

تغییرات دانه‌بندی رسوبات معلق رودخانه در اثر برداشت شن و ماسه (مطالعه موردی: رودخانه واز)

سیدحمیدرضا صادقی*^۱ و سودابه قره‌محمودلی^۲

*^۱ استاد؛ گروه مهندسی آبخیزداری؛ دانشکده منابع طبیعی؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ نور؛ ۷۶۴۸۹-۶۴۱۷؛ مازندران؛ ایران
^۲ نویسنده مسئول مکاتبات: sadeghi@modares.ac.ir

دانش آموخته‌ی گروه مهندسی آبخیزداری؛ دانشکده منابع طبیعی؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ نور؛ ۷۶۴۸۹-۶۴۱۷؛ مازندران؛ ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۶

چکیده

تعیین صحیح و پیش‌بینی رسوبات حمل شده به‌وسیله جریان رودخانه‌ای در پروژه‌های مدیریت منابع آب، برنامه‌ریزی و کاهش سیل و پایداری محیط‌زیست بسیار مهم می‌باشد. تجزیه و تحلیل‌های اندازه ذرات می‌تواند اطلاعات مهمی در مورد منشأ رسوبات، تاریخچه حمل و نقل و شرایط رسوب‌گذاری آن‌ها ارائه دهد. حال آن‌که این مهم تاکنون در ایران کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. تحقیق حاضر در رودخانه واز در استان مازندران با هدف بررسی برداشت شن و ماسه بر تغییرات دانه‌بندی رسوبات معلق در بالادست و پایین‌دست محل برداشت شن و ماسه انجام گرفت. برای این منظور، نمونه‌برداری از بالادست و پایین‌دست محل برداشت طی یک دوره یک‌ساله به‌صورت ماهانه از بهمن ۱۳۹۰ تا دی ماه ۱۳۹۱ انجام پذیرفت. به‌منظور دانه‌بندی رسوبات معلق از دستگاه Master Sizer و برای استخراج مؤلفه‌های میانگین، جورشدگی، چولگی و کشیدگی از نرم‌افزار GRADISTAT استفاده شد. تجزیه و تحلیل نتایج نشان داد که دامنه تغییرات D₁₀ از ۰/۳۴ تا ۱/۱۲ میکرون، D₅₀ از ۳/۲۴ تا ۱۳/۴۱ میکرون و همچنین D₉₀ از ۱۴/۱۲ تا ۹۰/۷۴ میکرون و میانگین اندازه ذرات نیز در دامنه بین ۳/۱۹ تا ۱۱/۴۵ میکرون متغیر بوده است. همچنین دامنه تغییرات جورشدگی، چولگی و کشیدگی به‌ترتیب از ۳/۱۱ تا ۶/۳۸، ۰/۱۳- تا ۰/۳۲- و ۰/۸۸ تا ۱/۲۹ میکرون اندازه‌گیری شد. عدم استمرار فعالیت و فاصله محل‌های نمونه‌برداری از معادن مورد مطالعه را می‌توان به‌عنوان دلایل عمده عدم وجود اثر معنی‌دار معادن برداشت شن و ماسه بر ویژگی‌های دانه‌بندی رسوبات معلق در رودخانه واز معرفی نمود.

کلید واژه‌ها: استان مازندران؛ دانه‌بندی رسوبات؛ رودخانه واز؛ معدن‌کاوی؛ مهندسی رودخانه

مقدمه

فرسایش خاک و تولید رسوب ناشی از اقدامات انسانی به مراتب بیش از انواع مختلف فرسایش طبیعی بوده و شرایط حاکم بر یک حوزه آبخیز را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (صادقی و همکاران، ۱۳۸۷). در نتیجه فرسایش خاک، ذرات رسوب از پوسته زمین جدا شده که با انتقال به جریانان، توسط آب حمل می‌شود. رسوبات موجود در جریان رودخانه‌ای به صورت بار معلق^۱ و بار بستر^۲ انتقال می‌یابد. بار معلق به رسوباتی اطلاق می‌گردد که به واسطه‌ی آشفتگی جریان، به مدت قابل توجهی به صورت معلق بوده و به وسیله‌ی جریان انتقال می‌یابند. حال آن‌که رسوبات بستر به سبب اندازه قاعدتاً در نزدیکی کف کانال و در شکل‌های مختلف جا به جا می‌شوند. (یانگ، ۱۳۸۹).

اندازه ذرات معلق یکی از اساسی‌ترین ویژگی‌های رسوبات است که بر فرآیند انتقال و رسوب‌گذاری و کنترل آن‌ها تأثیر می‌گذارد (صادقی و کیانی‌هرچگانی، ۱۳۸۸). تعیین فراوانی هر طبقه قطری از رسوبات را دانه‌بندی ذرات رسوبی می‌نامند و برای تعیین دانه‌بندی ذرات رسوبی روش‌های مختلفی از قبیل استفاده از اشعه لیزر، اشعه ایکس، اشعه گاما، میکروسکپ الکترونی، روش پیپت (Walling و همکاران، ۲۰۰۰؛ Williams و همکاران، ۲۰۰۰؛ Blanchard و همکاران، ۲۰۱۱؛ Sadeghi و Kiani Harchegani، ۲۰۱۲) و روش‌های دیگر، وجود دارد. لذا اندازه‌گیری رسوبات معلق و تعیین دانه‌بندی آن‌ها از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. اصولاً دخالت‌های انسانی از قبیل برداشت شن و ماسه با تغییر در رژیم جریان باعث تغییر در میزان بار رسوبی انتقالی و فرسایش کنار رودخانه‌ای خواهد شد (Fang و Walling، ۲۰۰۳). به نحوی که برداشت معدن شن و ماسه افزایش بار رسوبی، کاهش کیفیت آب، بی‌ثباتی بستر جریان و

افزایش عمق و عرض کانال و تخریب زیرساخت‌های سازه‌ای را در پی دارد (Rinaldi و همکاران، ۲۰۰۵). تاکنون تحقیقات مختلفی با رویکردهای متنوع در رابطه با تأثیر دخالت‌های انسانی بر رفتار رودخانه صورت گرفته است. Williams و همکاران (۲۰۰۸) تأثیرات خصوصیات اندازه ذرات رسوبات معلق در رودخانه Exe در ایستگاه Thorverton و در مقیاس زمانی مختلف را بررسی کردند. نتایج حاصل از تحقیق آن‌ها دلالت بر تغییرپذیری زیاد دانه‌بندی رسوبات در مقیاس‌های زمانی مختلف داشته است. Blanchard و همکاران (۲۰۱۱) در داکوتای شمالی به بررسی غلظت رسوب، میزان بار رسوبی و توزیع اندازه رسوب در ۶ نقطه واقع بر رودخانه‌ی سرخ در فصل بهار را بررسی نمودند. نتایج حاصل نشان داد در همه نمونه‌ها جز نمونه‌های یک نقطه، بیش از ۹۰ درصد ذرات معلق از ذرات کوچک‌تر از ۶۳ میکرون تشکیل شده است. Sadeghi و Kiani Harchegani (۲۰۱۲) به بررسی برداشت معدن شن و ماسه در دانه‌بندی رسوبات معلق در رودخانه کجور پرداختند. نتایج ایشان نشان داد که برداشت شن و ماسه از منطقه نزدیک به خروجی حوزه آبخیز، تأثیر زیادی بر دانه‌بندی رسوبات داشته است. هم‌چنین طی پژوهش مذکور، ضرورت مدیریت دقیق زمانی و مکانی بهره‌برداری از معادن شن و ماسه و دیگر دخالت‌های انسانی در داخل بستر رودخانه‌ها برای بهره‌برداری مناسب منابع آب منطقه تأکید شد. در مستندات داخلی نیز لک و همکاران (۱۳۸۰) در مطالعه‌ای روی رسوبات نرم و سطحی شرق دلتای سفید رود، آماره‌های دانه‌بندی رسوبات از جمله انحراف معیار، چولگی و کشیدگی را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که این رسوبات دارای جورشدگی ضعیف و چولگی و کشیدگی بسیار متغیری می‌باشند. صادقی و کیانی‌هرچگانی (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای به بررسی دانه‌بندی رسوبات معلق بر اساس قانون استوکس و کاربرد روش پیپت اصلاح شده در محیط نرم‌افزاری GRADISTAT

^۱Suspended Load^۲Bed Load

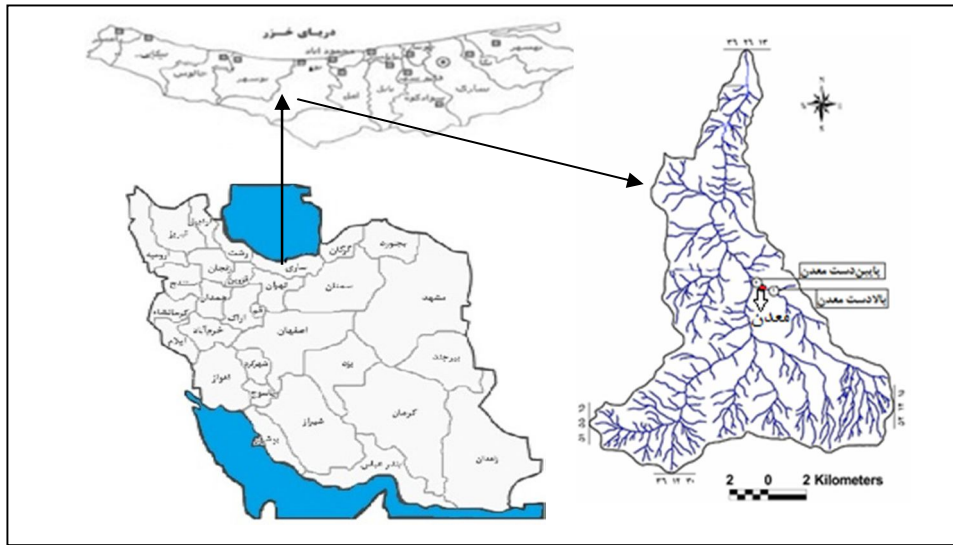
رابطه با نوع و شیوه برداشت معدن شن و ماسه برنامه‌ریزی شد.

مواد و روش‌ها

معدن واز علیا در بالادست روستای واز علیا از توابع شهرستان نور در انتهای رودخانه فرعی گزناسرا در رودخانه‌ی واز در استان مازندران به‌عنوان محل انجام پژوهش انتخاب شد. حوزه آبخیز واز $15^{\circ} 55' 51''$ تا $15^{\circ} 12' 36''$ طول شرقی و $36^{\circ} 12' 13''$ تا $36^{\circ} 12' 36''$ عرض شمالی قرار دارد. شیب متوسط آبخیز ۴۰ درصد، ارتفاع حداقل و حداکثر آبخیز نیز ۲۷۰ و ۳۳۵۰ متر و ارتفاع متوسط آن ۱۸۰۰ متر بالاتر از سطح آب‌های آزاد می‌باشد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۳).

از آنجایی که شناخت تأثیرات برداشت شن و ماسه بر دانه‌بندی رسوبات معلق نیازمند برداشت نمونه رسوبات معلق در قبل و بعد از محل برداشت شن و ماسه می‌باشد، لذا با توجه به این امر و با لحاظ کلیه شرایط حاکم بر مقاطع مورد نظر از قبیل امتداد مستقیم بازه، عرض حداقل، دسترسی آسان، ثبات شرایط نسبی هیدرولیکی در عرض و در بین مقاطع و نیز اطمینان از عدم برداشت در مناطق قبل یا بعد و نهایتاً حداقل دخالت‌های انسانی، مقاطع مورد نظر در بالادست و پایین‌دست معادن، انتخاب و نمونه‌برداری طی یک دوره‌ی یک‌ساله به‌صورت ماهانه از بهمن ۱۳۹۰ تا دی ماه ۱۳۹۱ انجام پذیرفت. برای نمونه‌برداری رسوب معلق ابتدا ظروف نمونه‌برداری پلاستیکی یک لیتری شسته شد (Fernández et al., 2008). سپس به روش انتگراسیون عمقی و در امتداد قائم از رودخانه نمونه‌برداری صورت گرفت (Edwards و Glysson, ۱۹۹۹؛ مهدوی، ۱۳۸۶).

پرداختند. نتایج آن‌ها نشان‌دهنده‌ی تغییرپذیری معنی‌دار مکانی و زمانی توزیع اندازه‌ی رسوبات معلق در رودخانه‌ی کجور بوده است. صادقی و خیرفام (۱۳۹۰) نیز با هدف بررسی تأثیر برداشت شن و ماسه طی دخالت‌های کوچک ناشی از فعالیت‌های انسانی، میزان انتقال بار معلق و بستر در رودخانه‌ی کجور مازندران اعلام نمودند که پس از برداشت شن و ماسه مقدار بار معلق، بار بستر و نسبت بار بستر به معلق نسبت به شرایط بدون برداشت به ترتیب تا ۳۳، ۴۵ و ۳۰ درصد افزایش یافته است. صادقی و ذاکری (۱۳۹۲) در پژوهشی به بررسی توزیع اندازه ذرات رسوب معلق در فواصل زمانی معین در رودخانه کجور پرداختند. نتایج نشان داد که ذرات رسوب معلق این رودخانه در شرایط مختلف و طی مدت نمونه‌برداری در بازه قطری $0/82$ تا $353/88$ میکرون قرار داشته و ذرات سیلت با مقدار $97/68$ درصد، سهم اصلی ترکیب بار معلق را تشکیل داده‌اند. همچنین نتایج حاکی از آن بود که بارندگی و برداشت شن و ماسه نقش مهمی در افزایش ذرات درشت‌دانه بار معلق را ایفا نموده است. با توجه به ضرورت برداشت معدن از لحاظ اجتماعی و اقتصادی، پایش جامع اثرات برداشت به‌منظور مدیریت و کاهش اثرات سوء زیست محیطی ضروری می‌باشد. لذا اندازه‌گیری مواد معلق و تعیین دانه‌بندی آن‌ها در بازه‌های زمانی معین و تحلیل و بررسی آن، پیامدهای برداشت شن و ماسه در شرایط مختلف را نشان داده و این امکان را به‌وجود می‌آورد تا اقدامات مدیریتی و کنترلی مناسب با توجه به اهمیت آن اتخاذ نمود. حال آن‌که تغییرپذیری خصوصیات و دانه‌بندی رسوبات رودخانه‌ای در اثر دخالت‌های مختلف انسانی و سایر شرایط طبیعی کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. بر همین اساس پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر برداشت معادن شن و ماسه به‌عنوان یکی از معمول‌ترین نوع دخالت‌های انسانی در رودخانه واز استان مازندران به سبب وجود پیشینه پژوهشی، دسترسی و وجود اطلاعات لازم در



شکل ۱. موقعیت قرارگیری معدن برداشت شن و ماسه در حوزه آبخیز واز در استان مازندران

۲۰۱۰ در مقیاس ماهانه ذخیره گردید. سپس از نرم افزار SPSS19 به منظور بررسی اختلاف معنی داری متغیرهای اندازه گیری شده رسوبات معلق در بالادست و پایین دست برداشت معدن شن و ماسه در طول دوره پژوهشی از آزمون t جفتی استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی های دانه بندی رسوبات معلق در مقیاس ماهانه در جدول ۱ ارائه شده است. هم چنین نتایج حاصل از مقایسه آماری خصوصیات دانه بندی رسوبات معلق در قبل و بعد از معدن مورد مطالعه در جدول ۲ خلاصه شده است.

نمونه های برداشت شده بار معلق به حجم تقریبی ۱۲۰ سانتی متر مکعب به منظور دانه بندی به آزمایشگاه مهندسی آب دانشگاه شهید چمران اهواز منتقل و از دستگاه Master Sizer (ساخت شرکت Malvern با قابلیت اندازه گیری ذرات با دامنه ی قطری بین ۰/۰۵۵ تا ۸۷۸ میکرون) برای دانه بندی رسوبات معلق استفاده گردید. سپس به منظور استخراج مؤلفه های میانگین، جورشدگی، چولگی و کشیدگی به روش های ترسیمی و هندسی Folk و Ward (۱۹۵۶) و همچنین متغیرهای D_{10} ، D_{50} ، D_{90} بر حسب میکرون و مقیاس ϕ از نرم افزار GRADISTAT (Blott و Pye، ۲۰۰۱) استفاده شد. کلیه داده های دانه بندی رسوبات معلق در مقاطع بالادست و پایین دست اندازه گیری شده در دوره ی پژوهش در نرم افزار Excel

جدول ۲. نتایج مقایسه آماری تاثیر برداشت معدن شن و ماسه در ماه‌های مختلف بر متغیرهای اندازه‌گیری شده رسوبات معلق با استفاده از آزمون t

آماره	متغیر	انحراف معیار	اشتباه معیار	درجه آزادی	آماره t	سطح معنی‌داری
D _{۱۰} (میلی‌متر)	۰/۲۰	۰/۰۶	۱۱	۰/۱۶	۰/۸۷	
D _{۵۰} (میلی‌متر)	۲/۵۳	۰/۷۳	۱۱	-۱/۷۰	۰/۱۱	
D _{۹۰} (میلی‌متر)	۲۰/۲۸	۵/۸۵	۱۱	-۱/۵۳	۰/۱۵	
میانگین (میلی‌متر)	۲/۱۹	۰/۶۳	۱۱	-۱/۶۴	۰/۱۲	
جورشدهگی	۰/۷۹	۰/۲۲	۱۱	-۱/۱۲	۰/۲۸	
چولگی	۰/۰۵	۰/۰۱	۱۱	۰/۲۹	۰/۷۷	
کشیدگی	۰/۰۸	۰/۰۲	۱۱	۱/۴۱	۰/۱۸	

محدود جورشدهگی، چولگی و کشیدگی به ترتیب از ۳/۱۱ تا ۶/۳۸، ۰/۱۳- تا ۰/۳۲- و ۰/۸۸ تا ۱/۲۹ میکرون بوده است. میانگین اندازه ذرات در اکثر ماه‌های نمونه‌برداری در معدن واز علیا در پایین‌دست معدن به دلیل تشدید فعالیت‌های معدن‌کاوی مخصوصاً در بستر رودخانه و افزایش توان حمل جریان به دلیل ذوب برف (Mena-Matinez و همکاران، ۲۰۰۱) در ماه‌های سرد سال بیشتر از بالادست معدن بوده است. اگرچه اختلاف آماری آن‌ها (جدول ۲) مورد تأیید قرار نگرفته است. با توجه به نتایج به‌دست آمده ذرات دارای جورشدهگی مناسبی بوده و دامنه‌ی محدودتری از اندازه ذرات را شامل می‌شود. با توجه به جدول ۱، چولگی در طی دوره نمونه‌برداری بر اساس روش هندسی Folk و Ward (۱۹۵۷) و Blott و Pye (۲۰۰۱) منفی و نشان‌گر غلبه ذرات ریزدانه بوده است. هم‌چنین کشیدگی متغیرهای مورد مطالعه نیز دارای تغییرات معنی‌دار آماری نبوده است. با توجه به تغییرپذیری آماره‌های توصیفی متغیرهای مورد بررسی، منبع اصلی تولید رسوبات معلق در شرایط مختلف زمانی سطح بالادست حوزه‌ی آبخیزهای مورد مطالعه بوده است (Sadeghi و Kiani Harchegani، ۲۰۱۲). در بررسی نتایج آزمون t جفتی متغیرهای اندازه‌گیری شده دانه‌بندی رسوبات معلق در طی دوره‌ی پژوهشی (جدول ۲) اختلاف معنی‌داری بین متغیرهای دانه‌بندی نشان نداد. با

نتایج تحلیل با توجه به جداول مذکور بیان‌گر تغییرپذیری ویژگی‌های رسوبات معلق در شرایط مختلف زمانی و مکانی بوده است. لکن این تغییرپذیری از لحاظ آماری غیرمعنی‌دار ($P > 0/11$) ارزیابی شد. به‌نحوی که در معدن مورد بررسی در طول پژوهش حاضر، دامنه‌ی تغییرات D_{۱۰} از ۰/۳۴ تا ۱/۱۲ میکرون، D_{۵۰} از ۳/۲۴ تا ۱۳/۴۱ میکرون و هم‌چنین D_{۹۰} از ۱۴/۱۲ تا ۹۰/۷۴ میکرون متغیر بوده است. نتایج گزارش شده با یافته‌های Williams و همکاران (۲۰۰۸) مبنی بر تغییر توزیع اندازه ذرات رسوبات معلق در رودخانه Tweed و Humber در مقیاس‌های زمانی مطابقت دارد. با توجه به نتایج به‌دست آمده اغلب رسوبات معلق بسیار ریزدانه و کوچک را از حد بیان شده ۶۳ میکرون (Blanchard و همکاران، ۲۰۱۱) برای رسوبات معلق حوضه‌ای بوده که نمایان‌گر وجود مواد معدنی شسته شده از سطح بالادست حوضه می‌باشد. میانگین اندازه ذرات در نمونه‌های رسوب معلق در ماه‌های فروردین، اردیبهشت، مرداد و بهمن در بالادست معدن بیش‌تر از پایین‌دست معدن است که دامنه‌ی تغییرات آن‌ها بین ۳/۱۹ تا ۱۱/۴۵ میکرون متغیر بوده است. هم‌چنین جورشدهگی در ماه‌های فروردین، خرداد، مرداد، دی و بهمن ماه و جورشدهگی و کشیدگی نیز در ماه‌های شهریور، آبان، آذر، بهمن و اسفند در بالادست معدن بیش‌تر از پایین‌دست آن بوده که دامنه تغییرات

صادقی س.ح.ر.، قره محمودلی س. و خالدی درویشان ع.، خیرفام، ح.، کیانی هرچگانی، م. و سعیدی، پ.، ۱۳۹۳. تأثیر برداشت شن و ماسه رودخانه‌ای بر تغییرپذیری ماهانه غلظت رسوب معلق، نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۳(۳): ۶۵-۷۷.

صادقی س.ح.ر. و کیانی هرچگانی م. ۱۳۸۸. تغییرات مکانی و زمانی توزیع اندازه‌ی ذرات رسوبات معلق رودخانه‌ی کجور. مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۳(۸): ۶۳-۶۶.

لک ر.، لیاقت ع.، متدین ع. و رحیم زاده ن. ۱۳۸۰. بررسی ویژگی‌های رسوبات نرم و سطحی شرق دلتای سفیدرود. پایگاه ملی داده‌های زمین.

متولی ص. ۱۳۷۴. مکانیسم فرسایش توده‌ای و روش‌های پیشگیری و مبارزه با آن در حوزه آبخیز واز بخش چمستان نور. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا، دانشگاه شهید بهشتی، ۲۴۳ صفحه.

مهدوی م. ۱۳۸۶. هیدرولوژی کاربردی، جلد دوم، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران. ۴۲۴ صفحه.

یانگ چ.ت. ۱۳۸۹. انتقال رسوب، ترجمه امامی ا.، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ دوم، ۷۱۶ صفحه.

Blanchard, R. A., Ellison, C. A., Galloway, J. M. and Evans, D. A. 2011. Sediment concentrations, loads, and particle-size distributions in the Red River of the North and selected tributaries near Fargo, North Dakota, during the 2010 spring high-flow event. U. S. Geological Survey, 27 p.

Blott, S.J. and Pye, K. 2001. GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. Earth Surface Processes and Landforms, 26, 1237-1248.

Edwards, T.K., and Glysson G.D., (1999), Field methods for measurement of fluvial sediment. USGS Open-file Report Book 3 (Chapter 2): 1-97.

Fernández, S., U. Villanueva, A. de Diego, Arana, G. and Madariaga, J.M. 2008. Monitoring trace elements (Al, As, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni and Zn) in deep and surface waters of the estuary of the Nerbioi-Ibaizabal River (Bay of Biscay, Basque

توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان جمع‌بندی نمود که فاصله محل‌های نمونه‌برداری از معدن مورد مطالعه در کنار تأثیرگذاری برداشت معدن در فاصله محدود و عدم استمرار فعالیت معادن مزبور و طبعاً عدم تأثیر دراز مدت دخالت‌های ناشی از آن‌ها را می‌توان به‌عنوان دلیل عمده عدم وجود اثر معنی‌دار معدن برداشت شن و ماسه بر ویژگی‌های دانه‌بندی رسوبات معلق در رودخانه مورد بررسی محسوب نمود. اگرچه انجام سایر مطالعات گسترده با طول دوره‌ی آماری و فراوانی بیش‌تر ایستگاه-های اندازه‌گیری و تطبیق زمانی شدت بهره‌برداری با تغییرات مقدار و دانه‌بندی رسوبات معلق توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

نویسندگان از مساعدت‌های صندوق حمایت از پژوهش‌گران و فناوریان کشور به‌سبب حمایت از طرح ۱۲-۱۰۱۱۰۰۱۲ کمال تشکر را دارد.

فهرست منابع

جباری، ا. و فرضی ه. ۱۳۸۸. تولید شن و ماسه و نتایج آن در تغییر الگوی حمل بار رسوب رودخانه رازآور. فصل‌نامه پژوهش‌های جغرافیایی، ۲۴(۲): ۱۴۵-۱۶۰.

صادقی، س.ح.ر.، و خیرفام، ح. ۱۳۹۰. تأثیر برداشت شن و ماسه بر میزان انتقال بار معلق و بستر در رودخانه‌ی کجور. پنجمین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک، کرمان، ۱۰ تا ۱۱ اسفند، ۷ صفحه.

صادقی س.ح.ر.، سعیدی پ. و کیانی هرچگانی، م. ۱۳۸۷. اثرات زیست محیطی برداشت معادن شن و ماسه از طریق افزایش تولید رسوب. دومین کنفرانس ملی روز جهانی محیط زیست، تهران، ۲۰-۲۱ خرداد، ۱۳۸۷: ۶ صفحه.

صادقی س.ح.ر. و ذاکری م. ع. ۱۳۹۲. توزیع اندازه ذرات رسوب معلق در فواصل زمانی معین در رودخانه کجور. نشریه حفاظت منابع آب و خاک ۳(۲): ۷۳-۸۲.

- Walling D.E., Fang D. 2003. Trends in the suspended sediment loads of the world's rivers, *Global and Planetary Change*, 39: 111-126.
- Walling D.E., Owens Ph. N., Waterfall B.D., Leeks G.J.L., Wass P.D. 2000. The particle size characteristics of fluvial suspended sediment in the Humber and Tweed catchments, UK, *Science of The Total Environment*, 251/252: 205-222.
- Williams, N.D., Walling, D.E. and Leeks, G.J.L. 2008. An analysis of the factors contributing to the settling potential of fine fluvial sediment. *Journal Hydrological Processes*, 22: 4153-4162.
- Walling, D.E. and Fang, D., (2003), "Trends in the suspended sediment loads of the world's rivers". *Global and Planetary Change*, 39: 111-126.
- Country). *Journal of Marine Systems*, 72: 332-341.
- Matinez-Mena, M., Castillo, V. and Albaladejo, J. 2001. Hydrological and erosional response to natural rainfall in a semi-arid area of South-East Spain. *Journal of Hydrological Processes*, 15:557 - 571.
- Rinaldi, M., Wyzga, B. and Surian, N. 2005. Sediment mining in alluvial channels: Physical effects and management perspectives. *River Research and Applications*, 21(7): 805-828.
- Sadeghi, S.H.R. and Kiani Harchegani, M. 2012. Effects of Sand Mining on Suspended Sediment Particle Size Distribution in Kojour Forest River Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology, (JAST)*. 14: 1637-1646.



Granulometric variation of river suspended sediments due to sand and gravel mining (case study: Vaz River)

Seyed Hamid Reza Sadeghi^{1*} and Sudabe Gharemahmudli²

1*) Professor and, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor 46417-76489, Mazandaran, Iran Corresponding author email: sadeghi@modares.ac.ir

2) Former Msc Student Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor 46417-76489, Mazandaran, Iran

Received: 01-09-2013

Accepted: 17-03-2015

Abstract

The correct determination and prediction of sediment transportation by the river is very important for water resources management, flood reduction and environmental sustainability projects. Analysis of sediment particle size can show important information about the origin, history, transportation and deposition conditions of the sediment. However, this matter has been less considered. This study was therefore conducted at Vaz River located in Mazandaran Province to investigate effects of sand harvesting on morphometric characteristics of suspended sediments at upstream and downstream of the study mine. For this purpose, monthly samplings were made at upstream and downstream of the mine from February 2012 to January 2013. The particle sizes of suspended sediment were measured by Master Sizer and corresponding distribution and specifications including mean, sorting, skewness and kurtosis were also analyzed by the GRADISTAT software package. The range of variations of D_{10} , D_{50} , D_{90} , and average particle size of the study samples were obtained as 0.34-1.12, 3.24-13.41, 14.12-90.74 and 3.19-11.45 microns. In addition, changes of sorting, skewness and kurtosis were found from 3.11 to 6.38, -0.13 to -0.32 and 0.88 to 1.29, respectively. Mines discontinuous activity and distance between study mines and sampling locations could be considered as main factors behind non-significant effects of sand and gravel mining on changing suspended sediment particle size distribution.

Keywords: Mazandaran Province; Mining; Sediment Particle Size Distribution; River Engineering; Vaz River