تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال هشتم، شماره ۲، پائیز ۱۳۹۱
Volume 8, No. 2, Fall 2012 (IR-WRR)
۸۷-۹۲

یادداشت فنی

Technical Note

اثرات کنترل کنندگی دبی بر برخی از متغیرهای کیفی آب

هیوا یغمایی[۱]، سیّدحمیدرضا صادقی[۲*]
و سیّدمحمود قاسمپوری[۳]

چکیده

در این پژوهش اثر کنترل‌کنندگی دبی بر میزان غلظت متغیرهای کیفی آب بررسی و قابلیت مدل‌سازی روابط میان غلظت برخی از متغیرهای کیفی آب و میزان دبی جریان آب در ۶۱ نمونه برداشت شده، طی آبان ۱۳۸۶ لغایت تیر ۱۳۸۷، در وضعیت‌های مختلف هیدرولوژیکی جریان پایه، سیلابی و برداشت شن و ماسه در آبخیز آموزشی - پژوهشی دانشگاه تربیت مدرّس ارزیابی شد. نتایج به‌دست آمده ارتباط میزان کلراید در جریان پایه، کدورت و نیترات در جریان پایه و سیلابی و هم‌چنین سختی و قلیائیت در هنگام برداشت شن و ماسه با ضریب همبستگی به‌ترتیب بیش از ۰/۵۰۹ (p<۰/۰۰۱)، ۰/۰۶۳ (p<۰/۰۱) و ۰/۵۰۸ (p<۰/۰۱) با خطای تخمین کمتر از ۶۴ درصد با میزان دبی در زمان مربوطه را تائید نمود.

کلمات کلیدی: دبی جریان، رودخانه کجور، وضعیت هیدرولوژیکی، مدل‌سازی هیدرولوژیک، متغیرهای کیفی آب

تاریخ دریافت مقاله: ۱۰ دی ۱۳۹۰
تاریخ پذیرش مقاله: ۶ خرداد ۱۳۹۱

۱- کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران- ایران
۲- استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران-ایران
۳- مربی گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران- ایران
*- نویسنده مسئول

Controlling Effect of Flow Discharge on Some Water Quality Variables

H. Yaghmaee [1], S.H.R. Sadeghi [2] and S.M. Ghasempouri [3]*

Abstract

The present research aimed to study the relationship between the water discharge and some main components of water quality using the experimental Forest Watershed of Tarbiat Modares University. 61 water samples were taken through depth integration method during October 2007 and July 2008 in different hydrological conditions, and corresponding analysis was consequently made. The results of the regression modelling ultimately proved the relationship between the water discharge with chloride concentration in the base flow, hardness and nitrate during base flow and flood occurrences, and hardness and alkalinity in the sand mining period with respective correlation coefficients of 0.509 ($p<0.001$), 0.063 ($p<0.01$) and 0.508 ($p=0.01$), respectively, and the estimation error of less than 64%.

Keywords: Flow discharge, Kojor River, Hydrological conditions, Hydrologic modelling, Water quality variables.

Received: December 31, 2011
Accepted: May 26, 2012

1- MSc graduate, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran
2- Professor, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran, E-mail: sadeghi@modares.ac.ir
3- Lecturer, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran
*- Corresponding Author

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

دبی جریان، یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تغییر غلظت متغیرهای کیفی آب است (Tarig and Rongxing, 2000) که در شرایط هیدرولوژیکی مختلف جریان باعث تغییر در غلظت آلاینده‌ها در یک منطقه می‌گردد (Walling et al., 2000؛ Struyf et al., 2004). در راستای بررسی اثر دبی بر غلظت متغیرهای کیفی آب، پژوهش‌های محدودی انجام شده است. برای نمونه Xu et al. (2001)، Rongxin and Tarig (2000)، Struyf et al. (2004)، Chang (2008)، Hunter and Walton (2008) و Harmel et al. (2009) در مناطق مختلف در خارج از کشور و وفاخواه و صادقی (۱۳۸۸) در ایران، ارتباط رواناب و برخی از متغیرهای کیفی آب را در شرایط هیدرولوژیکی و یا کاربری‌های متنوع بررسی و بعضاً مبادرت به تهیهٔ مدل‌های منطقه‌ای نموده‌اند.

بررسی سوابق تحقیق نشان داد که پژوهشهای مرتبط با بررسی ارتباط متغیرهای کیفی آب با دبی جریان آب محدود بوده و تحقیقات موجود فعلی نیز مؤید تغییرپذیری روند ارتباطی عوامل مورد مطالعه با یکدیگر بوده لذا بررسی‌های گسترده‌تر را ایجاب می‌نماید. از این‌رو پژوهش حاضر به‌منظور بررسی قابلیت مدل‌سازی میان دبی و برخی متغیرهای کیفی در آب به سنجش مقادیر کلسیم[۱]، منیزیم[۲] در دو شکل محلول و معلق، نیترات[۳]، کدورت[۴]، قلیائیت[۵]، سولفات[۶]، سختی کل[۷]، فسفات[۸] و کلراید[۹] محلول در آب هم‌چنین فسفر ذره‌ای[۱۰] تحت شرایط مختلف هیدرولوژیکی جریان پایه، جریان سیلاب و برداشت شن و ماسه طی ۹ ماه (آبان ۱۳۸۶ لغایت تیر ۱۳۸۷) در حوضه جنگلی کجور انجام پذیرفت. در این پژوهش سعی شد تا از طریق تحلیل روابط بین متغیرهای کیفی آب و دبی، نقش کنترل‌کنندگی دبی در انتقال آلاینده‌های مذکور تعیین و امکان ارزیابی متغیرهای کیفی مورد مطالعه با استفاده از متغیر زودیافت و ارزان دبی بررسی گردد. پژوهش فعلی با هدف دستیابی به درک سامانه آبخیز در تحلیل روابط متغیرهای مذکور و مدیریت کیفی آب سطحی خروجی از این حوضه صورت گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

تحقیق حاضر در حوضهٔ جنگلی آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس (کجور) با مساحتی حدود ۵۰۰۰۰ هکتار و در مجاورت دریای خزر در شمال و در غرب شهرستان نور انجام گرفت. دامنهٔ ارتفاعی حوضه بین ۱۵۰ و ۲۷۰۰ متر، شیب زیاد، سنگ‌های آهکی و دولومیتی، خاک کم عمق و قلیایی (pH= ۸/۲۵±۰/۱۵) می‌باشد (صادقی و همکاران، ۱۳۸۷). منطقهٔ مذکور به‌عنوان معرف از آبخیزهای شمال کشور است که به شکل‌های مختلف مورد بهره‌برداری و بعضاً دخالت‌های نابجای انسانی قرار می‌گیرد. بر همین اساس انجام پژوهش مذکور در منطقهٔ مطالعاتی به‌سبب درک بهتر شرایط حاکم بر سامانهٔ مزبور و با توجه به وجود سابقهٔ اطلاعاتی و دسترسی مناسب برنامه‌ریزی شده است.

۲-۲- روش پژوهش

برای انجام پژوهش حاضر، برداشت نمونه‌های آب از نقطه نمونه‌برداری در رودخانه مورد بررسی به‌صورت برداشت از تمام عمق (Hsu et al., 2007) به‌صورت معمول دو بار در هفته (۴۵ نمونه)، یا طی سیلاب‌های به‌وقوع پیوسته با فاصله زمانی حدود نیم ساعت (۸ نمونه) و در هنگام برداشت شن و ماسه (۸ نمونه) از ۸ آبان ۱۳۸۶ تا ۱۳ تیر ۱۳۸۷ انجام شد. برای جمع‌آوری نمونه‌های آب از بطری‌های پلی‌اتیلنی (Kralik, 2000؛ Ahearn et al., 2005؛ Chao et al., 2006) استفاده گردید. نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس و در فاصله ۳۰ کیلومتری منطقه پژوهش منتقل گردید. میزان کدورت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کدورت‌سنج IRTB100 پس از اختلاط کامل نمونه‌ها و بر حسب NTU[۱۱] (Chanson et al., 2008) مورد سنجش قرار گرفت. جهت برآورد متغیرهای محلول در آب پس از اطمینان از یک‌نواختی نمونه‌ها، ۱ لیتر جدا و از ۲ کاغذ صافی واتمن با اندازه ۰/۴۵ میکرومتر عبور داده شد. متغیرهای محلول به غیر از کلسیم و منیزیم از طریق رنگ‌سنجی (Decker et al., 1999؛ Chao et al., 2006) و با استفاده از دستگاه فتومتر مدل Palintest 8000 اندازه‌گیری شدند. برآورد مقادیر منیزیم و کلسیم انتقال یافته توسط رسوبات معلق و به‌صورت محلول پس از آماده‌سازی‌های لازم با دستگاه جذب اتمی[۱۲] مدل Philips PU 9400 X صورت گرفت. سنجش فسفر نیز به‌روش Olseon با دستگاه‌های اسپکتروفتومتر[۱۳] مدل JENWAY 6305 UV/VIS انجام شد. ضمن آن‌که دبی در زمان نمونه‌برداری از مقطع مورد نظر با استفاده از مولینه و یا کاربرد جسم شناور در مواقع سیلابی برآورد گردید (معتمدنیا، ۱۳۸۷). در استفاده از جسم شناور از توپ‌های تنیس روی میز با محتوی ۲۰ سی‌سی آب (۷۰ درصد حجمی) واسنجی شده با ضریب اصلاحی ۰/۸ (معتمدنیا، ۱۳۸۷) استفاده گردید. برای بررسی ارتباط متغیرهای کیفی مورد بررسی با دبی و نیز نقش کنترل‌کنندگی دبی در انتقال آلاینده‌های کیفی آب از مدل‌سازی روابط بین داده‌های متغیرهای مطالعاتی پس از انجام آزمون کلموگراف- اسمیرنف و اطمینان از نرمال بودن آن‌ها

www.SID.ir
Archive of SID

در سطح معنی‌داری کم‌تر از ۵ درصد و نرمال کردن داده‌های غیر نرمال از طریق تغییر شکل داده‌ها (صادقی و همکاران، ۱۳۸۴) در طول دوره‌های مختلف اندازه‌گیری شامل شرایط عادی (دبی پایه)، مواقع سیلابی و برداشت معدن شن و ماسه با وضعیت غالب جریان پایه انجام گرفت. برای همین منظور ابتدا در نرم‌افزار SPSS16، مدل‌های مربوط به متغیرها از طریق رگرسیون دو متغیره در شکل‌های مختلف متغیرهای وابسته کیفی آب و مستقل دبی جریان تهیه شد. جهت تهیه مدل‌های رگرسیونی، ابتدا دو سوم از داده‌های به‌دست آمده به‌صورت تصادفی و با اطمینان از انتخاب حداقل و حداکثر متغیر و نیز اطمینان نسبی از تساوی میانگین‌ها و انحراف معیار مربوط به آن‌ها، انتخاب و اقدام به تعیین انواع مدل‌های رگرسیونی دو متغیره شد. از یک سوم باقی‌مانده به‌منظور تأیید مدل در مقیاس‌های زمانی هیدرولوژیکی ذکر شده استفاده گردید (صادقی و همکاران، ۱۳۸۴؛ Green and Stephenson, 1986). برای دست‌یابی به مدل نهایی تخمین‌گر متغیر وابسته، از معیارهای ارزیابی خطای نسبی[14] تخمین و تأیید مجذور میانگین مربعات خطا[15]، ضریب همبستگی[16] و نهایتاً ضریب کارایی[17] استفاده شد. اعتبار نهایی مدل‌های به‌دست آمده با توجه به مقادیر قابل قبول خطای تخمین و تأیید کم‌تر از ۴۰ درصد (Liu and Lu, 2008) مقادیر مجذور میانگین مربعات خطا کوچک‌تر و ضریب کارایی بیش از ۶۰ درصد و ترجیحاً نزدیک به یک (Green and Stephenson, 1986) ارزیابی گردید.

۳- نتایج و بحث

مقادیر توصیفی داده‌های اندازه‌گیری شده، مقادیر ضریب همبستگی بین مقادیر متغیرهای کیفی بررسی شده و دبی در شرایط مختلف هیدرولوژیکی جریان عادی، جریان سیلابی و برداشت شن و ماسه و نیز مدل‌های نهایی حاصل از کاربرد رگرسیون‌های دو متغیره به ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. با تحلیل نتایج به‌دست آمده از روابط رگرسیون دو متغیره بین دبی و متغیرهای کیفی آب در حوضه مورد بررسی (جدول ۲) و شاخص‌های آماری به‌دست آمده می‌توان استنباط نمود که امکان استفاده از روابط حاصله در برآورد غلظت متغیرهای کیفی آب با استفاده از دبی منطقه وجود دارد. استفاده از این روابط به‌دلیل دقت کافی، ارزان بودن شیوه، قابلیت و سرعت اندازه‌گیری دبی در منطقه قابل تأکید و توجیه می‌باشد.

دقت در جدول ۲، نشان می‌دهد که در حالت پایه می‌توان از دبی برای برآورد کدورت، کلراید و نیترات استفاده کرد. ارتباط مستقیم کدورت با دبی در روابط تائید شده که علت آن را می‌توان در بهم‌ریختگی جریان رودخانه و به جریان افتادن رسوبات ته‌نشست شده در کف بستر به هنگام افزایش دبی در رودخانه نسبت داد که با نتایج به دست آمده Dessouki *et al.* (2005) در Pit- lake در کانادا موافق است. در خصوص کلراید با توجه به این‌که فرسایش خاک بر غلظت آن مؤثر می‌باشد (Struyf *et al.*, 2004) لذا افزایش دبی رودخانه با ایجاد فرسایش کناره‌ای در رودخانه منجر به افزایش غلظت کلراید و ارائه رابطه مستقیم آن با دبی جریان گردیده است.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی متغیرهای کیفی آب و دبی در طول دوره مطالعاتی در حوضه کجور

متغیر	تعداد	دامنه	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
کلسیم محلول (mg/l)	۶۱	۴۵/۲۰	۴۰/۲۰	۶۵/۴۰	۴۵/۵۴	۹/۱۹
سولفات (mg/l)	۶۱	۵۲/۰۰	۳۷/۰۰	۸۹/۰۰	۵۵/۱۹	۹/۵۲
منیزیم محلول (mg/l)	۶۱	۴۵/۰۰	۱۰/۰۰	۵۵/۰۰	۳۲/۵۳	۹/۱۳
فسفات (mg/l)	۶۱	۰/۸۶	۰/۰۵	۰/۹۱	۰/۲۷	۰/۱۷
قلیاییت (mg/l)	۶۰	۴۶۱/۲۱	۱۰۰/۰۰	۵۶۱/۲۱	۲۹۰/۳۵	۵۵/۸۹
فسفر ذره‌ای (mg/g)	۶۱	۶۱/۹۴	۰/۰۷	۶۲/۰۱	۴/۵۲	۱۱/۱۲
منیزیم ذره‌ای (mg/g)	۶۱	۲۰۴/۲۷	۰/۷۳	۲۰۵/۰۰	۸۵/۲۲	۱۳/۳۳
دبی (m^3/s)	۶۱	۱/۵۳	۰/۰۷	۱/۶۰	۰/۵۵	۰/۴۰
کدورت (NTU)	۶۱	۷۰۵۴/۱۳	۲۰/۸۷	۷۰۷۵/۰۰	۸۱۵/۲۶	۱۵۱۱/۱۶
سختی (mg/l)	۴۷	۰۰.۱۴۰	۱۴۵/۰۰	۲۸۵/۰۰	۱۹۱/۵۰	۲۰/۳۲
کلراید (mg/l)	۶۱	۲۲/۹۰	۵/۱۰	۲۸/۰۰	۱۴/۱۳	۱۲/۶
نیترات (mg/l)	۶۱	۰/۹۴	۰/۰۳	۰/۹۷	۰/۳۱	۰/۲۳
کلسیم ذره‌ای (mg/g)	۴۹	۱۱۷/۷۳	۰/۸۴	۱۱۸/۵۷	۳۲/۵۹	۲۴/۳۱

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲- نتایج حاصل از مدل‌سازی ارتباط متغیرهای کیفی آب و دبی در شرایط مختلف هیدرولوژیکی در حوضه کجور

شماره	شرایط	مدل	ضریب همبستگی	سطح معنی‌داری	درصد خطا		مجذور میانگین	ضریب کارایی
					تخمین	تائید		
۱		LOGTUR= ۰/۵۲۳logQ+۲/۳۰۵	۰/۶۳۹	۰/۰۰۰	۷	۷	۰/۱۹	۰/۵۲۰
۲		LOGClC= Exp(۰/۱۴۲+۰/۲۸۶logQ)	۰/۵۰۹	۰/۰۰۰	۱۰	۱۴	۰/۱۳	۰/۵۰۰
۳		NO_3C= Exp(-۱/۹۹-۱/۰۵۹logQ)	-۰/۲۸۱	۰/۰۰۵	۶۴	۵۴	۰/۲۱	۰/۳۰۰
۴		Po_4C= ۰/۳۴۹+۰/۰۶۶/Q	-۰/۳۰۳	۰/۰۴۶	۲۰	۳۸	۰/۰۹	۰/۷۹۹
۵		TUR= Exp(۷/۴۱+۰/۳۸۲/Q)	۰/۰۶۳	۰/۰۱۰	۵۸	۵۹	۱۸۱/۰۰	۰/۹۹۹
۶		NO_3C= -۰/۳۵۹ logQ +۰/۱۴۶	۰/۶۰۳	۰/۰۰۸	۳۴	۱۰	۰/۶۰	۰/۹۹۰
۷	برداشت	ALKC= ۱۱۸/۲۹۷+۱۵۳/۵۹۷/Q	-۰/۵۰۸	۰/۰۰۴	۱	۱۸	۴۹/۱	۰/۸۰۰
۸		HDC= Exp(۵/۶۲۳-۰/۱۹۲/Q)	۰/۷۵۹	۰/۰۳۹	۳	۷	۷/۵	۰/۸۸۰

در روابط فوق Q میزان دبی (m^3/s)، TUR میزان کدورت (NTU)، ClC، غلظت کلراید (mg/l)، NO_3C غلظت نیترات (mg/l)، PO_4C غلظت فسفات (mg/l)، ALKC غلظت قلیائیت (mg/l)، HDC غلظت سختی(mg/l) است.

وجود نیترات در منابع آبی مناطقی، مشابه با منطقه مورد مطالعه از لحاظ اسیدیته خاک، وابسته به میزان تلفات آن به‌شکل آبشویی از سطح حوضه می‌باشد. لذا افزایش دبی و تراز آب بدون ایجاد آبشویی از سطح حوضه اثری کاهنده بر مقدار غلظت نیترات دارد. ارتباط نیترات و کلراید با دبی با نتایج به دست آمده Struyf et al. (2004) مبنی بر برآورد آلودگی نیتراتی و مقادیر کلراید منابع آبی منطقه‌ای واقع در بلژیک با استفاده از دبی هم‌خوان است. در حالت سیلابی مدل‌های برتر حاصل برقراری ارتباط دبی با فسفات، کدورت و نیترات بوده است. علت این ارتباط هدررفت نیترات و فسفات به‌صورت محلول از سطح خاک همراه با انتقال روان‌آب از سطح خاک بوده که با نتایج Struyf et al. (2004) مطابقت داشته است. هم‌چنین، سیلاب با فرسایش و انتقال رس، لای، مواد آلی و غیر آلی از لایه‌های سطحی خاک منجر به افزایش میزان کدورت در منابع آبی منطقه گشته است. از طرفی مشاهده شد روابط دبی با متغیرهای مذکور با توجه به شکل روابط حاکم و مقادیر دبی معکوس بوده است که علت آن می‌تواند هدررفت و انتقال مقادیر عمده رسوب و عناصر غذایی در مراحل اولیه شروع سیلاب به‌علت فرسایش‌پذیری شدید خاک و قبل از زمان اوج دبی باشد (Zhang et al., 2007؛ Sadeghi et al., 2008)، ضمن آن‌که با به اوج رسیدن دبی از غلظت متغیرها کاسته می‌شود. نتایج حاصله با یافته‌های Struyf et al. (2004) و هم‌چنین وفاخواه و صادقی (۱۳۸۸) مبنی بر افزایش کیفیت آب با افزایش دبی تأئید می‌گردد. هم‌چنین نتایج به‌دست آمده حاصل از ارتباط کدورت و دبی در شرایط پایه و سیلاب با نتایج پژوهش Chanson et al. (2008) در خصوص تغییر نحوه ارتباط میان میزان کدورت و غلظت رسوب معلق هم‌خوانی داشت. در حالت برداشت شن و ماسه نیز می‌توان از طریق مدل‌های ارائه شده مقادیر قلیائیت و سختی را به کمک مقدار دبی، محاسبه نمود. از آنجایی که قلیائیت ناشی از وجود فسفات و کانی‌های کربناته در محیط است (تریپاتهی، ۱۳۸۲) و وفور کانی‌های کربناته با استفاده از آزمون اسید کلریدریک روی رسوبات بستر در منطقه نیز تائید شده است، لذا تخریب و افزایش سطح تماس کانی‌های کربناته با جریان آب زمینه‌ساز افزایش قلیائیت در هنگام برداشت شن و ماسه و عملیات مکانیکی در بستر فعال و غیر فعال رودخانه بوده است که با نتیجه وفاخواه و صادقی (۱۳۸۸) مبنی بر کاهش مقدار غلظت آلاینده‌های آب رودخانه هراز با افزایش دبی مطابقت دارد. همچنین معادلات مندرج در جدول ۲ نشان می‌دهد که دبی و سختی رابطه‌ای مستقیم با یکدیگر داشتند (معادله ۸) که علت آن را می‌توان تأثیرپذیری مستقیم عوامل مؤثر بر سختی شامل یون‌های فلزی کلسیم، منیزیم، آهن[۱۸]، استرانسیوم[۱۹]، باریم[۲۰] و منگنز[۲۱] از تغییرات دبی در هنگام برداشت معدن، بر هم‌زنی خاک و تغییر در مقطع و سرعت جریان نسبت داد. هر چند مدل‌های به‌دست آمده قابلیت استفاده برای تخمین متغیرهای کیفی انتقال یافته به‌صورت معلق را ندارند، اما می‌توان با استفاده از درصد انتقال مواد به‌صورت محلول نسبت به میزان انتقال آن‌ها به صورت معلق، مقادیر متغیرهای کیفی انتقال یافته به‌صورت معلق را به‌طور غیر مستقیم با محاسبه دبی منطقه محاسبه نمود. لذا می‌توان از روابط به‌دست آمده طی پژوهش حاضر در تخمین متغیرهای کیفی مذکور با توجه به مقدار دبی جریان در امر مدیریت کیفی آب منطقه بهره جست.

۴- نتیجه‌گیری

طی تحقیق فعلی نقش کنترل‌کنندگی متغیر دبی بر برخی خصوصیات کیفی مورد مطالعه آب در حوضه جنگلی کجور مورد بررسی قرار گرفت. برای همین منظور، مدل‌سازی روابط میان غلظت برخی از متغیرهای کیفی آب و میزان دبی جریان آب در شرایط

www.SID.ir
Archive of SID

مختلف هیدرولوژیکی انجام گرفت. از نتایج پژوهش حاضر می‌توان استنباط نمود که متغیر زودیافت دبی تنها قادر به تخمین غلظت میزان کلراید در جریان پایه، کدورت و نیترات در جریان پایه و سیلابی و هم‌چنین سختی و قلیائیت در هنگام برداشت شن و ماسه بوده است. نتایج هم‌چنین نشان دادند که صحت ارزیابی روابط به‌دست آمده منوط بر جداسازی صحیح شرایط هیدرولوژیکی حاکم بر زمان نمونه‌برداری می‌باشد.

۵- سپاسگزاری

از کارشناسان آزمایشگاه مرکزی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، آقای مهندس صادق بور و خانم مهندس منظر حقدوست در کمک به انجام کارهای آزمایشگاهی و هم‌چنین مهندس عبدالواحد خالدی‌درویشان قدردانی می‌شود.

پی نوشت

1-Calcium,Ca
2-Magnesium,Mg
3-Nitrate,$N0_3$
4-Turbidity
5-Alkalinity,A1K
6-Sulphate,So_4
7-Hatdness,HD
8-Phosphate,Po_4
9-Chloride,CL^-
10- Particulate Phosphorus
11- Nephelometric Turbidity
12- Atomic Absorption
13- Spctrophotometer
14- Relative Error
15- Root Mean Square of Error
16- Correlation Coefficient
17- Coefficient of Efficiency
18-Iron,Fe
19-Strontium,Sr
20-Manganese,Mn
21-Barium,Br

۶- مراجع

صادقی، س.ح.ر .، سعیدی، پ و کیانی‌هرچگانی، م (۱۳۸۷)، "اثرات زیست محیطی برداشت معدن شن و ماسه از طریق افزایش تولید رسوب"، دومین کنفرانس ملی روز جهانی محیط زیست"، تهران،۲۰-۲۱ خرداد ۱۳۸۷:۲۷۰.

صادقی، س.ح.ر ، مرادی، ح.ر، مزین، م و وفاخواه، م (۱۳۸۴)، "کارایی روش‌های مختلف تجزیه و تحلیل آماری در مدل‌سازی بارش- روان‌آب (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کسیلیان)"، علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲(۳):۸۱-۹۰.

معتمدنیا، م (۱۳۸۷)، "تهیه و تحلیل سنجه دبی حوزهٔ آبخیز جنگلی آموزشی کجور"، سمینار کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع‌طبیعی و علوم‌دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، ۶۷ ص.

وفاخواه، م و صادقی، س.ح.ر (۱۳۸۸)، "ارتباط بین پارامترهای شیمیایی کیفیت و دبی آب در رودخانه هراز"، پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران (مدیریت پایدار بلایای طبیعی): گرگان، ۸۳.

یغمایی، ه (۱۳۸۷)، "ارتباط بین غلظت رسوبات معلق و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، ۷۲ صفحه.

Ahearn A.S., Sheibley R.W., Dahlgren R.A., Anderson M., Johnson J and Tate K.W. (2005), "Land Use and Land Cover Influence on Water Quality in the Last Free-Flowing River Draining the Western Sierranevada, California", *Journal of Hydrology*, (313), 234-247.

Chang H. (2008), "Spatial Analysis of Water Quality Trend in the Han River Basin, South Korea", *Water Resource*, 42: 2385- 3304.

Chanson H., Takeuchi M. and Trevethan M. (2008), "Using Turbidity and Acoustic Backscatter Intensity as Surrogate Measures of Suspended Sediment Concentration in a Small Subtropical Estuary", *Journal of Environmental Management*, 88(4):1406-1414.

Chao Y., QiangLiu C., Zhao Z.Q., Li S.L. and Han G.L. (2006), "Geochemistry of Surface and Ground Water in Guiyang, China: Water/Rock Interaction and Pollution in a Karst Hydrological System". *Applied Geochemistry*, 1-26.

Decker G., Kothe J. and Joense T. (1999), "Trend in the Market for Photometric Systems for Environmental Analysis", *Asian Environmental Technology*, Vol (2), Available on: www.Merch.de /servlet/ pb/ show/1154640/Trend- in-Photometry-System, Pdf.

Dessouki T.C.E., Hudson J.J., Neal B.R. and Bogard M.J. (2005), "The Effect of Phosphorus Addition on the Sediment of Contaminants in a Uranium Mine Pite_Lake", *Water Research*, 39:3055-3061.

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

Harmel D.R., Smith D.R., King K.W. and Slade R.M. (2009), "Estimating Storm Discharge and Water

Archive of SID
www.SID.ir

Struyf E., Van Damme S. and Meire P. (2004), "Possible Effect of Climate Change on Estuarine Nutrient Fluxes: a Case Study in the Highly Nutrified Schelde Estuary", *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 60(4):649-661.

Tarig A. and Rongxing L. (2000), "Spatio-Temporal Modeling of Soil Erosion and Contaminated Sediment Transport in Lake Erie Coastal Area", *Construction and Building Material*s, 17(2):123-139.

Walling D.E., Russell M.R. and Webb B.W. (2000), "Controls on the Nutrient Content of Suspended Sediment Transport by British Rivers", *The Science of the Total Environment*, 266:113-123.

Xu S., Xiaojiang G., Min L., Zaenlou C. (2001), "Chinas Yangtze Estuary II. Phosphorus and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Tidal Flat Sediment", *Geomorphology*, 41:207- 217.

Zhang Z., Fukushima T., Onda Y., Gomi T. and Fukuyama T. (2007), "Nutrient Runoff from Forested Watersheds in Central Japan during Typhoon Storms, Implications for Understanding Runoff Mechanisms during Storm Events", *Hydrological Processes Journal*, 21:1167-1178.

Quality Data Uncertainty: A Software Tool for Monitoring and Modeling Applications", *Environmental Modelling & Software* 24: 832–842.

Hsu P., Matthai A., Heise S. and Ahlf W. (2007), "Seasonal Variation of Sediment Toxicity in the River Dommel and Elbe", *Environmental Pollution, Institute of Environmental Technology and Energy Economics*, Technical University Hamburg, Germany: 1-7.

Hunter H. and Walton R. (2008), "Land Use Effects on Fluxes of Suspended Sediment, Nitrogen and Phosphorus from a River Catchment, of the Great Barrier Reef, Australia", *Journal of Hydrology*, 356: 131-146.

Kralik M. (2000), "A Rapid Procedure for Environmental Sampling and Evaluation of Polluted Sediment", *Applied Geochemistry*, 14(6):807-816.

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

Sadeghi S.H.R., Mizuyama T., Miyata S., Gomi T., Kosugi K., Fukushima T., Mizugaki S. and Onda Y. (2008), "Determination Factors of Sediment Graphs and Rang Loops in Reforested Watershed", *Journal of Hydrology*, 356:271-282.

Archive of SID

www.SID.ir