

بررسی اثرات برداشت شن و ماسه بر ویژگی‌های ریخت‌سنجی رسوبات بستر (مطالعه موردی: رودخانه زارم رود، استان مازندران)

سید حسین روشن، دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

H.Roshun@stu.sanru.ac.ir

استان مازندران، شهرستان ساری، ساری، کیلومتر ۹ جاده دریا، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

قربان وهاب زاده، استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

Gh.Vahabzadeh@sanru.ac.ir

استان مازندران، شهرستان ساری، ساری، کیلومتر ۹ جاده دریا، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

کریم سلیمانی، استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

K.Solaimani@umz.ac.ir

استان مازندران، شهرستان ساری، ساری، کیلومتر ۹ جاده دریا، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

عبدالواحد خالدی درویشان، استادیار دانشگاه تربیت مدرس

A.Khaledi@modares.ac.ir

استان مازندران، شهرستان نور، نور، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

ارتباط با پایان نامه: مقاله حاضر استخراج شده از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای سید حسین روشن می‌باشد.

بررسی اثرات برداشت شن و ماسه بر ویژگی‌های ریخت‌سنجی رسوبات بستر (مطالعه موردی: رودخانه زارم رود، استان مازندران)

سید حسین روشن^۱، دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

قربان وهاب زاده، استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

کریم سلیمانی، استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

عبدالواحد خالدی درویشان، استادیار دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

برداشت شن و ماسه از بستر بسیاری از رودخانه‌های کشور منجر به تغییرات مورفولوژیکی، هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی آنها شده است. پژوهش حاضر به بررسی تأثیرات برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه بر روی ویژگی‌های رسوب‌شناسی رسوبات بستر رودخانه زارم رود واقع در استان مازندران می‌پردازد. بدین منظور با تعیین چهار مقطع قبل و چهار مقطع بعد از مکان برداشت، نمونه‌برداری از رسوبات بستر به روش ترکیبی و در چند کروت معین در عرض رودخانه انجام و سپس ویژگی‌های ریخت‌سنجی رسوبات از جمله قطرهای بزرگ (a)، متوسط (b) و کوچک (c)، گردش‌گی (Re)، فاکتور شکل (Sf)، قطر ظاهری (D)، کرویت (S) و نسبت پهنی (W) در آزمایشگاه اندازه‌گیری و در محیط نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که تغییرات آماره‌های رسوبی a، b، c، D، S و W در مقاطع قبل و بعد از مکان برداشت دارای اختلاف معنی‌داری است ولی آماره Re اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. کاهش قطرهای سه گانه رسوبی بعد از محل برداشت ناشی از شکستگی رسوبات در محل برداشت بوده بطوریکه کرویت ذرات نیز در این محل کاهش یافته است. عامل گردش‌گی رسوبات بعد از مکان برداشت تا فاصله ۶۰۰ متری از مکان برداشت دارای روندی کاهشی است و سپس افزایش پیدا می‌کند.

واژه‌های کلیدی: برداشت شن و ماسه، روش ترکیبی، ریخت‌سنجی رسوبات، استان مازندران

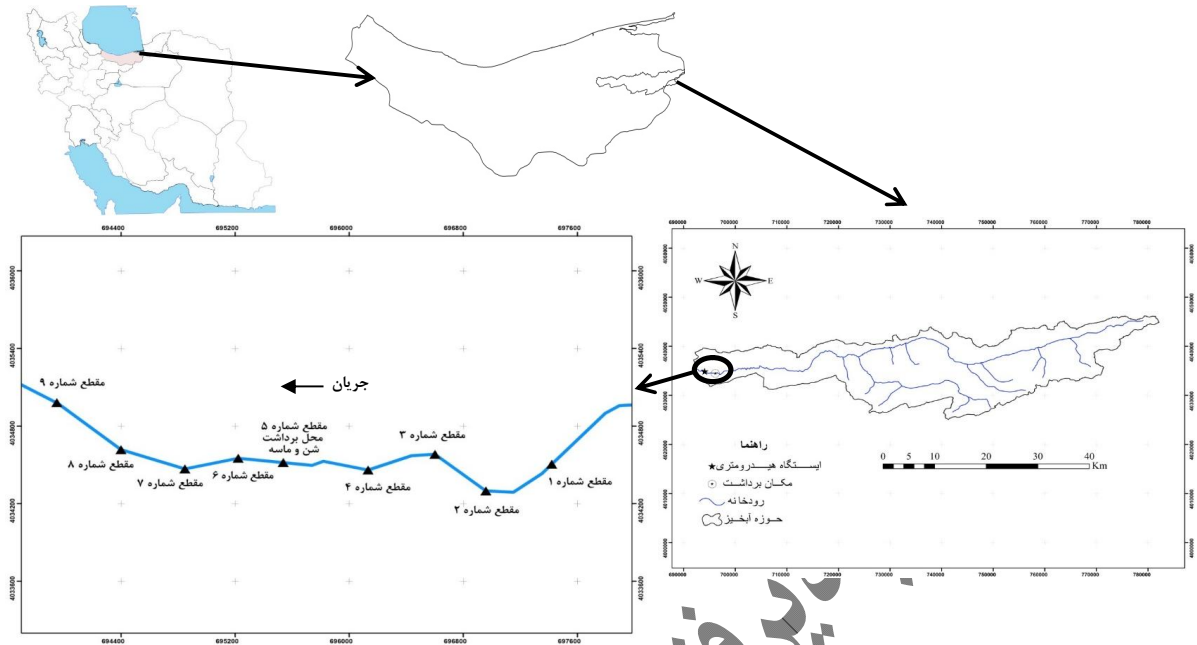
امروزه در سراسر جهان و از جمله در کشورمان، انواع مصالح رودخانه‌ای شامل شن و ماسه، قلوه سنگ و مصالح ریز دانه در زندگی بشر و به ویژه در فعالیت‌های عمرانی و صنعتی کاربردهای مختلفی پیدا کرده است و روزانه هزاران تن از انواع این مصالح از بستر و کناره‌های رودخانه‌های مختلف کشور حفاری و برداشت می‌گردد. مصالح بستر رودخانه به عنوان یک منبع مهم برای احداث ساختمان‌ها، جاده‌ها و دیگر طرح‌های عمرانی و صنعتی همواره مورد توجه بوده است (۱۵). شن و ماسه رودخانه‌ای که در معرض انتقال ممتد در آب بوده، منابع مطلوبی از مصالح می‌باشند، زیرا مواد ضعیف و سست آنها توسط فرآیند سایش (Abrasion Process) حذف گردیده و شن و ماسه بادوام، گردشده (Rounded) و با دانه‌بندی (Granulated) مناسب به جا مانده است (۲۷).

این رسوبات در سامانه رودخانه می‌توانند دستخوش تغییرات مورفومتری شود (۵) که مهمترین عوامل این تغییرات عملیات برداشت شن و ماسه از رودخانه می‌باشد. اشرف و همکاران (۷) با بررسی اثرات زیست محیطی چند معدن شن و ماسه در مالزی و با استفاده نمونه‌برداری از مقاطع و رسوبات رودخانه‌ای و نرم افزار HEC-RAS، اعلام نمودند که برداشت شن و ماسه، بار بستر در محل برداشت را کاهش و قدرت حمل جریان در پایین‌دست را افزایش داده، فرسایش بالادست و کناری رودخانه را در پی داشته و میزان گل‌آلودگی و اندازه و نوع رسوبات انتقالی را نیز تغییر داده است. اسراسک و همکاران (۲۹) با استفاده از اندازه‌گیری رسوبات انتقالی جریان و عناصر چسبیده به رسوبات به بررسی تأثیر برداشت شن و ماسه و عناصر قیمتی دیگر در رودخانه Kafue در زامبیا پرداختند، آنها نتیجه گرفتند که با افزایش برداشت، مقدار رسوبات معلق افزایش یافته و به تبع آن عناصری هم‌چون مس، کبالت و منگنز با اثرات سوء زیست محیطی در پایین‌دست افزایش داشته است. برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه‌ها نیز موجب تغییر در ژئومورفولوژی رودخانه (برای مثال کنش و برش کانال) شده که می‌تواند خسارت به زیرساخت‌ها از جمله آبستکی پایه پل‌ها و در معرض قرار گرفتن لوله‌های عبوری از عرض کانال رودخانه را باعث شود (۱۷). هم چنین این عملیات اغلب مواقع موجب تعرض به اراضی در مناطق با تراکم جمعیتی بالا شده که مهم‌ترین نتایج آن ایجاد گرد و غبار، آلودگی زیست محیطی و بر هم زنده چشم انداز طبیعت می‌شود (۳۱، ۶ و ۸). برداشت مواد بستر رودخانه تغییرات مورفولوژی کانال رودخانه، پایین افتادگی بستر رودخانه در طول دوره برداشت (۲۶)، تغییر در بیلان رسوب و تغییرات هیدرولیکی (۹) را نیز موجب می‌شود. بنابراین مهم‌ترین آثار ناشی از برداشت شن و ماسه رودخانه‌ای شامل، فرسایش بالادست شاخه اصلی و شاخه‌های فرعی (۱۷، ۲۰ و ۳۰) فرسایش بستر در پایین‌دست (۱۰، ۲۵ و ۱۱)، زبر شدن بستر (۲۸)، ریز شدن مواد بستر در پایین‌دست منطقه برداشت (۱۶ و ۱۸)، تغییر ویژگی‌های فیزیکی رسوبات بستر (۲، ۳ و ۱۳) و پایین افتادگی بستر (۴ و ۲۱) می‌باشد که این تغییرات محدود به محل

برداشت نبوده بلکه ممکن است تا کیلومترها بالاتر و پایین تر از محل برداشت ظاهر شود (۲۴). برداشت مواد بستر رودخانه در سال- های اخیر به عنوان یکی از مهم ترین چالش های اساسی در ارتباط با سامانه رودخانه در کشورمان بوده است، این مهم نیز در استان مازندران به وضوح دیده می شود. به طوری که به دلیل برداشت بی رویه شن و ماسه از بستر رودخانه های استان مازندران برخی از آنها توان احیای مصالح را نداشته و موجب بروز تغییرات مورفولوژیکی و برهم زدن تعادل طبیعی رودخانه می شود. به همین دلیل در پژوهش حاضر سعی گردیده تا تأثیر برداشت شن و ماسه بر ویژگی های ریخت سنجی رسوبات بستر در رودخانه زارم رود واقع در استان مازندران مورد مطالعه قرار گیرد.

مواد و روش ها

حوزه آبخیز رودخانه زارم رود در شمال ایران در بخش مرکزی استان مازندران و در ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان ساری واقع شده است. این حوزه از نظر جغرافیایی بین طول شرقی $11^{\circ} 8' 53''$ الی $2^{\circ} 17' 53''$ و عرض شمالی $42^{\circ} 24' 36''$ الی $1^{\circ} 9' 36''$ قرار دارد. رودخانه زارم رود که آبراهه اصلی زهکش کننده این حوزه به شمار می رود از دامنه های شمالی سلسه جبال البرز سرچشمه گرفته و طولی حدود ۱۰۰ کیلومتر دارد که حوزه آبخیز آن منطقه ای به وسعت ۹۰۵۶۸ هکتار را شامل می گردد (شکل ۱). محدوده مورد مطالعه برای بررسی اثرات ناشی از برداشت شن و ماسه بر روی ویژگی های فیزیکی مواد بستر رودخانه بازه ای پایین دست این رودخانه بوده که طولی حدود ۴۶۵۰ متر دارد. حداقل و حداکثر ارتفاع حوزه ۱۳۴ و ۳۱۹۴ متر و ارتفاع متوسط آن ۱۳۷۵ متر بالاتر از سطح آبهای آزاد می باشد. مهم ترین واحدهای سنگی شناخته شده در حوزه شامل سنگ آهک، شیل، سیلت سنگ، ماسه سنگ، آهک شیلی، دولومیت، کنگلومرا و رسوبات آبرفتی می باشند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز زارم رود

روش انجام تحقیق

برداشت شن و ماسه در حال حاضر توسط یک کارخانه فعال تولید شن و ماسه در بازه‌ای به طول ۳۸۰ متر از رودخانه زارم رود انجام می‌شود. به منظور مشخص نمودن مکان برداشت شن و ماسه توسط کارخانه و برای تعیین مکان‌های نمونه‌برداری از رسوبات بستر رودخانه بازدیدهای صحرائی انجام شد و مختصات جغرافیایی نقاط با استفاده از سیستم موقعیت یاب جهانی به دست آمد. جهت بررسی اثرات برداشت در بازه مورد نظر ۴ مقطع قبل از مکان برداشت و ۴ مقطع بعد از مکان برداشت در نظر گرفته شد (شکل ۱) (جدول ۱).

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی مقاطع برداشت نمونه‌های مواد بستر رودخانه

شماره مقطع	موقعیت جغرافیایی		ارتفاع از سطح دریا (متر)	فاصله بین مقاطع (متر)	موقعیت مقاطع
	عرض شمالی	طول شرقی			
۱	۵۳° ۱۲' ۱۰"	۳۶° ۲۵' ۵۲"	۱۹۷	۰	
۲	۵۳° ۱۱' ۴۹"	۳۶° ۲۵' ۵۱"	۱۹۸	۵۸۰	مقاطع بعد از مکان برداشت
۳	۵۳° ۱۱' ۳۲"	۳۶° ۲۶' ۰۳"	۲۰۰	۴۸۰	

	۵۸۰	۲۰۱	۳۶° ۲۶' ۰۱"	۵۳° ۱۱' ۱۴"	۴
محل برداشت شن و ماسه	۲۰۰	۲۰۲	۳۶° ۲۵' ۶۰"	۵۳° ۱۰' ۵۲"	۵
	۳۸۰	۲۰۴	۳۶° ۲۵' ۵۹"	۵۳° ۱۰' ۴۴"	۶
	۵۸۰	۲۰۵	۳۶° ۲۵' ۵۸"	۵۳° ۱۰' ۲۶"	۷
مقاطع قبل از مکان برداشت	۵۸۰	۲۰۶	۳۶° ۲۶' ۰۸"	۵۳° ۱۰' ۰۷"	۸
	۵۸۰	۲۰۷	۳۶° ۲۶' ۱۷"	۵۳° ۱۰' ۴۸"	۹

نمونه برداری از رسوبات بستر در هر یک از مقاطع به روش ترکیبی (۱۲) و ترانسکتی انجام گرفت. بدین ترتیب که در عرض رودخانه ترانسکتی با طول برابر عرض رودخانه در نظر گرفته شد سپس بسته به عرض رودخانه (به ازای هر یک و نیم متر یک کرت) کرت‌هایی مربعی به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر مربع برای نمونه برداری بطور تصادفی انتخاب گردید و رسوبات بستر در داخل هر کرت در عمقی معادل ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر برداشت شدند (شکل ۲).



شکل ۲- کرت نمونه برداری از مواد رسوبی بستر رودخانه

سپس نمونه‌های برداشت شده از کرت‌ها در هر مقطع با هم مخلوط شده و با توجه به وزن بزرگترین ذره رسوبی موجود در داخل نمونه‌ها، وزن نمونه برداشتی مشخص شد، به طوری که وزن نمونه برداشتی بایستی ۲۰ برابر وزن بزرگترین ذره رسوبی موجود در نمونه‌های ترکیب شده باشد (۲۳). در مجموع تعداد ۴۵ کرت نمونه رسوب از کلیه مقاطع برداشت گردید که وزن آنها معادل ۵۲۰ کیلوگرم بوده است. نمونه‌های برداشت شده به روش ترکیبی به آزمایشگاه منتقل گردیدند به عبارت دیگر تمامی

نمونه‌های برداشت شده از یک مقطع (سه تا پنج نمونه بسته به عرض و شرایط مقطع رودخانه) مجدداً با یکدیگر ترکیب شده و به عنوان یک نمونه از مقطع مورد نظر قلمداد شدند و با آب اکسیژنه جهت از بین بردن مواد آلی مخلوط شدند (۱۹ و ۲۲). سپس نمونه‌ها در درون ظرف‌های آزمایشگاهی قرار گرفته و در درون آون در دمای ۱۰۰ درجه به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. در ادامه برای به دست آوردن قطر بزرگ، قطر متوسط و قطر کوچک ذرات رسوبی ابتدا از رسوبات هر مقطع به طور تصادفی ۱۰ نمونه رسوب درشت (ابعاد ذرات به صورت دامنه ۲۰-۴۵، ۷۵-۴۵، ۱۰۰-۷۵، ۱۳۰-۱۰۰ و ۱۵۰-۱۳۰ میلی‌متر می‌باشد) انتخاب گردید و در نهایت با استفاده از کولیس، خط کش میلی‌متری و گراولومتر محورهای سه گانه ذرات رسوبی (a، b و c) و شعاع گوشه‌ها (r) مشخص گردید. سپس فاکتور شکل (Sf) (Shape Factor)، کرویت (S) (Sphericity)، گردش‌گی (Roundness) (Rc)، نسبت پهنی (W) (Width Ratio) و قطر ظاهری ذره رسوبی (Nd) (Nominal Diameter) به ترتیب با استفاده از روابط (۱)، (۲)، (۳)، (۴) و (۵) محاسبه شد (جدول ۲) (۱).

جدول ۲- روابط مورد استفاده برای به دست آوردن خصوصیات ریخت‌سنجی رسوبات

ردیف	۱	۲	۳	۴	۵
رابطه	$S_f = \frac{c}{\sqrt{ab}}$	$S = \frac{N_d}{a}$	$R_c = \frac{r^3}{a.b.c}$	$W = \frac{a+b}{2c}$	$N_d = \frac{b}{k}$

ثابت مارکویک (K) نیز برای تعیین قطر ظاهری ذره رسوبی از جدول (۳) به دست آمد.

جدول ۳- مقادیر ثابت مارکویک بر اساس فاکتور شکل

Sf	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۹
K	۱/۲۷	۱/۱۳	۱/۰۵	۱

به منظور بررسی اختلاف معنی‌داری آماره‌های رسوبی اندازه‌گیری شده در مقاطع قبل و بعد مکان برداشت از آنالیز واریانس چندگانه (MANOVA) استفاده گردید. لازمه انجام آنالیز واریانس چندگانه اطمینان از نرمال بودن و همگنی داده‌ها می‌باشد که در این پژوهش به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف و جهت تست همگنی از آزمون لیون در محیط نرم افزار SPSS22 استفاده گردید. آماره رسوبی Rc در سطح ۹۵ درصد نرمال نبوده ولی بقیه آماره‌ها در سطح ۹۵ درصد

نرمال بودند. بنابراین برای بررسی اختلاف معنی دار بودن یا عدم معنی داری برای آماره R_c از آزمون دانکن و برای بقیه آماره‌ها از آزمون توکی استفاده گردید.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی رسوبات از جمله محورهای سه گانه ذرات رسوبی، گردشگی، ضریب شکل، قطر ظاهری، کرویت و نسبت پهنی برای تمامی مقاطع به دست آمد در نهایت آماره‌های توصیفی ویژگی‌های فیزیکی رسوبات با استفاده از نرم افزار SPSS22 استخراج گردیدند (جدول ۴ و ۵).

جدول ۴- متوسط متغیرهای ریخت‌سنجی رسوبات درشت در ۹ مقطع مورد بررسی

مقطع برداشتی نمونه									آماره رسوبی
۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۴۲/۵	۴۴/۶	۴۶/۱	۴۶/۶	۶۵/۷	۷۶/۱	۸۹/۹	۹۶/۴	۱۰۱	قطر بزرگ (a) (mm)
۳۳	۳۳/۹	۳۶/۵	۳۵/۲	۳۹/۹	۵۴/۳	۶۳/۷	۶۴/۸۴	۶۵/۰	قطر متوسط (b) (mm)
۱۸/۶۱	۱۸/۴۸	۲۰/۹۵	۲۲/۰۶	۲۲/۲۸	۲۹/۸	۳۲/۹	۳۷/۸۲	۳۲/۱	قطر کوچک (c) (mm)
۰/۰۱۶	۰/۰۰۷۱	۰/۰۰۵۰	۰/۰۰۷۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۶۸	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۴۵	گردشگی (R_c)
۰/۵۷۳	۰/۶۲۸	۰/۵۳۰	۰/۴۸۴	۰/۵۷۵	۰/۴۶۹	۰/۴۳۰	۰/۴۷۰	۰/۴۲۷	ضریب شکل (Sf)
۲۹/۰۹۴	۳۰/۵۰۸	۳۰/۳۶۰	۲۸/۹۰۸	۳۲/۷۳۶	۴۵/۳۴۷	۵۲/۷۷۰	۵۶/۲۴۱	۵۵/۷۳۳	قطر ظاهری (D) (mm)
۰/۶۷۵	۰/۶۸۵	۰/۶۴۳	۰/۶۲۸	۰/۵۶۱	۰/۶۰۴	۰/۵۸۷	۰/۵۶۰	۰/۵۵۵	کرویت (s)
۱/۸۹۵	۲/۱۳۲	۲/۰۶۸	۱/۸۹۴	۲/۳۶۵	۲/۲۸۰	۲/۳۲۷	۲/۳۱۱	۲/۶۱۹	نسبت پهنی (w)

جدول ۵- میانه متغیرهای ریخت‌سنجی رسوبات درشت در ۹ مقطع مورد بررسی

مقطع برداشتی نمونه									آماره رسوبی
۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۴۳/۰	۴۲/۰	۴۴/۰	۴۷/۰	۵۷/۰	۷۴/۵	۹۵/۵	۱۱۱/۵	۱۱۹	قطر بزرگ (a) (mm)
۳۲	۳۱/۵	۳۶/۵	۳۹/۰	۴۰/۰	۵۴/۳	۶۴/۰	۶۹/۵	۷۳/۵	قطر متوسط (b) (mm)

۱۷/۰	۱۱/۰	۱۹/۱	۲۲/۰	۲۴/۰	۲۸/۵	۳۴/۰	۳۸/۵	۳۷/۵	قطر کوچک (c) (mm)
۰/۰۰۷۵	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۶۵	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۱۷	گردشده گی (Rc)
۰/۵۴۴	۰/۶۱۱	۰/۵۲۹	۰/۴۷۳	۰/۵۲۰	۰/۴۲۳	۰/۴۳۴	۰/۴۸۴	۰/۳۶۵	ضریب شکل (Sf)
۲۷/۲۳۳	۲۷/۷۳۳	۳۰/۵۹۲	۳۳/۰۳۷	۳۱/۸۸۴	۴۳/۸۳۵	۵۳/۰۶۴	۶۱/۴۱۱	۶۳/۲۳۸	قطر ظاهری (D) (mm)
۰/۶۴۳	۰/۶۴۸	۰/۶۷۲	۰/۶۲۸	۰/۵۳۸	۰/۵۹۳	۰/۵۸۳	۰/۵۴۵	۰/۵۶۵	کروییت (s)
۱/۷۲۰	۱/۹۱۰	۱/۹۴۷	۱/۷۶۰	۲/۳۴۹	۲/۳۹۴	۲/۴۴۰	۲/۱۲۶	۲/۸۹۰	پهن شدگی (w)

به طور کلی، توزیع اندازه مواد بستر در جهت پایین دست کاهش یافته است که برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه (مقاطع ۵) شدت این روند را بیشتر کرده، به طوری که می توان نتیجه گرفت که فعالیت های برداشت شن و ماسه موجب تفکیک رسوبات در قطرهای مختلف شده و موجب تغییر نسبت آن ها می شود. بنابراین برداشت شن و ماسه موجب تغییر در اندازه متوسط ذرات رسوبی در مقاطع پایین دست مکان برداشت شده که با نتایج (۱۶ و ۱۸) مطابقت دارد. تغییرات آماره رسوبی کروییت در مقاطع قبل از مکان برداشت تا محل برداشت دارای روندی افزایشی بوده که در محل برداشت که حفره ها و چاله هایی توسط ماشین آلات ایجاد می شود با کاهش محسوسی روبرو شده که ناشی از شکستگی و ریزش ذرات رسوبی در این محل می باشد (جدول ۴). از طرفی ترکیب رسوبات لایه های زیرین و سطحی بستر رودخانه در اثر حفر و ایجاد چاله، با عمق ۷۰ سانتی متر (در مطالعات میدانی اندازه گیری شد) موجب مخلوط شدن مواد رسوبی قدیمی و جدیدتر می شود که می تواند تأثیر بسزایی در تغییرات ویژگی های ریخت سنجی رسوبات در مکان برداشت داشته باشد. مقدار گردشده گی رسوبات رودخانه ای نیز در بازه مورد مطالعه نیز از بالادست به سمت پایین دست دارای روندی افزایشی می باشد. نسبت پهنی در مقاطع بعد از مکان برداشت افت داشته و میزان آن در مقایسه با مقاطع قبل از مکان برداشت کمتر شده است. مهم ترین عامل آن کاهش مقدار قطر بزرگ و متوسط رسوبی بوده که ناشی از فعالیت های برداشت در مقطع ۵ می باشد (جدول ۴). با توجه به رابطه نسبت پهنی که دارای مبنای مشابه ضریب شکل بوده و بر اساس اقطار سه گانه ذرات رسوبی تعیین می شود. نسبت پهنی از یک بیش تر بوده و مقدار آن از ۱/۰۵ تا ۱۰ برای ذرات طبیعی تغییر می کند. آماره Sf دارای روند کاهشی بین مقاطع بعد از محل برداشت نسبت به مقاطع قبل بوده و در محل برداشت نسبت به مقاطع

قبل از آن تغییرات محسوس نیست و این نشان دهنده تأثیر ایجاد برهم زدگی لایه‌های رسوبی در محل برداشت بر این آماره می-باشد. آماره‌های قطر ظاهری، کرویت و نسبت پهنی بدلیل متأثر بوده از اقطار سه گانه ذره رسوبی تقریباً رفتاری مشابه آنها در مقاطع قبل و بعد از محل برداشت داشته‌اند (جدول ۴ و ۵).

نتایج آزمون همگنی و نرمال بودن داده‌ها نشان دهنده این است که داده‌ها همگن و نرمال می‌باشند (جدول ۶). سپس به منظور بررسی سطح اختلاف معنی داری از آزمون واریانس چندگانه (MANOVA) استفاده شد و مشاهده گردید که بجز آماره Rc بقیه آماره‌های رسوبی دارای اختلاف معنی داری نیستند بنابراین برای مقایسه آماری این آماره در قبل و بعد از مکان برداشت از آزمون دانکن و برای بقیه آماره‌ها از آزمون توکی استفاده گردید (جدول ۷ و ۸).

جدول ۶- بررسی نرمال بودن و همگنی داده‌های ریخت سنجی رسوبات به روش کلموگروف - اسمیرنوف و لیون

آماره رسوبی	تعداد داده‌ها	پارامترهای نرمال	آزمون کلموگروف - اسمیرنوف	آزمون لیون
		میانگین	انحراف معیار	Sig. Kolmogorov-Smirnov
a	۹۰/۰۰	۶۷/۶۹	۳۷/۷۵	۰/۱۴
b	۹۰/۰۰	۴۷/۴۷	۲۵/۸۵	۰/۱۳
c	۹۰/۰۰	۲۶/۱۱	۱۳/۸۳	۰/۰۹
Rc	۹۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۲۸
Sf	۹۰/۰۰	۰/۵۱	۰/۱۷	۰/۱۲
D	۹۰/۰۰	۴۰/۱۹	۲۱/۸۲	۰/۱۰
S	۹۰/۰۰	۰/۶۱	۰/۱۱	۰/۰۵
W	۹۰/۰۰	۲/۲۱	۰/۶۰	۰/۱۱

جدول ۷- نتایج مقایسه آماری ویژگی‌های ریخت سنجی رسوبات در مقاطع قبل و بعد از محل برداشت با استفاده از آزمون توکی

(A: مقاطع بعد از محل برداشت؛ B: مقاطع قبل از محل برداشت؛ C: محل برداشت)

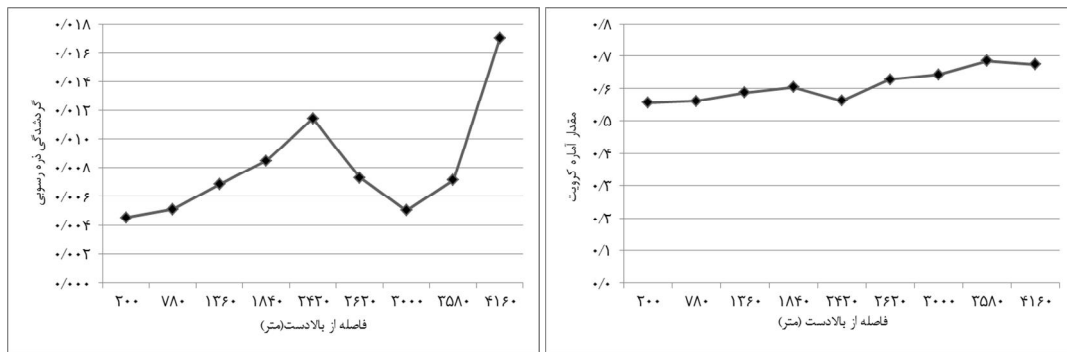
آماره‌های رسوبی													مکان		
W		S		D		Sf		c		b		a		نمونه برداری	
Sig.	اختلاف میانگین	Sig.	اختلاف میانگین	Sig.	اختلاف میانگین	Sig.	اختلاف میانگین	Sig.	اختلاف میانگین	Sig.	اختلاف میانگین	Sig.	اختلاف میانگین		
۰/۰۱	-۰/۳۹*	۰/۰۰	-۰/۰۸*	۰/۰۰	-۲۲/۸۰*	۰/۰۱	-۰/۱۰*	۰/۰۰	-۱۳/۱۳*	۰/۰۰	-۲۷/۵۳*	۰/۰۰	-۴۵/۹۸*	B	A
۰/۱۶	-۰/۳۸	۰/۰۳	-۰/۰۹*	۰/۹۰	-۳/۰۲	۰/۹۳	-۰/۰۲	۰/۸۷	-۲/۲۶	۰/۷۹	-۵/۲۵	۰/۱۵	-۲۰/۷۵	C	
۱/۰۰	-۰/۰۲	۰/۹۲	-۰/۰۲	۰/۰۱	-۱۹/۷۸*	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۰۴	-۱۰/۸۷*	۰/۰۲	-۲۲/۲۸*	۰/۰۶	-۲۵/۲۴	B	C

با توجه به جدول ۷ مشاهده می‌شود که اختلاف میانگین آماره‌های رسوبی قطر بزرگ، متوسط و کوچک ذره رسوبی در مقاطع بعد از منطقه برداشت نسبت به مقاطع قبل از مکان برداشت منفی بوده و بیانگر کاهش این آماره‌های بعد از مکان برداشت بدلیل شکستگی ذرات رسوبی در محل برداشت می‌باشد. همچنین اختلاف این آماره‌های در مکان برداشت و مقاطع قبل از مکان برداشت این امر را تأیید می‌کند. آماره R_c دارای اختلاف معنی‌داری بین مقاطع قبل و بعد از محل برداشت نبوده و کاهش آن با توجه به شکل مربوط به بازه‌ی بین مقطع شماره ۵ تا ۷ می‌باشد. بنابراین تغییرات آماره‌های رسوبی a, b, c, Sf, D, S و W در مقاطع قبل و بعد از مکان برداشت دارای اختلاف معنی‌داری است ولی آماره R_c اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد.

جدول ۸- نتایج مقایسه آماره R_c رسوبات در مقاطع قبل و بعد از محل برداشت با استفاده از آزمون دانکن

آماره	مقاطع نمونه‌برداری	تعداد داده‌ها	میانگین	Sig.
	B	۴۰	۰/۰۰۶۲	
R_c	C	۱۰	۰/۰۱۱۴	۰/۲۵۱
	A	۴۰	۰/۰۰۹۱	

با در نظر گرفتن فاصله بین مقاطع (جدول ۱) تغییرات آماره‌های رسوبی را نیز میتوان در طی بازه مورد نظر مطالعه و بررسی کرد که برای آماره کرویت (شکل ۸) مقدار آن در مقطع شماره ۵ (محل برداشت شن و ماسه) کاهش یافته است. آماره گرد شدگی نیز بر اساس شکل ۹ بعد از مکان برداشت تا مقطع شماره ۷ (به طول ۶۰۰ متر) کاهش یافته است و سپس افزایش می‌یابد.



شکل ۳- تغییرات مقدار آماره کرویت و گردشده‌گی در مقاطع مورد بررسی در جهت پایین دست رودخانه

تغییرات آماره کرویت از بالادست به سمت پایین دست در حال افزایش بوده ولی در مقطع برداشت شن و ماسه (مقطع شماره ۵) کاهش پیدا می‌کند، که این ناشی از تغییر در ترکیب رسوبات بستر رودخانه در مکان برداشت می‌باشد در مقاطع بعد از مکان برداشت، رودخانه فعالیت طبیعی خود را ادامه داده و در نتیجه تغییر آماره کرویت فقط محدود به مکان برداشت می‌باشد. آماره گردشده‌گی نیز از بالادست به سمت پایین دست در حال افزایش بوده که بعد از منطقه برداشت (مقطع شماره ۵) روند کاهشی پیدا می‌کند. دلیل این امر را می‌توان این طور بیان نمود که رسوبات به هم ریخته و زاویه‌دار در عمق بستر و یا کناره‌ها توسط فعالیت‌های برداشت به سطح آمده و با هم ترکیب شده‌اند و بخشی از آن‌ها توسط جریان تا مقطع شماره ۷ (به فاصله حدود ۶۰۰ متر) حمل شده‌اند. از طرفی برخی رسوبات در مقطع ۵ (محل برداشت شن و ماسه) به دلیل فعالیت ماشین آلات از جمله لودر و بولدوزر شکسته شده و با گردشده‌گی کم‌تری در سطح ظاهر شده و در اختیار جریان برای حمل قرار می‌گیرند. نتایج این تحقیق نشان داد که برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه موجب اختلال در روند تغییرات ویژگی‌های ریخت سنجی رسوبات بستر رودخانه در بازه مورد نظر گشته است که با نتایج (۲، ۱۳ و ۱۴) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف بررسی اثرات برداشت شن و ماسه بر سامانه رودخانه زارم رود و به ویژه تغییرات ویژگی‌های فیزیکی رسوبات که یکی از مهم‌ترین فاکتورها در تعیین رفتار رودخانه و هیدرولیک رسوب می‌باشد، انجام گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که تغییرات ویژگی‌های مورفومتری نمونه‌های رسوب بستر رودخانه در محل برداشت شن و ماسه قابل ملاحظه است. همچنین

برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه موجب اختلال در روند تغییرات ویژگی‌های ریخت سنجی رسوبات و کوچک شدن اندازه ذرات بدلیل خردشدگی در اثر ماشین‌آلات در مقاطع بعد از محل برداشت می‌شود. بدلیل کم شدن قطر ذرات رسوبی در مقاطع بعد از مکان برداشت توان جریان در حمل آنها بیشتر خواهد شد در نتیجه ممکن است در آینده تغییرات فرم بستر، مورفولوژی آبراهه، پایین افتادگی بستر رودخانه و همچنین افزایش بار رسوبی را به دنبال داشته باشد. برای کم کردن این اثرات لازم است با محاسبه بار کل رسوبی رودخانه مورد نظر، ظرفیت برداشت مصالح تعیین گردد. بطوریکه با برداشت غیرمجاز و بیش از ظرفیت برداشت تعیین شده تغییرات مورفولوژیکی و هیدرولیکی محتمل خواهد بود.

منابع مورد استفاده

۱. شفاعی بجستان، م. ۱۳۹۰. مبانی نظری و عملی هیدرولیک انتقال رسوب. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. اهواز. ۵۵۰ ص.
۲. صادقی، س.ح.ر. و ع.و. خالدی درویشان. ۱۳۸۵. بررسی نقش برداشت شن و ماسه بر افزایش توان حمل رسوب رودخانه. هفتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۸ ص.
۳. صادقی، س.ح.ر.، س. قره محمودلی. و ع.و. خالدی درویشان. ۱۳۹۳. تغییرپذیری مقدار و ویژگی‌های دانه‌بندی و ریخت سنجی رسوبات بستر رودخانه در اثر برداشت معادن شن و ماسه. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۸(۱): ۲۰۳-۲۱۸.
۴. صمدی بروجنی، ح. ک. هدایتی پور و ا. هنربخش. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر برداشت شن و ماسه از کناره رودخانه‌ها بر خصوصیات هیدرولیکی جریان با استفاده از مدل HEC-RAS (مطالعه موردی: رودخانه خشک رود فارس). هشتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۹ ص.
۵. کاویان، ع. ف. آدینه، ق. وهاب‌زاده و ع. و. خالدی درویشان. ۱۳۹۲. بررسی تغییرات مکانی ویژگی‌های مورفومتری رسوبات بستر در جهت پایاب رودخانه (مطالعه موردی: حوزه آبخیز قلعه‌سر ساری). نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران ۶۶(۱): ۱۳۱-۱۴۴.

6. Ako, T.A., U.S. Onoduku, S.A. Oke, B.I. Essien, F.N. Idris, A.N. Umar and A.A. Ahmad. 2014. Environmental Effects of Sand and Gravel Mining on land and Soil in Luku, Minna, Niger State, North central Nigeria. *Journal of Geosciences and Geomatics*, 2(2): 42-49.

7. Ashraf, M.A., M.J. Maah, I. Yusoff, A. Wajid and K. Mahmood. 2011. Sand mining effects, causes and concerns: A case study from Bestari Jaya, Selangor, Peninsular Malaysia. *Scientific Research and Essays*, 6(6): 1216-1231.

8. Ayenagbo, K., J.N. Kimatu, J. Gondwe and W. Rongcheng. 2011. The Transportation and marketing implications of sand and gravel and its environmental impact in Lome-Togo. *Journal of Economics and International Finance*, 3(3): 125-138.
9. Cao, Z. and G. Pender. 2004. Numerical modeling of alluvial rivers subject to interactive sediment mining and feeding. *Advanced in Water Resources*, 27(5): 533-546.
10. Chang, H. 1998. Generalized Computer Program Fluvial-12 Mathematical Model for Erodible channels. User Manual, 58 pages.
11. Dogan, E., S. Isik, L. Kalin, M. Sasal and N. Agriralioglu. 2008. Effect of anthropogenic activities on the Lower Sakarya River. *Catene* 75: 172-181.
12. Fripiat, J.B. and P. Diplas. 1993. Surface Sampling in Gravel Stream. *Journal of Hydraulic Engineering*, 119(4): 473-490.
13. Healy, T. and K. Wo. 2002. Sediment characteristics and bed level changes in relation to sand extraction and damming of a sand-gravel river: The lower Waikato River, New Zealand. *Journal of Hydrology (NZ)*, 41(2): 175-196.
14. Jose Luis Lopez, S. 2004. Channel Response to Gravel Mining Activities in Mountain Rivers. *Journal of Mountain Science*, 1(3): 264-269.
15. Kim, C. 2005. Impact analysis of river aggregate mining on river environment. *Water Engineering*, 9(1): 45-48.
16. Kington, A.D. 1999. The gravel-sand transition in disturbed catchment. *Geomorphology*, 27(3-4): 325-341.
17. Kondolf, G.M. 1997. Hungry water: effects of dams and gravel mining on river channels. *Environmental Management*, 21(4): 533-551.
18. Lagasse, P.F., D.B. Simons and B.P. Winkley. 1980. Impact of Gravel Mining on River System Stability. *Journal of the Waterway Port Coastal and Ocean Division*, 106(3): 389-404.
19. Leeder, M.R. 1988. *Sedimentology: Process and Product*. Fletcher & Son Ltd. 344 pages.
20. Marston, R.A., J.P. Brayard and T. Green. 2003. Impacts of reforestation and gravel mining on the Malnant River, Haute-Savoie, French Alps. *Geomorphology*, 55(1-4): 65-74.
21. Martin-Vide, J.P., C. Ferrer-Boix and A. Ollero. 2010. Incision due to gravel mining: Modeling a case study from the Gállego River, Spain. *Geomorphology*, 117: 261-271.
22. McDonald, S.J., A.D. Watts, S. Laswell and J.M. Brooks. 2002. Determination of Particle Size Distribution (Gravel, Sand, Silt and Clay) in Sediment Samples. College Station, Texas 77845. 22 pages.
23. Mosely, M.P. and D.S. Tindale. 1985. Sediment Variability and Bed Material Sampling in Gravel-Bed Rivers. *Earth Surface Processes Landform*, 10(5): 465-482.
24. Padmalal, D., K. Maya, S. Sreebha and R. Sreeja. 2008. Environmental effects of river sand mining: a case from the river catchments of Vembanad lake, Southwest coast of India. *Environmental geology* 54: 879-889.
25. Rinaldi, M. 2003. Recent channel adjustments in alluvial rivers of Tuscany, Central Italy. *Earth Surface Processes and Landforms*, 28(6): 587-608.

26. Rinaldi, M., B. Wyzga and N. Surian. 2005. Sediment mining in alluvial channels: physical effects and management perspectives. *River Research Applications*, 21(7): 805–828.
27. Rovira, A., R.J. Batalla and M. Sala. 2005. Response of a river sediment budget after historical gravel mining (the lower Tordera, NE Spain). *River Research and Applications*, 21:829-847.
28. Simons, D.B. and P.F. Lagasse. 1976. Impact of dredging on river system morphology. In *Proceedings of Conference Rivers*. American Society of Civil Engineers: New York, 435–457.
29. Sracek, O., K. Bohdan, M. Martin, M. Vladimír, V. Frantisek, V. Zbynek and N. Imasiku. 2012. Mining-related contamination of surface water and sediments of the Kafue River drainage system in the Copperbelt district, Zambia: An example of a high neutralization capacity system. *Journal of Geochemical Exploration*, 112: 174-188.
30. Surian, N. and M. Rinaldi. 2003. Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy. *Geomorphology*, 50: 307–326.
31. Willis, K.G. and D. Garrod. 1999. Externalities from extraction of aggregates regulation by tax or land-use controls. *Resources Policy*, 25: 77–153.

Investigation the effect of sand and gravel mining on bed sediment morphometric characteristics (Case Study: Zaremrood River, Mazandaran Province)

Sayed Hussein Roshun¹, Ghorban Vahabzadeh², Karim Solaimani³, Abdullvahed Khaledi Darvishan⁴

1- PhD Student in Science and Watershed Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

2- Assistant Professor, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

3- Professor, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

4- Assistant Professor, Department of Watershed Management of Natural Resources and Marine Sciences
Tarbiat Modarres University.

Abstract

Sand and gravel mining from the most of our country rivers causes the morphological, hydrological and geomorphological changes in these rivers. This study investigates the effects of the removal of sand and gravel from the river bed on sedimentological features of Zaremrood River in Mazandaran province. For this purpose, by determining four sections before and four sections after the sand removing point, the river bed sediments sampling in combined approach and in a plot within the river were performed and sedimentology features such as the large, medium and small diameters (a, b and c), roundness (R_c), form factor (S_f), normal diameter (D), sphericity (S), width ratio (W), were measured and calculated in the laboratory and then analysis in SPSS software. The results showed that the sediment characteristics involved a, b, c, S_f , D, S, and W significantly differences in after and before cross section of mine exploitation, while R_c is not. Reduction of sediment diameters in after mine excavation due to sediment

particle crushing causes sphericity of grains in the location of mining is fallen so. The roundness of sediment particle in after the mine excavation has decreased in 600 meters' reach and then increased.

Keywords: Sand and Gravel Mining, Combined Approach, Sediment Morphometric, Mazandaran Province.

مقاله پذیرفته شده، ویراستاری نشده