DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijwmse.2016.105978

Journal of Watershed Engineering and Management
Volume 8, Issue 1, 2016, Pages 107-114

نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۸، شماره ۱، ۱۳۹۵، صفحات ۱۰۷-۱۱۴

گزارش فنی

بررسی روند تغییرات مورفولوژی رودخانه زرینه‌رود با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی

ابراهیم بروشکه*[۱] و سید احمد حسینی[۲]

[۱] مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران و [۲] استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۱۶

چکیده

انجام فعالیت‌های عمرانی در سرشاخه‌ها و بخش میانی حوزه‌های آبخیز تغییرات مورفولوژی بستر در بخش انتهایی را به‌دنبال دارد. شناخت تغییرات حادث شده و اثرات آن بر موفولوژی بستر و اراضی مجاور رودخانه برای ساماندهی و تثبیت بستر، ضروری است. این پژوهش با هدف شناخت مورفولوژی رودخانه و روند تغییرات حریم بستر طی ۵۰ سال گذشته در بازه‌ای به طول ۲۵ کیلومتر در بخش انتهایی رودخانه زرینه‌رود و استان آذربایجان غربی انجام شد. برای این کار از عکس‌های هوایی سال‌های ۱۳۳۴ و ۱۳۴۶ به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰۰، نقشه‌های توپوگرافی سال ۱۳۷۵ به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و تصاویر SPOT سال ۱۳۸۲ استفاده شد. بررسی‌ها نشان داد که وسعت حریم بستر از ۵۶۱/۱ هکتار به ۲۲۱/۳ هکتار کاهش یافته و مورفولوژی بستر و شکل ظاهری قوس‌ها متحول شده است. وسعت سدهای ماسه‌ای در داخل بستر در سال‌های ۱۳۴۶ و ۱۳۸۲ به‌ترتیب ۱۳/۶۸ و ۲/۸۶ هکتار بوده که نشان‌دهنده نوسانات زیاد آبدهی و تغییر شرایط هیدرولوژیکی و هیدرولیکی رودخانه است. تعداد پیچان‌رودها از چهار مورد به سه مورد تقلیل یافته و بستر رودخانه در ابتدای بازه از حالت پیچان‌رودی خارج و حالت مستقیم و شریانی پیدا کرده است. بیشترین عامل تاثیرگذار در تغییرات مورفولوژی، تغییر در رژیم هیدرولوژیکی به‌دلیل احداث سد، کاهش قابل ملاحظه رواناب در رودخانه و انباشت بار رسوبی در مسیر بستر است.

واژه‌های کلیدی: آذربایجان غربی، پیچان‌رودی شدن، تصاویر ماهواره‌ای، رسوب‌گذاری، مورفولوژی بستر

مقدمه

کلیه رودخانه‌ها در معرض تغییر و تحول قرار دارند، تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌های بزرگ در مقایسه با رودخانه‌های با وسعت کم بارزتر است، حوضه رودخانه زرینه‌رود با وسعتی معادل ۱۱۷۲۹ کیلومتر مربع، بزرگ‌ترین حوزه آبخیز دریاچه ارومیه است. بازه مورد مطالعه در اراضی آبرفتی با شیب کم قراردارد. اراضی مجاور بستر، شامل باغات و اراضی مرغوب زراعی می‌باشد. به‌دلیل وجود آب کافی و استعداد بالای اراضی، فراوانی روستاها در اطراف رودخانه یا با فاصله کمی از آن، زیاد است. بخش وسیعی از اراضی کشاورزی و باغ‌های مجاور رودخانه در ترسالی‌ها با وقوع سیلاب‌های عظیم به‌وسیله سیل اشغال شده و خسارت مالی فراوانی ببار می‌آورد. در

* مسئول مکاتبات: brooshkeh@gmail.com

دهه‌های اخیر کشاورزان هم‌جوار بستر، بخش وسیعی از اراضی حریم بستر را به زیر کشت برده و با دستکاری حریم رودخانه، تغییرات مورفولوژی بستر را شدت بخشیده‌اند. از طرف دیگر، با احداث سد درسرشاخه‌های آبخیز، دبی رودخانه تا حد زیادی کاهش یافته و اثرات کاهش رواناب را نمی‌توان در تغییر مورفولوژی بستر رودخانه انکار کرد.

بستر رودخانه زرینه‌رود به‌عنوان زهکش اصلی حوضه وسیع بالادست، تحت تاثیر فعالیت‌های عمرانی و تغییرات کاربری اراضی مجاور بستر، تغییرات گسترده مورفولوژی رودخانه در آن حادث شده و تبعات مستقیم و غیرمستقیم زیادی را به‌دنبال دارد. در این پژوهش به بخش‌هایی از آن می‌پردازیم. در داخل و خارج کشور تحقیقات زیادی در مورد مورفولوژی رودخانه و تحولات آن انجام شده است. Ahmadian Yazdi (۲۰۰۱) مساحت پلان رودخانه تجن طی ۳۵ سال (۱۳۷۹-۱۳۳۴) از ۹۲۷/۴۳ به ۲۶۷۴/۹ هکتار گزارش شده است. اراضی تخریب شده بر اثر فرسایش کناری در مرز ایران ۳۳/۱ و در ساحل ترکمنستان ۳/۹ متر مکعب در سال برآورد شده است. Morid (۲۰۰۴)، با بررسی چهار سری تصویر ماهواره‌ای Landsat و IRS دریافتند که در رودخانه کارون، پیچان‌رودها در حال تغییر بوده و به‌سمت پایین‌دست جابه‌جا شده‌اند. Yang (۱۹۹۹)، با بررسی شش سری تصویر ماهواره‌ای MSS و TM گزارش نمود، رودخانه زرد در چین در بازه انتخابی از حالت شریانی مستقیم به پیچان‌رودی ضعیف تغییر شکل داده است. Cencetti و همکاران (۲۰۰۳)، روند تکامل جلگه آبرفتی رودخانه پاگلین در مرکز ایتالیا در ۲۰۰ سال گذشته را با برداشت‌هایی از ۱۴ مقطع از بستر رودخانه بررسی نمودند، نتایج حاکی از کاهش فزاینده عرض بستر از ۲۰۶/۷ متر در سال ۱۸۲۱ به ۵۳/۹ متر در سال ۱۹۹۹ است. بستر طی سال‌های ۱۸۲۱ تا ۱۹۷۷، ۱۲۱ متر جابه‌جا شده و عمق آن افزایش یافته است.

Gharibreza در سال ۲۰۰۶، در رودخانه زهره طی سال ۱۹۶۷ دو بریدگی[1] اتفاق افتاده و ضمن افزایش درجه پیچان‌رودی بستر از ۴۳ به ۴۸، این رودخانه در طبقه پیچان‌رود خیلی توسعه یافته قرار دارد. Farrokhi و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی پلان رودخانه دز، مشخص نمودند که رودخانه بیشتر از الگوی پیچان‌رودی تبعیت می‌کند و سواحل آن جابه‌جایی زیادی نشان می‌دهد. Javaheri و همکاران (۲۰۰۵)، در بازه‌ای به طول ۱۵۰ کیلومتر روند توسعه حلقه‌های پیچان‌رود رودخانه کارون معکوس شده و رسوب‌گذاری در قوس‌های بیرونی پیچان‌رودها، عملکرد آبگیرها را دچار اشکال نموده است. McCusker (۲۰۰۶) در تحلیل تاریخی بر اساس GIS در رودخانه پامپروگ غرب کانکتیکات در آمریکا طی ۷۰ سال گذشته، ضمن افزایش تغییر بستر، درجه سینوسی شدن آن کاهش یافته است. Mossa و Coley (۲۰۰۵)، تغییرات بستر رودخانه پسکاگولا در جنوب شرق می‌سی‌سی‌پی را متاثر از فعالیت معدن‌کاری دانسته و بیان کردند که بعضا عرض بستر ۴۰۰ تا ۵۰۰ درصد افزایش یافته است. Michael و Tamara (۲۰۰۴)، با بررسی مورفولوژی بستر رودخانه ریوگراند سیلور مشخص نمودند که بستر اصلی به‌صورت معنی‌داری عمیق شده و متوسط عرض کانال از ۵۲۰-۲۷۵ متر در سال ۱۹۱۸ به ۱۴۰-۷۰ متر در سال ۱۹۷۲ کاهش یافته است. Simon و همکاران (۱۹۹۹)، نرخ تخریب سواحل رودخانه‌ها در ایالات متحده آمریکا از ۱/۵ متر تا بیش از ۱۰۰ متر در برخی از آبراهه‌های رودخانه توتل متغییر است.

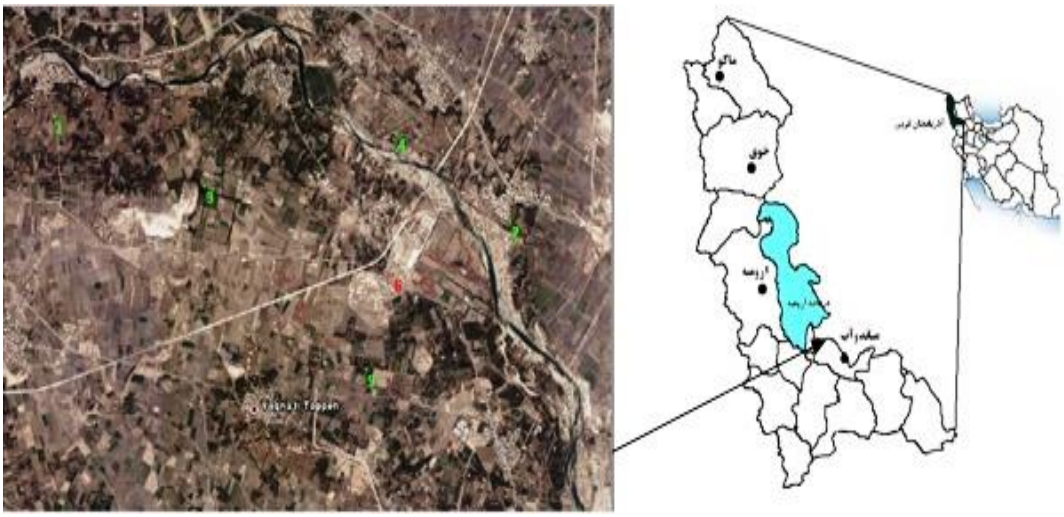
در این پژوهش سعی بر این است در یک بازه ۵۰ساله تحولات مورفولوژی بستر رودخانه زرینه‌رود و پیامدهای ناشی از آن با استفاده از سوابق موجود و اطلاعات اسنادی و مطالعات میدانی تحلیل شود.

مواد و روش‌ها

بازه مورد مطالعه به‌طول ۲۵ کیلومتر در بخش انتهایی رودخانه زرینه‌رود در جنوب شرق دریاچه ارومیه قرار دارد (شکل ۱). رودخانه زرینه‌رود ۲۱۷ کیلومتر طول و ۱۱۷۲۹ کیلومتر مربع وسعت دارد. دبی متوسط آن ۶۲/۱ متر مکعب بر ثانیه و بالاترین دبی لحظه‌ای رودخانه ۱۵۵۲ مترمکعب بر ثانیه گزارش شده است. متوسط بارش سالانه در ایستگاه

[1] Cut off

داش‌بند ۳۹۲/۲ میلی‌متر و در ایستگاه تازه‌کند ۲۶۷/۷ میلی‌متر است.



شکل ۱- موقعیت بازه مورد پژوهش

در این مقاله مراحل مختلف انجام کار به شرح زیر بوده است. بر اساس عکس‌های هوایی ۱:۵۰۰۰۰ سال ۱۳۳۴، نقشه رقومی حریم بستر رودخانه در بازه انتخابی برای سال پایه (۱۳۳۴) تهیه شد، سپس با استفاده از عکس‌های هوایی سال ۱۳۴۶ به مقیاس ۱:۲۰۰۰۰، نقشه توپوگرافی به روز شده سال ۱۳۷۵ به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای SPOT سال ۲۰۰۳ میلادی (۱۳۸۲ شمسی)، چهار لایه اطلاعاتی در چهار مقطع زمانی متفاوت شامل سال‌های ۱۳۴۴، ۱۳۴۶، ۱۳۷۵ و ۱۳۸۲ از منطقه تهیه شد.

لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS بعد از زمین مرجع نمودن آن‌ها (ژئورفرنس) با خطای جذر میانگین مربعات (RMSE) کمتر از ۰/۵ به کمک نرم‌افزار ILWIS تهیه شد. در مرحله بعد محدوده‌های انواع اراضی با استفاده از روش Screen (On digitizing) تعیین شد. سپس هر یک از لایه‌های رقومی تهیه شده در محیط GIS با نقشه مبنا در سال پایه (۱۳۳۴) مقایسه شد. با روی‌هم گذاری نقشه‌ها با نقشه پایه، روند تغییرات بستر و تحول مورفولوژی رودخانه در مقاطع مختلف زمانی مشخص شد. در نهایت علت تغییرات مورفولوژی بستر تحلیل شد و برای تثبیت رودخانه و پیشگیری از خطرات احتمالی از قبیل جابه‌جایی رودخانه و تغییر در مورفولوژی بستر و خسارت ناشی از آن، پیشنهادهای لازم ارائه شد.

نتایج و بحث

بر اساس تفسیر عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه توپوگرافی در مقاطع زمانی ۱۳۴۴، ۱۳۴۶، ۱۳۷۵ و ۱۳۸۲، وسعت حریم رودخانه تعیین شد. در محدوده حریم رودخانه با توجه به اختلافات موجود در اشکال مورفولوژی بستر، چهار نوع اراضی تفکیک شد. واحدهای اراضی تفکیک شده شامل اراضی شن‌زار ساحلی، بستر دائمی، نیمکت‌های شنی (جزایر ماسه‌ای) و اراضی مرتعی موجود در حریم بستر می‌باشد. حدود تغییرات انواع اراضی در مقاطع زمانی مختلف در جدول ۱ و شکل‌های ۲ الی ۵ نشان داده شده است.

بر اساس اطلاعات جدول ۱، از سال ۱۳۳۴ به بعد وسعت انواع اراضی موجود در حاشیه بستر رودخانه دستخوش تغییر شده است. در سال پایه (۱۳۳۴)، وسعت کل اراضی حریم رودخانه ۵۶۱ هکتار است (شکل ۲)، در سال ۱۳۴۶ وسعت حریم بستر ۴۸۲/۱۷ هکتار تعیین شد، دراین مقطع وسعت بستر دائمی و نیمکت‌های شنی در مقایسه با سال مبنا افزایش یافته و وسعت اراضی شن‌زار ساحلی کاهش دارد (شکل ۳). در سال ۱۳۷۵ حریم بستر ۳۲۷/۲۹ هکتار است و وسعت آن در مقایسه با سال پایه کاهش چشمگیر نشان می‌دهد. در این سال وسعت بستر دائمی نسبت به سال مبنا، دو برابر شده و اثری از نیمکت‌های شنی

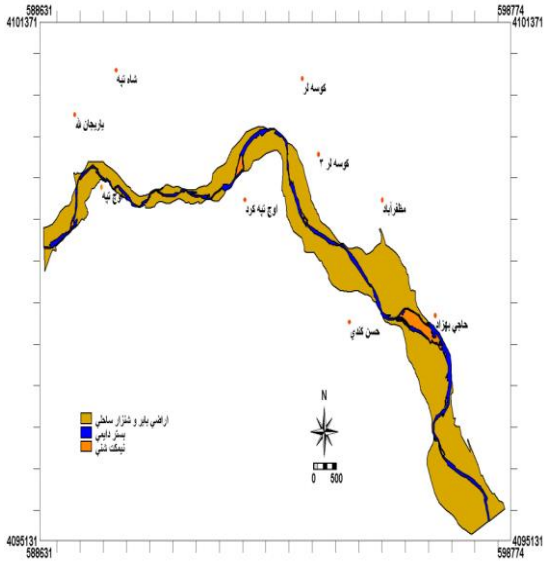
در داخل بستر دائمی وجود ندارد. تغییرات مورفولوژی حادث شده گویای یک ترسالی واقعی در مقایسه با مقاطع زمانی گذشته می‌باشد. از پیامدها و آثار برجای مانده از این تر سالی می‌توان به تغییرات قابل ملاحظه مورفولوژی در بستر رودخانه، حذف قوس‌ها و پیچ و خم رودخانه (مئاندر) و مستقیم شدن بستر در ابتدای بازه اشاره داشت، ضریب سینوسی شدن پیچان‌رودها نیز در تمام قوس‌ها تغییر نموده است (جدول ۲ و شکل ۴).

حریم بستر برای وضعیت موجود بر اساس جدیدترین لایه اطلاعاتی (تصاویر ماهواره‌ای SPOT ۲۰۰۳ میلادی) ۲۲۱/۳ هکتار است (شکل ۵). مقایسه وسعت اراضی حریم بستر در مقاطع مختلف، کاهش مداوم را نشان می‌دهد و طی ۴۸ سال گذشته (از ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۲)، با کوچک شدن حریم بستر، اراضی رسوبی و شن‌زار ساحلی توسط ساکنان محل تصرف شده و به اراضی کشاورزی و باغات تبدیل شده است، در بعضی از قسمت‌ها تا مرز بستر دائمی این دست‌اندازی ادامه دارد.

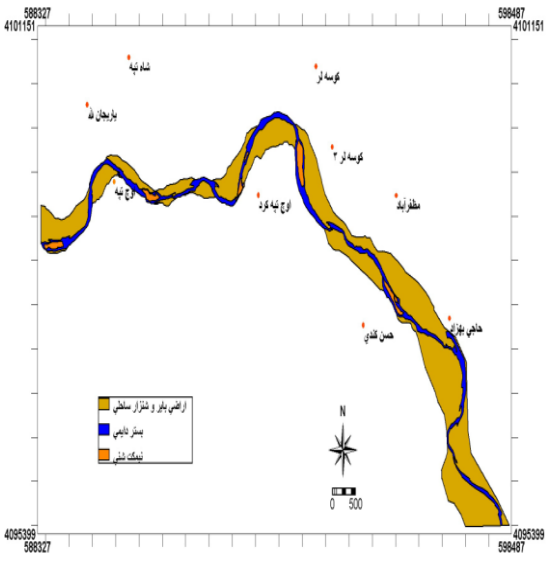
در سال ۱۳۸۲ وسعت بستر دائمی در مقایسه با سال ۱۳۷۵ کاهش، اما در مقایسه با سال مبنا افزایش دارد و نیمکت‌های شنی در داخل بستر ظاهر گشته‌اند که از علایم کاهش جریان سیلابی با رواناب بالا می‌باشد و رودخانه قادر به تخلیه کامل بار رسوبی نیست. این اتفاقات از پیامدهای احداث سد در پایین‌دست و پایاب آن است. تغییرات مورفولوژی بستر و وضعیت به‌وجود آمده بعد از احداث سد، در صورت وقوع ترسالی‌ها می‌تواند خطر آفرین باشد و اراضی زراعی، باغی و روستاهای حاشیه رودخانه را تهدید می‌نماید.

جدول ۱- انواع اراضی و مساحت آن‌ها به هکتار به تفکیک لایه‌های اطلاعاتی

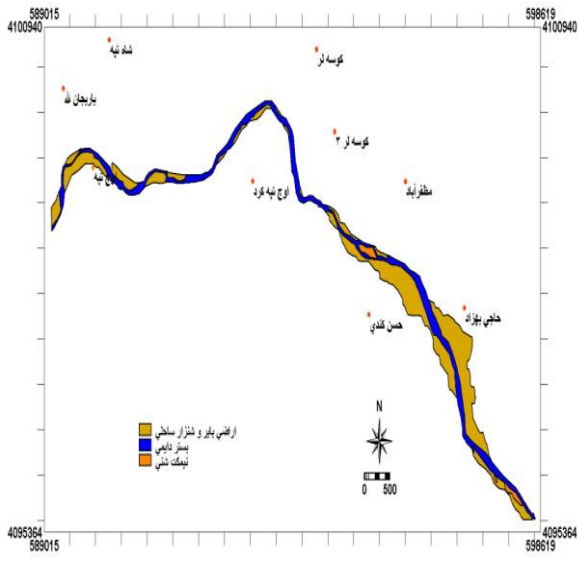
نوع اراضی	عکس هوایی (۱۳۳۴)	عکس هوایی (۱۳۴۶)	نقشه توپوگرافی (۱۳۷۵)	تصویر ماهواره‌ای (۱۳۸۲)
اراضی شن‌زار ساحلی	۵۰۳/۶۶	۳۸۹/۱۲	۲۱۸/۶۴	۱۴۰/۷۸
بستر دائمی	۵۴/۸۳	۷۹/۳۷	۱۰۸/۶۶	۷۷/۶۸
نیمکت‌های شنی	۲/۶۵	۱۳/۶۸	-	۲/۸۶
کل اراضی حریم بستر	۵۶۱/۱۴	۴۸۲/۱۷	۳۲۷/۲۹	۲۲۲/۳۳



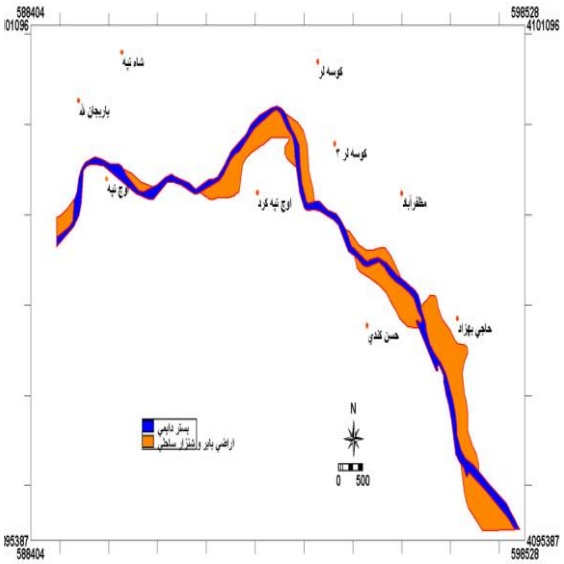
شکل ۲- نقشه بازه انتخابی برای سال پایه (۱۳۳۴)



شکل ۳- نقشه بازه انتخابی برای سال ۱۳۴۶



شکل ۵- نقشه بازه انتخابی برای سال ۱۳۸۲



شکل ۴- نقشه بازه انتخابی برای سال ۱۳۷۵

شکل‌های ۲ الی ۵، نقشه‌های حریم بستر و تحولات به‌وجود آمده در مقاطع زمانی مختلف را نشان می‌دهند. در شکل ۲، اراضی بایر و شنزار ساحلی وسعت قابل ملاحظه‌ای دارد. در شکل‌های ۳ و ۴ به تدریج از وسعت این اراضی کاسته شده و در شکل ۵ وسعت آن به حداقل می‌رسد. مورفولوژی بستر به تبعیت از تغییرات حادث شده در اراضی حریم بستر تغییر نموده و این تفاوت‌ها در شکل‌های ۲ الی ۵ به‌وضوح نمایان است. در شکل‌های ۲ و ۳، سه پیچان‌رود بزرگ مشاهده می‌شود، ولی در شکل‌های ۴ و ۵ بستر در بخش قابل ملاحظه‌ای از مسیر، حالت مستقیم و شریانی دارد. جدول ۲ تغییرات پیچان‌رودها را در مقاطع زمانی مختلف نشان می‌دهد.

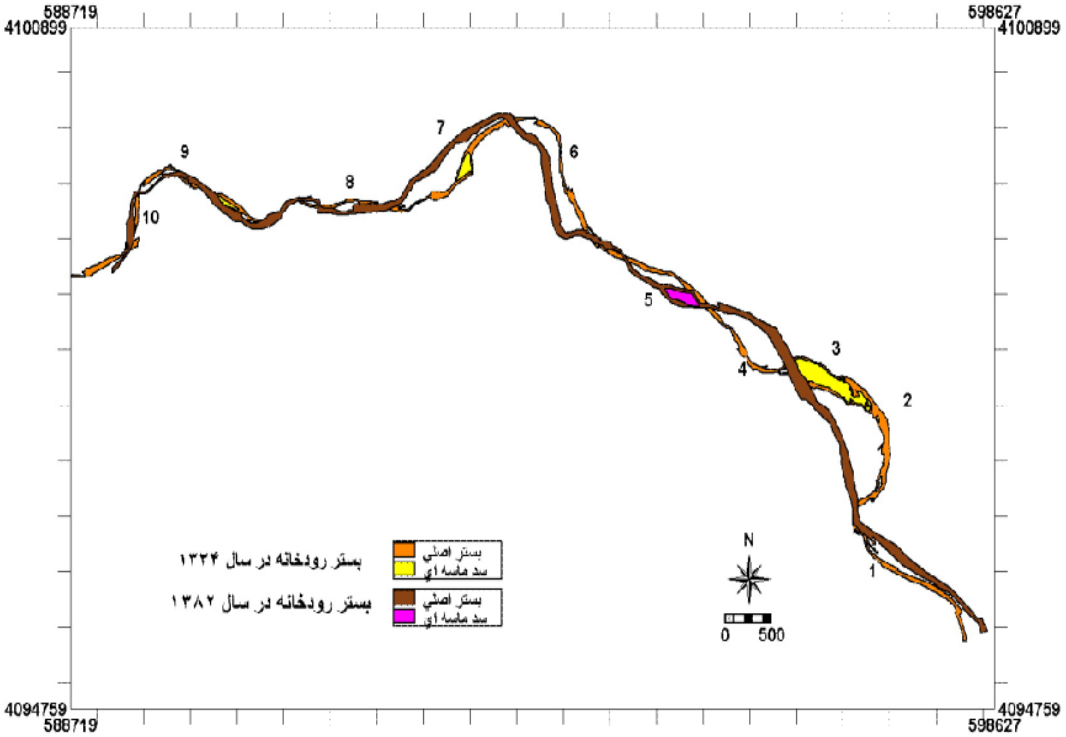
برای درک بهتر روند جابه‌جایی‌ها و تغییرات مورفولوژی انجام شده در بازه انتخابی، نقشه‌های بستر فعال مربوط به سال مبنا (۱۳۳۴) و سال انتها (۱۳۸۲) با هم مقایسه شده‌اند (شکل ۶).

جدول ۲- تعداد پیچان‌رودها و ضرائب سینوسی آن‌ها در مقاطع زمانی (۱۳۳۴، ۱۳۴۶، ۱۳۷۵ و ۱۳۸۲)

سال ۱۳۳۴	سال ۱۳۴۶	سال ۱۳۷۵	سال ۱۳۸۲
۱/۴۰۸	۱/۴۶۵	-	-
۱/۵۷۴	۱/۵۱۲	-	-
۱/۶۷۵	۱/۸۷۴	-	۱/۵۷
۱/۰۶۰	۱/۲۲۰	۱/۵۲۰	۱/۵۴
-	۱/۴۸۰	۱/۳۵۶	۱/۴۶

از مقایسه مورفولوژی بستر در سال مبنا با مورفولوژی آن در سال ۱۳۸۲ به این نتیجه می‌رسیم که رودخانه در ابتدای بازه به تدریج از حالت پیچان‌رود خارج گشته و بستر فعال رودخانه در مقایسه با سال ۱۳۳۴ نسبتا مستقیم، عریض و شریانی است. بیشترین جابه‌جایی رودخانه با حذف قوس پیچان‌رود به‌سمت جنوب انجام شده است. مطابق شکل ۶ و جدول ۲، طی ۵۰ سال گذشته جابه‌جایی بستر و تحول اشکال پیچان‌رود قابل ملاحظه است. بستر رودخانه در سال ۱۳۳۴، چهار مورد پیچان‌رود با درجات سینوسی متفاوت را شکل داده است. در این مقطع زمانی هنوز بر روی رودخانه زرینه‌رود سد احداث نشده بود. پیچان‌رود شدن بستر تحرک جدیدی به رودخانه بخشیده و ظرفیت حمل آب و رسوب را در آن افزایش داده است. در سال ۱۳۴۶ تعداد پیچان‌رودها پنج مورد بوده، اما در سال ۱۳۷۵

به دو مورد تقلیل یافته و مسیر رودخانه بیشتر حالت مستقیم دارد. در سال ۱۳۸۲ رودخانه در سه نقطه حالت پیچان‌رود دارد. در جدول ۳، جزئیات تغییرات مورفولوژی بستر در بازه انتخابی ارائه شده است.



شکل ۶- تلفیق نقشه بسترهای فعال سال‌های ۱۳۲۴ و ۱۳۸۲

جدول ۳- وضعیت مورفولوژی بستر و تغییرات آن از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۲

مقطع	مقدار جابه‌جایی (m)	جهت جابه‌جایی	تغییرات حادث شده در مقطع انتخاب شده
۱	۱۴۵	شرق	حذف قوس بیرونی مئاندر و ایجاد بستر شریانی
۲	۴۵۰	غرب	حذف پیچان‌رود و مستقیم شدن بستر، عریض گشتن بستر دائمی
۳	۲۴۹	شرق	ابتدای پیچان‌رود شدن و احتمال فرسایش موضعی، حذف بستر دو شاخه توام با سد رسوبی و عریض شدن بستر دائمی
۴	۱۷۵	جنوب غرب	پیدایش بستر دو شاخه و شکل‌گیری سد ماسه‌ای به‌طول ۴۰۰ متر و عرض ۸۰ متر، کم شدن عرض بستر در مقایسه با سال ۱۳۴۶
۵	۲۴۰	غرب	شکل‌گیری پیچان‌رود در ابتدای مقطع پنج، چرخش ۹۰ درجه‌ای بستر و احتمال وقوع فرسایش در محل انحنا، حذف دو شاخه بستر و ایجاد مورفولوژی مستقیم
۶	۳۰۷	شمال	تعدیل قوس بیرونی پیچان‌رود و حذف دو مورد سد ماسه‌ای داخل بستر
۷	۹۰	جنوب	حذف قوس بیرونی پیچان‌رود در حال شکل‌گیری، بستر به‌طول ۳۰۰ و عرض ۷۵ متر حالت ماندابی دارد و در خروجی آن به شدت کم عرض می‌شود.
۸	۵۸	شمالی	شکل‌گیری پیچان‌رودی که قوس بیرونی آن متوجه شمال است، احتمال فرسایش و جابه‌جایی بیشتر در آن، نهشته‌گذاری در بخش داخلی
۹	۸۰	جنوب	بستر از حالت دو شاخه‌ای در آمده و در داخل بستر ترسیب انجام می‌گیرد.
۱۰	۶۰	غرب	جابه‌جایی با زاویه ۹۰ درجه و کاهش عرض بستر از ۴۲ به ۲۹ متر، احتمال وقوع فرسایش

به لحاظ ژئومورفولوژیکی بیشترین عامل تاثیرگذار در تغییرات مورفولوژی بستر رودخانه در پنج دهه گذشته، انباشت بار رسوبی عمدتا ریزدانه در اغلب نقاط در مسیر بستر بوده است. با احداث سد، دبی‌های سیلابی رودخانه زرینه‌رود از لحاظ حجم سیل و فراوانی آن تا حد زیادی کاهش یافته است. کاهش قابل ملاحظه سیل و تغییر در رژیم هیدرولوژیکی رودخانه باعث انباشت بار رسوبی در مناطق مستعد رسوب‌گذاری شده است. در شرایط فعلی یکی از دلایل تغییرات مورفولوژی در بازه انتخابی، پدیده رسوب‌گذاری و انباشت مواد رسوبی در داخل بستر است. تعداد سدهای ماسه‌ای و جزایر شنی در داخل بستر و کناره‌های آن و ایجاد بستر شریانی در بخشی از ابتدای بازه در مقایسه با سال مبنا، از پیامدهای احداث سد و تحول مورفولوژی بستر است.

پیشنهادات

بر اساس نتایج اخذ شده از تحقیق، موارد ذیل پیشنهاد می‌شود.

الف: بهره‌گیری از امکانات RS و GIS و وجود لایه‌های اطلاعاتی در بازه زمانی متفاوت شامل تصاویر ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی و نقشه‌های توپوگرافی، بهترین ابزار برای تعیین روند تغییرات رودخانه، شناسایی مناطق بحرانی یا در حال ترسیب در بستر رودخانه و تنظیم پروژه‌های تثبیت رودخانه می‌باشد که در کمینه زمان ممکن با صرف هزینه ناچیز این کار قابل انجام است.

ب: با مشخص شدن روند جابه‌جایی‌ها و شناسایی مکان‌های در حال فرسایش و رسوب‌گذاری، می‌توان برای کاهش خسارت ناشی از جابه‌جایی‌های بستر برنامه‌ریزی کرد.

ج: با توجه به این که در بازه انتخابی نهشته‌گذاری و ترسیب مواد نقش عمده‌ای در تغییرات مورفولوژی بستر دارد. شناسایی دقیق مکان‌های ترسیب مواد و نحوه برداشت مواد رسوبی نهشته شده در بستر می‌تواند به تثبیت آن کمک نماید.

د: مکان‌های در حال ترسیب و نهشته‌گذاری، منابع قرضه ایده آلی در اختیار اهالی منطقه قرار می‌دهند، با برداشت اصولی و کارشناسی می‌توان از جابه‌جایی‌های نامتعارف جلوگیری نموده و به تثبیت بستر کمک کرد.

ه: کم شدن عرض بستر با توجه به کاهش ۶۰ درصد حریم بستر از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۲ زنگ خطری است و بستر فعلی با شرایط مستعد رسوب‌گذاری، قادر به تخلیه سیلاب‌های با دوره برگشت متوسط و بالا را نخواهد داشت و در صورت عدم چاره‌جویی، مشکلات زیادی را در آینده ببار خواهد آورد.

منابع مورد استفاده

1. Ahmadian Yazdi, M.J. 2001. Study on the role in plant covering control erosion put aside meander of the Tajan-Harir River. MSc Thesis, Gorgan University, 124 pages.
2. Farrokhi, Z., Gh. Barani and S. Arshad. 2005. Study of river plan changes using remote sensing and GIS. 5th Conference of Iranian Hydraulic, Bahonar University.
3. Javaheri, N., M. Kashefi and M. Ghamshi. 2005. Study of back loops meander Karun River. 5th Conference of Iranian Hydraulic, Bahonar University.
4. Cencetti, C. Duranti, A. Fredduzzi, I. 2003. Marchesini narrowing and bed incision of a cobble bed river in central italiy.
5. Gharibreza, M. Masoumi, H. 2006. Zohreh River Morphology and Its Changes in Hendijan Delta7th International River Engineering Conference
6. Morid, S. 2004. Investigate the morphological changes of the Karun River using remote sensing. University Research Project, Tarbiyat Modarres.
7. McCusker, M. 2006. Quantification of channel planform change over time using GIS: Pomperaug River. Connecticut University of Connecticut, Department of Geography.
8. Michael, D. and M. Tamara. 2004. Analyzing changes in river channel morphology using GIS for Rio grand silvery minnow habitat assessment, New Mexico.
9. Mossa, J. and D. Coley. 2004. Plan form change rates in rivers with and with out instream and floodplain sand and gravel mining: assessing instability in the Pascagoula river and tributaries Mississippi -Department of Geography University of Florida.

10. Simon, A., A. Curini, S.E. Darby and E.J. Langendoen. 1999. Stream bank surface processes and landforms. Journal of Hydraulic Engineering, 6(5): 469-484.
11. Yang, X. 1996. Satellite remote sensing and geographic information system for monitoring morphodynamics of the active Yellow river delta. China Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS, 4: 2240-2242.