

## ارزیابی قابلیت فیلترهای زیستی برای تصفیه زهاب کشاورزی

### مطالعه موردی: شبکه آبیاری و زهکشی مغان

#### (یادداشت تحقیقاتی)

کرامت اخوان\*، علی شاه‌نظری و بهمن یارقلی\*\*

\* نگارنده مسئول: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران. تلفن: ۳۲۷۵۱۱۹۵ (۰۴۵)، پیام‌نگار: akhavan120@yahoo.com

\*\* به‌ترتیب: استادیار پژوهش؛ مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی؛ دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری؛ و استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

تاریخ دریافت: ۹۵/۷/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۴

#### چکیده

با توجه به مصارف بالای آب در کشاورزی، بحران آب در این بخش مشهودتر است و از این‌رو استفاده از منابع آب نامتعارف، به‌ویژه زهاب‌های کشاورزی به‌عنوان امری ضروری مطرح شده است. برای بررسی امکان تصفیه زهاب کشاورزی با جاذب‌ها به‌عنوان فیلترهای زیستی با تعیین کارایی چهار نوع فیلتر زیستی شامل کاه و کلش گندم، سوس برنج، ساقه پنبه، و خاک اره چوب در بهبود کیفی زهاب کشاورزی شامل فاکتورهای شوری، اسیدیته، نیترات، کلسیم، منیزیم، سدیم، فسفات، سولفات، کل ذرات محلول و کل ذرات معلق در شرایط پایلوت تحقیقاتی بررسی شد. نتایج تجزیه و آریانس نشان می‌دهد که بین تیمارهای مختلف از نظر پارامترهای مورد مطالعه، به‌غیر از نیترات، اختلاف آماری معنی‌داری وجود ندارد. همه فیلترهای مورد مطالعه در بهبود کیفیت زهاب‌های کشاورزی مؤثرند و با توجه به فراوانی آنها در هر منطقه می‌توان از هر یک از آنها برای بهبود کیفیت زهاب‌های کشاورزی استفاده کرد. نتایج این تحقیق از دید تغذیه‌گرایی منابع آب جهت دفع پساب به منابع آب سطحی نشان می‌دهد که فیلترهای خاک‌اره چوب و ساقه پنبه به‌ترتیب با جذب ۶۲/۲۳ و ۶۰/۱۲ درصد نیترات و ۲۰/۷ و ۲۰ درصد فسفات نسبت به فیلترهای دیگر برتری دارند. بر اساس نتایج کیفی زهاب خروجی از فیلترهای مورد مطالعه و مقایسه آن با حداکثر مجاز استاندارد کیفی آب برای کاربری کشاورزی، به‌ترتیب گیاهان زراعی گندم، جو و پنبه تحت الگوهای کشت مختلف برای استفاده از حدود ۲۶۰ میلیون مترمکعب زهاب تولیدی شبکه آبیاری-زهکشی مغان قابل برنامه‌ریزی است.

#### واژه‌های کلیدی

زهاب، فیلتر زیستی، کشاورزی، مغان

#### مقدمه

به‌دلیل هزینه کم و فراوانی، همچنین محصولات جانبی کشاورزی به‌علت دارا بودن گروه‌های عامل از قبیل هیدروکسید، کربوکسیل و فنل و میل ترکیبی قوی آنها با فلزات سنگین، از بین جاذب‌های مختلف برای حذف فلزات سنگین مناسب‌ترند (Abedi-Copaei & Mosavi, 2003). موادی از قبیل شن و خاک و ترکیبات آلی مانند پوسته

آب نهاده‌ای مهم در تولید محصولات کشاورزی است. با توجه به مصرف بالای آب در کشاورزی، بحران آب در این بخش مشهودتر است و استفاده از منابع آب نامتعارف، به‌ویژه زهاب‌های کشاورزی به‌عنوان امری ضروری مطرح شده است (Yargholi & Akhavan, 2015). مواد طبیعی

شده‌اند (Jiang *et al.*, 2009). این پژوهش یک پایلوت مزرعه‌ای و با شرایط واقعی در نظر گرفته شده است. حجم قابل توجه آب خروجی از زهکش‌های شبکه مغان (سالانه حدود ۲۶۰ میلیون مترمکعب) بدون هیچ‌گونه استفاده سودمند، همواره مورد بحث و توجه کارشناسان و متخصصان بوده است. نتایج کاربردی این طرح در شبکه‌های آبیاری و زهکشی کشور خصوصاً در شبکه آبیاری و زهکشی مغان جلوگیری از هدررفت حجم قابل توجهی از آب کشاورزی در هر سال خواهد بود. با توجه به موارد فوق، این تحقیق جهت بررسی امکان‌سنجی تصفیه زهاب کشاورزی با جاذب‌های زیستی در شبکه آبیاری و زهکشی مغان با هدف توسعه پایدار و افزایش بهره‌وری آب اجرا گردیده است.

#### مواد و روش‌ها

برای اجرای این تحقیق، زهکش باکس ۳ شبکه آبیاری و زهکشی مغان در شمال استان اردبیل به‌عنوان پایلوت انتخاب شد. این زهکش با دبی متوسط ۱/۸۸ مترمکعب در ثانیه، هر سال حدود ۵۹/۴۳ میلیون مترمکعب زهاب را به رودخانه مرزی ارس می‌ریزد. سالانه حدود ۲۶۰ میلیون مترمکعب زهاب از شبکه آبیاری و زهکشی مغان خارج و بدون استفاده به رودخانه مرزی ارس می‌ریزد. به‌غیر از برخی از زهکش‌های شبکه که به‌صورت محدود به‌علت بحران کم‌آبی در سال‌های اخیر جهت تأمین آب اراضی پایین‌دست شبکه مورد استفاده قرار گرفته است، هیچ‌گونه مدیریتی روی زهاب‌های شبکه اعمال نمی‌شود.

#### روش اجرای تحقیق

این پژوهش به‌صورت مزرعه‌ای و با احداث پایلوت تحقیقاتی اجرا شد. برای این کار چهار حوضچه صورت موازی در مجاورت زهکش احداث گردید. با توجه به نتایج آزمایشگاهی، بررسی‌های انجام شده، و فراوانی مواد

برنج می‌توانند به‌عنوان جاذب استفاده شوند (Mohammadi-Gallehzan & Shamohammadi, 2013). استفاده از مواد طبیعی به‌دلیل توانایی آنها در جذب آلاینده‌ها در دهه‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. از جمله این مواد می‌توان به انواع رس‌ها، زئولیت طبیعی، پوسته شلتوک، کاه و پوشال گندم، پوسته سخت نارگیل و... اشاره کرد (Saedi *et al.*, 2008). خاکاره یکی از ارزان‌ترین و فراوان‌ترین جاذب‌هایی است که توانایی جذب فلزات سنگین را از آب و پساب دارد (Shamohammadi, 2002). استفاده از تراشه چوب به عنوان بیوراکتور باعث کاهش غلظت نیترات از ۳۸ تا ۶۸ درصد شده است (Hassanpour *et al.*, 2008). فرآیند جذب سطحی به لحاظ هزینه کم، طراحی آسان، سهولت در بهره‌برداری و نداشتن حساسیت نسبت به مواد سمی، امروزه مناسب‌ترین فن در بهبود کیفیت پساب به‌منظور استفاده مجدد است (Tsui *et al.*, 2002). در تحقیقی درباره روند حذف نیترات با استفاده از کاه گندم نشان داده شد که میزان جذب شدیداً تحت تأثیر غلظت نیترات و pH پساب است (Xing *et al.*, 2011). اگر مسئله اصلی در کیفیت زهاب نیترات باشد، بیوراکتور خاکاره چوب برای کاهش آن توصیه می‌شود (Zoski *et al.*, 2013). یکی از روش‌های مؤثر برای حذف املاح و آلودگی‌های آب و پساب، جذب سطحی با استفاده از جاذب‌های طبیعی است (Sangi *et al.*, 2013). روبرتسون و مرکلی (Robertson & Merkley, 2009) پساب حاصل از زهکش را در حوضچه‌ای به ابعاد  $1 \times 2/5 \times 20$  متر محتوی خاکاره عبور دادند و پس از تجزیه شیمیایی آب به این نتیجه رسیدند که غلظت نیترات از ۴/۸ به ۱/۰۴ میلی‌گرم در لیتر رسیده است. در سال‌های اخیر، برخی از ضایعات کشاورزی مانند خاکاره، برگ سرخس، پوسته شلتوک، پوسته گندم، ساقه ذرت و غیره به‌طور گسترده‌ای برای حذف فلزات سنگین از محلول‌های آبی بررسی

آزمایشگاهی پس از تجزیه و تحلیل، با حداکثر مجاز استاندارد کیفیت آب برای کاربری کشاورزی در مراجع و استانداردها مطابقت داده شدند. برای تعیین تأثیر تیمارهای مختلف بر پارامترهای مورد بررسی، از آزمون t همبسته (یا غیرمستقل) با نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شد. همچنین، مقدار و روند حذف پارامترهای زیان‌بار با فیلترهای زیستی مشخص شده و در نهایت مناسب‌ترین جاذب زیستی جهت پالایش زهاب‌های کشاورزی تعیین گردید.

#### عملیات احداث حوضچه‌ها

اجرای پروژه در اوایل پاییز ۱۳۹۴ آغاز شد و مطابق با نقشه اجرایی، محل حفاری با گچ‌ریزی مشخص و با استفاده از بیل مکانیکی ۴ حوضچه با ابعاد  $10 \times 1/5 \times 1$  متر حفر شد؛ حوضچه‌ها عایق‌بندی شدند. در انتهای حوضچه‌ها از لوله زهکش برای خروج زهاب استفاده شد. این لوله‌ها به صورت T به داخل بیوفیلترها وارد شدند. اطراف لوله‌های زهکش، با استفاده از فیلتر معدنی پوشش‌دار شد.

مواد فیلتر مورد استفاده شامل خاکاره، ساقه پنبه، گاه و کلش، و سبوس برنج به درون حوضچه‌ها انتقال داده شدند (شکل ۱). یک لایه نفوذپذیر از شن و سنگریزه نیز در بالای بیوفیلتر به عمق ۲۰ سانتی‌متری قرار داده شد (شکل ۲).

منطقه تیمار فیلترها به این صورت انتخاب شد: ۱- گاه و کلش گندم، ۲- سبوس برنج، ۳- ساقه پنبه و ۴- خاکاره چوب. برای بررسی فیلترها چهار حوضچه هر یک به عمق یک متر با بیل مکانیکی حفر شد و حوضچه‌ها با ژئوممبران عایق‌بندی شدند. عرض و طول سازه بیوفیلتر به ترتیب ۱/۵ و ۱۰ متر بود که ۸۰ درصد حجم فضای ایجاد شده با فیلتر پر گردید. یک لایه نفوذپذیر از شن و سنگریزه با قطر متوسط یک سانتی‌متری در بالای فیلترها به عمق ۲۰ سانتی‌متری قرار گرفت به طوری که طول آن ۵ متر (از ۱۰ متر حوضچه) باشد و در ۵ متر بعدی لایه‌ای از رس ریخته شد که کم‌نفوذ تا غیرقابل نفوذ است. این برنامه به این دلیل در نظر گرفته شد که زهاب بیشتر از قسمت بالادست وارد بیوفیلتر شود و مسیر طولانی‌تری درون فیلتر طی کند تا حذف مواد به‌خوبی صورت گیرد و زهاب کمتری از قسمت پایین دست وارد فضای فیلترها شود. دبی ورودی فیلترها پس از تعیین خصوصیات بیوفیلتر نظیر ضریب هیدرولیکی تعیین گردید. آب پالایش‌شده با یک لوله زهکش تخلیه می‌شود که در عرض پایین دست و کف حوضچه‌ها قرار گرفته است. در خلال تحقیق، از زهاب ورودی و خروجی حوضچه‌ها در زمان‌های مختلف و با تواتر منظم (هر ۱۵ روز) نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و با روش‌های استاندارد پارامترهای شوری، اسیدیته، TDS، TSS، نترات، فسفات، کلسیم، منیزیم، سدیم، و سولفات تعیین گردید. نتایج



شکل ۱- پر کردن حوضچه‌ها با فیلتر (سبوس برنج)



شکل ۲- لوله‌کشی و جریان زهاب به حوضچه‌ها

### نمونه‌برداری

با شروع فصل آبیاری و جاری شدن پساب از زهکش‌های شبکه، جریان زهاب به حوضچه‌ها برقرار و بعد از یک ماه، نمونه‌برداری از جریان ورودی و خروجی از فیلترها آغاز شد. نمونه‌برداری بر اساس برنامه زمان‌بندی به‌طور منظم و با فاصله زمانی ۱۵ روز دنبال شد و نمونه‌ها برای آزمایش‌های لازم به آزمایشگاه منتقل و مطابق با روش‌های استاندارد آنالیز شدند. دوره نمونه‌برداری در دو فصل بهار و تابستان بود و در مجموع ۱۲ سری نمونه برای تجزیه و تحلیل نتایج داده‌برداری شد.

### نتایج و بحث

در این بررسی، پارامترهای شوری، اسیدیتته، TDS، TSS، نیترات، فسفات، کلسیم، منیزیم، سدیم و سولفات در زهاب ورودی و زهاب خروجی از فیلترهای زیستی اندازه‌گیری شدند. برای ارزیابی توزیع متغیرهای عددی و میزان انطباق با توزیع نظری نرمال از آزمون آماری کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. پس از تأیید نرمال بودن داده‌های آماری، از آزمون t گروه‌های همبسته (پس‌آزمون و پیش‌آزمون) و آزمون t دو گروه مستقل تجزیه واریانس استفاده شد؛ میانگین تیمارهای مورد

پارامترهای EC، pH، TDS، TSS، نیترات، فسفات، کلسیم و سدیم را در زهاب کاهش و پارامتر منیزیم را افزایش داده است. این فیلتر بیشترین تأثیر را (به میزان ۴۲/۶۱ درصد) در کاهش پارامتر نیترات داشته است. کمترین تأثیر این فیلتر (به میزان ۷/۶۳ درصد) در کاهش کلسیم دیده می‌شود. این فیلتر باعث افزایش ۱/۶۹ درصد در پارامتر منیزیم نیز شده است. تأثیر این فیلتر در کاهش پارامترهای EC، pH، TDS، نیترات، سدیم و سولفات معنی‌دار و در کاهش پارامترهای فسفات، کلسیم و منیزیم غیرمعنی‌دار است. ساقه پنبه باعث کاهش همه پارامترهای مورد بررسی شده است؛ این فیلتر بیشترین تأثیر را با کاهش ۶۰/۱۲ درصد در پارامتر نیترات داشته است. کمترین تأثیر این فیلتر در کاهش منیزیم (به میزان ۳/۹۹ درصد) دیده می‌شود. تأثیر این فیلتر در کاهش پارامترهای EC، pH، TDS، TSS، نیترات، سدیم، فسفات، و سولفات معنی‌دار و در کاهش پارامترهای کلسیم و منیزیم غیرمعنی‌دار است. این فیلتر در کنار فیلتر خاکاره بیشترین تأثیر را در کاهش پارامترهای مورد بررسی داشته است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیوفیلتر خاکاره عملکرد مناسبی در جهت حذف پارامترهای مورد بررسی در مطالعه حاضر داشته است. فیلتر خاکاره میزان پارامترهای مورد بررسی را کاهش داده است؛ این فیلتر بیشترین تأثیر را با کاهش ۶۲/۲۳ درصد در مقدار نیترات داشته است. کمترین تأثیر این فیلتر در کاهش سدیم (به میزان ۶/۶ درصد) است. کاهش میزان پارامترهای EC، pH، TDS، TSS، نیترات، فسفات و سولفات معنی‌دار است. در مجموع، بیوفیلتر خاکاره موجب کاهش میزان این آلاینده‌ها در آب خروجی شده است (جدول ۱).

مطالعه با روش دانکن مقایسه و نتایج حاصل از تأثیر هر یک از فیلترهای زیستی بر پارامترهای بررسی گردید.

### بررسی اثر فیلترها بر پارامترهای مورد مطالعه

روند تغییرات پارامترهای مورد بررسی در آب ورودی و آب خروجی از فیلترهای زیستی نشان داد همه فیلترها بیشتر پارامترهای پساب را کاهش داده‌اند. بیشترین تأثیر فیلترها روی کاهش نیترات است به طوری که فیلترهای ساقه پنبه و خاکاره این پارامتر را به ترتیب ۶۲ و ۶۰ درصد کاهش دادند.

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در تیمارهای مختلف فیلترهای زیستی نشان می‌دهد که اختلاف بین تیمارها از نظر پارامترهای مختلف، به غیر از نیترات، غیر معنی‌دار و در نیترات در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار است. همچنین، مقایسه میانگین‌ها بین تیمارهای مختلف فیلترها از نظر بهبود کیفی زهاب خروجی نشان می‌دهد که به جز در نیترات، در سایر فاکتورها اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد. بنابراین می‌توان گفت فیلترهای زیستی مورد مطالعه کارایی نزدیک به هم دارند و از همه آنها با توجه به در دسترس بودن می‌توان استفاده کرد. فیلتر زیستی کاه و کلش گندم باعث کاهش پارامترهای مورد بررسی شده است، این فیلتر بیشترین تأثیر را (به میزان ۳۷/۷۶ درصد) در کاهش پارامتر نیترات داشته است. کمترین تأثیر این فیلتر در کاهش سدیم (به میزان ۶/۵ درصد) دیده می‌شود. تأثیر این فیلتر در کاهش پارامترهای EC، pH، TDS، نیترات و سولفات معنی‌دار و در کاهش پارامترهای فسفات، کلسیم و منیزیم و سدیم غیرمعنی‌دار است. سبوس برنج در بیشتر موارد باعث کاهش پارامترهای مورد بررسی گردیده است؛ این فیلتر

جدول ۱- بررسی تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر میزان پارامترهای زهاب با آزمون t همبسته (غیرمستقل)

گروه آزمودنی	کاه و کلش گندم			سبوس برنج			ساقه پنبه			خاکاره چوب		
	آماره متغیرها	میانگین آب ورودی	میانگین آب خروجی	مقدار t	درصد تغییر +	میانگین آب خروجی	مقدار t	درصد تغییر +	میانگین آب خروجی	مقدار t	درصد تغییر +	
EC	۳۱۶۵/۴۲	۲۸۴۵/۰۰	۳/۴۸**	-۱۰/۱۲	۲۷۴۴/۵۸	۴/۸۱**	-۱۳/۲۹	۲۷۲۶/۲۵	۵/۵۹**	۲۷۲۰/۸۳	۵/۳۱**	-۱۴/۰۵
pH	۷/۵۱	۷/۱۰	۷/۲۱**	-۵/۴۶	۷/۱۸	۸/۰۷**	-۴/۳۹	۷/۱۵	۹/۲۷**	۷/۱۶	۷/۴۶**	-۴/۶۶
TDS	۲۰۷۶/۲۵	۱۷۸۵/۳۳	۴/۶۵**	-۱۴/۰۱	۱۷۳۱/۲۵	۵/۹۹**	-۱۶/۶۲	۱۷۳۸/۶۷	۶/۲۰**	۱۷۰۱/۲۵	۶/۸۹**	-۱۸/۰۶
TSS	۲۰/۳۰	۱۷/۸۷	۳/۴۰**	-۱۱/۹۷	۱۶/۸۳	۵/۳۳**	-۱۷/۱۰	۱۷/۳۹	۴/۶۶**	۱۶/۵۸	۵/۰۰**	-۱۸/۳۲
نیترات	۴/۷۴	۲/۹۵	۶/۲۱**	-۳۷/۷۶	۲/۷۲	۶/۷۱**	-۴۲/۶۱	۱/۸۹	۱۱/۵۷**	۱/۷۹	۱۲/۳۷**	-۶۲/۲۳
فسفات	۱/۳۵	۱/۱۸	۱/۴۷ <sup>ns</sup>	-۱۲/۵۹	۱/۲۲	۱/۱۱ <sup>ns</sup>	-۹/۶۳	۱/۰۷	۲/۴۲*	۱/۰۸	۲/۹۰**	-۲۰/۰۰
کلسیم	۹/۹۶	۷/۹۱	۱/۹۳ <sup>ns</sup>	-۲۰/۵۸	۹/۲۰	۰/۷۱ <sup>ns</sup>	-۷/۶۳	۹/۴۴	۰/۴۴ <sup>ns</sup>	۸/۸۱	۱/۵۶ <sup>ns</sup>	-۱۱/۵۵
منیزیم	۶/۵۲	۵/۸۴	۱/۰۱ <sup>ns</sup>	-۱۰/۴۳	۶/۶۳	-۰/۱۲ <sup>ns</sup>	+۱/۶۹	۶/۲۶	۰/۳۱ <sup>ns</sup>	۵/۸۹	۱/۰۵ <sup>ns</sup>	-۶/۶۶
سدیم	۱۷/۸۴	۱۶/۶۸	۱/۳۹ <sup>ns</sup>	-۶/۵۰	۱۴/۷۵	۴/۲۷**	-۱۷/۳۲	۱۵/۶۸	۲/۹۵*	۱۶/۳۷	۲/۱۴ <sup>ns</sup>	-۸/۲۴
سولفات	۱۵/۸۰	۱۲/۲۴	۳/۱۷**	-۲۲/۵۳	۱۲/۳۹	۳/۶۱**	-۲۱/۵۸	۱۲/۳۱	۳/۰۶**	۱۲/۲۸	۴/۲۶**	-۲۲/۲۸

\* \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و NS نبود اختلاف معنی دار  
+ (نشانه مثبت) افزایش پارامتر و - (نشانه منفی) کاهش پارامتر بعد از عبور از فیلتر را نشان می دهد.

آلودگی منابع آب و تخریب محیط زیست شده و صدمات جبران ناپذیری به طبیعت اطراف ما، سلامتی انسان، و جانوران و گیاهان وارد خواهد کرد. با حرکت این عناصر به سفره آب‌های زیرزمینی منابع آب زیرزمینی نیز آلوده می‌شوند. در مناطقی که از آب زیرزمینی برای شرب و حفظ بهداشت استفاده می‌شود، وجود نیتروژن و فسفر خطرهای بهداشتی فراوانی ایجاد خواهد کرد. استفاده از فیلترهای زیستی برای کاهش پارامترهای زیان‌آور زهاب‌های کشاورزی، پیش از تخلیه در آب‌های سطحی، باعث کاهش این خطرها خواهد بود. در این باره، فیلترهای مورد مطالعه از نظر بهبود کیفی زهاب برای دفع در منابع آب سطحی بررسی گردید. بر اساس نتایج اندازه‌گیری‌ها، فیلترهای ساقه پنبه و خاکاره به ترتیب با کاهش ۶۰/۱۲، ۶۲/۲۳ درصد نیترات و ۲۰/۷۴، ۲۰/۰۰ درصد فسفات گزینه‌های برتر از دید تغذیه‌گرایی منابع آب‌های سطحی هستند. در مناطق و در مواقعی که هدف بهبود کیفی زهاب برای تخلیه آن به منابع آب سطحی و محیط طبیعی باشد می‌توان از این دو فیلتر استفاده کرد.

#### ارزیابی کلی فیلترها

انتخاب فیلتری که از هر لحاظ مناسب برای اجرا در هر منطقه باشد بسیار مهم است و به عوامل مختلفی بستگی دارد. فیلتر ساقه پنبه از بین ده پارامتر مورد بررسی در این مطالعه در هشت مورد، میزان ورودی را به طور معنی‌داری کاهش داده است و می‌توان گفت این فیلتر در کاهش پارامترهای زهاب مؤثرتر بوده است. فیلترهای سوس برنج و خاکاره از بین ده پارامتر مورد بررسی در مطالعه، در هفت مورد میزان ورودی را به طور معنی‌داری کاهش داده است و این فیلترها در کاهش پارامترهای زهاب بعد از ساقه پنبه مؤثر بوده است. فیلتر کاه و کلش گندم از بین ده پارامتر مورد بررسی، در شش مورد میزان ورودی را به طور معنی‌داری کاهش داده است

#### بررسی استفاده از آب برگشتی در شبکه آبیاری و زهکشی مغان

مقایسه زهاب ورودی و زهاب خروجی از فیلترهای مختلف با حداکثر مجاز استاندارد کیفیت آب برای کاربری کشاورزی نشان می‌دهد که در زهاب ورودی مقادیر مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در آب آبیاری، یعنی شوری و املاح آب و نیز سدیم و سولفات، بیش از حد مجاز جهت آبیاری زمین‌های کشاورزی است. با به‌کارگیری فیلترهای مورد مطالعه این پارامترها در زهاب تا کمتر از حد مجاز استاندارد کاهش یافته است تا آنجا که زهاب خروجی می‌تواند برای آبیاری به کار گرفته شود.

بر اساس نتایج کیفی زهاب خروجی از فیلترهای مورد مطالعه و مقایسه آن با حد مجاز استاندارد کیفیت آب برای کاربری کشاورزی، به ترتیب گونه‌های زراعی گندم، جو و پنبه در الگوهای کشت مختلف برای استفاده از حدود ۲۶۰ میلیون مترمکعب زهاب تولیدی شبکه آبیاری مغان قابل برنامه‌ریزی است.

#### بررسی فیلترهای برتر جهت بهبود کیفی زه‌آب برای دفع در منابع آب سطحی (از دید تغذیه‌گرایی منابع آب)

تجمع مواد مغذی در زهاب‌های کشاورزی و راهیابی آنها به منابع آب سطحی و زیرزمینی، معضلات زیست‌محیطی فراوانی به همراه خواهد داشت. مواد مغذی، به‌ویژه نیتروژن و فسفر می‌توانند سرعت مغذی شدن و همچنین آلودگی را در این منابع افزایش دهند. به‌رغم اینکه از زهاب‌های کشاورزی با تمهیداتی به‌عنوان منابع آب برگشتی استفاده مجدد به‌عمل آید. در این صورت نیز در فصل‌های غیر زراعی زهاب‌های زیرزمینی بالاچار به آب‌های سطحی تخلیه می‌شوند. این مسئله به‌علت تغذیه‌گرایی آب‌های سطحی خصوصاً در مواردی که مقادیر نیتروژن و فسفر در این آب‌ها زیاد باشد موجب

فیلترهای زیستی در بهبود کیفیت زهاب‌ها مشاهده نمی‌شود اما بر اساس بررسی‌های آماری فیلترهای ساقه پنبه و خاک‌اره چوب، در مقایسه با فیلترهای زیستی کاه و کلش گندم و سبوس برنج در بهبود کیفیت زهاب مؤثرترند و قابل توصیه برای کاربرد هستند.

از نظر تغذیه‌گرایی منابع آب، جهت دفع پساب به منابع آب سطحی و زیرزمینی، فیلترهای زیستی خاک‌اره چوب و ساقه پنبه به ترتیب با جذب ۶۲/۲۳ و ۶۰/۱۲ درصد نیترات و ۲۰ و ۲۰/۷ درصد فسفات نسبت به فیلترهای دیگر برتری نشان داده‌اند.

بر اساس نتایج کیفی زهاب خروجی از فیلترهای مورد مطالعه و مقایسه آن با حداکثر مجاز استاندارد کیفیت آب برای کاربری کشاورزی، گیاهان زراعی گندم، جو، و پنبه (به ترتیب) در الگوهای کشت مختلف برای استفاده از حدود ۲۶۰ میلیون مترمکعب زهاب تولیدی شبکه آبیاری زهکشی مغان قابل برنامه‌ریزی هستند.

با توجه به اهمیت منابع جدید در شرایط بحرانی کمبود آب و حجم قابل توجه زهاب خروجی در کشور، خصوصاً در شبکه آبیاری و زهکشی مغان، برنامه‌ریزی برای جمع‌آوری و بهبود کیفیت از این منابع و استفاده مجدد از آن ضروری است.

استفاده غیراصولی از پساب در کشاورزی، عوارض زیست‌محیطی و بهداشتی جبران‌ناپذیری به همراه خواهد داشت.

یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای کنترل و کاهش آلاینده‌های پساب‌های کشاورزی با استفاده از جذب سطحی و روش بیولوژیکی با جاذب‌های ضایعات کشاورزی به‌وسیله فیلترهای زیستی است.

با توجه به نتایج این بررسی، امکان به‌کارگیری فیلترهای زیستی برای بهبود کیفی پساب‌های کشاورزی وجود دارد. اجرای پایلوت‌های کاربردی در این خصوص در

و این فیلتر نیز در کاهش پارامترهای زهاب تا حدودی مؤثر بوده است. هر چهار جاذب باعث بهبود کیفی زهاب گردیدند؛ به‌جز پارامتر نیترات، این فیلترها در جذب سایر پارامترها تفاوت معنی‌داری از خود نشان ندادند. اما فیلترها نتوانستند باعث کاهش کلسیم و منیزیم شوند، چه بسا گاهی موجب افزایش این دو پارامتر نیز شدند. کلسیم و منیزیم سختی آب را افزایش می‌دهند که می‌تواند باعث گرفتگی قطره‌چکان‌ها و لوله‌ها در آبیاری قطره‌ای شود، ولی نفوذپذیری خاک را نیز بالا می‌برند. از این نظر وجود این دو عنصر در آب مفید است و کاهش نیافتن و حتی اندکی افزایش در درصد آنها نیز ایجاد مشکل نمی‌کند. از تجزیه و تحلیل نتایج تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که فیلتر ساقه پنبه و خاک‌اره چوب از هر نظر مناسب‌ترین هستند و فیلترهای سبوس برنج و کاه و کلش گندم در ردیف بعدی قرار دارند که با توجه به فراوانی آنها در منطقه مورد مطالعه می‌توان از آنها استفاده کرد. استفاده از خاک‌اره چوب در بیوراکتورها جهت کاهش نیترات، در دنیا سابقه طولانی دارد. با توجه به نتایج این تحقیق، ساقه پنبه با توجه به فراوانی و ارزانی آن می‌تواند در کنار خاک‌اره به‌عنوان فیلتر در بیوراکتورها به‌کار رود.

## نتیجه‌گیری

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که یکی از راه‌حل‌های بهبود کیفیت زهاب‌های کشاورزی، استفاده از جاذب‌های زیستی به‌عنوان فیلتر است.

تفاوت بین فیلترهای زیستی در بهبود کیفیت زهاب‌ها، به‌غیر از پارامتر نیترات، در سایر پارامترها معنی‌دار نیست. همه فیلترهای مورد مطالعه در کاهش پارامترهای مورد بررسی مؤثر بوده‌اند. با توجه به در دسترس بودن و فراوانی فیلترها در هر منطقه می‌توان از آنها استفاده کرد. به‌رغم آنکه تفاوت معنی‌داری بین



شبکه‌های مختلف زهکشی کشور توصیه می‌شود. آلودگی‌ها و مشکلات زیست‌محیطی از فیلترهای زیستی در صورت تخلیهٔ پساب کشاورزی در منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، می‌توان برای جلوگیری از ایجاد مانند خاکارهٔ چوب و ساقهٔ پنبه جهت کاهش پارامترهای مضر استفاده کرد.

## مراجع

- Abedi-Copaei, J. and Mosavi, S. V. 2003. Comparison of active carbon, sawdust, almond shell and hazelnut shell absorbent in removal of nickel from aqueous environment. *J. Water Wastewater*. 48, 17-24. (in Persian)
- Hassanpour, B., Giri, S. K., Puer, W. T., Steenhuis, T. S. and Geohring, L. D. 2016. Field performance of denitrifying bioreactors in the northeastern United States. 10<sup>th</sup> International Drainage Symposium Conference. Sep. 6-9. American Society of Agricultural and Biological Engineers. Minneapolis, Minnesota.
- Jiang, Y., Pang, H. and Liao, B. 2009. Removal of copper(II) ions from aqueous solution by modified bagasse. *J. Hazard. Mater.* 164, 1-9.
- Mohammadi-Gallehzan, M. and Shamohammadi, Sh. 2013. Comparison of active carbon, awdust, almond shell and hazelnut shell absorbent in removal of nickel from aqueous environment. *J. Water Wastewater*. 3, 71-79. (in Persian)
- Robertson, W. D. and Merkle, L. C. 2009. In-stream bioreactor for agricultural nitrate treatment. *J. Environ. Qual.* 38, 230-237.
- Saedi, M., Jamshedi, A., Abbasi, E. and Baiat, J. 2008. Removal of dissolved cadmium by adsorption onto walnut and almond shell charcoal: comparison with Granular Activated Carbon (GAC). *J. Water Wastewater*. 2, 16-22. (in Persian)
- Sangi, M., Shahmoradi, A., Zolgharnein, J., Azimi, G. and Ghorbandoost, M. 2008. Rimoval and recovery of heavy metals from aqueous solution using *Ulmas carpinifolia* and *Fraxinus excelsiortree* leaves. *J. Hazard. Mater.* 155, 513-522.
- Seyedin-Boroujeni, S. S. and Mohammadi, Sh. 2015. Removal of chromium (VI) from aqueous solution by the modified *Tamarix* sawdust: batch and column studies. *Iranian Water Res. J.* 9(4): 79-87. (in Persian)
- Shamohammdi, Sh. 2002. Removal of cadmium from aqueous solution using rice husk. *J. Water Wastewater*. 2, 127-133. (in Persian)
- Xing, X., Gao, B., Zhong, Q. Q., Yue, Q. and Li, Q. 2011. Sorption of nitrate onto amine-crosslinked wheat straw: Characteristics, column sorption and desorption properties. *J. Hazard. Mat.* 186: 206-211.
- Tsui, L. S., Roy, W. R. and Cole, M. A. 2002. Removal of dissolved textile dyes from wastewater by compost sorbent. *Color Technol.* 119, 14-18.
- Zoski, E. D., Lapen D. R., Gottschall N., Murrell R. S. and Schuba, B. 2013. Nitrogen, phosphorus, and bacteria removal in laboratory-scale woodchip bioreactors amended with drinking water treatment residuals. *T. Am. Soc. Agr. Biol. Eng.* 56, 1339-1347.
- Yargholi, B. and Akhavan, K. 2015. Quantity and quality assessment of drainage water and the feasibility of its use in agriculture (case study of Moghan irrigation and drainage network). Research Report. No. 48715. Iranian Agricultural Engineering Research Institute (AERI). (in Persian)

## **Evaluating capability of biological filters for treatment of agricultural drainage water: A case study in moghan irrigation and drainage network**

**K. Akhavan<sup>\*</sup>, A. Shah-Nazari and B. Yargholi**

\* Corresponding Author: Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Educational and Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Iran. Email: akhavan120@yahoo.com

Received: 18 October 2016, Accepted: 29 September 2017

Water crisis due to high demand of water in agricultural sector is becoming more evident on day by day basis, hence the use of unconventional water resources, especially drained agricultural water is gaining importance. In this investigation the efficacy of four types of biological filters namely: wheat straw, rice husk, cotton stalk and wood sawdust for improving the quality of agricultural drainage water with respect to factors like, salinity, acidity, nitrate, calcium, magnesium, sodium, phosphate, sulphate, pH, TDS and TSS was investigated under a pilot scale study. Analysis of variance showed that no statistically significant difference between different treatments in terms of the impact on the parameters studied, except for nitrates. Based on the results of this study, all the drainage water filters were effective in improving the quality of wastewater for agriculture, so any of them can be used to this end, since these types of filters are available in all region of the country. The results showed that in terms of eutrophication of water resources, when wastewater discharged to surface water resources, the sawdust and cotton stalk filters, the removed nitrate, was 63.23 and 60.12 percent and the removed phosphate was 20 and 20.7 percent respectively and were superior to other filters. Based on the qualitative analysis of wastewater output of the studied biofilters, and comparing it with standards pertaining to maximum allowable limit for application in agricultural fields, it can be concluded that about 260 million Square meters of drainage water available from irrigation network in Moghan irrigation network is suitable for production of wheat, barley and cotton under different planting patterns in the region.

**Keywords:** Agriculture, Bio filter, Drainage water, Moghan