دوازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مدیریت آبیاری در ایران، چالش‌ها و چشم‌اندازها

سمینار ملی

چهارشنبه و پنجشنبه
۵ و ۶ اسفند ماه ۱۳۸۸

عنوان مقاله:

بررسی و مقایسه وضعیت کیفی زه‌آب کشاورزی زهکش اوشمک واقع در استان گیلان با توجه به استانداردهای ایران و جهان جهت استفاده در آبیاری اراضی کشاورزی پایین‌دست

نویسندگان :

آسان باقرزاده [۱] ، بهروز پیروز [۲]

چکیده

در چند سال اخیر مسأله کمبود آب، بسیاری از کشورهای جهان را وادار ساخته است تا دیدگاه‌های خود در زمینه مدیریت منابع آب مورد بازبینی و تجدید نظر قرار دهند. در این میان در کشورهای خاورمیانه که اکثر آنها در ناحیه خشک و نیمه خشک قرار دارند و از قدیم با معضل کم آبی آشنا بوده‌اند، استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی هر روز اهمیت بیشتری یافته و در ایران نیز با توجه به کمبود منابع آب در بسیاری از مناطق و افزایش حجم فاضلاب، استفاده مجدد از پساب اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. با توجه به خشکسالی سال آبی ۸۷-۸۶ در استان گیلان بسیاری از اراضی کشاورزی بر اثر کم آبی خسارت دیدند و در نتیجه کشاورزان جهت جبران کم آبی به استفاده مجدد از زه‌آبهای کشاورزی روی آوردند. در این راستا، زهکش اوشمک که یکی از بزرگترین زهکش‌های استان گیلان بشمار می‌رود جهت آبیاری مورد استفاده کشاورزان قرار می‌گیرد. این زهکش پس از عبور از شهرهای کوچصفهان، لشت‌نشاء و زیباکنار به دریای خزر

۱- مقطع تحصیلی دکتری محیط زیست، مدیر واحد محیط زیست و کیفیت منابع آب، شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان. تلفن: ۰۹۱۱۳۳۸۵۸۱۳، دورنگار: ۶۶۶۹۷۴۳-۰۱۳۱ ، رایانامه: asan43@yahoo.com

۲ کارشناسی ارشد عمران آب، کارشناس واحد محیط زیست و کیفیت منابع آب، شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان. تلفن: ۰۹۱۲۷۲۱۶۰۰۷ ، رایانامه: behrooz_pirooz@yahoo.com

می‌ریزد و محل تخلیه زه‌آب‌ها و نهرهای کشاورزی شهرهای مذکور بوده و جمعاً حدود ۷۶۶۵ هکتار زمین مزروعی در محدوده آن قرار دارد و در این بین پسابهای مختلف روستایی، شهری، کشاورزی و انواع گوناگون آلاینده‌ها وارد آن می‌گردد. با توجه به آلودگی‌های موجود در این زه‌آبها بررسی وضعیت کیفی این زه آبها در مقایسه با استانداردهای ایران و جهان به منظور کاهش اثرات زیان بار آن امری ضروریست. در این مقاله خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، سموم کشاورزی و وضعیت کیفی این زهکش با استفاده از ۸ ایستگاه منتخب طی چهار فصل سال مورد بررسی و آنالیز قرار گرفته و این پارامترها با استانداردهای پساب مورد استفاده در آبیاری در ایران و جهان جهت استفاده در اراضی کشاورزی در مناطق پایین‌دست مقایسه گردید. کیفیت آب زهکش بر اساس شاخص‌های WQI و TSI در فصول مختلف محاسبه و بر اساس این شاخص‌ها از لحاظ کیفی طبقه‌بندی صورت گرفته و در نهایت جهت استفاده بهینه پیشنهادهایی ارایه شده است.

واژگان کلیدی: مدیریت منابع آب، استفاده مجدد از زه‌آب، پارامترهای کیفی، زهکش اوشمک.

۱. مقدمه

فعالیت‌های انسان در راستای توسعه به هر طریقی که باشد اثرهای مختلفی بر محیط خواهد داشت، اما نمی‌توان این فعالیت‌ها را که جنبه حیاتی برای بقای انسان دارد محدود نمود. بلکه باید متناسب با نیازهای حال و آینده هر چه بیشتر در توسعه و تکامل آن تلاش کرد، مشروط بر آن‌که به بهای نابودی محیط زیست و منابع طبیعی نباشد. با توجه به اینکه توسعه و محیط زیست دو موضوع جدایی ناپذیر می‌باشند، ضروری است که با دستیابی و استفاده از ابزارهای مدیریت محیط زیست در کلیه برنامه‌های توسعه، حداقل خسارت به منابع و محیط زیست وارد شود [۱].

با توجه به کمبود منابع آب در بسیاری از مناطق و افزایش حجم فاضلاب، استفاده مجدد از پساب اجتناب‌ناپذیر است. در این راستا در سال ۱۹۹۶ نزدیک به ۱۳ میلیون متر مکعب فاضلاب تصفیه شده در کشور ژاپن بمنظور آبیاری مصرف شده است [۲]. در کشور چین نیز در حدود ۳ میلیون هکتار اراضی با فاضلاب آبیاری می‌شود. در کشور آلمان ۸۸۰۰۰ هکتار زمین با فاضلاب تصفیه شده آبیاری می‌گردد. استفاده از زه‌آب در ایران نیز سابقه دیرینه‌ای دارد و در عهد صفویه از فاضلاب اصفهان در زمین‌های حاشیه شهر استفاده می‌گردید. در حال حاضر نیز بعنوان یکی از سیاست‌های اقتصادی اجتماعی دولت جمهوری اسلامی ایران بر استفاده بهینه از منابع تجدید پذیر؛ بویژه بازچرخانی و استفاده مجدد آب، تغذیه آبهای زیرزمینی و استفاده مجدد از فاضلاب‌های تصفیه شده در امور کشاورزی و سایر فعالیت‌ها تاکید شده است [۳].

تحقیقات بعمل آمده توسط (Madera et al 2009) بر روی تاثیر استفاده از زه‌آب در آبیاری اراضی نیشکر در کلمبیا در طول ۱۲ ماه نشان داد که کیفیت محصول هیچگونه تفاوتی نداشته و استفده از زه‌آب تنها از لحاظ پارامتر کلیفرم مدفوعی خارج از محدوده مجاز WHO قرار داشته است و لذا در راستای حفظ سلامت کشاورزان منطقه کنترل میزان کلیفرم لازم و ضروری می‌باشد [۴].

در تحقیقی که توسط (Rutkowsk et al 2006) در مورد تاثیر استفاده از پساب در آبیاری مزارع کشاورزی بر روی ۱۰۹ مزرعه در کشور نپال صورت پذیرفت به این نتیجه رسیدند که استفاده از پساب

هیچگونه تاثیری بر روی راندمان و کیفیت محصولات کشاورزی نداشته است. در این تحقیق در برخی موارد بروز مشکلات پوستی در کشاورزان گزارش شده است[1]، که توسعه کشت صنعتی برای جلوگیری از این اثرات توصیه شده است [۵].

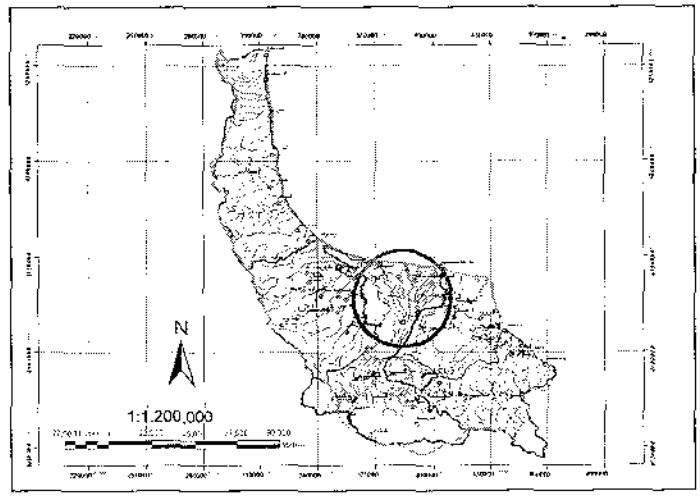
برای توصیف وضعیت کیفی آب با استفاده از پارامترهای کیفی اندازه‌گیری شده، وجود شاخص‌هایی که با استفاده از اطلاعات کمی، وضعیت کیفی را بیان می‌کنند بسیار حائز اهمیت است. یکی از این شاخص‌ها به منظور بررسی کیفیت آب شاخص WQI می‌باشد. در این شاخص با استفاده از ۹ پارامتر مهم وضعیت کیفی آب بیان می‌شود. از آنجاییکه در مواردی علیرغم مناسب بودن این شاخص ممکن است برخی پارامترها خارج از حدود استاندارد قرار داشته باشند، در هنگام استفاده از این شاخص مقادیر کمی هر پارامتر نیز باید با توجه به استانداردهای مربوطه بررسی گردد [۶].

یکی از موارد مهم در ارتباط با استفاده از زه‌آب مخاطرات بهداشتی آن است که در این ارتباط کلیفرم مدفوعی یکی از شاخص‌های اصلی بشمار می‌رود و از آنجاییکه در نشست متخصصین سازمان جهانی بهداشت در سال ۱۹۷۳ اعلام گردید که تولید پسابی با کیفیت ۱۰۰۰ کلیفرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر براحتی امکان‌پذیر است، بنابراین رفع این محدودیت در استفاده از زه‌آب نیز قابل حل می‌باشد [۲]. حدود مجاز این پارامتر در ایران مقدار ۴۰۰ کلیفرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر است که این موضوع بدلیل تماس مستقیم کشاورز با آب آبیاری بویژه در شالیزارها می‌باشد.

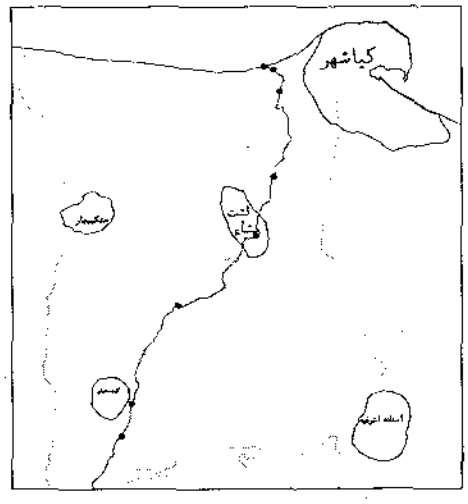
در این تحقیق بمنظور بررسی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و سموم کشاورزی در زهکش اوشمک ۸ ایستگاه انتخاب شده و در طی چهار فصل نمونه‌برداری و اندازه‌گیری فاکتورهای مختلف آب مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت. این پارامترهای کیفی با استانداردهای مختلف جهت بهره‌برداری در مصارف کشاورزی مقایسه شده و مقدار شاخص‌های کیفی این زهکش بر اساس شاخص‌های WQI و TSI محاسبه شده است.

۲. منطقه مورد مطالعه

زهکش اوشمک یکی از مهمترین زهکش‌های استان گیلان است که از شهرهای کوچصفهان، لشت نشاء و زیباکنار عبور نموده و پس از تلاقی با سرریز تالاب بوجاق از مجاور پارک ملی بوجاق به دریای خزر می‌ریزد شکل (۱). این زهکش محل تخلیه زهکش و نهرهای کشاورزی شهرهای مذکور بوده و جمعا حدود ۷۶۶۵ هکتار زمین مزروعی در حوزه آبریز آن قرار دارند. طول تقریبی این زهکش حدود ۳۲/۵ کیلومتر (از سرچشمه تا کوچصفهان ۶/۵ کیلومتر، از کوچصفهان تا لشت نشاء ۱۴/۵۳ کیلومتر و از لشت نشاء تا دریای خزر ۱۱/۶ کیلومتر)، و عرض آن ۱۵ تا ۲۰ متر و مساحت حوزه آبریز آن ۲۰ کیلومترمربع می‌باشد [۷]. جنس زهکش در اکثر مناطق گلی- رسی بوده که در قسمت مصب ماسه‌ای می‌شود. منطقه مورد مطالعه در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل (۱) نقشه منطقه مورد مطالعه



شکل (۲) موقعیت ۸ ایستگاه مورد بررسی

۳. مواد و روش‌ها

۳-۱. بررسی آلاینده‌ها در زهکش اوشمک

به منظور بررسی شرایط کیفی زهکش اوشمک از داده‌های ۸ ایستگاه در طول مسیر زهکش استفاده شده است. موقعیت این ۸ ایستگاه در شکل (۲) نشان داده شده است. مقادیر ۱۰ پارامتر مختلف در طول فصول مختلف سال بررسی و با استانداردهای کیفی آب مورد استفاده در کشاورزی مقایسه شده است [۲] و [۸].

۳-۲. طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس شاخص WQI[1]

به منظور بررسی کیفیت آب از روش طبقه بندی WQI استفاده شده است. در این روش بر اساس ۹ پارامتر اصلی کیفیت آب طبقه‌بندی می‌گردد. در مرحله اول بر اساس مقدار هر پارامتر و با استفاده از گراف‌ها و نمودارهای روش WQI شاخص هر پارامتر محاسبه و سپس بر اساس وزن دهی مربوط به هر پارامتر شاخص کیفیت آب WQI محاسبه می‌گردد [۶]. در جدول (۱) وزن مربوط به پارامترها نشان داده شده است.

پارامتر	DO	فکال کلیفرم	pH	BOD	تغیرات دما	فسفات کل	نیترات	کدورت	مواد جامد کل
وزن مربوط به هر پارامتر	۰,۱۷	۰,۱۶	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۰	۰,۱۰	۰,۱۰	۰,۰۸	۰,۰۷

جدول (۱) وزن دهی مربوط به پارامترها در محاسبه شاخص WQI

پس از بدست آمدن مقدار شاخص WQI بر اساس جدول (۲) کیفیت آب طبقه‌بندی می‌گردد.

مقدار شاخص	۱۰۰-۹۰	۹۰-۷۰	۷۰-۵۰	۵۰ ۲۵	۲۵-۰
طبقه‌بندی کیفیت	عالی	خوب	متوسط	بد	خیلی بد

جدول (۲) نحوه طبقه بندی کیفی آب بر اساس شاخص WQI

۳-۳. طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس شاخص TSI[2]

از آنجاییکه فعالیت‌های کشاورزی یکی از عوامل اصلی ورود مواد مغذی به آب‌های سطحی و خوراک‌وری آنها به حساب می‌آیند، استفاده از شاخص وضعیت تروفیک برای تعیین میزان عوامل مغذی در آب (N, P, K) لازم است [۶]. با استفاده از سه عامل شفافیت صفحه سچی، غلظت کلروفیل (a) و غلظت فسفر کل مقدار شاخص TSI محاسبه می‌گردد. روابط محاسبه شاخص به شرح زیر می‌باشد:

شاخص وضعیت تروفیک بر حسب شفافیت صفحه سچی $TSIs=60-14/4\ \ln(SD)$

شفافیت صفحه سچی (متر)= SD

شاخص وضعیت تروفیک بر حسب غلظت کلروفیل(a) $TSIc=9.81\ \ln(CHL)+30.6$

غلظت کلروفیل بر حسب میکروگرم در لیتر= CHL

شاخص وضعیت تروفیک بر حسب غلظت فسفر کل $TSIp=14.2\ \ln(TP)+4.15$

غلظت فسفر کل بر حسب میکروگرم در لیتر= TP

1 -Water Quality Index

۲- شاخص وضعیت تروفیک

پس از محاسبه وضعیت تروفیک می‌توان وضعیت یوتیرفیکاسیون آب را بر اساس هر یک از شاخص‌های سه‌گانه و همچنین وضعیت کلی را بر اساس میانگین سه شاخص و با استفاده از جدول (۳) تعیین نمود. بهتر است وضعیت کلی بر اساس میانگین سه پارامتر تعیین گردد [۹] و [۱۰].

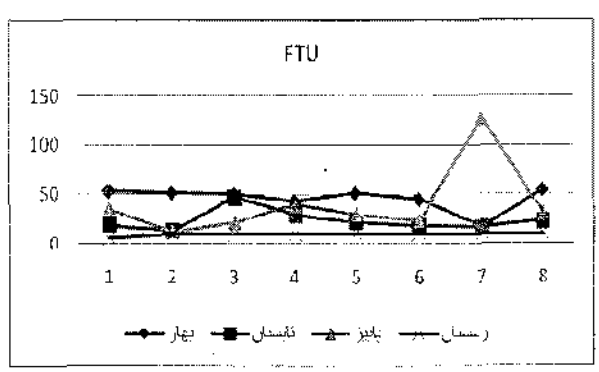
وضعیت یوتریفیکاسیون	شفافیت صفحه سچی (متر)	غلظت کلروفیل بر حسب میکروگرم در لیتر	غلظت فسفر کل بر حسب میکروگرم در لیتر	شاخص وضعیت تروفیک
اولیگوتروفیک	بیشتر از ۴	کمتر از ۲,۶	کمتر از ۱۲	کمتر از ۴۰
مزوتروفیک	۴-۲	۲,۶-۷,۲	۱۲-۲۴	۴۰-۵۰
اوتروتروفیک	۲-۰,۵	۷,۲-۵۵,۵	۲۴-۹۶	۵۰-۷۰
هایپراتروفیک	کمتر از ۰,۵	بیشتر از ۵۵,۵	بیشتر از ۹۶	بیشتر از ۷۰

جدول (۳) تعیین وضعیت یوتریفیکاسیون بر اساس شاخص TSI

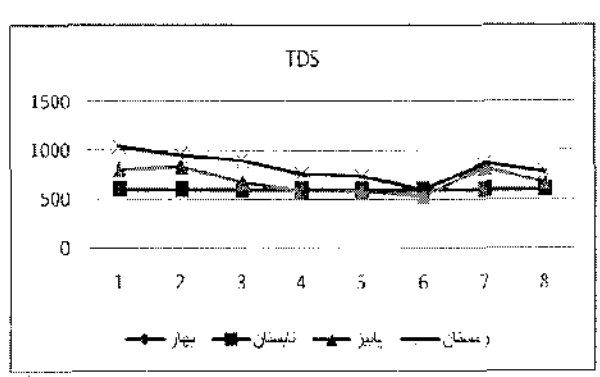
۴. نتایج

۴-۱. نتایج حاصل از بررسی قابلیت استفاده از آب زهکش در مصارف کشاورزی

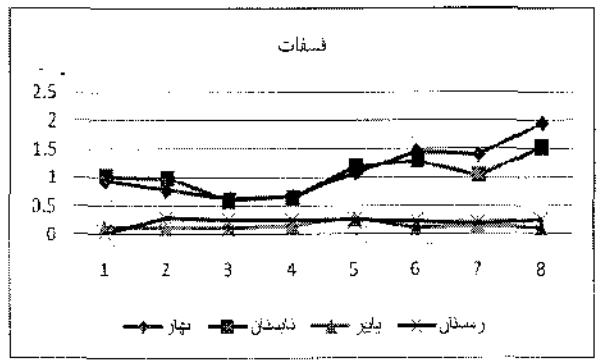
در شکل‌های شماره (۳) تا (۱۰) مقادیر تغییرات ۸ پارامتر در طول زهکش نشان داده شده است.



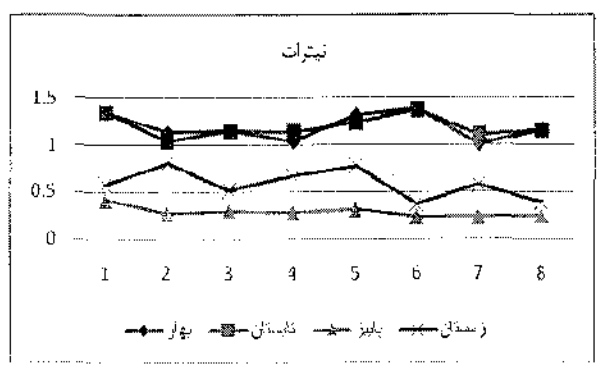
شکل (۳) مقادیر FTU در ایستگاه‌های مختلف



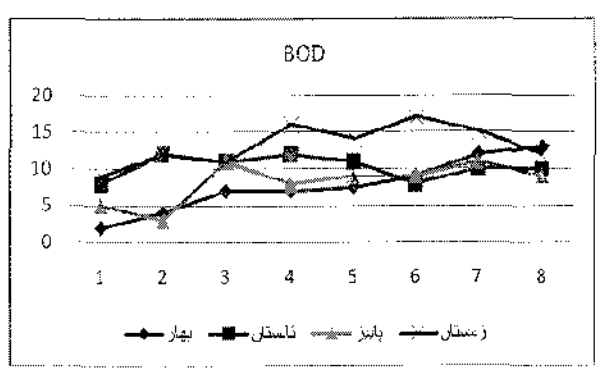
شکل (۴) مقادیر TDS در ایستگاه‌های مختلف



شکل (۵) مقادیر فسفات در ایستگاه‌های مختلف

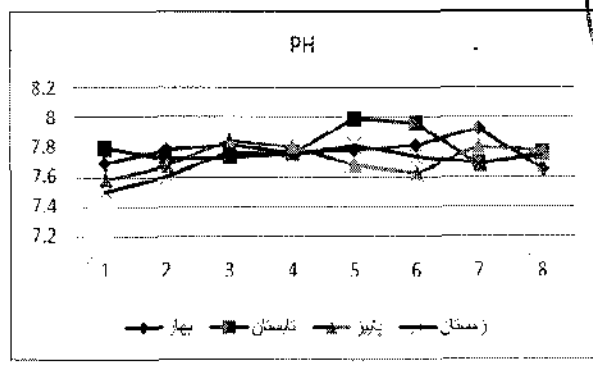


شکل (۶) مقادیر نیترات در ایستگاه‌های مختلف

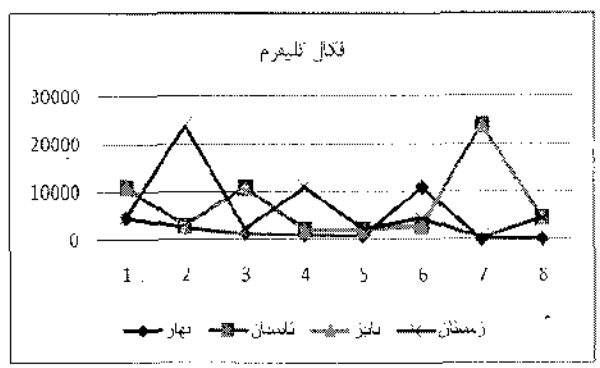


شکل (۷) مقادیر PH در ایستگاه‌های مختلف

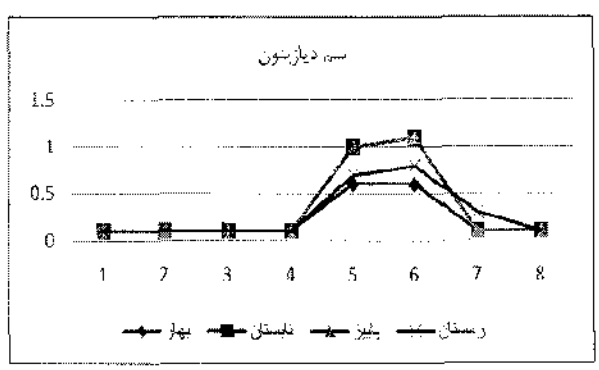
کتابخانه مؤسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی
Agricultural Engineering Research Institute lib.
AERI



شکل (۸) مقادیر BOD5 در ایستگاه‌های مختلف



شکل (۹) مقادیر فکال کلیفرم در ایستگاه‌های مختلف



شکل (۱۰) مقادیر سم دیازینون در ایستگاه‌های مختلف

۴-۲. مقایسه پارامترهای کیفی زهکش اوشمک با استانداردها

به منظور قابلیت استفاده از زه‌آب در کشاورزی، مقادیر پارامترهای کیفی زه‌آب با مقادیر استاندارد آب قابل استفاده در آبیاری مقایسه شده و نتایج در جدول (۳) نشان داده شده است.

پارامتر	(WHO)	(EPA)	(FAO)	(DOE)	اردن	برنجکاری (چین)	میانگین			
							بهار	تابستان	پاییز	زمستان
DO	-	-	-	۲	بیشتر از ۱	-	۵,۲	۵,۹	۸,۶	۹
فکال کلیفرم	۱۰۰۰	-	۱۰۰۰	۴۰۰	..	-	۳۲۰۶	۸۶۷۰	۴۹۲۰	۷۸۳۰
pH	۸,۵-۶,۵	۸,۴-۶,۵	۸-۶,۵	۸,۵-۶,۵	۹-۶	۸,۵-۵,۵	۷,۷۸	۷,۸	۷,۷	۷,۷
BOD	-	۳۰	-	۱۰۰	۲۵۰	۸۰	۷,۶۵	۱۰,۲	۷,۹	۱۳,۲
COD	-	۱۲۰		۲۰۰	۷۰۰	۲۰۰	۲۰,۱	۲۲,۶	۳۱,۴	۶۴,۸
فسفات		۱۰	-	-	-	-	۱,۱۵	۱,۰۵	۰,۱۶	۰,۲۱
نیترات	۵	۳۰	۵	..	۵۰	-	۱,۱۹۷	۱,۱۹۹	۰,۲۸۹	۰,۵۸۶
کدورت	-	۲۰	-	۵۰	-	-	۴۳,۵	۲۴,۶	۴۵,۶	۸,۹
مواد جامد کل	۴۵۰	-	۴۵۰	-	۲۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۶۸۷	۸۲۳
سم دیازینون	-	۰,۱۷	-	-	-	-	۰,۲۵	۰,۳۹	۰,۳۵	۰,۳۲

جدول (۳) مقادیر کیفی پارامترهای کیفی مورد بررسی در برخی از استانداردهای کیفی فاضلاب قابل استفاده در آبیاری

۴-۳. نتایج بررسی کیفیت زه‌آب در فصول مختلف بر اساس استانداردهای فوق الذکر

میانگین مقادیر Do، PH، COD، فسفات و نیترات در شرایط استانداردها قرار دارد.

میانگین مواد جامد کل، کلیفرم مدفوعی و سم دیازینون در تمام فصل‌ها خارج از حدود مجاز استانداردها قرار دارد.

میانگین BOD در تمام فصل‌ها در حد مجاز استاندارد (EPA) ۳۰ میلی‌گرم در لیتر و در محدوده مجاز استاندارد IRNDOE ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر قرار دارد.

میانگین کدورت در تابستان و زمستان خارج از محدوده مجاز قرار دارد و در بهار و پاییز در محدوده مجاز قرار دارد.

۴-۴. نتایج طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس شاخص WQI

بر اساس اصول و ضرایب گفته شده در روش شاخص WQI مقدار مینیمم، ماکزیمم و میانگین شاخص WQI در چهار فصل سال محاسبه و نتایج در جدول (۴) نشان داده شده است.

فصل	مینیمم مقدار شاخص	طبقه‌بندی کیفی بر اساس شاخص	ماکزیمم مقدار شاخص	طبقه‌بندی کیفی بر اساس شاخص	میانگین مقدار شاخص	طبقه‌بندی کیفی بر اساس شاخص
بهار	۳۹	بد	۶۳	متوسط	۴۷	بد
تابستان	۴۵	بد	۶۱	متوسط	۵۳	متوسط
پاییز	۵۷	متوسط	۷۰	خوب	۶۴	متوسط
زمستان	۶۱	متوسط	۷۳	خوب	۶۶	متوسط

جدول (۴) طبقه‌بندی کیفی آب زهکش در طول سال بر اساس شاخص WQI

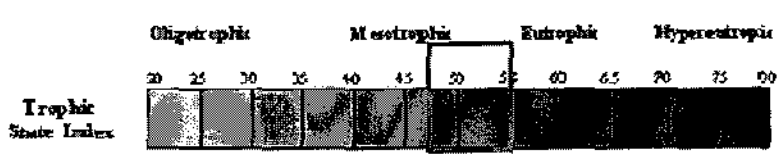
بر اساس این شاخص همانطور که نتایج نشان می‌دهد در اکثر اوقات سال مقدار شاخص در محدوده متوسط قرار دارد و می‌تواند در مصارف کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. مقدار متوسط این شاخص در بهار در محدوده بد قرار گرفته، ولی از آنجاییکه مقدار شاخص نزدیک به محدوده متوسط قرار دارد می‌تواند با رعایت تمهیداتی در کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد.

۴-۴. نتایج طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس شاخص TSI

مقدار شاخص وضعیت تروفیک در چهار فصل سال محاسبه و نتایج در جدول (۵) نشان داده شده است.

فصل	شاخص وضعیت تروفیک	وضعیت یوتریفیکاسیون
بهار	۵۲	اوتروتروفیک
تابستان	۵۰	اوتروتروفیک
پاییز	۴۴	مزوتروفیک
زمستان	۴۵	مزوتروفیک

جدول (۵) طبقه‌بندی کیفی آب زهکش در طول سال بر اساس شاخص TSI



شکل (۱۱) محدوده وضعیت شاخص TSI زهکش اوشمک در طول سال

همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌گردد در دو فصل بهار و تابستان شاخص TSI در وضعیت اوتروتروفیک و در فصول پاییز و زمستان در وضعیت مزوتروفیک قرار دارد. از آنجایی که در طبقه بندی‌ها مقدار شاخص تروفیک کمتر از ۶۰ در رده کیفیت خوب محسوب می‌گردد این شاخص نیز مناسب بودن کیفیت این زهکش را نشان می‌دهد.

۵. نتیجه‌گیری

با توجه نتایج تحقیق و بررسی پارامترهای مختلف کیفی در طی فصول مختلف سال در ۸ ایستگاه در طول مسیر زهکش اوشمک مقادیر اکثر پارامترها جهت استفاده از این زه‌آب در کشاورزی در حدود مجاز قرار دارند. مقدار پارامتر TDS بیش از حدود مجاز استاندارد قرار دارد و می‌تواند موجب شوری اراضی گردد ولی از آنجاییکه مقدار TDS در رودخانه سفیدرود که بمنظور آبیاری حدود ۱۸۰۰۰۰ هکتار از اراضی استان استفاده می گردد ۸۰۰ – ۱۰۰۰ می‌باشد، این مقدار در زه‌آب زهکش اوشمک قابل قبول است. تنها مشکل اصلی در این ارتباط مقدار کلیفرم مدفوعی است که در تمام فصول سال بیش از مقادیر مجاز قرار دارد و دلیل آن تخلیه فاضلاب خانگی روستاهای حاشیه زهکش به داخل آن است. به منظور کاهش مقدار این پارامتر لازم است از تخلیه مستقیم فاضلاب خانگی به زهکش جلوگیری و از روش‌های تصفیه فاضلاب خانگی همچون سپتیک تانک، ایمهاف تانک و تولید بیوگاز استفاده گردد. در صورت رفع مقادیر بالای این پارامتر که بسادگی توسط روش‌های ذکر گردیده قابل انجام می‌باشد، امکان استفاده از زه‌آب زهکش اوشمک در کشاورزی اراضی پایین دست وجود دارد. شایان ذکر است که مقدار کلیفرم مدفوعی در آبیاری شالیزارها که کشاورز به طور مستقیم با آب آبیاری در تماس است باید با کیفیت زیر ۴۰۰ کلیفرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر (استاندارد محیط زیست ایران) توزیع گردد. نتایج کیفیت آب رودخانه با استفاده از شاخص WQI در بیشتر اوقات سال در طبقه متوسط قرار دارد و از آنجایی که مقدار این شاخص در رودخانه سفیدرود نیز در طبقه متوسط قرار دارد این زهکش قابلیت استفاده در آبیاری را دارا می‌باشد. مقدار شاخص TSI نیز در دو فصل بهار و تابستان در وضعیت اوتروتروفیک و در فصول پاییز و زمستان در وضعیت مزوتروفیک قرار دارد. از آنجاییکه شاخص تروفیک کمتر از ۶۰ در رده کیفیت خوب محسوب می‌گردد، این شاخص نیز مناسب بودن کیفیت زه‌آب این زهکش را نشان می‌دهد.

۶. منابع

۱- خدادادی، احمد، نظری، حسین و جوادی، سامان (۱۳۸۴). "ارزیابی زیست‌محیطی سد با استفاده از چک‌لیست و ماتریس لئوپلد"، پژوهشکده محیط‌زیست دانشگاه تربیت مدرس، گروه عمران محیط‌زیست، ۱۱۲ ص.

۲- بی نام (۱۳۸۵). "مروری بر استانداردها و تجارب استفاده از پساب‌ها برای آبیاری"، کمیته ملی آبیاری و زهکشی، شماره انتشار ۱۰۴.

۳- معاونت امور آب و آبفا، وزارت نیرو.

4- C. A. Madera, J. Silva, D, D. Mara, and P. "Torres Wastewater use in agriculture: Irrigation of sugar cane with effluents from the Canaveralejo wastewater treatment plant in Cali, Colombia", Sep 2009.

5- Thomas Rutkowski , Liqa Raschid-Sally, and Stephanie Buechler. "Wastewater irrigation in the developing world-Two case studies from the Kathmandu Valley in Nepal", Sep 2009.

۶- بی نام (۱۳۸۷). "راهنمای چگونگی بررسی اثر فعالیت‌های کشاورزی بر کمیت و کیفیت آبهای سطحی"، نشریه شماره ۳۳۴ الف، معاونت امور آب و آبفا، وزارت نیرو.

[۷] بی نام (۱۳۸۵). "گزارش بررسی میزان سموم کشاورزی، پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی در آب رودخانه اشمک"، اداره کل حفاظت محیط زیست گیلان.

[۸] بی نام (۱۳۷۹). "مجموعه قوانین و مقررات حفاظت محیطزیست ایران. چاپ سوم، انتشارات سازمان حفاظت محیطزیست"، جلد اول، ۴۹۶-۴۹۹.

[9] Osgood, R. 1983. Using differences among Carlson's trophic state index values in regional water quality assessment. Wat. Res. Bull. 18: 67-74.

[10] Kratzer, C.R. and P.L. Brezonik. 1981. A Carlson-type trophic state index for nitrogen in Florida lakes. Water Res Bull. 17: 713-715.

کتابخانه مؤسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی
AERI
Agricultural Engineering Research Institute Lib.