤ | ١٢٥٩/٦٥ | −٣/٦١ | |
| T8 | R | ٧٣٨/٣٦٤ | ٧٢٩/٣٩٦ | ٨/٩٦٨ | ٢/٤٣ |
| | L | ٩٩٦/٨٠٤ | ١٠٠٥/٧٧ | −٨/٩٦٥ | |
| T9 | R | ١٠٣٣/٤٩ | ١٠٣١/٦٤ | ١/٨٥ | ٣/٧ |
| | L | ١٠٢٨/٧٧ | ١٠٣٠/٦٢ | −١/٨٥ | |
| T10 | R | ١٠٥٤/٨١٩ | ١٠٦٦/٣٩ | −١١/٥٧ | ٣/٢٩ |
| | L | ١٢٢٩/٢٤ | ١٢١٧/٦٧ | ١١/٥٧ | |

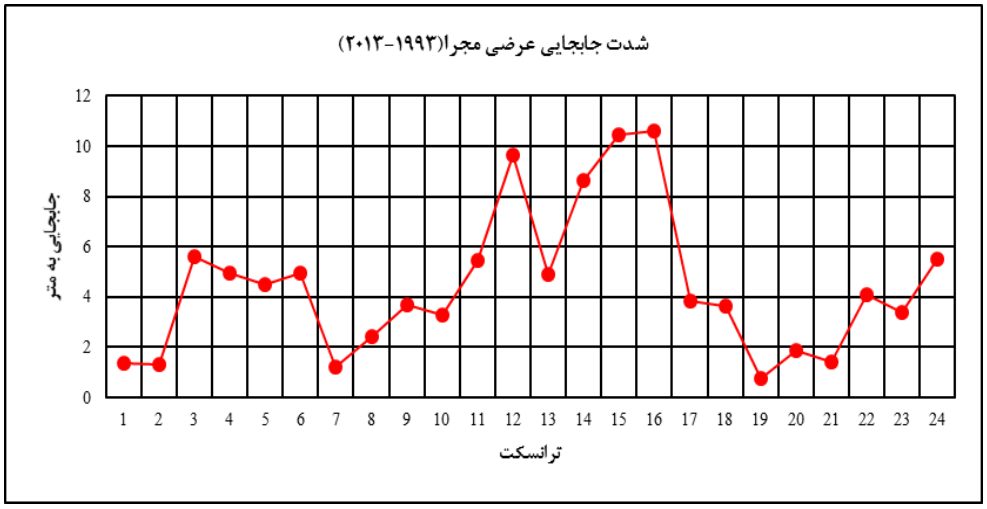
۱- تمامی شاخص ها بر اساس داده های وکتوری مستخرج از تصاویر ماهواره ای در محیط نرم افزار Arc GIS اندازه گیری و محاسبه شده است.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.57.8.1 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.57.113 ]

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| T11 | R | ۷۶۷/۶۳ | ۷۵۷/۴۷۶ | ۱۰/۱۵۳ | ۵/۴۳ |
| | L | ۶۸۳/۴۱۴ | ۶۹۳/۵۶۷ | −۱۰/۱۵۲ | |
| T12 | R | ۱۲۶۱/۰۵ | ۱۲۰۳/۷ | ۵۷/۳۵ | ۹/۶۵ |
| | L | ۹۱۳/۵۵۷ | ۹۷۰/۹۰۵ | −۵۷/۳۴ | |
| T13 | R | ۶۲۹/۳۸ | ۶۴۱/۸۰۷ | −۱۲/۴۲۷ | ۴/۸۸ |
| | L | ۴۵۸/۷۷۲ | ۴۴۶/۳۴۵ | ۱۲/۴۲۷ | |
| T14 | R | ۸۴۸/۱۹ | ۹۱۸/۹۳۵ | −۷۰/۷۴۵ | ۸/۶۴ |
| | L | ۷۹۲/۲۵ | ۷۲۱/۵۰۴ | ۷۰/۷۴۶ | |
| T15 | R | ۷۰۵/۰۸۵ | ۷۸۳/۸۵۱ | −۷۸/۷۶۵ | ۱۰/۴۴ |
| | L | ۶۶۴/۲۸۶ | ۵۸۵/۵۲۱ | ۷۸/۷۶۵ | |
| T16 | R | ۹۶۸/۹۵ | ۹۱۶/۴۴ | ۵۲/۵۱ | ۱۰/۵۸ |
| | L | ۸۳۷/۸۳۸ | ۸۹۰/۳۴۸ | −۵۲/۵۱ | |
| T17 | R | ۷۹۰/۷۲۸ | ۷۷۷/۶۴۶ | ۱۳/۰۸۲ | ۳/۸۵ |
| | L | ۸۲۷ | ۸۴۰/۰۸۱ | −۱۳/۰۸۱ | |
| T18 | R | ۹۳۹/۲۳۴ | ۹۲۹/۱۲ | ۱۰/۱۱۴ | ۳/۶۳ |
| | L | ۱۳۱۲/۱۷ | ۱۳۲۲/۲۹ | −۱۰/۱۲ | |
| T19 | R | ۹۶۴/۵۷۲ | ۹۶۰/۱۱۲ | ۴/۴۵۹ | ۰/۷۸ |
| | L | ۱۰۱۸/۸۸ | ۱۰۲۳/۳۳۴ | −۴/۴۶ | |
| T20 | R | ۱۱۱۶/۰۶ | ۱۱۲۶/۸۵ | −۱۰/۷۸۹ | ۱/۸۷ |
| | L | ۱۳۶۱/۶۴ | ۱۳۵۰/۸۵ | ۱۰/۹۷ | |
| T21 | R | ۱۱۳۷/۱۴ | ۱۱۳۷/۶۵ | −۰/۵۱ | ۱/۴۱ |
| | L | ۱۴۵۲/۸۵ | ۱۴۵۲/۳۴ | ۰/۵۱ | |
| T22 | R | ۱۰۲۵/۴۶ | ۱۰۲۳/۹ | ۱/۵۶ | ۴/۱۱ |
| | L | ۱۴۱۳/۹۸ | ۱۴۱۵/۵۵ | −۱/۵۷ | |
| T23 | R | ۷۰۵/۳۲ | ۶۹۳/۸۴۳ | ۱۱/۴۷۷ | ۳/۳۷ |
| | L | ۱۱۱۷/۰۵ | ۱۱۲۸/۵۳ | −۱۱/۴۸ | |
| T24 | R | ۹۸۷/۵۹۳ | ۱۰۰۱/۱۲ | −۱۳/۵۲۶ | ۵/۵۲ |
| | L | ۱۲۰۴/۸ | ۱۱۹۱/۲۸ | ۱۳/۵۲ | |

منبع: محاسبات نگارندگان

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.57.8.1 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.57.113 ]




**شکل(۳). شدت جابجایی عرضی مجرا در طول مسیر رودخانه قزل اوزن (از ماهنشان تا کوهبنان)**

بررسی ویژگی‌های مورفولوژی بستر مجرا، در طول بازه مورد مطالعه نشان می دهد که جابجایی های عرضی بیشتر در قسمت‌هایی از مسیر رودخانه اتفاق افتاده که، بستر رودخانه دارای مشخصه‌های دشت سیلابی است و بستر رودخانه در این مناطق به میزان قابل توجهی عریض تر می شود. در این بخش از بازه مورد مطالعه، شیب به میزان زیادی کاهش و نزدیک صفر است. به دلیل همین ویژگی ها، در طول مسیر ۱۵۸ کیلومتری بازه مورد مطالعه، بیشترین گسترش اراضی کشاورزی در این مناطق قابل مشاهده است. به بیان دیگر، عبور رودخانه قزل اوزن از روی سازندهای سست و حساس به فرسایش باعث شده عرض رودخانه گسترش جانبی زیادی داشته باشد و آزادی عمل رودخانه نسبت به تغییرات جانبی بیشتر صورت گیرد. از این رو بیش ترین عرض رودخانه نیز بر روی همین سازندها ایجاد شده است. همچنین باید افزود، عبور جریان رودخانه با دبی بالا در مواقع سیلابی از روی این سازندهای سست، سبب شده میزان بار معلق این رودخانه زیاد باشد.

## نتیجه گیری

جابجایی جانبی مجرای رودخانه قزل اوزن، از مسائل و مشکلات منطقه به ویژه برای کشاورزان منطقه محسوب می‌شود، به طوریکه در ترانسکت های مختلف این رودخانه، ده‌ها متر جابجایی مجرا در طی سال های ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳ رخ داده است. نتایج بررسی‌ها نشان داد که پلانفرم رودخانه قزل اوزن در محدوده مورد مطالعه، بیشتر از نوع سینوسی است. همچنین نتایج حاصل از تغییرات جانبی مجرا نشان داد که میانگین میزان مهاجرت مجرای رودخانه ارس در طول ۲۰ سال گذشته در حدود ۴/۴۷ متر در سال بوده است. باید افزود که، در طی دوره ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳، نزدیک ۲۰۷/۱۴ هکتار به ساحل سمت راست رودخانه افزوده و نزدیک ۲۱۵/۳۱ هکتار از ساحل سمت راست کاسته شده است. بررسی ویژگی ها مورفولوژی بستر مجرا نیز نشان می دهد که جابجایی های عرضی بیشتر در قسمت های از مسیر رودخانه اتفاق افتاده که بستر رودخانه دارای مشخصه های سیلاب دشتی است. در حالی که در بخش های با مشخصه کوهستانی، جابجایی های عرضی بسیار کم و ناچیز است. براساس نتایج بدست آمده راستای جابجایی مجرای رودخانه قزل اوزن طی سال های

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.57.8.1 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.57.113 ]

اخیر به نفع ساحل چپ بود است. به طوری که در طی دوره ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳، نزدیک ۲۰۷/۱۴ هکتار به ساحل سمت راست رودخانه افزوده و نزدیک ۲۱۵/۳۱ هکتار از ساحل سمت راست کاسته شده است. در واقع با توجه به اختلاف اعداد فوق، در مجموع ۸/۱۷ هکتار از مساحت ساحل سمت راست کاسته شده است. همچنین با توجه به نتایج به دست آمده در بخش های مختلف می توان چنین نتیجه گرفت که روش ترانسکت می تواند به عنوان روش جدیدی برای بررسی کمی میزان جابجایی جانبی مجرای رودخانه های سیلابی مورد استفاده قرار گیرد.

## منابع


بهرامی؛ صاحب، (۱۳۸۷). **بررسی تغییرات مسیر رودخانه کارن با استفاده از تصاویر ماهواره ای Landsat 1974, Landsat 1991 و IRS 2006 (مطالعه موردی: شوشتر – اهواز)**، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه اصفهان.

رضایی مقدم، محمدحسین، ثروتی، محمدرضا و اصغر اصغری سراسکانرود، (۱۳۹۱). **بررسی تغییرات الگوی هندسی رودخانه قزل‌اوزن با استفاده از تحلیل هندسه فراکتال**، نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی (دانشگاه تبریز)، ۱۶(۴۰)، ۱۳۹-۱۱۹.

رضائی‌مقدم، محمدحسین و نوشین پیروزی‌نژاد، (۱۳۹۳). **بررسی تغییرات مجرا و فرسایش کناره‌ای در رودخانه گاماسیاب از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۹**. نشریه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۸(۴۷)، ۱۳۲-۱۰۹.

شریفی کیا، محمد و نعمت مال امیری. (۱۳۹۲). **آشکارسازی تغییرات الگوی مکانی رودخانه هیرمند و تحلیل مورفولوژیکی آن**. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، ۴، ۱۶۰-۱۴۹.

یاسی، مهدی. (۱۳۹۴). **جزوه درسی مهندسی رودخانه پیشرفته (قسمت اول)**. کارشناسی ارشد و دکتری، گروه مهندسی آب دانشگاه ارومیه. صص ۴۰.

یمانی، مجتبی، رحیمی، مسعود و عبدالکریم ویسی. (۱۳۹۴). **مورفومتری و مقایسه تغییرات عرضی رودخانه ارس طی سه دهه اخیر (مطالعه موردی: پایین‌دست سد میل مغان)**. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۴، ۸۹-۷۴.

Abate, M., Nyssen, J., Steenhuis, T. S., Moges, M. M., Tilahun, S. A., Enku, T., and Adgo, E.(2015). **Morphological changes of Gumara River channel over 50 years, upper Blue Nile basin, Ethiopia. Journal of Hydrology**, 525, 152-164.

Atwwod, J., T. Watts, K. Price, J. Kastens. (2005). **The big picture-satellite remote sensing application in rangeland assessment and crop insurance**. Reviewed and Published Proceedings, Agricultural Outlook Forum 2005. Speech Booklet 2, 26 p.

Casado, A., Peiry, J., Cambo, A.M. (2016). **Geomorphic and vegetation changes in a meandering dryland river regulated bu a large dam, Sauce Grand River**. Argentina. Geomorphology, 268,.21-34.

Charlton, R. (2008). **Fundamental of Fluvial Geomorphology**. 1-234.

Dufour, S., Massimo, R., Hervé, P., Michalon, A. (2015). **How do river dynamics and human influences affect the landscape pattern of fluvial corridors?**


[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.57.8.1 ]
[ DOI: 10.29252/jgs.20.57.113 ]

**Lessons from the Magra River, Central–Northern Italy.** Journal of Landscape and Urban Planning, 134, 107–118.

Fung, T., Ledrew, E. (1998). **The Determination of Optimal Threshold Levels for Chsnge Detection Using Various Accuracy Indices, Potogrammetric Engineering and Remote Sensing**. 54, 1449 – 1454.

Giardino, John R and Lee, Adam A. (2011). **Rates of channel migration on the Brazos River. Submitted to the Texas Water Development Board**. Department of Geology and Geophysics, Texas A and M University.

Lauer, J. Wesley. (2006). **NCED Stream Restoration Toolbox**, Channel plan form Statistics. National center for earth-surface dynamics.

Magdaleno, F., and Y. J. A., Fernandez. (2011). **Meander dynamics in a changing river corridor. Geomorphology**, 130, 197-207.

Pires-Luiz, C. H and M., Philippe. (2010). **Inferring fluctuations of the aquifer by monitoring the area of small lakes in a Brazilian savanna region using a temporal sequence of 50 Landsat images**. ISPRS TC VII Symposium – 100 Years ISPRS, Vienna, Austria, July 5–7, 2010, IAPRS, Vol. XXXVIII, 7. 463-468.

Price, K. P, Egbert, S. L., Nellis, M. D., Lee, R., and, R, Boyce. (1997). **Mapping Landcover in a High Plains Agroecosystem Using a Multidate Landsat Thematic Mapper Modeling Approach. Transaction of Them Kansas Academy of Science**, 100, 21- 33.

Provansal, M., Dufour, S., François, S., Anthony, E.J., Raccasi, G., and Robresco, S. (2014). **The geomorphic evolution and sediment balance of the lower Rhône River (southern France) over the last 130 years**: Hydropower dams versus other control factors. Journal of Geomorphology, 219, 27– 41.

Rhoads, B. L., Quinn, W. L., and W. Andresen. (2016). **Historical changes in channel network extent and channel planform in an intensively** managed landscape: Natural versus human-induced effects, Journal of Geomorphology, 252, 17–31.

Rozo, M. G., Nogueira, A. C., and Castro, C. S. (2014). **Remote sensing-based analysis of the planform changes in the Upper Amazon River over the period 1986–2006**. Journal of South American Earth Sciences, 51, 28-44.

Shields, F. Douglas., Simon, Andrew. Steffen, Lyle J. (2000). **Reservoir effects on downstream river channel migration.** Environmental Conservation, 27, 54–66.

Tejeda, E. M., Zabalza, J., Rahman Kazi, S.A.G, Moreno, I.J., Vicente, S., Lehmann, A., Tague, C.L., Beniston M. (2014). **Hydrological impacts of climate and land-use changes in a mountain watershed**: uncertainty estimation based on model comparison, Journal of ECOHYDROLOGY, 10, 1 – 21.

Xu, H. (2007). **Extraction of urban built-up land features from Landsat imagery using a thematic-oriented index combination technique**. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 73, 1381-1391.

Zaharia, G., I, Gabriel, M., Lili. (2015). **Using Pressure and Alteration Indicators to Assess River Morphological Quality: Case Study of the Prahova River (Romania).** Journal of Water, 7, 2971-2989.

Zhang, T., Xingnan, Z, Dazhong, X., Yangyang, L. (2014). **An Analysis of Land Use Change Dynamics and Its Impacts on Hydrological Processes in the Jialing River Basin**, Journal of Water, 3758 – 3782.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.57.8.1 ]

[ DOI: 10.29252/jgs.20.57.113 ]