نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

سال دهم- شماره ۳۲- بهار ۱۳۹۵

Vol. 10, No. 32, Spring 2016

مقایسه توانرسوب‌دهی واحدهای سنگ‌شناسی با استفاده از شاخص نسبی رنگ رسوبات (مطالعه موردی: حوزه آبخیز ورتوان- قزوین)

جمال مصفایی[۱] و محمدرضا اختصاصی[۲]

تاریخ دریافت :۹۲/۱۰/۲ تاریخ پذیرش :۹۴/۱۱/۹

چکیده

خاک یکی از اصلی‌ترین سرمایه‌های ملی هر کشوری است که باید تدابیر جدی برای حفظ، نگهداری و احیاء آن اتخاذ گردد. نخستین گام برنامه‌ریزی برای اجرای برنامه‌های حفاظت و کنترل فرسایش خاک، کسب اطلاع از میزان فرسایش و تعیین اهمیت نسبی منابع رسوب و در نتیجه شناسایی مناطق بحرانی در داخل حوزه آبخیز می‌باشد. هدف اصلی این تحقیق تعیین توان نسبی هر یک از واحدهای سنگ‌شناسی حوضه ورتوان در تولید رسوب حوزه، از طریق مقایسه رنگ قطر میانه دانه‌های رسوب با رنگ‌دانه‌های خاک موجود در هر واحد سنگ‌شناسی است. نتایج نشان داد که ذرات تخریبی هر واحد سنگ‌شناسی، تقریباً یک نوع رنگ غالب را تشکیل می‌دهند درحالی‌که نمونه‌های رسوب از ترکیب ذرات با رنگ‌های مختلف تشکیل یافته‌اند. نتایج آزمون تی مستقل بین مقادیر میانگین رنگدانه مشاهداتی و میانگین رنگدانه مورد انتظار حاکی از آن است که به جز واحد سنگ‌شناسی آندزیت سایر واحدهای سنگ‌شناسی حوزه توان رسوب‌دهی متفاوتی از مقادیرمورد انتظار در تولید رسوب داشته‌اند. همچنین نتایج نشان داد که توان نسبی تولید رسوب به ترتیب در واحدهای سنگ‌شناسی حاوی رنگ‌دانه‌های سیاه (شیل ذغالی)، سفید و قرمز (توف‌های پلاژیوکلازدار و مادستون قرمز)، سبز (ماسه سنگ)، خاکستری (آندزیت) و در نهایت قهوه‌ای (آهک اوربیتولین‌دار، آهک‌های شیلی، ماسه‌سنگ قرمز و توف) کاهش می‌یابد. علاوه براین روش منشایابی با استفاده از رنگ‌دانه‌های رسوب روشی با ارزش برای تعیین توان نسبی رسوب‌دهی واحدهای مختلف سنگ‌شناسی می‌باشد.

کلید واژه‌ها: منابع رسوب، منشایابی، رسوب‌دهی نسبی، رنگ‌دانه‌ها.

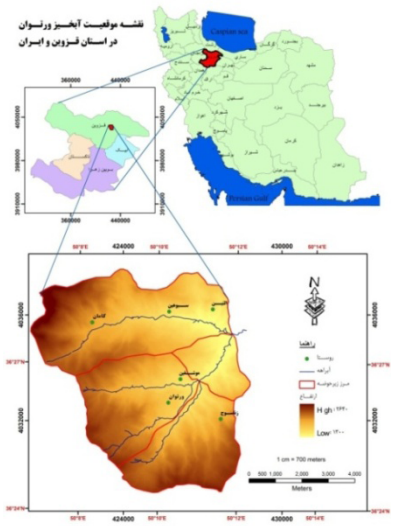
مقدمه

خاک یک منبع طبیعی با ارزش است که تمام فعالیت‌های اکوسیستم در آن انجام شده و نیازهای مختلف را به طور مستقیم و غیرمستقیم برآورده می‌نماید. فرسایش خاک سبب مسائل زیست‌محیطی فراوانی از قبیل تخریب منابع آب، کاهش حاصل‌خیزی خاک، تخریب مرتع و اراضی کشاورزی، بیابان‌زایی، سیلاب، پر شدن مخازن سدها از رسوب، آلودگی زیستگاه‌های آبزیان و ... می‌شود. لذا باید تدابیر جدی برای حفظ و نگهداری از آن اتخاذ گردد. کسب اطلاع از میزان هدررفت خاک و رسوبات خارج شده از منابع مختلف رسوب، برای تکامل مدل‌های فرسایش خاک بسیار مفید است. در واقع نخستین گام برنامه‌ریزی، کسب آگاهی از وضعیت فرسایش خاک است تا بر پایه آن اقدامات لازم برای اصلاح وضعیت صورت گیرد [۱۳]. برای اجرای برنامه‌های حفاظت خاک و کنترل فرسایش، تعیین اهمیت نسبی منابع رسوب و در نتیجه شناسایی مناطق بحرانی در داخل حوزه آبخیز بسیار حائز اهمیت می‌باشد. بنابراین نیاز مبرمی به استفاده از تکنیک‌هایی است که اهمیت نسبی منابع رسوب را با دقت مناسب و هزینه مقرون‌به‌صرفه مشخص نمایند [۵]. با تعیین اهمیت نسبی منابع رسوب و سهم آن‌ها در رسوبات خروجی از حوزه آبخیز، می‌توان مناطق حساس به فرسایش در آبخیز را مشخص نمود و در نتیجه با تمرکز اقدامات حفاظت خاک و کنترل رسوب در این مناطق، میزان کارآیی این اقدامات را افزایش داد.

روش‌های زیادی برای تعیین سهم منابع رسوب وجود دارد که از جمله می‌توان به کاربرد مدل‌های مختلف تجربی و پایه فیزیکی برآورد فرسایش و رسوب، پلات‌های فرسایشی، بررسی‌های چشمی منابع رسوب از طریق عکس‌ها و مشاهدات صحرایی [۵]، اندازه‌گیری بار رسوبی در انتهای زیرحوزه‌های اصلی [۲۰]، اشاره کرد. کولینز و لوگران بیان می‌کنند که کاربرد بعضی از روش‌ها معمولاً با مشکلات نمونه‌گیری مکانی و زمانی و تنگناهای اجرایی مواجه بوده و بعضی از آن‌ها نیز احتیاج به زمان و هزینه نسبتاً زیادی دارند [٤ و ١٠]. لذا در سال‌های اخیر استفاده از روش انگشت‌نگاری که روشی متکی بر خصوصیات رسوب می‌باشد به عنوان جایگزین روش‌های سنتی یاد شده توجه محققین مختلف را جلب نموده است [٤ و ١٨ و ١٥]. مهم‌ترین اصل این روش مقایسه خصوصیات شیمیایی، فیزیکی، آلی

۱- نویسنده مسئول و دکتری آبخیزداری، دانشگاه یزد. پست الکترونیک: jamalmosaffaie@yahoo.com
۲- استاد، گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه یزد

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت آبخیز ورتوان در استان قزوین و ایران
Fig1. Location map of Vartavan catchment

و بیولوژیک منابع مختلف رسوب با رسوب خروجی از حوزه است که می‌توان سهم منابع مختلف رسوب را با به‌کارگیری روش‌های مختلف آماری تعیین نمود.

مرور مطالعات گذشته نشان می‌دهد که محققین مختلف از این تکنیک برای تعیین سهم انواع منابع رسوب استفاده کرده‌اند که از جمله انواع منابع رسوب می‌توان به کاربری [۱۷ و ۱۶]، فرسایش‌های سطحی و زیرسطحی [۱۳ و ۱۷ و ۱۶ و ۶ و ۷]، واحدهای سنگ‌شناسی [۳ و ۱۹ و ۱ و ۱۴] و یا زیرحوزه‌ها [۹ و ۲ و ۱۹ و ۸] و ترکیبی از تمام منابع [۱۹ و ۳] اشاره نمود. همچنین برای به‌کارگیری تکنیک انگشت‌نگاری از خصوصیات مختلف رسوب و منابع رسوب استفاده شده است که از جمله می‌توان به خصوصیات عنصری [۱۳ و ۸]، ترکیب کانی‌شناسی [۲۱]، بیولوژیکی [۱۴] و رنگ [۱۱] اشاره نمود.

مرور تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که بیشتر مطالعات انجام شده در زمینه منشایابی رسوبات، نیاز به زمان و ادوات آزمایشگاهی پیشرفته و یا هزینه نسبتا زیادی جهت انجام آزمایشات مربوطه دارد که تا حدود زیادی کاربرد آنها را متاثر می‌سازد. در این تحقیق سعی گردید توان رسوب‌زایی نسبی هر یک از واحدهای سنگ‌شناسی موجود در حوزه آبخیز ورتوان را، از طریق مقایسه رنگ‌دانه‌های رسوب دارای دامنه قطری بیشترین فراوانی با رنگ‌دانه‌های موجود در هر واحد سنگ‌شناسی، تعیین نمود. با استفاده از نتایج این تحقیق می‌توان اقدامات کنترل فرسایش خاک را در منابع اصلی تولید رسوب متمرکز کرده و کارآیی این اقدامات را افزایش داد.

روش تحقیق

معرفی منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز ورتوان قزوین با مساحتی معادل ۴۸۱۱ هکتار، بین مختصات ۲۴ ° ۳۶ تا ۲۹ ° ۳۶ عرض شمالی و ۷ ° ۵۰ تا ۱۲ ° ۵۰ طول شرقی و در فاصله ۳۰ کیلومتری شمال شهر قزوین واقع گردیده است(شکل ۱).

تیپ اراضی سطح حوزه عمدتاً کوهستانی بوده و ارتفاع حداقل این حوزه ۱۳۰۰ متر، ارتفاع حداکثر ۲۶۴۰ متر بالاتر از سطح دریای آزاد است. شیب متوسط حوزه ۲۲ درجه و جهت عمومی شیب، شمال شرقی می‌باشد.

روش نمونه‌برداری و تعیین رنگ نمونه‌ها

ابتدا نقشه‌های زمین‌شناسی رقومی با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ مربوط به منطقه تهیه و شناخت کلی از سازندها و واحدهای سنگی موجود در منطقه بدست آمد. در مرحله بعد با بکارگیری تصاویر Google earth و تکنیک‌های مختلف سنجش از دور از قبیل تجزیه و تحلیل تصاویر ETM+ و ساخت ترکیبات مختلف رنگ‌مجازی و کنترل و بازدیدهای گسترده صحرایی مرز واحدهای سنگ‌شناسی تدقیق گردید.

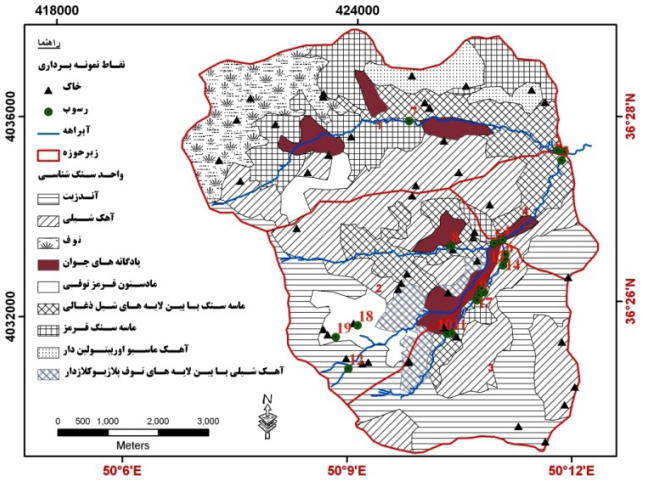
نقشه اولیه نقاط نمونه‌برداری با توجه به نقشه سنگ‌شناسی و نقشه زیرحوزه‌ها تهیه گردید. برای نمونه‌برداری از منابع مختلف رسوب از دامنه‌های هر واحد سنگ نمونه‌هایی از عمق ۵-۰ سانتی‌متری توسط یک بیلچه فلزی ضدزنگ [۱۹]، از شیب مد حوضه (۲۲ درجه) و کاربری مرتع که کاربری غالب حوزه می‌باشد برداشت شد. برای هر نمونه در حوالی محل نمونه‌گیری تعدادی نمونه از خاک سطحی جمع‌آوری و با یکدیگر مخلوط و به مقدار کافی از آن (حدود سه کیلوگرم) به آزمایشگاه منتقل شد. از هر واحد سنگ‌شناسی بسته به مساحت واحد تعداد ۸-۳ نمونه و در مجموع تعداد ۴۵ نمونه خاک برداشت گردید. برای نمونه‌برداری از رسوبات انتقالی نیز، ابتدا نقشه آبراهه‌های اصلی و فرعی حوزه تهیه گردید و از انتهای حوزه اصلی و انتهای زیرحوزه‌ها و قسمت‌های فوقانی آبراهه‌ها مجموعاً به تعداد ۱۹ نمونه رسوب از محل انباشت رسوبات (چالاب‌های موجود در بستر آبراهه) نمونه‌برداری گردید. نمونه‌برداری از انتهای زیرحوزه‌های اصلی باعث می‌شود در صورت تنوع واحدهای سنگ‌شناسی، سهم آنها با دقت بالاتری تعیین گردد.

پس از خشک‌کردن نمونه‌ها در هوای آزاد و دمای ۲۰ درجه اتاق، نسبت به دانه‌بندی آن‌ها به روش الک خشک و بر اساس استاندارد بین‌المللی ASTM اقدام گردید و با استفاده از نرم‌افزار GR-gragh شاخص‌های مختلف گرانولومتری از جمله قطر میانگین، قطر میانه (مد)، نمودار دانه‌بندی نمونه‌ها و منحنی تجمعی فراوانی به روش ترسیمی فولک محاسبه شد. از هر نمونه تعداد ۱۰۰ دانه از دانه‌های موجود در محدوده مد رسوبات (قطر ۲۵۰ میکرون، که قطر معادل سیلت و حساس‌ترین ذرات به فرسایش آبی نیز می‌باشد) به صورت تصادفی انتخاب و در زیر بینوکولر رنگ هر دانه تعیین و درصد رنگ‌دانه‌های موجود در هر نمونه محاسبه گردید.

تحقیقات والینگ نشان داده که سهم منابع مختلف رسوب توسط فعل و انفعال پیچیده سه مقاومت مورفولوژیکی (حساسیت به

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- نقشه نقاط نمونه‌برداری و زمین‌شناسی به روش پردازش تصویر ماهواره‌ای +ETM

Fig2. RS lithology map and sampling points map of Vartavan catchment

فرسایش)، مکانی (مجاورت منبع رسوب به رودخانه)، و فیلتری (تراکم جاده‌ها، مسیرها، زهکش‌های مزارع، و نیز چپرها و نوارهای بافری) کنترل می‌شود [۱۸]. درصد رنگ‌دانه‌های مورد انتظار در رسوبات با فرض یکسان بودن مقاومت‌های فوق باید تابعی از مساحت واحدهای مختلف سنگ‌شناسی بالادست نقطه نمونه‌برداری رسوب و نسبت درصد رنگ‌دانه‌های موجود در هر واحد باشد و لذا می‌توان درصد رنگ‌دانه‌های مورد انتظار در رسوبات خروجی را بر اساس رابطه یک محاسبه نمود.

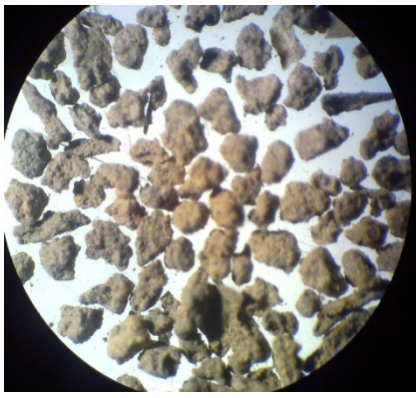
رابطه یک:

که Xi : درصد مورد انتظار رنگدانه iام در رسوب (i= 1،2،.....،m) و m تعداد رنگ‌های مختلف دانه‌ها می‌باشد.aj: مساحت واحد سنگ‌شناسیjام، xij : مقدار میانگین درصد رنگدانه موجود در واحد سنگ‌شناسیjام و n: تعداد واحدهای سنگ‌شناسی موجود در بالادست نقطه نمونه‌برداری رسوب می‌باشد.با تکرار رابطه یک برای هر یک از رنگ‌دانه‌ها می‌توان درصد مورد انتظار رنگ‌دانه‌ها را برای هر یک از نقاط نمونه‌برداری رسوب محاسبه نمود. از طرفی با شمارش رنگ‌دانه‌های موجود در هر نمونه رسوب می‌توان درصدهای مشاهداتی رنگ‌دانه‌های مختلف را در هر یک از نمونه‌های رسوب بدست آورد.

در هر نمونه رسوب و برای هر یک از رنگ‌دانه‌ها چنانچه تعداد رنگ‌دانه مشاهداتی، بیشتر از تعداد مورد انتظار باشد نشانه آنست که توان رسوب‌زایی رنگ‌دانه بیش از مقدار مورد انتظار بوده است و برعکس. لذا برای هر نمونه رسوب می‌توان با استفاده از رابطه دو، رنگ‌دانه‌های با توان رسوب‌زایی بالا را تعیین نمود.

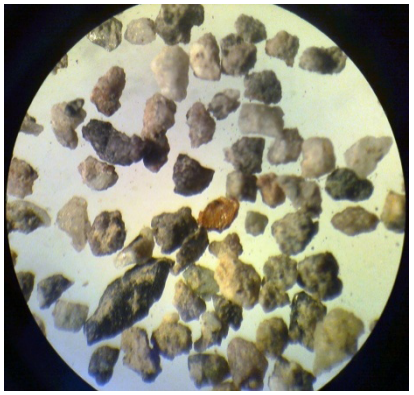
رابطه دو: ۱ <نسبت درصد رنگ‌دانه مشاهداتی به مورد انتظار

چنانچه نسبت درصد رنگ‌دانه مشاهداتی به درصد رنگ‌دانه مورد انتظار را برای تمامی نمونه‌های رسوب محاسبه کنیم، می‌توان با داشتن



خاک ماسه‌سنگ قرمز (رنگ‌دانه‌هاییکسان)

Red sandstone soil (similar pigments)



رسوب شماره ۲ (رنگ‌دانه‌های مختلط)

Sediment No. 2 (complex pigments)

شکل ۳- نمونه‌ای از تصاویر رنگ‌دانه‌های رسوب و خاک در زیر بینوکولر

Fig3. Examples of Sediment and soil pigment images under binocular

درصد نمونه‌های رسوبی که رابطه دو برای آنها صادق است توان رسوب‌زایی رنگ‌دانه‌های مختلف را بدست آورد بدین صورت که هر قدر درصد نمونه‌های رسوبی که رابطه دو برای آنها صادق است بالاتر باشد آن رنگ‌دانه توان نسبی رسوب‌زایی بالاتری نیز خواهد داشت. بعبارت دیگر در شرایط رسوب‌زایی برابر رنگ‌دانه‌ها انتظار می‌رود که رابطه دو برای پنجاه درصد از نمونه‌های رسوب برقرار باشد. انحراف از درصد پنجاه به درصدهای بالاتر و پائین‌تر به ترتیب نشانه توان رسوب‌زایی بالاتر و پائین‌تر رنگ‌دانه‌ها خواهد بود.

جهت بررسی معنی‌دار بودن تفاوت بین مقادیر مشاهداتی و مورد انتظار رنگ‌دانه‌ها از آزمون آماری تی مستقل استفاده گردید. میزان تفاوت بین مقادیر مورد انتظار و مقادیر مشاهداتی رنگ‌دانه‌های رسوب، در واقع بیانگر اختلاف در نرخ رسوب‌دهی واحدهای مختلف سنگ‌شناسی می‌باشد.

نتایج

با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای در نهایت نه واحد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- درصد مساحت واحدهای سنگ‌شناسی در بالادست نقاط نمونه‌برداری رسوب

Table1. Area percentage of lithological units in the upstream of the sediment sampling points

رسوب	توف پلاژیوکلازدار	آهک اوربیتولیندار	مادستون قرمز	توف	ماسه سنگ قرمز	ماسه سنگ	آندزیت	آهک شیلی	شیل ذغالی
Sediment	Light tuff	Orbitolina limestone	Red mudstone	Dark tuff	Red sandstone	Sandstone	Andesite	Shale limestone	Black shale
1	3.3	3.9	5	9.6	12.7	12.9	22.1	28.6	1.8
2	0	9.4	4	23.1	27.6	12.7	1.3	20.1	1.8
3	5.6	0	5.8	0	2.2	13.1	36.9	34.6	1.9
4	6.6	0	6.8	0	1.9	10.5	38.8	33.7	1.5
5	8.9	0	13.4	0	1.4	16.7	27	30.2	2.4
6	4.3	0	0	0	2.4	4.1	51.1	37.5	0.6
7	0	1.6	6.5	37.5	33.2	3	2	15.7	0.4
8	0.4	0	7.9	0	0	20.1	22	46.7	2.9
9	9.6	0	0	0	2.9	8.3	46.5	31.5	1.2
10	14.2	0	0	0	0	8.2	54.2	22.2	1.2
11	0	0	0	0	1.4	6.4	37.4	53.8	0.9
12	0	0	0	0	0	0	100	0	0
13	0	0	0	0	0	0	29.9	70.1	0
14	0	0	0	0	0	0	71.9	28.1	0
15	0	0	0	0	0.4	0.3	82.8	16.5	0
16	6.1	0	0	0	3.4	5.7	55.6	28.4	0.8
17	0	0	0	0	11.8	0.2	51.7	36.3	0
18	0	0	40.1	0	0	0	59.9	0	0
19	0	0	17.8	0	0	0	82.2	0	0

سنگ‌شناسی شامل آندزیت، توف، مادستون قرمز، ماسه‌سنگ شمشک، آهک اوربیتولین‌دار، آهک شیلی، شیل ذغالی، ماسه سنگ قرمز و توف‌های پلاژیوکلازدار در حوزه ورتوان شناسایی گردید که در شکل دو نقشه آنها به همراه نقاط نمونه‌برداری خاک و رسوب ارائه گردیده است. پس از برداشت نمونه‌های رسوب، مرز حوزه بالادست آن‌ها بسته شد و مساحت و درصد مساحت واحدهای مختلف سنگ‌شناسی موجود در بالادست این نقاط در محیط GIS محاسبه گردید که نتایج آن در جدول یک ارائه شده است.

جدول دو بیانگر درصد رنگ‌دانه‌های موجود در هر یک از واحدهای سنگ‌شناسی می‌باشد که از شمارش ذرات با قطر ۲۵۰ میکرون در زیر بینوکولر حاصل گردیده است (شکل ۳).

بر این اساس غالب رنگ‌دانه‌های هر واحد سنگ‌شناسی، تقریباً از یک رنگ تشکیل شده‌اند (اشکال٤ و ٥) که توف‌های پلاژیوکلازدار از رنگ‌دانه‌های سفید، مادستون قرمز از رنگ‌دانه‌های قرمز، ماسه‌سنگ شمشک از رنگ‌دانه‌های سبز، شیل ذغالی از رنگ‌دانه‌های سیاه و واحدهای آهک اوربیتولین‌دار، توف، ماسه‌سنگ و آهک شیلی همگی از رنگ‌دانه‌های قهوه‌ای تشکیل شده‌اند و تنها در مورد واحد سنگ‌شناسی آندزیت است که ۲۵ درصد رنگ‌دانه‌ها از رنگی غیر از رنگ غالب خاکستری تشکیل شده‌اند.

درصد رنگ‌دانه‌های مورد انتظار در هر نمونه رسوب که با توجه به درصد رنگ‌دانه‌ها و مساحت واحدهای سنگ‌شناسی واقع در بالادست هر نمونه رسوب محاسبه گردیده است به همراه درصد رنگ‌دانه‌های مشاهداتی هر یک از نمونه‌های رسوب در جدول سه ارائه گردیده است.

در هشتاد و چهار درصد از نمونه‌های رسوب، تعداد رنگ‌دانه‌های سیاه مشاهداتی بیشتر از رنگ‌دانه‌های سیاه مورد انتظار است بنابراین واحدهای سنگ‌شناسی دارای رنگ سیاه (شیل ذغالی) بیشترین توان رسوب‌دهی را دارند.در هفتاد و چهار درصد نمونه‌ها، تعداد

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲- درصد رنگ‌دانه‌های موجود در واحدهای سنگ‌شناسی حوزه ورتوان

Table2.Percentage of existing pigments in lithological units of Vartavan catchment

واحد سنگ شناسی	تعداد نمونه	سیاه	سفید	سبز	خاکستری	قرمز	قهوه‌ای	مجموع
Lithology unit	.Samples No	black	white	green	gray	red	brown	SUM
توف پلاژیوکلازدار	4	3	97	0	0	0	0	100
آهک اوربیتولیندار	4	0	0	0	0	0	100	100
مادستون قرمز	4	4	0	0	0	96	0	100
توف	5	9	0	0	0	0	91	100
ماسه سنگ	6	0	0	0	0	0	100	100
ماسه سنگ شمشک	5	0	0	100	0	0	0	100
آندزیت	6	10	7	3	75	0	5	100
آهک شیلی	8	0	0	0	0	0	100	100
شیل ذغالی	3	100	0	0	0	0	0	100

شکل٤ - تفاوت رنگ ذرات خاک واحدهای مختلف سنگ شناسی حوزه ورتوان

Fig4. Color differences of soil particles of various lithological units in Vartavan catchment

رنگ‌دانه‌های سفید و قرمز مشاهداتی بیشتر از مورد انتظار بوده ولذا واحدهای دارای رنگ‌دانه‌های سفید و قرمز (به ترتیب توف‌های پلاژیوکلازدار و مادستون قرمز) نیز از توان رسوب‌زایی نسبتا زیادی برخوردارند. تعداد رنگ‌دانه‌های سبز مشاهداتی در شصت و سه درصد از نمونه‌ها بیشتر از مورد انتظار بوده و در نتیجه پتانسیل تولید رسوب این واحد قابل توجه می‌باشد. اما در مورد رنگ‌دانه‌های خاکستری، تعداد مشاهداتی این رنگدانه در پنجاه و سه درصد از نمونه‌های رسوب کمتر از تعداد مورد انتظار بوده و بنابراین واحدهای

Archive of SID
www.SID.ir

شکل۵ – شباهت رنگ درون گروهی و تفاوت رنگ بین گروهی ذرات خاک واحدهای مختلف سنگ شناسی

Fig5.Color similarity within groups and color differences between-groups of soil particles of various lithological units

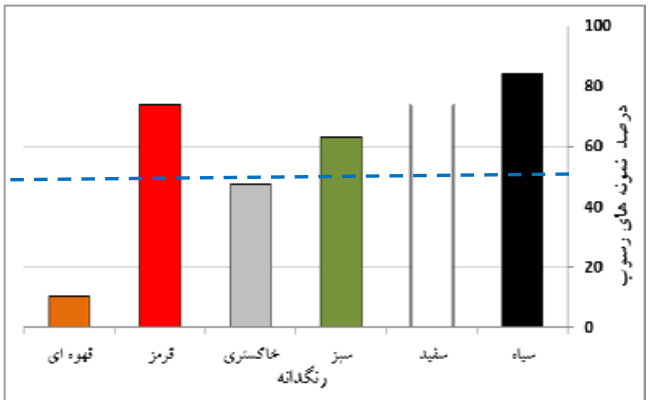
جدول۳- درصد رنگ‌دانه‌های مورد انتظار و مشاهداتی موجود در نمونه‌های رسوب

Table3.Percentage of expected and observedpigments in sediment samples

رنگدانه pigment	سیاه (black)		سفید (white)		سبز (green)		خاکستری (gray)		قرمز (red)		قهوه‌ای (brown)	
رسوب (sediment)	مشاهداتی(observed)	انتظار (expected)	مشاهداتی(observed)	انتظار (expected)	مشاهداتی(observed)	انتظار (expected)	مشاهداتی(observed)	انتظار (expected)	مشاهداتی(observed)	انتظار (expected)	مشاهداتی(observed)	انتظار (expected)
1	8	5	15	5	11	14	19	17	16	5	32	55
2	18	4	16	3	6	13	17	2	15	4	27	74
3	13	6	13	8	15	14	33	28	13	5	15	39
4	7	6	8	9	24	12	37	29	6	6	18	38
5	13	6	9	10	15	18	38	20	9	13	16	33
6	17	6	23	8	20	6	16	38	6	0	20	42
7	9	4	3	0	0	3	24	2	14	6	51	85
8	10	6	6	2	7	21	46	17	1	7	29	48
9	19	6	19	12	17	10	23	35	6	0	15	37
10	4	7	12	17	16	10	29	41	12	0	28	25
11	3	5	2	2	18	8	30	28	13	0	34	57
12	30	10	26	7	14	3	21	75	9	0	0	5
13	11	3	7	2	15	1	42	22	6	0	19	72
14	13	7	9	5	24	2	24	54	0	0	30	32
15	14	8	23	6	15	3	25	62	4	0	19	21
16	14	7	8	10	19	8	25	42	3	0	31	35
17	5	5	8	3	12	2	20	39	17	0	37	51
18	11	8	11	4	0	2	40	45	23	38	15	3
19	2	6	0	5	3	3	69	62	14	20	11	4
T-test sig.	0.019		0.01		0.045		0.543		0.034		0.009	

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٦-درصد رنگ‌دانه‌های مشاهداتی بیشتر از مورد انتظار

Fig6. Percentage of samples with observed pigments higher than expected

دارای رنگدانه خاکستری (آندزیت)، رسوب‌زایی تقریباً متوسطی را به نسبت سایر واحدهای حوزه دارند. واحدهای با رنگ‌دانه‌های غالب قهوه‌ای (آهک اوربیتولین‌دار، آهک‌های شیلی، ماسه‌سنگ قرمز و توف) نیز کمترین توان تولید رسوبرا در حوزه آبخیز ورتوان دارا می‌باشند زیرا در نود درصد نمونه‌های رسوب، تعداد رنگ‌دانه‌های مشاهداتی کمتر از تعداد مورد انتظار است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج شمارش رسوبات با رنگ‌دانه‌های مختلف نشان داد که هر یک از واحدهای سنگ‌شناسی حوزه ورتوان معمولا از یک نوع رنگ‌دانه غالب تشکیل شده‌اند درحالی‌که نمونه‌های رسوب مخلوطی از رنگ‌دانه‌های مختلفی‌باشند. نتایج مربوط به آزمون تی مستقل حاکی از آنست که به جز رنگ‌دانه‌های خاکستری، در مورد سایر رنگ‌دانه‌ها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین مقادیر میانگین رنگ‌دانه مشاهداتی و میانگین رنگ‌دانه مورد انتظار در سطح اطمینان پنج درصد وجود دارد.این موضوع بدین معناست که به جز واحد سنگ‌شناسی آندزیت (واحد حاوی رنگ‌دانه‌های خاکستری) سایر واحدهای سنگ‌شناسی حوزه ورتوان سهمی متفاوت از مقادیر مورد انتظار در تولید رسوب داشته‌اند.

توان نسبی تولید رسوب به ترتیب در واحدهای سنگ‌شناسی حاوی رنگ‌دانه‌های سیاه (شیل ذغالی)، سفید و قرمز (توف‌های پلاژیوکلازدار و مادستون)، سبز (ماسه‌سنگ شمشک)، خاکستری (آندزیت) و در نهایت قهوه‌ای (آهک اوربیتولین‌دار، آهک‌های شیلی، ماسه‌سنگ قرمز و توف) کاهش می‌یابد که این نتایج با یافته‌های مصفایی و همکاران در خصوص ترتیب توان نسبی تولید رسوب با استفاده از تله‌های رسوبگیر در آبخیز ورتوان هم راستا می‌باشد [۱۲]. البته باید به خاطر داشت که ترتیب یاد شده تنها مربوط به پتانسیل رسوب‌دهی واحدهای سنگ‌شناسی بوده و از آنجا که مساحت هر یک از این واحدها در حوزه متفاوت می‌باشد لذا ترتیب مذکور نیز به منزله ترتیب سهم واحدهای سنگ‌شناسی نخواهد بود.

به طور کلی روش منشایابی با استفاده از رنگ‌دانه‌های رسوب قادر به تعیین مناسب توان واحدهای سنگ‌شناسی در حوزه ورتوان است که با نتایج مارتینز و همکاران [۱۱] که به نتایج مشابهی در مورد استفاده از رنگ به عنوان ردیاب رسوبات دست یافته بودند مطابقت دارد. این روش مزایای زیادی نسبت به سایر روش‌های مستقیم و غیر مستقیم دارد که از آن جمله می‌توان به سرعت بالا و اقتصادی بودن آن اشاره نمود. به‌عبارتی در این روش تنها نیاز به جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل نمونه‌های خاک و رسوب به جای پایش درازمدت و گران‌قیمت فرسایش و حمل رسوب می‌باشد. بنابراین توصیه می‌شود برای افزایش راندمان عملیات اجرایی کاهش فرسایش و رسوب، به منظور تعیین اهمیت نسبی رسوب‌دهی واحدهای مختلف سنگ‌شناسی و در نتیجه شناسایی مناطق بحرانی و حساس به فرسایش از این روش استفاده شود.

منابع

1- Amiri, M., 2002. Sourcing colloids (clay minerals) and silt deposit of Kabodar-ahang waters priding station, Technical report. Soil conservation and watershed management research center of Iran, pp. 101. (In persian)

2- Bottrill, L.J., Walling, D.E., Leaks, G.J.L., 2000. Using recent overbank deposits to investigate contemporary sediment sources in larger river basins. In: Foster, I.D.L. (ed). Tracers in Geomorphology. Wiley, 369-387.

3- Collins, A.L., Walling, D.E., and Leeks, G.J.L. 1998. Use of composite fingerprints to determine the spatial provenance of the contemporary suspended sediment load transported by rivers. Earth Surface Processes and Landforms 23: 31–52.

4- Collins, A.L., and Walling, D.E. 2004. Documenting catchment suspended sediment sources: problems, approaches and prospects. Progress in Physical Geography 28: 159–196.

5- Collins, A.L., and Walling, D.E. 2002. Selecting fingerprint properties for discriminating potential suspended sediment sources in river basins. Journal of Hydrology 261: 218-244.

6- Hakimkhani, Sh., 2010. Assessing Relative Importance of Erosion Types in Sediment Yield (Case study: Ghara-aghaj Watershed, Makoo). Journal of Range and Watershed Management 63(1): 13-27. (In persian)

Archive of SID

www.SID.ir

7- Hakimkhani, Sh., Ahmadi, H., Ghayoumian, J., 2009. Determining erosion types contributions to the sediment yield using sediment fingerprinting method (Case study: Margan watershed, Makoo). Iranian Journal of Soil and Waters Sciences, 19(1): 83-94.

8- Hakimkhani, Sh., Ahmadi, H., 2008. Determining subbasins contributions to sediment yield using sediment fingerprinting method (Case study: Margan basin, Pouldasht, Makoo). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 15, 181-191. (In persian)

9- Juracek, K. E., and Ziegler, A. C., 2009. Estimation of sediment sources using selected chemical tracers in the Perry lake basin, Kansas, USA. International Journal of Sediment Research 24: 108–125.

10- Loughran, R.J., and Campbell, B.L. 1995. The identification of catchment sediment sources. In: Foster, I.D.L., Gumell, A.M, Webb, B.W. (Eds.). Sediment and Water Quality in River Catchments. Wiley, Chichester, Pp. 189-205.

11- Martinez-Carreras, N., Udelhoven, T., Krein, A., Gallart, F., Iffly, J., Ziebel, Johanna., Hoffmann, L., Pfister, L., Walling, D.E., 2010. The use of sediment color measured by diffuse reflectance spectrometry to determine sediment sources: Application to the Attert River catchment (Luxembourg). Journal of Hydrology 382: 49–63.

12- Mosaffaie, J., Ekhtesasi, M.R., Dastorani, M.T., Azimzadeh, H.R., Zare Chahuki, M.A. 2014. Temporal and spatial variations of the water erosion rate.Arab J Geosci.DOI 10.1007/s12517-014-1628-z.

13- Nazari Samani A., Wasson R.J., Malekian A. 2011. Application of multiple sediment fingerprinting techniques to determine the sediment source contribution of gully erosion: Review and case study from Boushehr province southwestern , Iran, Progress in Physical Geography,35:3:375-391. (In persian)

14- Nosrati, K., Govers, G., Ahmadi, H., Sharifi, F., Amoozegar, M.A., Merckx, R., Vanmaercke, M., 2011. An exploratory study on the use of enzyme activities as sediment tracers: biochemical fingerprints?. International Journal of Sediment Research 26: 136-151.

15- Peart, M.R., and Walling, D.E. 1988. Techniques for establishing suspended sediment sources in two drainage basins in Devon, UK: a comparative assessment. In: Bordas, M.P. and Walling, D.E., Sediment budgets: IAHS Publication No. 174: 269–279 (Wallingford).

16- Russell, M.A., Walling, D.E., and Hodgkinson, R.A. 2001. Suspended sediment sources in two small lowland agricultural catchments in the UK. Journal of Hydrology 252: 1-24.

17- Walden, J., Slattery, M.C., Burt, T.P., 1997. Use of mineral magnetic measurements tofingerprint suspended sediment sources: approaches and techniques for data analysis. Journal of Hydrology. 202: 353-372.

18- Walling, D.E. 2005. Tracing suspended sediment sources in catchments and river systems. Science of the Total Environment 344: 159-184.

19- Walling, D.E., Owens, P.N., and Leeks, G.J.L. 1999. Fingerprinting suspended sediment sources in the catchment of the River Ouse, Yorkshire, UK. Hydrological Processes 13: 955–975.

20- Walling, D.E., and Woodward, J.C. 1995. Tracing sources of suspended sediment in river basins: a case study of the River Culm, Devon, UK. Marine and Freshwater Research 46: 327–336.

21- Wang. H., Xu, L., Sun, X., Lu, M., Du, X., Huo, Y., Snowball, I., 2011.Comparing mineral magnetic properties of sediments in two reservoirs in “strongly” and “mildly” eroded regions on the Guizhou Plateau, southwest China: A tool for inferring differences in sediment sources and soil erosion. Geomorphology 130: 255–271.

Archive of SID

www.SID.ir

نشریه علمی- پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 10, No. 32, Spring 2016 سال دهم- شماره ۳۲- بهار ۱۳۹۵

Abstract

Comparison of the relative sediment yield potential of lithological units using sediment grain color

J. Mosaffaie[1] and M.R. Ekhtesasi[2]

Received:2013.12.23 Accepted:2016.2.8

Soil is one of the main treasures of each country that serious measures must be done for its protection, preservation and restoration. The first step in planning for the soil conservation and erosion control programs comprises the familiarity with the erosion condition, determining the relative importance of sediment sources, and identification of critical zones within the watershed. The main objective of this study is to determine the relative sediment yield potential of each lithological units of the Vartavan catchment by comparing the color of sediment grains median diameter with the grains color of each lithological unit. The results show that the soil particles of each sediment source unit almost were formed

of a dominant color while the sediment samples were formed of the composition of different colors. Independent T-test between the mean values of the observed pigments and expected pigments indicate that the lithological units have different sediment yield from the expected amounts. The results has also show that the relative sediment yield potential in the lithological units with black pigment (black shale containing coal horizons), white and red (plagioclase tuff and red mudstone), green (sandstone), gray (andesine) and finally brown (orbitolina limestone, Shale Limestone, red sandstone and tuff) is reduced, respectively. In general, the source fingerprinting method using the sediment grain color is a valuable method for determining the relative power of different lithological units.

Keywords: Sediment sources, Source fingerprinting, Relative sediment yield, Grain color.

1- Ph.D, Faculty of Natural Resources, Yazd University Corresponding Author Email:jamalmosaffaie@yahoo.com
2- Professor;Faculty of Natural Resources, Yazd University

Archive of SID
www.SID.ir