Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020

ارزیابی کیفی رودخانه کنگیر ایوان با استفاده از شاخص NSFWQI و تأثیر کاهش بار آلاینده‌های نقطه‌ای در افزایش میزان شاخص با استفاده از مدل QUAL2KW

محمدحسین رستمی[1*]
حسین وحیدی[2]
سید مسعود طایفه[3]
مهدی احمدی کلان[4]

۱. کارشناس ارشد مهندسی عمران محیطزیست، ایلام، ایران.
۲. استادیار گروه محیطزیست، دانشگاه صنعتی سیرجان، سیرجان، ایران.
۳. استادیار مهندسی محیطزیست، دانشکده فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۴. کارشناس ارشد محیطزیست، اداره کل محیطزیست، ایلام، ایران.

***مسئول مکاتبات:**
rostami.mohamad7128@gmail.com

کد مقاله: ۱۳۹۹۰۱۰۷۲۷
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۸
این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

چکیده

رشد جمعیت و آلودگی‌های ناشی از تخلیه فاضلاب کاربری‌های مختلف باعث گسترش آلودگی و محدودتر شدن منابع آب در دسترس شده است. یکی از ساده‌ترین روش‌ها جهت تعیین شرایط کیفی آب استفاده از شاخص‌های کیفی آب است که می‌توانند به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری برای مدیران و متخصصان مربوطه بکار گرفته شوند. NSF شاخصی جامع و ابزاری کارآمد جهت تعیین وضعیت کیفی آب و طبقه‌بندی کیفی منابع آب بوده و نسبت به سایر شاخص‌های کیفی آب کاربرد بیشتری دارد. این مطالعه به بررسی کیفی رودخانه کنگیر واقع در استان ایلام، با استفاده از شاخص NSFWQI می‌پردازد. اطلاعات موردنیاز برای انجام این مطالعه که شامل اطلاعات کمی و کیفی رودخانه در دو فصل پرآبی و کم‌آبی در ۵ ایستگاه در زمستان سال ۱۳۹۰ و تابستان سال ۱۳۹۱ می‌باشد، از اداره محیطزیست و شرکت آب منطقه‌ای استان ایلام جمع‌آوری شد. نتایج شاخص نشان داد که کیفیت آب در این رودخانه، در همه ایستگاه‌ها در محدوده متوسط و ضعیف طبقه‌بندی می‌شود. بالاترین مقدار شاخص به میزان ۶۶ در دی‌ماه در ایستگاه اول و کمترین میزان آن به ایستگاه دوم به میزان ۳۰ در ماه‌های تیر و شهریور و پس از تخلیه فاضلاب اختصاص می‌یابد. به‌تدریج در طول رودخانه میزان کیفیت رودخانه روند رو به بهبود در پیش می‌گیرد به‌طوری‌که در ایستگاه آخر و در نزدیک سد کنگیر دوباره کیفیت رودخانه به بازه متوسط برمی‌گردد، که نشان از قابلیت خود پالایی رودخانه می‌باشد. عمده دلیل کاهش میزان شاخص NSF تخلیه فاضلاب تصفیه نشده و بالا بودن پارامترهای مثل BOD و کلی فرم و کاهش DO می‌باشد. در کنار استفاده از شاخص‌های کیفی، برای تعیین عکس‌العمل قابل‌انتظار رودخانه براثر ورود آلاینده‌ها استفاده از مدل‌های ریاضی ضروری است. در این مطالعه جهت شبیه‌سازی پارامترهایBOD ، اکسیژن محلول و کلی فرم از مدل QUAL2KW که رودخانه را به‌صورت یک‌بعدی همراه با جریان دائمی غیریکنواخت شبیه‌سازی می‌کند، استفاده شد. ماه‌های دی و مرداد به‌عنوان نماینده دوره‌تر و خشک‌سال انتخاب گردید و برای هر دوره به‌صورت جداگانه مدل کالیبره شد، سپس تحت دما و دبی ثابت سناریو کاهش ۵۰ درصدی کلی فرم و BOD از منبع آلاینده نقطه‌ای برای مدل اجرا شد که نشان داد در صورت اجرای سناریو، شاهد افزایش کیفیت شاخص NSFWQI در ایستگاه‌ها، بسته به تأثیرپذیری از منبع آلاینده نقطه‌ای خواهیم بود. بیشترین افزایش شاخص NSFWQI برای ایستگاه علمدار (بعد از تخلیه فاضلاب شهری) به مقدار میانگین ۱۰ و کمترین میزان افزایش شاخص برای ایستگاه کپنه‌کران (ایستگاه آخر) به مقدار میانگین ۲ خواهد بود.

واژگان کلیدی: شاخص NSFWQI، مدل QUAL2KW، کیفیت آب، رودخانه کنگیر.

مقدمه

رودخانه‌ها و آب‌های جاری، از دیرباز موردنیاز و موردتوجه جوامع بشری بوده‌اند. برای بهره بردن از منابع آب، شهرها و مراکز صنعتی و کشاورزی معمولاً در نزدیکی رودخانه‌ها برپاشده‌اند. باگذشت زمان و گسترش این جوامع و به‌تبع آن افزایش استفاده از منابع آبی، دخل و تصرف

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020

غیرطبیعی و تغییر شرایط کیفی آب رودخانه‌ها افزایش پیداکرده است (Enrique *et al*, 2007). رشد جمعیت و آلودگی‌های ناشی از تخلیه انواع فاضلاب‌های شهری، صنعتی، کشاورزی، شیرابه محل‌های دفع زباله و رواناب‌های سطحی باعث گسترش آلودگی و محدودتر شدن منابع آب در دسترس شده است. همچنین کمبود آب در کشورهای درحال‌توسعه ارزیابی کیفیت آب را در سال‌های اخیر به مبحثی مهم تبدیل نموده است (Ruibin *et al*., 2012). در این زمینه سنجش، تحلیل و تفسیر داده‌های کیفی رودخانه‌ها به‌طور منظم، این امکان را فراهم می‌سازد که ضمن استفاده در موارد مختلف، شیوه‌های مدیریتی صحیح و مناسب اتخاذ گردد تا به‌تدریج از آلودگی رودخانه‌ها کاسته شده و به سمت کیفیتی با استاندارد قابل‌قبول حرکت کند (Mirzaei *et al*., 2005). یکی از ساده‌ترین روش‌ها جهت تعیین شرایط کیفی آب استفاده از شاخص‌های کیفی آب است که می‌توانند به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری برای مدیران و متخصصان مربوطه بکار گرفته شود. در این شاخص‌ها از انواع پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب استفاده‌شده و توسط روابطی خاص این پارامترها به کمیت تبدیل می‌شوند. سپس از کمیت به‌دست‌آمده برای ارزیابی‌های کیفی استفاده می‌شود (Ramesh *et al*., 2007). شاخص‌ها به تشخیص روند تغییرات زیست‌محیطی کمک کرده و از آن‌ها می‌توان برای تصمیم‌گیری‌های کلان کشوری و تدوین مقررات استفاده نمود (Sanche *et al*., 2007).

شاخص کیفیت آب بنیاد ملی بهداشت (NSFWQI: National Sanitation Foundation Water Quality Index). یکی از شاخص‌های پرکاربرد جهت طبقه‌بندی کیفیت آب‌های سطحی می‌باشد که بر اساس دما، خاصیت اسیدی، کل جامدات، فسفات، نیترات، اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی بیوشیمیایی، کلی فرم مدفوعی و کدورت تعیین می‌گردد (Giriyappanavar and Patil, 2013). استفاده از شاخص (NSFWQI) به دلیل سادگی محاسبه، در دسترس بودن پارامترها و قابل‌فهم بودن برای عموم، بسیار متداول بوده و برای طبقه‌بندی کیفیت آب‌های سطحی شاخصی جامع و کامل محسوب می‌شود. با به‌کارگیری این شاخص می‌توان دید مناسبی در مورد کیفیت آب‌های سطحی و رودخانه به دست آورد (Shivalli and Giriyappanavar, 2015). Hamdan و همکاران (۲۰۱۸)، رودخانه شط العرب را با استفاده از شاخص (NSFWQI) موردبررسی قراردادند که نتایج نشان داد کیفیت رودخانه بخصوص در سرشاخه‌ها و در نزدیکی مرکز استان بصره به علت تخلیه بی‌رویه فاضلاب‌های صنعتی و شهری در وضعیت بدی قرار دارد. Zotou و همکاران (۲۰۲۰)، بدنه آبی چشمه‌های مدیترانه‌ای را با استفاده از هفت شاخص مختلف موردبررسی قراردادند، نتایج نشان داد شاخص‌های (NSFWQI) و (Bhargava) کیفیت آب را در کلاس بالاتری نسبت به سایر شاخص‌ها طبقه‌بندی می‌کنند. Chantil (۱۹۹۹)، در مطالعه‌ای رودخانه دسموئیس (Desmoeis) در آمریکا را با شاخص‌های مختلف مورد ارزیابی قرارداد، درنتیجه مشخص شد شاخص NSFWQI بهترین شاخص برای بیان وضعیت کیفی آب رودخانه است .بذرافشان و همکاران (۱۳۹۸)، در تحقیقی آب رودخانه سد ماشکید در شهرستان سیب و سوران را با استفاده از شاخص (NSF) مورد ارزیابی قراردادند. نتایج نشان داد کیفیت رودخانه در تمامی فصول در بازه متوسط قرار دارد و کیفیت آب سد ماشکید برای استفاده‌های کشاورزی مناسب می‌باشد. نتایج مطالعه صمدی و همکاران بر روی رودخانه دره مرادبیگ با استفاده از شاخص NSFWQI، نشان داد ورود فاضلاب شهر همدان کیفیت رودخانه را از محدوده متوسط به ضعیف تقلیل داده است (صمدی و همکاران،۱۳۸۷).

در کنار استفاده از شاخص‌های کیفی، برای تعیین عکس‌العمل قابل‌انتظار رودخانه براثر ورود آلاینده‌ها، استفاده از مدل‌های ریاضی ضروری است. این مدل‌ها قادرند آثار بارگذاری‌های موجود و آتی را شبیه‌سازی نموده و مدیران و مسئولان را در تصمیم‌گیری‌های خودیاری نمایند. به‌عبارت‌دیگر ازآنجاکه حفاظت کیفی رودخانه‌ها نیاز به سرمایه‌گذاری‌های اضافی برای تصفیه پساب‌ها و یا ایجاد سیستم‌های جمع‌آوری و کنترل زه‌آب‌ها دارد و همچنین ممکن است منجر به محدود کردن توسعه فعالیت‌ها در حوضه رودخانه گردد، اثرات اقتصادی قابل‌توجهی می‌تواند به دنبال داشته باشد؛ بنابراین وجود ابزاری نظیر یک مدل ریاضی به‌منظور نشان دادن شرایط موجود و محدودیت‌های لازم برای دستیابی به استانداردهای کیفی موردنظر، برای تصمیم گیران ضروری به نظر می‌رسد (شکری و همکاران، ۱۳۹۴). امروزه از مدل (QUAL2KW) به‌طور گسترده‌ای جهت شبیه‌سازی کیفیت آب رودخانه‌ها استفاده می‌شود. مدل مذکور رودخانه را به‌طور یک‌بعدی، همراه با جریان دائمی غیریکنواخت شبیه‌سازی می‌نماید. این مدل توسط اداره حفاظت محیط‌زیست ایالات‌متحده (EPA) مورد بهره‌برداری قرار گرفت و توسعه‌یافته مدل

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020

(QUAL2E) است (Pelletier and Chapra, 2006). Kannel و همکاران (۲۰۰۷)، به‌منظور شبیه‌سازی اکسیژن محلول رودخانه بگماتی (Bagmati) با استفاده از سناریوهای مختلف از مدل (QUAL2KW) استفاده کردند. نتایج مطالعه آن‌ها بیانگر خطای کم شبیه‌سازی و نزدیکی به داده‌های مشاهداتی بود. Marlina و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای تأثیر شرایط آب و هوایی بر روی غلظت (BOD) و (DO) را با استفاده از مدل (QUAL2KW) مورد ارزیابی قراردادند. نتایج نشان داد دما بیشترین تأثیر را بر روی (DO) و مقدار کمی بر روی (BOD) دارد. سرعت باد مقداری روی DO تأثیرگذار است و پوشش ابر تأثیر چندانی روی این دو پارامتر ندارد. بابا خانی و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به ارزیابی کیفیت رودخانه دیوان دره با استفاده از مدل QUAL2KW پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد به علت سکونتگاه‌های انسانی، تأثیر فاضلاب‌ها و رواناب‌های کشاورزی، بازه‌ی انتهایی رودخانه در وضعیت نامطلوبی قرار دارد. اکبری و همکاران (۱۳۹۷)، به‌منظور شبیه‌سازی کیفی رودخانه بالیخلی چای واقع در اردبیل از مدل (QUAL2KW) استفاده کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد مدل تطابق نسبتاً خوبی با واقعیت دارد و با توجه به مطالعات و بررسی‌های به‌عمل‌آمده، مهم‌ترین منابع آلاینده رودخانه بالیخلی چای را می‌توان زه‌کش‌های زمین‌های کشاورزی و فاضلاب روستاهای مسیر رودخانه دانست.

رودخانه کنگیر یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های دائمی استان ایلام است که در محدوده سیاسی- اداری شهرستان ایوان واقع‌شده است. متوسط دبی سالیانه رودخانه کنگیر برابر ۰/۹۲ مترمکعب در ثانیه و کل حجم سالیانه آب ۲۸/۷ میلیون مترمکعب است که در سال‌های اخیر به دلایل متعددی دستخوش تغییراتی شده است. رودخانه کنگیر در عبور از حاشیه جنوبی شهر ایوان پذیرنده فاضلاب شهری این شهر می‌باشد. تخلیه این فاضلاب‌ها به رودخانه مشکلات زیست‌محیطی و بهداشتی را برای اکوسیستم رودخانه و استفاده‌کنندگان از آب رودخانه ایجاد می‌کند، ازجمله این مشکلات می‌توان آلوده و بیمار شدن ماهیان رودخانه به بیماری‌های انگلی و تهدید بهداشت و سلامت افرادی که از رودخانه استفاده می‌نمایند را نام برد. همچنین حوضه آبریز این رودخانه مشتمل بر تعداد زیادی روستا که در فواصل نزدیک به هم در حاشیه و مسیر این رودخانه قرارگرفته‌اند. درنتیجه‌ی بعضی از مصارف کشاورزی و دامی آلودگی مستقیماً وارد رودخانه می‌شود و فاضلاب روستاها و محل انباشت فضولات دامی و کشاورزی که به‌وسیله بارندگی وارد حوضه می‌شود، درنهایت وارد رودخانه شده و موجب آلودگی آن می‌گردد. به‌طور خلاصه می‌توان گفت با توجه به اینکه هیچ‌گونه کنترلی در دفع بهداشتی فاضلاب خانگی وجود ندارد، لذا آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی منطقه قابل‌انتظار بوده و آب رودخانه را مستقیم یا غیرمستقیم آلوده می‌سازد. همچنین اهالی اغلب روستاها و یا واحدهای صنعتی و مراکز پرورش حیوانات، زباله و فضولات حیوانی خود را مستقیم به حوضه آبریز رودخانه می‌ریزند که این امر نیز می‌تواند موجب افزایش میزان بار آلی و میکروبی رودخانه شود (مغربی و تجریشی،۱۳۸۸). دفع غیربهداشتی زباله‌های خانگی در اراضی اطراف و شیرابه آلوده زباله‌ها و همچنین فعالیت‌های کشاورزی از دیگر منابع آلودگی این رودخانه به شمار می‌رود؛ لذا پایش و کنترل آلاینده‌های ورودی به این رودخانه جهت کنترل و حفظ کیفیت مناسب آن ونیز تصمیم‌گیری در خصوص نحوه استفاده از آب رودخانه امری ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی مقطعی می‌باشد. اطلاعات کیفی موردنیاز که شامل ۹ پارامتر: اکسیژن محلول، (pH)، کل جامدات، اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی، کدورت، دما، فسفات، نیترات و کلی فرم مدفوعی بوده؛ در سه ماه زمستان ۱۳۹۰ و سه ماه تابستان ۱۳۹۱ در ۵ ایستگاه به مجموع ۲۷۰ آزمایش از اداره محیطزیست استان ایلام جمع‌آوری شد. نگهـداری و سنجش عوامل موردنظر در نمونه‌های آب با اسـتفاده از روش استاندارد انجام‌گرفته شد (Standard method, 1998). انتخاب ایستگاه‌ها در این مطالعه به طریقی انجام گرفت که تمام طول رودخانه، قبل از ورود به سد مخزنی کنگیر و همچنین قبل و بعد از تخلیه فاضلاب‌های شهری و روستایی و شاخه‌های فرعی را در برگیرد. ایستگاه

www.SID.ir

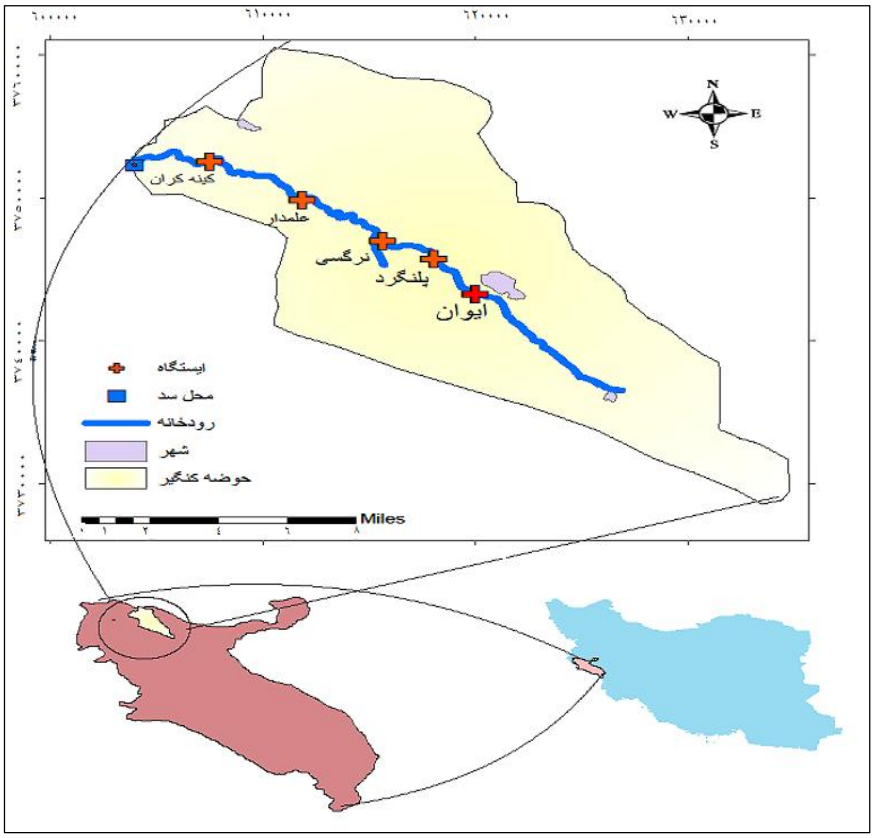
Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020

اول ایستگاه ایوان در نزدیکی سرچشمه و قبل از تخلیه فاضلاب شهری ایوان قرار دارد. ایستگاه دوم بعد از تخلیه فاضلاب شهری ایوان در روستای پلنگرد و در ۲/۳ کیلومتری ایستگاه اول واقع‌شده است. ایستگاه سوم در پایین‌دست روستای نرگسی، تحت تأثیر فعالیت‌های کشاورزی و انسانی شهرک نبوت و روستای نرگسی، پس از طی ۵/۵ کیلومتر از ایستگاه اول قرار دارد. ایستگاه شماره‌ی ۴ در روستای علمدار، که توسط روستاهای متعددی احاطه‌شده و بیشترین جمعیت روستایی در اطراف آن قرار دارد، در ۱۱/۸ کیلومتری ایستگاه اول واقع‌شده است. ایستگاه پنجم در پایین‌دست روستای کپنه‌کران و نزدیک‌ترین ایستگاه به سد مخزنی کنگیر می‌باشد که فاصله‌ی آن تا ایستگاه اول ۱۷/۷ کیلومتر است. خصوصیات جغرافیایی و نقشه ایستگاه‌های پایش به همراه حوضه آبریز کنگیر به ترتیب در جدول ۱ و شکل ۱ آورده شده است.

جدول ۱: مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های موردبررسی پایش (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
ایوان	۴۶°۱۷'۲۱"	۳۳°۴۹'۴۴"
روستای پلنگرد	۴۶°۱۶'۱۷"	۳۳°۵۰'۴۸"
روستای نرگسی	۴۶°۱۵'۰۶"	۳۳°۵۱"۰۶
روستای علمدار	۴۶°۱۲'۵۸"	۳۳°۵۲'۵۵"
روستای کپنه کران	۴۶°۱۰'۱۹"	۳۳°۵۴'۱۰"



شکل ۱: نقشه ایستگاه‌های نمونه‌برداری و حوضه آبریز رودخانه کنگیر ایوان (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020

شاخص NSFWQI از مجموع حاصل‌ضرب دو عامل وزن پارامتر (Wi) و کیفیت پارامتر (Qi) محاسبه می‌گردد. پارامترها و وزن آن‌ها در جدول ۲ نشان داده‌شده است. در این مطالعه به‌منظور محاسبه دقیق شاخص، از نرم‌افزار آنلاین (NSFWQI Calculator) استفاده‌شده است. که با قراردادند مقدار هر پارامتر در نرم‌افزار مذکور، مقدار شاخص برای هر پارامتر محاسبه‌شده و درنهایت با به دست آوردن میانگین مقادیر، شاخص برای هر ایستگاه یا ماه موردنظر تعیین گردیده است. طبقه‌بندی شاخص NSF بر اساس نمره شاخص در جدول ۳ نشان داده‌شده است.

جدول ۲: وزن دهی فاکتورهای موردبررسی در شاخصNSFWQI (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

پارامتر	مقیاس	وزن
BOD	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۱۱
DO	درصد اشباع	۰/۱۷
F.C.	در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه	۰/۱۶
Nitrates	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۱۰
PH	واحد	۰/۱۱
Temp	درجهٔ سانتی‌گراد	۰/۱۰
TS	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۰۷
Turb	NTU	۰/۰۸
Phosphat	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۱۰
مجموع		۱

جدول ۳: راهنمای شاخص NSF (۱۳۹۱ – ۱۳۹۰).

محدوده شاخص	کیفیت آب	کلاس‌بندی نوع استفاده از منبع آبی
۱۰۰-۹۰	عالی	دارای حالت طبیعی، در صورت استفاده از آن به‌عنوان آب شرب نیاز به تصفیه ندارد. مناسب برای پرورش شیلات و گونه‌های حساس آبی
۹۰-۷۰	خوب	در صورت استفاده از آن برای تأمین آب شرب نیاز به تصفیه متداول دارد، مناسب برای پرورش ماهی و گونه‌های حساس آبی، مناسب برای مقاصد تفریحی چون شنا و...
۷۰-۵۰	متوسط	در صورت استفاده از آن برای تأمین آب شرب نیازمند به تصفیه پیشرفت است، مناسب برای پرورش ماهی و گونه‌های حساس آبی، مناسب جهت آب شرب حیوانات اهلی
۵۰-۲۵	بد	مناسب جهت آبیاری اراضی کشاورزی
۳۰-۰	خیلی بد	برای هیچ‌کدام از استفاده‌های مذکور مناسب نمی‌باشد و تنها توانایی حمایت تعداد محدودی از اشکال آبزی وجود دارد

در کنار استفاده از شاخص‌های کیفی، برای تعیین عکس‌العمل قابل‌انتظار رودخانه براثر ورود آلاینده‌ها، استفاده از مدل‌های ریاضی ضروری است. این مدل‌ها قادرند آثار بارگذاری‌های موجود و آتی را شبیه‌سازی نموده و مدیران و مسئولان را در تصمیم‌گیری‌های خودیاری نمایند. به‌عبارت‌دیگر ازآنجاکه حفاظت کیفی رودخانه‌ها نیاز به سرمایه‌گذاری‌های اضافی برای تصفیه پساب‌ها و یا ایجاد

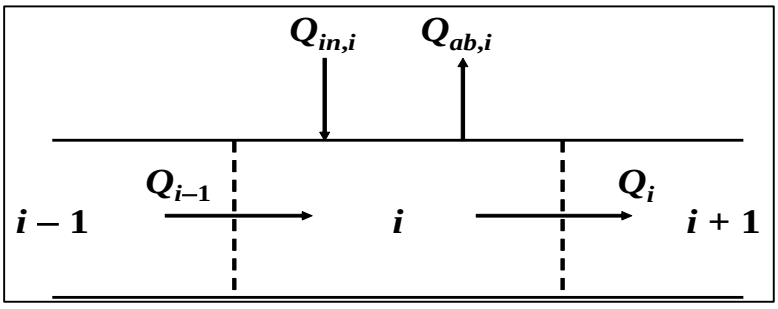
www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020

سیستم‌های جمع‌آوری و کنترل زه‌آب‌ها دارد و همچنین ممکن است منجر به محدود کردن توسعه فعالیت‌ها در حوضه رودخانه گردد، اثرات اقتصادی قابل‌توجهی می‌تواند به دنبال داشته باشد؛ بنابراین وجود ابزاری نظیر یک مدل ریاضی به‌منظور نشان دادن شرایط موجود و محدودیت‌های لازم برای دستیابی به استانداردهای کیفی موردنظر، برای تصمیم گیران ضروری به نظر می‌رسد (شکری و همکاران، ۱۳۹۴). در این مطالعه هدف از شبیه‌سازی به‌کارگیری سناریو جهت کاهش بار نقطه‌ای آلاینده‌های مؤثر در شاخص NSF است. مدل (QUAL2KW) هم‌اکنون به‌طور گسترده‌ای جهت شبیه‌سازی کیفیت آب رودخانه‌ها به کار می‌رود. این مدل که رودخانه را به‌صورت یک‌بعدی، همراه با جریان دائمی غیریکنواخت شبیه‌سازی می‌کند، توسط اداره حفاظت محیط‌زیست ایالات‌متحده مورد بهره‌برداری قرار گرفت و توسعه‌یافته مدل (QUAL2E) است. این مدل قادر به شبیه‌سازی تعداد زیادی از پارامترهای مهم فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب است (طاهری و همکاران،۱۳۹۴). برای مدل‌سازی یک رودخانه اولین گام ساده‌سازی سیستم ورودی‌ها و خروجی‌های آن به‌منظور تبدیل آن به فرمول‌های ریاضی می‌باشد. به‌منظور این کار طول رودخانه به تعدادی بازه تقسیم می‌شود. این تقسیم‌بندی می‌تواند در مقاطعی که کیفیت رودخانه و یا دبی آن دچار تغییرات ناگهانی می‌شود و یا در انشعابات فرعی، محل تخلیه فاضلاب کاربری‌های مختلف و یا در مقاطعی که خصوصیات هیدرولیکی رودخانه مانند شیب کف و عرض مقطع دچار تغییر می‌شود، انجام گیرد. مدل (QUAL2KW) قادر است ۱۹ پارامتر کیفی آب را شبیه‌سازی کند. هرکدام از این پارامترها ضرایب خاص خود رادارند که بعد از کالیبراسیون مدل جهت نزدیک شدن به شرایط واقعی قابل‌تغییر در محدوده مجاز خود هستند (Pelletier and Chapra, 2006). در کنار اطلاعات هندسی، هیدرولیکی و کیفی باید اطلاعات هواشناسی بازه‌های رودخانه موردمطالعه که عموماً تأثیرگذار بر روی شبیه‌سازی دما و واکنش‌های مختلف هستند، در مدل وارد گردند. این اطلاعات عبارت انداز: دمای هوا، سرعت باد، میزان ابرناکی، دمای نقطه شبنم، میزان تشعشعات دریافتی خورشیدی و میزان سایه‌اندازی درختان کنار رودخانه بر روی سطح جریان آب رودخانه (طاهری و همکاران، ۱۳۹۴).

محاسبه‌ی دبی در این مدل با استفاده از قانون بقای جرم و در شرایط پایدار تعریف می‌شود (Chapra and Pelletier, 2003). طریقه‌ی محاسبه آن در رابطه ۱ بیان‌شده است همچنین موزانه جریان برای هر بازه در شکل ۲ نشان داده‌شده است.



شکل ۲: المان موازنه جریان رودخانه کنگیر ایوان (۱۳۹۱-۱۳۹۰).

رابطه ۱:

$$Q_i = Q_{-i-1} + Q_{in,i} - Q_{ab,i}$$

Q_i: میزان دبی خروجی از المان i به i+1

Q_{i-1}: میزان دبی خروجی از المان i-1

www.SID.ir

Archive of SID

$Q_{in,i}$: میزان دبی ورودی نقطه‌ای و یا غیر نقطه‌ای به المان i

$Q_{ab,i}$: میزان دبی خروجی نقطه‌ای یا غیر نقطه‌ای از المان i

ارزیابی مقایسه مقادیر مشاهده‌ای با مقادیر محاسبه‌ای برنامه، توسط شاخص میانگین خطای اریبی (MBE) محاسبه می‌گردد که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

رابطه ۲:

$$MBE = \frac{\sum(C_i - M_i)}{n}$$

C_i: i امین مقدار محاسبه‌شده به‌وسیله مدل

M_i: i امین مقدار اندازه‌گیری شده

n: تعداد کل مشاهدات

هر چه مقدار $|MBE|$ (قدر مطلق شاخص MBE) کمتر باشد، دقت مدل‌بالاتر است.

نتایج

نتایج حاصله از محاسبه شاخص NSF نشان می‌دهد که روند تغییرات شاخص کیفیت آب در ایستگاه‌های مختلف، باهم متفاوت بوده و میزان شاخص کیفی بین ۳۰ تا ۶۶ نوسان دارد. مطابق جدول ۳ بیشترین میزان شاخص در ایستگاه ایوان به مقدار ۶۶ در دی‌ماه و کمترین نمره شاخص به مقدار ۳۰ در ایستگاه پلنگرد در مرداد و شهریورماه مشاهده شد. ایستگاه ایوان در تمامی ماه‌های سال در رده متوسط نزدیک به خوب قرار دارد. در ایستگاه پلنگرد بعد از ورود فاضلاب ایوان، میزان شاخص با افت شدید مواجه می‌شود به‌طوری‌که ایستگاه پلنگرد در همه ماه‌های سال در وضعیت بد به لحاظ طبقه‌بندی NSF قرار می‌گیرد. دلیل این امر پایین بودن اکسیژن محلول و بالا بودن اغلب آلاینده‌های تأثیرگذار در شاخص می‌باشد. ایستگاه سوم ایستگاه نرگسی است با توجه به طی مسافتی، آلاینده‌ها تا حدی رقیق‌شده ولی بااین‌وجود شاخص کیفیت برای این ایستگاه هم در بازه ضعیف طبقه‌بندی می‌شود. بافاصله گرفتن از ایستگاه نرگسی و حرکت رودخانه به سمت پایین‌دست، با توجه به افزایش دبی ناشی از شاخه‌های فرعی و چشمه‌های حوضه، وضعیت شاخص بهبود می‌یابد، به‌طوری‌که در دو ایستگاه آخر به‌جز ایستگاه علمدار در ماه مرداد در سایر ماه‌ها، شاخص به وضعیت متوسط برمی‌گردد. بیشترین میزان شاخص در دی در ایستگاه اول به مقدار ۶۶ و بدترین آن در ایستگاه دوم در ماه‌های تیر و شهریور به مقدار ۳۰ می‌باشد.

جدول ۳: میزان شاخص برای هر ایستگاه در هرماه موردبررسی در رودخانه کنگیر ایوان (سال ۱۳۹۱ – ۱۳۹۰).

ماه نمونه‌برداری	ایوان	پلنگرد	نرگسی	علمدار	کپنه کران
دی	۶۶	۳۴	۴۲	۵۲	۶۲
بهمن	۶۳	۳۵	۴۱	۵۳	۶۴
اسفند	۶۵	۳۴	۴۱	۵۳	۶۱
تیر	۵۸	۳۰	۳۹	۵۰	۵۹
مرداد	۵۸	۳۱	۳۸	۴۹	۶۰
شهریور	۵۷	۳۰	۳۸	۵۰	۵۹

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020

www.SID.ir

Archive of SID

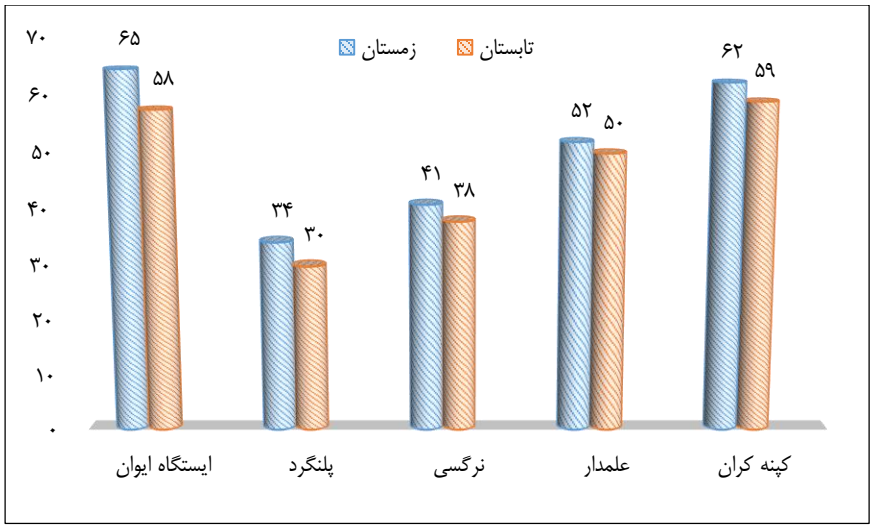
Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020

مقایسه میانگین شاخص در سه ماه زمستان و تابستان در تصویر ۳ نشان داده‌شده است. بر اساس این نمودار میانگین شاخص در همه ایستگاه‌ها در فصل زمستان نسبت به تابستان بیشتر است. دلیل این امر می‌تواند دبی بیشتر رودخانه و افزایش تلاطم که باعث رقیق‌تر شدن آلاینده‌ها می‌شود؛ و همچنین کاهش دما (تأثیر در افزایش DO) و کاهش استفاده‌های تفریحی در سرمنشأ رودخانه باشد. از طرفی با افزایش بارش‌ها که موجب نفوذ آب‌های سطحی از طریق چاه‌های فاضلاب و یا جریان یافتن فاضلاب‌های خانگی در مسیر آب وارده به رودخانه می‌شود و همچنین آبشویه کودهای شیمیایی زمین‌های کشاورزی اطراف و نشت شیرابه محل‌های انباشت فضولات حیوانی، موجب افزایش میزان پارامترهایی مثل کلی فرم، نیترات و فسفات در فصل بارش نسبت به فصل خشک‌سال می‌شود. لازم به ذکر است کدورت و کل جامدات به علت بارش و افزایش دبی در سه‌ماهه‌ی زمستان نسبت به تابستان بیشتر می‌شود. عوامل ذکرشده باعث کاهش عدد شاخص NSF در فصل پرآبی شده و سبب می‌شود تفاوت میزان شاخص نسبت به فصل تابستان که BOD رودخانه بسیار بیشتر وDO کمتر از فصل زمستان بوده زیاد چشمگیر نباشد. آنچه باعث می‌شود ایستگاه اول در محدوده کیفیت خوب قرار نگیرد، مقدار TS بالا و کدورت نسبتاً زیاد در فصل زمستان که ناشی از بارش و فرسایش خاک و همچنین تخلیه نخاله‌های ساختمانی و برداشت غیراصولی و بدون مجوز شن و ماسه و قلوه‌سنگ از حریم و بستر رودخانه به علت دسترسی آسان و نزدیکی به مناطق شهری و روستایی و همچنین وجود کاربری‌های تفریحی و زیارتی در بالادست رودخانه در فصل گرم سال معمولاً باعث هجوم گردشگران در بالادست رودخانه شده و باعث افزایش بار آلی رودخانه و به‌تبع آن افزایش BOD در این ماه‌ها می‌شود. در ایستگاه دوم با ورود فاضلاب تصفیه نشده شهری به رودخانه و همچنین نزدیک بودن به روستاهای پلنگرد و نبوت، میزان آلاینده‌های موردبررسی افزایش چشمگیری می‌یابد. این ایستگاه کمترین میزان DO رادار است. ورود فاضلاب، کلی فرم و BOD را به بیشترین میزان خود رسانده، از طرفی فسفات و نیترات در این ایستگاه بیشتر از سایر ایستگاه‌ها می‌باشد که نشان از نفوذ فاضلاب خانگی و مواد شوینده و حشره‌کش‌ها در آب است. کدورت و جامدات کل که در ایستگاه اول هم دارای مقادیری بیشتر از حد استاندارد بودند در این ایستگاه با ورود فاضلاب بیشتر شده و جمیع این عوامل باعث شده این ایستگاه در وضعیت ضعیف‌تری نسبت به سایر ایستگاه‌ها قرار گیرد. در ایستگاه سوم دبی قدری افزایش می‌یابد و بافاصله گرفتن از ایستگاه دوم به نظر آلاینده‌ها رقیق‌شده و شاخص تا حدی بهبود می‌یابد اما کاربری‌های کشاورزی و دام‌پروری و تخلیه فاضلاب‌ها و زباله‌های روستاییان و وجود کانون‌های جمع‌آوری فضولات دامی در نزدیک رودخانه، باعث افزایش نیترات، فسفات، BOD و کلی فرم مدفوعی در رودخانه شده و سبب می‌شود رودخانه در گروه متوسط شاخص NSF قرار نگیرد.

در ایستگاه چهارم وضعیت کیفی رودخانه بهتر می‌شود و به‌نوعی با اضافه شدن شاخه‌های فرعی و چشمه‌ها مقادیر BOD، نیترات و فسفات نسبت به ایستگاه دوم و سوم کمتر می‌شود و کیفیت آب در طبقه‌بندی NSF به وضعیت متوسط با میانگین ۵۰ می‌رسد اما همچنان مقادیر زیاد کلی فرم مدفوعی که به علت نفوذ فاضلاب روستاهای متعدد منطقه و همچنین تعدد احشام منطقه و نفوذ شیرابه محل‌های انباشت فضولات دامی در رودخانه است، باعث کاهش شاخص NSF می‌شود. ایستگاه پنجم که نزدیک‌ترین ایستگاه به سد کنگیر است، باوجود کشاورزی زیاد در اطراف رودخانه، دبی زیاد آن سبب کاهش بار آلی رودخانه و افزایش اکسیژن محلول نسبت به سایر ایستگاه‌ها شده است. در این ایستگاه میزان کیفیت آب رودخانه نزدیک به ایستگاه اول و قبل از تخلیه فاضلاب می‌باشد که نشان از روند خود پالایی رودخانه دارد. وجود کلی فرم در ایستگاه کپنه‌کران، به نظر به دلیل نفوذ فاضلاب خانگی روستای کپنه‌کران در آب و استفاده‌های احشام می‌باشد. همچنین در این ایستگاه مقدار BOD در تابستان بیشتر شده است که می‌تواند به دلیل ریختن زباله‌های روستاییان، پسماندهای کشاورزی و استفاده‌های تفریحی در این فصل باشد.

www.SID.ir

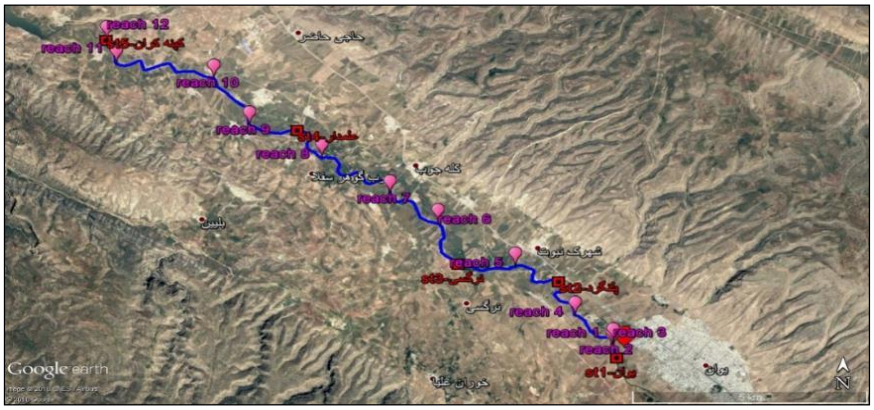
Archive of SID



شکل ۳: میانگین تغییرات شاخص در دو فصل زمستان و تابستان (سال ۱۳۹۱ – ۱۳۹۰).

هدف از تعریف سناریو در این مطالعه، بررسی وضعیت کیفی رودخانه کنگیر در صورت اجرای تصفیه‌خانه فاضلاب شهر ایوان و تأثیر کاهش آلاینده‌های تأثیرگذار در شاخص NSF و میزان تأثیرگذاری آن‌ها در صورت اجرای سناریو در شاخص می‌باشد. در این سناریو، فرض‌های زیر مدنظر قرار گرفت: الف دبی فاضلاب و دمای آن ثابت می‌باشد ب: مقدار BOD و کلی فرم فاضلاب شهر ایوان، در اثر اجرای تصفیه‌خانه فاضلاب، به نصف تقلیل می‌یابد (۵۰ درصد کاهش مقدار آلاینده).

به‌این‌ترتیب و با توجه به اجرای مدل در دو نوبت، دی‌ماه و مردادماه به‌عنوان نماینده دوره خشک و بارش سال انتخاب گردید. ابتدا رودخانه با توجه به شرایط هیدرولیکی و کیفی آن به ۱۲ بازه تقسیم گردید (شکل ۴) سپس اطلاعات هواشناسی جمع‌آوری‌شده از ایستگاه سینوپتیک ایوان برای هر بازه وارد گردید. سپس مدل برای هرماه جداگانه کالیبره شد. سناریوی مربوطه نیز برای هر نوبت به‌طور جداگانه اجرا گردید و در آن‌ها مقادیر بار نقطه‌ای ورودی به هر مدل جداگانه اصلاح شد. نمودار تغییرات پارامترهای DO، BOD و کلی فرم در رودخانه کنگیر در دی‌ماه و مردادماه، قبل و بعد از اجرای تصفیه فاضلاب در شکل‌های ۵ تا ۱۰ نشان داده‌شده است.

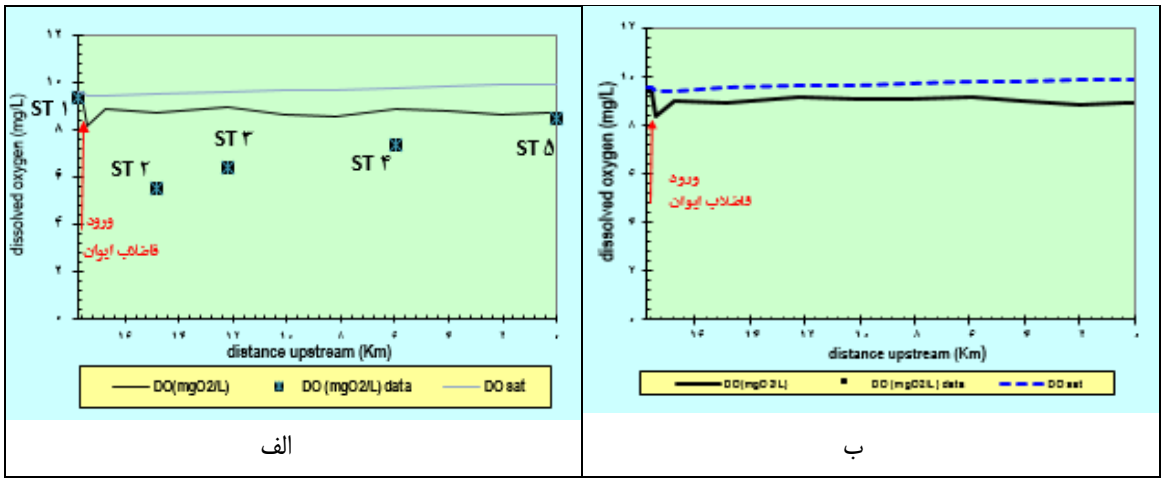


شکل ٤: بازه بندی رودخانه کنگیر در محدوده مورد شبیه‌سازی (سال ۱۳۹۱ – ۱۳۹۰).

www.SID.ir
Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020

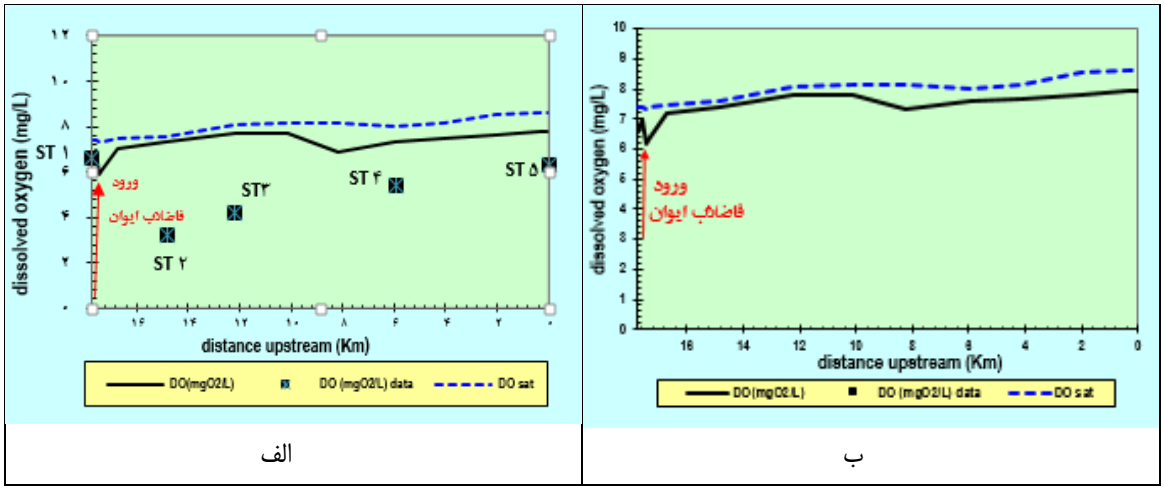
Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020



الف ب

شکل ۵: نمودار تغییرات اکسیژن محلول در رودخانه کنگیر در دی‌ماه الف) قبل از اجرای سناریو ب) بعد از اجرای سناریو (سال ۱۳۹۱ – ۱۳۹۰).



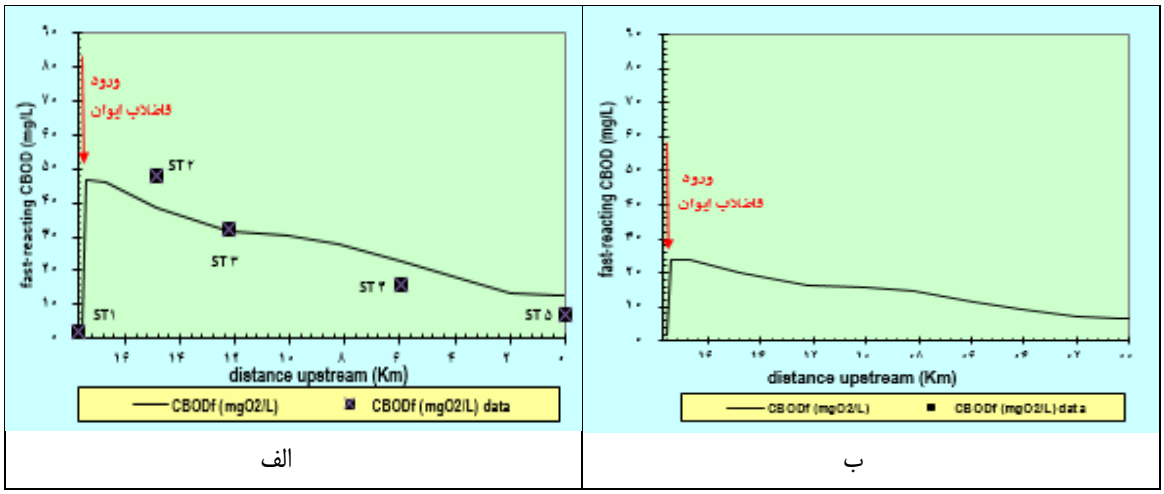
الف ب

شکل ٦: نمودار تغییرات اکسیژن محلول در رودخانه کنگیر در مردادماه الف) قبل از اجرای سناریو ب) بعد از اجرای سناریو (سال ۱۳۹۱ – ۱۳۹۰).

www.SID.ir

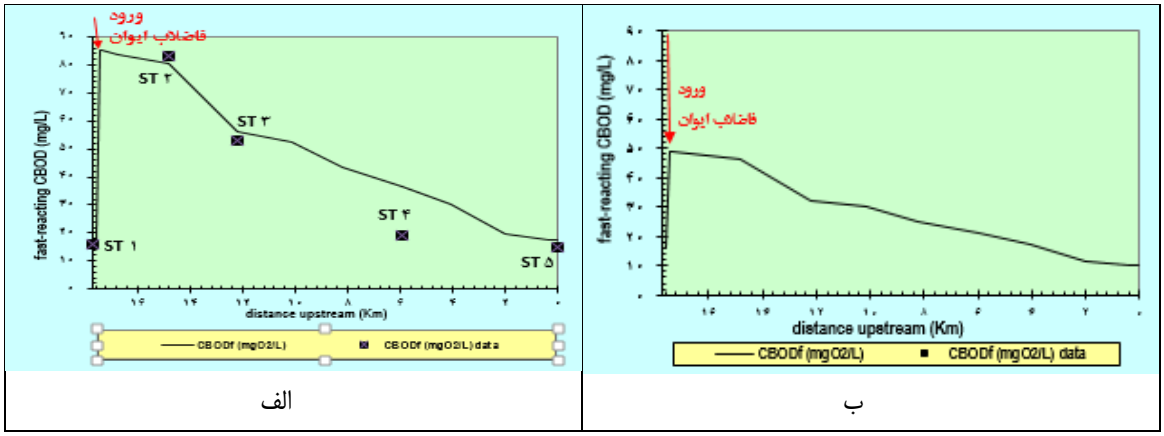
Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020



الف ب

شکل ۷: نمودار تغییرات BOD در رودخانه کنگیر در دی‌ماه الف) قبل از اجرای سناریو ب) بعد از اجرای سناریو (سال ۱۳۹۱ – ۱۳۹۰).



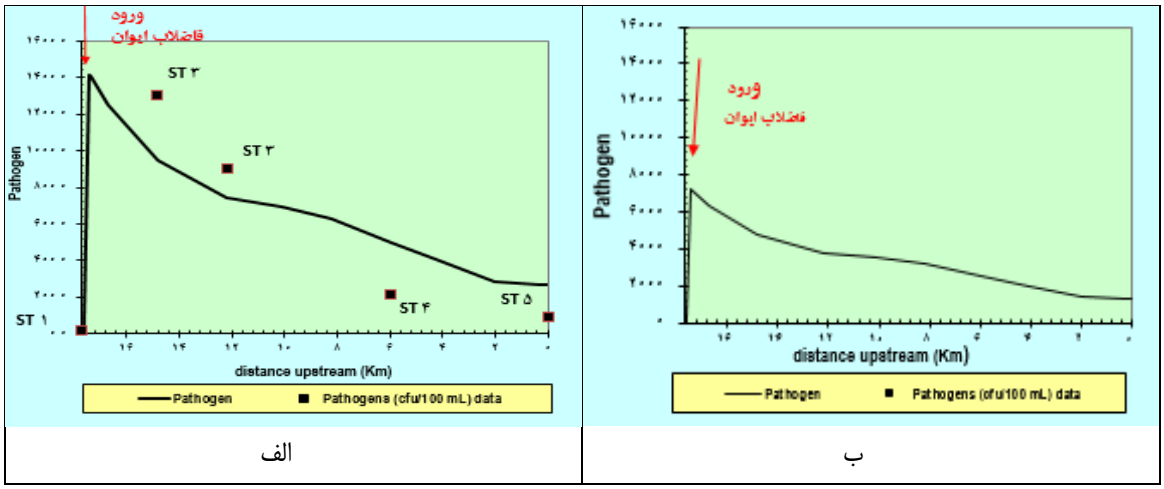
الف ب

شکل ۸: نمودار تغییرات BOD در رودخانه کنگیر در مردادماه الف) قبل از اجرای سناریو ب) بعد از اجرای سناریو (سال ۱۳۹۱ – ۱۳۹۰).

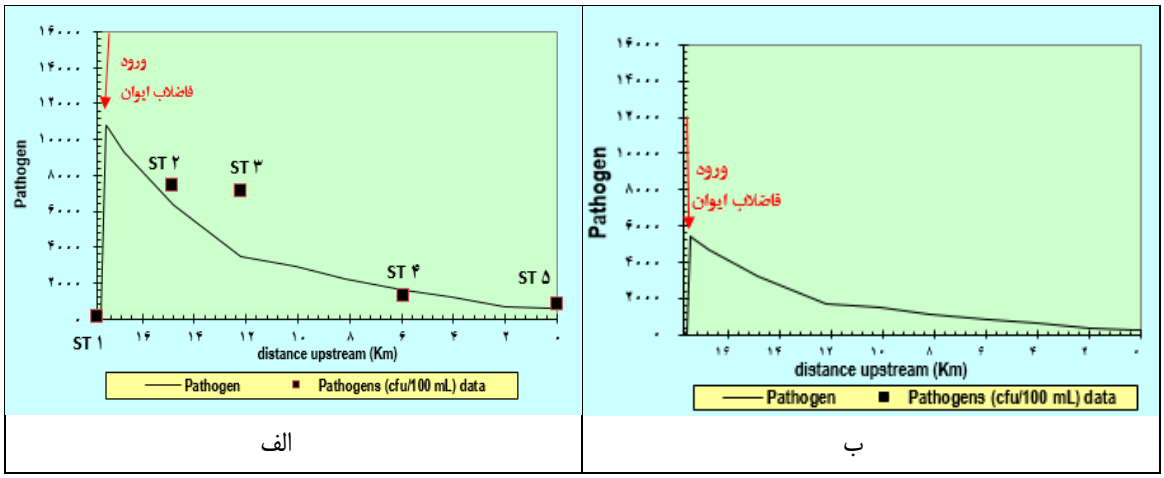
www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020



شکل ۹: نمودار تغییرات کلی فرم در رودخانه کنگیر در دی‌ماه الف(قبل از اجرای سناریو ب) بعد از اجرای سناریو (سال ۱۳۹۱ – ۱۳۹۰).



شکل ۱۰: نمودار تغییرات کلی فرم در رودخانه کنگیر در مردادماه الف) قبل از اجرای سناریو ب) بعد از اجرای سناریو (سال ۱۳۹۱ – ۱۳۹۰).

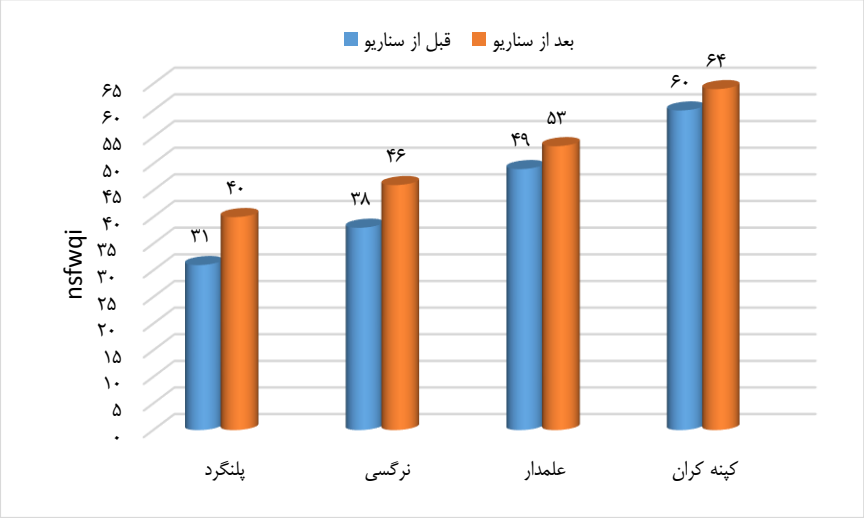
مقدار $|MBE|$ (قدر مطلق شاخص MBE) برای BOD در دو نوبت دی‌ماه و مردادماه به ترتیب برابر با ۰/۵۱ (میلی‌گرم بر لیتر) و ۴/۲۲ (میلی‌گرم بر لیتر) به دست آمد. این مقدار برای اکسیژن محلول در دو نوبت دی‌ماه و مردادماه به ترتیب برابر با ۱/۴۹ (میلی‌گرم بر لیتر) و ۲/۲ (میلی‌گرم بر لیتر) به دست آمد. ازآنجایی‌که داده‌های فاضلاب روستای اندیشه و نبوت در حدفاصل بازه ۴ تا ۵ به علت نبود اطلاعات در مدل وارد نشده‌اند و همچنین از بین آن دسته از پارامترهای مدل که بر تغییرات DO تأثیرگذار هستند، تنها پارامتر BOD مورد شبیه‌سازی قرار گرفت بنابراین دقیق نمودن داده‌های مشاهداتی با محاسباتی، فرآیندی ناصحیح خواهد بود. به نظر می‌آید با توجه به حجم داده‌های موجود، این مقدار از عدم قطعیت پذیرفتنی می‌باشد. مقدار خطا برای کلی فرم در دو نوبت دی‌ماه و مردادماه به ترتیب برابر با ۵۸۸/۹ (واحد تشکیل کلنی cfu در ۱۰۰ میلی‌لیتر) و ۷۴۹/۳ (واحد تشکیل کلنی cfu در ۱۰۰ میلی‌لیتر) به دست آمد. علت بالا بودن این آمار برای کلی فرم، بالا بدون مقدار این پارامتر است.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020

با توجه به نتایج بعد از شبیه‌سازی و اجرای سناریو کاهش دو پارامتر (کلی فرم و BOD) در طول رودخانه که بیشترین تأثیر را در کیفیت رودخانه کنگیر دارند، پیش‌بینی می‌شود ایستگاه‌هایی که بیشترین نزدیکی به فاضلاب دارند ازلحاظ این پارامترها روند رو به استانداردی به خود بگیرند. به‌طوری‌که در ایستگاه‌های پلنگرد و نرگسی با کاهش ۶۰ و ۴۸ درصدی مقدار BOD در دی‌ماه و کاهش ۵۷ و ۷۰ درصدی کلی فرم در مردادماه بیشترین تغییرات را به خود می‌بینند. برای درک بهتر سه پارامتر شبیه‌سازی‌شده بعد از اجرای مدل را در شاخص وارد شدند (با فرض ثابت بودن بقیه پارامترها). شکل‌های ۱۱ و ۱۲ میزان تغییر شاخص NSFWQI در دو ماه دی و مرداد بعد از اجرای سناریو مدل QUAL2K2 را نشان می‌دهد. مطابق با این نمودارها بیشترین افزایش شاخص مربوط به ایستگاه دوم و سوم که تحت تأثیر فاضلاب شهر ایوان هستند می‌شود به‌طوری‌که ایستگاه دوم به ترتیب در دی و مرداد مقدار ۱۱ و ۹ نمره به شاخص اضافه می‌شود و کیفیت شاخص از حالت بد رو به متوسط می‌رود. در ایستگاه سوم شاهد افزایش ۸ نمره‌ای شاخص هستیم که کیفیت رودخانه را از وضعیت ضعیف به متوسط می‌رساند. دو ایستگاه آخر هم با توجه به تأثیرپذیری کمتر آن‌ها از فاضلاب شاهد تغییرات کمتری در میزان شاخص برای آن‌ها هستیم. لازم به ذکر است با توجه به عدم قطعیتی که به دلیل کمبود اطلاعاتی که برای شبیه‌سازی اکسیژن محلول داریم نمی‌توان به‌طور دقیق از میزان اضافه شدن شاخص سخن گفت ولی با توجه به همبستگی بین پارامترها و اینکه در هر فرایند پیش‌تصفیه و تصفیه‌ای سایر پارامترها مثل کدورت و کل جامدات و نیترات و فسفات (که به دلیل محدودیت‌های مدل و اطلاعات نمی‌توان آن‌ها را شبیه‌سازی کرد) مقدار کاهش قابل‌توجهی خواهند داشت؛ لذا استنباط می‌شود مقداری که شاخص بعد از اجرای سناریو نشان می‌دهد، حداقل مقدار شاخص است و شاخص واقعی بعد از انجام تصفیه بر روی فاضلاب به‌مراتب مقدار بیشتر و کیفیت بهتری را نشان خواهد داد.

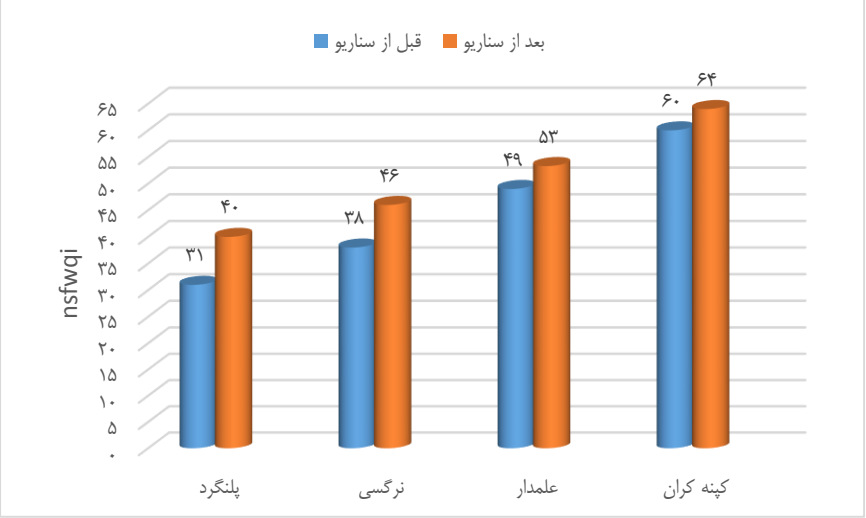


شکل ۱۱: نمودار تغییرات شاخص بعد از اجرای سناریو در دی‌ماه (سال ۱۳۹۱ – ۱۳۹۰).

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020



شکل ۱۲: نمودار تغییرات شاخص بعد از اجرای سناریو در مردادماه (سال ۱۳۹۱ – ۱۳۹۰).

اگر دی‌ماه را نماینده فصل بارش و مردادماه را نماینده فصل خشک‌سال بدانیم، میانگین تغییرات شاخص NSFWQI تحت تأثیر سناریو مدل Qual2kw در دو فصل پرآبی و کم‌آبی مطابق با تصویر ۱۳ خواهد بود. بر این اساس کاهش بار نقطه‌ای منبع آلاینده بیشترین تأثیر را در ایستگاه پلنگرد داشته و با حرکت به سمت پایین‌دست و فاصله گرفتن از منبع نقطه‌ای آلوده‌کننده رودخانه، تأثیرات سناریو درروند بهبودی شاخص کمتر می‌شود و به‌نوعی می‌توان گفت با توجه به قابلیت خود پالایی رودخانه اجرای سناریو برای دو ایستگاه پلنگرد و نرگسی بیشترین کارایی را داشته است.

شکل ۱۳: نمودار میانگین تأثیر اجرای سناریو در شاخص برای دو فصل (سال ۱۳۹۱ – ۱۳۹۰).

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج ارزیابی کیفی با استفاده از شاخص NSFWQI نشان داد کیفیت رودخانه کنگیر در همه ایستگاه‌ها در محدوده متوسط و ضعیف قرار دارد و مقادیر ماهانه شاخص در بین ۵ ایستگاه بین ۳۰ تا ۶۶ در نوسان است. میانگین شاخص در فصل زمستان به دلیل دبی بیشتر رودخانه و افزایش تلاطم که باعث رقیق‌تر شدن آلاینده‌ها می‌شود، بیشتر از فصل تابستان می‌باشد. سمرقندی و همکاران (۱۳۹۲)، در مطالعه‌ای مشابه بر روی کیفیت آب دریاچه سد اکباتان همدان، دریافتند، کیفیت آب دریاچه در فصل سرد نسبت به فصل گرم در وضعیت بهتری قرار دارد.

قبل از تخلیه فاضلاب شهری به داخل رودخانه، کیفیت شاخص به علت بالا بودن پارامترهایی مانند BOD و کلی فرم در وضعیت متوسط قرار می‌گیرد که این امر می‌تواند به دلیل وجود مناطق تفریحی و زیارتی در بالادست رودخانه باشد. نتایج این بخش با نتایج مطالعه مارامایی و همکاران(۱۳۹۴)، مبنی بر افزایش بار آلی و میکروبی رودخانه زیارات در ایستگاه‌هایی با تعداد گردشگر زیاد هم‌خوانی دارد. عمده دلیل کاهش شاخص تخلیه فاضلاب تصفیه نشده شهر ایوان به رودخانه کنگیر و فعالیت‌های انسانی و زه آب‌های کشاورزی اطراف رودخانه می‌باشد که کیفیت شاخص را از وضعیت متوسط به ضعیف تقلیل می‌دهد. نتایج این مطالعه با تحقیق Radwan و همکاران (۲۰۱۸) بر روی رودخانه آیدکو در مصر مبنی بر تقلیل کیفیت رودخانه از حالت متوسط به ضعیف به علت تخلیه فاضلاب شهری و کشاورزی مطابقت دارد. Yulistia و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی کیفیت رودخانه اوگانرا با شاخص NSFWQI مورد ارزیابی قراردادند. آن‌ها نمونه‌برداری از پارامترهای کیفی را در ۶ ایستگاه انجام دادند. نتایج مطالعه نشان داد کیفیت رودخانه اوگان بین ۵۶ تا ۵۷ و در رنج متوسط ازلحاظ طبقه‌بندی شاخص NSFWQI قرار دارد و فعالیت‌های انسانی اطراف رودخانه بر روی کیفیت آب تأثیرگذار است. دلایل کاهش کیفیت این رودخانه تا حدودی مشابه با عوامل تنزیل کیفیت شاخص رودخانه کنگیر می‌باشد.

Alphayo و Sharma (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای مشابه دریافتند بالا بودن کلی فرم و BOD به دلیل تخلیه فاضلاب تصفیه نشده به رودخانه روو (Ruvu) باعث کاهش کیفیت رودخانه شده است و میانگین کیفیت شاخص رودخانه عدد متوسط ۵۳ را نشان می‌دهد.

بعد از تخلیه فاضلاب شهری، تخلیه زباله روستاهای اطراف و مناطق گردشگری بالادست، فرسایش بستر و کانون‌های جمع‌آوری فضولات حیوانی از دیگر عوامل کاهش شاخص می‌باشند. محسنی بندپی و همکاران (۱۳۹۲)، در مطالعه‌ای مشابه،دریافتند تخلیه فاضلاب روستاها، فعالیت‌های کشاورزی، دام‌پروری و دفع غیربهداشتی زباله‌ها مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده کیفیت رودخانه گل گل محسوب می‌شوند . مغربی و همکاران (۱۳۸۷)، در مطالعه‌ای بر روی رودخانه جاجرود، نشت فاضلاب از چاه‌های جذبی کنار رودخانه و دفع فضولات دام در حین عبور از رودخانه و سرشاخه‌های آن و همچنین ورود کودهای حیوانی از طریق انهار به رودخانه را عامل آلودگی میکروبی رودخانه دانسته که همخوانی خوبی بامطالعه حاضر دارد. Chowdhury و همکاران (۲۰۲۰) رودخانه شیتالکشیا (Shitalakshya) واقع در بنگلادش را طی ۵ سال مورد پایش قراردادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد مقدار کیفیت رودخانه بین ۳۶ تا ۵۶ متغیر است و عمده دلیل کاهش کیفیت رودخانه مواد معلق و کدورت بالا ناشی از فرسایش بستر و تخلیه فاضلاب کاربری‌های مختلف به رودخانه می‌باشد که با نتایج مطالعه حاضر تا حدودی مطابقت دارد.

نتایج اجرای مدل نشان می‌دهد، مدل QUAL2KW پارامترهای کیفی رودخانه را با توجه به اطلاعات در دسترس، در حد قابل قبولی شبیه‌سازی می‌کند و رودخانه توانسته است تا حدودی باقابلیت خود پالایی خود از مقادیر آلاینده‌ها در پایین‌دست و نزدیک سد کنگیر بکاهد. Albuquerque و همکاران (۲۰۱۹)، در تحقیقی بر روی رودخانه پراکانا (Pracana) در پرتغال با استفاده از مدلQUAL2KW دریافتند مقادیر کلی فرم و BOD در محل تخلیه فاضلاب بالا می‌باشد، همچنین مقادیر آلاینده‌ها در طول رودخانه کاهش‌یافته و مقدار DO افزایش پیداکرده است که مشابه با نتایج مطالعه حاضر می‌باشد.

نتایج اجرای سناریو و کاهش ۵۰ درصدی کلی فرم و BOD از منبع آلاینده نقطه‌ای با استفاده از مدل QUAL2KW نشان داد در صورت اجرای سناریو شاهد افزایش چشمگیر میزان شاخص NSFWQI در ایستگاه‌های بعد از تخلیه فاضلاب خواهیم بود به‌طوری‌که در ایستگاه پلنگرد کیفیت شاخص با افزایش ۱۰ نمره‌ای مواجه می‌شود و در ایستگاه نرگسی کیفیت آب رودخانه از وضعیت بد به متوسط ارتقا می‌یابد. Antunes و

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020

همکاران (۲۰۱۹)، رودخانه اودگوا (uedgueda) واقع در حوضه آبخیز بین پرتغال و اسپانیا را با استفاده از مدل QUAL2KW برای دو سناریو کاهش بار نقطه‌ای آلاینده‌ها و کاهش مقدار جریان رودخانه شبیه‌سازی کردند. نتایج نشان داد قابلیت خود پالایی رودخانه بیش از کاهش تخلیه آلاینده‌ها تحت تأثیر کاهش مقدار جریان رودخانه قرار دارد. این بدان معناست که در صورت تقلیل مقدار فاضلاب شهری ورودی بر رودخانه‌ها امکان آلوده شدن رودخانه در فصل خشک‌سال و سال‌های کم‌آبی وجود دارد و باید تمام طول رودخانه مورد مراقبت قرار گیرد.

عاشق معلا و همکاران (۱۳۹۵)، در تحقیقی بر روی رودخانه قشلاق در کردستان با استفاده از مدل QUAL2KW و با فرض رعایت تمام استانداردهای تخلیه فاضلاب ورودی به رودخانه، دریافتند رودخانه قشلاق کیفیت خود را به‌خوبی حفظ می‌کند که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. در این مطالعه با توجه به عدم قطعیتی که به دلیل کمبود اطلاعاتی که برای شبیه‌سازی اکسیژن محلول داریم نمی‌توان به‌طور دقیق میزان اضافه شدن شاخص سخن گفت ولی پیش‌بینی می‌شود در صورت اجرای سناریو با توجه به همبستگی بین پارامترها، آلاینده‌های رودخانه مقدار کاهش قابل‌توجه خواهند داشت، لذا استنباط می‌شود مقداری که شاخص بعد از اجرای سناریو نشان می‌دهد حداقل مقدار شاخص باشد و شاخص واقعی بعد از انجام تصفیه بر روی فاضلاب به‌مراتب مقدار بیشتر و کیفیت بهتری را نشان خواهد داد. با توجه به اینکه کیفیت رودخانه‌های ایران اغلب در محدوده متوسط و بعضاً ضعیف قرار دارند و عمده دلیل کاهش نمره شاخص ورود فاضلاب‌های شهری و صنعتی به رودخانه‌ها می‌باشد (رستمی و وحیدی.۱۳۹۷). می‌توان پیش‌بینی کرد با انجام پیش‌تصفیه روی فاضلاب‌های ورودی به آب‌های جاری، کیفیت شاخص NSFWQI در رودخانه‌های ایران را به استاندارد جهانی نزدیک کرد.

ساخت تصفیه‌خانه فاضلاب برای شهر ایوان

احداث چاه‌های فاضلاب با روشی اصولی در مکان مناسب در منازل روستایی و استفاده از سیستم‌های تصفیه‌ای کوچک مانند سپتیک جهت تصفیه فاضلاب‌های تولیدی

تشویق ساکنان روستاها به استفاده بهینه از کودها و سموم دفع آفت و حشره‌کش‌ها و جایگزینی روش‌های بیولوژیکی

ارتقای دانش و آگاهی عمومی و استفاده از اهرم‌های قانونی و مشوق‌ها جهت جلوگیری از آلودگی حوضه‌های آبریز رودخانه‌ها، نظارت ویژه دستگاه‌های مربوط و ممانعت از تخلیه نخاله‌های ساختمانی و برداشت‌های بدون مجوز در حریم رودخانه

کاشت نهال و درختچه و پوشش‌های بیولوژیکی در کناره‌ی رودخانه به‌منظور جلوگیری از فرسایش

مکان‌یابی مناسب محل‌های دفن زباله‌ها و تخصیص اعتبارت در این مورد و سامان‌دهی محل‌های انباشت فضولات دامی در روستاها

نصب سطل‌های زباله در روستاها و مکان‌های تفریحی با حجم گردشگر زیاد در بالادست رودخانه

رعایت فاصله مناسب از حریم رودخانه برای کشت زمین‌های کشاورزی

منابع

اکبری نیاری، م.، عزیزی مبصر، ج.، رمضانی مقدم، ج. و نیک پور، م.، ۱۳۹۷. شبیه‌سازی برخی خصوصیات کیفی رودخانه بالیخلی چای اردبیل با استفاده از مدل QUAL2KW. چهارمین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیطزیست،۲۰ شهریورماه، تهران، صفحات ۲۷-۱۵.

بذرافشان، ا.، نورآبادی، ا.، انصاری، ح.، کمانی، ح. و کرد، ا.، ۱۳۹۸. بررسی کیفیت آب دریاچه سد ماشکید شهرستان سیب و سوران با بهره‌گیری از شاخص کیفیت آب و شاخص کیفیت آب‌های سطحی ایران .مجله دانشگاه علوم پزشکی تربت‌حیدریه، صفحات ۳۹-۲۷.

بابا خانی، ز.، سرائی، م. و بابا زاده، ح.، ۱۳۹۸. تعیین ظرفیت خود پالایی رودخانه دیواندره با استفاده از مدل QUAL2Kw. اکو هیدرولوژی، صفحات ۶۸۴-۶۷۳.

سمرقندی، م.، ابویی مهریزی، ا.، کاسب، پ.، دانایی، ع. و ویسی، ک.، ۱۳۹۲. بررسی کیفیت آب دریاچه سد مخزنی اکباتان شهرستان همدان با بهره‌گیری از شاخص کیفی NSFWQI.دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، ۴(۱): صفحات ۶۹-۶۳.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020

رستمی، م. و وحیدی، ح.، ۱۳۹۷. ارزیابی مقایسه‌ای کیفی رواناب رودخانه‌های ایران به روش شاخص NSFWQI . دومین کنفرانس ملی پژوهش‌های نوین در مهندسی کشاورزی، محیطزیست و منابع طبیعی.۲ اردیبهشت‌ماه، کرج، صفحات ۱۶-۱.

صمدی، م. ت.، ساقی، م. ح.، رحمانی، ع. ر. و تراب زاده، ح.، ۱۳۸۸ .پهنه‌بندی آب رودخانه دره مراد بیک همدان بر اساس شاخص NSFWQI بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان، ۱۶(۳): صفحات ۳۸ -۳۴.

طاهری، ه.، براتی، خ. و شایان نژاد، م.، ۱۳۹٤. معرفی معادلات اساسی مدل qual2kw و راهنمای کاربردی مدل. مجله آب و توسعه پایدار دانشگاه فردوسی مشهد، ۲(۲): صفحات ۴۲-۳۵ .

عاشق معلا، م. ملک محمدی، ب. و ترابیان، ع.، ۱۳۹۵. بررسی اهمیت توان خود پالایی رودخانه‌ها در تدوین استاندارد تخلیه پساب .*پژوهش‌های محیط‌زیست*، صفحات ۱۱۶-۱۰۳.

مارامایی، ا. و دهقان، ا.۱۳۹٦. بررسی کیفیت آب رودخانه زیارت با شاخص‌های کیفیت آب IRWQISC و NSFWQI . دوره کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی آب‌وخاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. صفحه ۹۵.

محسنی بند پی، ا.، مجلسی، م.، و کاظم پور، ع. ۱۳۹۲. بررسی کیفیت آب رودخانه گُل گُل ایلام بر اساس شاخص کیفیNSFWQI. مجله بهداشت در عرصه دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی،۱ (۴): صفحات ۵۳-۴۵.

مغربی، م. و تجریشی، م. ۱۳۸۸. مدل‌سازی سیر و حرکت باکتری کلی فرم مدفوعی در حوزه آبریز رودخانه جاجرود. هشتمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران.۲۱ تا ۲۳ شهریور، دانشگاه شیراز، صفحات ۸ -۱.

Albuquerque, M. T. D., Antunes, I. M. H. R., Oliveira, N. P. and Pelletier, G., 2019. Impact of sewage effluent discharges prediction using QUAL2Kw in a sensitive protected area: Portugal. SN Applied Sciences, 1(10): 1167pp.

Antunes, I. M. H. R., Albuquerque, M. T. D., Oliveira, S. F. and Sánz, G., 2018. Predictive scenarios for surface water quality simulation-A watershed case study. *Catena, 170*: 283-289.

Alphayo, S. M. and Sharma, M. P., 2018. Water Quality Assessment of Ruvu River in Tanzania Using NSFWQI. *Journal Science Research Reports*, *20*(3): 1-9.

Chantil. A. R., 1999. A Water Quality Index Devised for the Des Moines River in Central Iowa." Thesis (*M. Sc.*), Civil Engineering (Environmental Engineering), Iowa State University Ames, Iowa.

Chapra, S. and Pelletier, G., 2003. A modeling framework for simulating river and stream water quality: Documentation and users manual, report. Civ. and Environ. Eng. Department Tufts University, Medford, Mass, 1-127.

Chowdhury, R. M., Ankon, A. **A. and Bhuiyan, M. K., 2020.** Water guality index (WQI) of Shitalaksha river near Haripur power station, Narayancanj, Bangladesh.

Enrique, S., Manuel, F., Colmenarejo, J. A., Angel, R. G., Garcı, L. T. and Borja, R., 2007. Use of the water qualityindex and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. Journal of Ecological Indicators, 7: 315–328.

Giriyappanavar, B. S. and Patil, R. R., 2013. Water quality assessment of Gullava Reservoir of Belgaum District using NSF-WQI. Environment, 2(4).

Hamdan, A., Dawood, A. and Naeem, D., 2018. Assessment study of water quality index (*WQI*) for Shatt Al-arab River and its branches, Iraq. In MATEC Web of Conferences EDP Sciences, 162:05005

Kanel S. R., Lee Y. S. and Ahn K. H., 2007. Application of QUAL2Kw for water quality modeling anddissolved oxygen control in the river Bagmati. Environmental monitoring and assessment, 125(1-3): 201-217.

Karamouz, M., Mahjouri, N. and Kerachian, R., 2004. "River Water Quality Zoning: Case Study of the Karoon and Dez River System", Iranian Journal Environment Health Sci, 1 (2): 16-27

Marlina, N. and Melyta, D., 2019. Analysis Effect of Cloud Cover, Wind Speed, and Water Temperature to BOD and DO Concentration Using QUAL2Kw Model (*Case Study In Winongo River, Yogyakarta*). IN MATEC Web of Conferences (*Vol. 280, p. 05006*). EDP Sciences.

Mirzaei, M., Nazari, A. and Yari, A., 2005. Quality zoning of Jajrood river. Journal of Environmental Studies, 37: 17-26.

www.SID.ir

Archive of SID

Pelletier, G. J., Chapra, S. C. and Tao, H., 2006. QUAL2Kw–A framework for modeling water quality in streams and rivers using a genetic algorithm for calibration. Environmental Modelling & Software, 21(3): 419-425.

Radwan, A., Abdelmoneim, A. Basiony, I. and El-Alfy, M., 2019. Water Pollution Monitoring in Idku Lake (Egypt) using Phytoplankton and NSF-WQI. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 23(4): 465-481.

Ramesh, S., Sukumaran, N., Murugesan, A. G. and Rajan, M. P., 2007. An innovative approch of Driking Water Quality Index,A case study from Southern Tamil Nadu, India. Journal of Ecological Indicators, 10(8): 57-68.

Ruibin, Z., Xin, Q., Huiming, L., Xingcheng, Y. and Rui, Y., 2012. Selection of optimal river water quality improvement programs using QUAL2K: A case study of Taihu Lake Basin, China. Science of Total Environment Journal 2012, 431: 78-85.

Sanchez, E., Colmenarejo, M. F., Vicente, J., Rubio, A., García, M. G., Travieso, L. and Borja, R., 2007. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. Ecological indicators, 7(2): 315-328.

Standard method for examination of water and waste water – 20th Editions., 1998.

Shivalli, P. B. and Giriyappanavar, B. S., 2015. Application of NSF-WQI for the assessment of water quality of Two Temple tanks of Karnataka, India. Journal of International Academic Research for Multidisciplinary, 3(2): 221-226.

Yulistia, E., Fauziyah, F. and Hermansyah, H., 2018. Assessment of Ogan River Water Quality Kabupaten OKU South Sumatera by NSFWQI Method. IJFAC (*Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry*), 3(2): 54-58.

Zotou, I., Tsihrintzis, V. A. and Gikas, G. D., 2020. Water quality evaluation of a lacustrine water body in the Mediterranean based on different water quality index (*WQI*) methodologies. Journal of Environmental Science and Health, Part A, 1-12.

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 10:14 +0430 on Monday June 22nd 2020

www.SID.ir