تأثیر فرسایش خاک بر هدر رفت فسفر قابل جذب گیاه در یک حوزه آبخیز واقع در اکوسیستم‌های هیرکانی

سمیه فضلی[۱]، سیدخلاق میرنیا[۲]، حمزه نور[۳]

چکیده

فرسایش خاک و اثرات آن یکی از مهم‌ترین مشکلات زیست محیطی عصر حاضر می‌باشد. مغذی شدن، کاهش اکسیژن و بالا رفتن غلظت عناصر غذایی (فسفر و نیتروژن) در مخازن، کانال‌ها و سایر منابع آب از مهمترین عواقب آلودگی آب‌ها می‌باشند. فسفر از یک سو جزء عناصر مهم در رشد گیاهان و حیات جانداران بوده و از سوی دیگر از عوامل مهم در آلودگی منابع آب و مغذی شدن آنها بشمار می‌آید. هدف از انجام این تحقیق بررسی مقدار هدر رفت فسفر قابل جذب گیاه طی فرآیند فرسایش خاک در حوزه آبخیز کجور می‌باشد. بدین منظور نمونه‌برداری از جریان رودخانه طی وقایع بارندگی به‌وسیله نمونه‌بردار دستی و از نقطه ثابت صورت گرفت. نتایج نشان‌داد که کمینه و بیشینه هدررفت فسفر ۳۲۱ و ٦۷۰۷ گرم با متوسط ۲٦۲۰ گرم است و هدر رفت فسفر در این دوره به‌شدت تحت تأثیر فرسایش خاک قرار داشته است. نتایج مدل‌سازی بین مقادیر هدر رفت فسفر, رسوبدهی و حجم رواناب حاکی از آن بود که برآورد میزان هدر رفت فسفر به‌وسیله مقادیر دبی امکان‌پذیر نیست در حالی‌که با داشتن مقدار کل فرسایش خاک می‌توان با خطای تخمین ۲٦ درصد میزان فسفر همراه رسوبات را به‌دست آورد. نتایج تحقیق حاضر به‌روشنی دلالت بر توانایی مناسب روابط حاصله در برآورد غلظت فسفر در حوزه آبخیز مذکور و سایر مناطق با شرایط مشابه به‌منظور ارتقای برنامه‌ریزی-های حفاظت آب و خاک می‌باشد.

کلمات کلیدی:
آلودگی منابع آب، مدل رگرسیونی، عناصر غذایی، هدررفت فسفر خاک

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، باشگاه پژوهشگران جوان، اراک، ایران Email: Sfazli23@gmail.com
۲. دانشیار دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی گروه آبخیزداری Email: mirniakh@modared.ac.ir
۳. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، باشگاه پژوهشگران جوان، اراک، ایران Email: hamzehnoor@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

Effect of soil erosion on available phosphorus losses in a Hyrcanian watershed

Fazli S.[1], Mirnia S.KH.[2], Noor H.[3]

Abstract

One of the most important main environmental problems is soil erosion and its affects. Eutrophication, low oxygen levels and `high nutrient (nitrogen and phosphorus) concentrations in reservoirs, channel and other water courses, is a common water pollution feature. Phosphorus (P) is one of the major plant nutrients and also the major nutrients controlling eutrophication of surface water. The aim of current study was to quantities evaluation of the effect soil erosion on available phosphorus loss in Kojour watershed. Discharges resulting from storm events were sampled at one fixed point of river using the manual sampler. Results showed that minimum and maximum phosphorus loss through 7 rainfall events was 321and 6707 g respectively with an average value of 2620 g. Soil erosionThe result of modeling among phosphorus loss, sediment yieldrate in this period was dramatically affected on the loss of phosphorus. The result of modeling among phosphorus loss, sediment yield and runoff volume indicated that phosphorus loss didn't estimate by discharge, while sediment concentration can estimate loss of phosphorus with estimation error of 26%. The results could facilitate the application of given methods obtained in the present study to other ungauged watershed with similar conditions and leading to the suitable soil and water management

Keywords:

Kojour watershed, Nutrientsloss, Phosphorusloss, Regration models,Water pollution

1.Young researchers Club, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak Email: Sfazli23@gmail.com
2. Department of Watershed Management Engineering, College of Natural Resources and Marine Sciences,Tarbiat Modares University, Noor Email: mirniakh@modared.ac.ir
3. Young researchers Club, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak Email: hamzehnoor@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

رسوبات ناشی از خاک‌های فرسایش یافته بر اساس مقدار مواد و عناصر همراه خود اثرات متفاوتی بر محیط فرسایش، حمل و رسوب‌گذاری دارند. در اغلب موارد فرسایش تنها از نظر هدر رفت خاک در منطقه فرسایش دیده، پرشدن مخازن، از کار افتادگی سیستم‌های آبیاری و برنامه‌ریزی به‌منظور اقدامات آبخیزداری مهم می‌باشد (نور و همکاران، ژانگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ نور و همکاران، ۲۰۱۰). حال آن‌که فرسایش یک فرآیند انتخابی است و تمایل به انتقال ریزترین و کوچک‌ترین ذرات خاک را دارد که غنی از عناصر غذایی هستند. فسفر یکی از عناصر حیاتی برای رشد گیاهان و حیات جاندران می‌باشد که علاوه بر مشکلات ایجاد شده در محیط فرسایش یافته و فقیر شدن خاک از این عنصر مهم طی فرآیند فرسایش، انتقال فسفر به رودخانه‌ها، مخازن آب، دریاچه‌ها و سایر منابع آب، موجب کاهش کیفیت آنها می‌گردد. مقادیر اندک غلظت فسفر، در حدود ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر، باعث مغذی شدن آب‌ها می‌گردد و محیط را برای رشد موجودات مضر به‌خصوص جلبک‌ها فراهم می‌کند (مک‌دوول و همکاران، ۲۰۰۱؛ بویز و همکاران، ۲۰۰۵؛ بلانکو و لل، ۲۰۰۸، نور و همکاران، ۲۰۱۰). به‌همین دلیل در طول دهه‌های اخیر توجه زیادی به فرسایش خاک به‌عنوان منبعی برای انتشار فسفر در آب‌ها مبذول گردیده است (آیده و همکاران، ۲۰۰۸). فسفر ذره‌ای آن قسمت از کل فسفر خاک می‌باشد که به ذرات رسوب چسبیده و توسط فرسایش خاک جدا و در رواناب حمل می‌گردد (مک دوول و همکاران، ۲۰۰۱).

اطلاع از هدر رفت مواد آلی و غذایی از سطح حوزه‌های آبخیز به‌عنوان معیاری مناسب برای سلامت اکوسیستم‌ها، برنامه‌ریزی‌های حفاظت آب و مباحث زیست محیطی می‌باشد. لازمه اطلاع از میزان فسفر و سایر عناصر غذایی در حوزه‌های آبخیز کشور، انجام نمونه‌برداری پرهزینه و زمان‌بر در طول سال به‌ویژه طی وقایع بارندگی می‌باشد. اکوسیستم هیرکانی واقع در حاشیه شمالی دامنه رشته کوه البرز منبع مهمی در ذخیره مواد آلی و غذایی می‌باشد و آگاهی از هدررفت مواد از آن‌بسیار مهم می‌باشد.

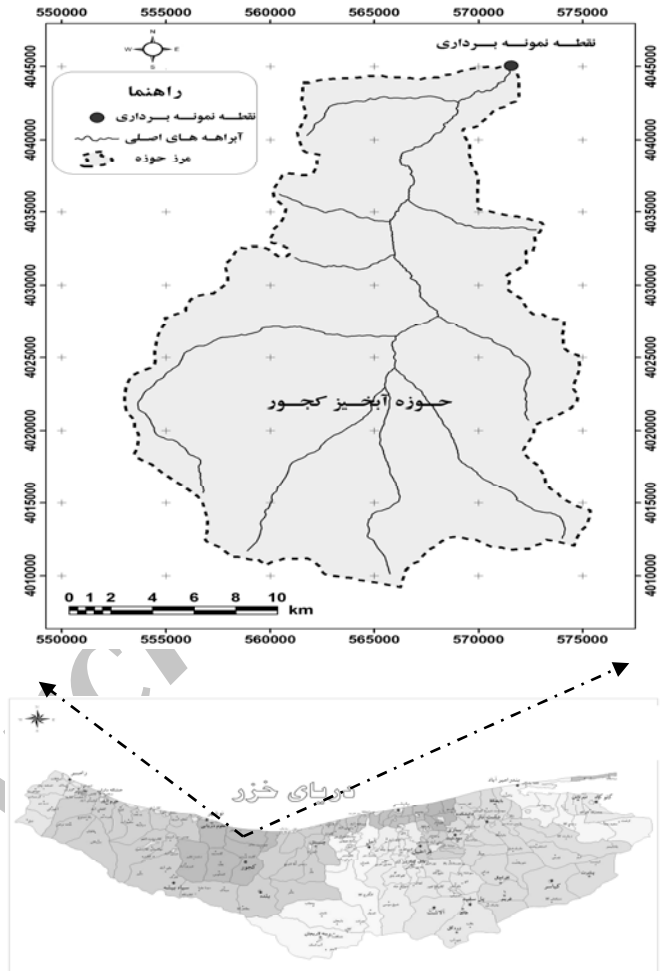
در کشور مطالعات اندکی در زمینه هدر رفت عناصر غذایی به‌ویژه فسفر از سطح حوزه‌های آبخیز، به‌عنوان واحدهای مدیریت و برنامه‌ریزی حفاظت خاک و آب، صورت گرفته است. تحقیق حاضر با هدف بررسی هدررفت فسفر به عنوان یکی از عناصر غذایی پرمصرف برای گیاهان و آلاینده مهم برای محیط زیست و همچنین به منظور ارائه راه‌کاری مناسب جهت برآورد هدررفت آن از سطح حوزه آبخیز کجور واقع در اکوسیستم جنگلی هیرکانی به‌عنوان نمونه‌ای از حوزه‌های آبخیز این منطقه، انجام گرفت. با این امید که با استفاده از نتایج آن خلاءهای پژوهشی و اطلاعاتی موجود مرتفع شده و زمینه مدیریت بهتر این اکوسیستم با ارزش را فراهم آورد.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه حوزه آبخیز کجور با مساحت حدود ۵۰ هزار هکتار در جنوب شرقی شهرستان نوشهر می‌باشد. این حوزه آبخیز یکی از حوزه‌های آبخیز البرز مرکزی در ارتفاعات جنگلی کجور با کمینه و بیشینه ارتفاع ۱۵۰ و ۲۶۵۰ متر از سطح آب‌های آزاد است (نور و همکاران، ۱۳۸۹؛ نور و همکاران، ۲۰۱۰). منطقه مذکور دارای زمستان سرد و خشک و تابستان کوتاه است. از نظر زمین شناسی ۹۰ درصد از سطح حوزه مورد نظر به دوران دوّم زمین‌شناسی تعلّق دارد. کاربری غالب منطقه جنگل و در ارتفاعات مراتع می‌باشد. شکل ۱ نمای کلی حوزه آبخیز کجور را در استان مازندران نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز و محل نمونه‌برداری در استان مازندران

به‌منظور انجام تحقیق حاضر نمونه‌برداری از جریان آب رودخانه کجور در مواقع بارندگی طی مهر تا اسفند ۱۳۸۷ صورت پذیرفت. در این مدت رگبارهای ثبت شده در فصل پاییز دارای مقادیر هم‌زمان آب‌نگار، رسوب‌نگار و آلودگی‌نگار فسفر بوده و در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند. نمونه‌برداری در محل ایستگاه هیدرومتری، به‌وسیله بطری ۲ لیتری از شروع بارندگی و افزایش رواناب با فاصله زمانی بیشینه یک ساعت تا پایان رگبار یا

www.SID.ir

تاریک شدن هوا به‌عمل آمد. هم‌زمان با برداشت نمونه، اشل قرائت و دبی جریان در هر لحظه محاسبه گردید. تعیین غلظت رسوب معلّق به روش تخلیه آب و با ثابت‌گذاری نمونه به‌مدّت ۴۸ ساعت و تخلیه آب روئی (والینگ و همکاران، ۲۰۰۱) و نهایتاً خشک کردن و توزین آن‌ها صورت پذیرفت. به‌منظور تعیین مقدار هدر رفت فسفر، ابتدا نمونه‌های رسوب را در هوای آزاد خشک و سپس مقدار فسفر قابل جذب به روش اولسن اندازه‌گیری شد (نور و همکاران، ۲۰۱۰). پس از محاسبه غلظت رسوب معلق، غلظت فسفر و دبی جریان، داده‌های هر واقعه بارش جداگانه وارد محیط Excel 2003 گردید و با توجه به فاصله نمونه‌برداری مقادیر کل رسوبات معلق، هدررفت فسفر و حجم رواناب محاسبه و برای بررسی استفاده شد.

یکی از راه‌های برآورد هدر رفت فسفر ایجاد ارتباط بین عوامل تأثیرگذار بر هدر رفت آن و درک شرایط حاکم بر سامانه آبخیز با مقدار هدر رفت فسفر قابل جذب گیاه می‌باشد، در این صورت با استفاده از داده‌های در دسترس به آسانی می‌توان مقدار هدر رفت فسفر قابل جذب گیاه را به‌دست آورد. بنابراین به منظور تخمین مقدار هدر رفت فسفر در حوزه آبخیز کجور از انواع رگرسیون دو متغیره بین مقدار فسفر هدر رفته – به عنوان متغیر وابسته– و دبی جریان و مقدار رسوب، به عنوان متغیر مستقل، استفاده گردید (نور و همکاران، ۱۳۸۹؛ نور و همکاران، ۲۰۱۰). رابطه قابل قبول بایستی علاوه بر معنی‌دار بودن ضریب همبستگی آن دارای خطای تخمین (رابطه ۱) کم‌تر از ۴۰٪ (لی و لیو، ۲۰۰۸؛ نور و همکاران، ۲۰۱۰) باشد.

$$RE = \left|\frac{Y_o - Y_e}{Y_o}\right| \times 100 \qquad (۱)$$

نتایج و بحث

به‌منظور بررسی هدر رفت فسفر قابل جذب گیاه همراه رسوبات در حوزه آبخیز کجور در ۷ واقعه بارش به‌وقوع پیوسته طی دوره مورد مطالعه، تعداد ۹۵ نمونه از جریان رودخانه برداشت و برای تعیین غلظت رسوب و مقدار فسفر همراه آن‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. مقادیر دبی، غلظت رسوب و غلظت فسفر قابل جذب گیاه به‌دست آمده در هر رگبار در جدول ۱ خلاصه شده است. چنانچه در (جدول ۱) مشاهده می‌گردد مقدار فسفر حمل شده در حوزه آبخیز کجور طی بارش‌های مختلف دارای تغییرپذیری زیادی است به‌طوری‌که کمینه و بیشینه مقدار لحظه‌ای فسفر ۴/۶۶ و ۱۸۶۰/۶۴ میکروگرم در لیتر می‌باشد.

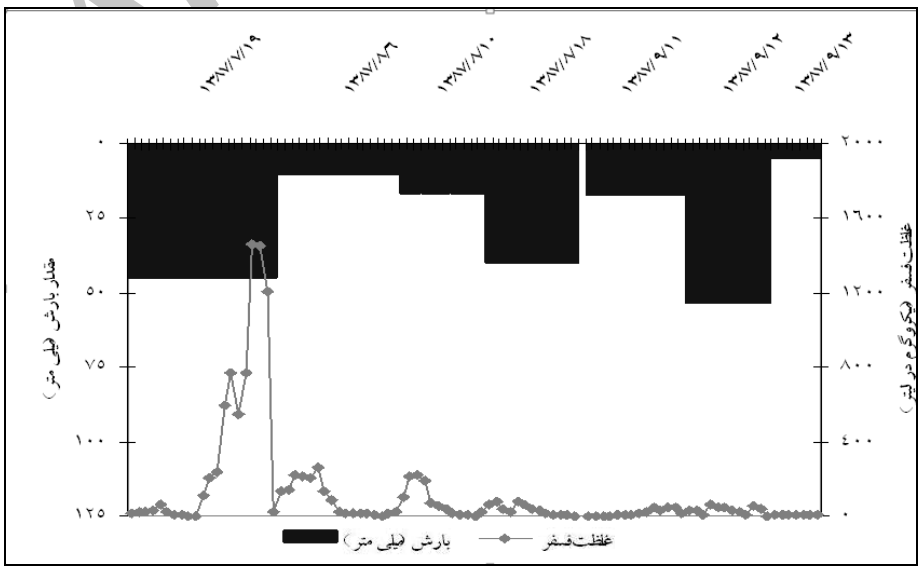
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مقادیر دبی، غلظت رسوب معلق و غلظت فسفر اندازه‌گیری شده در حوزه آبخیز کجور

تاریخ رگبار	تعداد نمونه	حداقل			حداکثر		
		غلظت رسوب (گرم در لیتر)	غلظت فسفر (میکروگرم در لیتر)	دبی (مترمکعب در ثانیه)	غلظت رسوب (گرم در لیتر)	غلظت فسفر (میکروگرم در لیتر)	دبی (مترمکعب در ثانیه)
۱۳۸۷/۷/۱۹	۲۰	۱/۱۸۵	۲۲/۴	۰/۲۲	۱۱۰/۰۷	۱۸۶۰/۶۴	۰/۷۴
۱۳۸۷/۸/۶	۱۷	۱/۷	۲۵/۶	۰/۳۴	۲۶	۵۴۵/۲	۰/۶
۱۳۸۷/۸/۱۰	۱۱	۴/۳	۴۲/۷	۰/۳	۲۷/۴	۵۵۹	۰/۵
۱۳۸۷/۸/۱۸	۱۳	۸/۸	۲۵/۰۴	۱/۱۳	۲	۱۰۰/۸	۱/۷
۱۳۸۷/۹/۱۱	۱۲	۰/۲۶	۴/۶۶	۰/۳۴	۳/۱	۵۲/۳	۰/۵
۱۳۸۷/۹/۱۲	۱۱	۸/۵	۸۲/۰۴	۱/۷	۱۴/۸	۱۵۲/۸	۲/۸
۱۳۸۷/۹/۱۳	۱۱	۱/۸۴۵	۱۴/۷۲	۰/۵۹۵	۴/۱۶۲	۶۱/۱۸	۰/۷۰۳

(جدول ۱) نتایج نشان دهنده آن است که به‌طور متوسط ۲۶۲۰ گرم فسفر قابل جذب گیاه در هر رگبار از طریق فرسایش خاک و حمل در جریان رودخانه، با کمینه و بیشینه ۳۲۱ و ۶۷۰۷ گرم به‌ترتیب مربوط به روزهای ۱۳۸۷/۹/۱۳ و ۱۳۸۷/۷/۱۹ از دسترس خارج شده است (شکل۲). همچنین میانگین غلظت فسفر در هر لیتر نمونه ۴۳۰, ۱۴۴, ۱۵۰, ۵۶, ۲۲, ۱۱۴ و ۳۴ میکروگرم به‌ترتیب مربوط به وقایع بارش این دوره بوده است. می‌بک (۱۹۸۲) مقدار فسفر حمل شده در رودخانه‌های جهان را در حدود۲۰ میکروگرم در لیتر گزارش کرده است، دلیل بالاتر بودن مقادیر به‌دست آمده در این تحقیق، نمونه‌برداری طی وقایع بارندگی و فرسایشی می‌باشد. چنان‌چه در روز ۱۳۸۷/۹/۱۱ به‌دلیل کوچک بودن واقعه بارش، متوسط هدررفت ۲۱/۸ میکروگرم در لیتر نمایانگر هدررفت کم‌تر این ماده در دبی‌های پایین نسبت به شرایط سیلابی است. بنابراین می‌توان بیان نمود که فرسایش نقش مهمی در کاهش فسفر خاک در حوزه آبخیز جنگلی کجور دارد.



شکل ۲- هدر رفت فسفر در هریک از وقایع بارش در حوزه آبخیز کجور

Archive of SID

www.SID.ir

طی این دوره زمانی میزان فسفر همراه رسوبات حمل شده در جریان رودخانه کمینه، بیشینه و متوسط ۹/۶۲، ۱۵ و ۱۱/۵ میلی‌گرم در یک کیلوگرم رسوب می‌باشد. ژانگ و همکاران (۲۰۰۵) بیشینه میزان هدر رفت فسفر در مناطقی با غالبیت فرسایش سطحی، شیاری و خندقی را به‌ترتیب ۸/۳۴، ۷/۲۳ و ۱۳/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم رسوب به‌دست آوردند. بالاتر بودن مقدار فسفر در واحد وزن رسوبات (متوسط ۱۱/۵ میلی گرم) در این تحقیق به‌دلیل جنگلی بودن منطقه و بالا بودن مقدار عناصر غذایی به‌ویژه فسفر در خاک آن می‌باشد. در این راستا نور و همکاران (۱۳۸۹)، رز و همکاران (۲۰۰۵) و میهارا و همکاران، (۲۰۰۵) وجود مقادیر بالای عناصر غذایی در خاک منطقه فرسایش یافته را عاملی در غنی بودن رسوبات گزارش کرده‌اند. لازم به ذکر است که در وقایع با دبی بالا مقدار فسفر به وزن کل رسوبات کاهش یافته است (۱۸ آبان و ۱۲ آذر). بالا بودن دبی در این دو سیلاب نیروی لازم برای فرسایش و حمل مواد درشت دانه‌تر را تأمین نموده به‌گونه‌ای که کنش و حمل مواد پایدار درون آبراهه با محتوای فسفر پایین‌تر نسبت به مواد حاصل از فرسایش خاک سطحی و دامنه‌ها، در این حالات غالب بوده است. بنابراین در دبی‌های بالا به دلیل وجود مواد درشت دانه همراه رسوبات و محتوای کم این ذرات از فسفر باعث پایین آمدن مقدار فسفر حمل شده در واحد وزن رسوبات می‌گردد. کم شدن مقدار مواد غذایی همراه رسوبات در مقادیر بالای رواناب به دلیل حمل مواد درشت دانه توسط نور و همکاران (۱۳۸۹) آلبرت و همکاران (۱۹۸۱)، ژانگ و همکاران (۲۰۰۵) و میهارا و همکاران (۲۰۰۵) نیز گزارش شده است. همچنین راموس و همکاران (۲۰۰۶) و ادواردز و دانیل (۱۹۹۳) اعلام کرده‌اند که در بارش‌های شدید، مقدار بالای رواناب باعث رقیق شدن آب و پایین آمدن غلظت مواد می‌گردد اما مقدار کل مواد به‌دلیل حجم بالای آب زیاد می‌گردد.

چنان‌چه ذکر گردید اطلاع از میزان هدر رفت عناصر غذایی از نیازهای ضروری حوزه‌های آبخیز می‌باشد, استفاده از پارامترهای سهل الوصول‌تر مانند دبی جریان (آیده و همکاران، ۲۰۰۷؛ آیده و همکاران ۲۰۰۸) و مقدار رسوبات (یونگ و همکاران، ۱۹۸۶؛ شارپلی و همکاران، ۱۹۹۱؛ میهارا و همکاران، ۲۰۰۵) جهت تخمین مقادیر هدررفت عناصر غذایی و به‌ویژه فسفر گزارش شده است.

در این تحقیق به‌منظور برآورد مقدار هدر رفت فسفر قابل جذب گیاه در هر واقعه فرسایشی, مدل‌سازی بین هدررفت کل فسفر قابل جذب گیاه در هر رگبار به‌عنوان متغیر وابسته و حجم رواناب و مقدار رسوب حمل شده در هر سیلاب به‌عنوان متغیر مستقل به روش‌های مختلف صورت پذیرفت.

نتایج نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین داده‌های اصلی و تغییر شکل یافته دبی و فسفر قابل جذب گیاه وجود نداشت، حال آن‌که تغییرات میزان فسفر همراه سیلاب به موازات تغییرات رسوب می‌باشد به‌گونه‌ای که می‌توان با داشتن مقدار کل رسوب بر حسب تن در هر سیلاب (X) با استفاده از معادله (۲) با خطای تخمین ۲۶ درصد میزان

www.SID.ir

فسفر هدر رفته(Y) طی وقایع فرسایشی بر حسب گرم را به‌دست آورد.

رابطه (۲) $Y=۰/۰۳۵۳ .X^{۰/۷۸۸۵}$

نتایج با نتایج یونگ و همکاران (۱۹۸٦)، شارپلی و همکاران (۱۹۹۱) و میهارا و همکاران، (۲۰۰۵) مبنی بر ارتباط معنی‌دار رسوب و مواد غذایی با رسوبات و برتری ارتباط غیر خطی بین متغیر وابسته و مستقل با نتایج ژانگ و همکاران (۲۰۰۵) و نور و همکاران (۲۰۱۰) هم‌خوانی دارد. آیده و همکاران (۲۰۰۸) استفاده از مقادیر دبی جریان را در تخمین فسفر همراه جریان ناکافی اعلام کرده‌اند. دلیل این امر وجود پسماند در رابطه دبی- فسفر می‌باشد به‌گونه‌ای که در دبی‌های یکسان قسمت‌های مختلف آب‌نگار مقادیر متفاوتی از فسفر مشاهده خواهد شد و این امر نشان دهنده این است که تغییرات فسفر در طول یک سیلاب به مقدار کمی تحت تأثیر دبی جریان می‌باشد.

جمع بندی

با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان بیان نمود رسوبات معلق موجود در جریان، وسیله انتقال فسفر موجود در سطح حوزه آبخیز می‌باشد که طبعاً ضمن ایجاد پیامدهای برون منطقه‌ای، عواقب ناخوشایند درون منطقه‌ای به‌دنبال خواهد داشت. هم‌چنین غلظت فسفر جریان به‌صورت غیر مستقیم توسط دبی جریان از طریق حمل ذرات درشت دانه و رقیق شدن جریان در دبی‌های بالا کنترل می‌گردد. رسوبات معلق تخمین‌گر مناسبی برای هدر رفت این ماده می‌باشند و به‌سهولت می‌توان از آن‌ها جهت برآورد هدررفت فسفر استفاده نمود. در نهایت از نتایج این تحقیق به‌خوبی می‌توان برای مسائل مربوط به کیفیت آب، بیان ضرورت کنترل فرسایش و نیز الویت‌بندی در مدیریت منابع آب و خاک استفاده نمود. پیشنهاد می‌گردد در سایر کاربری‌ها و اکوسیستم‌ها مطالعات مشابه صورت گیرد تا اثرات فرسایش خاک بیش از پیش روشن گردد.

منابع

۱- نور، ح.، میرنیا س. خ.، رئیسی م. ب.، ۱۳۸۹. برآورد هدر رفت ماده آلی خاک در اکوسیستم‌های هیرکانی. ۸(۱): صص ۱۰۷-۱۱٤.

2- Alberts, E.E., W.H. Neibling and W.C. Moldenhauer., 1981. Transport of sediment nitrogen and phosphorus in runoff through cornstalk residue strips. Soil Science Society of American Journal. 45, pp.1177–1184.

3- Blanco, H., and Lal, R., 2008. Principles of Soil Conservation and Management. Springer Science., p. 617.

4- Bowes, M.J., W.A. House, R.A. Hodgkinson and D.V. Leach. 2005. Phosphorus-discharge hysteresis during storm events along a river catchment: the River Swale, UK. Water Research. 39,

Archive of SID
www.SID.ir

pp. 751–762.

5-Edwards, D.R. and T.C. Daniel., 1993. Effects of poultry litter application rate and rainfall intensity on quality of runoff from Fescue grass plots. Journal of Environmental Quality. 22, pp. 361–365.

6- Ide, J.I., H. Haga, M. Chiwa and K. Otsuki., 2008. Effects of antecedent rain history on particulate phosphorus loss from a small forested watershed of Japanese cypress (Chamaecyparis obtusa). Journal of Hydrology. 352, pp. 322– 335.

7- Ide, J., O. Nagafuchi, M. Chiwa, A. Kume, K. Otsuki and S. Ogawa., 2007. Effects of discharge level on the load of dissolved and particulate components of stream nitrogen and phosphorus from a small afforested watershed of Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*). Journal of Forest Research. 12, pp. 45–56.

8- Liu, X., Li, J., 2008: Application of SCS Model in Estimation of Runoff from Small Watershed in Loess Plateau of China, Chinese Geographical Sciences, 18(3), pp. 235–241.

9- McDowell, R.W., A.N. Sharpley, L.M. Condron, P.M. Haygarth and P.C. Brookes., 2001. Processes controlling soil phosphorus release to runoff and implications for agricultural management. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 59, pp. 269–284.

10- Mihara, M., N. Yamamoto and T. Ueno., 2005. Application of USLE for the prediction of nutrient losses in soil erosion processes. Paddy Water Environ. 3, pp.111–119.

11- Meybeck M., 1982. Carbon, nitrogen, and phosphorus transport by world rivers. American Journal of Science. 282, pp. 401-450.

12- Noor, H., S.KH. Mirnia, S. Fazli, M.B. Raisi and M. Vafakhah., 2010. Application of MUSLE for the Prediction of phosphorus losses. Water Science and Technology, 62(4), pp. 809-815**.**

13- Ramos M.C and J.A. Martınez-Casasnovas., 2006. Nutrient losses by runoff in vineyards of the Mediterranean Alt Penedes region (NE Spain). Agriculture, Ecosystems and Environment. 113, pp. 356–363.

14- Roose, E.R., R. Lal, C. Feller, B. Barthes And B.A. Stewart., 2005. Soil erosion and carbon dynamic: conclusion and perspectives. pp. 331-339. *In*: E.R. Roose, R. Lal, C.Feller, B. Barthes, And B.A. Stewart (eds.)., Soil Erosion and Carbon Dynamic. CRC press, Boca Raton, USA.

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

16- Young, R. A., A.E. Olness, C.K. Mutchler and W.C. Moldenhauer., 1986. Chemical and physical enrichments of sediment from cropland. Transaction of ASAE. 29(1), pp. 165-169.

17- Zhang. F., He, X., Gao, X,. Zhang, and T. Keli., 2005. Effects of erosion patterns on nutrient loss following deforestation on the Loess Plateau of China. Agriculture, Ecosystems and Environment. 108, pp. 85–97.

Archive of SID

www.SID.ir