تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال ششم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹
Volume 6, No. 1, Spring 2010 (IR-WRR)
۶۳-۵۵

بررسی ارتباط بین دبی آب و ماده آلی موجود در رسوبات معلق در حوزهٔ آبخیز جنگلی آموزشی کجور

پری سعیدی[۱] و سیدحمیدرضا صادقی[۲*]

چکیده

ایجاد رواناب و بروز فرسایش خاک باعث شسته شدن مواد غذایی و ماده آلی خاک و کاهش حاصل‌خیزی آن می‌شود. بنابراین آگاهی از میزان تغییرات و نحوه انتقال ماده آلی توسط جریان از اهمیّت ویژه‌ای برخوردار است. از این‌رو تحقیق حاضر به‌منظور بررسی ارتباط بین دبی آب و ماده آلی در حوزهٔ آبخیز جنگلی آموزشی کجور با مساحت ۱۳۲۶۳ هکتار از طریق اندازه‌گیری و نمونه‌برداری در مقیاس روزانه و رگبار و هم‌چنین با توجّه به برداشت شن و ماسه در بخش خروجی حوزهٔ آبخیز انجام پذیرفت. اندازه‌گیری سرعت آب به‌منظور تعیین دبی با استفاده از مولینه و در مواقع سیلابی به‌وسیله جسم شناور صورت گرفت. برداشت نمونه آب و رسوب به روش انتگراسیون عمقی و تعیین مقدار ماده آلی با استفاده از روش سوزاندن انجام شد. رابطه بین دبی و ماده آلی در دوره مورد مطالعه با استفاده از رگرسیون دو متغیره و آماره‌های مختلف بررسی شد. نتایج حاصل از تحقیق مؤید تغییرپذیری ارتباط بین مقدار ماده آلی با دبی و عدم هم‌سویی این تغییرات بوده است.

کلمات کلیدی: حوزهٔ آبخیز، دبی، رگرسیون دو متغیره، ماده آلی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴ مهر ۱۳۸۷
تاریخ پذیرش مقاله: ۳۰ آبان ۱۳۸۸

۱و ۲- به‌ترتیب دانش‌آموخته و دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرّس، نور، مازندران
*- نویسنده مسئول

Relationship between Flow Discharge and Organic Matter in Suspended Sediment in Koujor Educational Forest Watershed

P. Saeidi [1] and S.H.R. Sadeghi [2]*

Abstract

Runoff generation and soil erosion wash out the nutrients and organic matter from the watershed and cause soil depletion. Information on organic matter loss variations is therefore very important. The present study was conducted in the Koujor Forest Watershed, with an area of 13263 ha, in order to develop the relationship between the flow discharge and the organic matter carried out by suspended sediments in that area. The study was conducted on daily and storm bases considering sand and gravel mining activities. The flow velocity was measured using current meters and floaters in normal and flood periods, respectively. The discharge is calculated accordingly. The suspended sediment and organic matter was respectively determined through sampling using the integration method and loss on ignition method. The relationship between the organic matter and the flow discharge in the study period was then assessed by applying the bivariate regression method supported by different statistical criteria. The results of the study verified the significant and inverse relationship between the variables under study.

Keywords: Watershed, Discharge, Bivariate Regression, Organic Matter

1- Ms, Department of Watershed Management Engineering, College of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran
2- Associate Professor, Department of Watershed Management Engineering, College of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, E-mail: sadeghi@modares.ac.ir
*- Corresponding Author

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

خاک یک مخلوط طبیعی متشکل از جامدات (مواد معدنی و آلی) و سیالات (هوا و آب) و سیستم‌های اکولوژیکی فعّالی می‌باشد که وظیفه نگه‌داری گیاهان را بر عهده داشته و تأمین‌کننده آب و مواد غذایی برای گیاهان می‌باشد. اما این بستر طبیعی توسط عواملی متعددی از جمله آب و باد و فعالیّت‌های انسانی همیشه در معرض خطر بوده است. از جمله عواملی که تهدید جدی برای خاک به شمار می‌آید، پدیده فرسایش است که حد اعتدال این پدیده نه تنها مضر نیست، بلکه برای تأمین خاک ضروری می‌باشد. اما زمانی که توسط عوامل دیگر، از جمله فعالیّت‌های انسانی از حدّ اعتدال خارج شود عواقب ناخوشایندی را به دنبال دارد. فرسایش خاک[1] به‌دلیل کاهش رطوبت موجود خاک، کاهش عناصر غذایی آن (Ca، P، K و N) و ماده آلی[2] و محدود ساختن عمق ریشه اثرات مخربی را منجر می‌گردد. از جمله اجزای مهّم خاک که در اثر پدیده فرسایش شسته و از محیط آن خارج می‌شود، ماده آلی است. خاک‌هایی با محتوی ماده آلی کم دارای ساختمان ضعیفی بوده و در مقایسه با خاک‌های دارای مقادیر بیش‌تر ماده آلی، مقاومت کم‌تری در مقابل فرسایش دارند (عباس‌نژاد، ۱۳۸۴). بخش عمده‌ای از ماده آلی شسته شده از خاک به‌صورت محلول در آب حمل شده و از دسترس خارج می‌شوند (Brent et al., 2007). سیستم‌های رودخانه‌ای بسته به شرایط هیدرولوژیکی آن‌ها توانایی زیادی در انتقال عناصر غذایی و ماده آلی به‌صورت محلول دارند و تأثیر ماده آلی در رودخانه‌های مختلف به شرایط دشت‌های سیلابی و خصوصیات بارز زمین‌شناسی منطقه بستگی دارد. وقایع بارش نیز در مقایسه با جریان‌های پایه نقش مؤثرتری در انتقال و هدررفت ماده آلی دارند (Towsend-Small et al., 2008).

تحقیقات انجام شده در زمینه کاهش آلودگی و مدیریت کیفی رودخانه‌ها اغلب مربوط به تخصیص بهینه بار آلودگی منابع نقطه‌ای با توجّه به ظرفیّت خودپالایی این سیستم‌ها بوده و جامع‌نگری لازم در تعیین سهم بار آلودگی منابع و بخش‌های آلاینده و رفع اختلاف بین تصمیم‌گیرندگان و تاثیرپذیران کم‌تر مورد توجّه قرار داشته است (کارآموز و همکاران، ۱۳۸۴). تحقیقات محدودی در رابطه با نقش جریانات سطحی و رودخانه‌ای در انتقال مواد آلی صورت گرفته است. Madej (2002) مشارکت رسوبات معلق[3] آلی در دبی جریان را در محدوده‌ای از رودخانه‌ای شمال کالیفرنیا بررسی کرد. نتایج حاصل از بررسی مذکور روی شاخه‌های بالارونده و پایین‌رونده آب‌نگارهای سیل در طول یک سال در مقیاس‌های زمانی فصلی و رگبار نشان داد که در آغاز یک فصل سیلابی سهم بار معلق آلی دامنه‌ای از تنها ۳ درصد در اوج تا ۶۰ تا ۸۰ درصد روی شاخه‌های بالارونده و پایین‌رونده آب‌نگار را به خود اختصاص داده است. نتایج تحقیق نام‌برده نشان دادند که گل‌آلودگی بخش پایانی آب‌نگار از نظر اهمیّت بیولوژیکی بیش‌تر به‌وسیله رسوبات آلی معلق تحت تأثیر قرار گرفته که متشکّل از ۲۰ تا ۶۰ درصد از بار رسوبات روی شاخه پایین‌رونده بوده است. نتایج حاصل از تحقیق (Brent et al., 2007) در بررسی نقش هیدرولوژی در بار سالانه کربن آلی و خروج ماده آلی خاکی از یک حوزهٔ آبخیز کشاورزی واقع در غرب Indiana در امریکا نشان دهنده اهمیّت وقایع بارش با دبی زیاد و تداوم کوتاه در کنترل خروج بار سالانه کربن آلی محلول بوده است. Madej et al. (2007) به بررسی اهمیّت رسوبات آلی و گل‌آلودگی در چهار رودخانه در منطقه Redwood پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که نمونه‌های رسوب معلق تهیّه شده از دبی‌های اوج جریان‌ها و با گل‌آلودگی زیاد، حاوی مقادیر بیش‌تری مواد معدنی بوده حال آن‌که سهم مواد آلی در رسوبات معلق رگبارهای ابتدای فصل بیش‌تر بوده است. بر اساس نتایج Towsend-Smal et al. (2008) در بررسی رسوبات معلق و ماده آلی در کوه‌های بالادست رودخانه آمازون به‌دلیل افزایش حجم کلی جریان و غلظت ماده آلی تحت شرایط رگباری، خروج ماده آلی به‌طور فزاینده‌ای در طول این وقایع افزایش یافته بود. هم‌چنین آن‌ها گزارش کردند که قسمت اعظم رسوبات و ماده آلی همراه آن از رودخانه‌های Andean Amazon در طول رگبارهای نادر با تداوم کوتاه منتقل شده‌اند. در ایران نیز ایلخچی و همکاران (۱۳۸۱) در منطقه دوراهان استان چهارمحال و بختیاری و هم‌چنین رشیدفر و همکاران (۱۳۸۳) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بختاجرد داراب نشان دادند که با افزایش میزان روان‌آب هدررفت ماده آلی نیز افزایش یافت. بررسی سوابق تحقیق موجود ضمن تأیید محدودیت مطالعات مرتبط با نقش روان‌آب در انتقال مواد آلی بر ضرورت مطالعات مربوط به تغییرپذیری ارتباطات مذکور تاکید داشته و لذا تحقیق حاضر با هدف آگاهی از نحوه تغییرات و میزان ماده آلی انتقالی توسط جریان آب پایه، شرایط رگباری و دخالت‌های انسانی ناشی از برداشت معدن شن و ماسه در حوزهٔ آبخیز جنگلی کجور به دلیل دسترسی ساده و نیز امکان برداشت داده‌های منظم و تحت کنترل انجام پذیرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد تحقیق

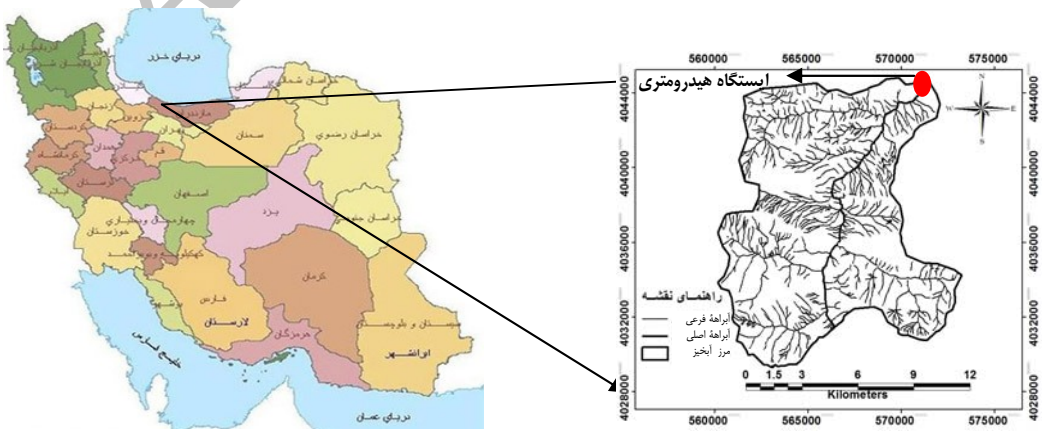
منطقه مورد مطالعه بخشی از حوزهٔ آبخیز کجور با مساحتی در حدود ۱۳۲۶۳ هکتار در جنوب شرقی شهرستان نوشهر در طول جغرافیایی ″۸ ′۴۱ °۵۱ تا ″۴۰ ′۴۹ °۵۱ و عرض ″۶ ′۲۴ °۳۶ تا ″۳۳ ′۳۲ °۳۶

Archive of SID
www.SID.ir

می‌باشد. این حوزهٔ آبخیز از شمال با دریای خزر و از جنوب با بخش کجور مجاور است (شکل ۱). حداقل و حداکثر ارتفاع حوزه به‌ترتیب ۱۵۰ و ۲۶۵۰ متر از سطح آب‌های آزاد می‌باشد. این منطقه بر اساس طبقه‌بندی کوپن[5] دارای اقلیم DWC و از زمستان سرد و خشک و تابستان کوتاه برخوردار می‌باشد. میانگین بارندگی سالیانه بر اساس آمار به‌دست آمده از ایستگاه جلگه‌ای نوشهر ۱۳۰۸/۸ میلی‌متر است. حداکثر و حداقل متوسط بارندگی ماهیانه به‌ترتیب در مهرماه با ۲۸۰/۴ میلی‌متر و تیرماه با ۳۷/۴ میلی‌متر رخ می‌دهد و حداکثر و حداقل میانگین دمای ماهیانه به‌ترتیب در تیر و مرداد ۲۵ و در بهمن ۶/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. از نظر زمین‌شناسی ۹۰ درصد از سطح حوزه موردنظر به دوران دوّم زمین‌شناسی تعلق دارد (اداره کل منابع طبیعی نوشهر، ۱۳۸۱).

۲-۲- روش تحقیق

برای انجام تحقیق فعلی ابتدا نمونه‌های آب محتوی رسوب و ماده آلی انتقالی همراه رسوبات و یا محلول به‌صورت روزانه و رگبار با فواصل زمانی یک ساعت (صادقی و همکاران، ۱۳۸۴الف) طی دوره زمانی آبان ۱۳۸۶ تا اردیبهشت ۱۳۸۷ برداشت شد. اندازه‌گیری سرعت آب برای تعیین دبی آب تا حد امکان با استفاده از مولینه مدل OTT 1-170690 با مقادیر ضریب و ثابت به‌ترتیب ۰/۲۳۴۵ و ۰/۰۲۳ (تعداد دور پروانه ۰/۶۷ در دقیقه) و ۰/۲۵۹۷ و ۰/۰۰۶ (تعداد دور پروانه بین ۰/۶۷ تا ۹/۶۱ در دقیقه) انجام شد. سپس به‌منظور تسریع در مراحل اندازه‌گیری از توپ‌های تنیس روی میز با محتوی آب ۲۰ سی‌سی (۷۰ درصد حجمی) واسنجی شده (معتمدنیا، ۱۳۸۷) استفاده گردید. ضریب اصلاحی جسم شناور مورد نظر نیز با توجه به میزان غوطه‌وری و استانداردهای موجود (مهدوی، ۱۳۸۱) ۰/۸ به‌دست آمد. برای تعیین میزان ماده آلی موجود در رسوبات معلق حمل شده توسط جریان آب، نمونه‌برداری رسوب معلق همواره از کرانه چپ به واسطه امکان دسترسی، به‌وسیله ظروف پلاستیکی ۲ لیتری به‌دلیل افزایش دقّت نمونه‌برداری و اطمینان از برداشت تمامی ستون آب (Das, 2000 ؛Sadeghi et al., 2008) و به روش انتگراسیون عمقی (توفیقی، ۱۳۸۱؛ Edward and Glysson, 1999 ؛Rovira and Batalla, 2006 ؛Sadeghi et al., 2006) صورت گرفت. کلیّه نمونه‌برداری‌ها و اندازه‌گیری همزمان سرعت در برداشت‌های روزانه رأس ساعت ۱۵ به‌دلیل کوهستانی بودن منطقه و اطمینان از مشارکت آب ناشی از ذوب برف (Sadeghi et al., 2006, McConchie and Hawke, 2002) صورت پذیرفت. حال آن‌که نمونه‌برداری‌های مربوط به سیلاب‌ها از زمان تغییر در تراز آب آغاز و تا بازگشت به جریان پایه و یا تاریکی مطلق هوا و با فواصل زمانی یک ساعت ادامه یافت. نمونه‌های محتوی آب و رسوب بعد از برداشت به آزمایشگاه منتقل شدند. رسوبات موجود در نمونه آب و رسوب با استفاده از روش تخلیه آب[6] (Walling et al., 2001) جدا گردید. در این روش بعد از گذشت ۴۸ ساعت از نگهداری یک لیتر نمونه محتوی آب و رسوب به حالت سکون، آب موجود روی رسوبات ته‌نشین شده تخلیه شد. تخلیه آب به‌نحوی صورت گرفت که رسوبات ته‌نشین شده از داخل ظرف تخلیه نشود. رسوبات ته ظرف شسته شده و درون فویل‌های از قبل تهیّه و توزین شده ریخته شدند و در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدّت ۲۴ ساعت (صادقی و همکاران، ۱۳۸۵؛ Sadeghi et al. 2006؛ Putjaroon and Pongboon, 1987) خشک و مقدار کل رسوبات معلق در نمونه‌های تهیّه شده محاسبه گردید. میزان ماده آلی موجود در رسوبات معلق با روش سوزاندن[7] (Heiri et al., 2001) محاسبه شد. در این روش نمونه‌های رسوب خشک شده در آون سپس در کوره با دمای ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد و به مدّت ۴ ساعت (Knott et al., 1993 ؛ Sadeghi et al., 2008 ؛Pusceddu et al., 1997) سوزانده شد.



شکل ۱- موقعیّت کلی حوزه آبخیز و ایستگاه هیدرومتری مورد مطالعه

Archive of SID
www.SID.ir

اختلاف وزن رسوبات، قبل و بعد از سوزاندن به‌عنوان میزان ماده آلی موجود در و یا همراه با رسوب معلق نمونه مدّ نظر قرار گرفت. در ادامه برای تعیین ارتباط ماده آلی با دبی از رگرسیون دو متغیّره استفاده و نرم افزار SPSS13.5 برای انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری انتخاب شد. انواع روابط رگرسیونی شامل خطی لگاریتمی، توانی، نمایی معکوس، درجه دوم، درجه سوم، S شکل، منحنی رشد و ترکیبی برای تحلیل روابط استفاده شد. در فرایند مدل‌سازی، بخشی از داده‌های به‌دست آمده برای واسنجی و حدود یک سوم داده‌ها نیز برای تأیید مدل‌ها مورد استفاده قرار گرفت. ارزیابی مدل‌های تهیّه شده با استفاده از معیارها و شاخص‌های متعدّدی از جمله ضریب همبستگی[8]، اشتباه استاندارد[9]، خطای نسبی[10] تخمین و تأیید، مجذور میانگین مربعات خطا[11]، ضریب کارایی[12] و شاخص منطقی[13] انجام پذیرفت. مدل‌هایی با ضریب همبستگی معنی‌دار در سطح کوچک‌تر از ۵ درصد، خطای استاندارد و مجذور میانگین مربعات خطا کم‌تر، درصد خطای تخمین کم‌تر از ۴۰ درصد و تأیید کم‌تر، ضریب کارایی ترجیحاً بیش از ۶۰ درصد و شاخص منطقی کم‌تر به‌عنوان مدل‌های برتر انتخاب شدند (صادقی و همکاران، ۱۳۸۴ب؛ Green and Stephenson, 1986؛ Sadeghi et al., 2008).

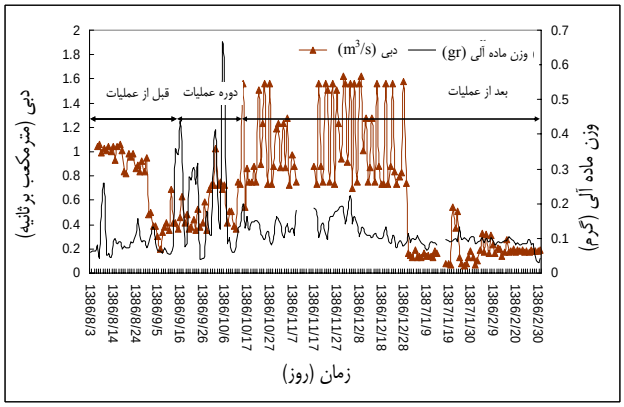
۳- نتایج

به‌منظور بررسی ارتباط بین دبی و ماده آلی، بعد از نمونه‌برداری بانک اطلاعاتی داده‌ها در نرم‌افزار Excel تهیّه گردید. سپس با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SPSS 13.5 اقدام به بررسی روابط و تجزیه و تحلیل آن‌ها گردید که نتایج آن در ادامه ارائه شده است. در جدول ۱ کلیّه آماره‌های توصیفی داده‌های دبی و ماده آلی انتقالی ارائه شده است.

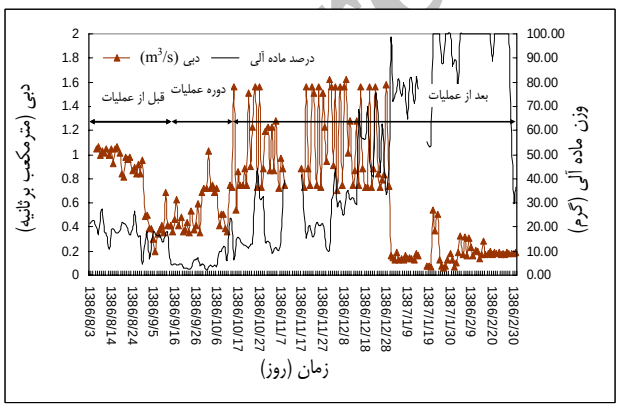
همچنین رابطه بین تغییرات ماده آلی و دبی، تغییرات درصد ماده آلی و دبی و تغییرات ماده آلی با دبی در رگبارهای به‌وقوع پیوسته طی دوره مورد مطالعه در اشکال ۲ تا ۸ ارائه شده است. نتایج حاصل از برازش انواع روابط رگرسیونی ذکر شده در روش کار نیز در جدول ۲ ارائه شده است. جدول ۳ نشان‌دهنده مدل‌های نهایی شده برای دوره مورد بررسی با در نظر گرفتن کلیّه معیارهای انتخاب مدل برتر می‌باشد.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی داده‌های دبی (متر مکعب بر ثانیه) و ماده آلی (گرم) در دوره مورد مطالعه

آماره‌های توصیفی / متغیر	تعداد داده‌ها	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	واریانس	چولگی		کشیدگی	
							اشتباه استاندارد	مقدار	اشتباه استاندارد	مقدار
دبی	۱۸۹	۰/۶۰۰	۱/۶۲۰	۰/۶۶۲	۰/۴۴۶	۰/۱۹۹	۰/۵۳۴	۰/۱۷۷	۰/۳۵۲	-۰/۶۲۵
ماده آلی	۱۹۲	۰/۰۳۰	۰/۶۶۰	۰/۱۲۵	۰/۰۸۴	۰/۰۰۷	۰/۱۷۵	۳/۴۰۲	۰/۳۴۹	۱۵/۰۸۳



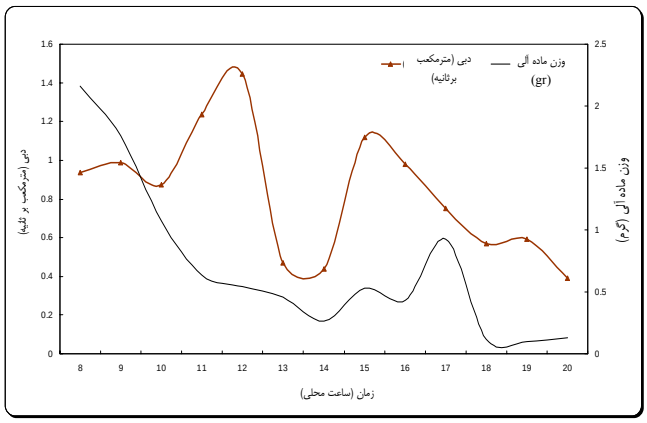
شکل ۲- تغییرات دبی و وزن ماده آلی در دوره مورد مطالعه



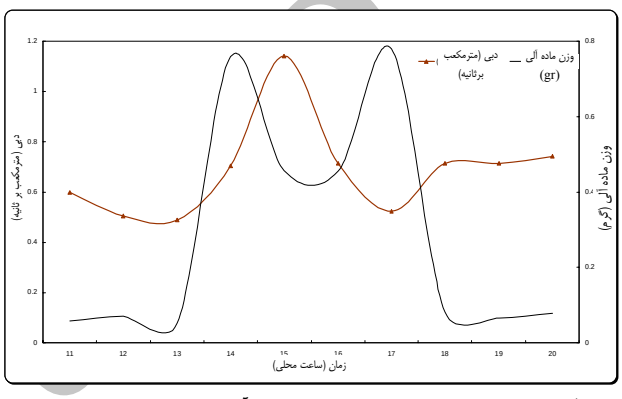
شکل ۳- تغییرات دبی و درصد ماده آلی در دوره مورد مطالعه

Archive of SID
www.SID.ir

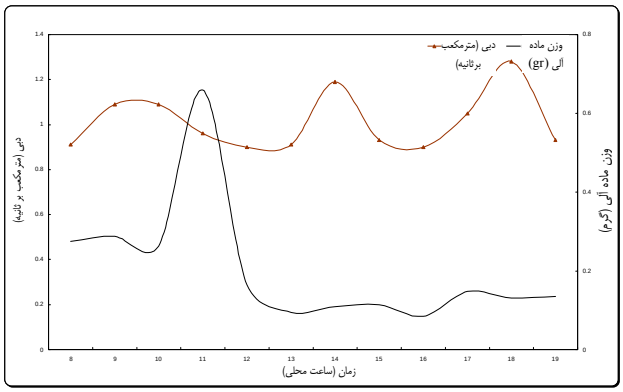
شکل ۴- تغییرات دبی و وزن ماده آلی رگبار ۱۳۸۶/۸/۱۳



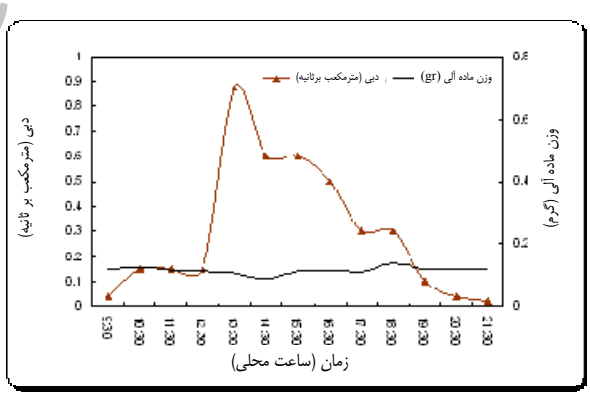
شکل ۵- تغییرات دبی و وزن ماده آلی رگبار ۱۳۸۶/۹/۲



شکل ۶- تغییرات دبی و وزن ماده آلی رگبار ۱۳۸۶/۹/۸



شکل ۷- تغییرات دبی و وزن ماده آلی رگبار ۱۳۸۶/۱۰/۱۵



شکل ۸- تغییرات دبی و وزن ماده آلی رگبار ۱۳۸۷/۲/۱۸

۴- بحث و نتیجه‌گیری

آنالیز داده‌های دبی و ماده آلی برای بررسی ارتباط میان ماده آلی با دبی صورت گرفت. برای این منظور پس از نمونه‌برداری و تعیین میزان ماده آلی، داده‌ها وارد نرم افزار Excel گردید. پس از تهیّه بانک اطلاعاتی مزبور بررسی‌های لازم در رابطه با مقادیر آماری و نیز روند و چگونگی تغییر داده‌های به‌دست آمده صورت گرفت. دقّت در آماره‌های موجود در جدول ۱ در دوره مورد بررسی مشخصاً دلالت بر تغییرپذیری زیاد ماده آلی داشته که با یافته‌های Towsend-Small et al. (2008) مبنی بر تغییرپذیری فصلی ماده آلی در بخشی از رودخانه آمازون در کشور پرو موافقت دارد. آماره‌های مذکور همچنین نشان می‌دهد که مقدار ماده آلی به‌طور کلی با تغییرات دبی کاملاً هم‌روند نمی‌باشد. دلیل این امر را می‌توان در کنترل‌پذیری فرآیند تولید، تأمین و انتقال مواد آلی توسط فرآیندها و متغیّرهای کاملاً پویای فرسایش خاک در سطح حوزه آبخیز، تغییرپذیری مشارکت بخش‌های مختلف در تولید رسوب به‌دنبال پراکنش گستره‌های توده‌های باران‌زا، محدودیت و قابلیت دسترس رسوبات محتوی مواد آلی و نهایتاً دخالت‌های انسانی ناشی از برداشت معدن شن و ماسه نسبت داد.

تحلیل کیفی شکل ۵ و همچنین آماره‌های توصیفی (جدول ۱) نشان‌گر تغییرات زیاد ماده آلی در طول دوره مورد مطالعه بوده و از طرفی عدم هم‌سویی تغییرات دبی با ماده آلی را نشان می‌دهد. بررسی روابط برازش داده شده به ارتباط بین دبی و ماده آلی در دوره مورد مطالعه (جدول ۲) با استناد بر ضرایب همبستگی و کارایی بیش‌تر، سطح معنی‌داری، خطای استاندارد، خطای تخمین و تأیید، مجذور میانگین مربعات خطا و شاخص منطقی کوچک‌تر دلالت بر ارتباط ضعیف بین دبی و ماده آلی بوده همچنین نتایج حاصل از

Archive of SID
www.SID.ir

مقایسه روابط به‌دست آمده طی دوره‌های مذکور (جدول ۳) نشان داد که تمامی رابطه‌های به‌دست آمده بین دبی و ماده آلی در دوره بعد از عملیّات برداشت، با در نظر گرفتن شاخص‌های مدل بهینه نسبت به کل دوره مورد مطالعه و دوره بدون عملیّات بهتر ارزیابی شد. از آن-جایی که مدل‌های به‌دست آمده در بررسی ارتباط ماده آلی و دبی دارای ضرایب همبستگی پایینی هستند بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات ماده آلی نمی‌تواند صرفاً ناشی از تغییرات دبی باشد. این مسئله به دلیل تغییرات کم دبی در طول دوره مورد مطالعه بوده و با یافته‌های Towsend-Small et al. (2008) در رودخانه Chorobamba واقع در مرکز Andean Amazon در پرو مبنی بر ارتباط ضعیف دبی و ماده آلی در شرایط معمولی مطابقت و با نتایج McDowell and Asbury (1994)در پورتوریکو، ایلخچی و همکاران (۱۳۸۱) در استان چهارمحال و بختیاری و رشیدفر و همکاران (۱۳۸۳) در بختاجرد داراب مبنی بر افزیش خروج ماده آلی در صورت افزایش دبی مغایرت دارد.

جدول ۲- رابطه دبی و ماده آلی برای کل دوره مورد مطالعه

شماره معادله	معادله Y: وزن ماده آلی (گرم) و X: دبی (متر مکعب بر ثانیه)	ضریب همبستگی	سطح معنی‌داری	خطای استاندارد	درصد خطا		مجذور میانگین مربعات خطا	ضریب کارایی	شاخص منطقی
					تخمین	تأیید			
۱	$Y = 0.0244X + 0.1079$	۰/۱۱۹	۰/۱۸۱	۰/۰۹	۴۰/۰۷	۴۴/۶۴۹	۰/۰۸۸	۰/۰۱۴	-۲۵۷/۵۰
۲	$Y = 0.0188Ln(X) + 0.1372$	۰/۱۷۸	۰/۰۴۶	۰/۸۸	۳۹/۴۲	۴۱/۳۰۱	۰/۰۸۷	۰/۰۳۲	۱۴۷/۹۵
۳	$Y = 0.1189X^{0.1348}$	۰/۲۴۱	۰/۰۱۰	۰/۴۶	۳۰/۶۸	۳۱/۳۰۴	۰/۰۸۹	-۰/۰۰۱	۳۱۶/۱۱
۴	$Y = 0.0932e^{0.2255X}$	۰/۲۰۹	۰/۰۲۰	۰/۴۶	۳۰/۲۰	۳۲/۰۲۳	۰/۰۸۹	-۰/۰۱۷	۳۱۹/۷۲
۵	$Y = -0.0054/X + 0.1403$	۰/۱۹۰	۰/۰۴۰	۰/۸۸	۴۱/۸۷	۴۴/۲۱۲	۰/۰۸۷	۰/۰۳۵	-۲۶۰/۱۵
۶	$Y = 0.6188X - 0.8158X^2 + 0.3014X^3 + 0.0216$	۰/۲۹۷	۰/۰۱۰	۰/۸۶	۴۷/۸۳	۴۸/۵۹۶	۰/۰۸۵	۰/۰۷۷	-۲۶۸/۱۷
۷	$Y = 0.1265X - 0.0657X^2 + 0.0815$	۰/۱۹۰	۰/۱۰۰	۰/۸۸	۴۰/۳۰	۴۰/۱۵۵	۰/۰۸۷	۰/۰۳۷	-۲۶۰/۱۶
۸	$Y = e^{-2.1248-(0.0332/X)}$	۰/۲۱۵	۰/۰۱۰	۰/۴۶	۳۱/۹۵	۳۳/۳۷۱	۰/۰۸۹	۰/۰۰۱	۱۶۷/۰۳
۹	$Y = e^{-203730+(0.2255X)}$	۰/۲۱۰	۰/۰۲۰	۰/۴۶	۳۰/۲۰	۳۲/۰۲۳	۰/۰۸۹	-۰/۰۱۷	۱۶۷/۳۹
۱۰	$Y = 0.0932(1.3329^X)$	۰/۲۱۰	۰/۰۲۰	۰/۴۶	۳۰/۲۰	۳۲/۰۲	۰/۰۸۹	-۰/۰۱۸	۱۶۷/۳۹

جدول ۳- مدل‌های برتر در هر دوره برای ارتباط بین دبی و ماده آلی

شماره معادله	دوره مطالعاتی	معادله Y وزن ماده آلی (گرم) و X دبی (متر مکعب بر ثانیه)	ضریب همبستگی	سطح معنی-داری	خطای استاندارد	درصد خطا		مجذور میانگین مربعات خطا	ضریب کارایی	شاخص منطقی
						تخمین	تأیید			
۲	کل دوره مورد مطالعه	$Y = 0.0188Ln(X) + 0.1372$	۰/۱۷۸	۰/۰۴۶	۰/۰۸	۳۹/۴۲	۴۱/۳۰	۰/۰۸	۰/۰۳	۱۴۷/۹۵
۱۱	دوره بدون برداشت شن وماسه	$Y = 0.0342X + 0.0584$	۰/۴۲۴	۰/۰۰۰	۰/۰۳	۲۴/۲۱	۳۱/۲۶	۰/۰۳	۰/۱۸	-۴۱۲/۳۱
۱۲		$Y = 0.085e^{0.2722X}$	۰/۳۸۶	۰/۰۰۰	۰/۳۰	۲۲/۷۶	۲۸/۹۹	۰/۰۳	۰/۱۴	۴۶/۷۴
دوره قبل از برداشت شن و ماسه	عدم وجود روابط معنی‌دار آماری									
دوره حین برداشت شن و ماسه	عدم وجود روابط معنی‌دار آماری									
۱۳	دوره بعد از برداشت شن وماسه	$Y = 0.0345X + 0.0904$	۰/۵۳۱	۰/۰۰۰	۰/۰۳	۱۸/۴۴	۱۳/۵۳	۰/۰۳	۰/۲۶	-۳۴۹/۶۲
۱۴		$Y = 0.1243X^{0.1588}$	۰/۵۸۴	۰/۰۰۰	۰/۰۳	۱۷/۶۸	۱۴/۳۶	۰/۰۳	۰/۳۱	-۸/۵۵
۱۵		$Y = 0.0902e^{0.2856X}$	۰/۵۴۴	۰/۰۰۰	۰/۲۳	۱۷/۷۵	۱۳/۵۳	۰/۰۳	۰/۲۶	-۴/۳۳

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج بررسی شکل‌های ۲ و ۳ هم‌چنان نشان می‌دهند که با کاهش مقدار دبی از مقدار ماده آلی انتقالی توسط جریان کاسته شده حال آن‌که درصد نسبی ماده آلی خروجی از حوزه آبخیز حداکثر می‌باشد. دلیل این امر را می‌توان در تشکیل بخش عمده‌ای از رسوبات به صورت آلی و تعلیق دراز مدّت آن نسبت داد که با تاکیدات Aufdenkampe et al. (2007) مبنی بر مشارکت رسوبات آلی در تعیین گل‌آلودگی جریان در دبی‌های پایه و یا حداقل هم‌خوانی دارد. بررسی تغییرات درصد ماده آلی با مقدار دبی جریان نیز دلالت بر کاهش سهم مقدار ماده آلی با افزایش دبی داشت. شرایط نمونه اظهارات به‌عمل آمده را می‌توان در شکل‌های ۴ تا ۸ مربوط به رگبارهای به‌وقوع پیوسته در دوره مطالعاتی و در منطقه مورد بررسی مشاهده نمود. نتایج به‌دست آمده در رابطه با تغییرپذیری مقدار و درصد ماده آلی در طول رگبارهای مورد مطالعه با یافته‌های Madej (2002) در رودخانه‌های واقع در شمال کالیفرنیا مبنی بر حداقل سهم آن در مواقع اوج و مشارکت انتقال ماده آلی در شاخه بالارونده و سهم نسبی زیاد آن در شاخه پایین‌رونده هم‌سو می‌باشند. نتایج مشابه دیگری نیز توسط Towsend-Small et al. (2008) در رابطه با تغییرپذیری میزان ماده آلی طی شرایط رگباری در رودخانه Chorobamba در آمازون واقع در کشور پرو گزارش شده است. حال آن‌که داده‌های حاصل از تحقیق حاضر با یافته‌های ایلخچی و همکاران (۱۳۸۱) و رشیدفر و همکاران (۱۳۸۳) مبنی بر افزایش میزان ماده آلی با افزایش دبی هم‌خوان نمی‌باشد که دلیل این امر را می‌توان در بروز جریان‌های سطحی موقّت در تیمارهای مورد بررسی و در سطوح کوچک نسبت داد.

با توجه به نتایج حاصل از تحقیق فعلی می‌توان جمع‌بندی نمود که ارتباط بین مقدار ماده آلی با دبی بسیار تغییرپذیر بوده و با یک‌دیگر هم‌سو نمی‌باشد که خود از دیدگاه مدیریتی و ضرورت کنترل حداقل روان‌آب و آن هم در مراحل اولیّه ایجاد و پدیداری سیلاب تاکید دارد. اگرچه در جمع‌بندی‌های نهایی و ارائه نقطه‌نظرهای قطعی منوط به انجام تحقیقات گسترده و وسیع‌تر و پایه‌های زمانی مختلف می‌باشد.

پی‌نوشت‌ها

1- Soil Erosion
2-Organic Matter
3- Suspended Sediment
4- Koppen
6- Decantation
7- Loss on Ignition
8- Correlation Coefficient
9- Standard Error of Estimate
10- Relative Error
11- Root Mean Square of Error
12- Coefficient of Efficiency
13- Akaike's Information Criterion

۵- مراجع

اداره کل منابع طبیعی نوشهر، (۱۳۸۱)، "*طرح جنگلداری کجور*"، سری۳ آغوزچال، آبخیز ۴۶، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، ۳۷۹ص.

ایلخچی، علی، حاج‌عباسی، محمدعلی، جلالیان، احمد، (۱۳۸۱)، "اثر تغییر کاربری مرتعی به دیم‌کاری بر تولید روان‌آب، هدررفت، کیفیت خاک در منطقه دوراهان استان چهارمحال و بختیاری"، *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، جلد ۶، شماره ۴، ۱۰۳-۱۱۴.

توفیقی، بهاره، (۱۳۸۱)، "تهیّه مدل تغییرات زمانی رسوب در حوزهٔ آبخیز زرّین‌درخت در استان چهارمحال و بختیاری"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع‌طبیعی و علوم-دریایی، دانشگاه تربیت مدرّس، ۹۱ ص.

رشیدفر، م.، حسنلی، ع.م.، صوفی، م.، (۱۳۸۳)، "هدررفت عناصر غذایی و ماده آلی خاک در پوشش‌های مختلف گیاهی مناطق خشک و نیمه خشک بر اثر روان‌آب و فرسایش سطحی"، *مجله بیابان*، جلد ۹، شماره ۱، ۳۵-۴۷.

صادقی،سیّدحمیدرضا، توفیقی بهاره، مهدوی محمد، (۱۳۸۴الف)، "تهیه مدل تخمین رسوب لحظه‌ای در حوزه زرّین‌درخت"، *مجله منابع طبیعی ایران*، جلد ۵۸، شماره ۳، ۷۵۹-۷۶۷.

صادقی، سیّدحمیدرضا، مرادی حمیدرضا، مزیّن ملیحه، وفاخواه مهدی، (۱۳۸۴ب)، "کارایی روش‌های مختلف تجزیه و تحلیل آماری در مدل‌سازی بارش-روان‌آب (مطالعه موردی: حوزهٔ آبخیز کسیلیان)"، *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، جلد ۳، شماره ۱۲، ۸۱-۸۹..

صادقی، سیّدحمیدرضا، نجفی درعلی، وفاخواه مهدی، (۱۳۸۵)، "تحلیل منطقه‌ای برآورد رسوب معلق در حوضه اصفهان-سیرجان"، *مجله تحقیقات منابع آب ایران*، جلد ۲، شماره ۳، ۵۱-۶۵.

عباس‌نژاد احمد، ۱۳۸۴: "*خاکشناسی (برای زمین‌شناسان)*"، انتشارات دانشگاه باهنر کرمان چاپ اول، ۵۳۵ص.

کارآموز، محمد، کراچیان، رضا، زهرایی، بنفشه، جعفرزاده، نعمتا...، (۱۳۸۴)، "برنامه‌ریزی برای تدوین طرح‌های جامع کاهش

Archive of SID
www.SID.ir

آلودگی آب سیستم‌های رودخانه‌ای، مطالعه موردی: سیستم رودخانه‌های کارون–دز"، *مجله تحقیقات منابع آب ایران*، جلد ۱، شماره ۱، ۱۲–۲۸.

معتمدنیا، محبوبه، (۱۳۸۷)، "تهیّه و تحلیل سنجه دبی حوزهٔ آبخیز جنگلی آموزشی کجور"، سمینار کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع‌طبیعی و علوم‌دریایی، دانشگاه تربیت مدرّس، ۶۷ص.

مهدوی محمد، (۱۳۸۱)، "*هیدرولوژی کاربردی*"، انتشارات دانشگاه تهران جلد دوم، ۴۳۷ص.

Aufdenkampe, A.K., Mayorga, E., Hedges, J.I., Llerena, C., Paul, D.Q., Gudeman, J., Alex, V.K. and Richey, J.E. (2007), "Organic Matter in the Peruvian Headwaters of the Amazon: Compositional Evolution from the Andes to the Lowland Amazon Mainstem", *Organic Geochemistry* 38:337–364.

Brent, J.D., Timothy, R.F. and Jon, M.H. (2007), "The Role of Hydrology in Annual Organic Carbon Load sand Terrestrial Organic Matter Export from Amidwestern Agricultural Watershed". *Geochimica ET Cosmochimica Acta* 71:48–1462.

Das, G. (2000), *Hydrology and Soil Conservation Engineering*, Prentice-Hall of India, 489 pp.

Edwards T.K. and Glysson, G.D. (1999), "Field Methods for Measurement of fluvial Sediment". USGS Open-file Report, 97 p. Available at: http://water.usgs.gov/osw/techniques/Edwards-TWRI.pdf 1999.

Green, I.R.A and Steohenson, D. (1986), "Criteria for Comparison of Single Event Models", *Hydrological Sciences Journal*, 31:395-411.

Heiri, O., Lotter, A. F. and Lemcke, G. (2001), "Loss on Ignition as a Method for Estimating Organic and Carbonate Content in Sediment: Reproducibility and Comparability of Results, *Journal of Paleolimnology* 25:101-110.

Knott, J.M., Glysson, G.D., Malo, B.A. and Schroeder, L.J. (1993), "Quality Assurance Plan for the Collection and Processing of Sediment Data by the U.S. Geological Survey", Water Resources Division: USGS Open-File Report 92-499. Available at: http://pubs.er.usgs.gov/pubs/ofr/ofr 92499.

Madej, M. (2002), "The Contribution of Suspended Organic Sediment to Turbidity and Sediment Flux", Turbidity and Other Sediment Surrogates Workshop, Reno, NV, April 30–May 2, 2002.21.

Madej, A.M., Wilzbach, M., Cummins, K. and Ellis, C.S. (2007), "The Significance of Suspended Organic Sediments to Turbidity, Sediment Flux, and Fish-Feeding Behavior", Was Presented at the Redwood Science Symposium: What Does the Future Hold? Rohnert Park, California, March 15-17, 2004.

McConchie, J.A. and Hawke, R.M. (2002), "Control on Stream flow Generation ih a Meltwater Stream, Miers Valley, Antarctica and Implication for the Debate on Global Warming", *Journal of Hydrology (NZ)*, 41(2):77-103.

Pusceddu, A., Mazzola, G., Sar, A. and Fabriano, M. (1997), "Relationships Between Suapended and Sediment Organic Matter in a Semi-Enclosed Marine System": The Stagnone DI Marsala Sound (Western Sicily), *Water, Air and Soil Pollution* 99:343-352.

Putjaroon, W. and Pongboon, K. (1987). "Amount of Runoff and Soil Losses from Various Land. Use Sampling Plots in Province", Thailand, *In*: Proceedings of Forest Hydrology and Watershed Management August 1987, IAHS-AISH, Publication, 167-198.

Rovira, A. and Batalla, R. (2006), "Temporal Distribution of Suspended Sediment Transport in a Mediterranean basin": The Lower Tordera (NE SPAIN), *Geomorphology*, 79:58-71.

Sadeghi, S.H.R., Aghabeigi Amin, S., Vafakhah, M. Yasrebi, B. and Esmaeili Sari, A. (2006), "Suitable Drying Time for Suspended Sediment Samples", Iran, International Sediment Initiative Conference, Khartoum, Sudan. Nov.12-16, 2006:71.

Sadeghi, S.H.R., Mizuyama, T., Miyata, S., Gomi, T., Kosugi, K., Fukushima, T., Mizugaki, S. and Onda, Y. (2008), "Development, Evaluation and Interpretation of Sediment Rating Curves for a Japanese Small Mountainous Reforested Watershed", *Geoderma*, 144:198-211.

Townsend-Small, A., McClain, E.M., Jorge, L.N., Carlos, A. J. and Jay, A.B. (2008), "Suspended Sediments and Organic Matter in Mountain Headwaters of the Amazon River: Results from a 1-Year Time Series Study in the Central Peruvian Andes", *Geochimica et Cosmochimica Acta* 72:732–740.

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