

تغییرپذیری ارتباط رسوب معلق و مقدار ماده آلی ذره‌ای در مقیاس‌های زمانی فصلی، ماهانه و رگبار

سیدحمیدرضا صادقی^{۱*} و پری سعیدی^۲

چکیده

آگاهی از مقدار رسوبات معلق و تغییرات زمانی آن علاوه بر افزایش بازدهی پروژه‌های حفاظت آب و خاک، به‌عنوان شاخصی مهم برای تعیین هدررفت ماده آلی خاک به‌شمار می‌آید. بنابراین مطالعه ارتباط بین رسوب معلق و ماده آلی در مدیریت آبخیز حائز اهمیت فراوان است. این تحقیق با هدف بررسی تغییرات زمانی روابط رسوب معلق و ماده آلی همراه آن (ذره‌ای) در حوزه آبخیز آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس با مساحت ۵۰۱۳۰ هکتار و در مقیاس‌های فصلی، ماهانه و رگبار انجام گرفت. برای همین منظور نمونه‌های آب و رسوب معلق به روش انتگراسیون عمقی طی پائیز ۱۳۸۶ تا بهار ۱۳۸۷ جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. رسوب معلق با استفاده از روش برجاگذاری و تخلیه آب و مقدار ماده آلی موجود در رسوبات از طریق روش سوزاندن تعیین گردید. سپس ارتباط بین متغیرهای مورد بررسی با استفاده از انواع رگرسیون دو متغیره در مقیاس‌های مختلف زمانی ارزیابی شد. نتایج حاصل از تحقیق نشان‌دهنده همبستگی زیاد انتقال ماده آلی ذره‌ای و رسوب معلق در فصول پائیز و زمستان، ماه‌های آذر و دی و همچنین رگبار با ضریب همبستگی به‌ترتیب ۰/۹۰، ۰/۸۶، ۰/۹۵، ۰/۹۵ و ۰/۹۶ در سطح اطمینان بیش از ۹۹ درصد، خطای تخمین و تأیید کم‌تر از ۳۷/۱۸ و ۳۶/۹۰ و ضریب کارایی بیش از ۰/۴۱ بوده در حالی که برای فصل بهار و ماه‌های بهمن، فروردین و اردیبهشت هیچ‌گونه رابطه معنی‌داری حاصل نشد.

واژه‌های کلیدی: حوزه آبخیز جنگلی، رسوب معلق، رگرسیون دو متغیره، مقیاس زمانی و هدررفت ماده آلی

ارجاع: صادقی س.ج. و سعیدی پ. ۱۳۹۰. تغییرپذیری ارتباط رسوب معلق و مقدار ماده آلی ذره‌ای در مقیاس‌های زمانی فصلی، ماهانه و رگبار. مجله پژوهش آب ایران. ۶(۱۰): ۲۱-۲۸

۱- استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، مازندران
۲- دانش‌آموخته گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس مازندران، نور،

* نویسنده مسئول: sadeghi@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۶/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۱۲

مقدمه

خاک به عنوان یکی از مهم‌ترین اجزای منابع طبیعی نقش عمده‌ای در زندگی انسان دارد و به‌طور مستقیم و غیرمستقیم منبع ارزشمند تولید مواد غذایی در جهان به‌شمار می‌آید به‌نحوی که بر اساس گزارش‌های جرارد (۲۰۰۰) بیش از ۹۷ درصد مواد غذایی جهان از خاک به دست می‌آید. خاک در بردارنده عناصر ضروری و مورد نیاز برای رشد گیاهان بوده و یکی از اجزای مهم و نسبتاً ضروری آن ماده آلی می‌باشد. زندگی موجودات در خاک برای تأمین انرژی و عناصر غذایی بستگی زیادی به وجود ماده آلی موجود در ترکیب آن دارد. وجود ماده آلی باعث بهبود خاک کشاورزی در افق‌های سطحی و رشد محصولات، افزایش سرعت نفوذ آب، کاهش روان‌آب، تسهیل نفوذ ریشه گیاهان، تثبیت و در کنار هم نگه‌داشتن اجزای خاک و در نهایت پایداری آن در مقابل تخریب و فرسایش می‌شود. فرسایش خاک و تولید رسوب یکی از مهم‌ترین مسائل زیست‌محیطی کشورهای در حال توسعه از جمله ایران با میزان فرسایش سالانه بیش از ۱/۴ میلیارد تن در سال (عرب‌خدری، ۱۳۸۲) است. از جمله پی‌آمدهای ناشی از فرآیند فرسایش خاک، کاهش حاصل‌خیزی اراضی بالادست از طریق شسته شدن مواد غذایی و ماده آلی موجود در آن می‌باشد که به‌طور غیر مستقیم اراضی پایین‌دست را تحت تأثیر قرار می‌دهد به‌نحوی که در اثر وقوع فرسایش خاک حاصل‌خیزی خاک‌های طبیعی بین ۸۰ تا ۱۰۰ درصد کاهش می‌یابد (رشیدفر و همکاران، ۱۳۸۲؛ لانگدال و همکاران، ۱۹۸۵). بخش عمده‌ای از ماده آلی شسته شده از خاک به‌صورت محلول در آب و همراه با رسوبات معلق به شکل ذره‌ای^۱ حمل شده و از دسترس خارج می‌شوند (برنت و همکاران، ۲۰۰۷؛ اوندا و همکاران، ۲۰۱۰؛ اوندا و همکاران، ۲۰۰۸؛ اوندا و همکاران، ۲۰۰۷). در هر صورت با توجه به نقش ماده آلی در پایداری اجزای خاک، خروج آن به‌صورت محلول و یا ذره‌ای منجر به افزایش خطر فرسایش می‌شود (جعفری و همکاران، ۱۳۸۵؛ حاج‌عباسی و همکاران، ۱۳۸۵؛ رشیدفر و همکاران، ۱۳۸۳؛

زرین‌کفش، ۱۳۸۰؛ برنت و همکاران، ۲۰۰۷؛ کلینگیل و انیل، ۱۹۹۲؛ لایون و همکاران، ۱۹۹۹). نقش و ارزش ماده آلی در خاک توجه محققین متعددی در زمینه علوم مختلف و خصوصاً فرسایش و حفاظت خاک را به خود معطوف کرده است. مادج (۲۰۰۲) مشارکت رسوبات معلق آلی در گل‌آلودگی و تغییرات رسوب در محدوده‌ای از رودخانه‌ای در شمال کالیفرنیا را بررسی کرد. ایشان داده‌های رسوب معلق، گل‌آلودگی و دبی جریان در طول یک سال در مقیاس‌های زمانی فصلی و رگبار را جمع‌آوری نمود. نتایج این تحقیق دلالت بر اهمیت نقش رسوبات در انتقال مواد آلی داشت. به‌نحوی که در نمونه-برداری‌های مختلف، ۲۰ تا ۶۰ درصد رسوبات منتقل شده طی بخش پایانی هیدروگراف جریان اتفاق افتاده بود. برنت و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی نقش هیدرولوژی در بار سالانه کربن آلی و خروج ماده آلی خاکی از یک حوزه آبخیز کشاورزی واقع در غرب ایندیانا^۲ در امریکا بر اهمیت بارش با دبی زیاد و تداوم کوتاه مدت در کنترل خروج بار سالانه کربن آلی محلول تأکید کردند. مادج و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی اهمیت رسوبات آلی و گل‌آلودگی در چهار رودخانه در منطقه ردوود^۳ پرداخته نشان دادند که در سطوح بالاتر گل‌آلودگی در شرایط غیر رگباری، نمونه‌های رسوب معلق حاوی مقادیر بیشتری مواد غیر آلی هستند در حالی که در رسوبات معلق رگبارهای ابتدای فصل، سهم مواد آلی بیشتر بوده است. توزند-اسمال و همکاران (۲۰۰۸) رسوبات معلق و ماده آلی در رودخانه کوروبامبو^۴ را که در مرکز اندین آمازون^۵ در پرو واقع شده است، از طریق نمونه‌برداری در مقیاس رگبار و یک نمونه در هفته بررسی کردند. براساس نتایج حاصل از این تحقیق علی‌رغم این‌که غلظت اجزای ماده آلی در شرایط عادی در رودخانه مورد مطالعه پایین ارزیابی شد لیکن در شرایط رگباری به‌دلیل افزایش حجم کلی جریان و غلظت ماده آلی، مقدار ماده آلی خروجی به‌طور فزاینده‌ای افزایش یافته

2- Indiana
3- Redwood
4 - Chorobamba
5 - Andean Amazon

مقیاس زمانی دقیق تر را تأیید نموده است. از این رو تحقیق حاضر با هدف آگاهی از تغییرات زمانی روابط رسوب معلق و ماده آلی به عنوان معیاری برای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی‌های مدیریتی به بررسی ارتباطات مذکور در مقیاس‌های زمانی مختلف در حوزه آبخیز آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس (کجور) به واسطه قابلیت دست‌رسی، کنترل شرایط حاکم بر آن و انجام پژوهش‌های پیش‌نیاز و پیشگام صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

- مشخصات کلی منطقه مورد مطالعه

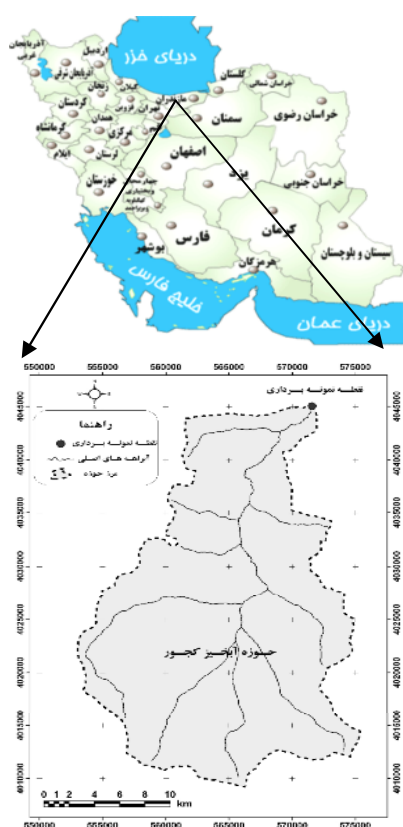
تحقیق فعلی در حوزه آبخیز آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس با مساحت ۵۰۱۳۰ هکتار در جنوب شرقی نوشهر و حدواسط طول‌های "۵۱°۳۵'۰" تا "۵۱°۵۰'۳۰" شرقی و عرض‌های "۳۶°۱۳'۳۰" تا "۳۶°۳۳'۰" شمالی انجام شد (شکل ۱). مساحت عمده‌ای از بخش پایین دست حوزه آبخیز را جنگل‌های طبیعی خزان کننده تشکیل می‌دهد و مابقی در بالادست به صورت کاربری مرتع مورد تعلیف دام‌های روستائیان منطقه کجور قرار می‌گیرد. وجود تغییرات ارتفاعی از سطح دریا و یال و دره‌های منفرد با دامنه‌های متفاوت باعث استقرار توده‌های جنگلی با پراکنش و تنوع گونه‌های درختی و ایجاد تیپ و زیرتیپ‌های مختلف گردیده است. میانگین تراکم پوشش گیاهی در توده‌های جنگلی و مناطق مرتعی به ترتیب ۷۵ و ۵۰ درصد تعیین شده است (اداره کل منابع طبیعی نوشهر، ۱۳۸۱). ارتفاع متوسط منطقه ۱۸۳۰/۵ متر و شیب متوسط حوزه مورد مطالعه ۳۴ درصد می‌باشد. از نظر زمین‌شناسی ۹۰ درصد از سطح حوزه مورد نظر به دوران دوّم زمین‌شناسی تعلق دارد. نوع خاک منطقه تکامل نیافته راندزین تا راندزین شسته شده و خاک قهوه‌ای جنگلی با pH قلیایی و خاک قهوه‌ای شسته شده تا پسدوگلی و با بافت لومی شنی ارزیابی شد.

طبق آمار ایستگاه هواشناسی جلگه‌ای نوشهر حداکثر و حداقل درجه حرارت، میانگین بارندگی سالیانه، حداکثر و حداقل متوسط بارندگی ماهیانه به ترتیب ۲۵ و ۶/۶ درجه سانتی‌گراد، ۱۳۰۸/۸ میلی‌متر، ۲۸۰/۴ و ۳۷/۴ میلی‌متر

بود. از طرفی تفاوت‌های معنی‌دار بین فصول برای برخی اجزای ماده آلی ریزدانه و درشت‌دانه از جمله 13C نشان‌دهنده تغییرات فصلی در منابع ماده آلی بود. همچنین مشاهده شد که قسمت اعظم رسوبات و ماده آلی همراه آن از سرشاخه‌های اندین آمازون در طول رگبارهای نادر با تداوم کوتاه منتقل شده‌اند. اوندا و همکاران (۲۰۰۷، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۰) نیز طی تحقیقات جداگانه‌ای در آبخیزهای جنگلی ژاپن به بررسی فرآیند فرسایش خاک با تکیه بر انتقال مواد غذایی و آلی خاک در اثر ایجاد روان‌آب و تولید رسوب و با استفاده از ردیاب‌های مختلف نمودند. نتایج تحقیقات ایشان مشخصاً بر اهمیت فرآیند فرسایش بر انتقال مواد غذایی خاک تأکید داشته است.

در ایران نیز ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۱) مقدار هدررفت کربن آلی در اثر فرسایش خاک در اراضی با شیب بیش از ۵۰ درصد در چای‌زارهای شرق استان گیلان را معادل ۱۶/۳۹ کیلوگرم در هکتار برآورد نمودند. همچنین صادقی و سعیدی (۱۳۸۷) طی تحقیقی در حوزه آبخیز جنگلی کجور واقع در استان مازندران بر نقش رسوبات معلق به عنوان تخمین‌گری مناسب برای هدررفت ماده آلی طی دو دوره معدن‌کاوی و بدون دخالت انسانی در حوزه آبخیز آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس تأکید کردند. نتایج تحقیق ایشان نشان‌دهنده تغییرات زیاد مقادیر ماده آلی و رسوبات معلق و از طرفی هم‌سویی روند آن‌ها طی دوره‌های مورد مطالعه و همچنین ضرورت تفکیک دوره‌های زمانی بوده است.

بررسی سوابق تحقیق موجود تأییدی بر محدودیت مطالعات صورت گرفته در زمینه ماده آلی موجود در رسوبات معلق بوده و ضمن تصریح در اهمیت ماده آلی و تأثیر فرسایش خاک و رسوبات معلق در انتقال ماده آلی، بر ضرورت ارزیابی جامع و دقیق روابط مواد آلی و رسوب معلق با شاخص‌های زودیافت، صرفه‌جویی در هزینه و نیز استفاده جامع و حداکثر از داده‌های مشابه تأکید داشته است. از طرفی تحقیق پیشگام انجام شده در خصوص ضرورت تفکیک دوره‌های مختلف مرتبط با دخالت‌های انسانی در حوزه آبخیز آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس (صادقی و سعیدی، ۱۳۸۷) ضرورت انجام مطالعات مشابه با



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

برای تحلیل تغییرات زمانی روابط رسوب معلق و ماده آلی داده‌های جمع‌آوری شده در مقیاس‌های زمانی روزانه و رگبار وارد نرم‌افزار Excel 2007 و تقسیم‌بندی آن‌ها در مقیاس‌های مختلف فصلی، ماهانه و رگبار گردید. سپس با استفاده از نرم‌افزار SPSS 15 انواع روابط رگرسیونی دو متغیره شامل خطی، لگاریتمی، توانی و نمایی به داده‌ها برازش داده شد. با استفاده از معیارهای مختلف از جمله ضریب همبستگی، اشتباه استاندارد، خطای نسبی تخمین و تأیید، مجذور میانگین مربعات خطا، ضریب کارایی مدل-های برتر برگزیده شدند. در نهایت مدل‌های با ضریب همبستگی بالا، سطح معنی‌داری کم‌تر، ضریب کارایی مثبت و بزرگ‌تر و ترجیحاً بیش از ۶۰ درصد و مقادیر کم-تر سایر معیارها به‌عنوان مدل‌های بهینه انتخاب شدند (صادقی و سعیدی، ۱۳۸۷؛ صادقی و همکاران، ۲۰۰۸).

است. مقدار بارندگی در بالادست مرتعی حوزه آبخیز به حدود ۲۵۰ میلی‌متر کاهش می‌یابد. بر اساس طبقه‌بندی کوپن^۱ منطقه مورد مطالعه در پایین دست از اقلیم برّی و زمستان سرد و خشک و تابستان کوتاه و اقلیم نیمه خشک در قسمت‌های بالادست برخوردار می‌باشد (صادقی و سعیدی، ۲۰۱۰).

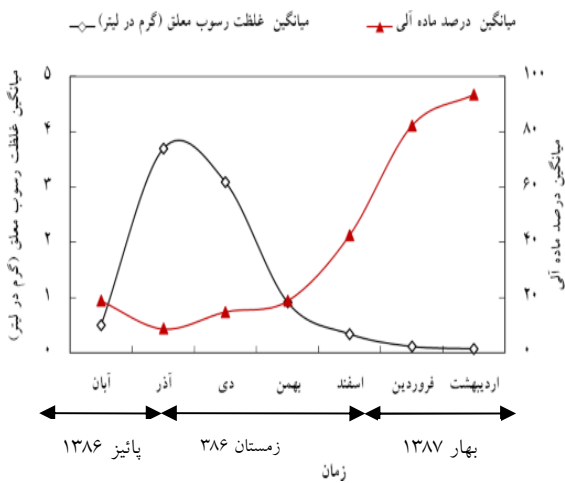
روش تحقیق

داده‌های رسوب معلق و ماده آلی مورد نیاز این تحقیق از طریق نمونه‌برداری در مقیاس روزانه و رگبار طی دوره آماری آبان ۱۳۸۶ تا اردیبهشت ۱۳۸۷، در فواصل زمانی یک ساعت (صادقی و سعیدی، ۱۳۸۷؛ صادقی و همکاران، ۱۳۸۴) جمع‌آوری گردید. اندازه‌گیری صحرائی رسوب معلق از کرانه چپ مقطع، با استفاده از ظروف پلاستیکی دو لیتری و به روش انتگراسیون عمقی (داس، ۲۰۰۰؛ صادقی و همکاران، ۲۰۰۶) انجام شد. برای تعیین مقادیر رسوب معلق موجود در نمونه آب و رسوب جمع‌آوری شده، از روش برجاگذاری و تخلیه آب ۲ (صادقی و سعیدی، ۲۰۰۹؛ والینگ و همکاران، ۲۰۰۱) نمونه‌ها استفاده گردید. در این روش بعد از گذشت ۴۸ ساعت از نگهداری نمونه آب و رسوب به حالت سکون در آزمایشگاه، آب انباشته شده روی نمونه‌های رسوب تجمع یافته و محتوی ماده آلی تخلیه شد. سپس رسوبات باقی‌مانده با استفاده از آب مقطر شسته و درون ظروف فویلی توزین شده ریخته و در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت (صادقی و همکاران، ۱۳۸۴) خشک گردید. رسوبات خشک شده توزین و غلظت رسوب معلق در یک لیتر نمونه آب و رسوب محاسبه شد. میزان ماده آلی همراه با رسوبات معلق از طریق روش سوزاندن ۳ به مدت ۴ ساعت در کوره با درجه حرارت ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد (صادقی و سعیدی، ۱۳۸۷؛ هیری و همکاران، ۲۰۰۱؛ اونها و همکاران، ۲۰۱۰) تعیین گردید. اختلاف وزن رسوبات، قبل و بعد از سوزاندن بیان‌گر میزان ماده آلی موجود در و یا همراه با رسوب معلق نمونه بود.

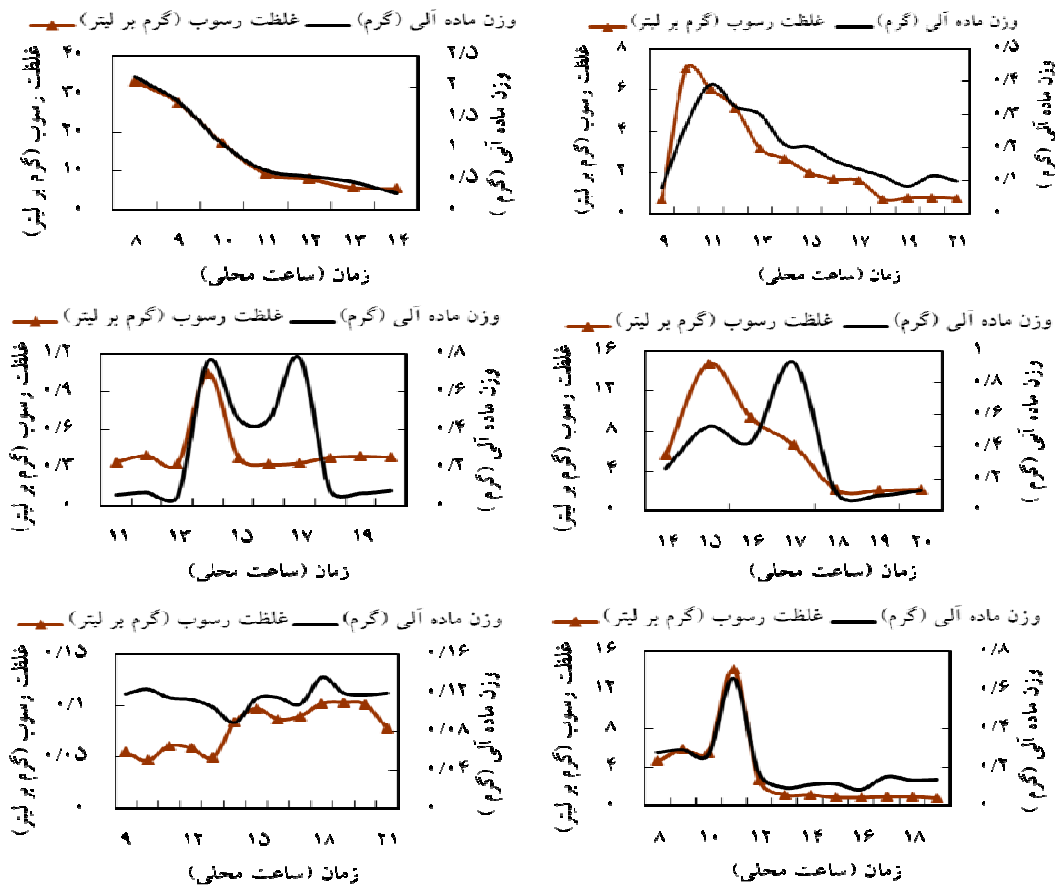
1- Koppen
2 - Decantation
3- Loss on Ignition

نتایج و بحث

به منظور انجام تحقیق حاضر بعد از نمونه برداری و تهیه بانک اطلاعاتی داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SPSS 15 اقدام به بررسی روابط و تجزیه و تحلیل آن‌ها گردید. شکل ۲ روند تغییرات میانگین غلظت رسوب معلق و درصد ماده آلی در دو مقیاس زمانی فصلی و ماهانه در حوزه آبخیز جنگلی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. هم‌چنین در شکل ۳ تغییرات ماده آلی موجود در رسوبات معلق انتقال یافته طی ۶ رگبار به‌وقوع پیوسته در روزهای ۱۳ آبان، ۱ و ۲ و ۸ آذر، ۱۵ دی ۱۳۸۶ و ۱۸ اردیبهشت ۱۳۸۷ در دوره مورد مطالعه ارائه شده است. جدول ۱ نتایج حاصل از روابط بین ماده آلی و رسوبات معلق انتقال یافته در مقیاس‌های زمانی فصلی، ماهانه و رگبار را ارائه می‌دهد.



شکل ۲- روند تغییرات غلظت رسوب معلق و درصد ماده آلی در مقیاس‌های زمانی فصلی و ماهانه در حوزه آبخیز آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس



شکل ۳- روند تغییرات غلظت رسوب معلق و مقدار ماده آلی طی رگبارهای به‌وقوع پیوسته در حوزه آبخیز آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس

جدول ۱ - رابطه غلظت رسوب معلق و ماده آلی در مقیاس‌های زمانی فصلی، ماهانه و رگبار برای حوزه آبخیز آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس

مقیاس زمانی	معادله	ضریب همبستگی	سطح معنی‌داری	خطای استاندارد	درصد خطا		ضریب مجذور میانگین مربعات خطا کارایی
					تخمین	تایید	
پائیز	$OM=0.029SSC+0.065$	۰/۸۹۹	۰/۰۰۰	۰/۰۵	۳۳/۳۴	۲۲/۶۲	۰/۸۱
فصلی زمستان	$OM=0.109e^{0.096SSC}$	۰/۸۵۵	۰/۰۰۰	۰/۲۶	۲۰/۸۵	۱۸/۰۰	۰/۸۷
بهار				عدم وجود رابطه معنی‌دار			
آبان	$OM=0.04e^{1.33SSC}$	۰/۷۸۷	۰/۰۰۰	۰/۴۷	۳۷/۱۸	۱۳/۵۳	۰/۵۸
آذر	$OM=0.036SSC+0.04$	۰/۹۵۱	۰/۰۰۰	۰/۰۵	۲۳/۲۲	۱۶/۹۵	۰/۸۷
دی	$OM=0.03SSC+0.09$	۰/۹۴۵	۰/۰۰۰	۰/۰۶	۲۲/۵۹	۲۰/۵۲	۰/۸۸
ماهانه				عدم وجود رابطه معنی‌دار			
بهمن	$OM=0.035LnSSC+0.163$	۰/۶۴۰	۰/۰۰۲	۰/۰۳	۱۶/۵۳	۱۳/۵۲	۰/۴۱
اسفند				عدم وجود رابطه معنی‌دار			
فروردین				عدم وجود رابطه معنی‌دار			
اردیبهشت				عدم وجود رابطه معنی‌دار			
رگبار	$OM=0.059SSC+0.062$	۰/۹۶۴	۰/۰۰۰	۰/۱۰	۲۹/۵۰	۳۶/۹۰	۰/۸۷

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی روند تغییرات میانگین درصد ماده آلی با مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین به ترتیب ۲/۲۸، ۱۰۰ و ۴۰/۷۸±۲۹/۶۷ درصد در مقایسه با میانگین غلظت رسوب معلق با مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین به ترتیب ۰/۰۳، ۱۶/۷۴ و ۱/۲۶±۶/۳۷ گرم در لیتر در مقیاس زمانی فصلی و ماهانه (شکل ۳) دلالت بر روند متفاوت تغییرات درصد ماده آلی با مقدار رسوب داشته است.

بررسی نتایج حاصل از جدول ۱ نشان‌دهنده ضریب همبستگی بالای روابط بین رسوب معلق و ماده آلی در فصول پائیز و زمستان بوده و این در حالی است که برای فصل بهار هیچ‌گونه رابطه معنی‌داری حاصل نشد. این یافته مشخصاً بر تغییرپذیری روابط رسوب معلق و ماده آلی در مقیاس فصلی دلالت داشته که با یافته‌های تونزد-اسمال و همکاران (۲۰۰۸) مبنی بر تغییرپذیری فصلی ماده آلی موجود در رسوبات معلق در بخشی از رودخانه آمازون در کشور پرو موافقت دارد.

ضرایب همبستگی ۰/۹۵۱ و ۰/۹۴۵ برای روابط بین دو متغیر مورد بررسی در ماه‌های آذر و دی، هم‌سویی روند تغییرات مقادیر ماده آلی ذره‌ای و رسوبات را نشان می‌دهد که با یافته‌های صادقی و سعیدی (۱۳۸۷) در حوزه آبخیز

جنگلی مشابه در استان مازندران مطابقت دارد. از طرفی با توجه به نتایج شکل ۳ تمرکز رگبارهای به‌وقوع پیوسته طی مدت نمونه‌برداری در این دو ماه، افزایش مقادیر رسوب و در نتیجه سهم نسبی زیاد هدررفت مواد آلی را به‌دنبال داشته است و همچنین ارتباط معنی‌دار روند مذکور بین رسوب معلق و ماده آلی خروجی از حوزه آبخیز را تایید می‌نماید. نتایج حاصل برای ماه‌های آبان و اسفند کارایی کم‌تر روابط رگرسیونی برای تبیین ارتباط بین متغیرهای مذکور را نشان داد و این در حالی است که برای ماه‌های بهمن، فروردین و اردیبهشت هیچ‌گونه رابطه‌ای حاصل نشد. دلیل این امر را می‌توان در محدودیت مواد آلی در لایه‌های سطحی خاک و طبیعتاً مراحل اولیه فرسایش خاک از سطح حوزه آبخیز جستجو نمود که نتایج مادج (۲۰۰۲) و مادج و همکاران (۲۰۰۷) را تأیید می‌کند. دقت در نتایج به‌دست آمده از تغییرات ارتباط ماده آلی ذره‌ای با رسوب معلق در مقیاس ماهانه (جدول ۱) و شکل‌های مختلف مدل‌ها، نتایج حاصل از تحلیل کیفی شکل ۲ را نیز مورد تأیید قرار می‌دهد.

ضریب همبستگی ۰/۹۶۴ در سطح اعتماد ۹۹ درصد مربوط به تغییرات زمانی روابط ماده آلی ذره‌ای و رسوب معلق در مقیاس رگبار و بررسی نتایج شکل ۳ نیز نشان-

آن به سایر حوزه‌های آبخیز مختلف با ویژگی‌های متنوع می‌باشد.

منابع

- ۱- ابراهیمی ر. رفاهی ح. ق. علی‌اکبر ع. ر. و میرنیا س. خ. ۱۳۸۱. بررسی مقدار هدررفت عناصر غذایی پر مصرف در اثر فرسایش خاک در اراضی شیب دار زیر کشت چای در شرق استان گیلان. پژوهش و سازندگی. ۱۵(۱): ۷۶-۸۵.
- ۲- اداره کل منابع طبیعی نوشهر. ۱۳۸۱. طرح جنگلداری کجور، سری ۳ آغوزچال، آبخیز ۴۶، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور. ۳۷۹ص.
- ۳- جعفری م. آذرنبوند ح. سوری م. و سرداری م. ۱۳۸۵. بررسی تغییرات مقدار ماده آلی در اراضی کشاورزی (مطالعه موردی: استان کرمانشاه). پژوهش و سازندگی. ۷۱: ۲۰-۲۴.
- ۴- حاج‌عباسی م.ع. بسالت‌پور ا. و مللی ا. ر. ۱۳۸۵. اثر تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های جنوب و جنوب غربی اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۱(۴۲): ۵۲۵-۵۳۴.
- ۵- رشیدفر م. حسنی ع.م. و صوفی م. ۱۳۸۳. هدررفت عناصر غذایی و ماده آلی خاک در پوشش‌های مختلف گیاهی مناطق خشک و نیمه خشک بر اثر روان آب و فرسایش سطحی. مجله بیابان. ۹(۱): ۳۵-۴۷.
- ۶- زرین‌کفش م. ۱۳۸۰. خاک‌شناسی جنگل (اثرات متقابل خاک و گیاه در ارتباط با عوامل زیست‌محیطی اکوسیستم‌های جنگلی). انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، چاپ اول، ۳۶۱ص.
- ۷- صادقی س. ح. ر. و سعیدی پ. ۱۳۸۷. رسوبات معلق: تخمین‌گری مناسب برای هدررفت مواد آلی خاک. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۳(۱): ۲۲۱-۲۲۸.
- ۸- صادقی س. ح. ر. توفیقی ب. و مهدوی م. ۱۳۸۴. تهیه مدل تخمین رسوب لحظه‌ای در حوزه زرین‌درخت. مجله منابع طبیعی ایران. ۵۸(۳): ۷۵۹-۷۶۷.

دهنده هم‌سویی روند تغییرات رسوب معلق و ماده آلی در این مقیاس زمانی بوده است. دلیل این امر را می‌توان به موجودیت محدود ماده آلی در خاک سطحی (مک‌داول و آسپوری، ۱۹۹۴) و نیز کنترل‌پذیری مقدار ماده آلی از رسوب معلق نسبت داد. ارتباط زیاد ماده آلی ذره‌ای با رسوب معلق طی سیلاب‌های اتفاق افتاده در منطقه مورد مطالعه با یافته‌های مادج (۲۰۰۲) و مادج و همکاران (۲۰۰۷) 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 پایین-رونده هم‌سو می‌باشد. نتایج مشابه دیگری نیز توسط توزند-اسمال و همکاران (۲۰۰۸) در سرآب‌های مناطق کوهستان آمازون و برنت و همکاران (۲۰۰۷) در یک حوزه آبخیز کشاورزی واقع در غرب در امریکا مبنی بر اهمیت وقایع بارش با دبی زیاد و تداوم کوتاه در کنترل خروج بار سالانه ماده آلی ذره‌ای و کربن آلی محلول گزارش شده است.

جمع‌بندی

تحقیق حاضر با هدف بررسی تغییرات زمانی روابط رسوب معلق و ماده آلی در حوزه آبخیز آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. نتایج ارائه شده نشان-دهنده رفتار متفاوت این دو متغیر در مقیاس‌های زمانی مختلف بوده به‌نحوی که در برخی موارد روابط با همبستگی بالا هم‌سویی روند تغییرات را نشان می‌دهد و این در حالی است عدم وجود رابطه معنی‌دار در روابط دو متغیر دلالت بر ناهم‌سویی روابط در مقیاس‌های زمانی مختلف دارد. از طرفی پیچیدگی شرایط حاکم بر اکوسیستم‌ها در مقیاس‌های زمانی مختلف منجر به دست-یابی به نتایج متفاوت در استفاده از یک مدل یا روش خاص در مطالعات مختلف می‌گردد که این مسئله بر لحاظ مقیاس زمانی در بررسی روابط بین ماده آلی ذره‌ای و رسوبات معلق در افزایش دقت مطالعات انجام شده تأثیر به‌سزایی داشته است. به‌هر تقدیر دست‌یابی به جمع‌بندی-های نهایی و ارائه خط‌مشی‌های کلی مدیریت منوط به انجام مطالعات مشابه با دوره طولانی‌تر تحقیق و نیز توسعه

- 22- Onda Y. Kato H. Tanaka Y. Tsujimura M. Davaa G. Oyunbaatar D. 2007 Analysis of runoff generation and soil erosion processes by using environmental radionuclides in semiarid areas of Mongolia. *Journal of Hydrology*. 333:124–132.
- 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 Saeidi P. 2009. Accuracy of Decantation Technique for Estimation of Different Suspended Sediment Concentrations. International Conference "LAND CONSERVATION"- LANDCON 0905, Tara Mountain/Serbia May 26-30, 2009, 4 p.
- 25- 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.
- 26- 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.
- 27- Townsend-Small A. McClain E.M. B. 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.
- 28- Walling D.E. Collins A.L. Sickingabula 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.
- ۹- عرب‌خدری م. ۱۳۸۲. وضعیت رسوبدهی معلق حوزه‌های آبخیز ایران. *مجله آبخیز. مرکز تحقیقات و حفاظت خاک و آبخیزداری*. ۱۱: ۴-۶.
- 10- Brent J.D. Timothy R.F. and Jon M.H. 2007. The Role of Hydrology in Annual Organic Carbon Load and Terrestrial Organic Matter Export from Midwestern Agricultural Watershed. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 71:48–62.
- 11- Das G. 2000. *Hydrology and Soil Conservation Engineering*. Prentice-Hall of India, 489 pp.
- 12- Gerrard J. 2000. *Fundamental of soils*. Routledge. London and New York. 230 pp.
- 13- 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.
- 14- Klingebiel A. A. and Oneal A. M. 1992. Structure and Influence on Tilth of soils. *Soil Science Society of American Journal*. 16: 77-80.
- 15- Langdal G.W. Denton H.P. White A.W. Eilliam J.W. and Freye W.W. 1985. Effects of Soil Erosion on Crop Productivity of Southern Soils. *In: Follett R.F and Stewart, B.A. (Eds), Soil Erosion and Crop Productivity*. America Society of Agronomy Crop Science. pp: 252-271.
- 16- Layon T. L. Bukman H. O. and Brady N. C. 1999. *The Natural and Properties of Soil*. 12th ed., Mc Millan Co. New York.
- 17- 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, 2002.21p.
- 18- 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
- 19- McDowell W.H. and Asbury C.E. 1994. Export of Carbon, Nitrogen, and Major Ions from Three Tropical Montane Watersheds. *Journal of Oceanography*. 39: 111–125.
- 20- Onda Y. Gomi T. Mizugaki Sh. Nonoda T. Roy C.S. 2010. An Overview of the Field and Modelling Studies on the Effects of Forest Devastation on Flooding and Environmental Issues. *Hydrological Processes*. 24: 527- 534.
- 21- Onda Y. William E. D. Booker F. 2008. Evolution of Overland Flow after a Severe Forest Fire, Point Reyes, California. *Catena*. 72: 13-20.