دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی تغییرات جانبی آبراه و بستر بابلرود در بازه شهر بابل

همت اله رورده[۱]، قاسم لرستانی[۲] و معصومه چراغی[۳]

۱- استادیار، دانشگاه مازندران، (نویسنده مسوول: h.roradeh@umz.ac.ir)
۲ و ۳- استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران
تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۱۴

چکیده

رودخانه‌ها به شدت به تغییرات محیطی حساس می‌باشند. پایش و آشکارسازی تغییرات در محدوده رودخانه می‌تواند به شناخت و مدیریت بهینه آبراه و بستر رودخانه‌ها منجر شود. هدف از این مطالعه بررسی میزان تغییرات و شناسایی علل مؤثر بر شدت و ضعف تغییرات آبراه، در بخشی از رودخانه بابلرود در محدوده شهر بابل می‌باشد. برای دستیابی به این هدف از داده‌های دبی و رسوب، جنس و ساختمان زمین به همراه عکس هوایی سال ۱۳۳۵ و تصویر ماهواره‌ای اسپات ۱۳۹۳ در نرم‌افزار گوگل ارث استفاده شده است. در این تحقیق برای تعیین تغییرات و مشخص نمودن ماهیت، مکان و زمان وقوع تغییرات جانبی آبراه از روش نیمرخ‌های متساوی‌البعد بهره گرفته شد. با جانمایی خطی مستقیم و ثابت به عنوان خط مبنا و ایجاد برش‌های عرضی در فواصل ۲۰۰ متری، میزان تغییرات زمانی و مکانی در دو طرف آبراه بابلرود، نسبت به خط مبنا محاسبه شدند. تغییرات آبراه در چهار بازه مجزا رقومی شده و در نهایت با روی هم‌اندازی و تلفیق دو دوره زمانی، میزان تغییرات کرانه‌های راست و چپ بابلرود مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج این تحقیق، بر تغییرات شدید در آبراه طی ٦٠ سال گذشته دلالت دارد. حذف کاربری‌های بایر و کم شدن مساحت سایر کاربری‌ها به نفع کاربری مسکونی با نوسان در میزان دبی و رسوب رودخانه، سهمی قابل توجه در ایجاد تغییر در آبراه بابلرود داشته است. هم چنین نمی‌توان سهم گسل را در نحوه جابجایی و امتداد مسیر آبراه بی‌تأثیر دانست.

واژه‌های کلیدی: بابلرود، دبی، تغییرات آبراه، نیمرخ متساوی‌البعد

مقدمه

آب رودخانه‌ها تنها بخش کوچکی (حدود ۰/۰۰۰۱) از مجموع آب‌های روی زمین را تشکیل می‌دهد که به هنگام طغیان می‌تواند بسیار خطرناک باشد (۱۰). جریان آبی و فرسایش ناشی از آن، از مهم‌ترین فرایندهای حاکم بر سطح زمین می‌باشد. رودخانه‌ها نه تنها بر سیمای کلی زمین نقش دارند، بلکه شکل زیست بر کره زمین را نیز تعیین می‌نمایند (۹). مورفولوژی رودخانه، علم شناخت سیستم رودخانه از نظر شکل و فرم کلی، ابعاد و هندسه هیدرولیکی، راستا و پروفیل طولی بستر و نیز روند و مکانیزم آن می‌باشد. بررسی مورفولوژیکی برای درک شرایط کنونی و پتانسیل تغییرات احتمالی رودخانه در آینده ضروری است و تنها از این طریق می‌توان عکس‌العمل طبیعی آن را نسبت به تغییرات طبیعی و یا اقدامات ناشی از اجرای طرح‌های اصلاح مسیر و تثبیت کناره‌ها پیش‌بینی نمود و میزان جابجایی، تغییر ابعاد و الگوی رودخانه را تشخیص داد (۲۱). قسمت عمده مطالعات و تحقیقات انجام شده در مورد مورفولوژی رودخانه، در راستای مهندسی رودخانه و فرسایش کناری آن بوده و از مباحث جغرافیایی و ژئومورفولوژیکی آن کمتر صحبت شده است (۱۷). رودخانه‌های آبرفتی در مسیر خود به طور عمده پیچ و خم‌های بسیاری را شامل می‌شوند، این پیچ و خم‌ها در اکثر مواقع منظم نیستند ولی در قسمت‌هایی به صورت قرینه دیده می‌شوند که به آنها پیچان‌رود اطلاق می‌شود (۲). گرگوری (۴) شکل پیچان‌رود را تابع ویژگی‌های شیب جریان، عرض رودخانه، جنس مصالح بستر و میزان جریان می‌داند. لئوپلد و ولمن (۵) در تحقیقی رودخانه‌ها را بر اساس ضرائب مارپیچی تقسیم‌بندی کرده و به طور کلی شکل پلان رودخانه های آبرفتی را به سه دسته مستقیم، پیچان‌رودی و شریانی تقسیم‌بندی کردند. رضایی مقدم و همکاران (۱۳)، در بررسی مقایسه‌ای الگوی پیچان‌رود با استفاده از تحلیل هندسه فراکتالی و شاخص های زاویه مرکزی و ضریب خمیدگی در رودخانه قزل اوزن، هندسه فراکتالی را به عنوان روش ریاضی مناسب جهت بررسی ژئومورفولوژی رودخانه مورد توجه قرار دادند.

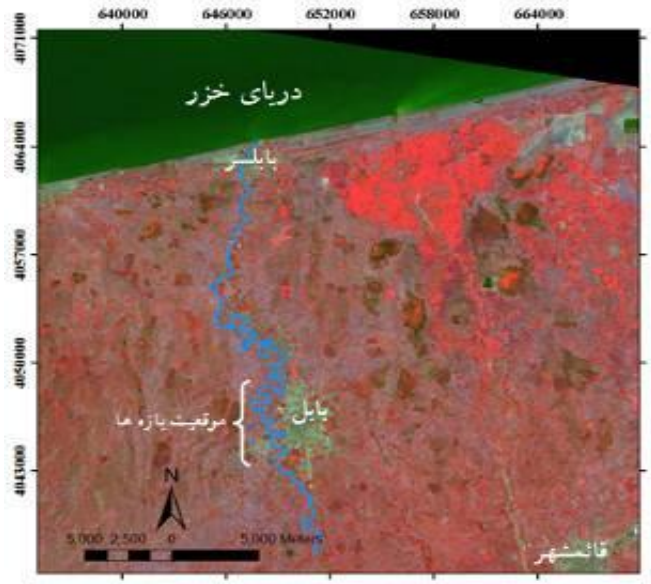
در سواحل جنوبی دریای خزر در رودخانه‌های بابلرود و تالار مطالعات زیادی صورت گرفته است. از جمله این تحقیقات می‌توان به پژوهش‌های ذیل اشاره نمود. یمانی و حسین‌زاده (۱۶) به تغییرات رودخانه تالار در جلگه ساحلی دریای مازندران پرداختند و نتایج آن‌ها نشان داد که این رودخانه هنوز به تعادل دینامیکی نهایی خود نرسیده و هم چنان در حال تغییر و جابجایی و ایجاد پیچ و خم‌های جدید می‌باشد. یمانی و حسین‌زاده (۱۵) نیز برای بررسی الگوی پیچان‌رودی رودخانه تالار از شاخص‌های ضریب خمیدگی و زاویه مرکزی استفاده کرده و نتایج آن‌ها دال بر پیچان‌رودی بودن این رودخانه بوده است. غفاری و همکاران (۳) با بررسی تغییرات مورفولوژی کناری آبراه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل HEC-RAS نقاط مستعد فرسایش و رسوب‌گذاری را در بخشی از رودخانه بابلرود شناسایی نمودند. یمانی و همکاران (۲۱) با مطالعه هیدرودینامیک رودخانه تالار و بابلرود به نقش آنها در رابطه با ناپایداری و تغییرات هندسی رودخانه اشاره کردند. مقایسه روابط بین این دو رودخانه، نشان‌دهنده تغییرات مشابه در دبی و میزان بار بستری از

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.10.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.105]

قسمت بالادست تا پائین دست رودخانه می‌باشد. از مدل نیمرخ‌های متساوی‌البعد توسط یمانی و همکاران (۱۸، ۲۰) و لرستانی (۶) جهت بررسی میزان تغییرات خطوط ساحلی چند زمانه بهره گرفته شده است اما در کل از این روش در مطالعات رودخانه‌ای برای نشان دادن میزان تغییرات رودخانه-ها استفاده نشده است. در این تحقیق سعی بر آن بوده با استفاده از این روش ضمن مشخص نمودن میزان و دلایل ایجاد تغییرات در شکل پیچان‌رودهای رودخانه بابلرود، فرآیندهای مرتبط با ایجاد تغییرات آبراه مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در بخش جنوبی دریای خزر، از ورود رودخانه بابلرود به جلگه تا مصب رودخانه به دریا، در مختصات جغرافیایی ´۳۹ °۵۲ تا ´۴۰ °۵۲ طول شرقی و ´۳۱ °۳۶ تا ´۳۴ °۳۶ عرض شمالی را در برمی‌گیرد. رودخانه بابلرود از رشته کوه البرز سرچشمه گرفته و همراه با شاخه‌های سجارود و خوش‌رود پس از طی مسیر پر پیچ و خم کوهستانی، وارد شهرهای بابل و بابلسر شده و درنهایت به دریای خزر می‌ریزد (شکل ۱).



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه (سنجنده TM ماهواره لندست ۱۹۸۸، برگرفته از تارنمای landcover.org)
Figure 1. Study Area (the 1988 TM sensor of Landsat satellite, adopted from WWW.landcover.org

اساس این تحقیق بر روش مقایسه تحلیلی متغیرهای مؤثر بر تغییر دوره‌ای رودخانه‌ها بوده که طی آن داده‌های آماری و تصویری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق برای بررسی میزان تغییرات رودخانه شامل داده‌های دبی سازمان تحقیقات آب کشور (آمار دبی ماهانه و سالانه) برای درک وضعیت آبدهی رودخانه‌های منطقه مورد مطالعه، داده‌های رسوب‌سنجی سازمان تحقیقات آب کشور (اندازه‌گیری میزان رسوب در مقاطع اندازه‌گیری شده و رسوب تن در روز و برآورد رسوب سالانه ایستگاه‌های محدوده مورد مطالعه) برای برآورد میزان رسوب وارده از رودخانه به دریا می‌اشد. ابزار اصلی این پژوهش شامل نقشه‌های توپوگرافی (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰)، نقشه‌های زمین‌شناسی (مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰) و تصویر ماهواره‌ای سنجنده اسپات در نرم‌افزار گوگل ارث، به همراه نرم‌افزارهای ArcGIS برای ترسیم و رقومی‌سازی نقشه‌ها و تصاویر ماهواره‌ای و تهیه پایگاه اطلاعاتی طبقه‌بندی شده، ENVI برای پیش پردازش، پردازش و بارزسازی عکس هوایی و تصویر ماهواره‌ای بازه‌های مطالعاتی، Excel برای تجزیه و تحلیل آماری و ترسیم نمودار می‌باشد.

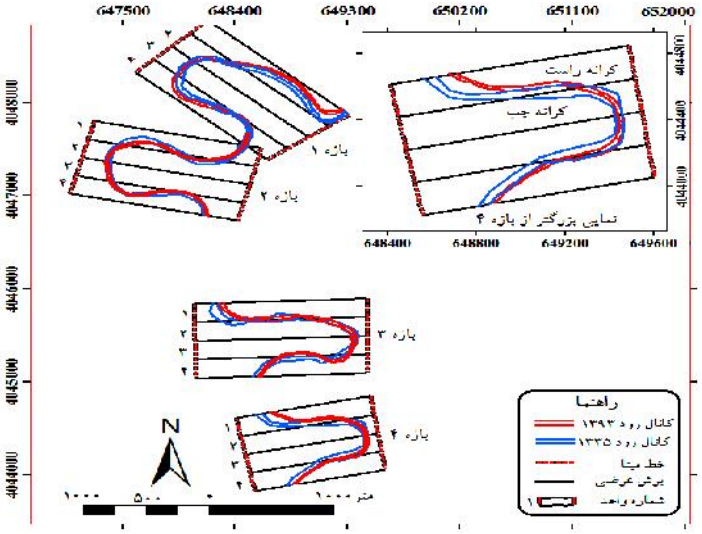
در این تحقیق از روش نیمرخ[1]های متساوی‌البعد برای تعیین میزان تغییرات رودخانه بابلرود و مشخص نمودن ماهیت، مکان و زمان وقوع تغییرات بهره گرفته شده است. ابتدا جهت ترسیم نیمرخ های مذکور، دو خط مستقیم به عنوان خط مبنا در دو طرف کرانه بابلرود ترسیم شده تا تمام تصاویر و داده‌های رقومی نسبت به این خط ثابت سنجیده شوند. پس از آن رودخانه به چهار بازه مجزا تفکیک شده است. معیار تقسیم بازه‌ها بر اساس وقوع بیش‌ترین تغییرات در تصاویر چند زمانه بوده است. در هر بازه، برش‌های عرضی به فواصل معین ۲۰۰ متری ترسیم شده و رودخانه در دو کرانه راست و چپ ارزیابی شدند. در ادامه از تصاویر ماهواره‌ای لندست و گوگل ارث سال‌های مختلف برای شناسایی میزان تغییرات استفاده شده است. هم‌پوشانی تصویر ماهواره‌ای، موزائیک، پردازش و بارزسازی تصویر در نرم‌افزار ENVI انجام پذیرفت.

با پردازش تصاویر چند باندی و ورود آنها به محیط نرم‌افزاری ArcGIS، رقومی‌سازی تصاویر و نقشه‌ها انجام شده است. در نهایت با روی هم اندازی و تلفیق تصاویر و نقشه‌های رقومی شده در مدل نیمرخ‌های متساوی‌البعد، میزان

1- Transect Method

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.10.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.105]

تغییرات مثبت و منفی آبراه و بستر بابلرود طی سال‌های مختلف بررسی شدند تا در نهایت دلایل بروز تغییرات و سهم عوامل تأثیرگذار بر ایجاد این تغییرات تبیین شوند.



شکل ۲- نحوه بررسی تغییرات جانبی آبراه با روش نیمرخ‌های متساوی‌البعد
Figure 2. The study of side changes of the channel using Transect Method

جدول ۱- فهرست داده‌های مورد استفاده
Table 1. List of used data

ردیف	داده	منبع داده	سال
۱	آمار دبی و رسوب ایستگاه کشتارگاه	شرکت مدیریت منابع آب ایران	۱۳۲۹-۹۱
۲	نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰	سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح	۱۳۴۶
۳	نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰	سازمان زمین شناسی کشور	۱۳۸۱
۴	تصویر ماهواره‌ای سنجنده اسپات	نرم افزار گوگل ارث	۱۳۹۳
۵	عکس هوایی	سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح	۱۳۳۵

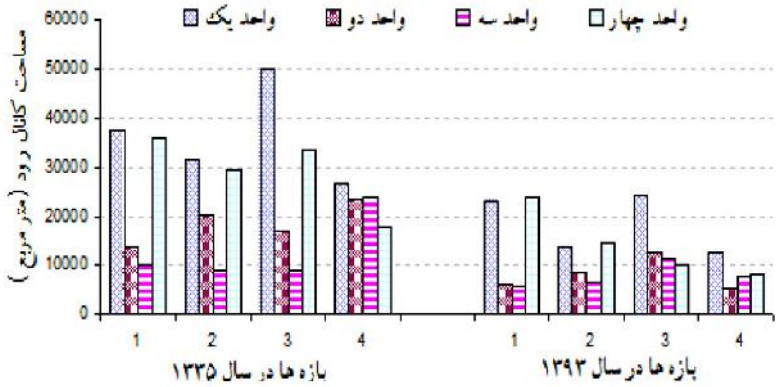
نتایج و بحث

با رقومی‌سازی عکس هوایی سال ۱۳۳۵ و تصویر ماهواره‌ای اسپات در نرم افزار گوگل ارث ۱۳۹۳، خطوط ساحلی در مدل نیمرخ‌های متساوی‌البعد مابین خط ثابت مبنا و خطوط ساحلی چندزمانه ۱۳۹۳-۱۳۳۵ استخراج و تغییرات مورفولوژیک در هندسه چهار بازه مطالعاتی رودخانه بابلرود ارزیابی شد.

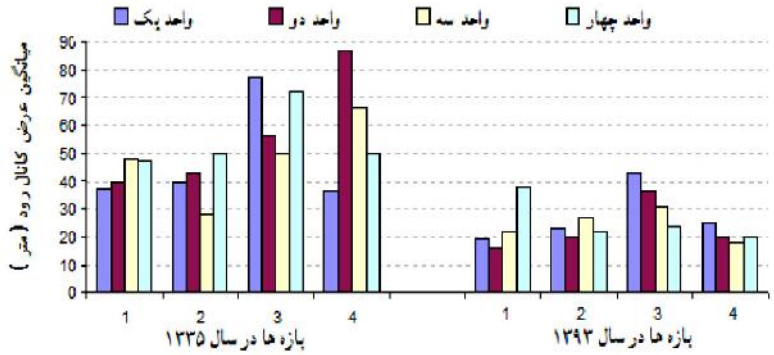
تغییرات آبراه بابلرود

چهار بازه تحت بررسی، طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۳۵ بر بیش‌ترین تغییرات جانبی دلالت دارد (شکل ۱). مساحت آبراه در واحدهای چهارگانه بازه‌ها، محدوده شرق بابل، در سال ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۳۵، کاهش چشم‌گیری داشت. بیش‌ترین تغییر کاهشی در مساحت آبراه، در واحد دو بازه چهار به میزان ۷۷ درصد رخ داده و تنها در واحد سه بازه سه، ۲۴ درصد افزایش مساحت آبراه را طی سال‌های مذکور شاهد بودیم (شکل ۳). عرض آبراه نیز طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۳۵ تغییرات محسوسی را نشان می‌دهد به نحوی که عرض آبراه در چهار بازه مطالعاتی طی سال ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۳۵ کاهش زیادی را نشان می‌دهد (شکل ۴).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.10.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.105]



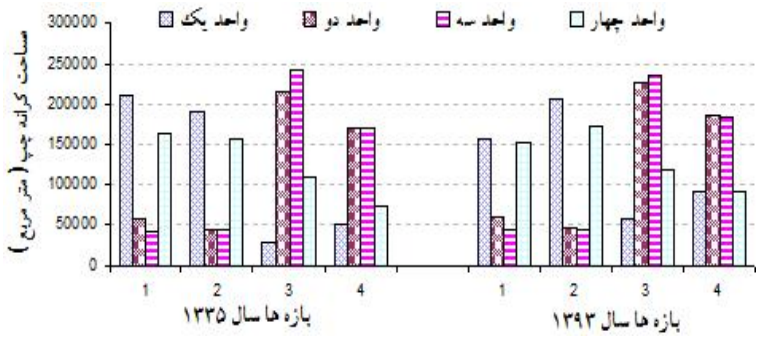
شکل ۳- تغییرات مساحت آبراه به تفکیک بازه‌های چهارگانه در سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۳۵
Figure 3. Changes in the channel area in four-site intervals during 1956-2014



شکل ۴- تغییرات عرض آبراه رود طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۳۵
Figure 4. Changes in the width of the river channel during 1956-2014

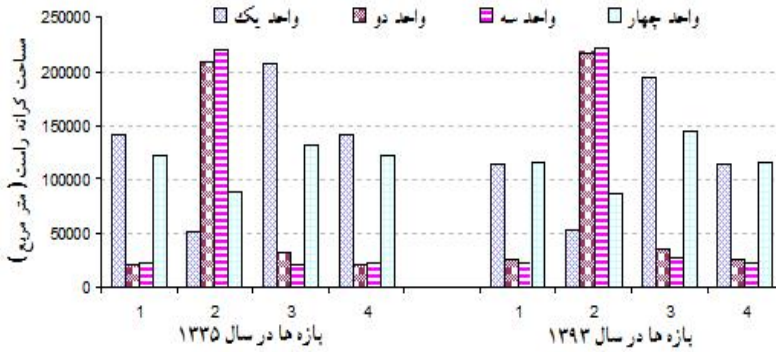
علاوه بر مساحت آبراه، کرانه چپ و راست رودخانه بابلرود نیز دست‌خوش تحولات زیادی بین سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۳ شده است. بیش‌ترین افزایش در مساحت کرانه چپ بابلرود معادل ۹۸٪ در واحد یک بازه سه و بیش‌ترین کاهش مساحت در کرانه مذکور به میزان ۲۵ ٪ در واحد یک بازه یک به ثبت رسیده است.

در مجموع، روند افزایشی مساحت‌ها در کرانه چپ بازه‌های مورد مطالعه محسوس می‌باشد. طی سال‌های مورد بررسی در کرانه راست بابلرود، بیش‌ترین افزایش مساحت به واحد یک بازه یک معادل ۱۲۷٪ اختصاص داشته و بیش‌ترین کاهش مساحت کرانه راست به واحد یک بازه چهار معادل ۱۹/۵٪ مشاهده شد (شکل ۵ و ۶).



شکل ۵- تغییرات مساحت کرانه چپ ۱۳۹۳-۱۳۳۵
Figure 5. Changes in the area of the left side during 1956-2014

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.10.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.105]



شکل ۶- تغییرات مساحت کرانه راست ۱۳۹۳-۱۳۳۵
Figure 6. Changes in the area of the right side during 1956-2014

همچنین طول آبراه در کرانه‌های چپ و راست بازه‌های مورد مطالعه، از تغییرات زیادی حکایت دارد. بیش‌ترین افزایش طول آبراه در کرانه چپ به میزان ۱۱۶٪ در واحد سه بازه دو و بیش‌ترین کاهش معادل ۶۴٪ در واحد دو بازه دو مشاهده شده است. بیشینه افزایش طول آبراه در کرانه راست معادل ۱۰۱٪ در واحد سه بازه دو و بیش‌ترین کاهش معادل ۳۵٪ در واحد دو بازه چهار رخ داده است (جدول ۲).

جدول ۲- طول آبراه در کرانه راست و چپ در سال‌های ۱۳۳۵ و ۱۳۹۳
Table 2. Length of the channel in the left and right sides during 1956-2014

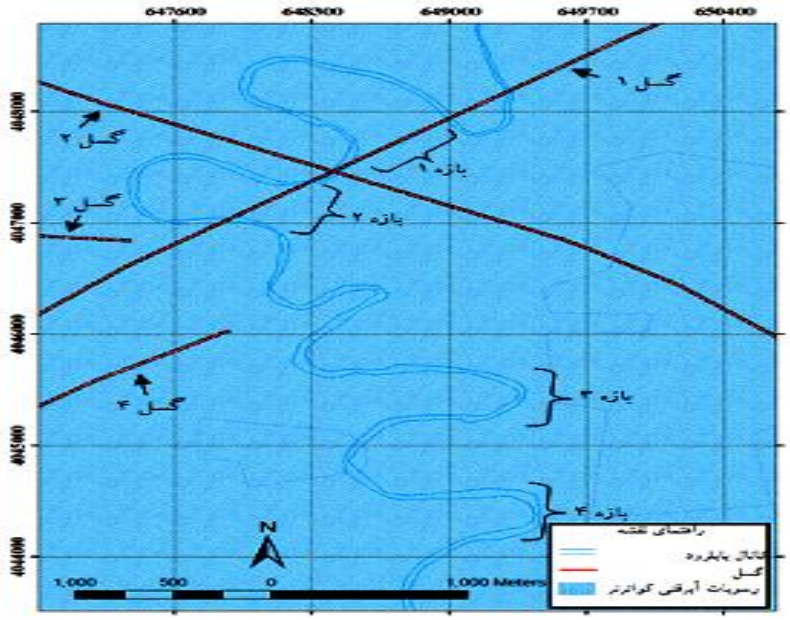
	شماره واحد	بازه یک		بازه دو		بازه سه		بازه چهار	
		کرانه راست	کرانه چپ	کرانه راست	کرانه چپ	کرانه راست	کرانه چپ	کرانه راست	کرانه چپ
سال ۱۳۳۵ (مستخرج از عکس هوایی)	واحد ۱	۹۴۸	۱۱۸۷	۷۰۵	۸۹۰	۹۶۹	۲۴۰	۷۲۹	۴۳۲
	واحد۲	۵۴۴	۳۶۹	۶۶۶	۴۸۹	۳۶۴	۱۱۳۲	۲۷۴	۵۳۶
	واحد ۳	۳۳۱	۲۱۰	۳۴۲	۲۱۵	۲۴۹	۲۶۵	۲۶۶	۵۳۷
	واحد ۴	۹۱۲	۱۰۴۹	۸۳۶	۹۶۱	۷۷۲	۷۶۶	۶۳۴	۳۴۴
سال ۱۳۹۳ (مستخرج از تصویر اسپات)	واحد ۱	۱۰۹۱	۱۰۸۹	۶۹۷	۸۲۱	۸۸۶	۸۱۵	۶۰۹	۶۰۲
	واحد۲	۳۵۰	۳۳۸	۶۰۷	۶۰۷	۳۳۵	۴۰۵	۲۴۷	۲۶۳
	واحد ۳	۳۵۵	۲۰۱	۴۲۲	۴۲۲	۵۰۱	۵۷۲	۲۳۸	۴۴۳
	واحد ۴	۹۵۸	۱۱۱۹	۷۹۵	۷۹۵	۵۸۳	۵۰۲	۶۳۱	۴۰۸

*: واحد محاسبه طول کرانه به متر می‌باشد.

زمین‌شناسی و تغییرات جانبی بازه‌ها

با توجه به نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شیت بابل، بستر رودخانه بابلرود و اطراف آن تا شعاع یک کیلومتری، از رسوبات آبرفتی و کوهرفتی کواترنر پوشیده شده است. سستی رسوبات مذکور و شیب کم اطراف آبراه، شرایط را برای تغییرات جانبی آبراه مهیا می‌کند. در نقشه زمین‌شناسی مذکور چیزی که بیش‌تر خودنمایی می‌کند شبکه گسلی اطراف بستر بابلرود می‌باشد که در شکل ۷ راستای حرکت گسل‌ها و میزان فاصله از آبراه مشخص می‌باشد. هر چند در مورد تأثیرگذاری گسل‌ها بر الگوی رود نمی‌توان با قاطعیت سخن گفت اما چهار امتداد گسل در محدوده مورد مطالعه به نحوی بر مسیر جریان رود و شکل‌گیری پیچان‌رودهای بابلرود در بازه‌های چهارگانه تأثیرگذار بوده‌اند. مسیر رودخانه در قسمت شمال غرب گسل شماره یک با راستای جنوب غرب- شمال شرق گویای تأثیرگذاری مستقیم گسل مذکور بر آبراه رود می‌باشد. گسل شماره دو با امتداد جنوب شرق- شمال غرب بر در تحول پیچان‌رودهای بازه یک و دو سهم بسزایی را ایفا می‌کند. هم‌چنین به دلیل اینکه گسل‌های شماره یک و دو به صورت متقاطع و شبکه‌ای از بازه‌های یک و دو می‌گذرند بر الگوی رود تأثیر مضاعفی داشته باشند. گسل شماره سه نیز با واحد چهار بازه دو، هم راستا می‌باشد و بر تطابق روند آبراه رود با گسل شماره سه دلالت دارد. گسل شماره چهار نیز به صورت مستقیم بر یکی از پیچان‌رودهای بین بازه دو و سه تأثیرگذار بوده است و دلیل آن، هم راستایی گسل مذکور با نحوه قرارگیری آبراه می‌باشد.

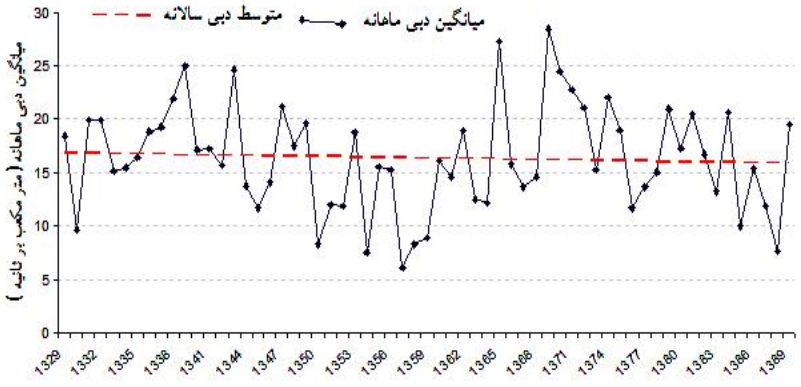
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.10.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.105]



شکل ۷- نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه
Figure 7. Geology map of the study area

دبی و رسوب و تغییرات جانبی بازه‌ها

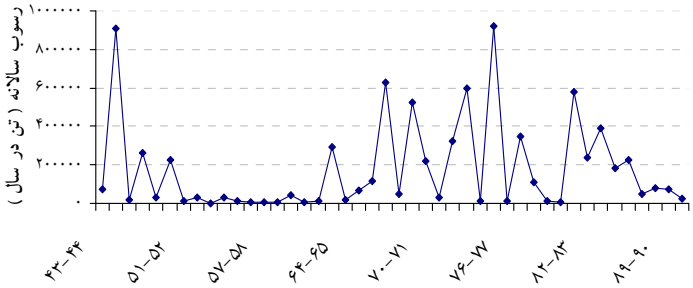
شناخت میزان آب‌دهی و کمیّت رسوب خروجی ایستگاه کشتارگاه در مجاورت بازه‌های مطالعاتی می‌تواند در روشن شدن میزان تأثیرگذاری دبی و رسوب بر تغییرات جانبی آبراه رودخانه‌ای مؤثر باشد. در ایستگاه کشتارگاه، طی دوره آماری ۸۹-۱۳۲۹، کمترین میزان دبی ماهانه مربوط به خرداد و تیر ماه با ۶/۸ متر مکعب بر ثانیه و بیش‌ترین دبی ماهانه مربوط به اسفندماه معادل ۲۴/۶ متر مکعب بر ثانیه طی دوره آبی ۶۰ ساله اخیر می‌باشد (شکل ۸). متوسط دبی سالانه ۱۶/۴ متر مکعب بر ثانیه محاسبه شده است و حداکثر دبی ماهانه ثبت شده مربوط به اردیبهشت سال آبی ۷۱-۱۳۷۰ به میزان ۸۰/۸ متر مکعب بر ثانیه و حداقل دبی ماهانه مربوط به مرداد سال آبی ۵۰-۱۳۴۹ معادل ۰/۱۱۵ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد. میانگین رسوب‌دهی سالانه در ایستگاه کشتارگاه ۱۷۷۴۰۸ تن در سال و میانگین رسوب در سه مقطع عرضی اندازه‌گیری شده (CM)[1] ۱۲۰۵ میلی‌گرم در لیتر اختصاص دارد (شکل ۹).



شکل ۸- دبی ماهانه ایستگاه کشتارگاه (وزارت نیرو، سازمان تحقیقات طرح جامع آب، ۸۹-۱۳۲۹)
Figure 8. The monthly discharge of Koshtargah Station (Ministry of Energy, Water Comprehensive Project Research Organization, 1960-2010)

1- CM (غلظت متوسط در مقطع اندازه گیری بر حسب میلی گرم در لیتر)

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.10.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.105]



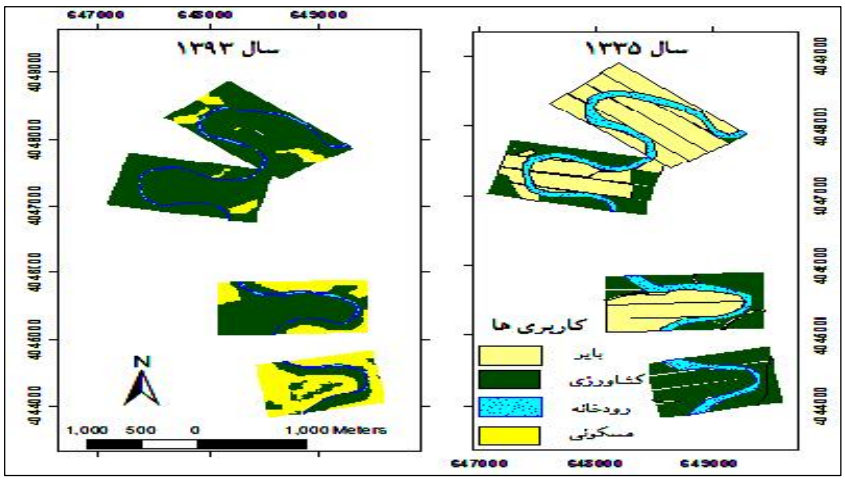
شکل ۹- رسوب سالانه ایستگاه کشتارگاه (وزارت نیرو، سازمان تحقیقات طرح جامع آب، ۹۱-۱۳۴۳)

Figure 9. The yearly sediment of Koshtargah station (Ministry of Energy, Water Comprehensive Project Research Organization, 1964-2012)

تغییرات دبی رودخانه بابلرود در ایستگاه کشتارگاه طی سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۳ با دامنه تغییرات سالانه بین ۲۵-۶ متر مکعب بر ثانیه و آورد رسوب رودخانه با دامنه تغییرات ۹۲۲۷۳۸-۲۹۷۱ تن رسوب در سال، سهمی قابل توجه در ایجاد و تغییر جانبی آبراه بابلرود داشته است. نرخ میانگین آورد رسوب رودخانه به داخل آبراه بابلرود از بدو تأسیس تا سال آبی ۶۲-۱۳۶۱ معادل ۹۸۴۳۵ تن در سال بوده است در حالی که آورد رسوب از سال ۶۳-۱۳۶۲ تا سال آبی ۹۱-۱۳۹۰ با رشدی ۱۳۰ درصدی با میانگین سالانه ۲۲۷۱۳۴ تن در سال افزایشی چشم‌گیر را نشان می‌دهد. افزایش بار رسوبی هم‌زمان با روند محسوس کاهشی میزان دبی از سال ۱۳۷۵ تاکنون موجب شده است که رودخانه به دلیل کم شدن دبی هم‌زمان با افزایش بار رسوبی، برای برقراری تعادل دینامیکی، مقداری از بار رسوبی همراه خود را در آبراه و عمدتاً در کناره محدب رسوب داده و سبب تغییری محسوس در کاهش عرض آبراه بابلرود شده است.

تغییرات کاربری اراضی و تغییرات جانبی بازه‌ها

کاربری اراضی و تغییرات آن می‌تواند در تغییرات جانبی بازه‌ها مؤثر باشد. با استخراج و رقومی سازی لایه کاربری اراضی از عکس هوایی سال ۱۳۳۵ و تصویر ماهواره‌ای اسپات در نرم‌افزار گوگل ارث ۱۳۹۳، محاسبه تغییرات کاربری ارضی انجام شده است (شکل ۱۰).

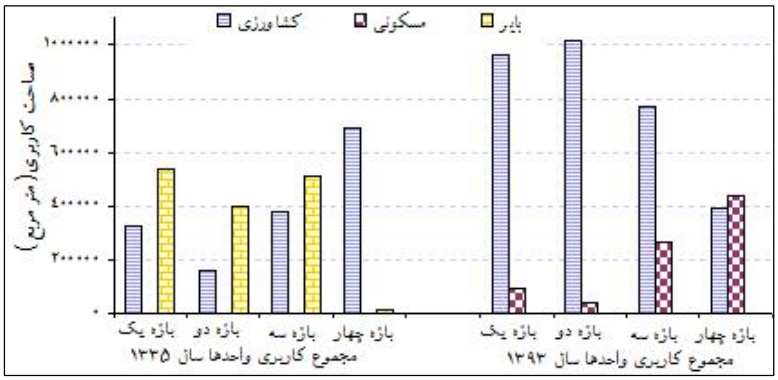


شکل ۱۰- نقشه تغییرات کاربری اراضی پیچان‌رودهای بابلرود

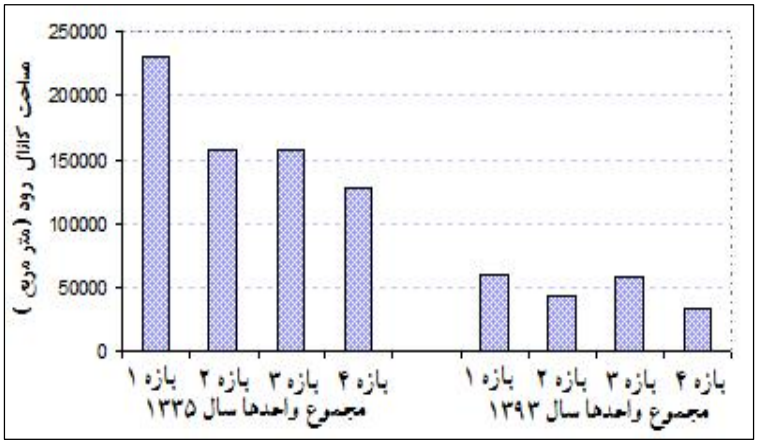
Figure 10. Map of changes in land use of Babolrood meanders

در سال ۱۳۳۵ بابلرود از توسعه شهری در امان بوده و به‌همین خاطر کاربری اطراف پیچان‌رودهای مورد مطالعه، از نوع کشاورزی یا بایر بوده است در حالی که با افزایش جمعیت شهری بابل در سال‌های اخیر مناطق بایر در سال ۱۳۳۵ به کاربری مسکونی یا کشاورزی اختصاص یافته است (شکل ۱۱). رشد فزاینده کاربری کشاورزی در سال ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۳۵ بیش‌تر به دلیل اختصاص بخشی از کاربری بایر به کشاورزی بوده است از طرفی تعرض کشاورزان به بستر و حریم رودخانه بابلرود نیز در افزایش سطح این کاربری نسبت به دوره قبل بی‌تأثیر نبوده است. از طرفی کاهش مساحت کاربری رودخانه در کل واحدهای چهارگانه طی دوره ۱۳۹۳-۱۳۳۵ نیز بر تغییرات جانبی و کاهش عرض آبراه دلالت دارد (شکل ۱۲).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.10.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.105]



شکل ۱۱- تغییرات کاربری اراضی در چهار بازه طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۳۵
Figure11. Changes of land use in four intervals during 1956-2014



شکل ۱۲- تغییرات مساحت آبراه طی دوره ۱۳۹۳-۱۳۳۵
Figure 12. Changes in the channel area during 1956-2014

از سال ۱۳۳۵ تاکنون تغییر مسیری در بازه‌های مورد مطالعه رخ نداده است و الگوی پیچان‌رودهای مورد بررسی به ویژه در قسمت سفلی بابلرود تغییراتی کند و اندک را تجربه می‌کنند اما وقوع تغییرات شدید جانبی آبراه بابلرود و انباشت رسوب در محدوده مورد مطالعه با پژوهش صورت گرفته توسط یمانی و همکاران (۲۱) مبنی بر کاهش عرض و کاهش شیب آبراه بابلرود از بابل به سمت مصب برازش نشان می‌دهد. احتمالاً وجود پیچان‌رود متروک در کرانه چپ بازه سه بابلرود، دلیلی بر تأثیر تکتونیک و نقش تعیین‌کننده گسل‌ها (به‌ویژه گسل شماره چهار) در تغییر مورفولوژی آبراه در بازه مذکور می‌باشد که با تحقیق مقصودی و همکاران (۸) با تأکید بر نقش نئوتکتونیک ناشی از فعالیت گسل در رودخانه تجن و هم‌خوانی دارد. البته اثبات ارتباط پیچان‌رود متروک در کرانه چپ بازه سه بابلرود با گسل شماره چهار، نیاز به تحقیقی جامع و مستدل جهت بررسی شواهد و قرائن فعالیت گسل در بازه مذکور دارد که رسیدن به آن، با توجه یافته‌ها و نتایج تحقیق حاضر میسر نمی‌باشد.

هم‌چنین تحقیق انجام شده توسط یمانی و علمی‌زاده (۲۰) در سطح دلتای رود کل نیز بر تأثیر نئوتکتونیک بر تغییرات بستر رودخانه مذکور دلالت دارد. تغییر کاربری اراضی از بایر و کشاورزی به مسکونی در تسریع تغییرات جانبی آبراه و بستر بابلرود طی سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۳ نقش بسزایی داشته است. این قسمت از پژوهش با بخشی از مطالعات مقصودی و همکاران (۸)، بهنام و همکاران (۱)، یمانی و مهرجونژاد (۱۴) و رسولی و همکاران (۱۲) مبنی بر تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر تغییر شکل و پلان رودخانه مطابقت دارد. در نهایت می‌توان استفاده از روش منحنی‌های متساوی‌البعد در بررسی تغییرات آبراهه‌های رودخانه‌ای طی دوره‌های زمانی مختلف را روشی سودمند و قابل قبول ارزیابی نمود که در صورت داشتن داده‌های بزرگ مقیاس نتایج بهتری را به ارمغان می‌آورد. پیشنهاد می‌شود از این روش برای بررسی تغییرات رودخانه‌ای در مناطق مختلف کشور استفاده شود تا میزان دقت این روش در محاسبه میزان تغییرات ارزیابی شود.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.10.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.105]

منابع

1. Behnam, P., H. Samadi, M. Shayannejad and A. Ebrahimi. 2013. Evaluation of Impacts of Land Use Changes on Zayandehroud River Flood Hydrograph in Isfahan Region. Journal of Water & Wastewater, 4: 103-111 (In Persian).
2. Edwards, B.F. and D.H. Smith. 2001. River Meandering Dynamics. National Energy Laboratory, Morgantown, West Virginia, USA. York N.Y.
3. Ghaffari, G., K. Soleimani and A. Mosaedi. 2007. Changes in the Morphology of the Lateral Canals Using Geographic Information System (Babolrood Caspian). Journal of Geography Research, 57: 61-71 (In Persian).
4. Gregory, K.J. 1977. River Channel Changes. John Willey & Sons-Principles of River Engineering, Pitman, London, 212 pp.
5. Leopold, L.B. and G.M. Wolman. 1957. River Channel Patterns Braided Meandering and straight. Physiographic and Hydralic Studis of River, U.S. Geological Survey, 39-85.
6. Lorestani, G. 2014. The Effect of Hydrodynamic Processes in the Sea and River on the Morphology of the Coastline (Gorganroud Delta Base). Earth Science Research, 15: 66-84 (In Persian).
7. Maghsoudi, M. and H. Kamranidalir. 2009. Evaluation of Active Tectonics in the River Channel Settings (Study Area of Tajan River). Physical Geography Research, 66: 37-55 (In Persian).
8. Maghsoudi, M., S. Sharafi and Y. Maghami. 2010. The Pattern of the Morphological of Koramabad River Using RS, GIS and AutoCad. Journal of Planning and Preparation Space, 14: 275-294 (In Persian).
9. Morisow, M. 1968. Stream, Their Dynamics and Morphology; Mc. Graw-Hill, New. 175 pp.
10. Motamed, A. 2001. Applied Geomorphology, Samt Publishers, 3: 455 pp (In Persian).
11. Nazari Samani, A., A.H. Haravi, M. Panahi and M. Jafari Shalamzar. 2013. The Impact of Land Use Change and Changes in Precipitation on Sediment Production in the Taleghan Watershed. Journal of Iranian Natural Resources, 66: 157-165 (In Persian).
12. Rasooli, M., A. Haghi zadeh, H. Zeyni Vand and A. Ildoromi. 2014. Evaluation of the Impacts of Landuse Change on Watershed Runoff Simulation Using the MLP Model Case study: Yalfan Catchment. Journal of Water and Sustainable Development, 1: 65-74 (In Persian).
13. Rezaee, M.H., M.R. Sarvati and S. Asghari Sareskanrood. 2011. Compared Investigation meandering pattern by Fractal Geometrical Analysis and Central Angles and Sinuosity Ratio Indices. Journal of Watershed Management Research, 2: 1-18 (In Persian).
14. Yamani, M. and A. Mehrjonezhad. 2012. The Effects of Land use Change on Hydrological Balance in Kordan Basin Using a HEC-HMS. Geography and Environmental Sustainability, 4: 1-16 (In Persian).
15. Yamani, M. and M.M. Hosseinzadeh. 2003. Reviewing the Pattern of Changes in the River's Caspian Coastal Plain. Journal of Geography Research, 43: 109-122 (In Persian).
16. Yamani, M. and M.M. Hosseinzadeh. 2005. Survey the Meanders Pattern in Talar River Using Centeral Angle and Curvature Coefficient Index. Journal of Geographical Research, 73: 144-154 (In Persian).
17. Yamani, M. and S. Sharafi. 2012. Geomorphology and Factors Influencing Bank Erosion in Horroud River in Lorestan Province. Journal of Geography and Environmental Planning, 45: 15-32 (In Persian).
18. Yamani, M., E. Moghimi, A. Moatamed, M. Jafarbiglo and G. Lorestani. 2013. Fast Shoreline Changes in Sefidrud Delta Using Transects Analyses Method. Journal of Geography Research, 45:1-20 (In Persian).
19. Yamani, M. and H. Elmizadeh. 2011. Investigating the Causes of Stream Instability in Kol River Delta (West of Bandarabbas). Physical Geography Research Quarterly, 78: 1-15 (In Persian).
20. Yamani, M., M. Ghadimi and A. Nohegar. 2013. Study the Variation of the Coastline East Strait of Hormuz Through Statistical Analysis Transects Method. Physical Geography Research Quarterly, 2: 157-174 (In Persian).
21. Yamani, M., M.M. Hosseinzadeh and A. Nohegar. 2007. Talar & Babol Rivers and Its Role in the Hydrodynamic Instability and Change its Geometric Characteristics. Journal of Geography Research, 55:15-33 (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.10.2]

[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.105]

An Investigation into the Channel Side and Riverbed Changes of Babolrood River in the Interval Babol City

Hematollah Roradeh[1], Ghasem Lorestani[2] and Masomeh Chreaghi[3]

1- Assistant Professor, University of Mazandran, (Corresponding author: h.roradeh@umz.ac.ir)
2 and 3- Assistant Professor and M.Sc. Student, University of Mazandran
Received: March 10, 2015 Accepted: September 5, 2015

Abstract

Rivers are highly sensitive to environmental changes. Detection of river changes can lead to recognition and optimal management of the river channel side and riverbeds. This study aimed investigating the river changes and identifying the factors affecting the level of channel side of Babolrood in Babol City. The data of this study were collected from river discharge and sediment, land structure and substances along with aerial photos of year 1335 and SPOT satellite images of year 1393 in Google Earth software. To determine changes in the channel sides, transect method was used in this study. The temporal and spatial changes of both sides of the Babolrood channel side were compared to baseline and calculated by locating a straight and constant line as a baseline and a transaction at intervals of 200 meters. Channel changes were numbered in four separate intervals and finally the changes of left and right banks of Babolrood were studied and analyzed by overlaying and integrating the two time periods. The results of this research indicated drastic channel changes in the last 60 years of Babolrood River. The following factors had a remarkable role in Babolrood channel side changes: elimination of barren usages, reduction of other usages to the benefits of residential ones and fluctuations in discharge rate and river. In addition, the contribution of fault in the movement and the length of channel side should not be ignored.

Keywords: Babolrood, Channel Side Changes, Discharge, Transect

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-04-23]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1395.7.14.10.2]

[DOI: 10.29252/jwmr.7.14.105]