مجله علمی - پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیـــزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering
سال سوم - شماره ۸ - پاییز ۱۳۸۸
Vol. 3, No. 8, Fall 2009

گزارش فنی

تغییرات مکانی و زمانی توزیع اندازه‌ی ذرات رسوبات معلق رودخانه‌ی کجور

سیدحمیدرضا صادقی[۱] و محبوبه کیانی هرچگانی[۲]
تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۱۶ تاریخ پذیرش: ۸۸/۷/۸

چکیده

اندازه ذرات معلق یکی از اساسی‌ترین ویژگی‌های رسوبات است که بر فرآیند انتقال، رسوب گذاری و کنترل آن‌ها تاثیر می گذارد، ولی تا کنون بسیار کم مورد توجه قرار گرفته است. این مطالعه با هدف دانه‌بندی رسوبات معلق در دو بخش از یک بازه و طی یک رگبار در حوزه‌ی آبخیز جنگلی آموزشی دانشگاه تربیت مدرس با مساحت ۱۳۲۶۳ هکتار انجام پذیرفت. بررسی دانه‌بندی رسوبات معلق بر اساس قانون استوکس و کاربرد روش پیپت اصلاح شده در محیط نرم‌افزاری GRADISTAT انجام شد. تجزیه و تحلیل نمونه‌ها و تجزیه و تحلیل نتایج نشان‌دهنده‌ی تغییرپذیری معنی‌دار مکانی و زمانی توزیع اندازه‌ی رسوبات معلق در رودخانه‌ی کجور بوده است.

واژه‌های کلیدی: دانه‌بندی رسوبات معلق، رگبار، مقیاس مکانی، حوزه‌ی آبخیز کجور و مازندران

مقدمه

ژئومورفولوژیست‌ها و هیدرولوژیست‌ها، رسوبات معلق را به دلیل فراهم‌سازی داده‌های مهمی درباره‌ی فرآیند فرسایش و تولید رسوب [۱۰] مد نظر قرار می‌دهند. رسوبات معلق دارای تغییرات مکانی و زمانی هستند که مطالعات بسیار کمی به وسیله‌ی پژوهشگران در این زمینه در جهان انجام گرفته است. والینگ و همکاران [۱۲] به بررسی ویژگی‌های اندازه‌ی ذرات معلق در رودخانه‌ی Tweed با شیوه ی اشعه‌ی لیزر پرداخته‌اند. نتایج ایشان دلالت بر تغییرپذیری مکانی اندازه‌ی رسوبات معلق داشته است. هم‌چنین ویلیامز و همکاران [۱۳] نیز ویژگی‌های اندازه‌ی ذرات رسوبات معلق در رودخانه‌ی Exe در ایستگاه Thorverton را در مقیاس‌های زمانی گوناگون بررسی کردند. نتایج به دست آمده از پژوهش آن‌ها نیز دلالت بر تغییرپذیری زیاد دانه‌بندی رسوبات در مقیاس‌های زمانی گوناگون داشته است. نتایج بررسی پژوهش‌ها نشان داد که مطالعات مربوط به دانه بندی رسوبات و به ویژه رسوبات معلق با وجود اهمیت موضوعی آن‌ها بسیار محدود بوده و ضرورت انجام مطالعات گسترده در این زمینه را توجیه می نماید. از این رو طی این پژوهش، دانه‌بندی رسوبات معلق در مقیاس مکانی و زمانی در سه بخش، ماسه ریز (بزرگ‌تر از ۶۳ میکرون)، لای (۲ تا ۶۳ میکرون) و رس (کوچک‌تر از ۲ میکرون)[۱ و ۴ و۱۲]در حوزه‌ی آبخیز جنگلی آموزشی دانشگاه تربیت مدرس به‌عنوان بخشی از حوزه‌ی آبخیز کجور به‌دلیل امکان دسترسی، داده‌برداری مناسب و برخورداری از داده‌های پایه مد نظر قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

حوزه‌ی آبخیز کجور در ارتفاعات جنگلی کجور در جنوب شرقی شهـــرستان نوشـهر در محدوده‌ی طول جغرافیایی ″۴۱ ′۸ ″۵۱ ′۴۰ ″۴۹ ′۵۱ و عرض ″۲۴ ′۶ ″۳۶ تا ″۳۲ ′۳۳ ″۳۶ ′۳۶ قرار گرفته است [۲]. برای انجام این پژوهش ابتدا نمونه‌برداری از آب محتوی رسوبات معلق به‌وسیله‌ی ظروف پلاستیکی دو لیتری به روش انتگراسیون عمقی و در امتداد قائم در بازه‌ای به‌طول تقریبی ۷۰۰ متر حد فاصل محل ایستگاه هیدرومتری آبخیز تا بالاترین نقطه‌ی قابل دسترس و بالادست منطقه‌ی برداشت معدن شن و ماسه و هم‌چنین هر ساعت و طی وقوع رگبار مورخ ۸۷/۳/۹ از رودخانه صورت گرفت [۳؛ ۵ و ۹]. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و در بشرهای یک لیتری ریخته شده و به مدت ۴۸ ساعت به‌صورت یکنواخت قرار داده شدند تا عمل ته‌نشینی رسوبات صورت پذیرد. پس از دو روز آب روی نمونه‌ها را خالی کرده، باقی‌مانده‌ی رسوبات را با آب مقطر شستشو داده و در داخل ظروفی آلومینیومی با وزن اولیه‌ی مشخص ریخته و سپس به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه‌ی سانتی‌گراد خشک شدند [۶ و ۸]. رسوبات خشک همراه با ظروف آلومینیومی با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت یک هزارم گرم وزن و در نهایت از وزن

۱ نویسنده مسئول و دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور sadeghi@modares.ac.ir
۲ دانش‌آموخته‌ی گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

اولیه ظروف کسر و وزن رسوبات یادداشت شد. سپس در مرحله ی آماده سازی نمونه ها برای حذف کربنات ها و یا نمک های محلول در پیش تیمارها، نمونه ی رسوب خشک شده را در لوله های سانتریفوژ ۵۰ میلی لیتر ریخته و ۱۰ میلی لیتر آب دیونیزه و ۱ میلی لیتر استات سدیم یک مولار (pH=۵) اضافه و مخلوط گردید. در ادامه نمونه های تهیه شده در سانتریفوژ به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۱۵۰۰ دور قرار داده شد. سپس آب روی آن خالی و رسوبات به دست آمده به درون مزورهای با حجم ۵۰ میلی لیتر ریخته شدند. برای حذف مواد آلی پس از جدا کردن کربنات ها ۱۰ میلی لیتر از آب دیونیزه و ۵ میلی لیتر آب اکسیژنه اضافه شد و سپس نمونه ها به مدت ۳۰ دقیقه جهت تسریع در انجام عمل جداسازی مواد آلی از رسوبات در شیکر قرار داده شدند[۶]. در مرحله ی بعد، برای خارج کردن اکسیدهای آهن، ۲۰ میلی لیتر محلول ۰/۳ مولار سیترات سدیم و بی کربنات پتاسیم به پیش نمونه ها اضافه و در آب با دمای ۸۰ درجه ی سانتی گراد به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده و به گونه ی متناوب هم زده شد. سپس ۱/۵ میلی لیتر از محلول کلرید سدیم ده درصد اضافه شد. در صورت قهوه ای شدن رنگ نمونه ها سیترات سدیم و بی کربنات سدیم به نمونه ها اضافه شد، ولی اگر نمونه ها به رنگ خاکستری متمایل به سبز درمی آمدند، محلول ده درصد کلرید سدیم اضافه می شد. در نهایت پس از حدود ۰/۵ تا ۱ ساعت و دو بخشی شدن نمونه، در حالی که محلول رویی به رنگ آجری که نشان گر جدایش اکسیدهای آهن از رسوبات معلق و انحلال آن ها در محلول رویی بود، محلول رویی با دقت تمام تخلیه گردید. در مرحله ی آخر ۴۰ میلی لیتر هگزامتافسفات سدیم به نمونه ها اضافه و در شیکر به مدت ۱۶ ساعت قرار داده شدند. پس از ۱۶ ساعت عمل شیکر با دست مزورها را تکان داده سپس دو نمونه برداری با استفاده از قانون استوکس با فاصله های زمانی حدود ۶ ثانیه و ۱۰۵ دقیقه با توجه به درجه ی حرارت آزمایشگاه صورت گرفت. به این صورت که با پیپت ۲/۵ میلی لیتر از ۲/۵ سانتی متر بالای نمونه برداشته می شد و در درون ظروف فویلی توزین شده ریخته و در آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه خشک و دوباره توزین صورت می گرفت [۷]. از اختلاف وزن دو توزین صورت گرفته، وزن ماسه ی ریز و رس در ۲/۵ میلی لیتر نمونه به دست آمده و سپس درصد ماسه ی ریز و سیلت و رس در حجم ۴۰ میلی لیتر محاسبه گردید.

نتایج و بحث

به منظور بررسی تغییرات مکانی دانه بندی رسوبات معلق در رودخانه ی کجور، تمامی داده های ۲۱ نمونه ی جمع آوری شده طی دوره ی مطالعاتی و مربوط به بالا و پایین دست بازه، در جدول (۱) نشان داده شده است. هم چنین نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل دانه بندی رسوبات معلق طی ۹ نمونه برداری در طول رگبار مورخ ۸۷/۲/۹ در جدول (۲) خلاصه شده است. دقت در جدول (۱) به خوبی نشان دهنده ی تغییرات در مقیاس مکانی توزیع اندازه ی رسوبات معلق می باشد به گونه ای که نتایج کاربرد آزمون t غیر جفتی برای مجموعه داده های به دست آمده نیز مشخصاً دلالت بر اختلاف معنی دار ذرات ماسه و سیلت (P= ۰/۰۰۱) و عدم اختلاف معنی دار مقادیر رس در دو مقطع مورد بررسی (P=۰/۷۱) داشته است، یافته ی یاد شده با اظهارات والینگ و همکاران [۱۲]

جدول ۱ - آماره های توصیفی و ویژگی های ریخت شناسی رسوبات معلّق در بازه ای از رودخانه ی کجور

متغیّرهای مورد بررسی	بالا دست بازه			پایین دست بازه		
	کمینه	میانگین	بیشینه	کمینه	میانگین	بیشینه
SSC($grli^{-1}$)	۰/۰۹	۰/۴۱	۱/۶۲	۰/۰۸	۱/۷۵	۱۴/۴۸
ماسه (٪)	۶۷/۴۲	۸۱/۲۳	۸۸/۹۳	۷۸/۷۵	۸۱/۶۹	۸۴/۵۸
سیلت (٪)	۰/۷۷	۴/۷۵	۱۸/۵۶	۰/۴۵	۲/۵۲	۴/۷۴
رس (٪)	۱۰/۳۰	۱۴/۰۲	۱۹/۳۹	۱۲/۷۴	۱۵/۷۹	۱۹/۰۱
میانگین	۱۶۷/۳۰	۲۲۰/۱۰	۲۵۸/۲۰	۱۷۰/۹۰	۲۰۶/۹۴	۲۴۰/۹۰
جورشدگی	۳/۰۹	۳/۵۴	۴/۵۰	۳/۳۲	۳/۸۱	۴/۴۳
چولگی	-۰/۳۸	-۰/۲۴	-۰/۱۰	-۰/۳۷	-۰/۲۹	-۰/۲۳
کشیدگی	۱/۱۹	۱/۳۳	۱/۴۰	۱/۳۳	۱/۳۸	۱/۴۲
تعداد داده	۱۱			۱۰		

جدول ۲- دانه بندی رسوبات معلق طی رگبار ۱۳۸۷/۳/۹

پارامترها / ساعت	غلظت رسوب معلّق (gr/li)	ماسه (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)
۷/۵	۳/۱۲	۷۸/۶۹	۵/۷	۱۵/۶۲
۸/۵	۳/۱۶	۵۸/۹۸	۱۵/۹۴	۲۵/۱
۹/۵	۳/۰۷	۴۹/۱۸	۱۱/۶۵	۳۹/۱۷
۱۰/۵	۵/۷۶	۵۷/۱۲	۱۲/۸۶	۳۰/۰۲
۱۱/۵	۶/۷۱	۲۷/۸۱	۳۰/۵۳	۴۱/۶۶
۱۲/۵	۳۷/۹۴	۱۴/۳۰	۵۰/۴	۳۶/۱
۱۳/۵	۲۴/۰۹	۲۹/۳۴	۳۱/۴۹	۳۹/۱۵
۱۴/۵	۲۱/۹۴	۳۸/۳۷	۲۶/۸۸	۳۴/۷۵
۱۵/۵	۵/۵۲	۳۹/۷۱	۳۰/۴۶	۲۹/۸۲

پیرامون تغییرات مکانی رسوبات معلق حوزه‌ی آبخیز Tweed هم‌خوان است و دقت در جدول (۲) نشان می‌دهد که درصد وزنی ماسه در طی این رگبار تا هنگام اوج رسوب‌نگار از سیر نزولی برخوردار بوده حال آن‌که تغییرات درصد وزنی سیلت به‌صورت صعودی و درصد وزنی رس بدون تغییرات چشم‌گیر بوده است که با نتایج ویگناتی و همکاران [۱۱] و ویلیامز و همکاران [۱۳] در خصوص تغییر پذیری زمانی دانه بندی رسوبات مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف بررسی تغییرات کانی و زمانی توزیع اندازه‌ی رسوبات معلق در رودخانه‌ی کجور انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که تغییرات مکانی و زمانی ماسه و سیلت چشم‌گیر بوده، ولی رس عدم تغییرات مکانی و زمانی داشته است، لذا برای دست‌یابی به نتایج احتمالی دقیق‌تر و ارایه‌ی جمع‌بندی‌های جامع و قاطع انجام مطالعات مشابه در سایر حوزه‌های آبخیز و حتی با روش‌های مدرن و با دقت بالاتر در حوزه‌ی آبخیز مورد نظر، پیشنهاد می‌شود.

منابع

۱- حبیبی، م. ۱۳۷۹. کاربرد روش‌های محاسبه بار معلق در رودخانه‌های منتخب، مجموعه مقالات دومین همایش ملی فرسایش و رسوب، خرم‌آباد، ۲۶ تا ۲۹ شهریور، ۱۳۷۹: ۱۲۷-۱۳۶.

۲- صادقی، س.ح.ر.، سعیدی، پ. و کیانی هرچگانی، م. ۱۳۸۷. اثرات زیست محیطی برداشت معدن شن و ماسه از طریق افزایش تولید رسوب. در لوح فشرده دومین کنفرانس ملی روز جهانی محیط زیست، تهران، ۲۰-۲۱ خرداد، ۱۳۸۷: ۲۲۷ ص.

۳- مهدوی، م. ۱۳۸۱. هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران، جلد ۲، چاپ سوم، تهران، ۴۳۷ ص.

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

5 -Das, G. 2000. Hydrology and soil conservation engineering. Prentice-Hal of India Press, 486 p.0

6- Gasparotto, E., Malo, D.D. and Gelderman, R.H. 2003. Impact of organic matter removal on particle size analysis by pipette and hydrometer. Soil/Water Research. Available at http://plantsci.sdstate.edu/soiltest/REPORTSPAGE_CATEGORY.cfm

7- Gavlok, R., Horneck, D., Miller, R.O. and Kotuby-Amacher, J. 2003. Soil, Plant and Water Reference Methods for the Western Region. WREP 125. 2nd Edition WCC-103 Publication(http://cropandsoil.oregonstate.edu/wera103/Methods/WCC-103-Manual-2003-Soil%20Sand-Silt-Clay.PDF).

8- Sadeghi, S.H.R., Aghabeigi, Amin, S.,

Vafakhah, M., Yasrebi, B. and Esmaeili Sari, A., 2006. Suitable drying time for suspended sediment samples. Iran, In: proceeding of International Sediment Initiative Conference, Khartoum, Sudan, 2006, Nov. 12-16: 71.

9- 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.

10- Siakeu, J., Oguchi, T., Aokic, T., Esaki, Y. and Jarvie, H.P. 2004. Change in riverine suspended sediment concentration in central Japan in response to late 20th century human activities. Catena, 55: 231-254.

11- Vignati, D., Pardosa, M., Diserens, J., Ugaziob, G., Thomasa, R. and Dominik, J. 2003. Characterisation of bed sediments and suspension of the river Po (Italy) during normal and high Flow conditions. Water Research, 37: 2847-2864.

12- Walling, D.E., Owens, Ph. N., Waterfall, B.D., Leeks, G.J.L. and Wass, P. D. 2000. The particle size characteristics of fluvial suspended sediment in the Humber and Tweed catchments, UK. The Science of the Total Environment, 251/252:205-222.

13- Williams, N.D., Walling, D.E., Leeks, G.J.L. 2007. High temporal resolution in situ measurement of the effective particle size characteristics of fluvial suspended Sediment. Water Research, 41: 1081-1093.

مجله علمی - پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیـــزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 3, No. 8, Fall 2009
سال سوم - شماره ۸ - پاییز ۱۳۸۸

Abstract (Technical Note)

Temporal and Spatial Variations in Particle Size Distribution of Suspended Sediment in Kojour River

S.H.R. Sadeghi[1] and M. Kiani Harchegani[2]

The suspended sediment size is one of the most fundamental properties of sediment which affects transportation and deposition process, and their control as well. However, limited attention has been made on particle size distribution studies. The present research was therefore took place in order to study particle size distribution of suspended sediment sampled from two points in a study reach and during a flood in Educational Forest Watershed of Tarbiat Modares University comprises some 13263 ha. Towards this attempt, the sediment samples were analyzed based on stokes' law with the help of modified pipette method after sample preparation. The entire descriptive properties of sediment samples were calculated by using GRADISTAT software. The results of the analyses verified the significant spatial and temporal variation of particle size distribution of suspended sediments.

Keywords: Kojour Watershed, Spatial Variation, Storm Event, Particle Size Distribution of Suspended Sediment and Iran.

1-Associate Professor, Department of Watershed Management Engineering, College of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran, sadeghi@modares.ac.ir
2-Former Master Student, Department of Watershed Management Engineering, College of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran.