مقاله پژوهشی

شاپا چاپی: ۲۲۵۱-۷۴۸۰
شاپا الکترونیکی: ۲۲۵۰-۷۴۰۰

نشریه حفاظت منابع آب و خاک

آدرس تارنما:
https://wsrcj.srbiau.ac.ir

پست الکترونیک:
iauwsrcj@srbiau.ac.ir
iauwsrcj@gmail.com

سال دوازدهم
شماره سه (۴۷)
بهار ۱۴۰۲

تاریخ دریافت:
۱۴۰۱/۰۵/۰۹

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۱/۰۷/۱۴

صفحات: ۱۳-۱

ارزیابی کارایی فیلترهای زیستی مختلف در تصفیه زهاب کشاورزی

علی کیانپور[۱]، بهمن یارقلی[۲]*، احمد شرافتی[۳] و کرامت اخوان گیگلو[۴]

۱) دانشجوی دکتری رشته مهندسی عمران (گرایش مهندسی محیطزیست) واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲) استادیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، البرز، ایران.
۳) استادیار گروه مدیریت ساخت و آب، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی. تهران، ایران.
۴) استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران.
* ایمیل نویسنده مسئول: yar_bahman@yahoo.com

چکیده:

زمینه و هدف: با توجه به مصارف بالای آب در کشاورزی، سالانه حجم قابل‌توجهی زهاب تولید می‌شود. در حال حاضر حجم قابل‌توجهی از زهاب (فقط بالغ بر سه میلیارد متر مکعب در خوزستان) بدون استفاده سودمند وارد محیط شده و آلودگی منابع آب و خاک را در پی دارد. با توجه به بحران آب در کشور، حفاظت کیفی از منابع آب و استفاده از منابع آب نامتعارف، به‌ویژه مدیریت کیفی زهاب و استفاده از آنها در کشاورزی و محیط زیست به‌عنوان امری ضروری مطرح می‌باشد.

مواد و روش: این تحقیق در استان خوزستان و در بهار و تابستان سال ۱۳۹۹ با استفاده از زهاب کشت و صنعت میرزا کوچک خان و امیرکبیر انجام شد. این تحقیق برای ارزیابی کارایی فیلترهای زیستی با جنس بسترهای مختلف برای تصفیه زهاب‌های کشاورزی خوزستان با هدف کاهش آلودگی منابع پذیرنده و همچنین استفاده مجدد در کشاورزی اجرا گردید. در این تحقیق تأثیر چهار جنس مختلف فیلتر زیستی شامل خاکاره، ساقه پنبه، کاه و کلش گندم و پوسته برنج به‌عنوان عامل اصلی و سه زمان مانده ۲، ۵ و ۱۰ روز به‌عنوان عامل فرعی موردبررسی قرار گرفت. فاکتورهای کیفی مورد پایش شامل pH، کدورت، EC (به‌عنوان شاخص شوری)، ازت کل، فسفر کل و BOD بود.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین تیمارهای مختلف از نظر پارامترهای موردمطالعه، به غیر از pH، برای باقی فاکتورها در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بر اساس نتایج حاصله، بیشترین میانگین پالایش فاکتورهای کیفی مورد تحقیق بر اساس جنس فیلتر برای کدورت معادل ۳۷/۸۷ درصد و مربوط به تیمار ساقه پنبه است. برای EC، ازت کل، فسفر کل و BOD به ترتیب معادل ۴۹/۹۶۰/۲۳، ۴۶/۵۰ و ۵۹/۹۷ درصد و مربوط به تیمار خاکاره می‌باشد. بر اساس نتایج حاصل میانگین بیشترین درصد کاهش آلودگی برای فاکتورهای موردبررسی مربوط به زمان‌ماند ۱۰ روزه بوده که برای کدورت، EC، ازت کل، فسفر کل و BOD به ترتیب معادل ۵۶/۷۹، ۱۲/۹۷، ۶۶/۵۱، ۵۳/۴۹ و ۸۰/۲۰ درصد می‌باشد.

نتیجه‌گیری: توجه به نتایج حاکی از عملکرد نسبتاً بهتر تیمار خاکاره در مقایسه با سایر تیمارها می‌باشد. این موضوع با توجه به وجود و فراوانی این ماده در سطح کشور از نظر امکان استفاده از آن حائز اهمیت می‌باشد. توجه به اثر زمان‌ماند هیدرولیکی، نسبت مستقیم راندمان با زمان‌ماند را نشان می‌دهد. ولی افزایش راندمان از زمان‌ماند ۲ روز تا ۵ روز (سه روز) معنی‌دارتر از افزایش زمان‌ماند از ۵ روز به ۱۰ روز (۵ روز افزایش) می‌باشد؛ که این موضوع با توجه به غلظت آلاینده‌های موجود در زهاب، می‌تواند به‌عنوان عامل مهمی در انتخاب زمان‌ماند محسوب شود. بر این اساس، برای فاکتورهای موردبررسی فیلتر خاکاره و زمان‌ماند ۵ روزه به‌واسطه عملکرد مناسب و اقتصادی‌تر بودن از نظر حجم و ابعاد سیستم توصیه می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: ازت کل، پوسته برنج، راندمان حذف، زمان‌ماند، زهاب کشاورزی

[۱] برگرفته از رساله دکتری

10.30495/WSRCJ.2022.68807.11318

مقدمه

مدیریت ضعیف منابع آب به‌عنوان یکی از علل مهم اتلاف آب شناخته شده است و مسائل مربوط به کمبود آب را تشدید می‌کند (Liu et al., 2021). برآوردهای اخیر نشان می‌دهد که کسری آب جهانی تا سال ۲۰۳۰ به ٤٠ درصد می‌رسد که ممکن است بیش از نیمی از جمعیت جهان را دچار کمبود آب کند (Sinha et al., 2020). با توجه به اینکه بخش کشاورزی مصرف‌کننده اصلی منابع آب در جهان می‌باشد، و بخش مهمی از این آب مصرفی به‌صورت زهاب دفع می‌گردد، حجم زیاد زهاب‌های کشاورزی غنی از عناصر مغذی بوده و دارای بقایای سموم و آفت‌کش‌های مختلف و در مواردی فلزات سنگین نیز می‌باشد. با دفع در منابع آب سطحی موجب آلودگی این منابع و تشدید محدودیت کیفی و به‌تبع آن محدودیت برای مصارف مختلف می‌گردند (Yargholi et al., 2022 b). بررسی‌ها نشان می‌دهد که فقط استان خوزستان در وضع موجود پتانسیل تولید ٤ میلیارد مترمکعب زهاب کشاورزی دارد که از این میزان بالغبر ۲ میلیارد مترمکعب توسط شبکه‌های آبیاری و زهکشی جمع‌آوری و متأسفانه اغلب بدون هیچ‌گونه استفاده سودمندی با دفع غیراصولی، موجب اثرات منفی در منابع آب پذیرنده می‌گردد (Yargholi et al., 2022 a). با تصفیه و بهبود کیفی این منابع علاوه بر پیشگیری از آلودگی منابع آب محدود استان، پتانسیل قابل‌توجهی آب برای کمک به رفع بحران آب در سطح استان حاصل خواهد شد. با توجه به حجم قابل‌توجه این منابع و همچنین وضعیت کیفی زهاب‌ها، تصفیه آن‌ها با روش‌های متعارف تصفیه فاضلاب‌ها (مانند لجن فعال، برکه‌های تثبیت، صافی‌های چکنده و...) امکان‌پذیر نبوده و بعضاً مستلزم صرف هزینه بسیار زیاد و عدم اخذ راندمان مناسب می‌باشد. سیستم‌های طبیعی و سازگار با محیط‌زیست مانند فیلترهای زیستی و نیزارهای طبیعی از راندمان مناسبی در تصفیه زهاب برخوردار بوده و بخصوص در حذف عناصر مغذی، سموم کشاورزی و فلزات سنگین می‌توانند بسیار مؤثر باشند (Akhavan et al., 2016). بیوفیلترها یا فیلترهای زیستی رآکتورهایی با بستر پرشده می‌باشند که عملکرد آن‌ها بر پایه توان بیولوژیکی میکروارگانیسم‌ها استوار است. در این روش علاوه بر جذب فیزیکی و شیمیایی آلاینده بر روی بستر فیلتر، میکروارگانیسم‌های مسئول پالایش و تجزیه‌کننده به‌صورت بیوفیلم بر روی بستر فیلتر مستقر می‌شوند و عمل تصفیه را با استفاده از فرآیندهای بیولوژیکی انجام می‌دهند. همچنین می‌توان از این روش‌ها در پالایش و تصفیه پساب آبزی‌پروری و زهاب‌های کشاورزی استفاده نمود. به‌طورکلی کلی بستر این سیستم‌ها از نظر جنس به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند. بسترهای با جنس مواد آلی مانند چوب، زغال‌سنگ، کک، کمپوست کاه و کلش و مواد غیر آلی که مانند شن، مواد پلاستیکی و شیشه است (Hashemi et al., 2011). تا کنون تحقیقات مختلفی در جهت کاهش و یا حذف آلاینده‌های مختلف از زهاب کشاورزی انجام شده است که از جمله این تحقیقات می‌توان به تحقیق انصاری و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی اثر کاربرد کاه جو به عنوان فیلتر آلی برای کاهش نیترات آب زهکشی پرداختند. در این تحقیق کاه جو به دو صورت مخلوط کامل و لایه-بندی، هر یک در سه سطح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی با خاک رس شنی ترکیب و کیفیت آب ورودی و خروجی به تیمارها در طول زمان ارزیابی شد. بر اساس نتایج میزان اختلاط بهینه کاه جو با خاک برای تیمارهای لایه‌بندی و مخلوط کامل به‌ترتیب برابر ۲۰ و ۳۰ درصد با کارایی حذف نیترات حدود ۸۱ و ۷۷ درصد بود. همچنین تغییرات غلظت آمونیوم آب در طول زمان نزولی و روند تغییر اسیدیته و شوری تابع میزان آنها در ورودی بود (Ansari et al., 2016). اخوان و همکاران (۱۳۹٦) به ارزیابی قابلیت فیلترهای زیستی برای تصفیه زهاب کشاورزی شبکه آبیاری زهکشی مغان پرداختند. نتایج نشان داد که که بین تیمارهای مختلف از نظر پارامترهای مورد مطالعه، به غیر از نیترات، اختلاف آماری معنیداری وجود ندارد. فیلتر زیستی کاه و کلش گندم باعث کاهش

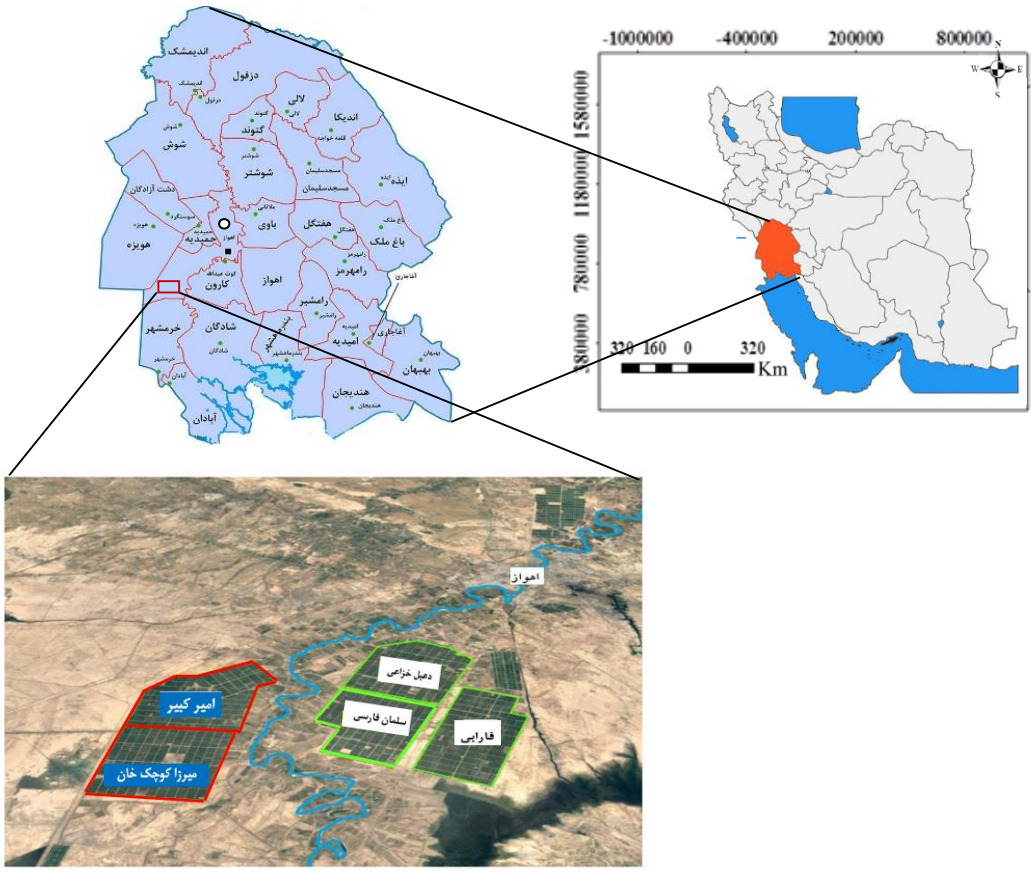
پارامترهای مورد بررسی شده است، ایرن فیلتر بیشترین تاثیر را در کاهش پارامتر نیترات داشته است. تاثیر این فیلتر در کاهش پارامتر های EC، pH، TDS، نیترات و سولفات معنی‌دار ودر کاهش پارامترهای فسفات، کلسیم و منیزیم و سدیم غیرمعنی دار است. فیلترهای خاکاره چوب و ساقه‌ی پنبه به‌ترتیب با جذب ٦٢/٢٣ و ٦٠/١٢ درصد نیترات و ٢٠ و ٢٠/٧ درصد فسفات نسبت به فیلترهای کاه و کلش گندم، سبوس برنج برتری دارند (Akhavan et al., 2016). در تحقیق صورت گرفته در دانشگاه واترلو که بر روی کارایی فیلتر با جنس خاکاره در حذف فسفر معلق (غیر محلول) در زهاب‌های کشاورزی حاصل از سیستم زهکشی سطحی صورت گرفت؛ مشاهده گردید که خاکاره به دلیل تخلخل و نفوذپذیری بالا و نیز زبری سطح و نیز ساختار صفحه مانند ذرات از کارایی مناسبی در فیلتراسیون فیزیکی ذرات فسفر برخوردار است (Choudhury, 2017). شاه‌نظری و جعفری تلوکلایی (٢٠١٨) به ارزیابی امکان تصفیه زهاب کشاورزی با استفاده از فیلترهای زیستی در محدوده شبکه آبیاری زهکشی سپیدرود پرداختند. نتایج نشان داد که هر چهار فیلتر زیستی میزان pH آب را کاهش دادند. فیلتر زیستی زغال چوب، باعث کاهش نیترات شد. همچنین فیلتر زیستی خاکاره مقادیر نیترات، سدیم و EC را کاهش داد؛ اما فیلترهای زیستی تفاله چای و سبوس برنج باعث افزایش منیزیم و سدیم شدند (Shahnazari and Jafari Teloklaei, 2018). در تحقیقی که با موضوع تصفیه آب کشاورزی آلوده به فاضلاب در بغداد با استفاده از فیلتر زیستی ترکیبی سه لایه‌ای (زغال، شن درشت – تبادل یونی مخلوط) صورت گرفت، راندمانی بالغبر ٦٠ درصد در کاهش BOD و COD و بالغبر ٨٠ درصد در کاهش TDS و آنیون‌ها و کاتیون‌ها (Na, Mg, Ca, Cl, So_4) حاصل گردید. از معایب این سیستم پرهزینه بودن و نیاز به احیاء یا جایگزینی مستمر کربن (زغال) و رزین می‌باشد (Lazim and Khaleefa Ali., 2020). در تحقیق که به‌منظور ارزیابی عملکرد سیستم ترکیبی فیلتر چندلایه با نیزار مصنوعی برای پالایش آب‌های خاکستری صورت گرفته، عملکرد مناسبی در کاهش BOD و COD مشاهده گردید. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بالغبر ٦٠ درصد از کارایی سیستم مربوط به بخش نیزار مصنوعی می‌باشد (Wulandari et al.,2019). طی تحقیقی بر روی کارایی فرآیندهای ترکیبی از میکروفیلتراسیون و تبادل کننده یونی در تصفیه فاضلاب کارخانه لبنیات که دارای فاضلابی شور و دارای مواد آلی بالایی بود، حذف مواد آلی تا حد ٩٥ درصد و کاهش شوری تا حد ٨٣ درصد حاصل گردید (Woskowicz et al., 2019). همچنین در تحقیق دیگری که بر روی وتلند با جریان زیرسطحی پرشده با بستری از جنس خاکاره در تصفیه زهاب کشاورزی صورت گرفت، مشاهده گردید که کارایی این سیستم در حذف ازت کل به‌طور متوسط معادل ٥٣ درصد می‌باشد. در این تحقیق نشان داده شد که کارایی سیستم تابعی از دمای زهاب و همچنین زمان‌ماند در سیستم می‌باشد (Carl Christian Hoffmann et al., 2019). با توجه به اینکه پژوهش حاضر با هدف ارزیابی کارایی فیلترهای زیستی با جنس بستر مختلف در تصفیه زهاب‌های کشاورزی استان خوزستان اجرا گردیده است. نتایج کاربردی این طرح ابتدا برای شبکه‌های آبیاری زهکشی استان خوزستان و سپس سایر شبکه‌های آبیاری زهکشی کشور برای جلوگیری از هدر رفت حجم قابل‌توجهی از منابع آب کشاورزی خواهد بود؛ بنابراین انجام تحقیقات کاربردی در خصوص کارایی فیلترهای زیستی در مقیاس بزرگ و واقعی در پالایش آلاینده های ناشی از زهاب های کشاورزی، بویژه بقایای کودهای شیمیایی (عناصر مغذی) از زهاب‌ها و همچنین مهندسی کردن طراحی و بهره‌برداری از آن می‌تواند به‌عنوان دستاوردی مهم در تصفیه زهاب‌های استان خوزستان و سایر نقاط کشور مورد استفاده و بهره‌برداری قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل اجرای طرح

پژوهش حاضر در استان خوزستان و با استفاده از زهاب خروجی کشت و صنعت میرزا کوچک خان و امیرکبیر انجام شده است (شکل ۱). کشت و صنعت میرزا کوچک‌خان و امیرکبیر یکی از هفت شرکت توسعه کشت نیشکر و صنایع جانبی در منطقه جنوب استان خوزستان می‌باشد. مزارع نیشکر شرکت‌های کشت و صنعت نیشکر میرزا کوچک خان و امیرکبیر دارای حداکثر حجم زهاب تولیدی به میزان ۲۵ مترمکعب بر ثانیه هستند که به تالاب ناصری دفع می‌شود. منبع آب مورداستفاده در مزارع نیشکر رودخانه کارون است. این زهاب از نظر شوری در محدوده ٦ دسی زیمنس بر متر بوده ولی دارای محدودیت ناشی از بقایای سموم و کودهای شیمیایی و همچنین فلزات سنگین است (یارقلی و همکاران، ۱٤۰۱). دبی زهاب تولیدی این دو کشت و صنعت معادل ۲۵ مترمکعب بر ثانیه است. این زهاب به با دارا بودن محدودیت کیفی در حال حاضر بر منابع آب سطحی دفع شده و موجبات آلودگی و مغذی شدن این منابع می‌گردد.

پایلوت اجرای پروژه در سایتی به ابعاد ٦۰ در ۱۲ مترمربع متشکل از ٤ استخر (تیمار جنس بستر) به ابعاد ۱×۱/۵×۱۰ متر به‌صورت موازی هم ساخته شد. هر یک از استخرها با استفاده از پوشش ژئوممبران عایق‌بندی شدند. با توجه به سوابق تحقیق و فراوانی مواد در منطقه تیمارهای جنس بستر شامل ۱- کاه و کلش گندم ۲- خاکاره ۳- پوسته برنج ٤- ساقه پنبه (شکل ۲) بود که در هر یک از استخرها پر گردید. ویژگی‌های فیزیکی فیلترهای مورد بررسی در جدول (۱) ارائه شده است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی کشت و صنعت میرزا کوچک خان و امیر کبیر

جدول ۱. برخی خصوصیات فیلترهای مورد استفاده در تحقیق

فیلتر زیستی	هدایت هیدرولیکی (m/day)	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	جرم مخصوص حقیقی (gr/cm^3)	جرم حجمی (kg/m^3)	تخلخل (٪)	تراکم در داخل استخر* (٪)
کاه و کلش گندم	۷۲۰	۰/۰۷۱	۰/۰۹۳	۷۱/۲	٦٨	۵۰
پوسته برنج	۵۵۰	۰/۱۱	۰/۱۷	۱۰۹	۷۸	۵۰
ساقه پنبه	۹٦۰	۰/۲٤	۰/٦۲	۲۷۳	٦۳	۳۰
خاک اره چوب	٦۱۰	۰/۰۵۳	۰/۱۲	۵۵	٦۹	۳۰

ساخت سیستم تصفیه زهاب (بیوفیلترها)

حدود ۸۰ درصد حجم فضای استخرها با فیلتر پر گردید. یک لایه نفوذپذیر از شن و سنگریزه با قطر متوسط حدود یک سانتی‌متر در بالای فیلترها به عمق ۲۰ سانتی‌متر قرار گرفت. دبی ورودی فیلترها پس از تعیین خصوصیات بیوفیلتر نظیر ضریب هدایت هیدرولیکی و تست‌های اولیه صحرایی تعیین گردید. آب پالایش‌شده توسط یک لوله زهکش که به صورت عرضی و در کف استخر قرارگرفته بود، تخلیه گردید. لوله زهکش در خروجی بیوفیلتر به یک لوله منعطف وصل شد. قابل‌انعطاف بودن خروجی بیوفیلتر این امکان را داد که با تغییر ارتفاع خروجی افت بار را تغییر داده و میزان دبی خروجی را کنترل کرد. در طراحی و ساخت سیستم مورد تحقیق اقتصادی‌بودن آن از نظر قابلیت اجرا در آینده توسط کشاورزان مدنظر بوده است. از اوایل بهار ۱۳۹۹ بعد از خاتمه عملیات اجرایی ساخت پایلوت، زهاب وارد آنها شده و راه‌اندازی و داده‌برداری شروع شد.

ساقه پنبه

خاک‌اره چوب

کاه و کلش گندم

پوسته برنج

شکل ۲. مصالح بکار رفته به‌عنوان فیلتر زیستی

مکانسیم عمل در فیلتر زیستی مورد تحقیق

لایه شن و سنگریزه ابتدای سیستم به‌عنوان صافی عمل کرده و باعث حذف آشغال و انواع مواد معلق موجود در زهآب ورودی گردیده و از ورود ذرات معلق به درون بیوفیلتر و مزاحمت در فرآیند تصفیه (جذب و تجزیه بیولوژکی) جلوگیری می‌کند. فرآیندهای تصفیه در سیستم فیلتر زیستی شامل فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می‌باشد. فرآیندهای فیزیکی شامل فیلتراسیون و ته‌نشینی می‌باشد. به‌منظور ارزیابی کارایی سیستم مورد تحقیق، از زهاب ورودی و خروجی از پایلوت (بعد از طی فرآیند تصفیه) به‌صورت هفتگی طی یک دوره شش‌ماهه نمونه‌برداری گردید. فاکتورهایی کیفی مورد تحقیق شامل کدورت، EC، pH، ازت کل، فسفر کل و BOD بود که در جدول (۲) کیفیت زهاب ورودی مورد مطالعه ارائه شده است.

از بین فاکتورهای موردبررسی،pH، کدورت و EC به‌وسیله دستگاه پرتابل (مارک WTW) (Water Treatment Work) در محل اندازه‌گیری می‌گردید و ازت کل، فسفر کل و BOD بر اساس روش‌های مرجع توصیه‌شده در کتاب روش‌های استاندارد (A.P.H.A, 2017)، نمونه‌برداری و آنالیز گردید. سیستم در ابتدا با زمان‌ماند ۲ روز راه‌اندازی گردید و به‌منظور سازگاری و پایداری سیستم یک ماه زمان صرف شد. در سیستم‌های تصفیه که بر پایه واکنش‌های بیولوژیکی کار می‌کنند، مدت زمانی طول می‌کشد تا سیستم به پایداری برسد. یعنی میکروارگانیسم‌های مسئول تصفیه فاضلاب به شرایط کیفی و بار هیدرولیکی عادت کنند (سازگار شوند) و جمعیت میکروارکانیسم‌ها و لایه بیولوژیکی شکل بگیرد و از نظر کارآیی و عملکرد در تصفیه به حد پایداری برسد. بعد از پایداری در نتایج خروجی به‌تدریج زمان‌ماند به ۵ و در نهایت به ۱۰ روز رسانده شد. در هر زمان‌ماند نمونه‌برداری و انجام آزمایشات از ورودی و خروجی تیمارها به فواصل هفتگی انجام شد. نتایج حاصل از نمونه‌برداری و آزمایش مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت و ضمن ارزیابی عملکرد و کارایی سیستم‌ها و تیمارهای موردتحقیق از نظر راندمان حذف آلاینده‌ها نتایج با حداکثر حدود مجاز این پارامترها در مراجع و استانداردها نیز مطابقت داده شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

پژوهش حاضر به صورت اسپلیتپلات در قالب طرح کاملاً تصادفی با نرمافزار SPSS تجزیه واریانس انجام شد و مقایسه میانگینها توسط آزمون چند دامنهای دانکن صورت گرفت و در نهایت ترکیب آماری مناسب در قالب جداول و نمودارها بدست آمد. در این پژوهش چهار جنس مختلف فیلتر زیستی شامل خاکاره، ساقه پنبه، کاه و کلش گندم و پوسته برنج به‌عنوان عامل اصلی و سه زمان ماند ۲، ۵ و ۱۰ روز به‌عنوان عامل فرعی مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۲. غلظت فاکتورهای کیفی در زهاب ورودی مورد مطالعه

فاکتور کیفی	واحد	فروردین- اردیبهشت				خرداد- تیر				مرداد- شهریور			
		حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
دما	درجه سانتی گراد	۲۱	۲۶	۲۳/۵۰	۲/۵۰	۲۶	۲۹	۲۷/۵۰	۱/۵۰	۲۷	۳۰	۲۸/۵۰	۱/۵۰
کدورت	(NTU)	۱۵	۱۷	۱۶	۱	۱۱	۱۳/۲۰	۱۲	۱/۱۰	۱۳	۱٤	۱۳/۵۰	۰/۵۰
EC	µmhos/cm	۵۸۹۹	٦۱۰۵	٦۰۰۲	۹۸	۵۳٤٦	۵۹۱۷	۵٦۳۲	۲۸٦	۵۰۲۵	۵۳۱۰	۵۱۷٦	۱٤۳
pH	–	۷/۳۳	۷/۵۸	۷/٤۵	۰/۱۳	۷/۲۷	۷/٦۸	۷/٤۸	۰/۲۰	۷/۳۸	۷/٤۸	۷/٤۳	۰/۰۵
ازت کل	mg/lit	۱۵/۱۰	۱٦/۸۹	۱٦/٤۰	۰/۷٦	۱۳/۸۳	۱٤/٤۱	۱٤/۱۲	۰/۲	۱۲/۹۵	۱۳/۱۹	۱۳/۰۷	۰/۱۲
فسفات	mg/lit-P	۰/۵۰	۰/۷۱	۰/٦۱	۰/۰۱	۰/٤٦	۰/٦۹	۰/۵٦	۰/۰۲	۰/٤٤	۰/٦٤	۰/۵۳	۰/۰۳
فسفر کل	mg/lit-P	۰/٦۵	۰/۹۲	۰/۷۹	۰/۰۲	۰/٦۰	۰/۹۰	۰/۷۳	۰/۰۳	۰/۵۷	۰/۸٤	۰/٦۹	۰/۰۳
BOD	mg/lit	۱۵/۳۲	۱۷/۲۲	۱٦/۷۲	۰/۸۰	۱٤/۱۰	۱٤/۷۰	۱٤/٤۰	۰/۳۰	۱۳/۲۰	۱۳/٤۵	۱۳/۳۲	۰/۱۲

جدول ۳. آنالیز تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر مشخصات کیفی زهاب خروجی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		کدورت	EC	pH	ازت کل	فسفر کل	BOD
زمان‌ماند	۲	۵۹۶۵/۳ **	۲۶۷/۳ **	۰/۵ ns	۸۵۷۸/۶ **	٤٥٠٩/٧ **	١٤٨١٢/٧ **
نوع فیلتر	۳	۳۳/۲**	۱/۳**	۰/۱ ns	۲٦٩/٦**	۳٥٩/٦**	١٧٤/٠**
نوع فیلتر×زمان‌ماند	٦	٤٧/٠**	۷/۲**	۱/ ۰ ns	٤٠/١**	۳۲/۰**	۳۱/٦۳**
خطا	۳٦	٤/۷	۰/۱	۰/۸	۱/٥	۱/۲	۱/۲

ns= غیر معنی‌دار، ** و * به ترتیب در سطح ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار می‌باشند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اطلاعات به‌دست‌آمده نشان داد که اثرات عامل اصلی نوع فیلتر و عامل فرعی زمان‌ماند در سطح احتمال یک درصد بر میزان کدورت، شوری (شاخص هدایت الکتریکی)، ازت کل، فسفر کل و BOD معنی‌دار است، اما بر مقدار pH معنی‌دار نمی‌باشد. اثر متقابل نوع فیلتر و زمان‌ماند نیز در سطح احتمال یک درصد بر میزان کدورت، شوری (شاخص هدایت الکتریکی)، ازت کل، فسفر کل و BOD معنی‌دار است، اما بر مقدار pH معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۳).

بررسی اثر مستقل زمان‌ماند بر پارامترهای کیفی زهاب

نتایج حاصل از آنالیز زهاب خروجی از فیلترهای زیستی موردتحقیق با زمان‌ماند ۲، ۵ و ۱۰ روز در جدول (٤) ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، با افزایش زمان‌ماند میانگین کدورت، شوری، فسفر کل، BOD و ازت کل در فیلترهای مختلف کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که بیشترین میزان حذف کدورت و EC در زمان‌ماند ۱۰ روز به ترتیب به میزان ٥٦/٧٩ و ۱۲/۹۷ درصد می‌باشد. این تغییرات در خصوص pH متفاوت بوده و نتایج حاکی از تغییراتی نامحسوس و کمتر از یک درصد در طی زمان‌ماند ۲ تا ۱۰ روز است. به‌طورکلی بررسی نتایج حاکی از افزایش راندمان نسبت به زمان‌ماند زهاب در سیستم می‌باشد. بیشترین درصد حذف ازت کل به‌صورت میانگین تیمارها مربوط به زمان‌ماند ۱۰ روزه و معادل ٦٦/٥١ درصد می‌باشد که در مقایسه با ۲۰/۲۱ درصد زمان‌ماند ۲ روزه افزایش قابل‌توجهی را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که در زمان‌ماند ۵ روزه میزان حذف ازت کل معادل ٤٤ درصد بوده ولی با دو برابر کردن زمان‌ماند راندمان دو برابر نشده و تنها ۲۲ درصد افزایش نشان می‌دهد. توجه به نتایج فسفر کل نشان می‌دهد که رانمان حذف در زمان‌ماند ۲ روز معادل ۲۱ درصد که اضافه کردن سه روز دیگر به زمان‌ماند موجب افزایش ۲۳ درصدی در کاهش غلظت فسفر کل و با دو برابر کردن زمان‌ماند (۱۰ روز) تنها ۱۰ درصد افزایش در عملکرد مشاهده می‌شود. این نتیجه برای BOD به‌عنوان شاخص مواد آلی الگوی متفاوتی را نشان می‌دهد، به‌طوری‌که میزان حذف BOD در زمان‌ماند دو روزه معادل ۲۱ درصد، در زمان‌ماند ۵ روزه معادل ٦٤ درصد (افزایش ٤٤ درصدی، تنها با سه روز افزایش زمان‌ماند) و در زمان‌ماند ۱۰ روزه تنها ١٦ درصد افزایش (طی دو برابر کردن زمان‌ماند) مشاهده می‌شود. به‌عبارت‌دیگر افزایش زمان‌ماند از ۵ روز به ۱۰ روز برای شاخص‌های ازت کل و به‌ویژه BOD و فسفر کل اقتصادی به نظر نمی‌رسد.

جدول ٤. مقایسه میانگین اثر مستقل زمان‌ماندهای متفاوت در حذف آلاینده‌ها

تیمار	پارامتر	کدورت	EC	pH	ازت کل	فسفر کل	BOD
زمان‌ماند (روز)	۱۰	٥٦/٧٩ a	۱۲/۹۷ a	۰/۳۱ a	٦٦/٥١ a	٥۳/٤۹ a	۸۰/۲۰ a
	۵	۳۳/٥۲ b	۸/٤٤ b	۰/٤۸ a	٤٤/۱۹ b	٤۳/۸۹ b	٦٤/۳۷ b
	۲	۱۸/٤٦ c	٤/۸۱ c	۰/٦٦ a	۲۰/۲۱ c	۲۰/۸۳ c	۲۱/٤۰ c

بررسی اثر مستقل نوع فیلتر زیستی بر پارامترهای کیفی زهاب

مقایسه میانگین‌ها بین تیمارهای مختلف فیلترها از نظر بهبود کیفی زهاب خروجی مطابق جدول ۵ نشان داد که به‌جز pH که بین تیمارهای مختلف از تفاوت معنی‌داری برخوردار نیست، در سایر فاکتورها در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود دارد. بر اساس نتایج حاصل می‌توان گفت تیمار جنس فیلترهای موردمطالعه از کارایی نسبتاً نزدیکی برخوردار بودند. مقایسه اثر جنس فیلتر بر کارایی تصفیه برای مقادیر کدورت، EC، ازت کل، فسفر کل و BOD زهاب ورودی نشان می‌دهد که میانگین بهبود کیفی (برای سه زمان‌ماند ۲، ۵ و ۱۰ روزه) به ترتیب برای پوسته برنج، کاه و کلش، ساقه پنبه و خاک‌اره برای کدورت معادل ۳٦/٦، ۳۳/۹۲، ۳۷/۸۷ و ۳٦/٦۲ درصد می‌باشد. همان‌طوری‌که مشاهده می‌شود برای کدورت کارایی تیمار کاه و کلش اندکی کمتر از سه تیمار دیگر بوده و از بین تیمارهای موجود ساقه پنبه با ۳۷/۸۷ درصد از بیشترین کارایی در کاهش کدورت برخوردار است. برای ازت کل این عملکرد به ترتیب معادل ٤۰/۷۷، ۳۹/۰۲، ٤۵/۱٦ و ٤۹/٦۰ درصد می‌باشد؛ که بر اساس نتایج حاصل مطابق فاکتور کدورت برای فاکتور ازت کل نیز کمترین کارایی با تفاوت اندکی مربوط به کاه و کلش بوده و بهترین کارایی با تفاوت نسبتاً معنی‌داری مربوط به تیمار خاک‌اره و معادل ٤۹/٦۰ می‌باشد.

بر اساس نتایج حاصل برای در شاخص فسفر کل الگوی عملکرد مشابه ازت کل بوده و تیمار کاه و کلش کمترین کارایی (۳٤/٦۸ درصد) و خاک‌اره با ٤٦/۵۰ درصد از بیشترین کارایی برخوردار است. در این فاکتور تیمار پوسته برنج و ساقه پنبه به ترتیب ۳۵/۵۳ و ٤۰/۹۰ درصد کارایی دارند. بررسی نتایج برای فاکتور BOD نشان می‌دهد که میزان کارایی به ترتیب برای پوسته برنج، کاه و کلش گندم، ساقه پنبه و خاک‌اره معادل ۵۲/۹۷، ۵۱/۵۵، ۵٦/۸۱ و ۵۹/۹۷ درصد بوده و الگوی رفتاری کاملاً مشابه فاکتورهای ازت کل، فسفر کل و BOD می‌باشد. برای این فاکتور کیفی نیز تیمار خاک‌اره با ۵۹/۹۷ درصد از بیشترین کارایی برخوردار بوده و تیمار کاه و کلش با ۵۱/۵۵ درصد از کمترین میزان برخوردار است. توجه به نتایج تیمارهای جنس فیلتر نشان می‌دهد که به استثنای فاکتور کدورت، در باقی فاکتورهای کیفی موردتحقیق، خاک‌اره از عملکرد و کارایی بهتری نسبت به سه جنس فیلتر دیگر برخوردار می‌باشد. اخوان‌گیگلو و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی آزمایشگاهی کارایی جاذب‌های زیستی بر جذب نیترات از محلول‌های آبی پرداختند. نتایج حاصل از تعیین میزان جاذب مناسب برای داشتن حداکثر کارایی نشان داد که مناسب‌ترین میزان جاذب، برای هر چهار جاذب موردمطالعه، ۱ گرم در ٤۰ میلی‌لیتر محلول به دست آمد و با کاهش مقدار جاذب کارایی جاذب‌ها نیز کاهش می‌یابد.

بررسی اثر متقابل نوع فیلتر زیستی و زمان‌ماند بر پارامترهای کیفی زهاب

در جدول (٦) مقایسه میانگین اثرات متقابل جنس فیلتر (پوسته برنج، کاه و کلش، ساقه پنبه و خاک اره) در زمان‌ماندها ۲، ۵ و ۱۰ روز در حذف آلاینده‌های کدورت، EC؛ ازت، فسفر و BOD ارائه شده است. کارایی فیلتر برای تصفیه میزان کدورت از زهاب ورودی نشان می‌دهد که میزان کدورت از حداقل مقدار ۱۸/۰۷ درصد در زمان‌ماند

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر مستقل نوع فیلتر زیستی در حذف آلاینده‌ها

تیمار	پارامتر	کدورت	EC	pH	ازت کل	فسفر کل	BOD
نوع فیلتر	پوسته برنج	۳٦/٦۰ a	۸/٦۲ b	۰/۵۷ a	٤۰/۷۷ c	۳۵/۵۳ c	۵۲/۹۷ c
	کاه و کلش گندم	۳۳/۹۲ b	۸/۵٤ b	۰/٤۵ a	۳۹/۰۲ d	۳٤/٦۸ c	۵۱/۵۵ d
	ساقه پنبه	۳۷/۸۷ a	۸/۵۷ b	۰/۵۷ a	٤۵/۱٦ b	٤۰/۹۰ b	۵٦/۸۱ b
	خاک‌اره	۳٦/٦۲ a	۹/۲۳ a	۰/٤۱ a	٤۹/٦۰ a	٤٦/۵۰ a	۵۹/۹۷ a

جدول ٦. مقایسه میانگین های اثر متقابلدرصد حذف فیلترهای مختلف در زمان ماندهای متفاوت بر پارامترهای مورد مطالعه

پارامتر	زمان ماند (روز)	فیلتر			
		شلتوک برنج	کاه و کلش گندم	ساقه پنبه	خاک اره
کدورت	۱۰	۵۹/۲۰ a	۵۵/۹۸ ab	٥٦/٢٩ ab	٥٥/٦٧ b
	۵	۳۲/۵٤ d	۲٦/٤۳ e	۳۸/٦٦ c	۳٦/٤۳ c
	۲	۱۸/۰۷ f	۱۹/۳٦ f	۱۸/٦٦ f	۱۷/۷۷ f
EC	۱۰	۱٤/٤٥ a	۱۲/٤۷ c	۱۱/۰۲ d	۱۳/۹۳ b
	۵	۷/۰۱ h	۷/۹۷ g	۹/٦۰ e	۹/۱۷ f
	۲	٤/۳۹ j	۵/۱۸ i	۵/۰۸ i	٤/۵۹ j
ازت کل	۱۰	٦٤/٦۹ d	٦۷/۵٦ c	۷۱/۲۳ b	۷٤/۰۳ a
	۵	٤۷/۳۲ g	٤۲/۵۷ h	۵۲/۰۷ f	۵٦/۱۲ e
	۲	۲۰/۹۳ k	۱۷/۹٤ l	۲۵/۹۱ j	۲۷/۹۰ i
فسفر کل	۱۰	٤٦/۹۳ d	٤۸/۲۷ d	۵٦/۹۱ b	٦۱/۸۵ a
	۵	۳۸/۹۵ f	۳۸/۹۳ f	٤٤/٤٦ e	۵۳/۲٤ c
	۲	۲۰/۷۳ h	۱٦/۸٤ i	۲۱/۳۲ h	۲٤/٤۱ g
BOD	۱۰	۷٦/۰۷ c	۷۷/۷۷ b	۸۳/۲۰ a	۸٤/۷۷ a
	۵	٦۱/۵۰ f	۵۸/۰۳ g	٦٤/۹۷ e	۷۲/۹۹ d
	۲	۲۱/۳۵ i	۱۸/۸٦ j	۲۲/۲۵ hi	۲۳/۱۵ h

دو روزه و در تیمار پوسته برنج تا حداکثر مقدار ۵۹/۲ درصد در زمان‌ماندهای ۱۰ روزه و در تیمار پوسته برنج کاهش می‌یابد. در مقایسه با سه فیلتر دیگر این فیلتر در حذف کدورت در زمان‌ماند ۱۰ روز با میزان ۵۹/۲ درصد از بیشترین عملکرد برخوردار بود. میزان حذف EC از حداقل مقدار ٤/۳۹ در زمان‌ماند دو روز و در تیمار پوسته برنج تا حداکثر مقدار ۱٤/۵ در زمان‌ماند ۱۰ روز در پوسته برنج مشاهده شد.با توجه به نتایج مشاهده می‌شود که فیلتر پوسته برنج در زمان‌ماند ۱۰ روز نسبت به سایر تیمارها از درصد حذف بالاتری برخوردار بود. و تیمار خاک اره در زمان ماند ۱۰ روز با درصد حذف ۱۳/۹۳ نیز بعد از تیمار پوسته برنج در جایگاه دوم از نظر درصد حذف EC قرار گرفت.

روند تغییرات درصد حذف ازت کل متفاوت از دو پارامتر کدورت و EC بود، بدین‌صورت که بیشترین درصد حذف ازت کل (۷٤/۰۳ درصد) در زمان‌ماند ۱۰ روز و در فیلتر خاک اره مشاهده شد و تیمار پوسته برنج در زمان‌ماند ۲ روز با مقدار ۲۰/۹۳ درصد کمترین عملکرد را در حذف ازت کل از زهاب ورودی از خود نشان داد. عملکرد این فیلتر برای فسفرکل نیز در زمان‌ماند ۱۰ روزه معادل ٦۱/۸۵ درصد و برای ۵ روزه و ۲ روزه به ترتیب معادل ۵۳/۲٤ و ۲٤/٤۱ درصد می‌باشد و همانطوری که مشاهده می‌شود فیلتر خاک اره در زمان‌ماند ۱۰ روز بالاترین عملکرد را در حذف فسفر کل از زهاب ورودی نسبت به سایر فیلترها و در زمان‌ماندهای مختلف به خود اختصاص داد. این روند با الگویی تقریباً مشابه برای BOD نیز صادق بود. بدین‌صورت که تیمار خاک اره در زمان ماند ۱۰ روزاز بین فاکتورهای موردتحقیق، بیشترین درصد حذف را در کاهشBOD از خود نشان داد. در این فیلتر کاهش BOD در زمان‌ماند ۲ روزه معادل ۲۱ درصد بودولی با افزایش زمان‌ماند به ۵ روز مشاهده می‌گردد که کارایی تقریباً سه برابر (۷۲/۹۹ درصد) شد،ولی این روند افزایشی در ادامه محسوس نبوده و با افزایش زمان‌ماند به ۱۰ روز تنها ۱۵ درصد دیگر (۸٤/۷۷ درصد) به درصد حذف اضافه گردید.

توجه به نتایج تیمارهای جنس فیلتر در زمان‌ماندهای مختلف نشان می‌دهد که به استثنای فاکتور کدورت و EC، در سایر فاکتورهای کیفی موردتحقیق، خاک‌اره در هر کدام از زمان‌مانی‌های ۲، ۵ و ۱۰ روز از عملکرد و کارایی بهتری نسبت به سه جنس فیلتر پوسته برنج، کاه و کلش و

ساقه پنبه برخوردار بود. در انتخاب و پیشنهاد نوع فیلتر کارآمد در هر منطقه ذکر این نکته ضروری است فیلتر انتخابی باید از هر لحاظ مناسب برای اجرا در هر منطقه باشد. در پژوهش حاضر فیلتر خاک اره عملکرد خوبی را در حذف پارامترهای فسفر کل، ازت کل و BOD نسبت به سایر فیلترها از خود نشان داد و میزان این پارامترها را در زهاب ورودی به‌طور معنی‌داری کاهش داد و این جنس فیلتر در کاهش پارامترهای فسفر کل، ازت کل و BOD در زهاب ورودی موثرتر بود. پس از فیلتر خاک‌اره، فیلتر پوسته برنج با عملکرد خوبی نیز در حذف پارامتر-های کدورت و EC از زهاب ورودی بالاترین عملکرد را از خود نشان دادند. فیلترهای ساقه پنبه و کاه و کلش نیز از نظر کارایی در رتبه‌های بعد از خاک‌اره و پوسته برنج قرار گرفتند. با توجه به در دسترس بودن خاکاره در تمام نقاط کشور نتایج حاصل از این تحقیق حائز اهمیت بوده و به عنوان یک نتیجهکلی میتوان این فیلتر را به عنوان یک بستر مطمئن و با کارایی قابل‌قبول نسبت به سایر فیلترها مورد استناد و کاربرد قرار داد. در خصوص جنس فیلترهای مورداستفاده توجه به این نکته ضروری است که علی‌رغم برتری نسبی خاک‌اره، سایر فیلترهای بکار رفته نیز با تفاوت اندکی از کارایی قابل‌قبولی برخوردار می‌باشند و بسته به مناطق جغرافیایی مختلف و فراوانی مواد و مصالح موردنظر می‌توانند به‌عنوان بستر در فیلترهای زیستی برای تصفیه زهاب مورد استفاده قرار گیرند.

نتیجه‌گیری

با توجه به محدودیت شدید منابع آب در دسترس، پالایش کیفی این منابع و همپنین حفاظت کیفی از منابع آب‌ها از طریق تصفیه منابع آلاینده مثل زهاب‌های کشاورزی می‌تواند ضمن حفاظت کیفی از منابع آبی کشور، بخشی از کمبود آب را نیز جبران نماید. در این تحقیق کارایی فیلترهای زیستی که با فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آلودگی‌های موجود در فاضلاب‌ها و زهاب را پالایش می‌کند، موردتحقیق و بررسی قرار گرفت. در روش مورد استفاده در این پژوهش، فرآیندی که نقش اصلی را در تصفیه زهاب به عهده دارد، فرآیندهای بیولوژیکی هست که طی آن آلاینده‌های مختلف اعم از عناصر و ترکیبات مغذی، مواد آلی و ...توسط میکروارگانیسم‌ها تصفیه می‌گردد و در سیستم‌های مبتنی بر فرآیندهای بیولوژیکی زمان ماند (که طی آن میکروارگانیسم‌ها با ماده آلاینده موجود در زهاب تماس دارند) فاکتور و معیار طراحی محسوب می‌شود، در این تحقیق نیز از این معیار (معیار زمان‌ماند) استفاده شده است. توجه به نتایج نشان می‌دهد که فیلترهای مختلف بر روی کاهش آلاینده‌های مختلف زهاب، در زمان‌های ماند مختلف از عملکرد متفاوتی برخوردار هستند. بطور کلی در تمام فیلترها و برای تمام آلاینده‌ها با افزایش زمان‌ماند، راندمان حذف افزایش می‌یابد، ولی این افزایش راندمان متناسب با افزایش زمان‌ماند نمی‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که در همه فیلترها با افزایش زمان‌ماند از ۲ روز تا ۵ روز موجب افزایش حدود ٤٠ درصدی در حذف BOD می‌شود. ولی با افزایش زمان‌ماند از ۵ روز تا ۱۰ (دو برابر کردن) تنها کمتر از ۲۰ درصد به راندمان سیستم اضافه می‌شود. این رفتار برای فسفر کل و با شدتی کمتر برای ازت کل نیز صادق است. ولی رفتار و عملکرد سیستم موردتحقیق برای حذف EC و کدورت تا حدودی متفاوت بوده و تقریباً متناسب با زمان‌ماند افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه نتایج حاکی از راندمان کم این سیستم در کاهش EC بوده و همچنین با علم به اینکه کدورت در زهاب‌های کشاورزی و به‌ویژه زهکش‌های زیرزمینی (غالب شبکه‌های زهکشی ایران) نسبتاً کم بوده و عامل محدودیت زایی محسوب نمی‌شود، پیشنهاد استفاده از زمان‌ماند ۵ روزه در طراحی و کاربرد فیلترهای زیستی در تصفیه زهاب‌های کشاورزی می‌باشد. همچنین با توجه به تمرکز شبکه‌های زهکشی در خوزستان، قزوین و اردبیل، فیلتر پیشنهادی استفاده از مصالح محلی مانند کاه و کلش و یا خاک‌اره می‌باشد. همچنین در صورت توسعه شبکه‌های زهکشی در اراضی شالیزاری، استفاده از مصالح محلی (سبوس برنج) قابل پیشنهاد است.

Reference:

A. P. H. A. (2017) Standard methods for the examination of water and wastewater 23rd edition.American Public Health Association, Washington DC, USA.

Akhan, K., Shahnazari, A., & Yarqoli, B. (2016). Evaluation capability biological filters for treatment of agricultural drain water: case study of moghan irrigation and drainage network. Irrigation and Drainage Structures Engineering Research. 18(69): 135-144. (In Persian)

Akhavan Giglou, k., Shah-Nazari., & yargholi, B. (2019). Laboratory study on efficiency of bioadsorbents for the removal of nitrate from aqueous solutions. Environmental Science and Technology, 21(5), 137-149.

Akhavan, k., Shah-Nazari., & yargholi, B. (2017). Evaluating capability of biological filters for treatment of agricultural drainage water: A case study in moghan irrigation and drainage network. Irrigation and Drainage Structures Engineering Research, 18(69), 135-144. (In Persian)

Ali, S. A. K., Lazim, S. M., & Nasret, H. H. (2021). Treatment of agricultural irrigation water drainage channel by adsorption methods using Sawdust. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 779, No. 1, p. 012107). IOP Publishing.

Ansari, Sh., Heidarpoor, M., & Mosavi, F. (2016). Investigation of the effect of using barley straw as an organic filter to reduce nitrate in drainage water. Journal of Water Research Iranian, 10 (1), 1-10. (In Persian).

Choudhury, T. (2017). Woodchip Biofilters for Treatment of Particulate Phosphorus in Agricultural Runoff (Master's thesis, University of Waterloo).

Choudhury, T. (2017). Woodchip Biofilters for Treatment of Particulate Phosphorus in Agricultural Runoff (Master's thesis, University of Waterloo).

Dinar, A., Tieu, A., & Huynh, H. (2019). Water scarcity impacts on global food production. Glob. Food Sec. 23, 212–226.

E. Woskowicz, Monika. Maciej. Anna K., 2019." Hybrid processes combining microfiltration and adsorption exchange for dairy wastewater treatment". Journal of Machine Construction and Maintenance. ISSN 1232-9312. Vol.4.p.75-82.

El-Saiad, A. A., Abd-Elhamid, H. F., Salama, Z. I., Zeleňáková, M., Weiss, E., & El-Gohary, E. H. (2021). Improving the Hydraulic Effects Resulting from the Use of a Submerged Biofiter to Enhance Water Quality in Polluted Streams. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(23), 12351.

Feyereisen, G.W., Moorman, T.B., Christianson, L.E., Venterea, R.T., Coulter, J.A., and Tschirner, U.W. (2016). Performance of Agricultural Residue Media in Laboratory Denitrifying Bioreactors at Low Temperatures. Journal of environmental quality, 45 (3), 779-87.

Gholami, F., Yargholi, B., & Shrafati, A. (1400 a). Performance Evaluation of Natural Straw in Removal of nitrogen compounds from Khuzestan sugarcane Fields drainage water. Iranian Irrigation and Drainage Journal. 15(5): 993-1005. (In Persian)

Hashemi, S.A., Heidarpoor, M., & Mostafazadeh fard, B. (2011). Evaluating of nitrate removal in two modes of bio-filters in underground drainage systems. Irrigation Science and Engineering, 34(2), 71-82. (In Persian).

Hoffmann, C. C., Larsen, S. E., & Kjaergaard, C. (2019). Nitrogen Removal in Woodchip-based Biofilters of Variable Designs Treating Agricultural Drainage Discharges. Journal of Environmental Quality, 48(6), 1881-1889.

IPCC. (2019). Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.

Lazim, S. M. & Ali, S. A. K. (2020). Treatment of Water from irrigation drainage by multimedia filtration. Journal of Engineering and Sustainable Development (JEASD). 24: 58-71

Lazim, S. M., Khaleefa Ali, S. A. (2020). Treatment of water from irrigation drainage by multimedia filtration. Journal of Engineering and Sustainable Development, First Online Scientific Conference for Graduate Engineering Students, 58-81.

Liu, X., Wang, X., Guo, H., & A.n, X. (2021). Benefit Allocation in Shared Water-Saving Management Contract Projects Based on Modified Expected Shapley Value. Water Resources Management, 35(1), 39-62.

Shahnazari, A., & Jafari Teloklaei, M. (2018).). Evaluating the possibility of biological filters for treatment of agricultural drainage irrigatin network in the area of sefidrood. Journal Iranian water research. 12(1):31-41. (In Persian)

Sinha, P., Rollason, E., Bracken, L.J., Wainwright, J., & Reaney, S.M. (2020). A new framework for integrated, holistic, and transparent evaluation of inter-basin water transfer schemes. Science of the Total Environment, 721, 137–646.

Van Opstal, J., Droogers, P., Kaune, A., Steduto, P., & Perry, C. (2020). Guidance on Realizing Real Water Savings with Crop Water Productivity Interventions.

Vice president for strategic planning and supervision of the office of technical and executive system. (2010). Enironmental criteria for reuse of wastewater and efflunts. Journal no 53.

Wulandari, L. K., Bisri, M., Harisuseno, D., & Yuliani, E. (2019). Reduction of BOD and COD of by using stratified filter and constructed wetland for blackwater treatment. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 469(1), 012024.

Yargholi, B. & Akhavan, K. (2015). Evaluation of quantity and quality of drainage water and the possibility of its use in agriculture (Case study of Moghan irrigation and drainage network). Research Report No. 48715. Iran Agricultural Engineering Research Institute. (In Persian)

Yargholi, B., Kanani, E., & Sepehri, S., (2022 b). Performance Evaluation of Natural Reed Bed in Removal of Organic Matter and Phosphorus Compounds from Khuzestan Sugarcane Fields Drainage Water. Irrigation and Drainage Structures Engineering Research. 23(86): 1-18. (In Persian)

Zhao, J., He, Q., Chen, N., Peng, T. & Feng, C. (2020). Denitrification behavior in a woodchip packed bioreactor with gradient filling for nitrate contaminated water treatment. Journal Biochemical Engineering, 154, p.107454.

Print ISSN: 2251-7480
Online ISSN: 2251-7400

Journal of
Water and Soil Resources Conservation (WSRCJ)

Web site:
https://wsrcj.srbiau.ac.ir

Email:
iauwsrcj@srbiau.ac.ir
iauwsrcj@gmail.com

Vol. 12
No. 3 (47)
Spring 2023

Received:
2022-07-31

Accepted:
2022-10-07

Pages: 1-13

Performance Evaluation of Different Biological Filters for Treatment of Nutrients Agricultural Drainage

Ali Kianpoor[1], Bahman Yargholi[2]*, Ahmad Sherafati[3] and Keramat Akhavan[4]

1) Ph.D Student, Civil and Environmental Engineering, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
2) Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Alborz, Iran.
3) Assistant Professor, Department of Construction and water management, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
4) Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Educational and Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Iran.

*Corresponding Author Email: yar_bahman@yahoo.com

Abstract

Background & Objectives: Due to the high consumption of water in agriculture, considerable drainage is produced annually. Currently, a significant volume of drainages (almost 3 BCM) is entered into the Khuzestan province environment without any beneficial use, resulting soil and water contamination. On the other hand, according to Iran's water problems, the quality conservation of water resources and the use of unconventional water resources are essential, especially drainage quality management, and applying them to agriculture and the environment.

Materials & Method: This research is carried out to evaluate the efficiency of biological filters with different beds for the treatment of agricultural drainage in Mirza Kooch Khan and Amirkabir Agro-Industry fields in Khuzestan province of Iran during the spring and summer of 2019. The research aims to reduce drainage contamination when discharged into the environment and drainage reuse in agriculture. In this research, the effect of four different types of biological filter including wheat straw, rice husk, cotton stalk, and wood sawdust as the main factor and three retention time of 2, 5 and 10 days as the secondary factor are investigated. The quality factors monitored include turbidity, EC (as a salinity index), total nitrogen (TN), total phosphorus (TP), and BOD.

Results: Analysis of variance demonstrates a significant difference between the mentioned treatments in terms of the studied parameters (at the level of 1%), except for pH. According to the results, the highest average refinement of qualitative factors based on filter type for turbidity equals 37.87% and relates to the treatment of cotton stalk. For EC, TN, TP, and BOD equal to 9.23%, 49.60%, 46.50%, and 97.59%, respectively, and relate to wood sawdust. Moreover, the average of the highest percentage of pollution reduction for the investigated factors is related to the retention time of 10 days, which for turbidity, EC, TN, TP, and BOD are equivalent to 56.79%, 12.97%, 66.51%, 53.49%, and 80.20%, respectively.

Conclusion: Observed results indicate that wood sawdust treatment has a relatively better performance than other treatments. This issue is important since the existence and abundance of this material in the country is high. In addition, due to the importance and effectiveness of hydraulic retention time in treating, it has a direct relationship with efficiency of treating. However, the increase in efficiency from the retention time of 2 days to 5 days is more significant than the increase of retention time from 5 days to 10 days, which can be considered an important factor in selecting the retention time based on pollutants concentration in the drainage. As a result, based on the concentration of input and output quality parameters, it is suggested to use a wood sawdust filter with a 5-day retention time due to its proper performance and being more economical in terms of volume and dimensions of the system.

Keywords: Agricultural drainage water, Removal efficiency, Retention time, Rice husk, Total nitrogen

10.30495/WSRCJ.2022.68807.11318