هیدروژئومورفولوژی، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۳، صص ۳۹-۲۱
وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۷/۲۹ تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۳/۰۹/۲۶

تحلیل تأثیرات برداشت شن و ماسه بر مورفولوژی رودخانه قرنقو (محدوده بعد از سد سهند تا روستای خراسانک)

صیاد اصغری سراسکانرود[۱]

چکیده

به برداشت مستقیم مکانیکی منابع شن و از بستر رودخانه، معدن کاری رودخانه گفته می‌شود. برداشت منابع شن و ماسه از بستر رودخانه موجب بریدگی بستر رودخانه می‌شود و می‌تواند کیلومترها به پایین‌دست و بالادست رودخانه کشیده شود و این امر باعث تخریب یا تضعیف پلها و سایر سازه‌های رودخانه و مشکلات زیست محیطی می‌شود. هدف این تحقیق بررسی تأثیرات مخرب برداشت بیش از حد منابع شن و ماسه از بستر رودخانه قرنقو است. نقشه‌های توپوگرافی، نقشه‌های زمین‌شناسی، داده‌های هیدرولوژیکی جریان، داده‌های مستخرج از مدل رقومی ارتفاع، داده‌های مطالعات صحرایی و تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده ETM سال ۲۰۰۸، و سنجنده OLI سال ۲۰۱۳ مواد تحقیق را تشکیل می‌دهند. جهت رسیدن به هدف تحقیق ابتدا جریان سیلابی رودخانه را محاسبه کرده، مقدار مجاز برداشت را برآورد کردیم و در مرحله بعد برای بررسی تأثیرات تخریب ضریب سینوزیتی رودخانه در دوره زمانی ۱۳۸۷ و ۱۳۹۲ را محاسبه و همچنین میزان جابه‌جایی رودخانه را در سالهای مزبور برآورد کردیم. نتایج تحقیق نشان داد که میزان برداشت رودخانه بسیار بیشتر از حد مجاز بوده است. همچنین ضریب سینوزیتی رودخانه در سال ۱۳۹۲ نسبت به سال ۱۳۸۷ افزایش محسوسی پیدا کرده است. نتایج جابه‌جایی رودخانه نشان داد که میزان جابه‌جایی رودخانه در فاصله زمانی مورد بررسی از ۷۵ تا ۱۰۰ متر متغیر بوده است.

واژگان کلیدی: برداشت شن و ماسه؛ بستر رودخانه؛ جابه‌جایی رودخانه؛ ضریب سینوزیتی

۱ـ استادیار جغرافیای طبیعی (گرایش ژئومورفولوژی) دانشگاه ارومیه Email:s.asghari@urmia.ac.ir

مقدمه

برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه امری متداول است که جهت استفاده در سازه‌های عمرانی انجام می‌گیرد. برداشت منابع شن و ماسه از رودخانه به علت مزایای آن نسبت به منابع قرضه شن و ماسه کوهی، از جمله: وجود رسوبات دانه‌بندی شده مناسب به لحاظ طبیعی و رسوبات پاک‌تر (عدم رسوبات صنایع و یا سایر مواد) نزدیکی به بازار مصرف و کاهش هزینه‌های حمل و نقل، همواره مورد توجه بوده است (کندلف[1]، ۱۹۹۴: ۲۲۷) اما برداشت غیراصولی و غیر علمی مصالح از کف رودخانه‌ها و سیلاب دشتها آثار مخرب بر مورفولوژی رودخانه و همچنین بر محیط زیست بر جا می‌گذارد (لویو و همکاران[2]، ۲۰۱۰: ۹۶؛ وانگ و همکاران[3]، ۲۰۱۲، ۳۴۱). این امر ضرورت توجه جدی بر سامان بخشی برداشت شن و ماسه را بیش از پیش مشخص می‌کند. برداشت مصالح از رودخانه‌ها مستقیماً هندسه آبراهه و تراز بستر را تغییر می‌دهد (سورین و رینالدی[4]، ۲۰۰۳: ۳۰۹) که عواملی مانند انحراف جریان، انباشت رسوبات و حفاری گودال‌های عمیق می‌تواند در این خصوص موثر باشد. باید توجه داشت – همان‌طوری که یافته‌های محققان نیز نشان داده است - میزان ظرفیت رودخانه در تحمل آثار مثبت و منفی برداشت منابع ماسه و شن از حوضه‌های رودخانه‌ای، به رابطه بین میزان منابع قابل برداشت از رودخانه و میزان رسوبات جایگزین شده توسط رودخانه بستگی تام دارد (کندولف، ۱۹۹۴: ۲۲۵ گایلوت و پیگای[5]، ۱۹۹۹: ۷۷۵ مارستون و همکاران[6]، ۲۰۰۳: ۶۷ رینالدی و همکاران، ۲۰۰۵: ۸۰۵). برداشت مصالح از رودخانه‌ها ممکن است با حفر ترانشه، ایجاد حفره در کف رودخانه یا برداشت سطحی تپه‌های شن (برداشت همه مصالح یک تپه شنی بالاتر از یک خط فرضی) صورت گیرد. در هر حال ریخت‌شناسی قبلی آبراهه دگرگون شده و کمبود موضعی رسوب پدید می‌آید (قهرمانی و همکاران، ۱۳۹۰، ۵۳). بنابراین انتخاب محلهای مناسب جهت برداشت مصالح رودخانه‌ای از اهمیت خاصی برخوردار است (رینالدی و همکاران، ۲۰۰۵: ۸۱۰). برداشت مصالح بدون در نظر گرفتن موقعیت آن ممکن است به بریدگی بستر در بالادست و پایین‌دست رودخانه (مارستون و همکاران، ۲۰۰۳: ۶۶) جابه‌جایی سریع رودخانه، تخریب کناره‌ها و زمینهای زراعی، تخریب سازه‌های آبی از قبیل پلها... و در نتیجه مشکلات اقتصادی و اجتماعی (امیری تکلدانی و عزیزیان، ۱۳۸۹: ۱)، ناپایداری بستر رودخانه از جمله تغییرات کناری و پهنای عرضی رودخانه (سورین و رینالدی، ۲۰۰۳: ۳۱۰) و همچنین سطح سفره‌های زیرزمینی تأثیر نامطلوب بگذارد (رینالدی و همکاران، ۲۰۰۵: ۸۱۰). استفاده از منابع شن و ماسه رودخانه باعث می‌شود که رودخانه‌ها به

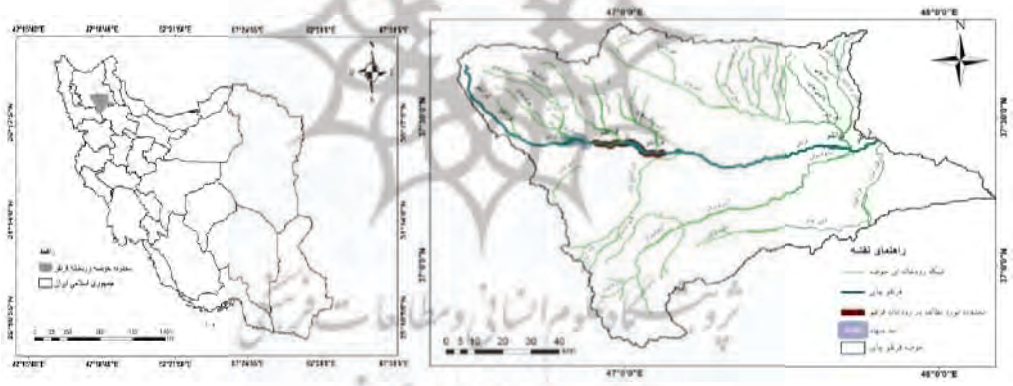
1- Kondolf
2- Leeuw et al
3-Wang et al
4- urian and Rinaldi
5- Gaillot, Pie´gay
6- Marston et al

دخالت انسان در نظام طبیعی خود عکس العمل نشان دهد و این برداشت‌ها موجب شوند که در مشخصه‌های هندسی مجراها تغییر ایجاد شود (شایان و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۹۲). برداشت شن و ماسه از بستر یک رودخانه باید در حدی باشد که حجم سالانه برداشت شده بخشی از بار بستر سالانه محسوب شود.

معماری و حبیب نژادروشن (۱۳۸۱) تأثیرات برداشت غیر علمی شن و ماسه را بر مورفولوژی رودخانه بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که برداشت غیر علمی شن و ماسه در رودخانه فاروبرومان نیشابور باعث فرسایش و گود افتادگی بستر، ناپایداری و ریزش کناره‌ها و تغییر راستای رودخانه می‌شود. نورمهناد و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه رودخانه خشکه‌رود نشان دادند که نتیجه برداشت شن و ماسه از بستر و کناره‌های آن، به هم خوردگی و فرسایش در پروفیل طولی رودخانه، ژرف‌تر شدن بستر رودخانه و انتقال پدیده ژرف‌شدگی به بالادست آن بوده است. مطابق مطالعات قهرمانی و همکاران (۱۳۹۰) آثار زیست‌محیطی ناشی از برداشت غیر علمی شن و ماسه در محورهای اصلی شهر مشهد، تخریب اراضی کشاورزی، کاهش محصولات زراعی، تخریب سازه‌هایی از قبیل پلهای بزرگ، راه و راه آهن، خطوط انتقال آب و گاز و فیبر نوری و همچنین از بین رفتن زیستگاه‌ها و مرگ آب‌زیان بوده است. شایان و همکاران (۱۳۹۲) عامل اصلی تغییرات مورفولوژیکی بستر و کناره رودخانه کشکان را که باعث از بین رفتن برخی از خمیدگی‌ها و اضافه شدن برخی دیگر بوده، برداشت شن و ماسه از محل خمیدگی‌های رودخانه می‌دانند. مطابق مطالعات اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۲) مهم‌ترین آثار برداشت شن و ماسه از بستر لاویچ رود به وجود آمدن تغییرات در شیب و عرض و عمق و قدرت و الگوی رود، و میزان ذرات و پایین افتادن بستر رود بوده است. کندولف (۱۹۹۴) تأثیرات زیست محیطی و ژئومورفیک برداشت شن و ماسه از رودخانه را مطالعه کرد. نتیجه تحقیق او نشان داد که معدن کاری باعث بریدگی بستر مجرا می‌شود و این بریدگی به پایین‌دست و بالادست رودخانه گسترش می‌یابد و این امر باعث تضعیف ساختهای انسانی از جمله پلها می‌شود. نتایج مطالعات رینالدی و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که برداشت ماسه و شن از بستر رودخانه باعث ایجاد تغییرات مورفولوژیکی در رودخانه از قبیل بریدگی بستر در پایین‌دست و بالادست رودخانه و ناپایداری کناره‌ها می‌گردد. مارتین و همکاران (۲۰۱۰) بریدگی بستر رودخانه متاثر از برداشت شن و ماسه را در رودخانه گالگو بررسی کردند. این محققان برای بررسی نحوه ایجاد بریدگی بستر از مدلهای هیدرولوژیکی مختلفی استفاده کردند. نتیجه مدلها نشان داد که برداشت بیش از حد، باعث از بین رفتن توازن بین آورد رسوبی رودخانه و میزان برداشت شده، نتیجتا موجب بریدگی بستر می‌شود. با این همه، این تحقیق در پی بررسی آثار مخرب برداشت بیش از حد منابع شن و ماسه از بستر رودخانه قرنقو است.

منطقه مورد مطالعه

حوضه زه‌کشی قرنقو به وسعت ۳۵۹۲/۵ کیلومترمربع، یکی از زیر حوضه‌های قزل‌اوزن است که در موقعیت جغرافیایی از ´۲۵ °۴۶ تا ´۵۵ °۴۷ طول شرقی و از ´۵۵°۳۶ تا ´۰۵°۳۷ عرض شمالی و در دامنه‌های شرقی کوهستانی سهند واقع شده است (شکل۱). رودخانه اصلی این حوضه قرنقو، با جهت جریان شرقی- غربی است (خطیبی و همکاران، ۱۳۸۸: ۲). برخی از مشخصات هیدروژئومورفیک رودخانه قرنقو را در جدول شماره ۱ آورده‌ایم. محدوده مورد مطالعه این تحقیق حد فاصل سد سهند شهرستان هشترود تا روستای خراسانک را شامل می‌شود (شکل ۳). در این محدوده الگوی رودخانه به‌صورت شریانی سینوسی است که بستر رودخانه به علت گسترش سازندهای فرسایش‌پذیر (شکل۲) و دخالت سایر عوامل از جمله عوامل انسانی به‌شدت ناپایدار است. بعد از محدوده مذکور رودخانه وارد منطقه کوهستانی شده و الگوی رودخانه مئاندری دره‌ای می‌شود. علت انتخاب این محدوده جهت مطالعه، برداشت بیش از حد منابع ماسه و شن در نتیجه وجود شش معدن برداشت از بستر رودخانه است (شکل۳) و این امر باعث ایجاد مشکلات بسیار زیاد در محدوده مورد مطالعه شده است.



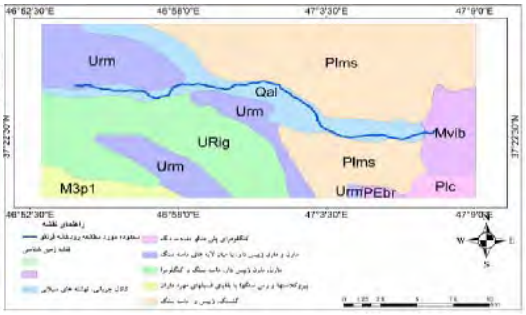
شکل (۱) محدوده حوضه رودخانه قرنقو در سطح کشور و استان آذربایجان شرقی و محدوده مورد مطالعه این تحقیق

جدول (۱) برخی از مشخصات هیدروژئومورفولوژیک رودخانه قرنقو

رودخانه	ارتفاع حداکثرحوضه(M)	ارتفاع حداقل حوضه(M)	طول رودخانه(KM)	شیب متوسط رودخانه(درصد)	درصد شیب رودخانه	متوسط بارش سالانه
قرنقو	۳۷۰۷	۱۰۷۰	۱۹۰	۰/۹	۲/۰۱	۳۷۳/۵

وضع کنونی حوضه قرنقوچای در پلیوسن و اوایل پلیستوسن شکل گرفته است و در آن آثاری از تشکیلات پرکامبرین تا پلیو-پلیوستوسن مشاهده می‌شود. کنگلومرا، ماسه سنگ، پومیس، تفرا و خاکستر ولکانیکی، پادگانه‌های آبرفتی قدیمی و جوان، نهشته‌های مخروط افکنه‌ای و تخریبی جوان از مهم‌ترین رخساره‌های حوضه به شمار می‌روند که در تمام زیرحوضه‌ها پراکنده‌اند (حیدری و مقیمی، ۱۳۸۶: ۱۲۴). سازندهای

زمین‌شناسی میوسن ۷۲٪، پلیوسن ۲٪، رسوبات کواترنری ۱۳٪ و بقیه سنگهای نفوذی آذرین هستند. لیتولوژی عمده در محدوده مورد مطالعه شامل نهشته‌های سیلابی، کنگلومراهای فرسایش‌پذیر، مارنهای ماسه سنگی و بقیه تراسهای آبرفتی جوان رودخانه‌ای را شامل می‌شوند که به شدت فرسایش‌پذیراند (شکل ۲).



شکل (۲) نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه شکل

(۳) موقعیت منطقه مورد مطالعه رودخانه قرنقو و موقعیت معادن برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه قرنقو

محدوده مورد مطالعه این تحقیق بازه‌ای به طول ۲۰ کیلومتر است. در شکل۳ نشان داده‌ایم که این محدوده حد فاصل بین پایین‌دست سد سهند تا روستای خراسانک را شامل می‌شود. در محدوده مورد مطالعه این تحقیق فقط دو شاخه به نامهای سراسکندچای و کلقان‌چای به رودخانه قرنقو می‌پیوندند که بر روی رودخانه کلقان نیز سد احداث شده است. بنابراین آورد رودخانه کلقان به شدت کم شده است. رودخانه سراسکندچای نیز در انتهای محدوده مورد مطالعه این تحقیق است و از آن‌جایی که رودخانه کوچک است، آورد رسوبی آن بسیار کم است.

مواد و روش

داده‌های مورد استفاده این تحقیق شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، داده‌های مدل رقومی ارتفاع (DEM)، تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده ETM سال ۲۰۰۸، و سنجنده OLI ۲۰۱۳، داده‌های هیدرولوژیکی جریان و نرم‌افزار Google Earth می‌باشد. جهت تحلیل و بررسی آثار برداشت شن و ماسه بر بستر، دینامیک و ویژگیهای الگوی رودخانه در محدوده مورد مطالعه از روشها و مدلهای مختلفی استفاده کرده‌ایم. هدفِ استفاده از روشهای مختلف علاوه بر صحت سنجی نتایج، هم‌پوشانی نتایج مختلف و رسیدن به یک دیدگاه واحد است. بنابراین اولین مرحله این تحقیق مطالعه میدانی بود. در طول مطالعه میدانی (در دو نوبت) سعی کردیم که آثار تخریبی برداشت شن و ماسه بر بستر رودخانه را بررسی کنیم. سپس آورد رسوبی رودخانه و میزان برداشت مجاز را محاسبه کردیم. در مرحله بعد با محاسبه میزان سینوزیته رودخانه و محاسبه میزان جابه‌جایی رودخانه آثار برداشت شن و ماسه بر ویژگیهای الگوی رودخانه

را بررسی کردیم و در انتها با مصاحبه میدانی از کشاورزان منطقه، آثار برداشت شن و ماسه را بر کانالهای آب‌گیری از رودخانه و بر روی زمینهای اطراف بررسی کردیم. بقیه مراحل تحقیق به‌شرح زیراند:

برآورد میزان جریان سیلابی مواد رسوبی

در این مطالعه به دلیل این که ایستگاه‌های موجود در محدوده مورد مطالعه ایستگاه درجه سه[1] هستند و تنها ایستگاه درجه ۱ فقط ایستگاه تونل هفتم است، از داده‌های ایستگاه تونل هفتم استفاده کرده‌ایم. به‌منظور تعیین میزان مواد رسوبی جهت تعیین رسوب تولیدی[2] بهترین و مناسب‌ترین روش، استفاده از منحنی دبی کلاسه جریان رودخانه است که با استفاده از این روش عملاً می‌توان از سابقه طولانی آمارهای جریان رودخانه در محاسبات دبی مواد رسوبی بهره‌گیری نمود زیرا نوسانات رسوب‌دهی رودخانه‌ها از سالی به سال دیگر واقعیتی انکارناپذیر است. فیض‌نیا و همکاران (۱۳۸۱: ۱۳) با بررسی آمار رسوب و جریان ۱۳ رودخانه، آمار حداقل ۹ و حداکثر ۲۵ ساله را برای رسیدن به رسوب‌دهی متوسط قابل قبول سالانه ضروری دانسته‌اند. در این مطالعه از داده‌های ۲۰ ساله استفاده شده است. به طور کلی جهت تعیین میزان مواد رسوبی در ایستگاه‌های آب‌سنجی از منحنی‌های Flow Duration Curve و Sediment Rating Curve در ایستگاه تونل هفتم رودخانه قرنقو استفاده کرده‌ایم. برای محاسبه میزان مواد رسوبی سالانه بر اساس جدول ۳ ابتدا مساحت زیر منحنی دبی کلاسه را (به منظور تعیین کل گذر سالیانه جریان) و سپس مساحت زیر منحنی دبی رسوبی کلاسه را به‌طور غیر مستقیم تعیین کرده‌ایم. در این جدول ستونهای ۱ و ۲ و ۳ به ترتیب حدود تقسیمات، فاصله تقسیمات و بالاخره طول وسط تقسیمات در روی محور طولی منحنی دبی کلاسه هستند و ستون چهارم مقادیر گذر جریان برای هر طول نقطه وسط از تقسیمات است که از روی منحنی دبی کلاسه قرائت شده است. ستون پنجم مقدار دبی روزانه است که از ضرب ستونهای دوم و چهارم به هم، به‌دست می‌آید. ستون ششم دبی رسوبی مواد معلق نظیر دبی آب است و بالاخره ستون هفتم رسوب روزانه بر حسب تن و حاصل ضرب ستون دوم در ستون ششم است. لازم به توضیح است که به‌دلیل عدم نمونه‌برداریهای رسوب در مواقع سیلابی و اطلاعات نسبتاً کم از میزان غلظت رسوب رودخانه، جهت برآورد رسوب از منحنی‌های حداکثر استفاده شده است که با اعمال ضریب ۱/۲ به این اعداد میزان مواد بار کف بستر نیز اعمال می‌گردد (مهندسین مشاور فراز آب، ۱۳۸۹: ۱۸۶). فرسایش ویژه بر حسب تن در کیلومتر مربع براساس سطح حوضه آبریز و میزان رسوبهای برآوردی برای رودخانه قرنقو محاسبه شده است.

۱ـ در ایستگاه‌های درجه سه رسوب‌سنجی وجود ندارد فقط دبی‌سنج می‌باشند.

2- Sediment Yield

برآورد میزان برداشت از بستر رودخانه

روشهای مختلفی برای تخمین میزان برداشت مجاز از رودخانه وجود دارد. اکثر این روشها عمدتاً بر روی آورد رسوبی رودخانه متمرکز شده‌اند. در این مطالعه میزان آورد سالانه بار کف از بالادست رودخانه (میزان دوباره پرکردن) و محدود کردن برداشت سالانه به آن مقدار یا نسبتی از آن را تخمین زده‌ایم. این روش این مزیت را دارد که حفاری را با آورد رسوبی رودخانه در یک روند کلی متناسب می‌کند اما انتقال بار کف ممکن است از سالی به سال دیگر متغیر باشد. بنابر این به کارگیری این روش در صورتی که میزان مجاز براساس نهشته‌های جدید آن سال به جای آورد متوسط دراز مدت بار کف محاسبه گردد، مناسب‌تر به نظر می‌رسد که در صورت وجود داده‌های مورد نیاز، بسیار مطلوب و کاربردی خواهد بود. در این مطالعه به‌دلیل فقدان داده‌های لازم و با توجه به این که در حوضه رودخانه **قرنقو** تنها ایستگاه تونل هفتم دارای داده‌های رسوب‌سنجی است، از این ایستگاه استفاده کرده‌ایم. بقیه ایستگاه‌های موجود در رودخانه صرفاً دبی‌سنج هستند. برخی از مشخصات ایستگاه تونل هفتم را در جدول ۲ آورده‌ایم.

جدول (۲) مشخصات آماری ایستگاه تونل هفتم رودخانه قرنقو در مطالعات رسوب

نام ایستگاه	سطح حوضه(km^2)	غلظت نمونه رسوب mgr/lit		دبی m^3/sec		آبدهی سالانه M.C.M
		حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	
تونل هفتم	۳۶۴۱/۶	۲۱۵۸۴/۳۳	۶۱/۳۴	۴۱۷	۰/۱۵۹	۴۸۹/۸

بررسی اثرات برداشت شن و ماسه بر الگو و تغییرات رودخانه

جهت بررسی آثار برداشت شن و ماسه بر الگو و تغییرات رودخانه‌ای از تصاویر لندست سنجنده ETM(2008) و سنجنده OLI(2013) استفاده کرده‌ایم. سپس مسیر رودخانه را در سالهای مذکور از تصاویر ماهواره‌ای استخراج کرده، با روی‌هم‌اندازی تصاویر تغییرات به‌وجود آمده را شناسایی کرده‌ایم.

محاسبه میزان سینوزیته مسیر جریان

بررسی میزان سینوزیته مسیر رودخانه می‌تواند مقایسه میزان انحنای مسیر قطعات مختلف رودخانه و در نتیجه اظهار نظر در مورد پیچش مسیر آن را آسان‌تر کند (خطیبی، ۱۳۹۱: ۹۳). جهت بررسی سینوزیته مسیر رودخانه، کل محدوده مورد مطالعه را به نوزده مسیر طبقه‌بندی کردیم. سپس میزان سینوزیته مسیر رودخانه را با استفاده از رابطه ۱ محاسبه کردیم.

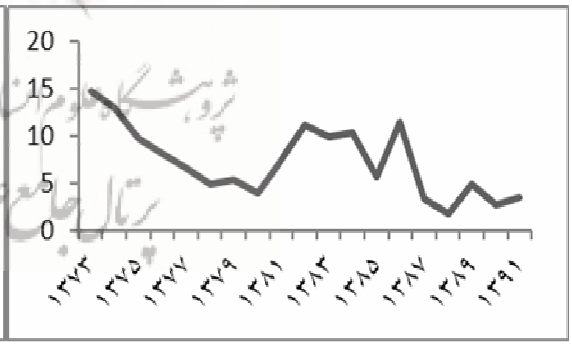
$$S = T/L \qquad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه S میزان سینوزیته، T طول سینوزیته و L مسافت طولی خط مستقیم است (خطیبی، ۱۳۹۱: ۹۱).

یافته‌های تحقیق

تحلیل روند دبی و رسوب رودخانه

تنها ایستگاه مورد مطالعه محدوده تحقیق، ایستگاه چپینی است که یک ایستگاه هیدرومتری درجه سه است و چون ایستگاه‌های درجه سه نیز فقط دبی‌سنج است و رسوب رودخانه اندازه‌گیری نمی‌شود. بنابراین دبی میانگین سالانه و دبی سیلابی رودخانه بررسی می‌شود. براساس شکل۴ روند دبی میانگین سالانه رودخانه از سال ۱۳۸۷ کاهش نشان می‌دهد و در سالهای اخیر نیز این روند کاهشی حالت تشدیدی دارد. با توجه به این که دبی سیلابی از مهم‌ترین عوامل در فرسایش و رسوب رودخانه است و کاهش یا افزایش آن باعث کاهش یا افزایش دبی رسوبی رودخانه می‌شود (مارکوس و دمیسی[1]، ۲۰۰۶: ۳۵۵)، بررسی دبی سیلابی (شکل ۵) رودخانه نیز نشان‌دهنده روند کاهشی بسیار مشخص است. روند کاهشی دبی سیلابی از سال ۱۳۷۹ آغاز شده و از سال ۱۳۸۵ کاهش دبی سیلابی بسیار بارز است. علت اصلی کاهش بسیار بارز دبی رودخانه در دوره بررسی احداث سد سهند است که از زمان آبگیری سد دبی رودخانه در پایین دست نیز کاهش یافته است ولی مهم‌تر از دبی سالانه، دبی سیلابی رودخانه است که کاهش بسیار محسوسی داشته است. کاهش دبی سیلابی رودخانه، باعث کاهش بسیار مشخص دبی رسوبی رودخانه نیز می‌شود. محققانی مانند والینگ[2] (۲۰۰۶) گاربرچت و همکاران[3](۲۰۰ ۹) هیمن و همکاران[4] (۲۰۱۱) در حوضه‌های آبریز مختلف بزرگ‌ترین اثر سدهای احداث شده در حوضه‌ها را کاهش بسیار معنی‌دار رسوب دانسته‌اند.



شکل (۴) روند تغییر دبی میانگین سالانه رودخانه

شکل (۵) روند تغییر حداکثر دبی سالانه رودخانه در ایستگاه چپینی از سال ۱۳۷۳ تا سال ۱۳۹۱

1- MarkusandDemissie
2- Walling
3- Garbrechtet al
4- Heimannet al

برآورد مقدار شن و ماسه قابل برداشت از رودخانه

دبی و بار رسوبی با تغییر و ناپایداری آبراهه و مشخصات هندسی آن، از متغیرهای موثر در تعیین اندازه و ویژگیهای شکل آبراهه‌ها هستند. اگر بار رسوبی یا مقدار تخلیه‌ای که آبراهه انجام می‌دهد، کم شود، رسوب‌گذاری یا فرسایش در آبراهه پیش می‌آید و به این ترتیب، آبراهه ناپایدار می‌شود (یمانی و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۱۵). مقدار مصالح برداشت شده، متناسب با نوع رودخانه و ساختار مورفولوژیکی و محل برداشت و میزان آورد بار رسوبی رودخانه و تجهیزات مکانیکی متفاوت است. طبق نظر پرینس میزان برداشت تا حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد بار کف سالانه مانع از افت و تغییرات نامطلوب‌تر از آب در بالادست و پایین‌دست می‌شود. حجم برداشت سالانه شن و ماسه از کف رودخانه باید معادل کسری از بار کف سالانه رودخانه باشد. این کسر باید برابر ۱/۴ تا ۱/۳ و یا کمتر از بار کف باشد. برداشت مقادیر بیشتر از این مقدار منجر به ایجاد فرسایش، افت بستر رودخانه و سطح آب در بالادست و پایین‌دست به میزان نامطلوبی خواهد شد (یوسف‌وند و همکاران، ۱۳۸۵: ۵). با توجه به نتایج جدول ۳ رسوب سالانه رودخانه قرنقو معادل ۳۸۱۱۸۰۹/۲۸ تن است که طبق نظر پرینس میزان برداشت شن و ماسه سالانه باید معادل ۱۱۴۳۵۴۲ تن باشد. باید توجه داشت که میزان رسوب برآوردی در جدول ۳ مربوط به ایستگاه تونل هفتم است که در بخش انتهایی رودخانه قرنقو قرار گرفته است در حالی که محل برداشت شن و ماسه و محدوده مورد مطالعه این تحقیق در بخش میانی حوضه قرار دارد و همچنین داده‌های مربوط به محاسبه بار رسوبی به شرط نبودِ سد است در صورتی که احداث سد سهند باعث کاهش چشمگیر در میزان بار رسوبی رودخانه می‌شود. همچنین در برخی از زیرحوضه‌های رودخانه قرنقو از جمله زیرحوضه کلقان نیز سد احداث شده است و رودخانه این زیرحوضه دقیقاً در محل برداشت شن و ماسه به رودخانه قرنقو می‌پیوندد و چون محل برداشت شن و ماسه دقیقاً در پایین‌دست سد سهند صورت می‌گیرد، آثار مخرب برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه بسیار تشدید می‌شود. بنابراین با توجه به موارد ذکر شده میزان واقعی برداشت بسیار کمتر از مقدار محاسبه شده خواهد بود. زمانی که میزان برداشت بیش از نسبت گفته شده باشد، افت رقوم سطح آب ایجاد نمی‌شود ولی چون برداشت در محدوده مورد مطالعه بسیار بیشتر از مقدار استاندارد است، تمامی آثار مخرب ذکر شده در حال رخ دادن است.

جدول (۳) برآورد دراز مدت رسوب رودخانه قرنقو در محل ایستگاه تونل هفتم

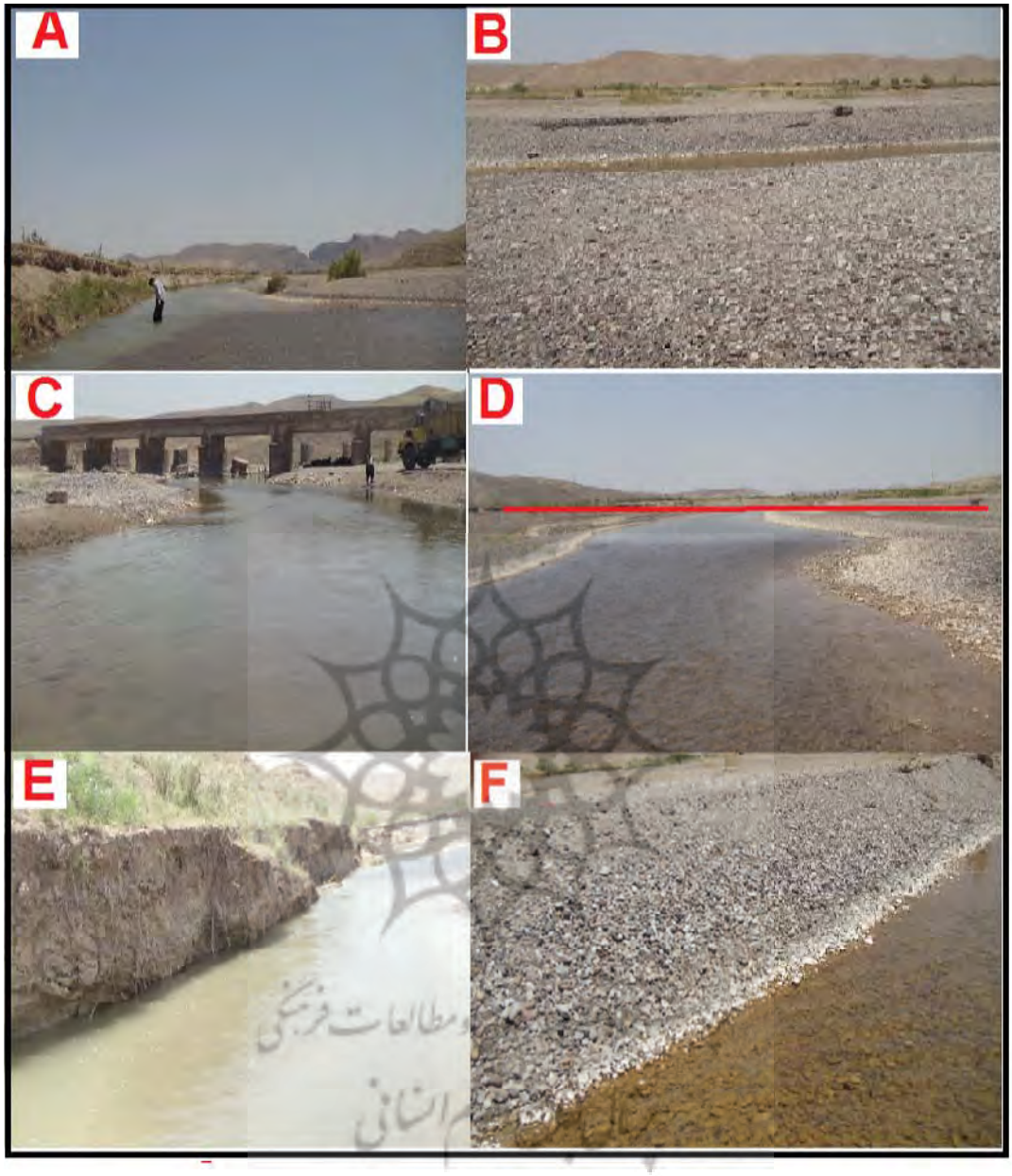
رسوب روزانه (تن)	دبی رسوب معلق نظیر دبی آب	دبی روزانه آب(۳*۴)	مقادیر منحنی دوام جریان	حد وسط فواصل احتمالی(٪)	فواصل دسته ها	حدود دستجات احتمال(٪)
۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
۱/۷۶	۳/۵۱	۰/۲۵	۰/۵۰	۲۵/۰۰	۰/۵	۰-۵۰
۷۷/۲۴	۷۷۲/۴۴	۰/۸	۸/۰۰	۵۵/۰۰	۰/۱	۵۰-۶۰
۱۹۸/۶۱	۱۹۸۶/۰۸	۱/۳	۱۳/۰۰	۶۵/۰۰	۰/۱	۶۰-۷۰
۷۰۸/۶۰	۷۰۸۵/۹۶	۲/۵	۲۵/۰۰	۷۵/۰۰	۰/۱	۷۰-۸۰
۱۳۶۳/۴۳	۱۳۶۳۴/۲۹	۳/۵	۳۵/۰۰	۸۵/۰۰	۰/۱	۸۰-۹۰
۱۴۱۷/۸۵	۲۸۳۵۷/۰۱	۲/۵۵	۵۱/۰۰	۹۲/۵۰	۰/۰۵	۹۰-۹۵
۱۷۰۸/۹۸	۵۶۹۶۵/۹۰	۲/۱۹	۷۳/۰۰	۹۶/۵۰	۰/۰۳	۹۵-۹۸
۱۰۱۰/۱۸	۱۰۱۰۱۸/۱۸	۰/۹۸	۹۸/۰۰	۹۸/۵۰	۰/۰۱	۹۸-۹۹
۷۴۸/۹۵	۱۴۹۷۸۹/۴۲	۰/۶	۱۲۰/۰۰	۹۹/۲۵	۰/۰۰۵	۹۹-۹۹/۵
۶۹۳/۵۹	۲۳۱۱۹۶/۲۶	۰/۴۵	۱۵۰/۰۰	۹۹/۶۵	۰/۰۰۳	۹۹/۵-۹۹/۸
۳۲۹/۶۱	۳۲۹۶۰۶/۸۶	۰/۱۸	۱۸۰/۰۰	۹۹/۸۵	۰/۰۰۱	۹۹/۸-۹۹/۹
۲۲۲/۴۳	۴۴۴۸۵۰/۸۷	۰/۱۰۵	۲۱۰/۰۰	۹۹/۹۳	۰/۰۰۰۵	۹۹/۹-۹۹/۹۵
۱۰۶/۱۹	۵۳۰۹۶۰/۸۶	۰/۰۴۶	۲۳۰/۰۰	۹۹/۹۶	۰/۰۰۰۲	۹۹/۹۵-۹۹/۹۷
۱۱۵/۳۶	۵۷۶۷۸۵/۸۳	۰/۰۴۸	۲۴۰/۰۰	۹۹/۹۸	۰/۰۰۰۲	۹۹/۹۷-۹۹/۹۹
۸۷۰۲/۷۶	۲۴۷۳۰۱۳/۴۹	۱۵/۵۰	۱۴۳۳/۵۰			مجموع
۳۱۷۶۵۰۷/۷۴		۴۸۸/۷۸				سالانه
رسوب سالانه با اعمال کف بستر بر حسب تن		۳۸۱۱۸۰۹/۲۸				
فرسایش ویژه بر حسب تن درکیلومتر مربع		۱۰۴۷				
دبی ویژه دراز مدت سالانه		۱۰۴۶/۷۴				

(مهندسان مشاور فراز آب، ۱۳۸۹: ۱۸۶).

تحلیل برداشت بیش از حد مجاز بر مورفولوژی رودخانه

در محدوده مورد مطالعه برداشت شن و ماسه در پایین‌دست سد سهند صورت می‌گیرد و در نتیجه تأثیرات هر دو عامل، یعنی ایجاد سد و برداشت شن و ماسه، در کاهش تغذیه رسوبی با یکدیگر ترکیب می‌شوند. فروافتادگی کف رودخانه باعث شده که آبخوان‌های آبرفتی سطحی، به سطح پایین‌تری زهکشی (تخلیه) شود و در نتیجه ذخیره آبخوان کاهش یابد. پایین افتادن سطح آب در محل برداشت شن و ماسه، باعث افزایش متوسط سرعت جریان آب در بالادست رودخانه می‌شود و به‌همین دلیل، ظرفیت حمل رسوب توسط جریان بیشتر می‌شود و به دنبال آن فرسایش افزایش می‌یابد و به عمیق‌تر شدن، گسستگی و ناپایداری بستر و کناره‌های رودخانه منجر می‌شود. همچنین پایین افتادن سطح آب، باعث عدم امکان استفاده از نهرهای زراعی‌ای می‌شود که از رودخانه در محدوده مورد مطالعه منشعب می‌شوند زیرا به‌علت پایین افتادگی سطح آب رودخانه این نهرها عملاً توانایی آب‌گیری از رودخانه را ندارند کما این که کشاورزان منطقه، به عدم امکان آبگیری نهرهای موجود از رودخانه از سال ۱۳۹۰ به بعد تصرح دارند. همچنین مهم‌تر از همه این که در

صورت ادامه روند فعلی خطر عدم امکان استفاده از ایستگاه‌های پمپاژ به‌وسیله موتورهای آب نیز در محدوده مورد مطالعه وجود خواهد داشت. برداشت شن و ماسه در کارگاه‌های مختلف علاوه بر افزایش میزان فرسایش باعث انحراف جریان می‌شود به طوری که میزان و شدت فرسایش کناری در نواحی مختلف رودخانه شدیداً افزایش پیدا کرده است و محصول نهایی این فرایند در رودخانه ناپایداری سواحل و کناره‌ها و همچنین افزایش پهنای رودخانه است (شکل A ۶). با توجه به نقشه زمین‌شناسی (شکل ۲) تشکیلات محدوده مورد مطالعه عمدتاً از رسوبات کواترنری است که به فرسایش شدیداً حساس‌اند. بنابراین انحراف جریان به دیوارها باعث زیربری سواحل و از بین رفتن تکیه گاه شیب می‌شود و حاصل این امر فروریختگی یکباره سواحل به داخل رودخانه است (شکل E ۶). به علت توزیع تشکیلات کواترنری حساس، میزان عرض رودخانه در فاصله زمانی ۳ ساله شدیدا افزایش پیدا کرده است و در پاره‌ای از مناطق رودخانه حتی به ۷۰-۱۰۰ متر هم رسیده است (شکل D ۶). از طرف دیگر برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه توسط ۶ معدن (شکل۳) کنار رودخانه باعث گود افتادگی بستر رودخانه می‌شود که باعث فرسایش قهقرایی و فرسایش روبه جلو کاملاً مشخص در محدوده مورد مطالعه است. گودافتادگی جریان از سال ۱۳۸۷ شروع شده و میزان گودافتادگی در برخی از نواحی به ۲تا ۲/۵ متر هم رسیده است. در طی مطالعات میدانی مشخص شد که در هیچ بخشی از مسیر مورد مطالعه میزان گودافتادگی کمتر از ۷۵ سانتیمتر نیست (شکل A ۶ و F). گودافتادگی جریان و متعاقب آن شروع فرسایش قهقرایی باعث تخریب تشکیلات و بناهایی می‌شود که بر روی رودخانه احداث شده‌اند و مهم‌ترین بخش آن شروع آستانه شستگی پایه‌های پلهای احداثی بر روی رودخانه است به طوری که بیرون‌زدگی پایه‌های پلهای موجود در مسیر کاملاً مشخص است. با توجه به این که مسیر قطار تهران-تبریز و جاده هشترود- مراغه از کنار رودخانه عبور می‌کنند، ادامه این روند ممکن است که مشکلات بسیار جدی برای سازه‌های موجود ایجاد کند (شکل C ۶). برداشت شن و ماسه باعث بی‌نظمی بسیار شدید در نیم‌رخ طولی و عرض رودخانه شده است به صورتی که نیم‌رخ طولی دارای بالاآمدگی و فرورفتگیهای بسیار فراوان است و این امر به علت چاله‌هایی است که در بستر رودخانه ایجاد شده‌اند (برداشت از یک نقطه باعث ایجاد چاله‌ها و حوضچه‌ها می‌شود) (شکل B ۶). به همین دلیل شیب رودخانه در نواحی مختلف تحت تأثیر میزان گودافتادگی جریان است ولی در حالت کلی شیب جریان نسبت به قبل افزایش مشخصی داشته است. با توجه به این که برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه طی هیچ‌گونه برنامه منظمی نیست و از طرف دیگر به علت این که آورد رسوبی رودخانه تقریباً در محدوده مورد مطالعه نزدیک به صفر شده است، این عوامل موجب شده اند که دانه بندی رسوبهای رودخانه نیز دچار تغییرات بشود که مهم‌ترین آن کاهش بسیار مشخص قطر ذرات رسوبی رودخانه است (شکل B ۶ و F).



شکل (۶) A: فرسایش کناری بسیار شدید در ساحل چپ رودخانه در محدوده روستای لامشان و مشرف به زمینهای کشاورزی و عقب نشینی بسیار ملموس ساحل رودخانه در محدوده رسوبهای آبرفتی کواترنری دشت سیلابی رودخانه. در سال ۱۳۸۵ از این محدوده برای زمین کشاورزی اطراف آبگیری می‌شده است و در حال حاضر اختلاف ارتفاع بین بستر رودخانه با زمینهای کشاورزی بیش از ۲ متر است و به همین دلیل آبگیری ممکن نیست. همچنین به علت افت سطح آب و به تبع آن افت سطح آبهای زیرزمینی سواحل اطراف رودخانه کاملاً خشک شده است.

(۶) B: چاله حاصل از برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه، نرسیده به روستای خراسانک و انحراف جریان آب به‌سمت ساحل چپ و فرسایش کناری ساحل چپ

۶-C: عمیق شدن رودخانه بر اثر فرسایش قهقرایی و شروع آستانه آبشتگی در پایه‌های پل هشترود- مراغه. در طول محدوده مورد مطالعه در پایه همه پلها آبشتگی پایه‌ها مشاهده می‌شود.

۶- D: عریض شدگی بسیار شدید رودخانه بر اثر فرسایش کناری در هر دو جناح رودخانه در محدوده روستای چپینی

۶- E: زیربری شدید در محدوده پادگانه‌های آبرفتی و ریزش دیوارها به درون رودخانه در محدوده روستای گوجه قملاق

۶- F: میزان افت بستر در طول یک سال بر اثرات برداشت شن و ماسه ۱۲۰ سانتیمتر است. همچنین کاهش قطر اندازه ذرات رسوبی بر اثرات برداشت شن و ماسه کاملا محسوس است (محدوده بین روستای چپینی و روستای خراسانک).

بر اثر برداشت بیش از حد مجاز رودخانه بستر دچار افتادگی شده است و بر اساس مصاحبه با کشاورزان منطقه میزان افتادگی در فاصله سالهای ۹۲ تا ۹۳ بین یک تا دو متر است و مطالعات صحرایی موید افتادگی بستر است. افتادگی بستر باعث شده که آب‌گیری رودخانه در فصل زراعی را با مشکل مواجه نموده است به طوری که کشاورزان مجبور به استفاده از موتور برای کشیدن آب به مزارع شده‌اند.

تغییرات الگوی رودخانه و جابه‌جایی آن

تغییر میزان سینوزیته جریان

آستانه تمایز مسیر مستقیم و مئاندری سینوزیته ۱/۵ است که با استناد به آن می‌توان مسیر جریان رودخانه را از نظر الگوی جریان مجزا کرد. میزان سینوزیته در مسیر مستقیم = ۱/۰۵ در مسیر سینوسی از ۱/۰۵ تا ۱/۵ و در مسیر مئاندری بیش از ۱/۵ است. این ضریب یکی از مولفه‌های اصلی در تعیین میزان و شدت تغییرات پلاتفرم رودخانه‌هاست. بررسی تغییرات آن در دوره زمانی متفاوت می‌تواند راهنمای میزان پایداری یا عدم پایداری مجرا در آن مناطق باشد. در واقع این پارامتر می‌تواند الگوی کانال را نیز مشخص کند (مرشدی و همکاران، ۱۳۸۹: ۷). با توجه به جدول ۴ از ۱۹ مسیر مورد بررسی در طول سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۹۲ هیچ مسیر مئاندری وجود ندارد. در سال ۱۳۸۷ از ۱۹ مسیر مورد بررسی، ۱۲ مسیر الگوی مستقیم دارد و بقیه مسیرها الگوی سینوسی دارد در حالی که در سال ۱۳۹۲ اصلا الگوی مستقیم در محدوده مورد مطالعه وجود ندارد و همه مسیرهای مورد بررسی الگوی سینوسی به خودشان گرفته‌اند. مهم‌ترین تغییر در الگوی رودخانه تغییر در افزایش سینوزیته رودخانه است به‌طوری که شدت تغییرات به حدی زیاد بوده است که در فاصله زمانی کمتر از ۵ ساله میزان سینوزیته در کل مسیر تغییر به صورت افزایشی پیدا کرده است. شدیدترین تغییر در سینوزیته مسیرهای مورد بررسی عمدتا منطبق با معادن برداشت شن و ماسه و یا نواحی‌ای که جریان به کناره‌ها منحرف شده، به وجود آمده است. محاسبه میانگین کل مسیر نیز نشان‌دهنده افزایش میزان سینوزیته رودخانه درسال ۱۳۹۲ نسبت به سال ۱۳۸۷ است. با توجه به جدول ۴ میزان سینوسی ۱۹ مسیر مورد بررسی در دو دوره زمانی بررسی شده، شبیه به یکدیگر است و این از وجود یک عامل عمده و مشخص در کنترل فرایندهای هیدرولوژیکی و مورفولوژیکی مسیر رودخانه در محدوده مورد مطالعه حکایت می‌کند. بنابراین با توجه به نتایج سینوزیته مسیر رودخانه در دو محدوده زمانی، مسیر رودخانه در سال ۱۳۹۲ شدیدا ناپایدار شده است. الگوی مسیر رودخانه در سالهای گذشته تحت تأثیر ویژگیهای هیدرومورفولوژیکی و وضعیت زمین شناسی منطقه مورد مطالعه بوده است در حالی که در حال حاضر الگوی رودخانه تحت تأثیر اقدامات انسانی و عمدتاً برداشت منابع شن و ماسه از بستر رودخانه است.

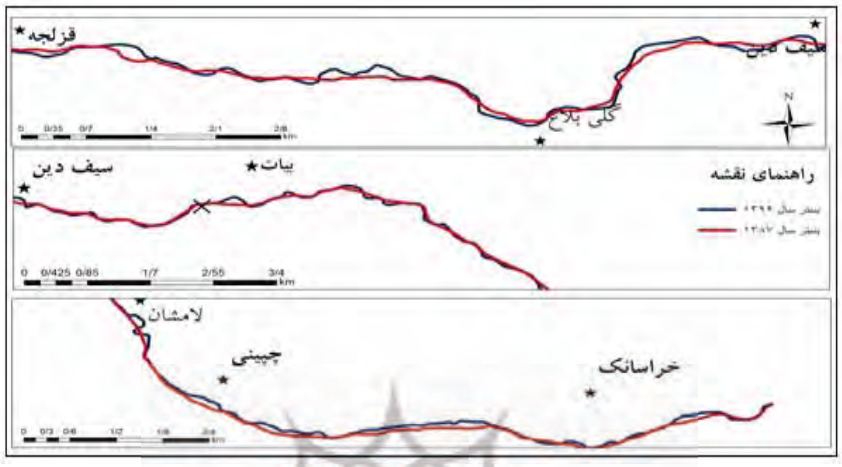
جدول (۴) تغییرات میزان سینوزیته رودخانه در سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۹۲

شماره مسیر	L (متر)	T(سال ۱۳۸۷متر)	T(سال ۱۳۹۲ متر)	سینوزیته سال ۱۳۸۷	سینوزیته سال ۱۳۹۲
۱	۱۱۸۶	۱۲۴۹	۱۲۹۸	۱/۰۵	۱/۰۹
۲	۱۱۸۸	۱۲۱۷	۱۳۰۸	۱/۰۲	۱/۱۰
۳	۱۱۶۰	۱۱۷۲	۱۴۱۴	۱/۰۱	۱/۲۱
۴	۱۴۲۶	۱۶۲۸	۱۸۶۲	۱/۱۴	۱/۳۰
۵	۸۰۵	۹۶۵	۱۰۵۶	۱/۲۰	۱/۳۱
۶	۹۳۹	۹۸۱	۱۱۱۸	۱/۰۴	۱/۱۹
۷	۱۰۳۱	۱۰۶۱	۱۲۳۲	۱/۰۲	۱/۱۹
۸	۱۰۱۳	۱۰۶۵	۱۰۷۸	۱/۰۵	۱/۱۹
۹	۹۴۳	۱۱۰۵	۱۱۵۰	۱/۱۷	۱/۲۲
۱۰	۱۱۶۷	۱۲۶۱	۱۵۲۳	۱/۰۸	۱/۳۰
۱۱	۹۱۱	۹۶۰	۱۰۳۸	۱/۰۵	۱/۱۴
۱۲	۱۵۱۸	۱۶۳۳	۱۷۳۴	۱/۰۷	۱/۱۴
۱۳	۱۲۰۴	۱۲۶۷	۱۳۱۷	۱/۰۵	۱/۰۹
۱۴	۷۴۸	۷۶۳	۱۰۳۱	۱/۰۲	۱/۳۸
۱۵	۱۴۳۳	۱۴۸۷	۱۵۲۶	۱/۰۴	۱/۰۶
۱۶	۱۰۹۴	۱۱۱۲	۱۱۷۲	۱/۰۲	۱/۰۷
۱۷	۱۱۵۸	۱۵۳۷	۱۶۴۷	۱/۳۳	۱/۴۲
۱۸	۱۶۴۱	۱۷۳۱	۱۸۶۰	۱/۰۵	۱/۱۳
۱۹	۱۱۷۱	۱۲۷۳	۱۳۴۳	۱/۰۹	۱/۱۵
کل مسیر	۲۱۷۳۶	۲۳۴۶۷	۲۵۷۰۷	۱/۰۸	۱/۱۸

تغییرات مسیر جریان

در شکل ۷ نقشه تغییرات مسیر جریان در سالهای ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۲ آورده شده است. انطباق این نقشه با نقشه معادن شن و ماسه و همچنین نقشه زمین‌شناسی نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات در مناطقی است که اولاً منطبق با معادن شن و ماسه بوده‌اند و ثانیاً این تغییرات در مناطق دشت سیلابی رودخانه جاهایی که تشکیلات حساس به فرسایش گسترش بیشتری داشته‌اند، به‌وجود آمده است. در نواحی‌ای که به لحاظ توپوگرافی محل رودخانه به سازندهای مقاومتر برخورد می‌کند، میزان تغییرات بسیار کم می‌شود. شکل غالب تغییرات رودخانه‌ای در محدوده مورد مطالعه عمدتاً به صورت گسترش عرض رودخانه و عمق رودخانه است. گسترش عرضی رودخانه در دشتهای سیلابی به علت انحراف جریان ناشی از سد شدگی جریان به طرفین سواحل است که باعث ایجاد فرسایش کناری رودخانه می‌شود. میزان تغییرات رودخانه در نواحی مختلف از یک الگوی منظم پیروی نکرده و تحت تأثیر عوامل ذکر شده تغییرات متفاوتی ایجاد شده است. عریض شدگی رودخانه باعث تخریب سازه‌ها و عمدتا موجب تخریب باغها و مزارع اطراف رودخانه به‌صورت کاملاً مشخص در

نواحی مختلف شده است. بیشترین میزان این تغییرات در محدوده روستاهای قزلجه، گلی‌بلاغ، سیف‌الدین و لامشان رخ داده است. انتهای مسیر مورد بررسی به‌دلیل این که رودخانه وارد محدوده کوهستانی می‌شود و با سازندهای بسیار مقاوم (عمدتاً آذرین) برخورد می‌کند، میزان تغییرات رودخانه بسیار کم است.



شکل (۷) تغییرات مسیر جریان در سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۹۲

نتیجه‌گیری

این تحقیق در پی بررسی آثار مخرب برداشت بیش از حد منابع شن و ماسه از بستر رودخانه قرنقو بوده، برای رسیدن به این هدف، داده‌های دبی و رسوب رودخانه را بررسی کرده است. در این بررسی میزان رسوب کل رودخانه برآورد شد و نتایج نشان داد که میزان برداشت منابع شن و ماسه از میزان ذخیره آن در فاصله زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۲ بیشتر بوده است و این امر باعث شده است که فرصتی برای تجدید پذیری ذخیره شن و ماسه باقی نماند و بر اثر از دست دادن فزاینده شن و ماسه نتایج بسیار سوئی در همه ابعاد به وجود بیاید. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که برداشت از بستر رودخانه بسیار بیشتر از برداشت مجاز رودخانه بوده و لازم است که میزان این برداشت کاهش پیدا بکند. نتایج بررسی تغییرات سینوزیتی و الگوی رودخانه نشان داد که برداشت بیش از حد باعث شده که الگوی رودخانه در فاصله زمانی ۵ ساله تغییرات بسیار شدیدی پیدا کند که این تغییرات عمدتا به صورت گود افتادگی بستر و افزایش عرض بسیار زیاد رودخانه است (برداشت مصالح رودخانه‌ای موجب ایجاد حفره‌هایی در بستر می‌شود و با بهم خوردن تعادل رسوبهای رودخانه سبب می‌شود که ظرفیت حمل رودخانه را در پایین‌دست گودال زیاد کرده، موجبات کف‌کنی بستر را فراهم آورد و این تغییرات باعث تغییر متغیرهای شیب و عمق جریان شود). علاوه بر اینها نتایج نشان می‌دهد که عامل اصلی تغییرات مورفولوژیکی رودخانه در محدوده مورد مطالعه برداشت بیش از حد شن و ماسه از بستر رودخانه است. برداشت بیش از حد شن و ماسه از بستر رودخانه باعث تغییر در ماهیت دینامیکی و مورفولوژی رودخانه

شده است و نتایج حاصل از این مطالعات را بررسیهای میدانی تصدیق می‌کنند. نتایج این پژوهش با نتایج مطالعات تعدادی از محققان از جمله شایان و همکاران (۱۳۹۲)، اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۲)، کندولف (۱۹۹۴) پادمالال و همکاران (۲۰۰۷) منطبق است.

جابه‌جایی رودخانه و تغییرات الگوی رودخانه باعث شده است که الگوی عمدتا تک‌مجرایی (در دهه ۸۰) به الگوی چند مجرایی (در حال حاضر) تبدیل شود که تغییر الگو از تک مجرایی به چند مجرایی هم باعث ایجاد سطوح فرسایش و افزایش فرسایش کناری در رودخانه و هم باعث افزایش عرض رودخانه شده است. وجود معادن مختلف در سواحل چپ و راست رودخانه و برداشت از هر دو ساحل رودخانه قضاوت در مورد متمایل شدن رودخانه به یک ساحل خاص را از بین برده است به طوری که با توجه به مکانهای معادن و نقاط برداشت و با توجه به توپوگرافی محل رودخانه در نواحی مختلف به طرفین مختلف انحراف داشته است. همچنین نتایج تحلیل سینوزیتی رودخانه و مشاهدات میدانی و نتایج بررسی جابه‌جایی رودخانه نشان داد که رودخانه شدیدا ناپایدار بوده و باعث ایجاد تغییرات مورفولوژیکی بسیار زیاد در مسیر خود شده است.

نتایج تحقیق پیش‌بینی می‌کند که ادامه برداشت با روند فعلی باعث ایجاد مشکلات زیست محیطی خواهد شد که از آن جمله می‌توان به فرایندهایی مانند تخریب اراضی کشاورزی و به‌تبع آن کاهش محصولات زراعی، تخریب سازه‌هایی از قبیل پلها، راه و راه‌آهن، خطوط انتقال نیرو و همچنین از بین رفتن زیستگاه‌ها و مرگ آبزیان اشاره کرد. هر چند که فرایندهای ذکر شده در حال حاضر هم رخ می‌دهند؛ نیازمند توجه جدی مسئولان ذی‌ربط هستند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

ـ اسماعیلی، رضا؛ حسین‌زاده، محمدمهدی؛ اقبالی، رضا (۱۳۹۲)، **اثرات برداشت شن و ماسه بر ویژگیهای ژئومورفیک رودخانه لاویج، استان مازندران**، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ششم، صص ۵۷-۷۰.

ـ امیری تکلدانی، ابراهیم؛ عزیزیان، اصغر (۱۳۸۹)، **تعیین مکان‌های مناسب جهت برداشت مصالح رودخانه‌ای با استفاده از مدل عددی HEC-RAS4.0**، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، ۱۴ تا ۱۶ اردیبهشت ماه ۱۳۸۹، دانشگاه فردوسی مشهد، صص۱-۷.

ـ بیاتی‌خطیبی، مریم (۱۳۹۱)، برآورد **خطر وقوع سیلاب‌ها در مسیر پیچان رودها مورد: رودخانه شور (واقع در دامنه-های شرقی کوهستان سهند)**، فصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره ۳۱، صص ۱۴۸-۱۳۷.

ـ بیاتی خطیبی، مریم؛ کرمی، فریبا؛ رجبی، معصومه؛ مختاری، داود (۱۳۸۸)، **تغییرات ژئومورفولوژیکی ناشی از احداث سدهای سهند و ملاجیق در بستر رودخانه‌های قرنقو و شور و دامنه‌های مشرف به دریاچه‌های سد (واقع در دامنه های شرقی کوهستان سهند)**، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، شماره ۶۸، صص ۱۳-۱.

ـ حیدری، اسدا..؛ مقیمی ابراهیم (۱۳۸۶)، **ژئومورفولوژی و مدیریت سیستمی رودخانه مطالعه موردی: حوضه قرنقو تا سد سهند**، فصلنامه جغرافیا، شماره ۱۴ و ۱۵ صص۱۳۷-۱۱۹.

ـ شایان، سیاوش؛ شریفی کیا، محمد؛ دهستانی، هدیه (۱۳۹۲)، **استخراج و اندازه گیری تغییرات مورفولوژیکی رودخانه کشکان ناشی از برداشت منابع شن و ماسه**، فصلنامه فضای جغرافیایی، سال سیزدهم، شماره ۴۳، صص ۲۰۷-۱۹۱.

ـ فیض‌نیا، سادات؛ مجدآبادی، فرهاد؛ محسنی‌ساروی، محسن و محمود عرب‌خدری (۱۳۸۱)، **طول دوره آماری مناسب برای برآورد میانگین سالانه و رابطه آن با مساحت، تغییرات رسوبدهی سالانه**، خصوصیات اقلیمی، زمین شناسی و پوشش گیاهی حوزه آبخیز، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۹ (۳): ۱۶-۳.

ـ قهرمانی، نرجس؛ غفوری، محمد؛ لشکری‌پور، غلامرضا؛ غلامی، غلامرضا (۱۳۹۰)، **بررسی اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از برداشت بی رویه مصالح رودخانه‌ای(شن و ماسه) در محورهای اصلی بداشت شهر مشهد**، فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، سال ۷، شماره ۱، صص ۵۳-۶۲.

ـ مرشدی، جعفر؛ سیدکاظم علوی‌پناه؛ ماهرخ سردشتی و نگار دوستکام (۱۳۸۹)، **نقش ساختارهای زمین‌شناسی در تغییرات ژئومورفولوژی رودخانه کارون دشت** خوزستان، همایش ژئوماتیک ۸۹، تهران، سازمان نقشه‌برداری کشور.

ـ معماری، علیرضا؛ حبیب‌نژاد روشن، محمود (۱۳۸۱)، **مقایسه آورد رسوبی با مقدار برداشت شن و ماسه در رودخانه فاروب رومان نیشابور و بررسی تأثیر برداشت بر حریم رودخانه**، هفتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.

ـ مهندسین مشاور فراز آب (۱۳۸۹)، **طرح ساماندهی و کنترل سیلاب رودخانه قرنقو**، جلد دوم هیدرولوژی، سازمان آب منطقه‌ای استان أذربایجان شرقی، ۲۰۸ صفحه.

ـ نورمهناد، نگار؛ صمدی بروجنی، حسین؛ موسوی، مجتبی؛ زمانی، عفت (۱۳۸۶)، **بررسی رودخانه خشکه‌رود از سرشاخه‌های کارون علیا در زمان قبل و بعد از برداشت شن و ماسه از بستر آن**، ششمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه شهر کرد.

ـ یمانی، مجتبی؛ علمی‌زاده، هیوا؛ مقصودی، مهران؛ مقیمی، ابراهیم؛ نوحه‌گر، احمد (۱۳۸۹)، **بررسی تغییرهای پیچان رودی و ناپایداری بستر در جلگه شمالی تنگه هرمز**، مدرس علوم انسانی، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره چهاردهم، شماره ۴، صص ۲۱۵-۲۳۲.

ـ یوسف‌وند، فریبرز؛ ضیائ تباراحمدی، میرخالق؛ قمرنیا، هوشنگ؛ گلمائی، حسن؛ وحیدی، عبدالعلی (۱۳۸۵)، **برآورد بار رسوب و تعیین ظرفیت برداشت شن و ماسه رودخانه رازآور**، هفتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، اهواز، دانشگاه شهید چمران، صص ۸-۱.

- Gaillot S, Pie´gay H., 1999, **Impact of gravel mining on stream channel and coastal sediment supply: example of the Calvi Bay in Corsica (France).** Journal of Coastal Research 15(3): 774-788

- Garbrecht, J.D. and Starks, P.J. 2009, **Watershed sediment yield reduction through soil conservation in a west-central Oklahoma Watershed**. Ecohydrology, 2(3): 313-320.

- Heimann, D.C., L.A. Sprague and D.W. Blevins, 2011, **Trends in suspended-sediment loads and concentrations in the Mississippi River Basin, 1950–2009**. Scientific Investigations Report, 2011-5200.

- Kondolf, GM., 1994, **Geomorphic and environmental effects of instream gravel mining**. Landscape and Urban Planning, 28: 225-243.

- Leeuw, J., Shankman, D., Wu, G., Boer, W.F., Burnham, J., He, Q., Yesou, H., Xiao, J., 2010, **Strategic assessment of the magnitude and impacts of sand mining in Poyang Lake, China**. Reg Environ Change, 10:95-102.

- Markus, M. and M. Demissie, 2006, **Predictability of annual sediment loads based on flood events**. Journal of Hydrologic Engineering 11(4): 354–361.

- Marston RA, Bravard J-P, Green T., 2003, **Impacts of reforestation and gravel mining on the Malnant River, Haute-Savoie, French Alps**. Geomorphology55: 65-74.

- Martín-Vide J.P., Ferrer-Boix, C., Ollero A., 2010, **Incision due to gravel mining: Modeling a case study from the Gállego River, Spain** Geomorphology, Volume 117, Issues 3-4, 1 May 2010, Pages 261-27.

- Padmalal, D., Maya, K., Sreebha, S., Sreeja, R., 2007, **Enviromental effects of river sand mining: a case from the river catchments of VembanadLake, Southwest Coast of India. International Journal of Geoscience, 10.1007/s00254-007-0870-Z.**

- Rinaldi, M., Wyz, B., Surian, N., 2005, **Sediment mining in alluvial channels: physical effects and management perspectives**, River Research and Applications, 21: 805-828.
- Surian N, Rinaldi M. 2003, **Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy**. Geomorphology 50: 307-326.
- Walling, D.E., 2006, **Human impact on land–ocean sediment transfer by the world's rivers**. Geomorphology, Vol. 79 -Amsterdam, Elsevier. 192-216.
- Wang, ZH. Ding, J.Y., Yang, G.SH., 2012, **Risk analysis of slope instability of levees under river sand mining conditions**. Water Science and Engineering, 5(3): 340-349.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی