مجله علمی- پژوهشی

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

سال پنجم- شماره ۱۷- زمستان ۱۳۹۰ Vol. 5, No. 17, Winter 2012

گزارش فنی

تحلیل آلودگی‌نمود فسفر حوزه آبخیز کجور

حمزه نور[۱]، سید خلاق میرنیا*[۲] و مجید خزایی[۳]

تاریخ دریافت:۸۸/۰۹/۱۶ تاریخ پذیرش:۹۰/۰۸/۱۴

چکیده

فرسایش خاک باعث شسته شدن مواد غذایی، کاهش حاصلخیزی و آلودگی منابع آب می‌گردد. بنابراین آگاهی از میزان تغییرات و نحوه انتقال مواد غذایی توسط آب‌های جاری از اهمیت بالایی برخوردار است.پژوهش حاضر به‌منظور تحلیل هدررفت فسفر در ۵ واقعه بارش و ارتباط آلودگی‌نمود فسفر و آب‌نمودهای این وقایع بارش در حوزه آبخیز کجور صورت گرفته است. نتایج نشان دهنده حداقل و حداکثر هدررفت فسفر به‌ترتیب ۳۲۱/۲۶ و ۶۷۰۷ گرم و متوسط ۲۶۲۰ گرم می باشد. همچنین بررسی آلودگی‌نمودها بیانگر وقوع زود هنگام اغلب آن‌ها در مقایسه با آب‌نمودها و طبعاً ایجاد حلقه‌های سنجه ساعت‌گرد بوده است. نتایج به‌دست آمده هم‌چنین بر ضرورت مطالعات تفصیلی در مقیاس رگبار و پایه‌های زمانی متفاوت با توجه به هدف بررسی تأکید دارد.

واژه‌های کلیدی: رسوب‌نمود، هدررفت عناصر غذایی، آلودگی‌نمود فسفر، آلودگی‌نمود زودرس، حوزه آبخیز کجور

مقدمه

فرسایش خاک یک مشکل مهم زیست محیطی و میزان آن عامل اساسی در تشخیص سلامت بوم‌سازگان و عمل‌کرد آن‌هاست. در سال‌های اخیر آگاهی از اهمیت زیست محیطی انتقال بارهای رسوبی معلق به‌وسیله آب‌های جاری و رودخانه‌ها و هم‌چنین شناخت دینامیک رسوبات معلق، رشد زیادی نموده که به‌دلیل اهمیت رسوبات معلق در انتقال مواد غذایی و آلاینده‌ها می‌باشد. منحنی توزیع زمانی رسوب حمل شده توسط روان‌آب سطحی در پایه رگبار را رسوب‌نمود یا آلودگی‌نمود می‌گویند دلیل این نام‌گذاری حمل عناصر غذایی و سایر آلاینده‌ها توسط رسوبات معلق می‌باشد. در این حالت بسته به نوع عنصر حمل شده، آلودگی‌نمود به آن نام خوانده می‌شود. فسفر خاک یکی از عناصر حیاتی برای رشد گیاهان و حیات جاندران می‌باشد . علاوه بر مشکلات ایجاد شده در محیط فرسایش یافته و فقیر شدن خاک از این عنصر مهم طی فرآیند فرسایش خاک، انتقال فسفر به رودخانه‌ها، مخازن آب، دریاچه‌ها و سایر منابع آب، در کیفیت آن‌ها تأثیر سویی دارد. مقادیر اندک غلظت فسفر در حدود ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر باعث مغذی شدن آب‌ها می‌گردد (مک دوول و همکاران [٦]؛ بویس و همکاران [۳] و بلانکو و لل [۲]؛ نور و همکاران [۱۱]). به‌همین دلیل در طول دهه‌های اخیر توجه زیادی به فرسایش خاک به‌عنوان منبعی برای انتشار فسفر در آب‌ها مبذول گردیده است (ایده و همکاران [۵]). بیش‌ترین شکل هدر رفت فسفر در اتصال به ذرات خاک می‌باشد که مقدار آن بسته به شرایط حاکم بر سامانه آبخیز در وقایع مختلف و حتی در طول یک واقعه بارش دارای نوسانات زیادی است (ایده و همکاران [۵]) از این رو بررسی فرآیند فرسایش خاک، تولید رسوب و انتقال مواد همراه آن از ضروریات مدیریت منابع موجود در یک آبخیز می باشد. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی هدر رفت فسفر متصل به رسوبات معلق در حوزه آبخیز کجور واقع در استان مازندران، به‌دلیل سهولت دسترسی و امکان استقرار و وجود ایستگاه آب سنجی در خروجی آن, صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه حوزه آبخیز کجور با مساحت حدود ۵۰ هزار هکتار و حداقل و حداکثر ارتفاع ۱۵۰ و ۲٦۵۰ متر از سطح آب‌های آزاد در جنوب شرقی شهرستان نوشهر می‌باشد. منطقه مذکور دارای

۱- دانشجوی دکتری مهندسی آبخیزداری دانشگاه تربیت مدرس
hamzehnoor@yahoo.com
۲- دانشیار دانشگاه تربیت مدرس skhmirnia@yahoo.com
۳- کارشناس ارشد آبخیزداری khazayi64@gmail.com

زمستان سرد و خشک و تابستان کوتاه است. از نظر زمین شناسی ۹۰ درصد از سطح حوزه مورد نظر به دوران دوم زمین‌شناسی تعلق دارد. کاربری غالب منطقه در قسمت جلگه‌ای جنگل با تراکم حدود ۷۵ درصد و در ارتفاعات مراتع می‌باشد (نور و همکاران [۱۱]). در این حوزه آبخیز به‌جز قسمت محدودی که توسط دانشگاه تربیت مدرس مدیریت و بهره برداری می گردد بقیه قسمت‌ها مورد بهره‌برداری قرار نمی گیرد.

از آنجایی‌که بیش‌ترین قسمت هدر رفت فسفر طی وقایع فرسایشی حاصل می‌گردد، لذا به‌منظور انجام پژوهش حاضر نمونه‌برداری از جریان آب رودخانه کجور در مواقع بارندگی طی

دوره زمانی پاییز و زمستان ۱۳۸۷ صورت پذیرفت. نمونه‌برداری در محل ایستگاه آب سنجی واقع در خروجی حوزه آبخیز به‌روش انتگراسیون عمقی، به‌وسیله بطری ۲ لیتری و با فاصله زمانی حداکثر یک ساعت به‌عمل آمد. هم‌زمان با برداشت نمونه، اشل قرائت و دبی جریان در هر لحظه محاسبه گردید. در این مدت به‌محض اطلاع از وقوع رگبار از طریق تماس تلفنی و نیز پیش‌بینی شرایط هوایی حاکم بر منطقه با هماهنگی با نگهبانان جنگلی مستقر در محل به منطقه عزیمت و نمونه‌برداری و اندازه‌گیری تا حداکثر زمان ممکن صورت گرفت. به‌منظور تعیین مقدار هدررفت فسفر، ابتدا نمونه‌های رسوب در هوای آزاد خشک و سپس مقدار فسفر قابل جذب به‌روش طیف سنجی اندازه‌گیری شد (نور و همکاران [۱۲]؛ نور و همکاران [۱۱]). پس از محاسبه غلظت رسوب معلق، غلظت فسفر و دبی جریان، داده‌های هر واقعه بارش، جداگانه وارد محیط Excel۲۰۰۳ گردید و با توجه به فاصله نمونه‌برداری (حداکثر یکساعت) مقادیر کل رسوبات معلق، هدررفت فسفر و حجم رواناب محاسبه و برای بررسی مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

به‌روش توضیح داده شده تعداد ۷۲ نمونه (۵ رویداد بارش) از جریان رودخانه کجور در شرایط مختلف طی دوره مورد مطالعه برداشت گردید. در جدول ۱ حداقل و حداکثر هدررفت فسفر و ارتباط اوج آلودگی‌نمودهای فسفر و آب‌نمودها در دوره زمانی مورد مطالعه ارائه شده است. نتایج نشان‌دهنده آن است که طی پژوهش حاضر به‌طور متوسط ۲۶۲۰ گرم فسفر در هر رگبار از طریق فرسایش خاک و حمل در جریان رودخانه از دسترس خارج شده است. همچنین میانگین غلظت فسفر در هر لیتر نمونه ٤۳۰, ۱٤٤, ۱۵۰/۲, ٥٦ و۱۱۳/۲ میکروگرم، به‌ترتیب بوده است. می‌بیک [۸] متوسط مقدار فسفر حمل شده در رودخانه‌های جهان را در حدود۲۰ میکروگرم در لیتر گزارش کرده است. دلیل بالاتر بودن مقادیر به‌دست آمده در این پژوهش ، می‌تواند به‌دلیل نمونه‌برداری طی وقایع بارندگی و فرسایشی باشد که در نتیجه آن مقدار هدررفت فسفر بسیار بالاتر بوده است. طی این دوره زمانی میزان فسفر همراه رسوبات حمل شده در جریان رودخانه حداقل، حداکثر و متوسط ۹/٦۲، ۱۵ و ۱۱/۵ میلی‌گرم در یک کیلوگرم رسوب می‌باشد. ژانگ و همکاران [۱۳] حداکثر میزان هدررفت فسفر در مناطقی با غالب بودن فرسایش سطحی و شیاری به‌ترتیب ۸/۳٤ و ۷/۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم رسوب به‌دست آوردند. بالاتر بودن مقدار فسفر در واحد وزن رسوبات (متوسط ۱۱/۵ میلی گرم) در این پژوهش را می‌توان به‌دلیل جنگلی بودن منطقه و بالا بودن مقدار عناصر غذایی در خاک آن نسبت داد.

لازم به ذکر است که در وقایع با دبی بالا،مقدار فسفر به وزن کل رسوبات کاهش یافته است، به‌گونه‌ای که در تاریخ ۱۳۸۷/۸/۱۸ و ۱۳۸۷/۹/۱۲ دیده شده است. کم‌تر شدن مقدار مواد غذایی همراه رسوبات در مقادیر بالای رواناب به‌دلیل حمل مواد درشت دانه توسط آلبرت و همکاران [۱]؛ ژانگ و همکاران [۱۳] و میهارا و همکاران [۹] نیز گزارش شده است.

در انتها با بررسی ارتباط آب‌نمود و آلودگی‌نمود می‌توان اطلاعات مناسبی در زمینه منشأ احتمالی فسفر انتقالی و فرآیند

جدول۱- مقدار هدررفت فسفر و ارتباط اوج آلودگی‌نمود فسفر و آب‌نمود در حوزه آبخیز کجور

تاریخ رگبار	تعداد نمونه	غلظت فسفر (میکرو گرم در لیتر)			حجم رواناب (مترمکعب در ثانیه)	اختلاف زمان اوج آلودگی‌نمود و آب‌نمود[1]
		حداقل	میانگین	حداکثر		
۱۳۸۷/۷/۱۹	۲۰	۲۲/٤	٤۳۰	۱۸٦۰/٦٤	۳۸۲۷	٤ ساعت تأخیر
۱۳۸۷/۸/٦	۱۷	۲۵/٦	۱٤٤	٥٤٥/۲	۲۱٦۱	۲:۲۰ساعت زودرس
۱۳۸۷/۸/۱۰	۱۱	٤۲/۷	۱۵۰/۲	٥٥۹	٤٤٥٦۹	٦ ساعت زودرس
۱۳۸۷/۸/۱۸	۱۳	۲۵/۰٤	٥٦	۱۰۰/۸	٤۹۳۷	۳:۱۵ ساعت زودرس
۱۳۸۷/۹/۱۲	۱۱	۸۲/۰٤	۱۱۳/۲	۱٥۲/۸	٤۰۸۱۵	۳ ساعت زودرس

[1] تأخیر نشان دهنده وقوع دیرتر اوج آلودگی‌نمود نسبت به اوج آب‌نمود می‌باشد و زودرس بودن دلالت بر وقوع زودتر اوج آلودگی‌نمود دارد.

حاکم بر انتقال آن به‌دست آورد. در ٤ مورد از رگبارهای اتفاق افتاده ٨ و ١٠ و ١٨ آبان و ١٢ آذر اوج آلودگی‌نمودها، قبل (یا هم‌زمان) از اوج آب‌نمود اتفاق افتاده است. در این حالت کاهش غلظت فسفر پس از اوج آلودگی‌نمود با افزایش دبی مشاهده می‌گردد. کثرت مشاهده این رویه در سایر حوزه‌های آبخیز توسط‌هاتچ و همکاران [٤] و مک‌کی و همکاران [٧] گزارش شده است. در این ارتباط آید و همکاران [٥] تأمین فسفر از درون کانال رودخانه و نواحی اطراف را باعث وقوع اوج زود هنگام غلظت فسفر همراه جریان نسبت به دبی و در نتیجه ایجاد حلقه ساعت‌گرد عنوان کرده‌اند. در پژوهش حاضر، کثرت سنجه‌های ساعت‌گرد می‌تواند دلالت بر مشارکت بالای بخش آبرفتی و رسوبی نزدیک خروجی و مواد رسوب یافته در کانال اصلی داشته باشد. نور [١٠] در این حوزه آبخیز به نتایج مشابهی در مورد اوج زودرس رسوب‌نمودها دست یافته‌است.

همچنین در آلودگی‌نمود مربوط به رگبارهای ١٩ مهر ١٣٨٧، اوج غلظت فسفر با تأخیر زمانی نسبت به اوج دبی رخ داده که منجر به‌تشکیل حلقه‌های سنجه پادساعت‌گرد شده است. ریزش کوه در مسیر آبراهه در روز ١٩ مهر ١٣٨٧ توسط ساکنین منطقه تأیید شده است. این مواد ممکن است به‌وسیله بالا بردن غلظت مواد معلق مقدار هدررفت فسفر را با تاخیر باعث شده اند.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی هدررفت فسفر طی وقایع فرساینده وتحلیل آلودگی‌نمود منتج از آن در حوزه آبخیز کجور صورت گرفت. نتایج پژوهش به‌روشنی تأثیر فرسایش خاک بر غلظت این ماده غذایی در رودخانه را نشان داد، دلیل این امر را می‌تواند جذب فسفر به ذرات خاک و انتقال آن همراه رسوبات عنوان کرد. نکته مهم در این تحقیق مشاهده وقوع اوج زودرس آلودگی‌نمود فسفر نسبت به اوج دبی می‌باشد به‌عبارتی انتقال غلظت‌های بالای این آلاینده در دبی‌های پایین رخ می‌دهد و با افزایش دبی جریان از غلظت آن کاسته می‌شود. از نتایج پژوهش حاضر می‌توان برای ارزش‌گذاری بهتر اقدامات حفاظت آب و خاک و هم‌چنین درک فرآیندهای حاکم بر انتقال رسوبات معلق و مواد همراه آن‌ها استفاده کرد.

منابع

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

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

3- Bowes, M.J. House, W.A. Hodgkinson, R.A. and Leach, D.V. 2005. Phosphorus-discharge hysteresis during storm events along a river catchment: the River Swale, UK. Water Research. 39:751–762.

4- Hatch, L.K., Reuter, J.E. and Goldman, C.R. 1999. Daily phosphorus variation in a mountain stream. Water Resources Research. 35: 3783–3791.

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

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

7- McKee, L. Eyre, B. and Hossain, S. 2000. Transport and retention of nitrogen and phosphorus in the subtropical Richmond River estuary, Australia - a budget approach. Biogeochemistry, 50: 241-278.

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

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

10- Noor, H. 2008. Modeling sediment yield in Kojur forested watersheds, MS Thesis, University. P. 54.

11- Noor, H. Mirnia, S.K.H. Fazli, S. Raisi, MB. and Vafakhah, M. 2010. Application of MUSLE for the prediction of phosphorus losses. Water Science and Technology, 62(4), 809-815.

12- Noor, H., Mirnia, S.Kh, Raisi, M.B. 2009. Estimation soil organic matter loss in ecosystems Hirkanean (Case Study: Kojur forested Watershed). Environmental Science, Vol 8, 107-114.

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