بسمه تعالی

دومین همایش ملی منابع طبیعی و توسعه پایدار در زاگرس

گواهی پذیرش و ارائه مقاله

بدین وسیله گواهی می شود مقاله نویسندگان: نازنین خردمند و عیسی ابراهیمی

با عنوان:

ارزیابی شرایط کیفی رودخانه بهشت آباد در فصل تابستان ۱۳۹۷با استفاده از شاخص *NSFWQI*

در دومین همایش ملی منابع طبیعی و توسعه پایدار در زاگرس که در تاریخ ۶و۷شهریورماه ۱۳۹۸توسط دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد برگزار گردید، به صورت شفاهی ارائه و در مجموعه مقالات همایش به چاپ رسیده است.

دکتر عطاالله ابراهیمی
رئیس همایش

دکتر رحمت الله محمودی
دبیر همایش

دکتر رسول زمانی سهند محمودی
دبیر علمی همایش

دومین همایش ملی منابع طبیعی و توسعه پایدار در زاگرس
دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد - ٦ و ٧ شهریور ١٣٩٨
دانشگاه شهرکرد

ارزیابی شرایط کیفی رودخانه بهشت‌آباد در فصل تابستان ۱۳۹۷ با استفاده از شاخص NSFWQI

نازنین خردمند*[۱]، عیسی ابراهیمی[۲]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد بوم‌شناسی آبزیان شیلاتی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
(Email: nazanin.kh42@yahoo.com) *

چکیده

بهره‌گیری از شاخص‌های کیفی آب یکی از ابزارهای مناسب برای تصمیم‌گیری در مدیریت منابع آبی است. برای این منظور بررسی شرایط کیفی آب رودخانه بهشت‌آباد با استفاده از شاخص NSFWQI انجام شد. در این مطالعه شاخص‌های اکسیژن محلول، دمای آب، اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی، کلیفرم مدفوعی، کدورت، کل جامدات محلول، pH، فسفات کل و نیترات در چهار ایستگاه نمونه‌برداری در مردادماه ۱۳۹۷ اندازه‌گیری شد. کیفیت آب با استفاده از شاخص NSFWQI ارزیابی گردید. بر اساس یافته‌های حاصل از این تحقیق کیفیت آب رودخانه بهشت‌آباد بر اساس شاخص NSFWQI در ایستگاه‌های باغ رستم، جونقان، پیرغار در رده خوب و در ایستگاه کاج در رده متوسط قرار گرفت.

کلیدواژه‌ها: شاخص کیفیت آب، NSFWQI، شاخص آلودگی رودخانه، بهشت‌آباد

مقدمه

رودخانه‌ها به‌عنوان یکی از منابع اساسی تأمین آب برای مصارفی از قبیل کشاورزی، شرب و صنعتی مطرح است (Ehteshami et al. 2014). از سوی دیگر، رودخانه‌های آب شیرین یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های آبی به لحاظ تنوع زیستی و تأمین آب شرب بوده که شناخت و بررسی کمی و کیفی این منابع از ارکان مهم و اساسی توسعه پایدار است. رشد جمعیت جهان در دهه‌های اخیر و افزایش تقاضا برای تأمین احتیاجات غذایی و نیز ارتقای سطح بهداشت عمومی سبب افزایش سرانه مصرف آب و فشار بر منابع آب موجود شده است (Sargaonkar and Deshpande, 2003). از سوی دیگر ورود آلاینده‌های مختلف درنتیجه افزایش فعالیت‌های انسانی، شرایط سلامت زیستی رودخانه‌ها را تحت تأثیر قرار داده است. آلاینده‌های آب شامل موادی هستند که خصوصیات فیزیکوشیمیایی و زیستی آب را تغییر می‌دهند. این مواد به‌طور عمده در اثر فعالیت‌های انسانی تولیدشده و به سه گروه اصلی منابع آلاینده شهری، صنعتی و کشاورزی تقسیم می‌شوند. بنابراین کاهش کیفیت آب‌های جاری مانند رودخانه‌ها و نهرها که به‌شدت تحت تأثیر فعالیت‌های بشر قرار دارند، یکی از نگرانی‌های حال حاضر است

(Bollinger et al. 1999). شاخص National Sanitation Foundation Water Quality Index که به‌طور خلاصه NSFWQI نامیده می‌شود، شاخص کیفی کیفیت آب موسسه بهداشت ملی آمریکا است در سال ۱۹۷۰ با حمایت موسسه ملی بهداشت آمریکا به‌وسیله براون و همکارانش ارائه گردید. آن‌ها در ابتدا حدود ۳۵ شاخص آلودگی را مطرح کرده و سپس بر اساس نظر افراد متخصص حدود ۹ شاخص را برای ایجاد شاخص اصلی انتخاب کردند (شمسایی و همکاران، ۱۳۸۴). شاخص‌های مورداستفاده جهت محاسبه این شاخص عبارت‌اند از : دما، اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی ، نیترات، فسفات کل، کل جامدات محلول، کلیفرم مدفوعی، کدورت و pH.

مواد و روش‌ها

رودخانه بهشت‌آباد یکی از سرشاخه‌های رودخانه کارون در استان خوزستان بوده و مساحت ۳۹۶۳ کیلومترمربع را زه‌کشی می‌کند. زیر حوضه کوهرنگ- بهشت‌آباد در محل کاج به‌عنوان بخش از حوضه آبخیز کارون بزرگ واقع در استان چهارمحال بختیاری است. زیر حوضه بهشت‌آباد به وسعت ۳۹۶۳ کیلومترمربع شامل محدوده‌های مطالعاتی فارسان (۹۴۷کیلومترمربع)، شلمزار (۴۲۹ کیلومترمربع)، شهرکرد (۱۲۴۴ کیلومترمربع)، کیار (۳۹۷ کیلومترمربع)، سفیددشت (۲۷۰ کیلومترمربع) و بروجن (۶۷۶ کیلومترمربع) است. نمونه‌برداری در فصل تابستان ۱۳۹۷ از ۴ ایستگاه انجام شد به‌طوری‌که در جهت رسیدن به اهداف موردنظر در این تحقیق با توجه به معیارهایی مانند مورفولوژی و طول رودخانه و برای پوشش کل منطقه حداقل ۴ نقطه (شامل : کاج، پیرغار، باغ رستم، جونقان) به‌عنوان ایستگاه‌های نمونه‌برداری در بستر رودخانه تعیین شد.این مکان‌ها به‌طور دقیق با استفاده از نقشه توپوگرافی و بر اساس قابلیت دسترسی و همچنین درجه‌ی اهمیت آن‌ها انتخاب شدند.

برای نمونه‌برداری از آب در هر ایستگاه پس از ۳ بار شستشوی ظرف نمونه با آب رودخانه، یک لیتر آب از عمق ۳۰ سانتیمتری برداشت و در شرایط استاندارد به آزمایشگاه منتقل شد. از بین شاخص‌های فیزیکوشیمیایی محاسبه‌شده، تعداد ۹ شاخص شامل نیترات،کدورت، کلیفرم مدفوعی، مواد جامد کل، فسفات کل، دما، اکسیژن محلول، pH و BOD_5 انتخاب شدند. مقادیر استفاده شده برای هر شاخص، میانگین ۳ تکرار برای هر ایستگاه می باشد.

شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب شامل دما، اکسیژن محلول و درصد اشباعیت اکسیژن در محل ایستگاه با استفاده از دستگاه‌های قابل‌حمل اندازه‌گیری شد. دما به‌وسیله دماسنج جیوه ای با دقت ۱ / ۰ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول با اکسیژن متر، pH و کدورت به ترتیب با استفاده از دستگاه‌های pH متر دیجیتال و کدورت سنج اندازه‌گیری شد. BOD_5 به روش اکسیژن باقی‌مانده پس از ۵ روز به‌وسیله دستگاه اکسیژن سنج (APHA, 1998)، یون نیترات به روش کالری متری و اندازه‌گیری با طیف‌سنجی نوری به ترتیب به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد.

در ایجاد شاخص کلی NSFWQI برای منظور کردن میزان اثر هر شاخص و یا زیر شاخص مربوط به آن، به هریک از شاخص‌ها یک وزن یا شاخص عددی نسبت داده‌شده در جدول ۱ ارائه‌شده است.. بیشترین وزن مربوط به غلظت اکسیژن محلول در آب (۰/۱۷واحد) و کمترین وزن مربوط به غلظت کل جامدات (۰/۰۷واحد) است. شاخص کیفیت آب از صفرتا صد در جدول ۲ طبقه‌بندی‌شده است(Oram, 2011). برای به دست آوردن عدد نهایی این شاخص از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود(ابراهیم پور و همکاران، ۱۳۹۰). n تعداد شاخص‌ها (n=9)، Ii= زیر شاخص i ام، Wi=ضریب وزنی شاخص i ام

$$NSFWQI = \sum_{i=1}^{n} w_i I_i$$

جدول ۱: فاکتورهای وزنی به‌کاررفته در شاخص NSFWQI

شاخص‌ها	وزن	شاخص‌ها	وزن
اکسیژن موردنیاز شیمیایی	۰/۱۱	**تغییرات دما**	۰/۱
اکسیژن محلول	۰/۱۷	**نیترات**	۰/۱
فسفات کل	۰/۱	**pH**	۰/۱۱
کلیفرم	۰/۱۶	**مواد جامد کل**	۰/۰۷
کدورت	۰/۰۸		

جدول ۲: رده‌بندی کیفی و تفسیر آلودگی شاخص NSFWQI

طبقه‌بندی کیفیت	مقدار عددی شاخص
بسیار بد	۲۵-۰
بد	۵۰-۲۶
متوسط	۷۰-۵۱
خوب	۹۰-۷۱
عالی	۱۰۰-۹۱

بحث

با توجه به اینکه مطالعات و تحقیقات زیادی برای بررسی کیفیت آب رودخانه‌های ایران ازنظر درجه‌بندی کیفیت به‌طور جامع و مدون صورت نگرفته است، استفاده از شاخص‌های کیفیت آب به‌عنوان روشی ساده برای شناخت اولیه از وضعیت کیفیت رودخانه‌ها مناسب بوده و برای مدیران و مهندسان جهت برنامه‌ریزی حفاظت کیفی قابل‌استفاده است. در این مطالعه به علت سادگی محاسبه و بالا بودن تعداد شاخص‌های موردانداز‌ه‌گیری، از شاخص کیفیت آب NSFWQI استفاده شد. شمسایی و همکاران، ۱۳۸۴؛ نیز با بررسی تطبیقی شاخص‌های کیفی آب نتیجه‌گیری نمودند که به دلیل دخالت مستقیم شاخص‌های اندازه‌گیری شده در ساختار زیر شاخص و شاخص کل و در نظر گرفتن اثر وزن برای موردتوجه قرار دادن این حساسیت استفاده از NSFWQI، نسبت به سایر شاخص‌ها مناسب‌تر است. نتایج حاصل از برآورد مقدار عددی شاخص‌های موردانداز‌ه‌گیری در هریک از ایستگاه‌ها در جدول های ۳ تا ۵ ارائه‌شده است.

جدول شماره ۳: نتایج حاصل از براورد مقدار عددی شاخص های مورد اندازه گیری شده در ایستگاه باغ رستم

درصد مجموع	وزن شاخص ها	Q-value	میانگین	ایستگاه باغ رستم
۶,۵	۰,۱	۶۵	۵,۰۶۸۰۳۸۸۷۹	NO۳
۹,۵	۰,۱	۹۵	۰,۱۳۹۵۴۱۸۹۳	PO٤ (mg/l)
۱۵,۸۴	۰,۱۶	۹۹	۱	کلیفرم
۸,۴۷	۰,۱۱	۷۷	۸,۲۱	pH
۵,۵۳	۰,۰۷	۷۹	۰,۴۳۷۶۶۶۶۶۷	TS
۴,۶۲	۰,۱۱	۴۲	۸	BOD (mg O۲/l)
۱۶,۸۳	۰,۱۷	۹۹	۹۸,۰۴	اکسیژن محلول
۳,۶	۰,۱	۳۶	۱۲,۱	دما
۷,۲	۰,۰۸	۹۰	۳,۱۸۳۳۳۳۳۳۳	کدورت
۷۸,۰۹			NSFWQI	

جدول شماره ٤: نتایج حاصل از براورد مقدار عددی شاخص های مورد اندازه گیری شده در ایستگاه کاج

درصد مجموع	وزن شاخص ها	Q-value	میانگین	ایستگاه کاج
۶,۴	۰,۱	۶۴	۵,۲۵۹۰۰۵۱۴۶	NO۳
۹,۵	۰,۱	۹۵	۰,۱۲۸۴۹۱۰۵۹	PO٤ (mg/l)
۴,۸	۰,۱۶	۳۰	۴۳۶	کلیفرم
۱۰,۰۱	۰,۱۱	۹۱	۷,۷۴۳۳۳۳۳۳۳	pH
۵,۵۳	۰,۰۷	۷۹	۰,۳۰۱	TS
۳,۱۹	۰,۱۱	۲۹	۱۱,۳۳۳۳۳۳۳۳	BOD (mg O۲/l)
۱۶,۴۹	۰,۱۷	۹۷	۹۲,۸۲	اکسیژن محلول
۲,۸	۰,۱	۲۸	۱۶,۴	دما
۷,۴۴	۰,۰۸	۹۳	۱,۹۲	کدورت
۶۶,۱۶			NSFWQI	

جدول شماره٥: نتایج حاصل از براورد مقدار عددی شاخص های مورد اندازه گیری شده در ایستگاه جونقان

درصد مجموع	وزن شاخص ها	Q-value	میانگین	ایستگاه جونقان
٨	٠,١	٨٠	٣,٥١٠٠٠٥٧١٨	NO^3
٩,٣	٠,١	٩٣	٠,١٨٨٧٦٨٣٣٤	PO^4 (mg/l)
٩,١٢	٠,١٦	٥٧	٣٤	کلیفرم
٩,٦٨	٠,١١	٨٨	٧,٨٨٣٣٣٣٣٣	pH
٥,٥٣	٠,٠٧	٧٩	٠,٢٠٢٦٦٦٦٦٧	TS
٤,٢٩	٠,١١	٣٩	٨,٦٦٦٦٦٦٦٦٧	BOD (mg O^2/l)
١٦,٦٦	٠,١٧	٩٨	١٠٤,٠٥	اکسیژن محلول
٢,٢	٠,١	٢٢	٢٠,١	دما
٧,٦	٠,٠٨	٩٥	١,٣٦٣٣٣٣٣٣	کدورت
٧٢,٣٨			NSFWQI	

جدول شماره٦: نتایج حاصل از براورد مقدار عددی شاخص های مورد اندازه گیری شده در ایستگاه پیر غار

درصد مجموع	وزن شاخص ها	Q-value	میانگین	ایستگاه پیر غار
٦,٤	٠,١	٦٤	٥,٢٢٩٨٤٥٦٢٦	NO^3
٥,٩	٠,١	٥٩	٠,٥٢٣٣٠٧٢١٣	PO^4 (mg/l)
١٥,٨٤	٠,١٦	٩٩	١	کلیفرم
٩,٤٦	٠,١١	٨٦	٧,٩٢٣٣٣٣٣٣	pH
٥,٥٣	٠,٠٧	٧٩	٠,٢٤١	TS
٤,٦٢	٠,١١	٤٢	٨	BOD (mg O^2/l)
١٦,٦٦	٠,١٧	٩٨	١٠٤,٩٣	اکسیژن محلول
٤,٥	٠,١	٤٥	٩,٨٦٦٦٦٦٦٧	دما
٧,٥٢	٠,٠٨	٩٤	١,٧٥٦٦٦٦٦٦٧	کدورت
٧٦,٤٣			NSFWQI	

در تمام موارد اندازه‌گیری شده بیشترین شاخص NSFWQI را ایستگاه باغ رستم و کمترین میزان شاخص NSFWQI را ایستگاه کاج به خود اختصاص داده است. علی‌رغم این‌که در این ایستگاه‌ها کلیه شاخص‌ها در محدوده استاندارد و قابل قبولی قرار دارند، شاخص‌های تأثیرگذار که باعث کاهش این شاخص شده است از بین ۹ شاخص اندازه‌گیری شده، شاخص کل جامدات، کدورت، نیترات، درجه حرارت و کلیفرم مدفوعی بوده است. دلیل قرارگیری کیفیت آب در طبقه متوسط، مقدار نسبتاً بالای مواد مغذی به‌خصوص نیترات و وجود کلیفرم مدفوعی است که ناشی از پساب‌های کشاورزی (ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی و حیوانی)، دامداری سنتی و فعالیت‌های تفرجی در بالادست ایستگاه است. نتایج نشان داد که فعالیت‌های کشاورزی، دامداری و پساب‌های خانگی ناشی از شهر کاج بر روی کیفیت آب رودخانه تأثیرگذار است. با توجه به شاخص به‌دست‌آمده مشخص شد که کیفیت آب رودخانه برای کشاورزی مناسب بوده ولی برای مصارف شرب باید تصفیه شود .تحقیقات انجام‌شده به‌وسیله "تراوکا و اوگایا " در سال ۱۹۸۴ در مورد تغییرات کیفی آب رودخانه‌های تاکاهاشی و کاکیوکا در ژاپن نشان داده است که نحوه استفاده از زمین‌های اطراف رودخانه‌ها بر نوع و مقدار آلودگی و تغییرات آن اثرات معنادار دارد. بیشترین میزان آلودگی در ایستگاه کاج عمدتاً به دلیل ورود فاضلاب شهر کاج به رودخانه بهشت‌آباد است. نتایج این مطالعه با مطالعه ابراهیمی و همکاران تحت عنوان بررسی تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب تالاب چغاخور با استفاده از شاخص کیفی آب WQI و مطالعه ابطحی و همکاران در خصوص بررسی شاخص اصلاح‌شده کیفی آب جهت ارزیابی کیفیت آب شرب جوامع روستایی استان خوزستان و مطالعه جاوید و همکاران تحت عنوان ارزیابی وضعیت کیفی دریاچه سد دز با استفاده از شاخص WQI و

مطالعه ابراهیمی و همکاران تحت عنوان ارزیابی کیفیت آب رودخانه تجن با استفاده از شاخص‌های کیفی و زیستی مطابقت دارد.

همان‌طور که جدول شماره ۶ نشان می‌دهد، شاخص کیفی آب رودخانه بهشت‌آباد در همه ایستگاه‌ها به‌جز ایستگاه کاج در محدوده خوب به‌دست‌آمده که عامل کلیفرم‌های مدفوعی نقش مهمی در کاهش شاخص NSFWQI نیز داشته است. ارتقای کیفیت آب در ایستگاه‌های باغ رستم، جونقان و پیرغار به دلیل پایین بودن مقادیر مربوط به اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی و کلیفرم‌های مدفوعی و بالا بودن اکسیژن محلول در مقایسه با ایستگاه کاج است(Shookoohi et al. 2011).

(جدول شماره٦: مقایسه میانگین برخی از شاخص‌های موردمطالعه با استانداردهای جهانی)

پارامترها	ایستگاه های نمونه برداری							استاندارد ها		
	A	B	C	D	E	F	G	WHO	EUROPE	USA
	میانگین									
pH	۸/۱	۸/۱	۷/۹	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۶/۵–۸/۵	۶/۵–۸/۵	۶/۵–۸/۵
کدورت (NTU)	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۳۴	۰/۳۱	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۴۶	۵	۱/۵	۵
کل جامدات	۶۳	۴۰	۶۴	۵۱	۷۴	۹۷	۳۳۰	۱۰۰۰	–	–
نیترات	۰/۳۷	۰/۶۹	۰/۹۵	۱/۱۱	۱/۱۸	۱/۱۸	۲/۵۹	۱۰	۱۰	۱۰
کلیفرم CFU/100ml	۱۵۴	۲۲۴	۲۲۷	۳۲۸	۳۳۰	۳۲۹	۵۰۴	۰	۰	۰

نتیجه‌گیری

شاخص کیفی NSFWQI یکی از شاخص‌های عمومی و جامع جهت بررسی کیفیت منابع آب است.نتایج حاصل از این مطالعه بر اساس شاخص NSFWQI برای تمام ایستگاه‌ها در دوطبقه متوسط (۷۰–۵۱) و طبقه خوب (۷۱–۹۰) قرار دارد. دلیل قرارگیری کیفیت آب در طبقه متوسط مقدار نسبتاً بالای مواد مغذی به‌خصوص نیترات و وجود کلیفرم‌های مدفوعی است که ناشی از پساب‌های کشاورزی و شهری و پرورش ماهی و دامداری در بالادست ایستگاه است. با توجه به شاخص به‌دست‌آمده مشخص شد که کیفیت آب رودخانه برای کشاورزی مناسب بوده ولی برای مصارف شرب باید تصفیه شود. جهت حفاظت منابع آب و جلوگیری از کاهش کیفیت رودخانه بهشت‌آباد، شناسایی منابع آلاینده(خروجی دامداری‌ها، مرغداری‌ها و مزارع پرورش ماهی)، کنترل آلاینده‌های ورودی و همچنین ترویج کشاورزی پاک (بدون استفاده از سموم و کودهای شیمیایی ازته و فسفاته برای جلوگیری از آلودگی رودخانه به مواد مغذی و جلوگیری از تغذیه گرایی رودخانه) و استفاده از روش‌های مبارزه بیولوژیکی و طبیعی جهت حفظ کیفیت آب رودخانه لازم و ضروری است.

منابع

۱- ابراهیم پور، صلاح الدین. محمدزاده، حسین و محمدی، اقبال. ۱۳۹۰ . بررسی کیفیت آب دریاچه ی تالابی زریوار و پهنه بندی آن با استفاده از شاخص های کیفی(OWQI) و(NSFWQI) و استفاده از سیستم جغرافیایی. کنفرانس مدیریت منابع آب ایران. دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران. ۱۲صفحه.

۲- ابراهیمی، عیسی. فتحی، پژمان. میرغفاری، نورالله. اسماعیلی، علیرضا. ۱۳۹۴ . بررسی تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب تالاب چغاخور با استفاده از شاخص کیفی آب WQI. مجله بوم شناسی آبزیان. ۴۱- ۵۰ صفحه.

۳- ابراهیمی، عیسی. فتحی، پژمان. قدرتی، فاطمه. نادری، مهدی. پیر علی، احمد رضا. ۱۳۹۶. ارزیابی کیفیت آب رودخانه تجن با استفاده از شاخص های کیفی و زیستی. مجله علمی شیلات ایران. ۱۳۹-۱۵۱ صفحه.

۴- شمسایی، ابولفضل. اورعی، صادق. سارنگ، امین.۱۳۸۴. بررسی تطبیق شاخص‌های کیفی و پهنه بندی کیفی رودخانه کارون و دز، مجله آب و فضلاب، شماره۵۵. ۴۸-۳۹ صفحه.

5- Abtahi, M., Golchinpour, N., Yaghmaeian, K., Rafiee, M., Jahangiri-rad, M., Keyani, A and Saeedi, .,R. 2015. A modified drinking water quality index (DWQI) for assessing drinking source water quality in rural communities of Khuzestan Province, Iran. Ecological Indicators, 53:283–91.

6- Rand, M.C., Greenberg, A.E. and Taras, M.J., 1976. Standard methods for the examination of water and wastewater. Prepared and published jointly by American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation.

7- Bollinger, J.E., Steinberg, L.J., Harrison, M.J., Crews, J.P., Englande, A.J., Velasco-Gonzales, C., White, L.E and George, W.J. 1999. Comparative analysis of nutrient data in the lower Mississippi River. Water Research, 33(11): 2627–2632.

8- Ehteshami, M., Biglarijoo, N. and Salari, M. 2014. Assessment and quality classification of water in Karun, Dez and Karkheh Rivers. Journal of river Engineering, 2(8): 23–30.

9- Javid, A.H., Mirbagheri, S.A and Karimian, A. 2014. Assessing Dez Dam reservoir water quality by application of WQI and TSI indices. Iranian Journal of Health and Environment, 7(2):133-42.

10- Oram, B., 2011. Calculating NSF Water Quality Index (WQI). Wilkes University Center for Environmental Quality GeoEnvironmental Sciences and Engineering Department.

11- Sargaonkar, A and Deshpande, V. 2003. Development of an overall index of pollution for surface water based on a general classification scheme in Indian context. Environmental Monitoring & Assessment, 89(1) :43-67.

12- Shokoohi, R., Hoseinzadeh, E., Alipour, M. and Hoseinzadeh, S. 2011. Evaluation aydughmush river quality parameters changes and wilcox index calculation. Rasayan Journal of Chemistry, 4(3): 673-680.

13- Teraoka. H. and Ogawa, M. 1984. Behavior of elements in the Takahashi, Japan River basin. Journal of Environmental Quality, 13(3):453-59.