Evaluation of Aydughmush Dam Reservoir Water Quality by National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSF-WQI) and Water Quality Parameter Changes

Shokuhi R.[1], *Hosinzadeh E.[2], Roshanaei G.[1], Alipour M.[3], Hoseinzadeh S.[4]

[1]Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

[2]Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Khoram abad University of Medical Sciences, Lorestan, Iran

[3]Department of Biostatistics, School of Public Health, Hamadan University of Medical SciencesHamadan, Iran

[4]Department of Civil engineering, School of Engineering, Maragheh University, East Azerbaijan, Iran

Received; 23 July 2011 Accepted; 22 October 2011

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Monday, July 09, 2012

ABSTRACT

Background and Objectives: Aydughmush dam was built on Aydughmush River at ۱۹km in southwest of Mianeh City. The dam is multipurpose and its main aims are the spring floods control, supplying potable water for villages and providing irrigation water. Different pollutants which probably discharge to the river finally enter to the dam reservoir so; this study focuses on evaluating the quality of the dam reservoir.

Materials and Methods: In this cross sectional study standard field parameters including dissolved oxygen, temperature, Biochemical and chemical oxygen Demand, Most Probable Number of Coliforms, Fecal Coliform, Turbidity, Total Dissolved Solids, Total Solids, pH, conductivity and others were measured at eight different stations during the spring and summer in 2010. Sampling points were selected on the basis of their importance. Water quality index was calculated using water quality index calculator given by National Sanitation Foundation (NSF) information system.

Results: The highest value of WQI of the samples was 84.89 in A3 station in July while the lowest value was 67.96 in A2 station in May. The lower value of WQI has been found mainly due to the slightly lower value of DO in the dam reservoir water. Most of the water samples were found within Good category of National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSF-WQI). Comparison of the measured parameters based on the sampling stations and various months by variance and t-student analysis showed a significant relationship for some parameters($P<0.05$). Nutrient budget determination indicates that the concentration of phosphate, nitrite, nitrate and ammonia at inlet are higher than outlet of the dam reservoir.

Conclusion: The calculated (WQI) showed good water quality. Based on the results of NSFQWI calculations, the dam reservoir water quality is suitable for various purposes

Keywords: Water Quality Index, NSFWQI, Dam Reservoir, Water Quality

***Corresponding Author:** *edris-2009@live.com*
Tel:**+98 811 83 800, **Fax:

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Monday, July 09, 2012

مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره چهارم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۰، صفحات ۴۳۹ تا ۴۵۰

بررسی کیفیت آب دریاچه سد آیدغموش با استفاده از شاخص کیفیت آب (NSFWQI) و بیلان مواد مغذی

رضا شکوهی[۱]، ادریس حسین زاده[۲]، قدرت ا... روشنایی[۳]، مهدی علیپور[۴]، سامان حسین زاده[۵]

نویسنده مسئول: همدان، چهارراه پژوهش، بلوار شهید فهمیده، روبه‌روی پارک مردم، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان، گروه بهداشت محیط
edris-2009@live.com

دریافت: ۹۰/۰۵/۱۳ پذیرش: ۹۰/۰۷/۳۰

چکیده

مقدمه و هدف: *سد آیدغموش برروی رودخانه آیدغموش در ۱۹کیلومتری جنوب غربی شهرستان میانه ساخته شده است. این سد چند منظوره با اهداف متعددی چون کنترل سیلاب های بهاری، تامین آب شرب برای روستاهای حومه سد و آبیاری اراضی کشاورزی منطقه احداث شده است. آلاینده‌های مختلفی که احتمالا به رودخانه ورودی به سد، تخلیه می‌شوند در نهایت به دریاچه پشت سد وارد می‌شوند بنابراین این مطالعه با هدف بررسی کیفیت آب دریاچه پشت سد انجام شده است.*

روش بررسی: *در این مطالعه مقطعی، پارامترهای کیفی خاص مطالعات میدانی، شامل اکسیژن محلول، دمای آب، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی و شیمیایی، محتمل ترین تعداد کلیفرم، کلیفرم‌های مدفوعی، کدورت، کل جامدات محلول، کل جامدات، pH، هدایت ویژه آب و دیگر پارامترهای کیفی در ۸ ایستگاه مختلف طی فصول بهار و تابستان ۱۳۸۹ اندازه‌گیری شدند. ایستگاه‌های نمونه‌برداری براساس اهمیت انتخاب شدند. شاخص کیفیت آب با استفاده از سیستم محاسبه شاخص بنیاد ملی بهداشت(NSF) محاسبه گردید.*

یافته‌ها: *بیشترین شاخص کیفیت آب با مقدار۸۴/۸۹ برای ایستگاه A3 در تیرماه و کمترین مقدار برای ایستگاهA2 در اردیبهشت ماه به دست آمد. کاهش مقدار شاخص به دلیل افت مقدار اکسیژن محلول در آب دریاچه پشت سد بوده است. براساس طبقه‌بندی شاخص NSFWQI، بیشتر نمونه‌های اندازه گیری شده دارای کیفیت خوب بودند. مقایسه پارامترهای کیفی اندازه‌گیری شده براساس ماه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری با استفاده از آزمون‌های آنالیز واریانس و t-student، برای برخی پارامترها ارتباط معنی‌داری نشان داد ($P<0/05$) محاسبه بیلان مواد مغذی نشان می‌دهد غلظت نیترات، نیتریت، فسفات و آمونیاک در ورودی بیشتر از خروجی سد است.*

نتیجه گیری: *شاخص محاسبه شده نشان داد کیفیت آب خوب است. بر اساس نتایج شاخصNSFWQI، کیفیت آب دریاچه پشت سد آیدغموش برای استفاده‌های مختلف مناسب می‌باشد.*

واژگان کلیدی: شاخص کیفیت آب، NSFWQI، دریاچه پشت سد، کیفیت آب

۱- دکترای بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت، دانشگاه عاوم پزشکی همدان
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۳- دکترای آمار زیستی، استادیار دانشکده بهداشت، دانشگاه عاوم پزشکی همدان
۴- کارشناسی ارشد سازه‌های هیدرولیکی، سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی
۵- دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه علوم مراغه

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Monday, July 09, 2012

مقدمه

بـا ازدیاد روز افزون جمعیـت و در نتیجه افزایش تقاضای اسـتفاده از آب برای مقاصد مختلفی چون کشاورزی، شرب و صنعت، لزوم توسـعه سرمایه‌گذاری در بخش آب و سازه‌های هیدرولیکی امری اجتناب ناپذیر است(۱). احداث سد به عنوان مانعی مهـم در برابر جریان‌های طبیعی رودخانه، نقش تعدیلی ویژه‌ای در رژیم آبی رودخانه دارد(۱و۲). در حقیقت سـاخت سـد به‌صورت یک دام منجـر به تله انـدازی و مهار آب‌های سطحی می‌گردد. ساخت و بهره برداری از مخازن سدها باعث افزایـش زمان ماند آب می‌گـردد و این عامل منجر به متفاوت شدن کیفیت آب خروجی از سد در مقابل آب ورودی به مخزن می‌شـود، به عبارت دیگر سد و مخزن آن باعث ایجاد تغییرات عمـده کیفی آب رودخانه (تغییرات مثبت یا منفی) می‌شـوند. هرچند این پدیده به خودی خود منفی نبوده و بسته به جایگاه سد، اقلیم منطقه و نوع بهره برداری از سد می تواند نقش بسیار مثبتی نیز در روند کیفیت آب های سـطحی داشـته باشـد(۲). فرایندهای طبیعی و فعالیت های انسانی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی پیکره‌های آبی اثر گذاشته و موجب بروز مشکلاتی در کیفیت آب سدها می‌شوند(۳و۴). بنابراین امروزه دیدگاه‌ها نسـبت به اهداف و جایگاه سـدها گسترده‌تر شده و دامنه آن مشـمول کنترل کیفی در کنار اهداف کمی مورد انتظار از سـد، نیز گشته اسـت. طراحان و کارشناسان امر می‌بایست با اتکا به تخصص‌های لازم علوم زیسـت محیطی، فرایندهای حاکم بر مخزن و تاثیر آنها را بر پارامترهای کیفی آب شـناخته و با علم به آنها در جانمایی و تخصیص سازه‌های جانبی سد و شیوه بهره‌برداری درست مبتنی بر تامین کیفیت آب، اقدام‌های اساسی را انجام دهند(۱).

بـا توجـه به تاثیر مثبت احداث سـد بر پیشـرفت و توسـعه شهرنشینی، کشـاورزی و صنعت در محدوده سدهای احداث شده، در نتیجه ساخت سد به خودی خود منجر به افزایش ورود پسـاب کشاورزی، شـهری و صنعتی به آن می شود، در چنین شرایطی با انتقال مواد مغذی به دریاچه پشت سدها یک محیط فعال و مغذی برای فعالیت های زیستی برخی میکروارگانیسم‌ها و همچنین ذخیره پساب ها ایجاد شده و موجب کاهش کیفیت آب برای مصارف مختلف می گردد(۴و۶).

در سـال ۱۳۸۶ در تحقیقی که توسـط پرهام و همکاران(۷) به منظور بررسـی کیفیت آب دریاچه سـد کرخـه و تعیین میزان غلظت ازت و فسـفر و تعیین بیلان آن انجام شد، نتایج حاصل از اندازه‌گیری فاکتورهای فسـفات، نیترات، آمونیاک، اکسیژن محلول و pH و مقایسـه آنها با استانداردهای EPA ، WHO و EEC که در اکثر موارد غلظت این فاکتورها کمتر از حد مجاز تعیین شد، آب دریاچه سـد کرخه برای کلیه مصارف عمومی از قبیل کشـاورزی، آبیاری، آبزیان و شرب مناسب دانسته شد. همچنین نتایج حاصل از محاسـبه بیلان در دریاچه، میزان یون اورتوفسـفات، نیترات و آمونیاک در ورودی دریاچه بیشـتر از خروجی و برای نیتریت بالعکس بوده اسـت که ایجاد شـرایط سـکون علت افزایش غلظت این مواد مغذی در سـتون آب و رسوبات کف دریاچه بیان شده است.

در پژوهشی که توسط شاملو و همکاران در سال ۱۳۸۳ برروی سد مخزنی گیلارلو به منظور پایش کیفی آب مخزن سد انجام گرفـت(۸)، بار فسـفات و نیتـرات ورودی به سـد به ترتیب ۰/۴۷ و ۵۶ تـن در طول ۶ ماه اجـرای مطالعه بر آورد گردید و مهم‌تریـن منابـع آلاینده تاثیرگذار بـر کیفیت آب، فاضلاب انسانی، کشاورزی و اثرات زمین شناسی معرفی شدند.

سانچز و همکارانش (۲۰۰۷) شاخص WQI و کمبود اکسیژن محلول را در طول رود خانه Guadarrama و Manzanares مـورد مطالعـه قرار دادند. نتایـج مطالعه مذکور نشـان داد که شـاخص WQI در ابتـدای رودخانـه Guadarrama دارای مقدار عـددی ۷۰ (کیفیت خـوب) و در انتهای آن در حدود ۶۴ (کیفیت متوسـط) می‌باشـد. همچنین شاخص WQI برای رودخانه Manzanares در حدود ۶۵ گزارش گردید(۹).

Fechrul و همکاران در سـال ۲۰۰۶ روابط بین کاربری زمین و کیفیت آب رودخانه سیلیوونگ در اندونزی را بررسی کردند. نتایج نشـان‌دهنده کاهـش ۳۳ درصدی کیفیـت آب رودخانه

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Monday, July 09, 2012

سـیلیوونگ در طول ۱۲ سـال به دلیل تغییر کاربری زمین بوده است(۱۰). در مطالعه‌ای که توسط ناصری و همکاران (۱۳۸۶) به منظور تعیین تغییرات کیفیت شـیمیایی آب دریاچه پشـت سـد حسنلو انجام شد، نتایج نشـان داده است با مقایسه نتایج پارامترهـای کیفـی آب دریاچه سـد در حداکثر تـراز آبی با استانداردهای کیفیت شیمیایی آب ارایه شده از سوی WHO، می‌تـوان کیفیت شـیمیایی آن برای مصارف شـرب مناسـب دانست(۱۱). Samantray و همکاران در سال ۲۰۰۹ با استفاده از شـاخص NSFWQI کیفیت رودخانه‌هـای Mahanadia و Athavabanki در ناحیه Paradip هندوسـتان را بررسـی نمودنـد که برای این شـاخص چهـار پارامتر pH، اکسـیژن محلول، اکسـیژن مورد نیاز بیوشیمیایی و کلیفرم‌های مدفوعی اندازه‌گیری شـدند. نتایج مطالعه آنها نشـان داد که کیفیت آب براسـاس شاخص مورد اسـتفاده به دلیل فعالیت‌های انسانی و صنایع کاهش یافته است(۱۲).

مطالعاتی که با هدف بررسـی کیفیت منابع آبی به ویژه سـدها انجام می‌شـود می‌تواند در اجرای دیگر تحقیقات آتی بسـیار تاثیرگذار باشـند و بر اسـاس نتایج حاصـل، دیگر محققین به انجام فعالیت های تحقیقاتی جدید ترغیب شـوند به‌طوری‌که در سـال ۱۳۸۹ کبودندپور و همـکاران(۱۳) از نتایج محققینی که کیفیت سد قشـلاق سنندج را بررسی و غلظت جیوه را در آب آن بیش از حدود مجاز عنوان کرده بودند، استفاده کرده و مطالعه‌ای برای بررسـی جیوه تجمع یافته در اندام‌های مختلف ماهی کپور نقره‌ای انجام دادند که غلظت این آلاینده بیشـتر از حدود استاندارد به دست آمده است.

سـد مخزنی آیدغموش در فاصلـه ۱۹ کیلومتری جنوب غربی شهرسـتان میانه بـا هدف تامین و تنظیم آب کشـاورزی برای آبیاری زمین‌های پایاب سد و کنترل سیلاب به منظور جلوگیری از خسـارات جانی و مالی طغیان رودخانه آیدغموش سـاخته شده اسـت. با توجه به استفاده از آب سد به منظور تامین آب شرب روستاهای پایین دست سد و همچنین دیگر استفاده‌های چند جانبه آن در آینده، بررسـی کیفیت و تغییرات غلظت ازت و فسـفر و برخی از پارامترهـای محیطی در ورودی، خروجی و دریاچه پشـت سـد آیدغموش ضروری به نظر می رسـد. بنابرایـن در این مطالعه تغییرات غلظت ازت و فسـفر، تعیین بیلان آنها و طبقه‌بندی کیفیت آب دریاچه بر اسـاس شـاخص کیفی NSFWQI بررسی شده است.

مواد و روش ها

محـدوده مطالعاتی: محدوده مورد مطالعه، دریاچه سـد مخزنی آیدغموش اسـت. این سـد در فاصلـه ۱۹ کیلومتری جنوب غربی شهرسـتان میانه برروی رودخانه آیدغموش واقع شده است و مختصات جغرافیایی ساختگاه سد ′۳۷ °۴۷ شرقی و ′۱۸ °۳۷ شمالی است. محور سد بر سرشاخه اصلی رودخانه آیدغموش در دو کیلومتری پایین دسـت روسـتای چای تلوار قـرار دارد. حجم مخزن سـد در تراز نرمال، ۱۴۵/۷ میلیون متر مکعـب، حجـم مفید آن ۱۳۷ میلیون متـر مکعب و حجم آب تنظیم شـده ۱۳۱ میلیون متر مکعب اسـت. سد و دریاچه سد آیدغموش و واحدهای عمرانی پایین دست در شهرستان میانه (استان آذربایجان شـرقی) واقع شده‌اند اگرچه بخش کوچکی از حوزه آبریز سـد تا روسـتای عاقل در این شهرستان امتداد دارد ولی قسـمت عمده حوزه آبریز در شهرسـتان هشترود و قسمت کوچکی از آن در شهرستان میاندوآب قرار دارد. حوزه آبریز رودخانه آیدغموش تا محل سد با وسعت ۱۶۲۵ کیلومتر مربـع دارای ۱۱۸ روسـتا و ۲۱۳۳۰ نفر جمعیت و حوزه آبریز رودخانه آیدغموش در پایین دسـت سد با ۲۱۱ کیلومتر مربع وسعت دارای ۱۳ روستا با ۸۰۵۰ نفر جمعیت می‌باشد(۱۴).

انتخاب محل ایستگاه‌های نمونه برداری: پس از بازدید میدانی و بر اساس امکانات موجود و نیز بر اساس ناحیه بندی طولی، بهتریـن محل ایسـتگاه‌های پایش در دریاچه سـد، با توجه به هـدف برنامه که نمونه برداری از آب بـود، بر روی خط‌القعر بسـتر درهای شـکل دریاچـه در فواصل متفـاوت از ورودی دریاچه تا دیواره سـد، تعداد ۸ ایسـتگاه نمونـه برداری (یک ایستگاه در ورودی سد، سه ایستگاه در دو کیلومتری محور سد

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Monday, July 09, 2012

(C1، C2، C3)، سه ایستگاه در ۱۰۰۰ تا ۲۰۰ متری محور سد(A1، A2، A3) و یک ایستگاه در خروجی سد تعیین گردید. در جدول موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه ارایه گردیده است و در شکل ۱ موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری شده بر روی نقشه ماهواره ای نمایش داده شده است.

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های نمونه برداری در دریاچه سد آیدوغموش

ایستگاه‌های نمونه برداری		طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
ورودی	In	۴۷° ۳۳'۲۴.۵۷"	۳۷° ۱۵'۴۳.۵۶"
۲ کیلومتری محور سد	C1	۴۷° ۳۳'۴۶.۵۶"	۳۷° ۱۵'۵۹.۰۹"
	C2	۴۷° ۳۳'۵۴.۶۶"	۳۷° ۱۶'۱۲.۳۹"
	C3	۴۷° ۳۳'۵۷.۰۳"	۳۷° ۱۶'۱۹.۴۸"
۱ کیلومتری محور سد	A1	۴۷° ۳۷'۴۸.۴۰"	۳۷° ۱۷'۰۴.۵۷"
	A2	۴۷° ۳۷'۴۵.۹۸"	۳۷° ۱۷'۱۶.۸۱"
	A3	۴۷° ۳۳'۵۸.۱۶"	۳۷° ۱۷'۲۴.۲۷"
خروجی سد	Out	۴۷° ۳۴'۰۱.۸۵"	۳۷° ۱۷'۳۶.۹۸"

از میان شاخص‌های عمومی کیفی آب، شاخص NSFWQI نسبت به دیگر شاخص‌های موجود دارای مشکلات کمتری بوده و بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد(۱۲). مشخصه‌های کیفی این شاخص، اندازه‌گیری ساده‌ای داشته و به راحتی در دسترس هستند. این شاخص دارای مقیاس کاهشی است به‌طوری که افزایش آلودگی باعث کاهش مقدار عددی آن می‌شود. مقدار شاخص با استفاده از محاسبه زیر شاخص‌های مربوط و وزن دهی صورت گرفته و در نهایت مقدار نهایی شاخص از رابطه (۱) محاسبه شد.

$$NSFWQI = \frac{\sum_{i=1}^{n} W_i I_i}{\sum Wi} \quad (۱)$$

در این رابطه I_i: زیر شاخص iام و w_i: ضریب وزنی زیر شاخص iام می‌باشد. بر اساس مقدار عددی به دست آمده از شاخص، کیفیت آب طبقه بندی می‌شود. در جدول ۲ درجه‌بندی منبع آبی بر اساس مقدار عددی شاخص NSFWQI آورده شده است.

با توجه به تعدد پارامترهای کیفی قابل سنجش برای ارزیابی کیفی منابع آب و از طرفی به دلیل هزینه‌های مربوط به برداشت و آزمایش هر نمونه، انتخاب درست پارامترهای کیفی، مهم و تعیین نوع آنها براساس شرایط مکانی ـ زمانی از مهم‌ترین نکات و مسایل هر مطالعه میدانی محیط‌های آبی است. پارامترهای کیفی مورد آزمایش شامل پارامترهای مورد استفاده برای اندازه‌گیری شاخص NSFWQI و برخی دیگر از پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب بود که به صورت ماهانه از اردیبهشت ماه ۱۳۸۹ تا شهریور ماه ۱۳۸۹ نمونه برداری و اندازه‌گیری شدند. پارامترهایی چون pH و هدایت الکتریکی در محل نمونه‌برداری و سایر پارامترها به فاصله ۴۸-۲۴ ساعت تحت شرایط استاندارد به آزمایشگاه منتقل و با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری و تعیین مقدار شدند(۵).

جدول ۲: درجه بندی منبع آبی بر اساس مقدار عدی شاخص NSFWQI (۱۴)

مقدار عددی شاخص	نوع کیفیت بر اساس شاخص عددی	کلاس بندی نوع استفاده از منبع آبی
۱۰۰-۹۱	عالی	(I): دارای حالت طبیعی، در صورت استفاده از آن جهت تامین آب شرب نیاز به تصفیه ندارد، مناسب برای پرورش شیلات و گونه‌های حساس آبی.
۹۰-۷۱	خوب	(II): در صورت استفاده از آن جهت تامین آب شرب نیازمند تصفیه متداول است، مناسب برای پرورش ماهی و گونه‌های حساس آبی، مناسب برای مقاصد تفریحی چون شنا
۷۰-۵۱	متوسط	(III): در صورت استفاده از آن جهت تامین آب شرب نیازمند تصفیه پیشرفته است، مناسب برای پرورش شیلات و گونه‌های مقاوم آبی، مناسب به‌عنوان آب شرب حیوانات اهلی.
۵۰-۲۶	بد	(IV): مناسب برای آبیاری اراضی کشاورزی.
۲۵ -۰	بسیار بد	(V): برای هیچ‌کدام از استفاده های مذکور مناسب نمی‌باشد.

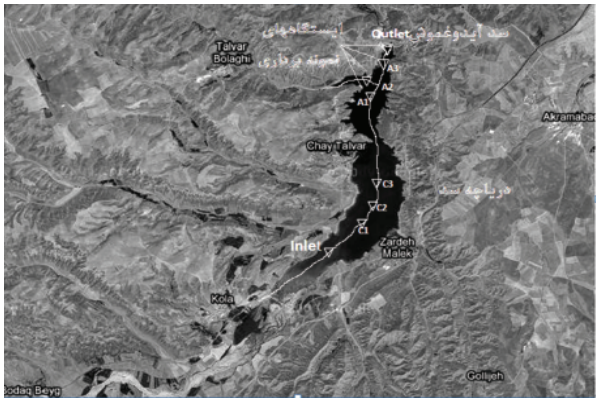
Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Monday, July 09, 2012

این پارامترهـا عبارتند از: TDS، TSS، PO_4^{3-}، NO_3^-، BOD_5، DO، COD، pH، EC، دمـا، کـدورت، کلیفرم‌های مدفوعی و کل کلیفرم‌ها کربنات، بی‌کربنات، کلرور، سـولفات، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم.

تعییـن بیلان مواد مغـذی فسـفر و نیتروژن در دریاچه سـد آیدغمـوش از حاصل‌ضرب دبـی در میزان غلظت مواد مغذی توسط فرمول تعیین بیلان(۷) انجام شده است:

$$\text{بیلان} = \frac{\text{ورودی دبی} \times \text{مواد غلظت}}{\text{خروجی دبی} \times \text{مواد غلظت}} \quad (۲)$$

جهت مقایسـه پارامترهای سنجیده شده براسـاس ایستگاه و ماه نمونه‌برداری به‌ترتیب از آزمون‌هـایt-student و آنالیز واریانس استفاده شد.



شکل ۱: نقشه ماهواره ای و موقعیت ایستگاه های نمونه برداری در دریاچه پشت سد آیدوغموش

یافته‌ها

نتایج نشان داده است مقدار اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی و شیمیایی به ترتیب ۰/۹۶±۱/۶۸ و ۷/۳۶±۲۴/۷ میلی گرم در لیتر بوده است که حداقل آنها به ترتیب در نقطه C3 در اردیبهشت مـاه و نقاط ورودی و A1 در شـهریور مـاه و حداکثر آنها به ترتیب در نقطه C2 در خرداد ماه و C3 در تیر ماه مشاهده شده است. pH اندازه‌گیری شـده در طول بازه نمونه برداری دارای مقدار ۰/۲۹±۸/۰۴ بوده که دارای تغییرات زیادی نبوده است و دامنه تغییرات آن ۷/۳۵تا۸/۵ می‌باشـد. حداقل و حداکثر مقدار pH به ترتیب مربوط به ماه‌های شهریور در نقطه C3 و تیرماه در نقطه A1 می‌باشد.

میزان آب ورودی به سد در بازه ای که پایش کیفی انجام شده اسـت، ۴/۹ متر مکعب بوده است و میزان آب خروجی از سد ۱/۱۷ میلیون متر مکعب بوده اسـت. نتایج حاصل از محاسـبه بیلان سـالانه مواد مغذی در دریاچه پشـت سد آیدغموش در جدول۳ خلاصه شده است. بررسی این نتایج نشان می‌دهد که غلظت فسفات، نیتریت، نیترات و آمونیاک در ورودی بیشتر از خروجی دریاچه بوده است.

جدول ۳: نتایج حاصل از محاسبه بیلان مواد مغذی

مواد مغذی	میزان بیلان بر حسب (mgs^{-1})
فسفات	۴۵۴/۴۷
نیترات	۲۸۱/۶۳
نیتریت	۲۲۸/۳۹
آمونیاک	۲۷۸/۱۸

در بازه نمونه‌برداری مقدار آمونیاک دارای دامنه تغییرات۰/۵۷– ۰/۱۴ میلی‌گـرم بر لیتر بـوده و حداقل و حداکثر مقدار مربوط بـه آن به‌ترتیب در ماه های اردیبهشـت، نقطه C1 و مرداد ماه در نقطـه C3 بوده اسـت. نیترات به عنوان منبـع غذایی برای فیتوپلانکتون‌ها به حساب می آید، دامنه تغییرات نیترات ۰/۳۵ تا ۴/۸ میلی‌گرم بر لیتر بوده که حداقل و حداکثر مقدار مربوط به آن به‌ترتیب در ماه‌های شهریور در نقطه خروجی و خردادماه در نقطه ورودی مشاهده شده است. در اکسیداسیون بیوشیمیایی آمونیـاک و تبدیل آن به نیترات، نیتریت محصول میانی اسـت کـه دامنه تغییرات آن ۰تا۰/۰۶۲ میلی‌گرم بر لیتر بوده و حداقل و حداکثر مقدار مربوط به آن به‌ترتیب در شهریور ماه در نقطه خروجی و تیرماه در نقطه C3 مشـاهده شـده است. داده‌های جمع‌آوری شـده در مخزن دامنه ۰/۱۱۶تـا۰/۰۲۲ میلی‌گرم بر لیتر را برای فسـفات نشـان داده اسـت که حداقل و حداکثر مقادیـر مربـوط بـه آن به ترتیـب در تیر مـاه در نقاط A2 و A3 و شـهریور ماه در نقطه A1 مشـاهده شده است. بررسی آزمایشـات میکروبی در ایسـتگاه‌های مورد بررسی نشان داده است که حداکثر مقدار کل کلیفرم ها (۱۱۰۰ MPN/100mL)

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Monday, July 09, 2012

در خردادماه و در نقطه ورودی وجود داشته است. از آنجا که محیط کشت کلیفرم مدفوعی انتخابی است، با انجام آزمایش تعیین کلیفرم‌های مدفوعی بین کلیفرم‌های با منشا مدفوعی (روده حیوانات خونگرم) و کل کلیفرم‌ها از دیگر منابع تمایز داده می شود. براساس یافته ها حداکثر کلیفرم‌های مدفوعی (۴۳ Colonies/100mL) در شهریور ماه و در نقطه خروجی مشاهده شده است. میانگین پارامترهای اندازه گیری شده برای بازه زمانی مطالعه در جدول ۴ آورده شده است. جهت مقایسه پارامترهای سنجیده شده بر اساس ایستگاه و ماه نمونه برداری به ترتیب از آزمون‌هایt-studant و آنالیز واریانس استفاده شد و نتایج حاصل به صورت خلاصه در جداول ۵ آورده شده است. سطح معناداری در آزمون‌های انجام شده برابر ۰/۰۵ انتخاب شد($P<۰/۰۵$).

نتایج حاصل از مقایسه پارامترهای مورد بررسی بر اساس مکان‌های نمونه برداری با آزمون ANOVA فقط برای مجموع کاتیون‌ها معنادار بود ($P=۰/۰۲۶۷$). (نتایج این بخش از نتایج به تشریح آورده نشده است).

جدول۵: پارامترهای دارای سطح معنادار حاصل از مقایسه پارامترهای مورد بررسی بر اساس ماه‌های نمونه برداری

متغیر مورد بررسی	مقدار احتمال (معناداری)
pH	۰/۰۴۹
$HCO3^-$	۰/۰۱۲۸
$SO4^{-2}$	۰/۰۰۱
K^+	۰/۰۰۱
NO_3—N	۰/۰۰۱
$NO2^{-2}$-N	۰/۰۰۱
COD	۰/۰۰۱
BOD	۰/۰۱
FC	۰/۰۲۵
TC	۰/۰۰۶

جدول۴: نتایج آمار توصیفی برای متغیرهای مورد بررسی

متغیر مورد بررسی	میانگین متغیر طی بررسی‌ها	انحراف از معیار متغیر
Cl^-(meq/L)	۱۱/۵۴	۱/۵۶
Sum An.(meq/L)	۱۹/۸	۲/۱۶
Sum Cat. (meq/L)	۱۹/۸۱	۲/۱۶
$PO4^{-2}$ (mg/L)	۰/۰۸۱	۰/۱۱۶
$NO2^{-2}$-N (mg/L)	۰/۰۱۹	۰/۰۱۵
NO_3^-—N (mg/L)	۲/۶۹	۱/۲۸
NH_3 (mg/L)	۰/۲۸۸	۰/۱۱
BOD (mg/L)	۱/۶۸	۰/۹۶
COD (mg/L)	۲۴/۷	۷/۳۶
DO (mg/L)	۸/۰۶	۱/۰۱۷
EC (micros/cm)	۱۹۸۰/۱۵	۲۱۶/۶۵
pH	۸/۰۳۹	۰/۲۸۷
FC (Colonies/100mL)	۶/۱۵	۷/۳۱
TC (MPN/100mL)	۹۳/۲	۲۴۸/۰۳۶
T (^oC)	۱۱/۵۰۸	۱/۳۹۷
Turbidity (JTU)	۱۲/۳۹۹	۴/۲۵۵
TS (mg/L)	۱۲۴۲	۲۰۰/۹۱
TDS (ppm)	۱۲۵۱	۱۲۲/۵۶۶

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Monday, July 09, 2012

مقایسه غلظت متغیرها در ایستگاه‌های ورودی و خروجی دریاچه با استفاده از آزمون t در جدول ۶ آورده شده است. در جدول مربوطه متغییری که غلظتش در ورودی و خروجی با هم دارای اختلاف معنادار بوده است با علامت ستاره مشخص شده است.

میانگین عددی شاخص NSFWQI به تفکیک هر ماه در شکل ۲ نشان داده است که به طور کلی مقدار شاخص در محدوده کیفیت خوب به دست آمده است. بر اساس شکل کمترین مقدار عددی شاخص (۷۳/۸۳) در تیر ماه و بیشترین مقدار شاخص (۸۰/۷۴) در مرداد ماه وجود داشته است.

جدول۶: نتایج حاصل از انجام آزمون جهت مقایسه ایستگاه های ورودی و خروجی مخزن سد آیدوغموش

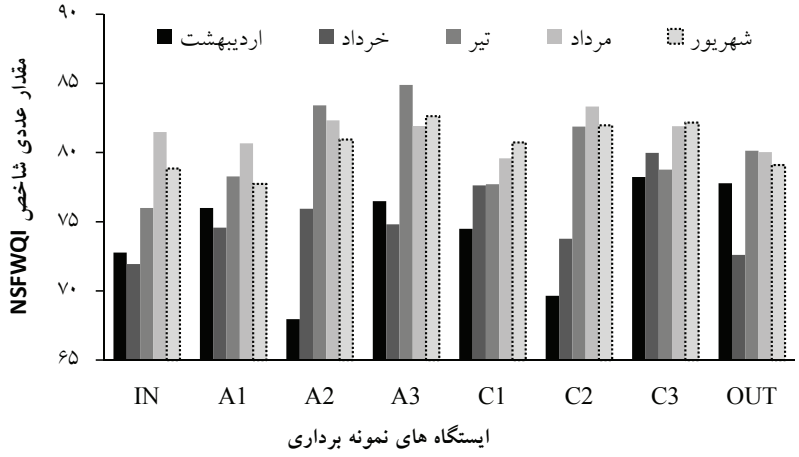
	مقایسه ورودی و خروجی دریاچه			مقایسه ورودی و خروجی دریاچه	
پارامتر	t	P.value	پارامتر	t	P
pH	۱/۶۴۴	۰/۱۲۲	مجموع کاتیون‌ها	-۱/۱۶۱	۰/۱۸
نیترات	۰/۱۳۸	۰/۵	مجموع آنیون‌ها	-۱/۱۷۱	۰/۱۷
نیتریت	-۰/۷	۰/۴	کل کلیفرم ها	۱/۱۶۱	۰/۱۸
آمونیاک	-۰/۷۵۵	۰/۴۵	کلیفرم‌های مدفوعی	۰/۱۸۲	۰/۶
فسفات	۲/۵۲۵*	۰/۰۲*	COD	۱/۵۴۹	۰/۰۹
BOD	۱/۴۳۷	۰/۱۱	EC	-۱/۱۲۷	۰/۱۴
کدورت	۰/۱۳۸	۰/۵	دما	۱/۱۶	۰/۱۸۱

× **دارای اختلاف معنادار می‌باشد.**

مقدار عددی شاخص NSEWQI برای هر ماه بر اساس ایستگاه‌های نمونه برداری به دست آورده شده است (شکل ۱). با توجه به نمودار مربوطه مقدار عددی شاخص در همه ماه‌های نمونه‌برداری برای همه ایستگاه‌ها (به جز ایستگاه‌های A2 و C2 در اردیبهشت ماه) دارای مقدار بین ۷۰ تا ۹۱ بوده‌اند یعنی در گروه کیفیت خوب قرار داشته‌اند.

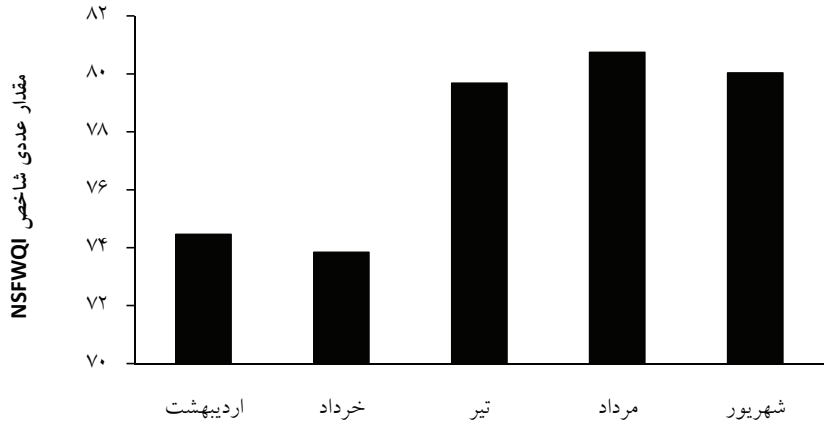
بحث

بررسی نتایج نشان داد که غلظت مواد مغذی چون نیترات و فسفات در ورودی سد بیشتر از خروجی آن بوده است، اما بالعکس غلظت آمونیاک و نیتریت در خروجی سد بیشتر از ورودی آن بوده است.



شکل۱: مقدار عددی شاخص NSEWQI بر اساس ماه و ایستگاه‌های نمونه برداری

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Monday, July 09, 2012



شکل۲: میانگین مقدار عددی شاخص NSEWQI در ایستگاه های نمونه برداری بر اساس ماه‌ها

در صورتی که در مخازن و دریاچه ها رشد جلبکی و میکروارگانیسم ها بالا باشد از مواد مغذی استفاده می کنند، در نتیجه غلظت مواد مغذی در خروجی مخزن از ورودی آن کمتر می‌شود. به عبارتی دیگر افزایش غلظت مواد مغذی در خروجی مخزن می‌تواند ناشی از کند شدن یا توقف رشد جلبک در مخزن و کاهش مصرف مواد مغذی باشد و بالعکس(۱۶). نتایج این بخش از مطالعه با نتایج پرهام و همکاران برای مواد مغذی فسفات و نیترات هم‌خوانی دارد ولی با نتایج به دست آمده برای آمونیاک و نیتریت هم‌خوانی ندارد. تغییرات آمونیاک می تواند حاصل مرگ و میر ارگانیسم‌های آلی، به‌خصوص فیتوپلانکتون باکتری‌ها باشد. فرایندهای آمونیفیکاسیون، تبدیل گاز آمونیوم در پیکره آبی به ازت محلول توسط میکروارگانیسم‌ها می‌تواند در افزایش غلظت آمونیاک در خروجی سد نسبت به ورودی آن موثر باشد(۷،۱۲ و۱۶). بررسی نتایج مربوط به محاسبه بیلان مواد مغذی نشان داد که غلظت فسفات، نیترات، نیتریت و آمونیاک در ورودی بیشتر از خروجی دریاچه بوده است. محاسبه بیلان مواد مغذی می‌تواند نتایج سریع و سهل‌الوصولی برای آگاه شدن از غلظت مواد مغذی را بیان نماید و به عبارتی محاسبه آن برای اعمال راه‌کار مناسب مدیریتی در جهت کنترل پدیده اتروفیکاسیون در دریاچه سد ضروری است. در این مطالعه بیلان مربوط به فسفات نسبت به سه پارامتر دیگر بیشترین بوده است در حالی که در مطالعه پرهام و همکاران مقدار مربوط به نیترات بیشترین بوده است. در مطالعه پرهام و همکاران بیلان مربوط به نیتریت منفی بوده است که به وجود احتمالی این ترکیبات در رسوبات و بدن موجودات آبزی ارتباط داده شده است. Meybeck بین غلظت کل ازت و فسفر و زی توده جلبک رابطه محتملی را پیشنهاد داده است، به‌طوری‌که از روی غلظت ازت و فسفر موجود در آب می توان حضور جلبک را حدس زد. بر اساس رابطه ارایه شده و غلظت به دست آمده برای ازت و فسفر در مطالعه حاضر، می توان گفت پدیده رشد جلبکی برای دریاچه محتمل است(۱۷).

نتایج آنالیز آماری مربوط به تغییر غلظت پارامترهای اندازه گیری شده در ورودی و خروجی سد فقط برای فسفات معنادار بوده است($P=۰/۰۲$) در حالی که بررسی آماری غلظت مواد مغذی در ماه‌های مختلف، فقط برای نیتریت و نیترات دارای ارتباط معنادار بوده است($P=۰/۰۰۱$). شاید علت آن به اختلاط ناشی از بر هم خوردن سیستم لایه بندی دمایی سد مربوط باشد که باعث بالا آوردن محتویات بستر دریاچه و افزایش غلظت مواد مغذی می شود. در پژوهش تجریشی و همکاران در سال ۱۳۸۳ برروی سد مخزنی لتیان(۱۸)، نتایج حاصل از مطالعات آزمایشگاهی و میدانی نشان داد که بار داخلی فسفر در سد

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Monday, July 09, 2012

مخزنی لتیان تحت تاثیر دو عامل عمده رهاسازی فسفر از رسوبات بستر، که در پایان دوره لایه‌بندی اتفاق می افتد و همچنین اختلاط شدیدی که در مخزن سد با شروع دوره اختلاط اتفاق می افتد و باعث پخش شدن فسفر رها شده در طول دوره لایه‌بندی در کل مخزن می‌شود، قرار دارد. مقادیر مربوط به میزان اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، شیمیایی و کل کلیفرم‌ها در ورودی به مخزن سد آیدغموش مقادیر بیشتری را نسبت به خروجی از خود نشان داده‌اند اما مقدار مربوط به کلیفرم‌های مدفوعی در خروجی سد بیشتر از مقدار آن در ورودی بوده است. با توجه به این‌که یکی از گسترده‌ترین فعالیت‌های اقتصادی ساکنین حوزه، دامپروری می‌باشد و با توجه به سرانه بالای آلودگی تولیدی مربوط به هر دام، فضولات را می‌توان به‌عنوان یک آلاینده مهم مطرح کرد و شاید بیشتر بودن مقدار مربوط به کلیفرم‌های مدفوعی در خروجی نسبت به ورودی به همین دلیل باشد. به عبارت دیگر شست‌وشوی فضولات دامی از ارتفاعات حومه سد در اثر بارندگی و ورود آن به مخزن سد به غیر از شاخه اصلی ورودی، منشا ورود کلیفرم مدفوعی به مخزن سد باشد. با توجه به این‌که عموم مردم در حوزه آبریز سد آیدغموش به کشاورزی و دامپروری مشغول بوده و نیز با توجه به روستایی بودن بافت جمعیتی و نیز مساعد بودن آب و خاک جهت فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری، توسعه صنعتی قابل ملاحظه‌ای در حوزه وجود نداشته و در نتیجه با توجه به تناسب مقادیر مربوط به BOD و COD می‌توان گفت آلاینده‌های صنعتی خاصی در حوزه وجود ندارد، اما به‌طور کلی با توجه به فرسایش پذیری بالای حوزه آبریز(۱۴)، احتمال انتقال مواد آلی از سراسر حوزه و تجمع آن در داخل مخزن سد وجود دارد. مقادیر مربوط به برخی پارامترهای فیزیکوشیمیایی مورد بررسی چون مجموع آنیون‌ها، مجموع کاتیون‌ها، هدایت الکتریکی و میزان کلرور در خروجی سد نسبت به ورودی آن بیشتر بوده است، نتایج آنالیز آماری هم این حالت را تایید کرده است به طوری که برای موارد مذکور بین ورودی و خروجی همبستگی منفی وجود داشته است (جدول۶) این بخش از نتایج با مطالعات شاملو و همکاران همسو می‌باشد اما مقادیر مربوط pH در ورودی به سد بیشتر از خروجی آن بوده است که نتایج آنالیز آماری هم این حالت را تایید می‌کند. ساختار شیمیایی آب ذخیره شده در مخزن پشت سدها از خواص حوضه آبخیز مانند آب و هوا، میزان بارش، بافت زمین شناختی منطقه و حوضه، جنس و نوع خاک و ترکیبات آن، پوشش گیاهی، شیب زمین، نوع و میزان فرسایش، فعالیت‌های کشاورزی و در نتیجه نوع و مقدار کود مورد استفاده و فعالیت‌های انسانی تبعیت می‌کند(۱۹) و در دریاچه‌ها و مخازن پشت سدها در اثر ورود مواد مغذی و سایر شرایط مناسب جمعیت ماکروفیت‌ها یا فیتوپلانگتون‌ها افزایش یافته و در نتیجه متابولیسم سلولی افزایش می‌یابد و چنانچه آب دارای خاصیت بافری مناسب باشد تغییرات زیادی در مقادیر pH ایجاد نمی‌شود. در برخی مطالعات تغییرات و نوسانات زیاد مقادیر pH را در مورد اکوسیستم های یوتروفیک گزارش شده است (۲۰). نتایج مربوط به بررسی نوسانات pH با نتایج به دست آمده در برخی مطالعات (۷ و۱۲) مطابقت دارد. بر اساس نتایج، میانگین غلظت جامدات کل در بهار نسبت به میانگین آن در تابستان بیشتر بوده است که می‌تواند به دلیل افزایش میزان تبخیر از سطح دریاچه و کم آب شدن جریان‌های فصلی موجود در بالا دست سد باشد. همچنین جنس بستر دریاچه هم می‌تواند عامل تشدیدکننده در افزایش جامدات محلول و درنتیجه افزایش غلظت جامدات کل باشد. زیرا سنگ پی در ساختگاه سد آیدغموش مجموعه‌ای از تراکی آندزیت‌ها، آگلومراها و برش‌های آذرین است که در تکیه‌گاه‌ها با برش‌های نه چندان سخت رسوبی پوشانده شده‌اند. میزان هدایت الکتریکی آب تقریبا در تمامی ایستگاه‌ها دارای نوسان خاصی نبوده است. در صورتیکه در مقدار هدایت الکتریکی و غلظت آمونیاک در طول ایستگاه‌های نمونه‌برداری یا ماه‌های نمونه‌برداری افزایش قابل توجهی وجود میداشت و همزمان با آنها میزان DO افت پیدا میکرد، ورود فاضلاب شهری به دریاچه سد قابل پیش بینی می‌بود(۱۲) که این‌گونه نیست.

با مقایسه نتایج به دست آمده ازشاخص NSFWQI برای ایستگاه‌های نمونه‌برداری، میتوان نتیجه گرفت که فقط ایستگاه‌های A2 و C2 در اردیبهشت ماه دارای کیفیت متوسط هستند و بقیه دارای کیفیت خوب هستند. البته ایستگاه C2 هم، دارای کیفیت نزدیک به خوب است. کاهش کیفیت درهر دو ایستگاه در اردیبهشت ماه به دلیل افت اکسیژن محلول در آب در این دو ایستگاه است. بر اساس شکل ۲، مقدار عددی شاخص در فصل بهار وضعیت آب را نسبت به تابستان مطلوب‌تر نشان می‌دهد. بهبود کیفیت آب در تابستان نسبت به بهار می‌تواند ناشی ازکاهش میزان BOD و افزایش میزان DO در آب باشد. نکته قابل توجه در طبقه بندی پهنه آبی با استفاده از شاخص NSFWQI بالا بودن میزان حساسیت رابطه محاسبه شاخص نهایی به مشخصه DO می‌باشد به نحوی که پایین بودن میزان این مشخصه در برخی ایستگاه‌ها چون A2 و C2 باعث افت مقدار عددی شاخص و درنتیجه طبقه بندی در گروه متوسط شده است.

در نهایت با توجه به نتایج حاصل از اندازه‌گیری فاکتورهای کیفی آب دریاچه سد و محاسبه شاخص NSFWQI، می‌توان کیفیت آب را خوب دانست و آب دریاچه سد آیدغموش را برای کلیه مصارف عمومی از قبیل کشاورزی، آبیاری، آبزیان وشرب با انجام تصفیه متداول مناسب دانست.

نتیجه گیری

براساس محاسبه بیلان مواد مغذی و استفاده از رابطه بین فسفر، نیتروژن و زیست توده جلبک ارایه شده توسط برخی محققین، برای دریاچه سد آیدغموش احتمال پدیده اتروفیکاسیون محتمل است. همچنین بر اساس محاسبه شاخص کیفی NSFWQI کیفیت آب دریاچه برای انواع مصارف مناسب می‌باشد و آلودگی خاصی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری که بتواند کیفیت آب را تحت تاثیر قرار دهد، وجود نداشته است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از زحمات وهمکاری واحد مدیریت طرح آیدغموش شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی و واحد کنترل کیفیت منابع آب سطحی تشکر و قدردانی می‌نمایند.

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Monday, July 09, 2012

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ on Monday, July 09, 2012

منابع

1. Hashemi SH, Ghasemi Ziarani E, Ranjkesh Y. Waste load allocation for sub-basins of amir kabir dam reservoir using QUAL2K model. Journal of Environmental Studies. 2011;37(1):1-89 (in Persian).
2. Carney E. Relative influence of lake age and watershed land use on tropic state and water quality of artificial lakes in Kansas. J Lake Reserve Manage. 2009;25:199-207.
3. Azzellino A, Salvetti R, Vismara R, Bonomo L. Combined use of the EPAQUAL2E simulation model and factor analysis to assess the source apportionment of point and non point loads of nutrients to surface waters. J Sci Total Environ. 2006;371(1-3):214-22.
4. Lu X, Li LY, Lei K, Wang L, Zhai Y, Zhai M. Water quality assessment of Wei River, China using fuzzy synthetic evaluation. J Environ Earth Sci. 2010;60(8):1693–99.
5. APHA. Standard Methods for the Examination of Waters and Wastewaters. 20s ed. Washington, DC: American Public Health Association (APHA); 1998.
6. Etemad-Shahidi A, Afshar A, Alikia H, Moshfeghi H. Total dissolved solid modeling; Karkheh reservoir case example. Int J Environ Res. 2009;3(4):671-80.
7. Parham H, Jafarzadeh N, Dehghan S, Kian Ersi F. Cjanging in nitrogen and phosphorous concentration and some phisicocemical parameters to budget determination of Karkheh reservoir. Shahid Chamran University Journal of Science. 2007; new series(17section B):117-25 (in Persian).
8. Shamlou AA, Naseri S, Nadafi K. Water quality monitoring of the Gilarlo reservoir. Journal of Water and Wastewater. 2004;15(3(51)):24-30 (in Persian).
9. Sánchez E, Colmenarejo M, Vicente J, Rubio A, García M, Travieso L, Borja R. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. Journal of Ecological Indicators. 2007;7(2):315-28.
10. Fechrul MF, Hendrawan D, Sitauati A. Land use and water quality relationships in the Cilliwung River basin, Indonesia. Proceedings of the International Congress on River Basin Management. 2007 March 22-24; Antalya, Turkey.
11. Naseri S, Mahvi AH, Noori J, Nabizadeh R, Vaezi F, Aghapoor AA. Predicting water quality of Hasanlu dam in the maximum level of water lake for the purpose drinking and health purposes. Journal of Uromia Medical Sciences. 2008;18(4):624-629 (InPersian).
12. Samantray P, Mishra BK, Panda CR, Rout SP. Assessment of Water Quality Index in Mahanadi and Atharabanki Rivers and Taldanda Canal in Paradip Area, India. J Hum Ecol. 2009;26(3):153-61.
13. Khoshnamvand M, Kaboudvandpour Sh, Ghiasi F. A survey on accumulated mercury in different tissues of silver carp (hypophthalmichthys molitrix) from Sanandaj Gheshlagh Dam. Iranian Journal of Health and Environment. 2010;3(3):291-298 (in Persian).
14. East Azarbaijan Regional Water Organization. Evaluation the environmental impacts of irrigation and drainage networks of Aydughmush. Tabriz: East Azarbaijan Regional Water Organization; 2005 (in Persian).
15. Terrado M, Borrell E, De Campos E, Barcelo D, Tauler R. Surface water quality indices for the analysis of data generated by automated sampling networks. Journal of Trends in Analytical Chemistry. 2010;29(1):39-52.
16. Afshar A, Saadatpour M. Eutrophication in dam reservoirs: 2D modeling of the Karkheh reservoir. Journal of Water and Wastewater. 2009;20(3(71)):80-93 (in Persian).
17. Meybeck M. Riverine quality at the Anthropocene: Propositions for global space and time analysis, illustrated by the Seine River. Aquatic Sciences. 2003;64(4):376-93.
18. Isazadeh S, Tajrishi M, Abrishamchi A, Ahmadi M. Application of phosphorus simulation models to Latian reservoir. Journal of Water and Wastewater. 2005;16(2(54)):3-16 (in Persian).
19. Yang HJ, Shen ZM, Zhang JP, Wang WH. Water quality characteristics along the course of the Huangpu River (China). J Environmental Sciences. 2007;19(10):1193-8.
20. Neal C, Harrow M, Williamss RJ. Dissolved carbon dioxide and oxygen in the River Thames: spring summer 1997. Science of The Total Environment. 1998;210-211(1-6):205-17.