جغرافیا و مخاطرات محیطی، شمارهٔ ششم، تابستان۱۳۹۲

صص ۷۰-۵۷

اثرات برداشت شن و ماسه بر ویژگی‌های ژئومورفیک رودخانه لاویج ؛ استان مازندران

رضا اسماعیلی[۱]- استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

محمدمهدی حسین‌زاده- استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

رضا اقبالی- کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱۱ تاریخ تصویب:۱۳۹۲/۵/۲۷

چکیده

برداشت رسوب از بستر رود برای استفاده در صنعت و ساختمان امری اجتناب‌ناپذیر است. اگر این برداشت‌ها غیر اصولی و بدون مهندسی صورت گیرد، نه تنها سبب بروز عوارض مورفولوژیکی در محل برداشت می‌شود، بلکه این اثرات تا کیلومترها در بالادست و پایین‌دست رود نیز رخ نشان می‌دهد. هدف از این تحقیق شناسایی اثرات ژئومورفیک برداشت شن و ماسه بر بستر رودخانه لاویج است. محدوده مورد مطالعه در استان مازندران قسمت انتهایی حوضه لاویج رود و در پارک جنگلی کشپل قرار دارد. برای انجام این کار محدوده مورد مطالعه به سه بخش محدوده برداشت شده (پایین دست)، محدوده در حال برداشت و محدوده دست نخورده (بالا دست) که به عنوان بازه مرجع در نظر گرفته شده، تقسیم گردیده است. برای محدوده در حال برداشت با تهیه دو نقشه برداشت زمینی در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۰ امکان مقایسه را فراهم آورده است. سپس در محیط GIS، رقومی ارتفاع تهیه گردید و برای محدوده برداشت شده (پایین دست) با نقشه‌برداری زمینی خصوصیات مورفومتری رود شامل شیب بستر، عرض و عمق کانال اندازه‌گیری و قدرت رود محاسبه گردید. با تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده، مهمترین اثرات برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه لاویج به صورت تغییرات در شیب، عرض، عمق، قدرت رود، الگوی رود، اندازه ذرات و پایین افتادن بستر رود بوده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که احداث ساختارهای مهندسی جهت کنترل تغییرات کانال رود فقط تعدیل‌های مورفولوژیکی رود را به تأخیر می‌اندازد.

کلید واژه‌ها: مورفومتری کانال رود، برداشت رسوب، لاویج رود، استان مازندران.

۱ نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۱۱۲۰۸۲۲۵

Email: r.esmaili@umz.ac.ir

۱. مقدمه

رودخانه‌های آبرفتی به عنوان یک منبع رسوبی برای استفاده در صنعت (ساختمان، راه‌سازی و..) همواره مورد توجه هستند. برداشت رسوب از رودخانه‌های آبرفتی به صورت تجاری یک موضوع جهانی است، این مسأله خصوصا در کشورهایی که دارای رشد سریع شهرنشینی و صنعتی بوده‌اند، بیشتر دیده می‌شوند. برداشت رسوبات از رودخانه‌هایی که نهشته‌گذاری در آنها سریع است، می‌تواند برای کنترل سیلاب و پایداری کانال رود مؤثر باشد(رینالدی[1] و همکاران، ۲۰۰۵: ۸۰۵)، اما برداشت بیشتر از حد رسوبات ورودی می‌تواند موجب فروسایی بستر رودخانه‌ها گردد. مطالعات نشان می‌دهد که تغییر در هر یک از متغیرهای کانال رود مانند شیب، پهنا، عمق، دبی، سرعت، زبری (ناهمواری) مواد بستر، بار رسوبی و اندازه رسوبات باعث یک سری تغییر در تعادل کانال و در نتیجه الگوی رود می‌شود (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۸٤: ٥٤). همچنین نتیجه فروسایی در بستر رود می‌تواند به صورت بالقوه به عنوان یک مخاطره طبیعی ناشی از دخالت انسان در سطح محلی در نظر گرفته شود.

اثرات برداشت رسوب از بستر رود را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود (رینالدی و همکاران، ۲۰۰۵: ۸۰۷) :

۱- اثرات مورفولوژیکی که شامل فروسایی بالادست و پایین دست بستر رود، ناپایداری کانال رود (تغییرات جانبی، تغییرات پهنای کانال رود)، اسارت رود، ایجاد بسترهای رسوبی درشت دانه، ناپایداری کانال در نتیجه برداشت موانع رسوبی و تأثیرات منفی بر زیرساخت‌ها می شود.

۲- اثرات هیدرولوژیکی که به صورت تأثیر در فراوانی آب گرفتگی، پایین رفتن سطح اساس آب زیرزمینی و تغییرات در هیدرودینامیک مناطق جزر و مدی بروز می‌کند.

۳- اثرات اکولوژیکی، که می‌تواند به صورت از بین رفتن پوشش‌گیاهی حاشیه کانال رود و موجودات آبزی رودخانه‌ای مانند ماهی‌ها، بی‌مهرگان و به طور کلی تخریب زیستگاههای آبی مشاهده گردد.

در منطقه مورد مطالعه تخریب دو دهانه پل ارتباطی در بالادست و پایین دست محدوده برداشت رسوب، تغییرات مورفولوژیکی و اکولوژیکی ایجاد شده در بستر رود ضرورت انجام این تحقیق را بیان می‌کند.

مطالعات متعددی در مورد اثرات برداشت رسوب (مصالح) از رودخانه‌ها در سطح جهانی صورت گرفته است. در برخی مقالات به صورت مروری اثرات ژئومورفیک و محیطی برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه را مورد بررسی قرار داده است(کندلف[2] ۱۹۹٤، رینالدی و همکاران ۲۰۰۵). در تعدادی از مقالات نیز به اثرات موردی برداشت رسوب از بستر رود توجه شده است. که از جمله آنها می توان به موارد زیر اشاره نمود: اثرات برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه در تغییرات الگوی رود (ویشارت[3] و همکاران، ۲۰۰۸)، میزان حمل رسوب و مورفولوژی رود (لی[4] و

1 Rinaldi
2 Kondolf
3 Wishart
4 Li

همکاران ۲۰۰۸، جباری و فرضی، ۱۳۸۸)، مدل‌سازی واکنش رودخانه‌ها(لوپز[1] ۲۰۰٤، مارتین وایدِ[2] و همکاران ۲۰۱۰)، تغییرات اندازه رسوبات و نیمرخ طولی رود (محمودی و نوحه‌گر، ۱۳۸۲)، تغییرات زیست‌محیطی ناشی از برداشت شن و ماسه از بستر رود (قهرمانی و همکاران،۱۳۹۰). در برخی مطالعات نیز سعی شده است تا نقشه‌ی مناطق مناسب برداشت شن و ماسه از بستر رود تهیه گردد (لاملاس[3] و همکاران ۲۰۰۸، باقری و همکاران ۱۳۹۰). هدف این تحقیق، بررسی اثرات ژئومورفیک ناشی از برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه رودخانه لاویج **است**.

۲. منطقه مورد مطالعه

محدود مورد مطالعه در حوضه آبریز لاویج رود قرار دارد. این حوضه یکی از حوضه‌های مستقل البرز شمالی است که در استان مازندران و جنوب شهر نور قرار دارد. مساحت این حوضه تا محدوده مورد مطالعه ۱٤٦ کیلومتر مربع می‌باشد. از نظر سنگ شناسی، حوضه از سنگ‌های رسوبی تشکیل شده و از دوره پرمین تا کواترنر را شامل می‌شود. بارش سالانه حوضه از ۹۰۰ میلی‌متر در منطقه خروجی تا ۳۰۰ میلی‌متر در بالادست حوضه متغیر است. بیش از ۷۵ درصد مساحت حوضه تحت پوشش جنگل‌های انبوه دامنه‌های شمالی البرز قرار دارد. محدوده مورد مطالعه در قسمت انتهایی حوضه لاویج رود و در پارک جنگلی کشپل قرار دارد (شکل ۱). پارک جنگلی کشپل از رسوبات آبرفتی دوره کواترنر تشکیل شده است و رودخانه لاویج بر روی این رسوبات جاری می‌باشد. بستر این رودخانه از رسوبات قلوه‌سنگی و گراولی تشکیل شده است. میانگین دبی سالانه حوضه ۱/۷ مترمکعب در ثانیه می‌باشد و حداکثر دبی ثبت شده در طی دوره آماری(۱۳۳۷– ۱۳۹۰) ۱۷۵ مترمکعب در ثانیه بوده است. در این بازه نزدیک به دو دهه است که از بستر رود برداشت مصالح (شن و ماسه) صورت می‌گیرد.

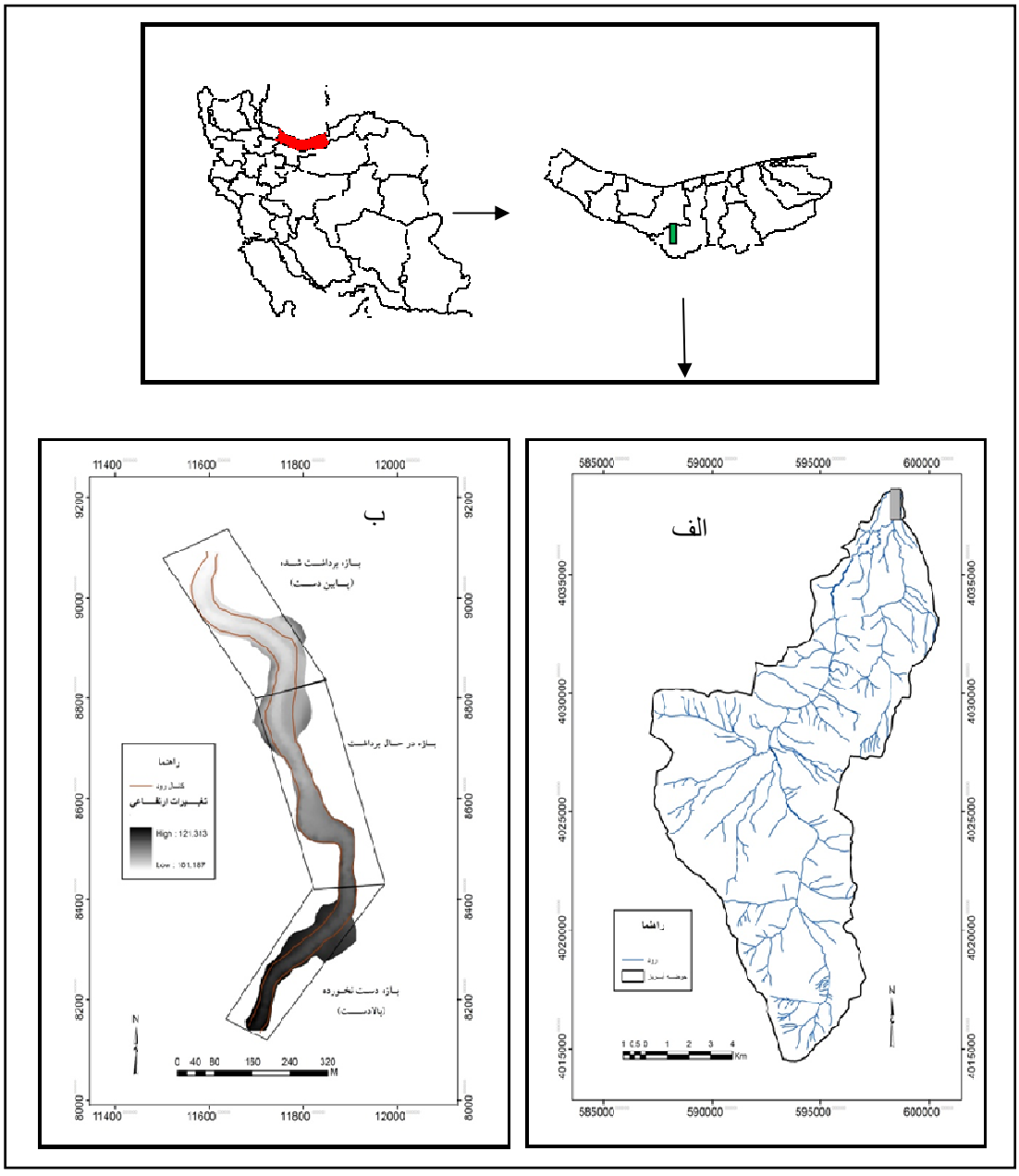
۳. مواد و روش‌ها

در ابتدا بازه مورد مطالعه به سه قسمت تقسیم گردید (شکل۱) که عبارتند از محدوده برداشت شده، محدوده در حال برداشت و محدوده دست نخورده. جهت مطالعه دقیق‌تر، هریک از محدوده‌های فوق به چند بازه کوچکتر تقسیم شدند. داده‌هایی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند عبارتند از:

۱– داده‌های هیدرولوژیکی: از ایستگاه هیدرومتری موجود در حوضه که در منطقه آغوزکتی قرار دارد استفاده شده است.

۲– مورفومتری کانال رود: برای این‌کار از داده‌های نیمرخ طولی، مقطع عرضی رود و الگوی کانال رود استفاده شده است. این داده‌ها در محدوده برداشت شده با استفاده از ترازیابی بستر رود و تهیه مقاطع عرضی در روی زمین انجام شده است.

1 Lopez
2 Martinvide
3 Lamelas



شکل ۱ موقعیت حوضه آبریز لاویج رود(الف) و محدوده مورد مطالعه (ب)

مورفومتری کانال در محدوده در حال برداشت از داده‌های نقشه‌برداری زمینی تهیه شده در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۰ استفاده و بر پایه آن مدل رقومی ارتفاع (DEM) ساخته شد. از طریق برداشت زمینی نیمرخ طولی و مقاطع عرضی رود در بازه‌های مختلف اندازه‌گیری شدند. برای محاسبه قدرت رود در هر یک از بازه‌ها از رابطه ۱ استفاده شده است:

$$\omega = \gamma Qs/w \quad (1)$$

ω: قدرت مخصوص رود بر حسب وات بر متر مربع، Q: دبی بر حسب متر مکعب بر ثانیه، γ: وزن مخصوص آب است که معادل ۹۸۱۰ نیوتن بر متر مربع می باشد، S : شیب بستر رود (متر بر متر) و W عرض رود به متر می باشد.

۳- اندازه‌گیری قطر رسوبات بستررود: اندازه‌گیری قطر رسوبات با استفاده از روش شمارش سنگ[1] انجام شده است. برای محاسبه حجم رسوبات از داده‌های رسوبات معلق که توسط سازمان آب منطقه‌ای استان جمع‌آوری شده استفاده گردید. سپس با استفاده از رابطه ۲ مقدار بار بستر رود محاسبه شده است.

$$Qsb= k*Qs \quad (2)$$

Qsb : متوسط بار بستر سالیانه (تن)، □ : نسبت بار بستر به بار معلق و Qs : متوسط بار معلق سالیانه (تن) می‌باشد (راهنمای محاسبه بار رسوب معلق و بستر، ۱۳۹۱). بعد از محاسبه مقدار بار بستر، با توجه به تغییرات ارتفاع بستر، حجم رسوباتی را که به صورت غیرمجاز برداشت شد، تخمین زده شد.

٤. بحث و نتایج

٤,١. مورفومتری کانال رود

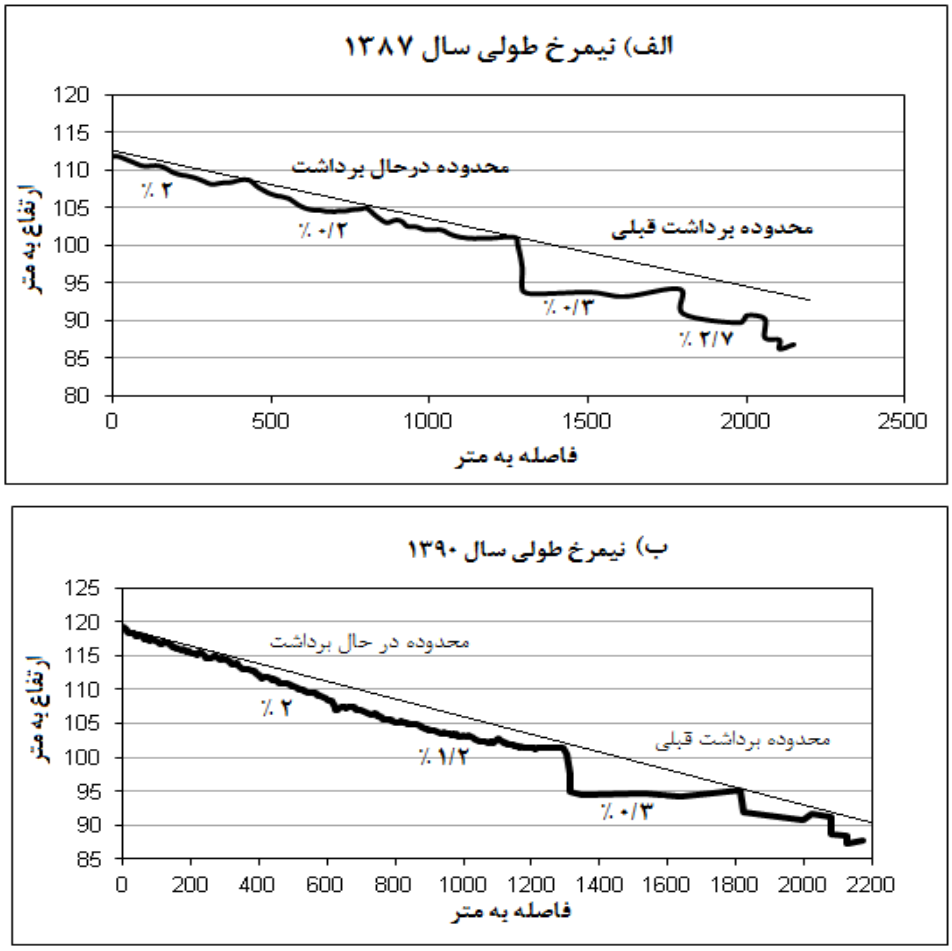
نیمرخ طولی

نیمرخ طولی رود از یک روند عمومی با کاهش شیب به سمت پایین دست رود پیروی می‌کنند. این به افزایش دبی آب، تغییرات در ژئومتری، هیدرولیک و کاهش اندازه ذرات مرتبط است. تغییرات شیب کانال رود در محدوده در حال برداشت طی سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۰ دارای تغییراتی بوده است که بیشترین تغییر در بازه B۳ مشاهده می‌گردد(جدول۱ و شکل ۲). نیمرخ طولی رود در بازه برداشت شده بیشترین تغییرات شیب را داشته و وجود ٤ شکستگی ناگهانی با اختلاف ارتفاع ٦/٥، ۳/۳، ۲/٥ و ۱ متر از بستر رود تأیید کننده این موضوع است(شکل‌های ۲ و۳).

جدول ۱ تغییر شیب کانال رود در محدوده درحال برداشت

شماره بازه ها	B۱	B۲	B۳	B٤	B٥	B٦
شیب به متر در سال ۸۷	۰/۰۱٦	۰/۰۱۲	۰/۰۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱۷	۰/۰۱٥
شیب به متر در سال ۹۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱۷

1 Pebble count

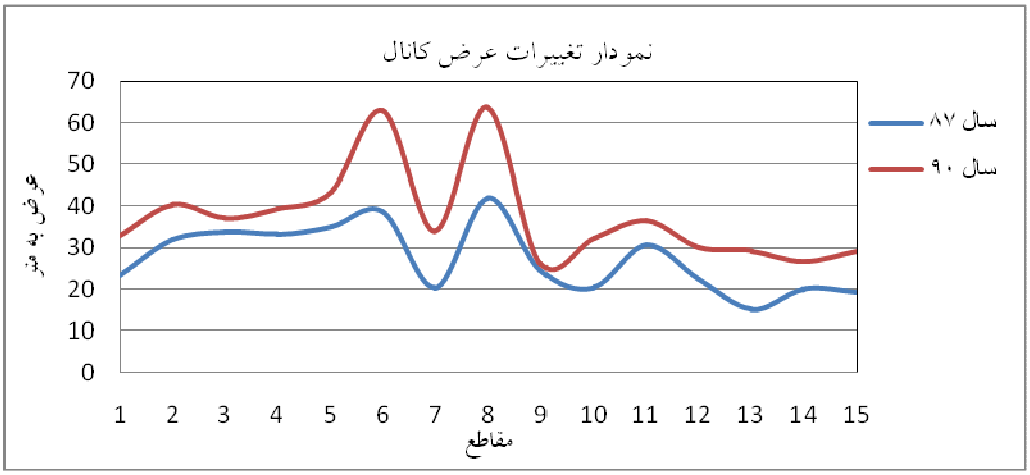


شکل ۲ نیمرخ طولی رود در بازه‌های مورد مطالعه (الف سال ۱۳۸۷ و ب سال ۱۳۹۰). خط باریک بالای نیمرخ طولی نشان دهنده شیب رود قبل از برداشت رسوب می‌باشد. اعداد زیر نیمرخ، شیب بستر رود را نشان می‌دهند.

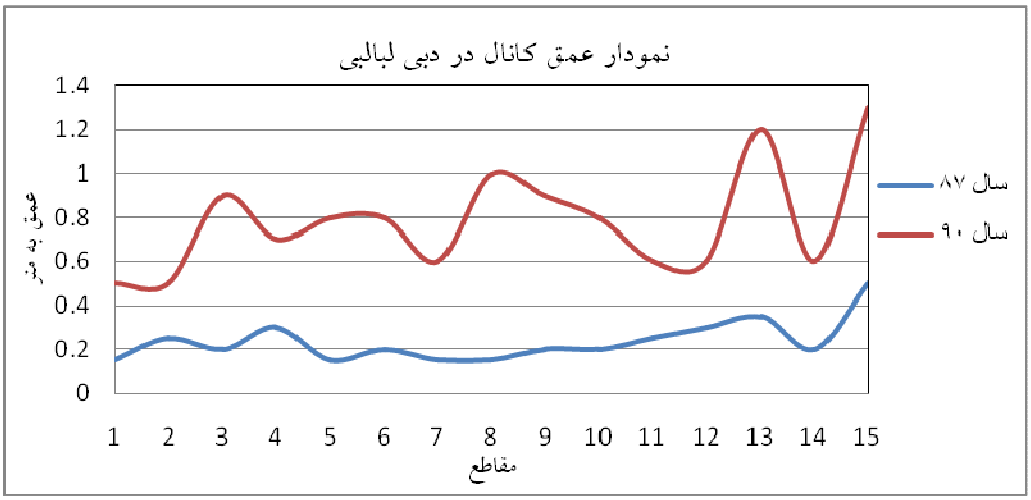
شکل ۳ شکستگی بستر رود و احداث آبشار کوچک بر روی آن

مقاطع عرضی

در محدوده دست نخورده (بالادست)، یک مقطع عرضی به عنوان مقطع مرجع و دست نخورده تهیه گردید که عرض کانال در دبی لبالبی ۱۱ متر و عمق آن در دبی لبالبی ۱ متر اندازه‌گیری شده است. در محدوده در حال برداشت، ۱۵ مقطع عرضی از بازه‌های رود در ۱۳۸۷ و ۱۳۹۰ ترسیم گردید. براساس داده‌های بدست آمده از این مقاطع، عرض کانال و عمق کانال در دبی لبالبی محاسبه گردید. شکل‌های ٤ و ٥ تغییرات عرض و عمق کانال را در دبی لبالبی نشان می‌دهند. بیشترین تغییر عرض کانال در مقاطع ٦ و ٨ و بیشترین تغییرات عمق کانال در مقاطع ١٤ و ١٥ اندازه‌گیری شده است.



شکل ٤ تغییرات عرض کانال رود در بازه در حال برداشت در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۰



شکل ٥ تغییرات عمق کانال رود در دبی لبالبی در بازه‌های در حال برداشت در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۰

بر مبنای داده‌های بدست آمده از مقاطع عرضی و نیمرخ طولی رود، قدرت رود برای هر بازه و برای دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه گردید(جدول ۲).

جدول ۲ محاسبه قدرت مخصوص رود برای دوره بازگشت های مختلف در محدوده در حال برداشت سال ۱۳۹۰ (B) و بازه های محدوده برداشت شده (A)

شماره بازه	عرض به متر	شیب بازه به متر	قدرت مخصوص رود (وات بر متر مربع) در دوره بازگشت های مختلف						
			۲/۳۳	**۱۰**	**۲۰**	**۵۰**	**۱۰۰**	**۲۰۰**	**۵۰۰**	**۱۰۰۰**
B٦	۲۸/۲	۰/۰۱۷	۲۳٦/٥	٥٤۸/۸	٦۸۳/٦	۸٥٦/۳	۹۸۸/۸	۱۱۱۸/۹	۱۲۸۹/۲	۱٤۱۹/۳
B٥	۳۳	۰/۰۲	۲۳۷/۸	٥٥۱/۷	٦۸۷/۳	۸٦۰/۹	۹۹٤	۱۱۲٤/۹	۱۲۹٦/۱	۱٤۲٦/۹
B٤	٥٤/۲	۰/۰۲	۱٤٤/۸	۳۳٥/۹	٤۱۸/٤	٥۲٤/۱	٦۰٥/۲	٦۸٤/۹	۷۸۹/۱	۸٦۸/۸
B۳	٤٦/٦	۰/۰۱۲	۱۰۱	۲۳٤/۲	۲۹۲	۳٦٥/۸	٤۲۲/٤	٤۷۸	٥٥۰/۷	٦۰٦/۳
B۲	٤٤/۳	۰/۰۱	۸۸/٦	۲۰٥/٥	۲٥٦	۳۲۰/٦	۳۷۰/۲	٤۱۹	٤۸۲/۷	٥۳۱/٥
B۱	٤۰/۷	۰/۰۱	۹٦/٤	۲۲۳/۷	۲۷۸/٦	۳٤۹	٤۰۳	٤٥٦	٥۲٥/٤	٥۷۸/٥
A۱	۱۱	۰/۰۳۷	۱۳۱۹/۹	۳۰٦۲/۱	۳۸۱٤/٥	٤۷٤۸	٥٥۱۷/۱	٦۲٤۳	۷۱۹۳/٤	۷۹۱۹/۳
A۲	٥۰	۰/۰۰۳	۲۳/٥	٥٤/٦	٦۸	۸٥/۲	۹۸/٤	۱۱۱/۳	۱۲۸/۳	۱٤۱/۳
A۳	٤۰	۰/۰۰٥	٤۹/٥	۱۱۳/۸	۱٤۱/۷	۱۷۷/٥	۲۰٥	۲۳۲	۲٦۷/۳	۲۹٤/۳
A٤	۳۰	۰/۰۲۷	۳٥۳/۲	۸۱۹/۳	۱۰۲۰/٦	۱۲۷۸/٤	۱٤۷٦/۲	۱٦۷۰/٤	۱۹۲٤/۷	۲۱۱۹
A٥	۲٥	۰/۰۳٤	٥۳۳/٦	۱۲۳۸/۱	۱٥٤۲/۳	۱۹۳۱/۹	۲۲۳۰/۷	۲٥۲٤/۲	۲۹۰۸/٤	۳۲۰۲

مقدار قدرت مخصوص رود بیش از ۳۰۰ وات برمترمربع نشان‌دهنده قدرت فرسایشی رود است (مگیلیگان[1]، ۱۹۹۲: ۳۷۳).

٤,۲. الگوی رود

واضح‌ترین ویژگی رودخانه، پلانفرم یا فرم هندسی پلان آن می‌باشد. الگوی کانال گویای تعدیل شکل در پلان افقی رود می باشد. در محدوده در حال برداشت برای مشخص شدن الگوی کلی رود، مقدار سینوسیته برای هر بازه

1 Magiligan

در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۰ محاسبه گردید(جدول ۳). در این محدوده بازه‌های ۱ و ۲ با افزایش مقدار سینوسیته و بازه‌های ۳، ٤ و ٥ با کاهش مقدار سینوسیته روبرو بوده‌اند.

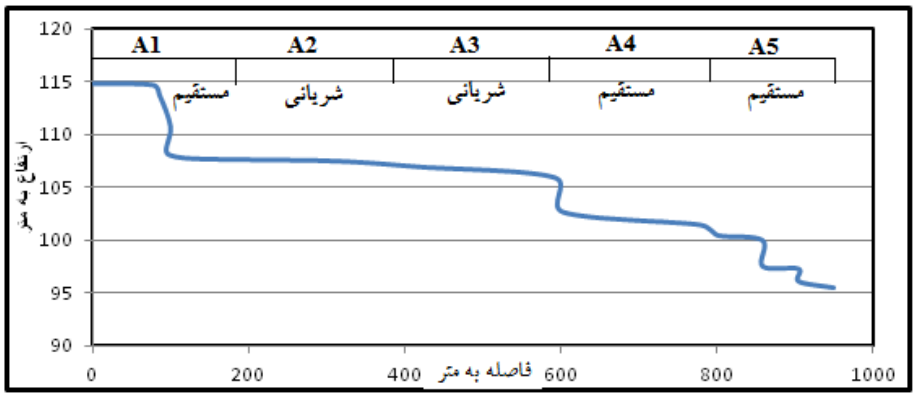
جدول ۳ مقدار سینوسیته رود در محدوده در حال برداشت

شماره بازه	طول رودخانه به متر		طول دره به متر		سینوسیته رود	
	سال ۸۷	سال ۹۰	سال ۸۷	سال ۹۰	سال ۸۷	سال ۹۰
۱	۲۰۰	۲۰۰	۱۸۲	۱٤۳	۱/۱	۱/۳۹
۲	۲۰۰	۲۰۰	۱٦۳	۱٤۲	۱/۲۲	۱/٤۰
۳	۲۰۰	۲۰۰	۱۲۳	۱۸۸	۱/٦۳	۱/۰٦
٤	۲۰۰	۲۰۰	۱۳٤	۱۹۰	۱/۵	۱/۰۵
۵	۲۰۰	۲۰۰	۱٦۰	۱۷۰	۱/۲۵	۱/۱۷
٦	۲٤۰	۲۲۰	۲۲۲	۱۹۰	۱/۰۸	۱/۱۵

در محدوده برداشت شده، الگوی رود به دو صورت مستقیم و شریانی درآمده است(شکل ٦). این الگوها در نتیجه دخالت انسان شکل گرفته‌اند. در بازه‌های با شیب کمتر، الگوی رود به صورت شریانی در آمده است. در بازه‌هایی که رود الگوی مستقیم دارد ایجاد خاکریزهای مصنوعی در کناره‌های کانال رود و ساخت کف‌بند[1] موجب شکل‌گیری آنها شده است.

- رسوب

اندازه D۵۰ ذرات رسوبی در محدوده دست نخورده (بالا دست)، ۳۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شده است. در محدوده در حال برداشت اندازه D۵۰ ذرات رسوبی ۲۵ میلی‌متر و در محدوده برداشت شده (پایین دست) کمتر از ۸ میلی متر محاسبه گردید. اگرچه اندازه ذرات رسوبی به سمت پایین دست رود امری طبیعی است

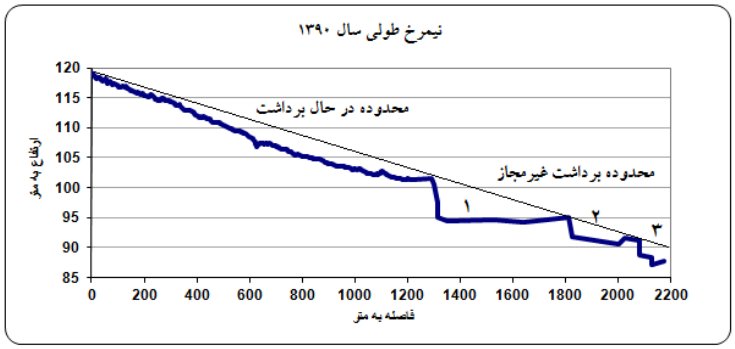


شکل ٦ نمایش الگوی رود بر روی نیمرخ طولی رود در محدوده برداشت شده

1 Sill

اما در یک فاصله کوتاه و کمتر از یک کیلومتر به صورت غیرعادی بوده و در نتیجه منجر به کاهش ناگهانی شیب کانال رود شده است.

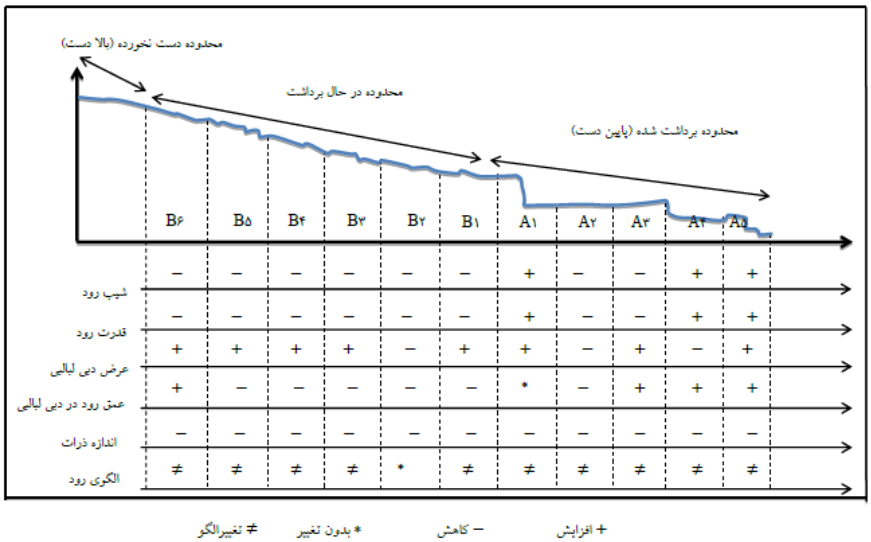
میانگین روزانه رسوبات معلق رود در طی یک دوره ۱۰ ساله (۱۳۹۰-۱۳۸۰) در ایستگاه هیدرومتری حوضه، ۱۷ تن محاسبه شده است. میانگین سالانه رسوبات بار بستر در طی همین دوره با رابطه ۲ محاسبه شده و ۱٦ هزار تن تخمین زده شده است. برداشت بیش از حد مجاز سبب پایین افتادگی بستر(شکل ۷) و سایر تغییرات ژئومورفیک شده است. این مقدار تقریبا بیش از ۸۰ هزار تن تخمین زده شده است.



شکل ۷ محدوده برداشت بیش از حد مجاز از بستر رودخانه لاویج

- روند تغییرات ژئومورفیک در بستر رود

طبق تحقیقات و بررسیهای انجام گرفته و مقایسه اطلاعات به دست آمده با بازه مرجع، مشخص گردید که مهمترین اثرات ژئومورفیک برداشت رسوبات از بستر رود در محدوده مورد مطالعه، تغییرات شیب، عرض، عمق، قدرت رود، الگوی رود، کاهش اندازه ذرات و پایین افتادن بستر رود بوده است (شکل ۸).



شکل ۸ تغییرات مورفولوژیکی بستر رود در نتیجه برداشت رسوبات

با توجه به شکل ۸ در محدوده در حال برداشت از بازه B٦ به سمت بازه B١ عرض رود بیشتر، عمق، قدرت و شیب رود کمتر و اندازه ذرات رسوبی ریز شده است. بیشترین تغییرات شیب مربوط به بازه های B١ و B٢ می باشد. در این بازه ها با کم شدن شیب، قدرت رود کاهش یافته است. این کاهش قدرت رود موجب انباشت رسوب به صورت موانع طولی در کانال رود شده و در نتیجه این شرایط ، در این بازه ها الگوی رود به صورت شریانی با موانع ماسه ای و رسی درآمده است.

در محدوده برداشت شده (پایین دست) برداشت بیش از حد رسوب سبب پایین افتادگی بستر رود شده است. برای جلوگیری از تخریب و فرسایش قهقرایی بر اثر پایین افتادگی بستر رود، از روشهای مهندسی مانند احداث آبشار کوچک[1] و کف بند استفاده شده است.

احداث آبشارهای کوچک در بازه A١، به ارتفاع ٦/٥ متر و به صورت سه پلّه‌ای و در بازه A٤، به ارتفاع ٣/٣ متر احداث شده است. در پشت این آبشارهای کوچک به دلیل کم کردن شیب، قدرت رود هم کم شده و رسوبات ریزدانه نهشته شده‌اند. این امر موجب عدم پیوستگی جریان رسوب شده و آبی که از این آبشارهای کوچک به پایین دست سرازیر می شوند، کم رسوب و به اصطلاح آب گرسنه[2] می باشد. در بازه‌های انتهایی، که کانال رود به صورت مستقیم درآمده و شیب آن نیز افزایش یافته است، جهت کاهش اثر رود اقدام به احداث کف‌بند شده است. اما وجود آب گرسنه و افزایش قدرت رود موجب تخریب بخشی از آبشار کوتاه بالادست شده و تداوم آن می‌تواند مجددا اثرات تخریبی(حفر بستر و کرانه رود) را ایجاد کند.

شکل ۹ تخریب آبشارهای کوتاه احداث شده در بستر رود برای جلوگیری از فروسایی بستر

1 Drop
2 hungry water

طبق مطالعه ویشارت و همکاران، بازه‌هایی‌که با کمبود بودجه رسوب مواجه هستند و کانال رود نیز با کارهای مدیریتی مانند احداث بندها حفاظت می‌شوند، تعدیل‌های موفولوژیکی فقط به تأخیر می‌افتد(ویشارت و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۵۰). این نتیجه با نتایج بدست آمده در محدوده مورد مطالعه منطبق است. همچنین مطالعه مارتین وایـد و همکاران نشان می‌دهد که فرایند فروسایی در بستر رود، بزرگی تنش برشی در بستر رود را تغییر داده است به طوری که رودخانه‌هایی که عمیق‌تر شده‌اند، کانال توانسته است دبی بیشتری را بدون ایجاد سیلاب خارج از کانال داشته باشد(مارتین وایـد و همکاران، ۲۰۱۰ : ۱۱۷). این حالت در بازه‌های پایین دست منطقه برداشت شده با ایجاد کانال عمیق و خاکریزهای مصنوعی شکل گرفته است. در این بخش، آب با رسوب کمتر و قدرت بیشتر توانایی فرسایش بستر و کرانه را در پایین دست خواهد داشت. تخریب بخشی از آبشارهای کوتاه نمونه‌ای از این مورد است.

۵. نتیجه‌گیری

در نتیجه برداشت رسوب از رودخانه لاویج، بستر رود دچار شکستگی شده و به سمت بالادست پسروی نموده است که با ایجاد آبشارهای مصنوعی و کاهش شیب رود سعی در کنترل این پسروی داشته اند. با این عمل، پسروی رود به صورت موقتی متوقف شده است. این کار موجب کاهش اندازه ذرات در حد ماسه و رس شده و انتقال رسوب نیز به بازه‌های پایین دست کاهش یافته است. در برخی از بازه‌های پایین دست با عملیات مداخله‌ای، کانال‌های مستقیم ایجاد شده است که می‌تواند موجب افزایش قدرت رود شده و فروسایی بستر، فرسایش کرانه و تغییرات پلانفرم رود را ایجاد نماید. در محدوه مورد مطالعه، بازه A در نتیجه برداشت غیرمجاز و فعالیت‌های انسانی یک حالت برگشت‌ناپذیر را تجربه نموده است یعنی یک تغییر کلی در شیب، عرض و عمق کانال، الگوی رود و اندازه ذرات رسوبی ایجاد شده است. این موضوع می‌تواند بر شار رسوب و جریان آب در بالادست و پایین دست رود تأثیر گذارد. بازه B تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی تغییراتی را تحمل نموده است، اما در حال حاضر حالت برگشت پذیر دارد و در صورت مراقبت و نظارت می‌تواند به صورت قبلی تغییر یابد. به طور کلی نتایج نشان می‌دهد که برداشت غیرمجاز رسوبات از بستر رود و احداث ساختارهای مهندسی جهت کنترل پیامدهای ژئومورفیک آن فقط موجب تأخیر در عملکرد فرایندهای رودخانه‌ای و به تبع آن تأخیر در تعدیل‌های مورفولوژیکی رود می‌گردد. بنابراین برداشت رسوب از رودخانه و اصلاح بستر با ساختارهای مهندسی در طولانی مدت نمی‌تواند فرایندها و رفتار رود را کنترل نماید. از این رو جهت کاهش اثرات ژئومورفیک و محیطی ناشی از برداشت رسوب از بستر رود موارد زیر می‌تواند مورد توجه قرارگیرد:

- مطالعه‌ی سیستم رودخانه در سطح حوضه و بازه در ارتباط با هم
- تحلیل روند تعدیل رود در گذشته و حال و رفتار رود
- بررسی اشکال طبیعی مانند آبشارها و یا مصنوعی مانند سدها که شار رسوب را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

- مطالعه مناطق تولید رسوب در حوضه و محاسبه واقعی حمل رسوب در بازه‌های مورد نظر
- پایش دوره‌ای برداشت رسوبات از بستر و مدیریت رود براساس نتایج این پایش.

فهرست منابع و مآخذ

اسماعیلی، رضا، محمدمهدی حسین‌زاده و صدرالدین متولی (۱۳۹۰)، تکنیک‌های میدانی در ژئومورفولوژی رودخانه‌ای، موسسه انتشاراتی لاهوت، تهران، چاپ اول.

باقری، موسی، سید جمال شیخ ذکریایی و سید حامد طباطبایی بفرویی (۱۳۸۸)، پهنه بندی مصالح شن و ماسه به کمک GIS و RS، مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی، جلد ۱۹، شماره ۷۳،صص ۱۳۰-۱۱۹.

جباری، ایرج و هوشنگ فرضی (۱۳۸۸)، تولید شن و ماسه و نتایج آن در تغییر الگوی حمل بار رسوب رودخانه رازآور، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۹۳، صص ۱٦۰-۱٤٥ .

حسین‌زاده، محمدمهدی، رضا اسماعیلی و صدرالدین متولی (۱۳۸٤)،بررسی کارایی سیستم طبقه‌بندی روزگن، مطالعه موردی : رودخانه‌های بابل وتالار در محدوده جلگه ساحلی، سرزمین، شماره ٥، ٦٤-٥١.

سازمان نقشه‌برداری کشور، (۱۳۷۳) نقشه توپوگرافی ۱:۲٥۰۰۰ صفحه چمستان

ضیایی، حجت الله (۱۳۸۰)، اصول مهندسی آبخیزداری، انتشارات دانشگاه امام رضا(ع) ، چاپ اول، مشهد. صص ٥٤۲.

قهرمانی، نرجس، محمد غفوری، غلامرضا غلامی و غلامرضا لشکری (۱۳۹۰)، بررسی اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از برداشت بی رویه مصالح رودخانه‌ای (شن و ماسه) در محورهای اصلی برداشت شهر مشهد، فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال ۷، شماره ۱، صص ٦۲-٥۳.

محمودی، فرج الله و احمد نوحه‌گر (۱۳۸۲)، بررسی اثرات برداشت مصالح (شن و ماسه) بر شکل بستر و رژیم رودخانه میناب، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ٤٥،صص ٥۸-٤٥.

وزارت نیرو (۱۳۹۱)، راهنمای محاسبه بار رسوب معلق و بستر، http://tec.mporg.ir

Brierley, G.L., and Fryirs, K., 2005. Geomorphology and River Management: Application of the River Style Framework. Blackwell publishing, UK, 398 pp.

Kondolf, G.M., 1994. Geomorphic and environmental effects of in stream gravel mining, Landscape and urban Planning 28, 225 – 243.

Lamelas, M. T., Marinoni, O., Hoppe, A., and de la Riva, J., 2008. Suitability Analysis for sand and gravel extraction site location in the context of a sustainable development in the surroundings of Zaragoza (Spain). Environmental Geology 55, 1673–1686.

Li, S.S., Miller, R.G., and Islam, S., 2008. Modelling gravel transport and morphology for the Fraser River Gravel Reach. British Columbia, Geomorphology 95, 206 – 222.

Lopez, J.L., 2004. Chanel response to gravel mining activities in Mountain Rivers. Journal of Mountain science 1(3), 264 – 269.

Magiligan, F.J., 1992. Threshold and the spatial variability of flood power during extreme floods, Geomorphology 5, 373-390.

Martin-vide, J.P., Ferrer-Boix, C. and Ollero, A., 2010. Incision due to gravel mining: modelling a case study from the Gallego River, Spain. Geomorphology 117, 261 – 271.

Rinaldi, M., Wygza, B., and Surian, N., 2005. Sediment mining alluvial channels: physical effects and management perspective. River Research and. Application 21, 805–828.

Wishart, D., Warburton, J., and Bracken, L., 2008. Gravel extraction and planform change in a wandering gravel-bed river: The River Wear, Northern England, Geomorphology 94, 131 – 152.