نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال سوم، شماره دوم، زمستان ۱۳۹۲

ISSN 2251-7480

توزیع اندازه ذرات رسوب معلق در فواصل زمانی معین در رودخانه کجور

سیّدحمیدرضا صادقی[1*] و محمدعلی ذاکری[2]

۱) استاد؛ گروه مهندسی آبخیزداری؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ دانشکده منابع طبیعی؛ نور؛ ۷۶۴۸۹- ٤٦٤١٧؛ مازندران؛ ایران

*نویسنده مسئول مکاتبات: sadeghi@modares.ac.ir

۲) دانشجوی کارشناسی ارشد؛ گروه مهندسی آبخیزداری؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ دانشکده منابع طبیعی؛ نور؛ ۷۶۴۸۹- ٤٦٤١٧؛ مازندران؛ ایران

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۰۸/۰٤ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۳۰

چکیده

بررسی ویژگی‌های فیزیکی رسوبات معلق از موضوعات مهم در مطالعه رودخانه‌هاست. یکی از این ویژگی‌های فیزیکی، توزیع اندازه ذرات رسوبی معلق است که نمایان‌گر ارتباطات مهمی بین منابع تولید رسوب و فرآیندهای رسوبی در حوزه‌های آبخیز می‌باشد. با این وجود پژوهش‌های مرتبط با دانه‌بندی ذرات رسوب معلق بسیار محدود می‌باشد. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی دانه‌بندی رسوبات معلق رودخانه کجور طی دوره زمانی یک ساله انجام شد. برای این منظور تعداد ۲۴ نمونه رسوب معلق با فواصل تقریبی ۱۵ روزه و در شرایط مختلف دبی جریان رودخانه (دبی پایه تابستان، دبی‌های متوسط و سیلابی) برداشت و پس از آماده‌سازی، تعیین قطر و توزیع ذرات آن‌ها به‌وسیله دستگاه تعیین قطر لیزری HORIBA LA-950 انجام گردید. نتایج نشان داد که ذرات رسوب معلق این رودخانه در شرایط مختلف و طی مدت نمونه‌برداری در بازه قطری ۰/۸۲ تا ۳۵۳/۵۵ میکرون قرار داشته و ذرات سیلت با مقدار ۹۷/۶۸ درصد، سهم اصلی ترکیب بار معلق را تشکیل داده‌اند. هم‌چنین نتایج حاکی از آن است که بارندگی و برداشت شن و ماسه نقش مهمّی در افزایش ذرات درشت‌دانه بار معلق ایفا نموده و در نمونه‌های سیلابی، دانه‌بندی ذرات با فاصله زمانی شروع سیل تا برداشت نمونه در ارتباط بوده است.

کلید واژه‌ها: بار حوضه‌ای؛ توزیع اندازه ذرات رسوب معلق؛ تولید رسوب؛ دانه‌بندی لیزری؛ ویژگی‌های فیزیکی رسوب

مقدمه

تولید رسوب یکی از پیامدهای مهم و مشخص فرسایش خاک است و در شکل‌های مختلف سبب اثرات درون و برون منطقه‌ای[1] ویژه‌ای می‌گردد (Williams, 1983؛ ابراهیمی محمدی و همکاران، ۱۳۹۱؛ بهزادفر و همکاران، ۱۳۹۱). ویژگی‌های رسوب شامل جنبه‌های فیزیکی مانند توزیع اندازه ذرات و ترکیب مواد معدنی و جنبه‌های شیمیایی مانند مواد شیمیایی و آلودگی‌های جذب شده توسط رسوبات است (Walling and Moorehead, 1987). بر همین اساس، بررسی ویژگی‌های رسوبات از موضوعات مهم در مطالعه رودخانه‌هاست (Vanoni, 1975). از طرفی رسوبات ریزدانه نقش مهمی در بسیاری از سامانه‌های رودخانه‌ای ایفا نموده و بخش عمده‌ای از بار رسوبی را تشکیل می‌دهند (Schumm, 1977). از سویی غلظت رسوبات ریز در موارد بسیاری بر کیفیت

[1] On-Site/ Off-Site Effects

آب اثر می‌گذارد (Milhouse, 1998; Novotny, 1980) و علاوه بر این فلزات سنگین با آلایندگی بالا اغلب به‌وسیله‌ی رسوبات ریزدانه حمل می‌شوند (Miller, 1997; Sadeghi *et al.*, 2012). بیش‌ترین قسمت از بار کل رسوبی حوزه‌ی آبخیز را بار معلق تشکیل می‌دهد که شامل کلوییدها، رس، سیلت و گاهی ماسه‌ی نرم می‌باشد (مهدوی، ۱۳۸٦). ترکیب اندازه ذرات رسوب معلق نشان‌دهنده ارتباطات مهمی بین منابع، انتقال، نشست و خروجی رسوب معلق است و باید به‌عنوان یکی از ویژگی‌های کلیدی پویایی تحویل و بودجه رسوب[۲] در حوزه‌های آبخیز رودخانه‌ها در نظر گرفته شود (Stone and Walling, 1997).

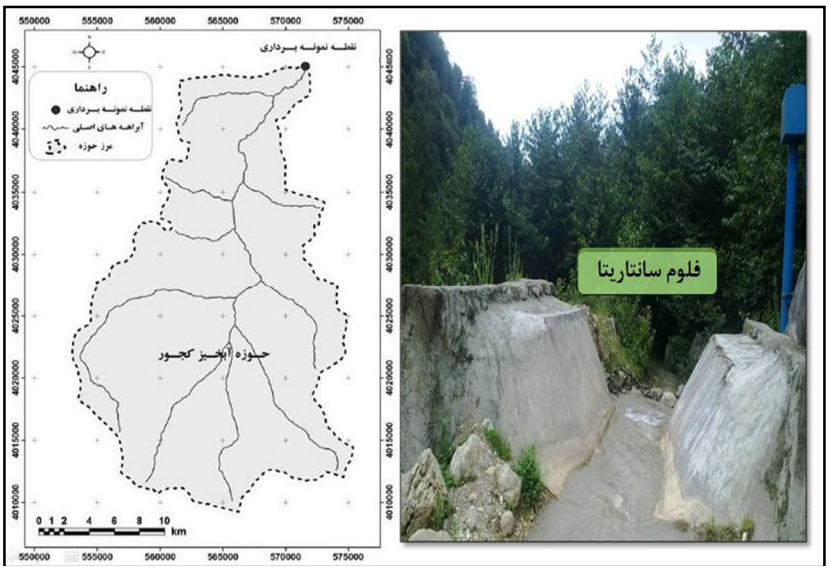
بررسی تغییرات اندازه ذرات رسوب معلق سابقه‌ای نه‌چندان طولانی دارد. Guyot و همکاران (۱۹۹۹) ویژگی‌های رسوبات معلق و بستر در حوزه‌ی آبخیز ریومادرید[۳] اسپانیا را بررسی نمودند. نتایج نشان داد دامنه‌ی قطری تغییرات ذرات رسوب معلق در منطقه کوهستانی و دشتی این حوضه به‌ترتیب در بازه ۲۰ تا ۱۰۰ و ۷ تا ۱۳ میکرون بوده است. Xu (۲۰۰۰) به بررسی خصوصیات اندازه ذرات رسوبات معلق رودخانه زرد چین پرداخت. نتایج حاصل نشان داد که بارندگی، تناوب فصلی عمل آب و باد و ماهیت مواد سطحی از عوامل موثر بر ویژگی‌های اندازه ذرات رسوبات معلق در این رودخانه بوده‌اند. Walling و همکاران (۲۰۰۰) ویژگی‌های ذرات رسوب معلق رودخانه‌ای در دو حوزه‌ی آبخیز Tweed و Humber در طول سال‌های ۱۹۹٤ تا ۱۹۹۸ را مورد بررسی قرار دادند. در این دوره بیش از ۹۵ درصد ذرات دارای اندازه‌ی کوچک‌تر از ٦۳ میکرون (سیلت و رس) و کم‌تر از ۵ درصد ذرات بزرگ‌تر از ٦۳ میکرون (ماسه) بودند. هم‌چنین ذرات کوچک‌تر از ۲ میکرون معمولاً ۱۵تا ۲۵ درصد کل ذرات را تشکیل می‌دادند و میانه ذرات بار معلق در این پژوهش ٤/۱ تا ۱۳/۵ میکرون گزارش شده است. در زمان‌های سیلابی در شاخه‌ی بالارونده‌ی آب‌نمود، رسوبات درشت‌دانه دارای افزایش بوده‌اند که به انتقال مجدد رسوبات بستری به‌سبب افزایش سرعت و تنش برشی نسبت داده شد و با رسیدن به نقطه‌ی اوج و شاخه خشکیدگی، رسوبات ریزدانه افزایش یافته‌اند. Hejduk و Banasik (۲۰۱۰) تغییرات اندازه ذرات بار معلق رودخانه ویستولا[٤] در لهستان طی وقایع سیلابی ناشی از بارندگی، ذوب برف و ترکیب آن‌ها را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که میانه این ذرات در بازه ٤۸ تا ۹۸ میکرون قرار داشته و افزایش دبی سبب الگوی افزایشی اندازه ذرات گردید. Blanchard و همکاران (۲۰۱۱) غلظت رسوب، میزان بار رسوبی و توزیع اندازه ذرات رسوب در ٦ نقطه واقع بر رودخانه‌ی سرخ در داکوتای شمالی[۵] در فصل بهار را بررسی نمودند. نتایج نشان داد در همه نمونه‌ها جز نمونه‌های یک نقطه، بیش از ۹۰ درصد ذرات رسوب معلق از ذرات کوچک‌تر از ٦۳ میکرون تشکیل شده بودند. در ایران نیز کیانی‌هرچگانی و صادقی (۱۳۸۹) به بررسی خصوصیات اندازه ذرات رسوبات معلق در جریان پایه و سیلابی رودخانه کجور به روش پیپت اصلاح شده پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که ذرات ماسه، لای و رس به‌ترتیب ۸۱/۱، ۳/٤ و ۱۵/۳ درصد ذرات در جریان پایه و ۵٦/۵، ۱۷/۰ و ۲٦/۵ درصد ذرات در شرایط سیلابی را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین عرب خدری و همکاران (۱۳۹۱) به منظور بررسی خصوصیات بافتی مواد معلق نهشته شده در سامانه‌های استحصال سیلاب، بافت و دانه‌بندی ذرات رسوبی معلق بیش از ۱۰۰ نمونه نهشته شده در ۱۸ سامانه رسوبگذاری در سراسر کشور را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از غلبه مقدار سیلت و ماسه بسیار ریز در میان مواد معلق و بافت لوم و لوم لای رسوبات نهشته شده در اکثر موارد بود.

[2] Sediment Budget
[3] Rio Madrid
[4] Vistula
[5] North Dakota

بررسی سوابق موجود نشان می‌دهد که پژوهش‌های مرتبط با مطالعه‌ی دانه‌بندی رسوبات معلق در جهان بسیار محدود بوده است. هم‌چنین در ایران نیز تاکنون پژوهش‌های معدودی در ارتباط با تغییرپذیری اندازه ذرات رسوب معلق در مقیاس سالانه صورت گرفته و پژوهش کیانی هرچگانی و صادقی(۱۳۸۹) نیز با استفاده از روش پیپت اصلاح شده و طبعاً طبقه‌بندی محدود دامنه‌های قطری و هم‌چنین دقت متناسب با آن صورت گرفته است. از این رو پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تغییرات اندازه ذرات رسوب معلق خروجی از حوزه‌ی آبخیز رودخانه کجور با روش جدید، سریع و دقیق تعیین قطر لیزری برنامه‌ریزی شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در فلوم مستقر در خروجی حوزه‌ی آبخیز آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس (کجور) با مساحت حدود ۵۰۰ کیلومتر مربع انجام گرفت (شکل ۱). ارتفاع متوسط حوضه حدود ۲۰۰۰ متر و به‌طور عمده در طبقه‌ی شیب ٤٠ تا ٦٠ درصد قرار گرفته است (Sadeghi and Saeidi, 2010). این حوضه در ارتفاعات جنگلی کجور در جنوب شرقی شهرستان نوشهر و در حد واسط طول‌های جغرافیایی ″۲۰ ′۳۵ °۵۱ تا ″۳۰ ′۵۱ °۵۱ شرقی و عرض‌های ″۳۰ ′۱۳ °۳٦ تا ″۵۰ ′۳۲ °۳٦ شمالی واقع شده و از شمال با دریای خزر و از جنوب با کوه‌های البرز مجاور است.



شکل ۱. نقشه حوزه‌ی آبخیز آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس (کجور) و نمایی از فلوم مستقر در خروجی حوضه

به‌منظور انجام این پژوهش، اندازه‌گیری بار معلق در شرایط مختلف جریان به‌صورت دو بار در ماه انجام شد. برای نمونه‌برداری رسوب معلق، ابتدا بطری‌های آب معدنی ۱/۵ لیتری پلاستیکی شسته شد (Fernandez *et al*., 2008) و سپس به‌روش انتگراسیون عمقی و در امتداد قائم مبادرت به نمونه‌برداری از وسط جریان عبوری از فلوم گردید (مهدوی، ۱۳۸٦؛ Edwards and Glysson, 1999). پس از انجام مراحل فوق، حجمی از هر نمونه محتوی حدود یک گرم رسوب معلق به آزمایشگاه زمین‌شناسی دریا در موسسه ملی اقیانوس‌شناسی منتقل و دانه‌بندی آن‌ها با استفاده از دستگاه آنالیز لیزری توزیع اندازه ذرات[6] HORIBA مدل LA-950 (شکل ۲) صورت گرفت. در این آزمایشگاه به‌منظور آماده‌سازی نمونه‌های رسوب

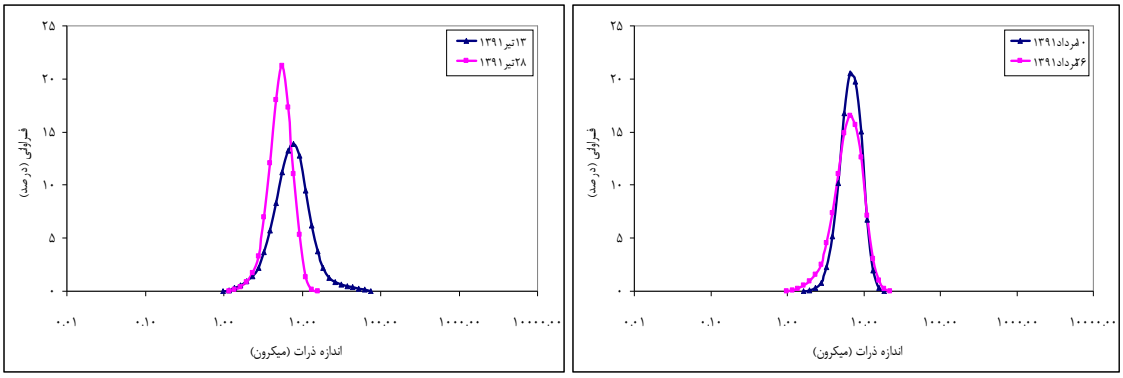
[6] Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer

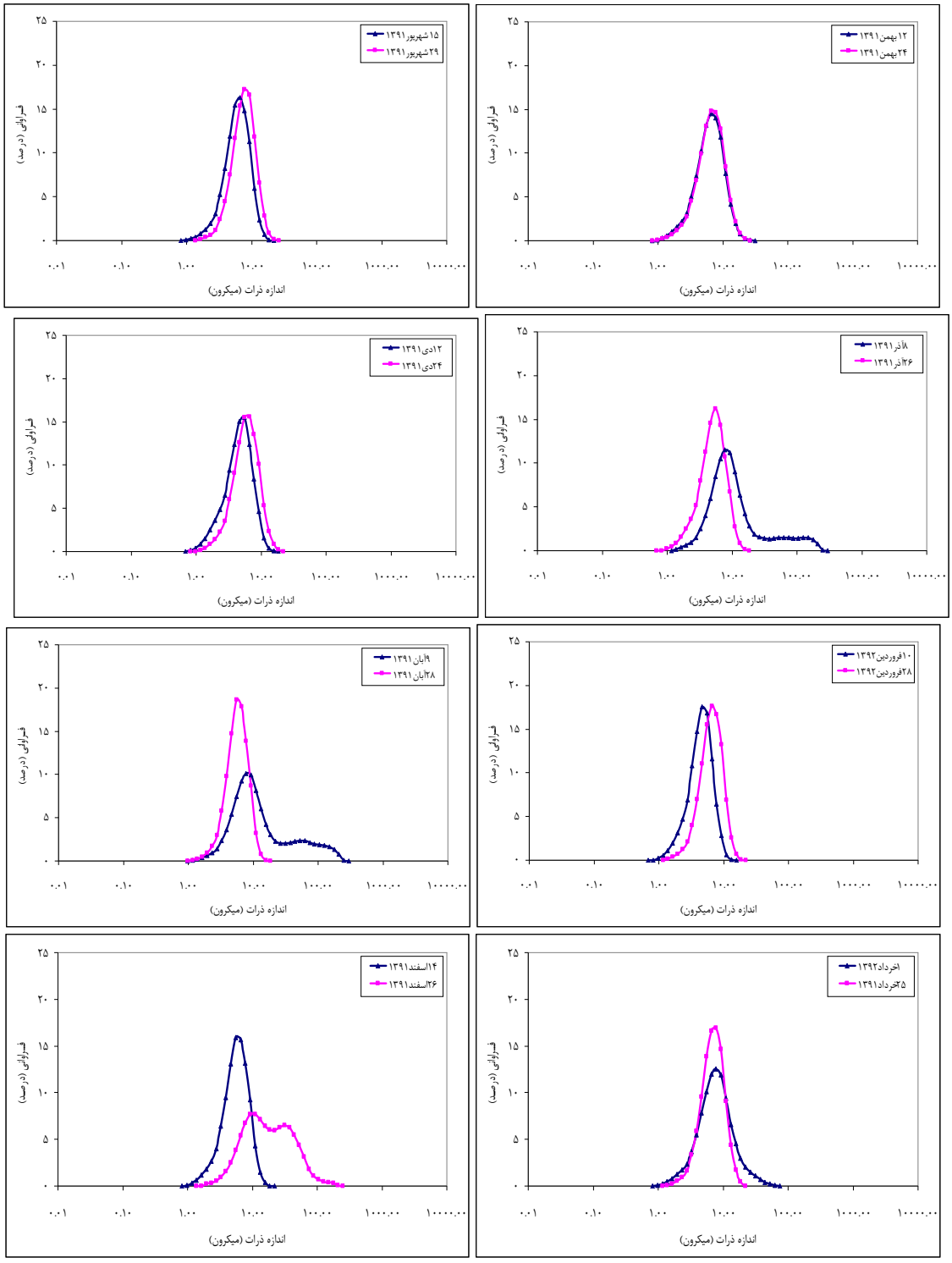
معلق، چند قطره از ماده‌ی پراکنده کننده تتراسدیم‌پیروفسفات ($Na_4P_2O_7.10H_2O$) ۳ درصد به هر نمونه اضافه و پس از گذشت نیم ساعت در محفظه دستگاه ریخته شد. پس از فعال شدن امواج فراصوتی مورد استفاده برای جدا کردن ذرات در دستگاه، ذرات نمونه توسط هم‌زن با سرعت قابل تنظیم توسط نرم‌افزار مرتباً هم‌زده شدند و در مقابل اشعه لیزر قرار گرفته و سپس عمل اسکن توسط اشعه انجام و اندازه‌گیری ذرات صورت گرفت. در نهایت درصد و قطر ذرات نمونه اندازه‌گیری‌شده به‌صورت یک منحنی نمایش داده شد. به‌منظور بررسی و مقایسه توزیع اندازه ذرات رسوبی معلق و با توجه به نتایج پژوهش‌های پیشین، تفکیک طبقات قطری به سه دسته ذرات رس (کوچک‌تر از ۲ میکرون)، سیلت (۲ تا ٦٣ میکرون) و ماسه ریز (بزرگ‌تر از ٦٣ میکرون) انجام گرفت (۱، ۷ و ۱۸). آماره‌های مربوط به رسوبات معلق مستقیماً از خروجی دستگاه تعیین قطر لیزری تعیین شد و رسم نمودارهای مرتبط و در شرایط مختلف و از جمله دبی‌های جریان در نرم‌افزار Excel 2007 صورت گرفت. لازم به ذکر است در فواصل تقریبی ۱۵ روزه، زمان‌های نمونه‌برداری به صورتی انتخاب شدند که در برگیرنده تغییرات عوامل اثرگذار از جمله دبی و بارندگی در فصول مختلف باشند؛ به نحوی که در طول یک سال زمان نمونه‌برداری، نمونه‌های همزمان با بارندگی، شرایط سیلابی، برداشت معدن و روزهای معمولی به ثبت رسیده اند.

شکل ۲. نمایی از دستگاه دانه‌بندی لیزری HORIBA LA-950 (سمت راست بالا)، مخزن تزریق نمونه (پایین) و صفحه خروجی (سمت چپ بالا)

نتایج و بحث

نمودارهای دانه‌بندی ٢٤ نمونه رسوب معلق برداشت شده با فواصل تقریبی ۱۵ روزه در شکل ۳ نشان داده شده است. جدول ۱ توزیع اندازه ذرات معلق رودخانه کجور در گروه‌های مختلف قطری و شرایط حاکم بر محل و زمان نمونه‌برداری در روزهای مختلف نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. شکل ٤ نیز آماره‌های مربوط به رسوبات معلق رودخانه کجور طی دوره پژوهش را نمایش می‌دهند. اندازه ذرات رسوب معلق رودخانه کجور در این پژوهش در بازه قطری ۰/۸۲ تا ۳۵۳/۵۵ میکرون قرار دارند. Guyot و همکاران (۱۹۹۹) این میزان را برای منطقه کوهستانی حوزه‌ی آبخیز Rio Madrid اسپانیا برابر ۲۰ تا ۱۰۰ میکرون گزارش نموده‌اند.

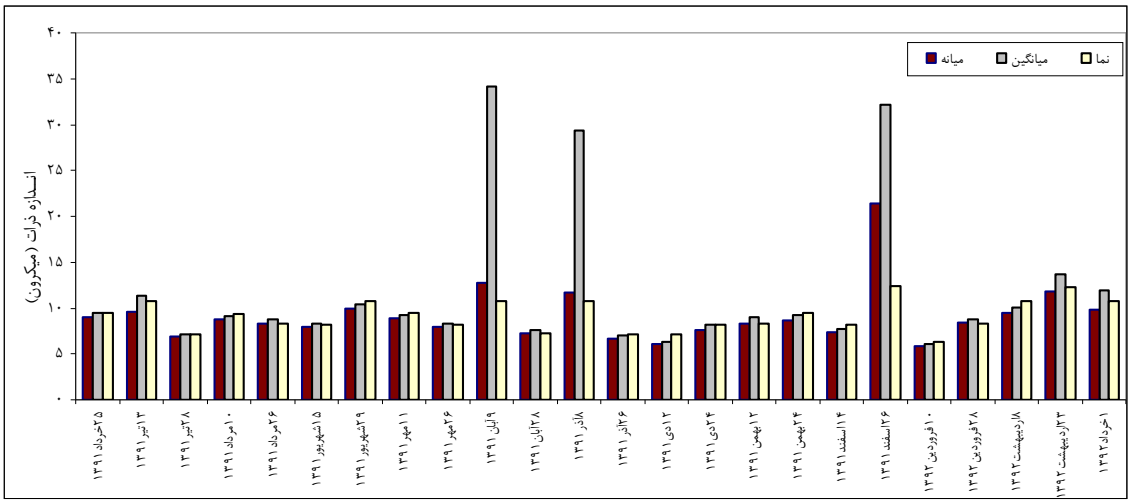


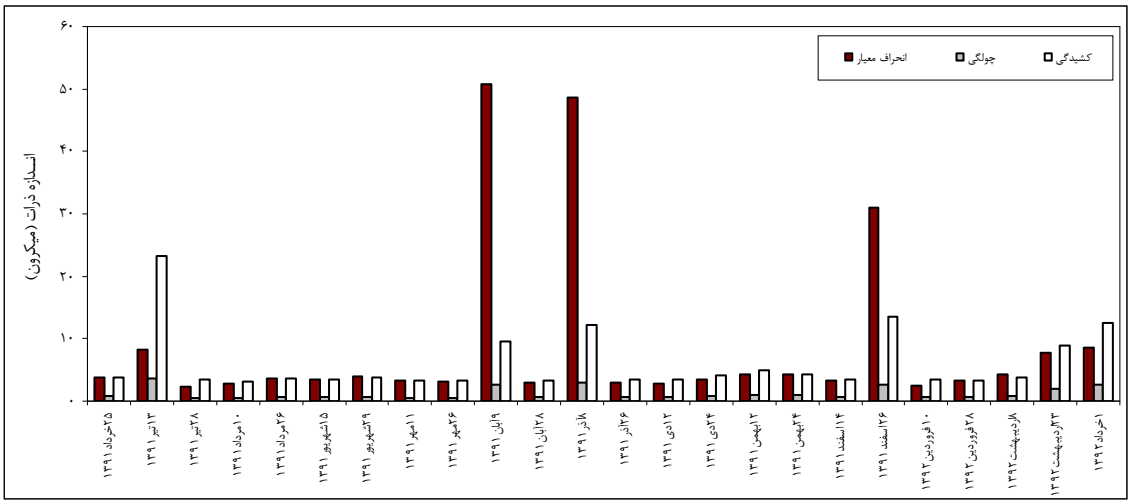


شکل ۳. نمودارهای فراوانی رسوبات معلق رودخانه کجور در ماه‌های مختلف

جدول ۱. توزیع اندازه ذرات معلق رودخانه کجور در گروه‌های مختلف قطری و شرایط حاکم در هنگام نمونه‌برداری

نمونه	تاریخ	دبی (لیتر در ثانیه)	درصد ذرات کوچک‌تر از ۲ میکرون	درصد ذرات ۲ تا ۶۳ میکرون	درصد ذرات بزرگ‌تر از ۶۳ میکرون	قطر کوچک‌ترین ذره (میکرون)	قطر بزرگ‌ترین ذره (میکرون)	حالت منحنی	شرایط عمومی حاکم بر محل و زمان مونه‌برداری
۱	۱۳۹۱/۳/۲۵	۱۹۰	۰/۱۰	۹۹/۹۰	۰	۱/۳۸	۲۶/۲۸	تک‌نما	آفتابی
۲	۱۳۹۱/٤/۱۳	۱۲۳	۰/٤۰	۹۹/۱۳	۰/٤۷	۱/۱٦	۸۸/۳۹	تک‌نما	ابری- بارندگی خفیف
۳	۱۳۹۱/٤/۲۸	۱۳۵	۰/۱۵	۹۹/۸۵	۰	۱/۳۸	۱۸/۵۸	تک‌نما	نیمه ابری
٤	۱۳۹۱/۵/۱۰	۹۳	۰	۱۰۰	۰	۲/۰۰	۲۲/۱۰	تک‌نما	آفتابی
۵	۱۳۹۱/۵/۲٦	۸۵	۰/۳۵	۹۹/٦۵	۰	۱/۱٦	۲۲/۲۸	تک‌نما	آفتابی
٦	۱۳۹۱/٦/۱۵	۱٤۵	۰/۷۰	۹۹/۳۰	۰	۰/۹۸	۲٦/۲۸	تک‌نما	بارندگی در روز قبل پس از یک دوره خشک
۷	۱۳۹۱/٦/۲۹	۱۳۰	۰	۱۰۰	۰	۱/٦٤	۳۱/۲۵	تک‌نما	ابری
۸	۱۳۹۱/۷/۱۱	۹۵	۰/۱۲	۹۹/۸۸	۰	۱/۳۸	۲٦/۲۸	تک‌نما	آفتابی
۹	۱۳۹۱/۷/۲٦	۱۳۰	۰/٤	۹۹/٦	۰	۱/۱٦	۲٦/۲۸	تک‌نما	آفتابی- بارندگی در روزهای قبل
۱۰	۱۳۹۱/۸/۹	۲۰۵	۰/۳۰	۸۳/٤۹	۱٦/۲۱	۱/۱٦	۳۵۳/۵۵	دونما	آفتابی- برداشت شن و ماسه
۱۱	۱۳۹۱/۸/۲۸	٤۹۰	۰/۳۰	۹۹/۷۰	۰	۱/۱٦	۲۲/۱۰	تک‌نما	سیلابی
۱۲	۱۳۹۱/۹/۸	۱۸۵	۰/۱۷	۸۷/۵۰	۱۲/۳۳	۱/۳۸	۳۵۳/۵۵	دونما	بارندگی
۱۳	۱۳۹۱/۹/۲٦	۱۷۰	۱/٦۰	۹۸/٤۰	۰	۰/۸۲	۲۲/۱۰	تک‌نما	بارندگی خفیف
۱٤	۱۳۹۱/۱۰/۱۲	۲۳۵	۲/۹۰	۹۷/۱۰	۰	۰/۸۲	۲۲/۱۰	تک‌نما	نیمه ابری
۱۵	۱۳۹۱/۱۰/۲٤	۱٦۰	۰/۷۰	۹۹/۳۰	۰	۰/۹۸	۲٦/۲۸	تک‌نما	ابری
۱٦	۱۳۹۱/۱۱/۱۲	۱٤۰	۰/۹٦	۹۹/۰٤	۰	۰/۹۸	۳۷/۱٦	تک‌نما	ابری
۱۷	۱۳۹۱/۱۱/۲٤	۱۲۰	۰/٦۵	۹۹/۳۵	۰	۰/۹۸	۳۱/۲۵	تک‌نما	آفتابی
۱۸	۱۳۹۱/۱۲/۱٤	۱۳۰	۱/۱۰	۹۸/۹۰	۰	۰/۹۸	۲٦/۲۸	تک‌نما	نیمه ابری
۱۹	۱۳۹۱/۱۲/۲٦	۱۳۰	۰/۰۱	۸۷/٦٦	۱۲/۳۳	۱/٦٤	۲۹۷/۳۰	دونما	بارندگی
۲۰	۱۳۹۲/۱/۱۰	۱٤۵	۱/۸۵	۹۸/۱۵	۰	۰/۸۲	۱۸/۵۸	تک‌نما	نیمه ابری
۲۱	۱۳۹۲/۱/۲۸	۲٤۰	۰/۱٦	۹۹/۸٤	۰	۱/۳۸	۲٦/۲۸	تک‌نما	ابری- بارندگی خفیف
۲۲	۱۳۹۲/۲/۸	۲۷۰	۰/۳۰	۹۹/۷۰	۰	۱/۱٦	۳۱/۲۵	تک‌نما	آفتابی
۲۳	۱۳۹۲/۲/۲۳	۱۸۵	۰/۰۳	۹۹/۹۰	۰/۰۷	۱/٦٤	۷٤/۳۳	تک‌نما	آفتابی
۲٤	۱۳۹۳/۳/۱	٤۵۰	۰/۸۰	۹۸/۹۵	۰/۲۵	۰/۹۸	۸۸/۳۹	تک‌نما	سیلابی





شکل ٤. آماره‌های میانه، میانگین، نما، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی رسوبات معلق رودخانه کجور طی دوره پژوهش

بررسی نتایج مندرج در جدول ۱ نشان می‌دهد که در روزهای عادی بدون بارندگی و یا دخالت‌های انسانی نمودارهای تجمعی و فراوانی رسوبات معلق رودخانه کجور از یک الگوی کلی نرمال و تک‌نما پیروی می‌کنند. ذرات بار معلق رودخانه‌ی کجور نیز در این شرایط عموماً در بازه قطری حدود ۱ تا ۲۵ میکرون قرار داشته‌اند. در نمونه ۱۳ تیر ۱۳۹۱ که در زمان بارندگی خفیف برداشت شده، دامنه‌ی قطری ذرات رسوب معلق به‌سمت ذرات درشت تا حدود قطر ۹۰ میکرون افزایش یافته، اما تغییری در نمای نمودار دانه‌بندی ایجاد نشده است. در نمونه‌های ۸ آذر و ۲٦ اسفند ۱۳۹۱ به‌دلیل بارندگی مناسب و نیز نمونه ۹ آبان ۱۳۹۱ پس از برداشت شن و ماسه علاوه بر افزایش دامنه‌ی قطری ذرات رسوب معلق به‌ترتیب تا حدود ۳۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ میکرون، منحنی فراوانی به حالت دو نماست که نشان‌دهنده‌ی وجود دو منشا برای رسوبات معلق در زمان برداشت شن و ماسه و بارندگی‌های شدید است که در زمان بارندگی‌های شدید، وجود منشأ دوم ممکن است مربوط به ریزش کناره‌های آبراهه باشد. این نتایج با تأکیدات XU (۲۰۰۰) و Hejduk و Banasik (۲۰۱۰) مبنی بر تأثیر بارندگی بر خصوصیات اندازه ذرات رسوبی معلق مطابقت دارد. آماره‌های شکل ٤ (میانگین، میانه، نما، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی) نیز در نمونه‌های ۱۳تیر، ۹ آبان، ۸ آذر و ۲٦ اسفند ۱۳۹۱ نسبت به نمونه‌های قبل و بعد از خود دارای افزایش هستند که این افزایش در نمونه‌های ۹ آبان، ۸ آذر و ۲٦ اسفند محسوس‌تر است.

در بسیاری از نمونه‌های رسوب معلق، ذرات بزرگ‌تر از ٦۳ میکرون وجود ندارد (جدول ۱)، حال آن‌که ذرات کوچک‌تر درصد بسیار زیادی را به‌خود اختصاص می‌دهند. به‌طور متوسط در ۲٤ نمونه، ذرات کوچک‌تر از ٦۳ میکرون بیش از ۹۸ درصد و ذرات بزرگ‌تر از ٦۳ میکرون کم‌تر از ۲ درصد نمونه‌ها را تشکیل داده‌اند. این نسبت با یافته‌های Walling و همکاران (۲۰۰۰) و Blanchard و همکاران (۲۰۱۱) مبنی بر اظهار بیش از ۹۰ درصد ذرات در گروه قطری کوچک‌تر از ٦۳ میکرون در حوزه‌های آبخیز مورد مطالعه در انگلستان و نیز با نتایج عرب خدری و همکاران (۱۳۹۱) مبنی بر غلبه ذرات سیلت در نمونه های رسویی معلق مشابه است.

دو نمونه‌ی ۲۸ آبان ۱۳۹۱ و ۱ خرداد ۱۳۹۲ در شرایط سیلابی برداشت شده‌اند. در نمونه ۲۸ آبان درصد ذرات بزرگ‌تر از ٦۳ میکرون صفر است، در حالی‌که در نمونه ۱ خرداد این میزان برابر ۰/۲۵ درصد می‌باشد. طبق نظر Walling و همکاران (۲۰۰۰) این مورد را می‌توان چنین توجیه نمود که در نمونه ۲۸ آبان، نمونه‌برداری

هم‌زمان با شاخه‌ی خشکیدگی آب‌نمود صورت گرفته که در این زمان ذرات رسوب حوضه‌ای به خروجی رسیده‌اند و این ذرات کوچک‌تر از ٦٣ میکرون هستند و نمونه‌ی ۱ خرداد در انتهای شاخه‌ی بالارونده‌ی هیدروگراف برداشت شده و به‌همین دلیل در این نمونه درصدی از ذرات درشت‌دانه وجود دارند که این امر مربوط به کنش بستر و دیواره‌ها در اثر افزایش قدرت جریان و تأمین رسوبات آبراهه‌ای نسبت داده شده است.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تغییرپذیری ویژگی‌های اندازه ذرات رسوبی معلق در رودخانه کجور در حوزه آبخیز جنگلی آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس واقع در استان مازندران انجام شد. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که ذرات سیلت با ۹۷/٦٨ درصد، بیش‌ترین سهم در ترکیب بار معلق رسوبی را داشته‌اند. ذرات ماسه و رس نیز با مقادیر به‌ترتیب ۱/۷۳ و ۰/۵۹ درصد سهم اندکی در مجموع بار معلق خروجی از این حوزه‌ی آبخیز داشته‌اند. هم‌چنین بر پایه نتایج این پژوهش می‌توان چنین گفت که در یک اکوسیستم جنگلی متعادل در شرایط عادی الگوی خاصی بر ترکیب اندازه ذرات رسوبات معلق حاکم است که دارای نوسانات اندکی می‌باشد، اما بارندگی و فعالیت‌های انسانی به‌صورت برداشت شن و ماسه می‌توانند این الگوی ثابت را دست‌خوش تغییرات محسوسی نمایند. هرچند نتایج این پژوهش نمایانگر بخش مهمی از تغییرات اندازه ذرات رسوب معلق در رودخانه کجور می‌باشد لکن پژوهش‌های گسترده‌تر با داده‌های بیش‌تر و شرایط متفاوت به‌منظور حصول نتایج جامع و کاربردی پیشنهاد می‌گردد.

فهرست منابع

ابراهیمی محمدی، ش.، صادقی، س. ح. و چپی، ک. ۱۳۹۱. تحلیل آورد رواناب، رسوب معلق و مواد مغذی ورودی‌های مختلف به دریاچه زریوار در پایه زمانی رگبار و آب پایه. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۲ (۱): ٦۱-۷٦.

بهزادفر، م.، صادقی، س. ح.، خانجانی، م. ج. و حزباوی، ز. ۱۳۹۱. تأثیرپذیری تولید رواناب و رسوب خاک‌های تحت چرخه انجماد- ذوب در شرایط شبیه‌ساز باران. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۲ (۱): ۱۳-۲٤.

عرب خدری م.، کمالی ک. و حسینی م. ۱۳۹۱. خصوصیات بافتی مواد معلق نهشته شده در سامانه های استحصال سیلاب، اولین کنفرانس ملی سامانه های سطوح آبگیر باران، ۲۲ و ۲۳ آذر ۱۳۹۱، مشهد، مرکز آموزش جهاد کشاورزی.

کیانی‌هرچگانی م.، صادقی س.ح.ر.، ۱۳۸۹: خصوصیات اندازه ذرات رسوبات معلق انتقالی در جریان پایه و سیلابی رودخانه، آب و فاضلاب، ۱ : ۱۱٤- ۱۱۷.

مهدوی م.، ۱۳۸٦: هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم، ٤۲٤ صفحه.

Beuselinck, L., Govers, G., Poesen, J., Degraer, G., & Froyen, L., 1998. Grain-size analysis by laser diffractometry: comparison with the sieve-pipette method. Catena, 32(3): 193-208.

Blanchard, R. A., Ellison, C. A., Galloway, J. M., & 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.

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

Fernandez S., Villanueva U., de Diego A., Arana G., 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 Country), Journal of Marine Systems, 72: 332-341.

Guyot, J. L., Jouanneau, J. M., & Wasson, J. G., 1999. Characterisation of river bed and suspended sediments in the Rio Madeira drainage basin (Bolivian Amazonia). Journal of South American Earth Sciences, 12(4): 401-410.

Hejduk, L., Banasik, K., 2010. Variations in suspended sediment grain sizes in flood events of a small lowland river. IAHS-AISH publication: 189-196.

Milhous, R.T., 1998. Modeling of instream flow needs: the link between sediment and aquatic habitat. Regulated Rivers, Research and Management, 14: 79–94.

Miller, J.R., 1997. The role of fluvial geomorphic processes in the dispersal of heavy metals from

Vanoni, V. A., 1975. Sedimentation engineering. ASCE, 745 p.

Walling, D. E., Moorehead, P. W., 1987. Spatial and temporal variation of the particle-size characteristics of fluvial suspended sediment. Geografiska Annaler. Series A. Physical Geography: 47-59.

Walling, D. E., Owens, P. N., Waterfall, B. D., Leeks, G. J., & 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: 205-222.

Williams G.P., 1983. Paleohydrological methods and some examples from Swedish fluvial environment, cobble and boulder deposits. Geografiska Annaler. 65A: 227-243.

Xu, J., 2000. Grain-size characteristics of suspended sediment in the Yellow River, China. Catena, 38(3): 243-263.

mine sites. Journal of Geochemical Exploration, 58: 101–118.

Novotny, V., 1980. Delivery of suspended sediment and pollutants from nonpoint sources during overland flow, Water Resources Bulletin, 16: 1057–1065.

Sadeghi S.H.R., Kiani Harchegani M., Yunesi H.A., 2012. Suspended sediment concentration and particle size distribution and their relationship with heavy metal content, Journal of Earth System Science, 121(1): 63- 71.

Sadeghi S.H.R., Saeidi P., 2010. Reliability of sediment rating curves for a deciduous forest watershed in Iran, Hydrological Sciences Journal, 55 (5): 821- 831.

Schumm, S.A., 1977. The fluvial system. Wiley, 338p.

Stone, P.M., Walling, D.E., 1997. Particle size selectivity considerations in suspended sediment budget investigations. Water, Air and Soil Pollution, 99: 63-70.

نشریه حفاظت منابع آب و خاک
ISSN 2251-7480

Suspended sediment particle size distribution in Kojour river

Seyed Hamidreza Sadeghi[1*] and Mohamad Ali Zakeri[2]

1[*]) Professor, 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) Msc Student, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor 46417-76489, Mazandaran, Iran

Received: 26-10-2013 Accepted: 20-03-2014

Abstract

Investigation on physical characteristics of suspended sediment is an important subject in river studies. The particle size distribution of the suspended sediment is one of these physical properties represents important links between sources and fluvial mechanisms in the watersheds. However, limited studies have been conducted in field of suspended sediment particle size distribution. The present study therefore aimed to investigate the particle size distribution of suspended sediments in Kojour River within the period of one year. Toward this attempt, 24 suspended sediment samples were collected at intervals of some 15 days. The particle size distribution was determined after necessary preparations by laser scattering particle size of HORIBA LA-950. The results showed that the suspended sediment diameter were in the range of 0.82 to 353.55 microns during time of sampling and in different conditions. Also, the silt particles with partial contribution of 97.68 % had the largest contribution in the suspended sediment load. In addition, the results indicated that the precipitation and sand harvesting plays an important role in increasing the coarse particles of suspended sediment load.

Keywords: laser particle size; particle size distribution of suspended sediment; physical properties of sediment; sediment yield; wash load