مشارکت منابع رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای در تامین بار رسوب معلق رگبار در آبخیز گلازچای

سیّدحمیدرضا صادقی[۱*]، پری سعیدی[۲]، عبدالرسول تلوری[۳]

تاریخ دریافت:۹۴/۴/۱۴ تاریخ پذیرش:۹۶/۷/۵

چکیده

تولید رسوب معلق فرایندی غالب در بسیاری از حوضه‌ها محسوب می‌شود و سهم مهمّی را در تولید رسوب کل خروجی از آنها بر عهده دارد. با وجود این، تعیین مشارکت منابع اصلی مکانی رسوب در حوضه‌ها به‌عنوان یکی از مبانی اصلی تبیین شیوه‌های مدیریت رسوب کمتر مورد توجه قرار گرفته است. لذا، تحقیق موردی حاضر با هدف بررسی مشارکت منابع رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای در تولید رسوب معلق کل در حوضه‌ی گلازچای در استان آذربایجان غربی با مساحت حدود ۱۰۳ کیلومترمربع انجام شد. بدین‌منظور، نمونه‌های رسوب ۱۲ رگبار به‌وقوع پیوسته طی دوره‌ی زمانی زمستان ۱۳۹۲ تا پائیز ۱۳۹۳ تهیه، و دانه‌بندی لیزری آن‌ها انجام پذیرفت. نتایج حاصل از تحلیل دانه‌بندی رسوب معلق نشان‌دهنده‌ی مشارکت عمده‌ی بار رسوبی حوضه‌ای با میانگین ۱۱/۹۵± ۸۹/۴۵ درصد در تامین رسوب رگبارهای مورد مطالعه بود. همچنین میانگین مشارکت بار معلق حوضه‌ای در فصل‌های زمستان ۱۳۹۲، بهار ۱۳۹۳ و پائیز ۱۳۹۳ در تولید رسوب کل حوضه مورد مطالعه به‌ترتیب ۹۲/۱۷، ۹۰/۷۱ و ۸۵/۸۰ درصد بوده و طبعاً بر ضرورت توجه‌ی ویژه به مدیریت بالادست حوضه در راستای مدیریت رسوب خروجی از آبخیز مطالعاتی تاکید دارد.

واژه های کلیدی: توزیع اندازه ذرات رسوبی، رفتار رسوبی، مدیریت آبخیز، مشارکت زمانی تولید رسوب

[۱] استاد (مسئول مکاتبات) گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع‌طبیعی دانشگاه تربیت مدرس
Email: Sadeghi@modares.ac.ir
[۲] دانش‌آموخته دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
[۳] دانشیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

با توجه به اهمیت انتقال رسوب‌های معلق در زمینه‌ی مسائلی از قبیل انتقال آلاینده‌ها، رسوب‌گذاری، تغییرات سیمای سرزمین و اثرات بوم‌شناسی و مدیریتی انتقال رسوب، مطالعه و تعیین دقیق و صحیح نقش منابع رسوبی مختلف در تامین رسوب خروجی از حوضه از اهمیت بسیار بالایی در برنامه‌ریزی‌های حفاظتی حوضه و مدیریت رسوب برخوردار می‌باشد (آندرمن و همکاران، ۲۰۱۲؛ پیترون و همکاران، ۲۰۱۵؛ سان و همکاران، ۲۰۱۵). بار رسوبی از نظر منبع پیدایش شامل دو گروه بار رسوبی حوضه‌ای[۴] (شسته) و بار رسوبی آبراهه‌ای[۵] (جولین، ۲۰۰۹) تقسیم می‌شوند. بار رسوبی حوضه‌ای شامل ذرات لای و رس (ذرات کوچک‌تر از ۶۳ میکرون) بوده که اندازه ذرات ریزتری را نسبت به بار آبراهه‌ای دارند (تا و همکاران، ۲۰۱۶). از آن‌جا که بخش عمده‌ای از رسوب خروجی از حوضه را ذرات ریزدانه و بار رسوب‌های معلق شامل کلوئیدها، رس، لای و گاهی ماسه‌ی نرم تشکیل می‌دهند (تا و همکاران، ۲۰۱۶)، لذا نقش مؤثری در سامانه‌های رودخانه‌ای، ریخت‌شناسی رودخانه، ویژگی‌های سیل و مسائل مرتبط با کیفیت آب را بر عهده دارند. از طرفی، بار رسوب معلق دارای تغییرات زمانی زیادی بوده و هر گونه تغییری در جریان، تغییر در محتوی رسوب معلق را به‌دنبال دارد (ایدا و همکاران، ۲۰۱۲؛ صادقی و همکاران، ۱۳۸۴؛ سعیدی و صادقی، ۱۳۹۱؛ دبیری و همکاران، ۱۳۹۲). بنابراین، بررسی تغییرات زمانی مشارکت منابع رسوبی مختلف در دست‌یابی به برنامه‌های مدیریتی مناسب و جامع ضروری است. علاوه بر تغییرپذیری زمانی، بار رسوبی معلق تاثیرپذیری بالایی را از منابع رسوبی موجود در حوضه، بده جریان و توزیع اندازه‌ی ذرات در مقایسه با سایر عوامل دارد (تا و همکاران، ۲۰۱۶). بر اساس نتایج مطالعات مختلف (والینگ و وب، ۱۹۸۲؛ صادقی و همکاران، ۲۰۰۸؛ صادقی و سعیدی، ۲۰۱۰؛ دوورت و همکاران، ۲۰۱۰؛ گیلس، ۲۰۱۳؛ د-گیرولامو و همکاران، ۲۰۱۵؛ تا و همکاران، ۲۰۱۶؛ سعیدی و صادقی، ۱۳۸۹ و مصطفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳)، چنانچه محتوی رسوبی جریان شامل ذرات ریزدانه و غلبه بیشتر بار رسوبی حوضه‌ای باشد، غلظت رسوب معلق تغییرپذیری را زیادی در رابطه با تغییرات رواناب، و موجودیت منابع رسوبی حوضه‌ای در بالادست حوضه و به‌ویژه طی وقایع رگبار خواهد داشت. از این‌رو، آگاهی از ترکیب اندازه‌ی ذرات رسوبی و شناسایی ارتباطات مهم بین منابع، انتقال، نشست و خروجی رسوب معلق، اطلاعات ارزشمندی را در زمینه‌ی شناسایی منابع رسوبی و نحوه انتقال آن‌ها فراهم می‌نماید (صادقی و ذاکری، ۱۳۹۲). این در حالی است که به‌رغم اهمیت بررسی دانه‌بندی رسوب‌های خروجی از حوضه در تعیین دقیق نوع منبع رسوبی و نحوه تغییرات مشارکت آن در زمان وقوع رگبار، این امر کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

سوابق محدودی در زمینه‌ی بررسی دانه‌بندی رسوب‌های معلق در جهان گزارش شده‌اند. در همین راستا، والینگ و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی ویژگی‌های ذرات رسوب معلق در دو حوضه در انگلیس نشان دادند که طی دوره تحقیق، بیش از ۹۵ درصد ذرات دارای اندازه‌ی کوچکتر از ۶۳ میکرون (بار رسوبی حوضه‌ای) و طبعاً کمتر از ۵ ذرات بزرگ‌تر از ۶۳ میکرون (بار آبراهه‌ای) و در نتیجه غلبه بسیار بیشتر مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای در مقایسه با بار رسوبی آبراهه‌ای بودند. پریاگو و سوتو (۲۰۰۴)، در بررسی عوامل مؤثر بر انتقال بار معلق حوضه‌ای و شبیه‌سازی آن در یک حوضه کشاورزی در اسپانیا نشان دادند که بار معلق رسوب طی سیل‌های پیاپی کاهش یافت. همچنین، میزان انتقال بار معلق حوضه‌ای متاثر از تغییرات رواناب سطحی بوده و در رخدادهای بارش بعد از یک دوره‌ی خشکی، میزان بار معلق حوضه‌ای نسبت به بار معلق آبراهه‌ای افزایش محسوسی داشته است. ریان و دیکسون (۲۰۰۸) تغییرپذیری زمانی و مکانی بار بستر، معلق و انحلالی را در دو حوضه جنگلی در امریکا مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل دلالت بر تاثیرپذیری بیشتر بار رسوبی معلق و انحلالی از ویژگی‌های بارش و نیز تاثیرپذیری بار آبراهه‌ای از ویژگی‌های بده جریان داشتند. بلانکارد و همکاران (۲۰۱۱) غلظت رسوب، میزان بار رسوبی و توزیع اندازه ذرات رسوبی را در ۶ نقطه واقع بر رود سرخ در داکوتای شمالی در فصل بهار بررسی کردند. نتایج نشان دادند که در همه‌ی نمونه‌ها، جز یک نقطه، بیش از ۹۰ درصد ذرات رسوب معلق از ذرات کوچک‌تر از ۶۳ میکرون، و یا به عبارتی بار حوضه‌ای تشکیل شده بودند.

[4] wash Load

[5] bed material load

Archive of SID

www.SID.ir

صادقی و ذاکری (۲۰۱۵) نیز در حوضه‌ی جنگلی آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس در مازندران به تفکیک و تحلیل تغییرپذیری زمانی بار رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای پرداخته و بر متوسط ۹۶/۸۰ درصدی بار حوضه‌ای در رسوب خروجی از حوضه‌ی مذبور تاکید کردند. تا و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی واکنش انتقال رسوب معلق به منابع رسوبی حوضه‌ای در بازه‌ای از بستر شنی رود زرد چین پرداختند. ایشان بر نقش مهارکننده منابع رسوبی حوضه‌ای در غلظت رسوب معلق خروجی از حوضه‌ی مورد مطالعه تاکید داشتند. همچنین، صادقی و ذاکری (۱۳۹۲)، توزیع اندازه‌ی ذرات رسوب معلق را در فواصل زمانی معین در رود کجور مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دادند که ذرات رسوب معلق این رود در شرایط مختلف، و طی مدت نمونه‌برداری، در بازه‌ی قطری ۰/۸۲ تا ۳۵۳/۵۵ میکرون قرار داشته و ذرات کوچکتر از لای با مقدار ۹۷/۶۸ درصد، سهم اصلی ترکیب بار معلق را تشکیل داده‌اند.

کمبود اطلاعات آماری در زمینه‌ی رسوب معلق، و به‌ویژه تغییرات زمانی آن طی سیلاب‌ها، از دیرباز جزء مشکلات قدیمی برنامه‌های حفاظت آب و خاک بوده و به‌دست آوردن چنین اطلاعاتی مستلزم صرف کارمایه و هزینه می‌باشد. از طرفی، بررسی میزان و نوع منبع رسوبی مشارکت‌کننده در تامین رسوب خروجی رگبار نیز نیاز به نمونه‌برداری صحیح و تفکیک دقیق میزان بار رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای داشته، که طبعاً هزینه‌مند بوده‌اند، بنابراین، بررسی مطالعات انجام شده در زمینه‌ی دانه‌بندی رسوب‌های معلق و تفکیک بار رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای، و تعیین مشارکت منابع رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای در تامین رسوب رگبار نشان‌دهنده‌ی محدودیت انجام این تحقیقات بودند. لذا، این تحقیق با هدف بررسی مشارکت منابع رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای در تامین رسوب رگبار در حوضه‌ی گلازچای اشنویه در استان آذربایجان غربی، به‌دلیل وجود پیشینه‌ی تحقیقاتی مناسب در زمینه‌ی نمونه‌برداری و مطالعه تغییرات زمانی رسوب معلق رگبار در حوضه‌ی مورد مطالعه (مصطفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳)، امکان دسترسی به آمار و اطلاعات و هم‌چنین پاسخ سریع آب‌شناسی انجام شد.

منطقه‌ی مورد مطالعه

حوضه‌ی گلازچای اشنویه با مساحت حدود ۱۰۳ کیلومترمربع از جمله زیر حوضه‌های رود گدار در استان آذربایجان غربی و در محدوده‌ی جغرافیایی '۵۷ °۴۴ تا ' ۰۵ °۴۵ طول شرقی و '۰۲ °۳۷ تا '۰۹ °۳۷ عرض شمالی واقع شده است. نمایی کلی از وضعیت عمومی آبخیز و همچنین موقعیت آن در کشور در شکل ۱ نشان داده شده است. حداقل و حداکثر ارتفاع منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب ۱۴۸۰ و ۳۳۰۰ متر از سطح دریا، و شیب متوسط آن ۳۲ درصد می‌باشد. بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی اشنویه، میانگین دما و بارندگی سالانه حوضه‌ی گلاز به‌ترتیب برابر با ۱۱/۸ درجه سانتی‌گراد و ۴۸۲ میلی‌متر برآورد شده‌اند. حداقل و حداکثر رطوبت نسبی سالانه منطقه به‌ترتیب ۲۰ و ۸۷ درصد، و با متوسط ۵۶ درصد است. اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه نیمه‌خشک سرد، و میانگین حداکثر و حداقل دما به‌ترتی‌ب ۳۲ و ۵/۳- درجه سانتی‌گراد در ماه‌های مرداد و بهمن می‌باشد (مصطفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳). از نظر زمین‌شناسی، منطقه‌ی مورد مطالعه عمدتاً متعلق به دوران اول و دوم بوده و تشکیلات آن شامل سنگ‌های دگرگونی، نهشته‌های دوران دیرینه زیستی و سنگ‌های آتش‌فشانی است. پوشش گیاهی غالب منطقه از نوع مرتعی، و به‌ویژه مراتع ییلاقی است و در مناطق پرشیب، توده‌هایی از گونه‌های جنگل‌های زاگرس شامل زالزالک، بادام وحشی، گلابی وحشی و سیاه‌تلو نیز وجود دارند. بخش عمده‌ای از اراضی کشاورزی در بخش‌هایی از مجاورت خروجی و مناطق بالادست حوضه گسترش یافته، و فصل زراعی در منطقه‌ی مورد مطالعه هم‌زمان با اواخر تابستان تا اوایل پائیز در کشت‌های غلات پائیزه و نیز اوایل بهار در کشت نخود، آفتاب‌گردان و یا سایر محصولات در تناوب زراعی سالانه است (مصطفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳).

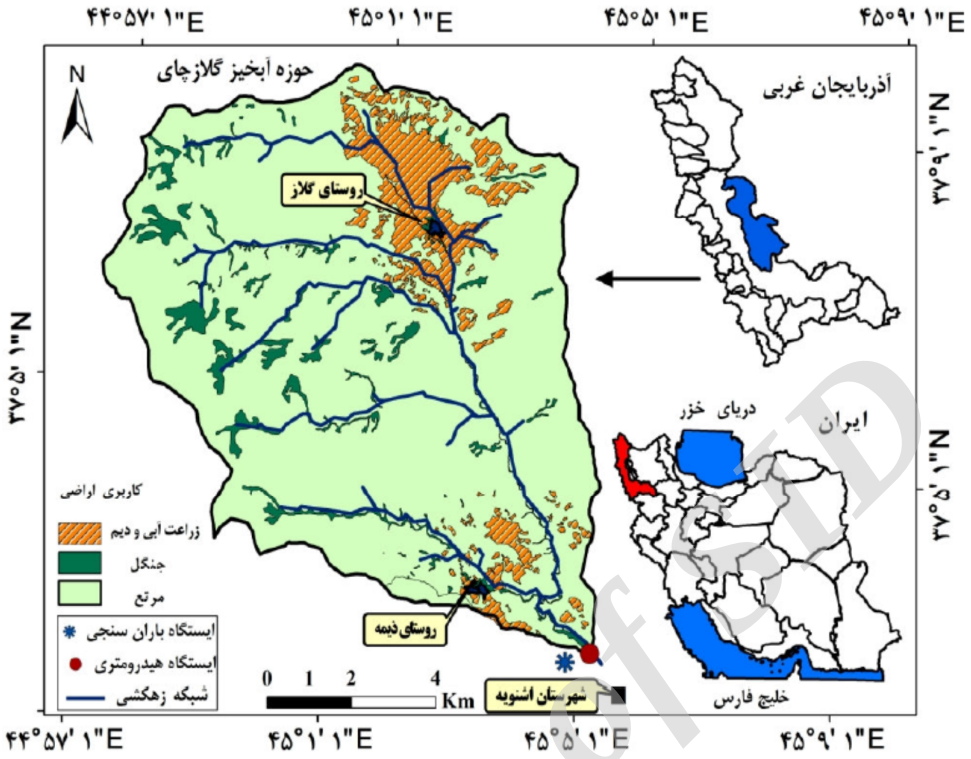
حوضه‌ی مذکور به‌سبب تجهیز به ایستگاه‌های باران‌نگاری و آب‌سنجی (خط‌کش)، دسترسی ساده و داده‌برداری مطمئن، پاسخ سریع آب‌شناسی و همچنین وجود سابقه‌ی پژوهشی و داده‌های لازم (مصطفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳) برای انجام پژوهش حاضر انتخاب شد.

روش تحقیق

به‌منظور بررسی مشارکت منابع رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای در تامین رسوب رگبار، با توجه به عدم دسترسی به داده‌های بده و رسوب معلق دقیق و ضرورت دست‌یابی به

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت آبخیز گلاز در کشور و استان آذربایجان غربی (اقتباس از مصطفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳)

اطلاعات قابل اعتماد، در این زمینه مبادرت به تهیه داده‌های مورد نیاز از طریق نمونه‌برداری آب و رسوب معلق در مقیاس رگبار شد، به‌نحوی‌که برداشت نمونه‌ها در مقیاس رگبار بعد از شروع بارش و اطمینان از شروع سیلاب تا پایان رگبار، قطع رواناب و بازگشت ارتفاع جریان به ارتفاع اولیه، با فواصل زمانی یک ساعت طی دوره‌ی زمانی زمستان ۱۳۹۲ تا پائیز ۱۳۹۳ انجام پذیرفت. نمونه‌برداری رسوب معلق به‌وسیله ظروف پلاستیکی ۲ لیتری، به‌دلیل افزایش دقت نمونه‌برداری و اطمینان از برداشت تمامی ستون آب و به روش یکپارچه‌سازی عمقی (صادقی و سعیدی، ۲۰۱۰؛ مصطفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳) صورت گرفت. همزمان با نمونه‌برداری رسوب معلق، قرائت خط‌کش به‌منظور ثبت ارتفاع سطح جریان در همان فواصل زمانی نیز انجام شد. با استفاده از رابطه بده- خط‌کش تهیه و واسنجی شده موجود برای رود گلاز تهیه شده از بایگانی شرکت آب منطقه ای استان آذربایجان غربی، مقادیر بده متناظر نمونه‌های رسوب برداشت شده محاسبه شد. به‌منظور تعیین غلظت رسوب معلق موجود در نمونه آب و رسوب جمع‌آوری شده، بعد از انتقال نمونه‌های برداشت شده به آزمایشگاه، از روش برجاگذاری و تخلیه آب[6] نمونه‌ها (والینگ و همکاران، ۲۰۰۱؛ صادقی و سعیدی، ۲۰۱۰) استفاده شد. در این روش بعد از گذشت ۴۸ ساعت از نگه‌داری یک لیتر نمونه آب و رسوب به حالت سکون در آزمایشگاه، آب موجود روی نمونه‌های رسوب ته‌نشین یافته تخلیه شد. سپس رسوب‌های باقی‌مانده شسته شده و درون ظروف تهیه شده از ورقه‌های نازک آلومینیومی از قبل توزین شده ریخته و در کوره در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت خشک (صادقی و همکاران، ۲۰۰۶؛ صادقی و سعیدی، ۲۰۱۰) شد. نهایتاً رسوب‌های خشک شده توزین و غلظت رسوب معلق در یک لیتر نمونه آب و رسوب محاسبه (صادقی و سعیدی، ۲۰۱۰) و سپس اطلاعات داده‌های بده و رسوب معلق برای ۱۲ رگبار نمونه‌برداری شده طی دوره‌ی تحقیق در نرم‌افزار Excel 2013 ذخیره شد. به‌منظور تعیین مشارکت منابع رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای در تامین رسوب رگبار، در مجموع تعداد ۷۴ نمونه رسوب معلق از بخش‌های مختلف شاخه بالارونده، اوج و شاخه پایین‌رونده‌ی رسوب‌نمود رگبارهای به‌وقوع پیوسته تهیه و برای تعیین دانه‌بندی به آزمایشگاه رسوب دانشگاه شهید چمران اهواز منتقل شدند. دانه‌بندی کلیه نمونه‌های رسوب معلق به شیوه خشک و با استفاده از دستگاه تعیین قطر لیزری مدل Malvrn Master

[6] decantation

Archive of SID

www.SID.ir

Sizer صورت گرفت. سپس ذخیره اطلاعاتی داده‌های مزبور تهیه و بر اساس روش مهندسی هیدرولیک و انتقال رسوب و عدم اختلاف معنی‌دار آماری آن با سایر روش‌های معمول (صادقی و ذاکری، ۱۳۹۲)، تفکیک بار رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای با استفاده از شاخص اندازه‌ی ذره رسوبی برابر ۶۳ میکرون صورت گرفت. بر این اساس ذرات رسوبی با قطر بزرگ‌تر از ۶۳ میکرون به‌عنوان رسوب‌های آبراهه‌ای و ذرات کوچک‌تر از ۶۳ میکرون بار حوضه‌ای (کوهنل و همکاران، ۲۰۱۳؛ صادقی و ذاکری، ۱۳۹۲) طبقه‌بندی شد.

نتایج و بحث

تحقیق حاضر با هدف بررسی مشارکت منابع رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای در تامین رسوب رگبار در حوضه‌ی گلازچای اشنویه انجام شد. بدین‌منظور بعد از دانه‌بندی لیزری ۷۴ نمونه رسوب معلق، تجزیه و تحلیل‌های لازم در زمینه‌ی تعیین نوع منبع رسوبی صورت گرفت. نتایج حاصل مقادیر بده و رسوب معلق و اطلاعات دانه‌بندی لیزری رسوب‌های معلق حاصل از ۱۲ رگبار به‌وقوع پیوسته در حوضه‌ی گلازچای اشنویه در استان آذربایجان غربی و در سه فصل زمستان ۱۳۹۲ و بهار و پائیز ۱۳۹۳ در جدول ۱ ارائه شده‌اند.

بررسی تغییرات بین رگباری[7] میزان مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای طی رگبارهای به‌وقوع پیوسته در زمستان ۱۳۹۲ (جدول ۱) نشان داد که رگبار ۱۹ اسفند ۱۳۹۲، به‌رغم دامنه تغییرات اندازه ذرات رسوب‌ی ب‌ی‌شتر در مقای‌سه با دو رگبار دی‌گر، دارای کمترین میزان مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای در رسوب خروجی بود. این در حالی است که بر اساس نتایج حاصل از جدول ۱، در رگبار ۲۶ اسفند ۱۳۹۲ بار رسوبی حوضه‌ای مشارکت بیشتری در تامین رسوب معلق خروجی داشت در حالی که دامنه‌ی قطری ذرات رسوب‌ی در ای‌ن رگبار نسبت به رگبار قبل کاهش ی‌افت. دل‌ی‌ل ای‌ن امر را م‌ی‌توان به فاصله‌ی زمانی وقوع دو رگبار ۱۹ و ۲۶ اسفند ۱۳۹۲ شسته شدن بار رسوبی آبراهه‌ای طی رگبار قبل و نقش مهارکنندگی موجودیت رسوب (والینگ و وب، ۱۹۸۲ و سعیدی و صادقی، ۱۳۸۹)، کاهش بار رسوبی آبراهه‌ای و افزایش مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای با اندازه ذرات کمتر از ۶۳ میکرون در مقایسه بار رسوبی آبراهه‌ای با اندازه ذرات بیش از ۶۳ میکرون و در نتیجه افزایش دامنه قطری ذرات رسوبی از خروجی حوضه‌ی مطالعاتی نسبت داد.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی دانه‌بندی ذرات نمونه‌های رسوب رگبارهای به‌وقوع پیوسته در حوزه آبخیز گلازچای اشنویه.

زمان وقوع رگبار		بده (متر مکعب بر ثانیه)	مقدار رسوب (گرم بر لیتر)	درصد بار حوضه‌ای (شسته)
زمستان ۱۳۹۲	۱۳۹۲/۱۲/۱۹	۶/۶۹	۰/۴۳	۸۸/۱۵
	۱۳۹۲/۱۲/۲۶	۶/۸۵	۰/۵۳	۹۳/۸۶
	۱۳۹۲/۱۲/۲۷	۹/۰۳	۰/۳۶	۹۳/۵۲
	میانگین فصل	**۶/۸۲**	**۰/۴۴**	**۹۲/۱۷**
بهار ۱۳۹۳	۱۳۹۳/۱/۱۰	۹/۰۵	۰/۹۸	۸۸/۶۱
	۱۳۹۳/۱/۲۴	۵/۶۹	۰/۱۱	۹۲/۰۶
	۱۳۹۳/۱/۲۹	۶/۴۰	۰/۳۶	۹۱/۴۷
	میانگین فصل	**۷/۰۵**	**۰/۴۸**	**۹۰/۷۱**
پائیز ۱۳۹۳	۱۳۹۳/۷/۲۷	۱۲/۸۵	۲/۵۱	۸۴/۷۰
	۱۳۹۳/۷/۲۸	۱۸/۶۴	۵/۲۳	۶۳/۵۰
	۱۳۹۳/۸/۱۱	۶/۷۷	۰/۶۴	۹۰/۸۵
	۱۳۹۳/۸/۲۵	۶/۴۵	۰/۳۰	۹۲/۷۶
	۱۳۹۳/۹/۱	۶/۲۲	۰/۴۰	۹۲/۶۸
	۱۳۹۳/۹/۲۲	۸/۹۴	۱/۸۷	۹۰/۳۱
	میانگین فصل	**۹/۹۸**	**۱/۸۳**	**۸۵/۸۰**
کل دوره‌ی تحقیق	**میانگین دوره**	**۷/۹۵**	**۰/۹۲**	**۸۹/۴۵**

[7] intera event

Archive of SID

www.SID.ir

در رگبار ۲۷ اسفند ۱۳۹۲، متوالی بودن رگبار منجر به کاهش غلظت رسوب در رگبار دوم و در نتیجه به‌دلیل کاهش غلظت رسوب و نیز شسته شدن ذرات ریزدانه طی رگبار قبل و برجا ماندن ذرات درشت‌دانه قدرت حمل بده جریان بیشتر شده و بده جریان قادر به حمل ذرات درشت دانه و در نتیجه به‌رغم کاهش غلظت رسوب، منجر به افزایش مشارکت ذرات درشت دانه شد که با یافته‌های هجدوک و باناژیک (۲۰۱۰) در لهستان مبنی بر ایجاد الگوی افزایشی اندازه ذرات در رسوب خروجی حوضه ناشی از افزایش بده و نتایج صادقی و ذاکری (۱۳۹۲) در حوضه‌ی جنگلی کجور در استان مازندران مطابقت دارد. نتایج حاصل با یافته‌های پریاگو و سوتو (۲۰۰۴) در اسپانیا، صادقی و همکاران (۲۰۰۸) در ژاپن، دوورت و همکاران (۲۰۱۰) در مکزیک، گیلس (۲۰۱۳) در پورتوریکو، سعیدی و صادقی (۱۳۸۹) در حوضه‌ی کجور و مصطفی‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) در حوضه‌ی مشابه در خصوص کاهش مقادیر رسوب تحت‌تاثیر وقوع رگبارهای پیاپی مطابقت داشته است. بررسی نتایج حاصل از میزان مشارکت اجزای مختلف رسوب معلق در رگبار ۲۷ اسفند ۱۳۹۲ بیان‌گر غلبه ذرات لای در مقایسه با رگبارهای به‌وقوع پیوسته قبلی بود که با نتایج عرب‌خدری و همکاران (۱۳۹۱) و صادقی و ذاکری (۱۳۹۲) مبنی بر غلبه ذرات لای در نمونه‌های رسوبی معلق مشابه است.

به‌طور کلی به‌رغم مشارکت حداقلی رگبارهای به‌وقوع پیوسته در زمستان ۱۳۹۲ در تامین بده و رسوب معلق خروجی از حوضه‌ی مورد مطالعه به‌ترتیب به مقدار ۶/۸۲ مترمکعب بر ثانیه و ۰/۴۴ گرم بر لیتر، میانگین مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای در زمستان ۱۳۹۲ برابر با ۳/۷۲± ۹۲/۱۷ درصد بود. نتایج حاصل دلالت بر نقش عمده منابع رسوبی موجود در سطح حوضه و مشارکت احتمالی رواناب حاصل از ذوب برف در تامین رسوب خروجی طی فصل زمستان داشت. مقادیر نسبی گزارش شده با یافته‌های والینگ و همکاران (۲۰۰۰)، بلانکارد و همکاران (۲۰۱۱) و صادقی و ذاکری (۲۰۱۵) مبنی بر اظهار بیش از ۹۰ درصد ذرات در گروه قطری کوچکتر از ۶۳ میکرون به‌ترتیب در حوضه‌های مورد مطالعه در انگلستان و حوضه‌ی کجور در استان مازندران و نیز با نتایج عرب‌خدری و همکاران (۱۳۹۱) مبنی بر غلبه‌ی ذرات لای در نمونه‌های رسوبی معلق انباشته شده در سامانه‌های استحصال آب مشابه است. همچنین میانگین دامنه تغییرات اندازه‌ی ذرات طی رگبارهای به‌وقوع پیوسته در زمستان ۱۳۹۲ در محدوده‌ی ۰/۰۶۳ تا ۳۳۱/۴۹ میکرون بود.

بررسی میزان مشارکت منابع رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای در تامین رسوب رگبارهای به‌وقوع پیوسته بهار ۱۳۹۳ نیز نشان داد که به‌رغم انتقال بیشترین مقدار میانگین غلظت رسوب معلق طی رگبار ۱۰ فروردین ۱۳۹۳، میانگین مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای با مقدار برابر با ۸۸/۶۱ درصد، در مقایسه با دو رگبار دیگر کمترین میزان مشارکت بود. با توجه به مقدار بالای میانگین بده در این رگبار، دلیل این امر را می‌توان به کنش بستر و دیواره‌ها تحت‌تاثیر افزایش قدرت جریان، و در نتیجه افزایش مشارکت آبراهه در تامین رسوب‌های خروجی نسبت داد که با یافته‌های گمی و همکاران (۲۰۰۴)، ریان و دیکسون (۲۰۰۸) و صادقی و ذاکری (۱۳۹۲) مبنی بر تاثیرپذیری بالای بار آبراهه‌ای از بده هم‌خوانی دارد. بر اساس نتایج حاصل، رگبار ۱۰ فروردین دارای میانگین غلظت رسوب بالاتری در مقایسه با سایر رگبارهای زمستان ۱۳۹۲ و بهار ۱۳۹۳ بود. با توجه به این‌که رگبار مذکور اولین واقعه‌ی بارش در فصل بهار بوده دلیل این امر را می‌توان به عدم گسترش و استقرار مناسب پوشش گیاهی با شروع فصل بهار، عدم بهره‌گیری سطح خاک از نقش حفاظتی پوشش گیاهی، و در نتیجه موجودیت مناسب و دسترس بودن رسوب قابل حمل برای اولین رگبار فصل بهار نسبت داد که با یافته‌های والینگ و وب (۱۹۸۲) در انگلستان، دوورت و همکاران (۲۰۱۰) در مکزیک، د-گیرولامو و همکاران (۲۰۱۵) در ایتالیا، تا و همکاران (۲۰۱۶) در چین و سعیدی و صادقی (۱۳۸۹) در حوضه‌ی جنگلی کجور در استان مازندران در بیان نقش مهارکننده موجودیت رسوب در تامین رسوب معلق حوضه‌های مطالعاتی مطابقت دارد. رگبار ۲۴ فروردین به‌رغم کاهش مقادیر میانگین بده و غلظت رسوب معلق در مقایسه با رگبار قبل، دارای مشارکت حداکثری بار رسوبی حوضه‌ای در تامین رسوبی خروجی از حوضه‌ی مورد مطالعه بود. نتایج همچنین نشان داد که به‌رغم کاهش مقادیر بده جریان و غلظت رسوب معلق طی رگبار ۲۴ فروردین ۱۳۹۳، دامنه تغییرات اندازه‌ی ذرات رسوبی در محدوده‌ی میانگین قطری برابر با ۰/۰۶۲ تا ۳۶۵/۱۹ میکرون افزایش یافت. به‌رغم افزایش مقادیر میانگین بده و رسوب معلق طی رگبار ۲۹ فروردین میزان مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای این رگبار کاهش یافت.

به‌طور کلی، بررسی نتایج به‌رغم روند مشابه تغییرات مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای در بهار ۱۳۹۳ و زمستان ۱۳۹۲ نشان‌دهنده‌ی الگوی معکوس تغییرات غلظت رسوب معلق و دامنه‌ی اندازه ذرات رسوبی طی رگبارهای بهار در مقایسه با زمستان بود. میانگین مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای در بهار ۱۳۹۳ برابر با ۴/۱۰ ± ۹۰/۷۱ درصد و نیز غلبه ذرات لای بود. یافته‌های مذکور با نتایج والینگ و همکاران (۲۰۰۰)، بلانکارد و همکاران (۲۰۱۱) و صادقی و ذاکری (۲۰۱۵)، مبنی بر اظهار بیش از ۹۰ درصد بار رسوبی حوضه‌ای به‌ترتیب در حوضه‌های مورد مطالعه در انگلستان و کجور در استان مازندران و نیز با نتایج عرب‌خدری و همکاران (۱۳۹۱) و صادقی و ذاکری (۱۳۹۲) مبنی بر غلبه ذرات لای در

Archive of SID

www.SID.ir

نمونه‌های رسوبی معلق رسیده به سامانه‌ی سطوح آبگیر و یا خروجی آبخیز، مشابه است. میانگین دامنه‌ی تغییرات اندازه‌ی ذرات در محدوده‌ی ۰/۰۶ تا ۳۳۹/۷۷ درصد بوده که در مقایسه با زمستان ۱۳۹۲ تغییر محسوسی نداشته است. نبود تفاوت رفتاری حوضه‌ی مطالعاتی در تامین رسوب خروجی رگبار طی زمستان ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ را با توجه به عدم تغییرپذیری الگوی بارشی منطقه مورد مطالعه، نبود دخالت‌های انسانی مؤثر از جمله برداشت معدن شن و ماسه، و در نتیجه عدم تغییر در نوع و میزان مشارکت منابع رسوبی موجود، و نیز ثبات رفتاری حوضه‌ی مذکور نسبت داد که در نهایت منجر به رفتار مشابه و نبود تغییرات محسوس در دامنه‌ی قطری ذرات رسوبی خروجی از حوضه در بازه‌ی زمانی مذکور شد.

بر اساس نتایج حاصل از جدول ۱ بررسی تغییرات بین رگباری مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای طی رگبارهای پائیز ۱۳۹۳ نشان‌دهنده‌ی کاهش مشارکت بار حوضه‌ای در رگبار ۲۷ مهر بود. این در حالی است که انحراف جریان آب در فصل تابستان به‌منظور آبیاری، و در نتیجه خشک بودن بستر رود، منجر به مهیا بودن رسوب قابل‌حمل و موجودیت مناسب رسوب در حوضه و در نتیجه افزایش مقادیر میانگین غلظت رسوب معلق طی رگبار ۲۷ مهر ۱۳۹۳ شد. نتایج حاصل با یافته‌های والینگ و وب (۱۹۸۲) در انگلستان، دوورت و همکاران (۲۰۱۰) در مکزیک، د-گیرولامو و همکاران (۲۰۱۵) در ایتالیا و سعیدی و صادقی (۱۳۸۹) در حوضه‌ی جنگلی کجور در استان مازندران در بیان موجودیت رسوب مطابقت دارد.

تفاوت رفتاری رگبار ۲۸ مهر نقش قابل ملاحظه‌ای را در کاهش مقدار میانگین مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای فصل پائیز در مقایسه با زمستان ۱۳۹۲ و بهار ۱۳۹۳ داشت. از طرفی بر اساس نتایج جدول ۱، متوالی بودن دو رگبار ۲۷ و ۲۸ مهر ۱۳۹۳ منجر به افزایش بیشتر مقادیر بده و غلظت رسوب معلق در رگبار ۲۸ مهر ۱۳۹۳ بود. نتایج حاصل با یافته‌های صادقی و سعیدی (۲۰۱۰) در حوضه‌ی کجور و مصطفی‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) در حوضه‌ی گلازچای مبنی بر گزارش مقادیر کمتر غلظت رسوب معلق در رگبارهای متوالی به‌دلیل کاهش منابع رسوبی، و یا ورود آب شفاف، و در نتیجه گسترش سطوح مشارکتی مغایرت داشته و با یافته‌های پریاگو و سوتو (۲۰۰۴) مبنی بر کاهش بار رسوبی در طول سیل‌های پی‌درپی همسو می‌باشد. کاهش میانگین مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای این رگبار به مقدار ۶۳/۵۰ درصد، به‌رغم افزایش غلظت رسوب معلق، را می‌توان به تحت‌تاثیر افزایش بده جریان، دست‌یابی جریان به حد قابل‌قبول آستانه حرکت ذرات، تاثیرپذیری بیش‌تر بار رسوبی آبراهه‌ای از بده جریان (گمی و همکاران، ۲۰۰۴؛ ریان و دیکسون، ۲۰۰۸ و صادقی و ذاکری، ۱۳۹۲)، دامنه دانه‌بندی ذرات آبراهه و کاهش رسوب‌های ریزدانه و قابل حمل در اثر وقوع رگبارهای متوالی (صادقی و همکاران، ۲۰۰۸ و مصطفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳) و الگوی افزایشی اندازه ذرات در رسوب خروجی حوضه ناشی از افزایش بده (صادقی و ذاکری، ۱۳۹۲) نسبت داد. از طرفی بررسی نتایج نیز نشان داد که میانگین دامنه‌ی ذرات رسوبی رگبار ۲۸ مهر ۱۳۹۳ برابر با ۹۷/۶۱±۳۳۳/۹۷ میکرون بوده، که در مقایسه با سایر رگبارهای پائیزی دامنه‌ی تغییرات گسترده‌تری داشت. بر اساس نتایج جدول ۱، حداکثر مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای در پائیز طی رگبار ۲۵ آبان ۱۳۹۲ به‌میزان ۹۲/۷۶ درصد بوده در حالی‌که حداقل مقدار رسوب خروجی از حوضه‌ی مورد مطالعه طی وقایع رگباری پائیز ۱۳۹۲ نیز متعلق به رگبار ۲۵ آبان بود. به‌رغم افزایش مقادیر میانگین غلظت رسوب معلق طی دو رگبار ۱ و ۲۲ آذر در مقایسه با رگبار ۲۵ آبان، میزان مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای کاهش یافت.

بررسی نتایج حاصل از جدول ۱ در زمینه‌ی میزان مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای در تامین رسوب رگبارهای به‌وقوع پیوسته در پائیز ۱۳۹۳ نشان‌دهنده‌ی مشارکت ۱۵/۹۶±۸۵/۸۰ درصدی بار رسوبی حوضه‌ای در رسوب خروجی طی وقایع رگباری بوده، و بر تغییرپذیری زیاد مشارکت منابع رسوبی حوضه‌ای تاکید داشت. از طرفی، بررسی مقادیر بده و رسوب معلق انتقالی طی وقایع رگبار به‌وقوع پیوسته در پائیز ۱۳۹۳ نیز نشان‌دهنده تنوع رفتاری حوضه‌ی مورد مطالعه در شرایط رگباری مختلف، و تاکیدی بر پیچیدگی‌های حاکم بر سامانه‌ی مورد مطالعه و تاثیرگذاری عوامل مهارکننده مختلف داشت. همچنین نتایج حاصل دلالت بر کاهش قابل‌ملاحظه مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای و درصد مشارکت ذرات لای در مقایسه با رگبارهای به‌وقوع پیوسته طی زمستان ۱۳۹۲ و بهار ۱۳۹۳، و به‌ویژه تحت‌تاثیر رفتار متفاوت دو رگبار متوالی ۲۷ و ۲۸ مهر بود.

بر اساس نتایج حاصل از دانه‌بندی رسوب‌های معلق انتقالی طی رگبارهای به‌وقوع پیوسته در پائیز ۱۳۹۳ (جدول ۱)، میانگین دامنه‌ی تغییرات اندازه‌ی ذرات در مقایسه با فصل بهار کاهش داشت.

به‌طور کلی، نتایج حاصل از بررسی میزان مشارکت بار رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای در تامین رسوب‌های معلق رگبارهای به‌وقوع پیوسته دوره‌ی تحقیق نیز با درنظر گرفتن شاخص اندازه‌ی ذرات ۶۳ میکرون به‌عنوان مرز بین بار رسوبی آبراهه‌ای و حوضه‌ای، دلالت بر میانگین مشارکت حداکثر و حداقل بار رسوبی حوضه‌ای در تامین رسوب خروجی از حوضه طی رگبارهای به‌وقوع پیوسته به‌ترتیب در زمستان ۱۳۹۲ به‌میزان

Archive of SID

www.SID.ir

۹۲/۱۷±۳/۱۷ درصد و در پائیز به‌مقدار ۱۵/۹۶ ±۸۵/۸۰ درصد بود. این در حالی است که فراوانی رگبارهای به‌وقوع پیوسته در پائیز ۱۳۹۲، و نیز وقوع بارش بعد از دوره‌ی خشکی تابستان منجر به مشارکت حداکثری رگبارهای پائیزی در تولید رواناب و رسوب بوده که با یافته‌های ایدا و همکاران (۲۰۱۲) و سعیدی و صادقی (۱۳۹۱) در حوضه‌ی کجور در استان مازندران مبنی بر مشارکت فصل زمستان در تولید رواناب و نیز یافته‌های صادقی و همکاران (۱۳۸۴) در حوضه‌ی هراز و سعیدی و صادقی (۱۳۹۱) در حوضه‌ی جنگلی کجور مبنی بر انتقال حداکثر مقادیر رسوب معلق به‌ترتیب در دو فصل بهار و زمستان، به‌سبب تفاوت رفتاری ناشی از ماهیت متفاوت مکان‌های مطالعاتی مغایرت دارد. به هرتقدیر، نتایج حاصل از پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات میان رگباری مشارکت رسوب حوضه‌ای یا بارشسته و همچنین آبراهه‌ای در حوضه گلاز اشنویه بر مشارکت بیش‌تر رسوب از بالادست آبخیز و و غالبا به واسطه اقدامات انجام شده در کاربری‌های منطقه دلالت داشته است. اگرچه تغییرات مشارکت رسوب‌های معلق حوضه‌ای در مقیاس رگبار نیز مورد تائید قرار گرفته است. اگرچه مستندات مرتبط با این موضوع در سطح جهان، و به‌ویژه در داخل کشور، کمتر گزارش شده است لکن تاثیرپذیری میزان مشارکت رسوب‌های معلق حوضه‌ای از تغییرات مولفه‌های رگبارها و هم‌چنین تغییرپذیری رفتار آب‌شناسی حوضه‌ها ناشی از دخالت‌های انسانی در سطح حوضه، و یا خصوصیات ذاتی فرسایش‌پذیری آن توسط والینگ و وب (۱۹۸۲)، صادقی و همکاران (۲۰۰۸)، دوورت و همکاران (۲۰۱۰)، گیلس (۲۰۱۳)، د-گیرولامو و همکاران (۲۰۱۵) و تا و همکاران (۲۰۱۶) مورد تاکید قرار گرفته است. در همین راستا دخالت‌پذیری میزان مشارکت بار معلق آبراهه‌ای از رفتار آب‌شناسی آبراهه، و بالطبع از دخالت‌های متمرکز در آن نیز مستند گمی و همکاران (۲۰۰۴)، ریان و دیکسون (۲۰۰۸) و صادقی و ذاکری (۱۳۹۲) شده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به اثرات زیان‌بار تولید و انتقال رسوب، خصوصاً طی وقایع رگبار، شناسایی منابع رسوبی و تعیین میزان مشارکت منابع رسوبی مختلف در تامین رسوب خروجی از حوضه طی وقایع رگبار از اهمیت خاصی در اجرای برنامه‌های مدیریت جامع در یک حوضه برخوردار می‌باشد. لذا می‌توان از نتایج تحقیق حاضر با هدف تعیین مشارکت منابع رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای در تامین رسوب رگبار حوضه‌ی گلازچای این‌گونه جمع‌بندی نمود، که با توجه به پیچیدگی‌های حاکم بر حوضه‌ی مورد مطالعه، تحت‌تاثیر وقوع رگبار در شرایط زمانی مختلف، واکنش حوضه و نیز نوع و میزان مشارکت هر یک از منابع تامین‌کننده‌ی رسوب معلق خروجی از حوضه‌ی مورد مطالعه طی وقایع رگبار، متفاوت بود. نتایج حاصل از دانه‌بندی رسوب‌های معلق رگبارهای به‌وقوع پیوسته طی دوره‌ی تحقیق نیز، به‌رغم تفاوت در میزان مشارکت منابع رسوبی حوضه‌ای و آبراهه‌ای در فصول مختلف، به‌طورکلی دلالت بر مشارکت عمده‌ی بار رسوبی حوضه‌ای با میانگین ۸۹/۴۵ بود. اگر چه بررسی میزان مشارکت منابع رسوبی مختلف در مقاطع زمانی و شرایط اقلیمی مختلف با دوره طولانی‌تر تحقیق و نیز توسعه آن به سایر حوزه‌های آبخیز و با ویژگی‌های متنّوع به‌منظور امکان جمع‌بندی‌های جامع و نهایی، و نیز تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در زمینه‌ی حفاظت خاک پیشنهاد می‌شود.

منابع

۱) دبیری، س.س.، صوفی، م. و طالب بیدختی، ن.، ۱۳۹۲. بررسی عملکرد سدهای اصلاحی آبخیزداری در مهار کردن رسوب (مطالعه ی موردی: حوضه‌های آبخیز شهرستان های اقلید، مرودشت و ممسنی استان فارس)، مهندسی منابع آب، ۶(۱۸): ۱-۲۲.

۲) سعیدی پ. و صادقی، س.ح.ر.، ۱۳۸۹: تحلیل رسوب‌نگارها و حلقه‌های سنجه مشاهداتی رگبارها در حوزه آبخیز آموزشی دانشگاه تربیت مدرس، پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۱۷(۱): ۹۷- ۱۱۲.

۳) سعیدی پ.، و صادقی، س.ح.ر.، ۱۳۹۱: کاربرد تحلیل مشارکت فصلی و ماهانه رواناب و رسوب معلق در مدیریت حوزه آبخیز، کنفرانس ملی مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز و تولید ملی، ملایر، ۳ اسفند، ۱۳۹۱، ۶ ص.

۴) صادقی س. ح. ر.، آقابیگی امین، س.، یثر بی ب.، وفاخواه م. و اسماعیلی ساری ع.، ۱۳۸۴: تغییرات زمانی و مکانی تولید رسوب معلق زیرحوزه‌های مهم آبخیز هراز، پژوهشنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر، ۳: ۱۵-۲۹.

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

۶) عرب‌خدری م.، کمالی ک. و حسینی م.، ۱۳۹۱. خصوصیات بافتی مواد معلق نهشته شده در سامانه‌های استحصال سیلاب، اولین کنفرانس ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، ۲۲ و ۲۳ آذر، ۱۳۹۱ ، مشهد، مرکز آموزش جهاد کشاورزی. ۴ ص.

۷) مصطفی‌زاده ر.، صادقی س.ح.ر. و سعدالدین ا.، ۱۳۹۳: تحلیل رسوب‌نمود و حلقه‌های سنجه رسوب رگبار در حوزه آبخیز گلاز اشنویه، آذربایجان غربی، پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۱ (۵): ۱۷۵-۱۹۰.

Archive of SID

www.SID.ir

8) Andermann C., Crave A., Gloaguen R., Davy P. and Bonnet S., 2012. Connecting source and transport: Suspended sediments in the Nepal Himalayas. Earth Planetary Science Letters. 351–352: 158–170.
9) 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.
10) De Girolamo A.M., Pappagallo G. and Porto A.L., 2015. Temporal variability of suspended sediment transport and rating curves in a Mediterranean river basin: The Celone (SE Italy), Catena. 128: 135–143.
11) Duvert C., Gratiot N., Evrard O., Navratil O., Nemery J., Prat C. and Esteves, M. 2010. Drivers of erosion and suspended sediment transport in three headwater catchments of the Mexican Central Highlands. Geomorphology. 123: 243-256.
12) Gellis A.C., 2013. Factors influencing storm-generated suspended-sediment concentrations and loads in four basins of contrasting land use, humid tropical Puerto Rico. Catena. 104: 39–57.
13) Gomi T., Sidle R.C. and Swanston D.N., 2004. Hydrogeomorphic linkage of sediment transport in headwater stream, Maybeso Experimental Forest, southeast Alaska, Hydrological Processes. 18: 667-683.
14) Hejduk L. and Banasik K., 2010. Variations in suspended sediment grain sizes in flood events of a small lowland river. IAHS-AISH publication: 189-196.
15) Iida T., Kajihara A., Okubo H. and Okajima K., 2012. Effect of seasonal snow cover on suspended sediment runoff in a mountainous catchment. Journal of Hydrology. 428–429: 116–128.
16) Julien P.Y., 2009. Fluvial transport of suspended solids. Encyclopedia of Inland Waters. 1: 681-683
17) Kuhnle R.A., 2013. Suspended load. Treatise on Geomorphology, 9: 124-136.
18) Periago E.L. and Soto B., 2004. Modeling wash load transport of soil in a headwater catchment cultivated by non-tillage methods, Journal of Hydrology. 287:19-33.
19) Pietron J., Jarsjo J., Romanchenko R. and Chalov S., 2015. Model analyses of the contribution of in-channel processes to sediment concentration hysteresis loops, Journal of Hydrology. 527: 576–589.
20) Ryan S.E. and Dixon M.K., 2008. Spatial and temporal variation in stream sediment load using examples from the Gros Ventre Range, Wyoming, USA, Gravel-Bed Rivers VI: From Process Understanding to River Restoration. 6(11): 387-407.
21) Sadeghi S.H.R., Aghabeigi Amin S., Vafakhah M., Yasrebi B. and Esmaeili Sari A., 2006. Suitable drying time for suspended sediment samples, Iran, P 71. International Sediment Initiative Conference, Khartoum, Sudan. Nov. 12–16.
22) Sadeghi S.H.R., Mizuyama T., Miyata S., Gomi T., Kosugi K., Fukushima T., Mizugaki S. and Onda Y., 2008. Determinant factors of sediment graphs and rating loops in a reforested watershed. Journal of Hydrology. 356: 271–282.
23) Sadeghi S.H.R. and Saeidi P., 2010. Reliability of sediment rating curves for a deciduous forest watershed in Iran, Hydrological Sciences Journal. 55(5): 821–831.
24) Sadeghi S.H.R. and Zakeri M.A., 2015. Partitioning and Analyzing Temporal Variability of Wash and Bed Material Loads in a Forest Watershed in Iran, Journal of Earth System Science. 24(7): 1503-1515.
25) Sun, L. Yan M., Cai Q. and Fang H., 2015. Suspended sediment dynamics at different time scales in the Loushui River, south-central China, Catena. doi:10.1016/j.catena.2015.02.014.
26) Ta W., Wang H. and Jia X., 2016. Suspended sediment transport response to upstream wash-load supply in the sand-bed reach of the Upper Yellow River, China, Journal of Hydrology. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.06.051.
27) Walling D.E. and Webb B.W., 1982. Sediment availability and the prediction of storm-period sediment yields. Recent developments in the explanation and prediction of erosion and sediment yield, IAHS Publication. 137: 327–337.
28) Walling D. E., Owens P. N., Waterfall B. D., Leeks G. J. and 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.

Archive of SID

www.SID.ir

29) Walling D.E., Collins A.L., Sichingabula H.A. and Leeks G.J.L., 2001. Integrated assessment of catchment suspended sediment budgets: A Zambian Example. Land Degradation and Development. 12: 387-415.

Archive of SID

www.SID.ir