Archive of SID

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 13, Oct.-Nov. 2019, p. 909-918

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۳، مهر - آبان ۱۳۹۸، ص. ۹۱۸-۹۰۹

ارزیابی کیفیت زه‌آب اراضی شالیزاری برای استفاده مجدد در آبیاری و تخلیه به محیط‌زیست (مطالعه موردی: واحد عمرانی F4 شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود)

مهسا حسن‌پور نودهی[۱]، مریم نوابیان[۲*] و مهدی اسمعیلی ورکی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۹/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۶

چکیده

کمبود منابع آب شیرین و همچنین کاهش کیفیت آب موجود در بخش کشاورزی، نیاز به یافتن منابع جدید جهت استفاده در آبیاری را امری ضروری نموده است. در این خصوص بهره‌گیری از آب‌های نامتعارف یکی از گزینه‌های پیش رو می‌باشد. استفاده مجدد از زه‌آب اراضی کشاورزی به عنوان یک منبع آب نامتعارف قابل دسترس، یکی از راه‌کارهای رفع کمبود منابع آبی به‌شمار می‌رود. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی کیفیت زه‌آب اراضی شالیزاری شهرستان صومعه‌سرا واقع در واحد عمرانی F4 شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود برای استفاده مجدد در آبیاری و تخلیه به محیط‌زیست انجام شد. به‌منظور بررسی زه‌آب منطقه برای تخلیه به آب‌های سطحی و استفاده مجدد در آبیاری غلظت پارامترهای نیترات، ارتوفسفات، آمونیوم، نیاز بیولوژیکی اکسیژن، اکسیژن محلول، کل جامدات محلول و اسیدیته در نه مقطع در ماه‌های اردیبهشت تا تیر سال زراعی ۱۳۹۶ اندازه‌گیری و با استانداردهای آژانس حفاظت از محیط‌زیست، سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران و موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مقایسه شد. بیش‌ترین غلظت نیترات، ارتوفسفات، آمونیوم و نیاز بیولوژیکی اکسیژن به‌ترتیب ۱/۲۵، ۰/۱۸۴، ۲/۹۱ و ۸۹ میلی‌گرم بر لیتر در ماه اردیبهشت و کم‌ترین غلظت اکسیژن محلول و بیش‌ترین غلظت کل جامدات محلول به‌ترتیب ۳/۶ و ۲۸۹ میلی‌گرم بر لیتر در ماه تیر مشاهده شد. همچنین بیش‌ترین مقدار اسیدیته ۸/۲۳ در ماه اردیبهشت و کم‌ترین مقدار آن ۷/۲۶ در ماه خرداد بود. زه‌آب زهکش مورد نظر از نظر پارامترهای نیترات، ارتوفسفات، اسیدیته و کل جامدات محلول بر اساس تمام استانداردها در محدوده مجاز و قابل استفاده برای آبیاری و تخلیه به آب‌های سطحی بود. ولی از نظر پارامترهای اکسیژن محلول، نیاز بیولوژیکی اکسیژن و آمونیوم در برخی از استانداردها فراتر از حد مجاز و غیرقابل استفاده در آبیاری و تخلیه به آب‌های سطحی بود. با توجه به برآورد بار آلودگی زه‌آب ورودی زهکش مورد مطالعه به تالاب انزلی مشخص شد که بیش‌ترین بار آلودگی در طول دوره نمونه‌برداری در ماه اردیبهشت بود.

واژه‌های کلیدی: آمونیوم، اسیدیته، اکسیژن محلول، ارتوفسفات، نیترات

مقدمه

کمبود منابع آب و کاهش کیفیت آن به‌صورت یک مشکل فزاینده در سطح جهان در حال گسترش است. بخش کشاورزی به عنوان بیش‌ترین مصرف‌کننده آب، نقش به‌سزایی در کاهش منابع آب شیرین دارد. یکی از راهکارهای کاهش استفاده از منابع آب شیرین در بخش کشاورزی، استفاده تلفیقی از زه‌آب حاصل از کشاورزی با آب شیرین کانال‌ها در مناطق مناسب که زه‌آب از کیفیت مناسبی برخوردار است، می‌باشد (El_Ganzori et al., 2000). استفاده مجدد از زه‌آب کشاورزی علاوه بر افزایش کارآیی مصرف آب سریع‌ترین و اقتصادی‌ترین گزینه مورد توجه جهت افزایش آب قابل دسترس برای کشاورزی می‌باشد (Fleifle et al., 2013). هدف اساسی در استفاده مجدد از زه‌آب، کاهش مقادیر رها شده آن است، به‌طوری که هم‌زمان بتوان از آن برای آبیاری و یا مصارف دیگر استفاده کرد. به طور معمول، زه‌آب‌ها در مقایسه با آب آبیاری از کیفیت پایین‌تری برخوردار هستند اما در مناطق دچار کمبود آب آبیاری، استفاده از زه‌آب برای تکمیل منابع آب از اهمیت خاصی برخوردار است. به علاوه با استفاده از زه‌آب برای آبیاری، مشکلات ناشی از تخلیه زه‌آب‌ها به محیط زیست به حداقل رسیده و احتمال آلودگی منابع آب نیز کاهش می‌یابد (حسن اقلی، ۱۳۸۵). مهم‌ترین مشکل موجود برای تصمیم‌گیری جهت استفاده مجدد از زه‌آب کشاورزی مناسب بودن کیفیت زه‌آب و به دنبال آن تعیین نسبت اختلاط بین زه‌آب کشاورزی و آب آبیاری به

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گرایش آبیاری و زهکشی گروه مهندسی آب، دانشگاه گیلان
۲- دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه گیلان و عضو وابسته پژوهشی گروه مهندسی آب و محیط زیست پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر دانشگاه گیلان
۳- دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه گیلان و عضو وابسته پژوهشی گروه مهندسی آب و محیط زیست پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر دانشگاه گیلان
(*- نویسنده مسئول: Email: Navabian@guilan.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

منظور برآوردن استانداردهای موجود در محل استفاده مجدد می‌باشد (El_Ganzori et al., 2000). ناجی و سالم در پژوهشی به ارزیابی کیفیت زه‌آب زهکش UMOUM در مصر برای استفاده مجدد در آبیاری براساس پارامترهای BOD، DO و TDS پرداختند و یک مدیریت پویا به عنوان راه حل مناسب برای کنترل کمیت و کیفیت زه‌آب از طریق اختلاط آب زهکش با آب شیرین برای استفاده مجدد ارائه دادند. در این خصوص نمودارهایی برای تعیین نسبت اختلاط مناسب بین آب شیرین و زه‌آب، جهت برآورده ساختن استانداردهای موجود ارائه گردید (Nagy and Salem, 2003). فیلیفل و همکاران در دلتای غربی رود نیل، یک روش کلی و سازمان یافته برای تعیین دبی بهینه استفاده مجدد از زه‌آب با استفاده از مدل SWQM_1 و روش بهینه سازی الگوریتم ژنتیک ارائه دادند. نتایج نشان داد که زه‌آب کشاورزی حوضه زهکش مورد نظر در مکان‌های استفاده مجدد می‌تواند مستقیما برای آبیاری، تنها با قدری تجاوز از دستورالعمل‌های سازمان غذا و کشاورزی FAO مورد استفاده قرار گیرد. همچنین تحت شرایط مطلوب، بیش از ۸۰ درصد زه‌آب کشاورزی موجود قابلیت استفاده مجدد را داشته که دربرگیرنده بیش از ۴۰ درصد نیاز آبیاری در طول فصول اصلی آبیاری بود (Fleifle et al., 2013). آلام و نجم به ارزیابی کیفیت آب زهکش در انتهای کانال‌های آبیاری در شمال دلتای رود نیل، جهت تعیین مناسب بودن زه‌آب کشاورزی برای استفاده مجدد مستقیم در آبیاری توسط جریان برگشتی از زهکش‌ها پرداختند. داده‌های جمع آوری شده در منطقه‌ی مورد مطالعه با استانداردهای مصر مقایسه شد. نتایج نشان داد که کیفیت زه‌آب، استانداردهای محلی را برای استفاده مجدد مستقیم از زه‌آب کشاورزی برآورده نمی‌سازد و برای بهره‌وری بیش‌تر از آب، یک سیستم تصفیه درون کانال و مخلوط کردن زه‌آب با آب آبیاری شیرین از طریق تعیین نسبت اختلاط در مکان‌های مناسب جهت بهبود کیفیت زه‌آب و غلبه بر کمبود آب آبیاری در انتهای کانال آبیاری توصیه شد (Allam and Negm., 2013). آلام و همکاران در پژوهشی به ارزیابی کیفیت و کمیت زه‌آب اراضی در دلتای غربی رود نیل در مصر برای استفاده مجدد در کشاورزی پرداختند. نتایج نشان داد که مقادیر فسفر کل، کل جامدات محلول و نیتروژن کل منطبق بر استانداردهای مصر جهت استفاده مجدد مستقیم در بسیاری از بخش‌ها در طول زهکش بود اما مقادیر BOD و COD فاصله معنی‌داری نسبت به استانداردها داشتند (Allam et al., 2015). کلباسی و موسوی (۱۳۷۹) در پژوهشی به بررسی کیفیت زه‌آب زهکش‌های مهم تخلیه شونده به زاینده رود و اثر آن‌ها بر این رودخانه پرداختند. مهم‌ترین اثر زهکش‌های مذبور بر کیفیت آب زاینده رود افزایش شوری آب این رودخانه، به‌ویژه در پایین دست بود، به‌طوری که حدود ۱۱۲۲۳۷ تن در سال به‌طور میانگین وارد رودخانه می‌شد. احمدوند و معاضد (۱۳۸۷) در پژوهشی به ارزیابی کیفی زه‌آب کشت و صنعت دعبل خزاعی برای استفاده مجدد در کشاورزی بر اساس رهنمودهای کیفیت آب آبیاری آیزر و وسکات و طبقه‌بندی آب آبیاری ویل‌کاکس پرداختند. نتایج نشان داد که زه‌آب این کشت و صنعت در کلاس C4S2 و C4S3 طبقه‌بندی ویل‌کوکس قرارگرفته و براساس رهنمودهای کیفیت آب آبیاری آیزر و وسکات، از نظر تاثیر بر نفوذپذیری خاک و میزان نیتروژن بدون پیامد بد، از لحاظ بی‌کربنات دارای درجه پیامد میانه، از نظر کلراید، سدیم و شوری دارای درجه پیامد بد و از نظر pH در حد استاندارد بود. محمدپور (۱۳۹۱) در پژوهشی جهت مدل سازی انتقال نیترات و فسفات حاصل از زه‌آب کشاورزی در رودخانه پسیخان در استان گیلان، میزان بار آلودگی نیترات و فسفات را به ترتیب ۱۶/۰۰ و ۱/۶۶ کیلوگرم بر هکتار محاسبه نمودند. حق‌دوست و سلیمانی (۱۳۹۳) پژوهشی به منظور بررسی و ارزیابی کیفیت پساب خروجی زهکش‌های کشت و صنعت نیشکر حکیم فارابی بر کیفیت آب تالاب شادگان انجام دادند. نتایج نشان داد که مقادیر پارامترهای کدورت و قلیائیت در زمان‌های مختلف پایین‌تر از حد استاندارد تخلیه به آب‌های سطحی و مقادیر کل جامدات محلول در همه زمان‌ها به‌جزء اردیبهشت و تیر در حد استاندارد بود. حق‌دوست و سلیمانی (۱۳۹۴) در پژوهش‌های دیگری بر روی تالاب شادگان نشان دادند که پارامترهای اکسیژن مورد نیاز شیمیایی و اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی در زمان‌های مختلف و مقادیر هدایت الکتریکی در همه زمان‌ها به‌غیر از بهمن و فروردین بیشتر از حد استاندارد تخلیه به آب‌های سطحی و غلظت پارامترهای اکسیژن محلول، آمونیوم و نیترات در همه زمان‌ها در حد استاندارد بود.

در استان گیلان با توجه به روند رو به رشد احداث سد در بالادست حوضه آبریز سفیدرود، افزایش برداشت غیر مجاز در بالادست رودخانه سفیدرود و همچنین تغییر اقلیم، کمبود شدید منابع آب برای آبیاری اراضی شالیزاری وجود دارد. از آنجا که استفاده از زه‌آب به عنوان یک منبع آب نامتعارف، اقتصادی و اجرایی می‌تواند بخشی از نیاز آبیاری گیاه برنج را تامین نماید، هدف از پژوهش حاضر ارزیابی وضعیت زه‌آب اراضی شالیزاری بخشی از واحد عمرانی F4 شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود و مقایسه آن با استانداردهای استفاده مجدد در آبیاری برنج در نظر گرفته شد. علاوه بر این تخلیه زه‌آب به منابع آبی می‌تواند با آلودگی و تخریب محیط‌زیست همراه باشد که در این پژوهش وضعیت کیفی زه‌آب برای تخلیه به تالاب انزلی بررسی شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در استان گیلان، شهرستان صومعه‌سرا در روستای نوده و نوپاشان (محدوده جغرافیایی ´۱۵ °۴۹ الی ´۱۷ °۴۹ طول شرقی و ´۲۵ °۳۷ الی ´۲۶ °۳۷ عرض شمالی) واقع شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

در شمال شرق منطقه مورد مطالعه و به فاصله شش کیلومتری از آن، تالاب انزلی واقع شده است. در این منطقه کشت غالب اراضی کشاورزی، برنج است و نشاء برنج در اردیبهشت ماه انجام می‌شود. کودهای مصرفی در این منطقه نیتروژنه (سفید) و فسفات (سیاه) می‌باشد که در اسفند ماه بعد از شخم زدن و همچنین در زمان نشاء، به زمین داده می‌شود. آب آبیاری این منطقه از رودخانه مرغک تامین می‌گردد. زه‌آب این اراضی به تالاب انزلی تخلیه می‌شود که احتمال بروز مشکلات زیست محیطی را ایجاد می‌نماید. طول زهکش مورد مطالعه ۲/۷۶ کیلومتر می‌باشد که به عنوان یکی از زهکش‌های اصلی ۱۲۰ هکتار از اراضی شالیزاری منطقه عمل می‌نماید. به منظور ارزیابی کیفیت زه‌آب، از زهکش در طول سه ماه اردیبهشت، خرداد و تیر در سال زراعی ۱۳۹۶ در نه مقطع نمونه‌برداری انجام گرفت که در شکل (۱) محل قرارگیری نقاط انتخابی در طول زهکش مشخص شده است. همچنین مختصات جغرافیایی این نقاط در جدول (۱) ارائه شده است. نقاط نمونه‌برداری در محل اتصال زهکش‌های فرعی به زهکش اصلی و نقاط ابتدا و انتهای بازه زهکش مورد مطالعه بود.

شکل ۱- زهکش اصلی مورد بررسی و نقاط نمونه‌برداری در مسیر زهکش در روستای نوده و نوپاشان

جدول ۱- مختصات جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری

شماره نقطه	طول جغرفیایی	عرض جغرافیایی
۱	۴۹° ۱۵′ ۳۷/۹۷″	۳۷° ۲۵′ ۵۱/۴۵″
۲	۴۹° ۱۵′ ۴۵/۵۳″	۳۷° ۲۵′ ۵۳/۵۱″
۳	۴۹° ۱۵′ ۵۳/۹۴″	۳۷° ۲۵′ ۵۵/۸۴″
۴	۴۹° ۱۶′ ۰۰/۷۲″	۳۷° ۲۵′ ۵۸/۲۱″
۵	۴۹° ۱۶′ ۱۸/۳۰″	۳۷° ۲۶′ ۰۲/۵۶″
۶	۴۹° ۱۶′ ۴۳/۷۹″	۳۷° ۲۶′ ۰۹/۵۹″
۷	۴۹° ۱۶′ ۵۷/۵۲″	۳۷° ۲۶′ ۱۲/۷۸″
۸	۴۹° ۱۷′ ۰۸/۶۱″	۳۷° ۲۶′ ۱۶/۵۳″
۹	۴۹° ۱۷′ ۱۴/۷۴″	۳۷° ۲۶′ ۱۸/۲۳″

پس از نمونه‌برداری، نمونه‌ها در شرایط استاندارد و در دمای چهار درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل و پارامترهای کیفی زه‌آب شامل BOD، DO، TDS، اسیدیته، ارتوفسفات، نیترات و آمونیوم اندازه‌گیری شد. پارامترهای فوق به ترتیب توسط دستگاه‌های BODمتر، DOمتر، هدایت‌سنج، pHسنج و کروماتوگرافی یونی اندازه‌گیری شدند (Standard Methods for the Examinition of Water and Wastwater, 2017). به منظور ارزیابی کیفیت زه‌آب برای استفاده مجدد در آبیاری اراضی شالیزاری، مقادیر اندازه‌گیری‌شده پارامترهای کیفی با استانداردهای آژانس حفاظت از محیط‌زیست (استاندارد ۱)، سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران (استاندارد ۲) و موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (استاندارد ۳) که در جدول (۲) آورده شده است مقایسه شد. بار آلودگی پارامترهای کیفی مورد بررسی ناشی از زهکش مورد نظر به تالاب انزلی، از حاصل‌ضرب غلظت پارامتر در آخرین نقطه زهکش (در محل تخلیه به تالاب انزلی) در مقدار دبی آن نقطه بر حسب تن در ماه محاسبه شد. برای اندازه‌گیری دبی بسته به اندازه مقاطع و حجم زه‌آب عبوری از پارشال‌فلوم و مولینه استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

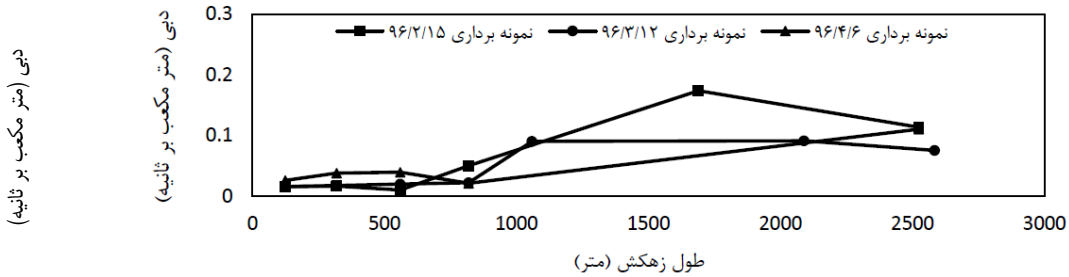
جدول ۲- استانداردهای کیفی پساب‌ها برای مصارف آبیاری و تخلیه به محیط‌زیست (ویژگی‌های پساب‌های صنعتی، استاندارد شماره ۲۴۳۹، ۱۳٦٤؛ استاندارد خروجی فاضلاب‌ها، ۱۳۷۷)

استانداردها / پارامترها (میلی‌گرم بر لیتر)	استاندارد ۱ برای مصارف آبیاری	استاندارد ۲ برای مصارف آبیاری	استاندارد ۲ برای تخلیه به آب‌های سطحی	استاندارد ۳ برای مصارف آبیاری	استاندارد ۳ برای تخلیه به آب‌های سطحی
نیترات	۳۰	–	۵۰	۱۳۰	۱۰
ارتوفسفات	۱۰	–	۶	–	۱
آمونیوم	–	–	۲/۵	–	–
اکسیژن محلول	–	۲	۲	–	۶
نیاز بیولوژیکی اکسیژن	۳۰	۱۰۰	۳۰	۱۰۰	۲۰
کل جامدات محلول	–	–	–	۱۵۰۰	–
اسیدیته	۶/۵-۸/۴	۶-۸/۵	۶/۵-۸/۵	۶-۸/۵	۶/۵-۸/۵

نتایج و بحث

تغییرات مکانی و زمانی پارامترهای کمی و کیفی در طول دوره نمونه‌برداری در زهکش مورد مطالعه در شهرستان صومعه‌سرا که به تالاب انزلی تخلیه می‌گردد، مورد ارزیابی قرار گرفت که در شکل‌های (۲) تا (۱۰) نشان داده شده است. روند تغییرات دبی در طول زهکش به‌دلیل ورود رواناب از کرت به زهکش و همچنین خروج زه‌آب از زهکش به کرت‌های دارای کمبود آب آبیاری دارای نوسان بود (شکل ۲). مقادیر نیترات در ماه اردیبهشت افزایش و به‌ترتیب در ماه‌های خرداد و تیر کاهش یافت. این امر به‌دلیل آن است که در ماه اردیبهشت، نشاء برنج انجام و کوددهی صورت گرفت و کود نیتروژنه (سفید) به اراضی داده شد و موجب افزایش میزان نیترات در زه‌آب اراضی گردید. همچنین مقادیر نیترات در طول زهکش در هر یک از نمونه‌برداری‌ها روند افزایشی داشت که به‌دلیل افزایش دبی زه‌آب اراضی (شکل ۲) در طول زهکش و افزایش نیترات ورودی از زه‌آب اراضی کشاورزی به زهکش مورد نظر بود. تغییرات نوسانی نیترات در برخی از نقاط زهکش در طول نمونه‌برداری می‌تواند به‌دلیل هم‌زمان نبودن استفاده از کود و متفاوت بودن مقادیر کود مصرفی توسط کشاورزان منطقه باشد (شکل ۳).

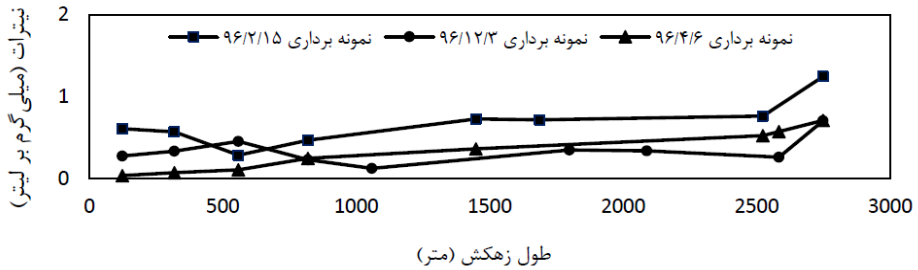
مقادیر ارتوفسفات در هر سه مرحله نمونه‌برداری در ابتدای طول زهکش (حدود ۵۰۰ متر) از ارتوفسفات آب آبیاری (شکل ۵) که از رودخانه مرغک تامین می‌شود، تبعیت کرد اما در ادامه زهکش در مرحله اول نمونه‌برداری با استفاده کود فسفات توسط کشاورزان و غیر هم‌زمانی کاربرد آن توسط کشاورزان روند صعودی داشت (شکل ۴). تغییرات آمونیوم در طول دوره نمونه‌برداری روند صعودی داشت که می‌تواند به دلیل کاهش جذب سطحی آمونیوم به خاک و افزایش فرسایش خاک و حرکت هم‌زمان آمونیوم با ذرات فرسایش یافته به سمت زهکش باشد. در طول زهکش با ترسیب ذرات فرسایش یافته و در نتیجه آمونیوم، به دلیل وجود پوشش‌های گیاهی بیش‌تر در انتهای زهکش، از مقادیر آمونیوم زه‌آب کاسته شد. شدت کاهش آمونیوم در طول زهکش همان‌طور که در شکل مشخص است در نمونه‌برداری دوم و سوم به دلیل رشد پوشش گیاهی و علف هرز در زهکش بیش‌تر بود. علاوه بر این پوشش گیاهی می‌تواند عامل جذب آمونیوم از زه‌آب و کاهش مقادیر آن در زه‌آب نیز باشد (شکل ۶).



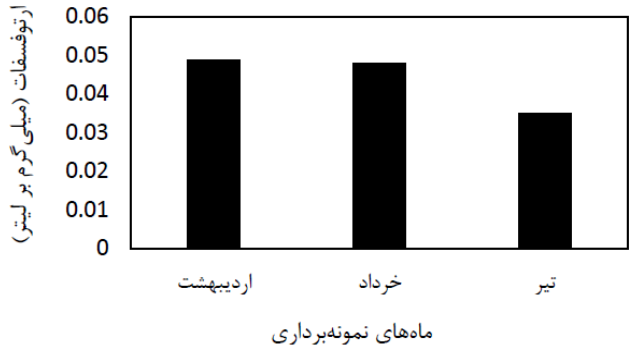
شکل ۲- مقادیر دبی اندازه‌گیری‌شده در زهکش اصلی در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری

www.SID.ir

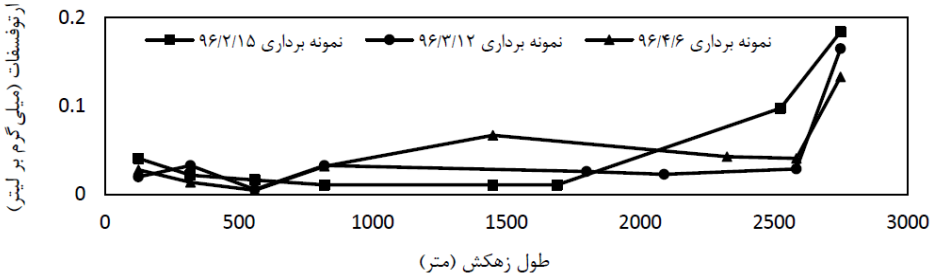
Archive of SID



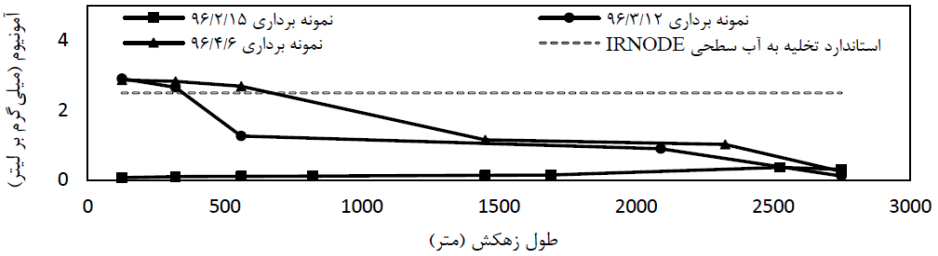
شکل ۳- مقادیر نیترات اندازه‌گیری‌شده در زهکش اصلی در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری



شکل ٤- مقادیر ارتوفسفات آب آبیاری (مقطع ورود آب از رودخانه مرغک به منطقه) در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری



شکل ٥- مقادیر ارتوفسفات اندازه‌گیری‌شده در زهکش اصلی در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری



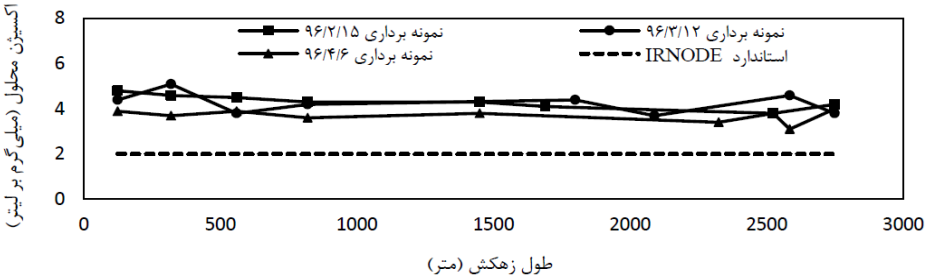
شکل ٦- مقادیر آمونیوم اندازه‌گیری‌شده در زهکش اصلی در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری (IRNODE استاندارد حفاظت از محیط زیست ایران)

تغییرات اکسیژن محلول در طی دوره نمونه‌برداری روند کاهشی داشت که این امر به‌دلیل گرم شدن هوا و افزایش درجه حرارت زه‌آب و به‌دنبال آن کاهش اکسیژن محلول در زه‌آب می‌باشد. همچنین میزان تغییرات این پارامتر در طول زهکش تقریبا ثابت بوده است که دلیل آن یکنواخت بودن دمای هوا در طول زهکش می‌باشد. علاوه بر این تلاطم و آشفتگی محسوسی در جریان در طول زهکش مشاهده نشد و به دلیل کوتاه بودن طول مسیر زهکش مورد بررسی تغییرات زیادی در افزایش اکسیژن حل شده در آب بر اثر تماس سطح آب با

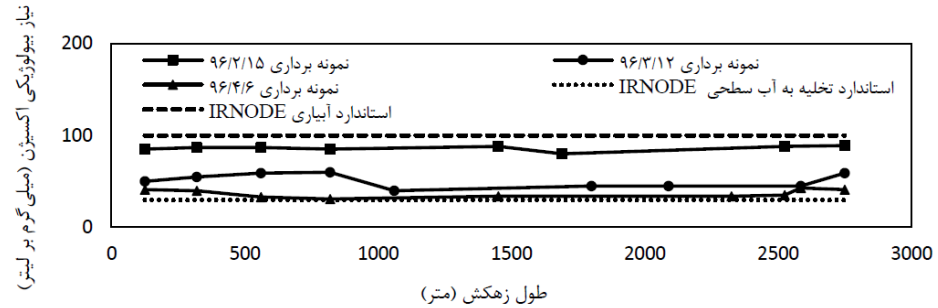
www.SID.ir

Archive of SID

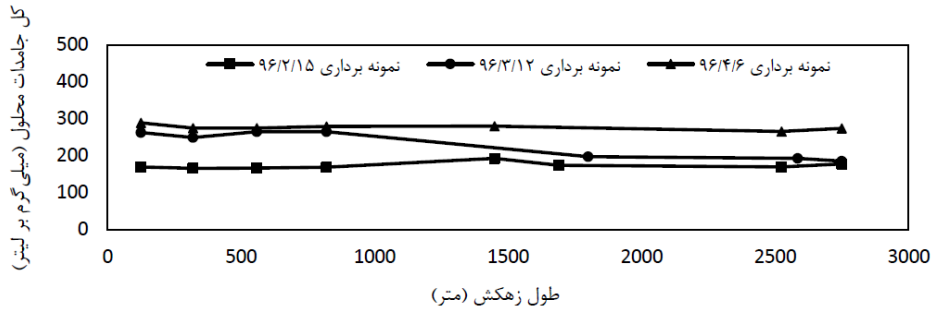
اتمسفر و یا کاهش اکسیژن حل شده بر اثر فعالیت بیولوژیکی مشاهده نشد (شکل۷). همانند پارامتر اکسیژن محلول، نیاز بیولوژیکی اکسیژن نیز به شدت تحت تاثیر دما و همچنین نور می‌باشد. همان‌طور که در شکل (۸) مشخص است روند تغییرات این پارامتر همانند اکسیژن محلول، در طی دوره نمونه‌برداری نزولی بود که به‌دلیل افزایش دمای هوا از ماه اردیبهشت تا تیر و کاهش اکسیژن محلول و به دنبال آن کاهش اکسیژن مورد نیاز برای فعالیت میکروارگانیزم‌ها بود. روند ثابت این پارامتر در هر نمونه‌برداری به‌دلیل عدم تخلیه فاضلاب کاربری‌های مختلف (مانند فاضلاب خانگی و آبزی‌پروری) در طول زهکش مورد بررسی است. دلیل کاهش مقدار این پارامتر از طول ۸۲۰ تا ۱۰۶۰ متر در مسیر زهکش در نمونه‌برداری دوم، وجود دو خروجی نسبتا زیاد قبل از مقطع مورد نظر بود. تغییرات پارامترکل جامدات محلول در طول دوره نمونه‌برداری به دلیل کاهش دبی طی ماه‌های اردیبهشت تا تیر، روند افزایشی داشت. همچنین تغییرات این پارامتر در نمونه‌برداری اول و سوم در طول زهکش روند تقریبا ثابتی را داشت که می‌تواند نشان از عدم ورود آلاینده جدید از اراضی به زهکش و بیش‌تر تغییر در نوع آنیون‌ها و کاتیون‌های ورودی به زهکش باشد. وجود نوسان مقادیر پارامترهای آمونیوم، نیترات و ارتوفسفات می‌تواند تاییدی بر این مسئله باشد. در نمونه‌برداری دوم دلیل کاهش مقدار این پارامتر از طول ۸۲۰ تا ۱۸۰۰ متر در مسیر زهکش، وجود دو خروجی نسبتا زیاد قبل از مقطع مورد نظر بود (شکل ۹).



شکل ۷- مقادیر اکسیژن محلول اندازه‌گیری‌شده در زهکش اصلی در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری (IRNODE استاندارد حفاظت از محیط زیست ایران)



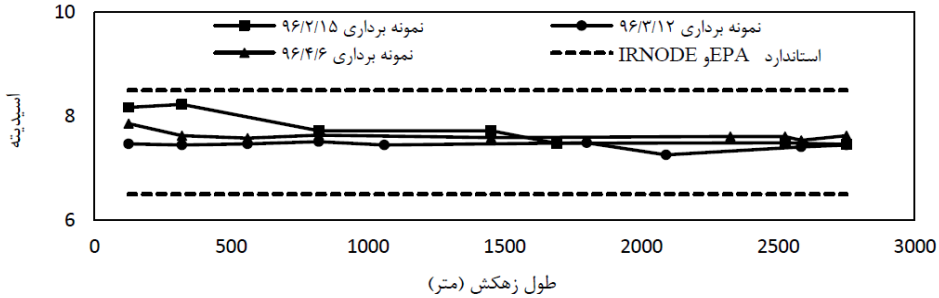
شکل ۸- مقادیر نیاز بیولوژیکی اکسیژن اندازه‌گیری‌شده در زهکش اصلی در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری (IRNODE استاندارد حفاظت از محیط زیست ایران)



شکل ۹- مقادیر کل جامدات محلول اندازه‌گیری‌شده در زهکش اصلی در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۰- مقادیر اسیدیته اندازه‌گیری‌شده در زهکش اصلی در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری (IRNODE استاندارد حفاظت از محیط زیست ایران)

تغییرات پارامتر اسیدیته در طول دوره نمونه‌برداری و در طول زهکش کم و تقریبا ثابت بود (شکل ۱۰). در مرحله نمونه‌برداری اول و دوم در ابتدای مسیر زهکش، اسیدیته زه‌آب متأثر از اسیدیته آب آبیاری به مقدار ۸ نزدیک بود اما با ورود رواناب اراضی شالیزاری در طول مسیر اسیدیته زه‌آب به مقدار اسیدی (pH حدود ۶) نزدیک‌تر شد.

بیش‌ترین غلظت نیترات، فسفات و نیاز بیولوژیکی اکسیژن به‌ترتیب ۱/۲۵، ۰/۱۸۴ و ۸۹ میلی‌گرم بر لیتر در ماه اردیبهشت و در مقطع نه زهکش و بیش‌ترین غلظت آمونیوم ۲/۹۱ میلی‌گرم بر لیتر در ماه اردیبهشت و در مقطع یک زهکش مشاهده شد که می‌تواند به‌دلیل استفاده از کودهای نیتروژنه و فسفات در ماه اردیبهشت و به دنبال آن افزایش مواد آلی موجود در زه‌آب باشد. همچنین کم‌ترین غلظت اکسیژن محلول ۳/۶ میلی‌گرم بر لیتر در ماه تیر و در مقطع چهار زهکش مشاهده شد که می‌تواند به‌دلیل افزایش دمای هوا و به‌دنبال آن کاهش میزان اکسیژن حل شده در زه‌آب باشد. بیش‌ترین غلظت پارامتر کل جامدات محلول ۲۸۹ میلی گرم بر لیتر در ماه تیر و در مقطع یک زهکش، بیش‌ترین مقدار پارامتر اسیدیته ۸/۲۳ در ماه اردیبهشت و در مقطع دو زهکش و کم‌ترین مقدار آن ۷/۲۶ در ماه خرداد و در مقطع هفت زهکش بود. مقایسه غلظت این پارامترها با استانداردهای ذکر شده موجود در جدول (۲) نشان می‌دهد که زه‌آب زهکش از نظر پارامترهای نیترات، ارتوفسفات، کل جامدات محلول و اسیدیته کم‌تر از حد مجاز استانداردهای ذکر شده و قابل استفاده مجدد در آبیاری و تخلیه به محیط‌زیست در تمام طول زهکش و دوره نمونه‌برداری بود. برای پارامتر آمونیوم در تمام استانداردهای ذکر شده مقدار حد مجازی اعلام نشده است و تنها استاندارد ارائه شده برای این پارامتر، استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست برای تخلیه به آب‌های سطحی است که بر اساس این استاندارد غلظت آمونیوم بیش‌تر از حد مجاز ارائه شده بود. بنابراین زه‌آب زهکش از نظر آمونیوم در ماه اردیبهشت در همه مقاطع، در ماه خرداد در همه مقاطع به‌جز مقطع یک و دو و در ماه تیر در همه مقاطع به‌جز مقطع یک و سه قابل استفاده برای مصارف آبیاری و تخلیه به آب‌های سطحی می‌باشد. غلظت اکسیژن محلول بر اساس استاندارد سازمان حفاظت از محیط‌زیست ایران بیش‌تر از حد مجاز بود بنابراین زه‌آب زهکش در ماه‌های اردیبهشت تا تیر در همه مقاطع از نظر اکسیژن محلول قابل استفاده برای مصارف آبیاری و تخلیه به آب‌های سطحی می‌باشد ولی بر اساس استانداردهای موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران غلظت آن کم‌تر از حد مجاز بود. بنابراین زه‌آب زهکش در ماه‌های اردیبهشت تا تیر در هیچ یک از مقاطع از نظر اکسیژن محلول قابل استفاده برای مصارف آبیاری و تخلیه به آب‌های سطحی نمی‌باشد. مقدار نیاز بیولوژیکی اکسیژن براساس استانداردهای سازمان حفاظت از محیط‌زیست ایران و موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران برای مصارف آبیاری کم‌تر از حد مجاز بود. بنابراین زه‌آب زهکش در ماه های اردیبهشت تا تیر در همه مقاطع از نظر نیاز بیولوژیکی اکسیژن قابل استفاده مجدد در آبیاری می‌باشد و بر اساس استانداردهای آژانس حفاظت از محیط‌زیست برای مصارف آبیاری، سازمان حفاظت از محیط‌زیست ایران و موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران برای تخلیه به آب‌های سطحی، زه‌آب زهکش در ماه‌های اردیبهشت تا تیر در هیچ یک از مقاطع از نظر این پارامتر قابل استفاده برای مصارف آبیاری و تخلیه به آب های سطحی نمی‌باشد. ناجی و سالم بیش‌ترین غلظت پارامترهای اکسیژن محلول، نیاز بیولوژیکی اکسیژن و کل جامدات محلول را به ترتیب ۷/۹۹، ۹۳ و ۷۱۶۷ میلی‌گرم بر لیتر گزارش کردند که فراتر از حد مجاز استاندارد محلی آن‌ها (به‌ترتیب ۵، ۶ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بود (Nagy and Salem, 2003). آلام و نجم بیش‌ترین غلظت پارامترهای نیترات، فسفر کل، آمونیوم، نیاز بیولوژیکی اکسیژن و اسیدیته را به ترتیب ۴/۶، ۱/۰۳، ۱/۳۰، ۳۶، ۷/۷۸ گزارش کردند که به غیر از نیترات سایر پارامترها از مقدار مجاز استاندارد محلی آن‌ها (به‌ترتیب ۱۰، ۱، ۰/۵، ۱۰و ۷) بیش‌تر بود (Allam and Negm, 2013). همچنین محمدپور (۱۳۹۱) برای پارامترهای نیترات و فسفات، بیش‌ترین غلظت را به‌ترتیب ۶۶/۳ و ۴ میلی‌گرم بر لیتر اعلام کرد که نیترات بیش‌تر و

www.SID.ir

Archive of SID

فسفات کم‌تر از حد مجاز استاندارد زیست‌محیطی (به‌ترتیب ۵۰ و ۶ میلی‌گرم بر لیتر) بودند.

بار آلودگی پارامترهای کیفی مورد بررسی ناشی از زهکش مورد مطالعه که به تالاب انزلی وارد می‌شود، در ماه‌های نمونه‌برداری محاسبه شد. جدول (۳) مقادیر بار آلودگی پارامترها را بر حسب تن در ماه نشان می‌دهد. بیش‌ترین مقدار بار آلودگی پارامترهای نیترات، فسفات، آمونیوم و نیاز بیولوژیکی اکسیژن در ماه اردیبهشت و پارامتر کل جامدات محلول در ماه تیر بود. در ماه اردیبهشت به دلیل استفاده از کود در هنگام نشاء برنج و بیش‌تر بودن دبی زهکش، میزان بار آلودگی پارامترها بیش‌تر و در ماه خرداد به دلیل افزایش جذب آنیون‌ها و کاتیون‌ها توسط گیاه که در مرحله رشد می‌باشد و نیاز آبی بیش‌تر گیاهان و کاهش خروج رواناب از اراضی و در نتیجه کاهش دبی زهکش، میزان بار آلودگی پارامترها کم‌تر بود. همچنین در ماه تیر با کمی افزایش در دبی زهکش و همچنین افزایش تعداد کل جامدات محلول، بار آلودگی پارامتر کل جامدات محلول بیش‌تر بود. کلباسی و موسوی (۱۳۷۹) میزان بار آلودگی شوری زه‌آب زهکش‌های مهم تخلیه شونده به زاینده رود را ۱۱۲۲۲۳۷ تن در سال و محمدپور (۱۳۹۱) میزان بار آلودگی نیترات و فسفات حاصل از زه‌آب کشاورزی به رودخانه پسیخان را به‌ترتیب ۱۶ و ۱/۶۶ کیلوگرم بر هکتار محاسبه نمودند.

جدول ۳- میزان بار آلودگی زهکش مورد مطالعه (تن در ماه)

ماه / پارامتر	اردیبهشت	خرداد	تیر
نیترات	۰/۲۳۳	۰/۰۵۳	۰/۱۰۸
ارتوفسفات	۰/۰۳۰	۰/۰۰۶	۰/۰۱۲
آمونیوم	۰/۱۱۱	۰/۰۲۴	۰/۰۷۳
نیترژون (مجموع آمونیوم و نیترات)	۰/۱۵۶	۰/۰۳۴	۰/۰۹۳
نیاز بیولوژیکی اکسیژن	۲۶/۸۷	۹/۱۶	۱۰/۴۱
کل جامدات محلول	۵۱/۸۵	۳۹/۲۳	۷۹/۰۸

نتیجه‌گیری

بررسی زه‌آب زهکش مورد نظر برای استفاده مجدد در آبیاری و تخلیه به آب‌های سطحی با مقایسه پارامترهای کیفی زه‌آب با استانداردهای ذکر شده نشان داد که زه‌آب زهکش مورد مطالعه از نظر پارامترهای نیترات، ارتوفسفات، اسیدیته و کل جامدات محلول بر اساس تمام استانداردها، در تمام طول زهکش و دوره نمونه‌برداری در محدود مجاز و قابل استفاده برای آبیاری و تخلیه به آب‌های سطحی بود. ولی از نظر پارامترهای اکسیژن محلول، نیاز بیولوژیکی اکسیژن و آمونیوم در برخی از استانداردها فراتر از حد مجاز و غیرقابل استفاده در آبیاری و تخلیه به آب‌های سطحی بود. با توجه به برآورد بار آلودگی زه‌آب ورودی زهکش مورد مطالعه به تالاب انزلی مشخص شد که بیش‌ترین بار آلودگی در طول دوره نمونه‌برداری در ماه اردیبهشت بود و مدیریت کود به صورت تقسیط در سه مرحله، طراحی اصولی آبیاری کرتی (ابعاد و شیب کرت) و کنترل و کاهش فرسایش خاک و خروج خاک از شالیزار می‌تواند در کاهش تبعات منفی تخلیه زه‌آب اراضی شالیزاری به منابع آب پذیرنده کمک شایانی باشد.

منابع

احمدوند، م و معاضد، ه. ۱۳۸۷. ارزیابی کیفی زه آب کشت و صنعت دعبل خزاعی برای استفاده مجدد در کشاورزی. سومین کنفرانس مدیریت منابع آب. مهرماه، انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران، دانشگاه تبریز.

حسن اقلی، ع.ر. ۱۳۸۵. مدیریت زه‌آبهای حاصل از سامانه‌های زهکشی و کاربرد مجدد آن در کشاورزی. چهارمین کارگاه فنی زهکشی. آبان ماه. کمیته ملی آبیاری و زهکشی، تهران.

حق دوست، ر و سلیمانی، م. ۱۳۹۳. ارزیابی پساب خروجی زهکش‌ها و تاثیر آن بر کیفیت آب تالاب شادگان با تاکید بر میزان قلیائیت، کدورت و کل جامدات محلول (مطالعه موردی شرکت کشت و صنعت حکیم فارابی). فصلنامه علمی و تخصصی مهندسی آب. ۲. ۲: ۱۵۰-۱۴۳.

حق دوست، ر و سلیمانی، م. ۱۳۹۴. ارزیابی پساب خروجی زهکش‌ها و تاثیر آن بر کیفیت آب تالاب شادگان با تاکید بر میزان اکسیژن محلول و هدایت الکتریکی (مطالعه موردی شرکت کشت و صنعت حکیم فارابی). فصلنامه علمی و تخصصی مهندسی آب. ۴. ۱: ۷-۱.

حق دوست، ر و سلیمانی، م. ۱۳۹۴. ارزیابی پساب خروجی زهکش‌ها و تاثیر آن بر کیفیت آب تالاب شادگان با تاکید بر میزان اکسیژن مورد نیاز شیمیایی و اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی پنج روزه

www.SID.ir

Archive of SID

(مطالعه موردی شرکت کشت و صنعت حکیم فارابی). فصلنامه علمی و تخصصی مهندسی آب. ۴. ۲: ۸-۱.

حق دوست، ر و سلیمانی، م. ۱۳۹۴. ارزیابی پساب خروجی زهکش‌ها و تاثیر آن بر کیفیت آب تالاب شادگان با تاکید بر میزان نیترات، آمونیوم و کل باکتری‌های کلیفرم (مطالعه موردی شرکت کشت و صنعت حکیم فارابی). فصلنامه علمی و تخصصی مهندسی آب. ۳. ۲: ۱۳۸-۱۳۱.

کلباسی، م و موسوی، ف. ۱۳۷۹. تغییرات کیفیت زه آب زهکش های مهم تخلیه شونده به زاینده رود و اثر آنها بر این رودخانه در یک دوره یکساله. نشریه علوم آب و خاک. ۴. ۳: ۲۷-۱۳.

محمدپور، ز. ۱۳۹۱. مدل‌سازی انتقال نیترات و فسفر حاصل از زه‌آب‌های کشاورزی در رودخانه پسیخان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. دانشکده علوم کشاورزی. دانشگاه گیلان.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۶۴. استاندارد شماره ۲۴۳۹. ویژگی‌های پساب‌های صنعتی.

دفتر آموزش سازمان حفاظت محیط زیست ایران. ۱۳۷۷. نشریه استاندارد خروجی فاضلاب‌ها.

Allam, A.E and Negm, A.M. 2013. Agricultural drainage water quality analysis and its suitability for direct reuse in irrigation case study: Kafr El-Sheikh governorate, Egypt. Seventeenth International Water Technology Conference. Istanbul. 5-7.

Allam, A., Fleifle, A., Tawfik, A., Yoshimura, C and El-Saadi, A. 2015. A simulation-based suitability index of the quality and quantity of agricultural drainage water for reuse in irrigation. Journal of Science of the Total Environment. 536: 79-90.

El-Ganzori, A., Gawad, T.A., El-Sayed, A and Hashim, A. 2000. Assessment of the drainage water reuse in the irrigation improvement areas, Kafr El-Sheikh governorate of Egypt. Journal of ICEHM2000: 333-344.

Us Environment Protection Agency (EPA). 1977. Process design manual for land treatment of manicipal wastewater. Report 625/1-77-008. Circinnatei. Ohio.

Fleifle, A.E., Saavedra, V.O.C., Nagy, H.M., Elfetiany, F.A., Tawfik, A and Elzeir, M. 2013. Simulation-optimization model for intermediate reuse of agriculture drainage water in Egypt. Journal of Environmental Engineering. 139.3: 391-401.

Nagy, H.M and Salem, A.S. 2003. Evaluation of drainage water quality for reuse. A case study of Umoum drain in Egypt. Journal of Lowland Technology International. 5.2: 27-38.

Rice, E.W., Baird R.B and Eaton A.D. 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association. American Water Works Association. Water Environment Federation.

www.SID.ir

A Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 13, Oct.-Nov. 2019, p. 909-918

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۳، مهر - آبان ۱۳۹۸، ص. ۹۱۸-۹۰۹

Assessment of Agricultural Drainage Water for Safe Reuse in Irrigation Purposes and Discharge to Environment (Case study: unit F4 of Sefiedrod Irrigation and Drainage Network)

M. Hasanpour Nodehi[1], M. Navabian[2*] and M. Esmaeili Varaki[3]
Recived: Dec.03, 2019 Accepted: Jan.26, 2019

Abstract

Reducing fresh water resources and the quality of water in the agricultural has led to importance of the finding new sources of water for irrigation. In this regard, the use of non-conventional waters is one of the options. Using of drainage water as a non-conventional water source is one of the solutions to solve the water deficiency problem in agriculture. The present study was carried out to evaluate and simulate the quality of the drainage water of the rice fields in the city of Soumatserra, located in the F4 unit of Sefidrud Irrigation and Drainage Network for reuse in irrigation and evacuated to the environment. To investigate the quality of drainage water for discharge to surface water resources and reuse in irrigation, were measured concentration of nitrate, orthophosphate, ammonium, biological oxygen demand, dissolved oxygen, total dissolved solids and acidity in nine points of drainage canal from May-July 2017 and compared with the standards of the Environmental Protection Agency, the Environmental Protection Agency of Iran, Institute of Standards and Industrial Research of Iran. The highest concentration of nitrate, orthophosphate, ammonium, and biological oxygen demand were 1.25, 0.184, 2.91 and 89 mg/ l in May and the lowest concentration of dissolved oxygen and the highest concentration of total dissolved solids were 3.6 and 289 mg/l, in July. Also, the highest and lowest value of pH was 8.23 in May and 7.26 in June. Drainage water in terms of nitrate, orthophosphate, total dissolved solids and acidity, according to the mentioned standards was allowed in reuse in irrigation and discharge to surface water resources. But in terms of dissolved oxygen, biological oxygen demand and ammonium was diagnosed over the limit for reuse in irrigation and discharge to surface water resources. According to estimation of the pollution load of the drain to the Anzali wetland, it was found that the highest amount of pollution during the sampling period was occurred in May.

Key words: Ammonium, Acidity, DO, Nitrate, Orthophosphate

1- M. Sc. Student of Water Engineering. Department., Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan
2- Associated Prof. of Water Engineering. Department., Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan and Dep. of Water Eng. and Environment, Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran
3- Associated Prof. of Water Engineering. Department., Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan and Dep. of Water Eng. and Environment, Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran
(* - Corresponding Author Email: Navabian@guilan.ac.ir)

www.SID.ir