نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد۹، آذر - دی ۱۳۹۴، ص. ۸۱۰-۷۹۸

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 9, Dec.-Jan. 2015, p. 798-810

تاثیر چهار نوع جاذب زیستی بر کاهش پارامترهای نیترات، فسفات، شوری، pH و تغییرات دمایی پساب خروجی از اراضی شالیزاری

امین بابایی‌مقدم[۱]، محمدرضا خالدیان[۲*]، علی شاهنظری[۳]، محمدرضا مرتضی‌پور[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۹

چکیده

یکی از بزرگ‌ترین نیازهای پیش‌روی اکثر جوامع امروزی کمبود آب شیرین و بدون آلودگی می‌باشد، کمبود منابع آبی سالم و بالا بودن هزینه‌های اجرای طرح‌های تصفیه اغلب مانع دسترسی جوامع به این نیاز حیاتی می‌شود. این تحقیق با هدف بررسی کیفیت رواناب خروجی از اراضی شالیزاری بعد از فصل کشت و هم‌چنین تصفیه پساب کشاورزی و کاهش تعدادی از پارامترهای مضر موجود در محلول‌های آبی انجام پذیرفت. در این تحقیق میزان کارایی چهار نوع جاذب زیستی خاک‌اره چوب و سبوس‌برنج، ذغال چوب و زایدات چای بررسی شد. برای این منظور داده‌برداری دوره‌ای ده روزه در فصل پاییز انجام شد و میزان پارامترهای pH، EC، نیترات، فسفات مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که هر چهار ماده، به میزانی از پارامترهای ذکر شده، کاسته است. این کاهش و افزایش به عوامل مختلفی بستگی داشته‌است که مهم‌ترین آنها میزان غلظت آلاینده و دمای هوا بوده است. در بین این چهار نوع جاذب زیستی، جاذب زیستی خاک‌اره از عملکرد نسبی بهتری برخوردار بوده است و مثلاً توانسته غلظت نیترات را از ۴/۵۴ به ۰/۲۵ میلی‌گرم در لیتر برساند. مقایسه اقتصادی چهار نوع جاذب زیستی نیز این امر را نشان می‌دهد مثلاً جاذب زیستی خاک اره ۸۰ درصد ارزان‌تر از جاذب زیستی ذغال است.

واژه های کلیدی: سبوس‌برنج، خاک‌اره، زایدات چای، ذغال چوب

مقدمه

حفظ منابع تولید مواد غذایی از نظر کمی و کیفی به خصوص منابع آب و خاک وظیفه‌ای همگانی است. متأسفانه در کشور ما از آغاز ورود کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات و بیماری‌های گیاهی به عرصه تولیدات کشاورزی، توازنی بین آنچه مورد نیاز بوده و آنچه مصرف شده وجود نداشته است؛ لذا مصرف بی‌رویه مواد شیمیایی در کشاورزی، باعث افزایش شدت آلودگی منابع آبی در گذر از شهرها و روستاها شده‌اند (میرمشتاقی و همکاران، ۱۳۹۰). فسفر در بین عناصر غذایی بعد از نیتروژن مهم‌ترین عامل محدودکننده تولیدات کشاورزی در بیش‌تر مناطق جهان و ایران می‌باشد و استفاده از آن ضروری است (محمودسلطانی، ۱۳۹۰). با این وجود، تحقیقات قبلی آشکار نمود که در برخی شرایط، سیستم‌های زهکشی زیرزمینی نیز مقدار قابل توجهی فسفر و نیترات را از اراضی کشاورزی خارج می‌کند. نتایج تحقیقات مذکور عمدتاً نشان می‌دهد که علی‌رغم میل چسبندگی زیاد فسفر و دیگر آلایندگی‌ها به ذرات خاک، علاوه بر رواناب سطحی، آبشویی و رواناب زیرزمینی نیز می‌تواند به عنوان فرآیندهای مهمی در دفع این ذرات از اراضی کشاورزی در نظر گرفته شوند (درزی نفت-چالی و همکاران، ۱۳۹۱). از روش‌های معمول برای حذف عناصر از پساب‌ها، رسوب‌دهی شیمیایی، تعویض یونی، ته‌نشینی، انعقاد، شناور-سازی، فیلتراسیون، روش‌های غشایی، تکنیک‌های الکتروشیمیایی، روش‌های بیولوژیک و واکنش‌های شیمیایی می‌باشند که هر کدام از این روش‌ها معایب و مزایایی نسبت به یکدیگر دارند (Pagnanelli et al., 2000؛ Kerishnani et al., 2000). یکی از روش‌های مناسب برای حذف آلودگی‌های آب و فاضلاب جذب سطحی با استفاده از جاذب‌های طبیعی می‌باشد. این جاذب‌ها به وفور در طبیعت یافت می‌شوند. این روش‌ها در مقایسه با سایر روش‌ها مزایایی دارند از جمله مقرون به صرفه بودن، قابلیت احیا و بازیابی فلزات، بالا بودن نسبی سرعت فرآیند و عدم تولید لجن می‌باشد. در سال‌های اخیر به

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، مهندسی آب، دانشگاه گیلان، رشت
۲- استادیار گروه مهندسی آب دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان و گروه پژوهشی مهندسی آب و محیط زیست، پژوهشکده حوزه آبی دریای خزر
۳- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۴- کارشناس ارشد شرکت آب منطقه‌ای گیلان
(* - نویسنده مسئول: (Email: khaledian@guilan.ac.ir

علت در دسترس بودن جاذب‌های گیاهی و هزینه‌های پایین و بهره‌برداری ساده، روش جذب سطحی با جاذب‌های گیاهی بسیاری مورد استفاده قرار گرفته‌است (Sangi et al., 2008). مواد ارزان قیمت مانند جلبک، کاه‌گندم، پوست خرپنگ، سبوس برنج، تفاله چای و غیره به فراوانی برای حذف فلزات سنگین از پساب‌ها به کار رفته‌است (محمدپور و همکاران، ۱۳۹۱). یکی از جاذب‌های مورد استفاده در تحقیقات خاک‌اره می‌باشد (شاه‌محمدی، ۱۳۹۰). خاک‌اره حاصل از صنعت چوب یک محصول جانبی فراوان است که به راحتی و با قیمت ناچیز در دسترس می‌باشد. این ماده متشکل از ترکیبات آلی گوناگونی (لیگنین، سلولز و همی‌سلولز) با گروه‌های پلی‌فنولی می‌باشد که توانایی به دام انداختن فلزات سنگین با مکانیزم‌های متفاوتی را در آن ایجاد می‌کند (Ngah and Hanafiah., 2008). سبوس برنج، نامحلول در آب، دارای پایداری شیمیایی خوب، قدرت مکانیکی بالا، ارزان‌قیمت، در دسترس (از محصولات جانبی ضایعات کشاورزی)، به‌طور عمده زیست تخریب‌پذیر و دارای ساختار گرانولی است که این ویژگی‌ها آن را به یک جاذب خوب برای حذف فلزها از پساب تبدیل کرده است (شاه‌محمدی حیدری، ۱۳۸۸). سبوس برنج هم به‌صورت فرآوری شده و هم به‌صورت فرآوری نشده استفاده می‌گردد و در هر دو شکل یکی از جاذب‌های فلزهای سنگین به حساب می‌آید، (Acenioghu et al., 2001؛ Singh et al., 2008). پوسته برنج به عنوان یکی از تولیدات کارخانه‌های شالیکوبی به مقدار فراوان یافت می‌شود و بر اساس آمار منتشر شده توسط اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی، تولید برنج ایران در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ بالغ بر ۲.۷۰۰.۰۰۰ تن بوده است که با احتساب ۲۰٪ پوسته برنج میزان تولید این ماده قریب به نیم میلیون تن می‌باشد (کابوسی و همکاران، ۱۳۸۸). اکثر تحقیقات صورت گرفته در زمینه استفاده از جاذب‌های زیستی مربوط به کاهش فلزات سنگین بوده است و در زمینه پارامترهای مورد بررسی در این تحقیق، تحقیقات اندکی صورت گرفته است. طبق تحقیقات گله‌زن و شاه‌محمدی که در فضای آزمایشگاهی صورت گرفت، خاک‌اره در pH شش، بالاترین میزان جذب نیکل را دارا بود. اسدی و شریعت‌مداری (۱۳۸۸) در تحقیقات خود بر تاثیر مثبت خاک‌اره در کاهش فلزات سنگین اشاره کردند. نامنی و همکاران (۱۳۸۷) طبق تحقیقات خود اثرات کاهشی فلزات سنگین به‌وسیله سبوس برنج را گزارش نمودند. دایفلاح و همکاران در تحقیقات خود نشان دادند که سبوس برنج قابلیت حذف عناصر بسیار زیادی را داشته و در تحقیقات خود عناصر سرب، کادمیم، روی، آهن و مس را مورد بررسی قرار داد و اعلام داشتند که سبوس برنج موجب حذف ۱۰۰ درصدی این آلاینده‌ها در محلول شده است(Daifullah et al., 2007).

طبق نتایج تحقیقات بیش‌ترین تراکم نیترات در دریای مازندران به ترتیب ۰/۱۱۰ و ۰/۰۹۹ میلی‌گرم در لیتر در فصل بهار و تابستان در منطقه کیاشهر (واقع در استان گیلان) به علت افزایش ورود پساب رودخانه سفیدرود بوده‌است (خسروپناه، ۱۳۸۷). نتایج مطالعه CEP[1] در در سال ۱۳۸۱ در حوضه جنوب‌غربی دریای خزر مشخص ساخت که بیش‌ترین مقدار فسفات تحت تاثیر جریان آب رودخانه سفیدرود در سواحل انزلی و بندرکیاشهر بوده است. با توجه با وجود اراضی شالیزاری زیاد در منطقه کیاشهر و هم‌چنین شواهد موجود، تحقیق حاضر با هدف بررسی نواسانات pH، EC، نیترات، فسفات و دما در زه‌آب خروجی از اراضی شالیزاری و هم‌چنین کاهش میزان آلایندگی احتمالی موجود در منطقه به کمک روش‌های بیولوژیکی و مواد طبیعی ارزان‌قیمت (سبوس برنج، خاک‌اره، ذغال چوب و زایدات چای) انجام گرفت. در این زمینه تا به حال تحقیقات زیادی صورت نگرفته است ولی اکثر این تحقیقات و آزمایشات در محیط‌های آزمایشگاهی و در فضای نمونه‌برداری کوچک و هم‌چنین با ورودی غیرطبیعی (با میزان بالای ماده کاربردی) صورت گرفته است. تحقیقات اندکی در این زمینه در شرایط طبیعی منطقه در ابعاد بزرگ صورت گرفته است. از این رو در این تحقیق سعی شد که تا حد امکان شرایط با شرایط طبیعی منطقه مشابه باشد. در این تحقیق تغییرات عملکردی pH، EC، نیترات، فسفات و دما در آب خروجی از اراضی شالیزاری و هم‌چنین آب خروجی از چهار جاذب زیستی خاک‌اره، سبوس برنج، ذغال و زایدات چای مورد بررسی قرار گرفته‌است، تا بتوان با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق به درستی با توجه به مشکلات موجود در منطقه جاذب زیستی مناسب را انتخاب کرد.

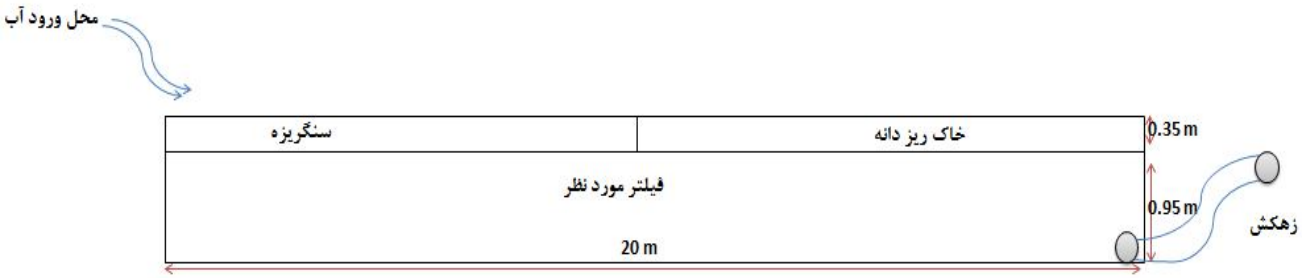
مواد و روش‌ها

محل اجرای تحقیق با توجه به وجود اراضی شالیزاری، شبکه زهکشی و امکان دسترسی شهر کیاشهر (روستای لسکوکلایه) واقع در استان گیلان انتخاب شد. پس از انتخاب مکان پروژه (از یک سو به زهکش یا رودخانه و از سوی دیگر به اراضی شالیزاری متصل بود)، روی زمین، مکعب مستطیل‌هایی به ابعاد ۲۰ متر طول، ۱/۲ متر ارتفاع و ۲/۵ متر عرض حفر شد تا بتوان مواد مورد نظر را در درون آن قرار داد. سپس در درون هر یک پلاستیکی ضخیم پهن کرده تا از نفوذ آب از کف و اطراف جلوگیری شود. در گام بعدی در انتهای (و کف) هر یک از باکس‌ها، زهکشی تعبیه نموده و در ابتدای آن نیز شیر ورودی آب تعبیه شد تا پس از ورود آب به درون باکس کل طول مسیر ۲۰ متری طی شود و سپس به زهکش راه پیدا کند (هر یک از باکس‌ها شیب طولی دو درصد به سمت زهکش‌ها داشت). بعد از آماده‌سازی باکس‌ها، مواد انتخاب شده به‌طور جداگانه در هر یک از آن‌ها ریخته و تا ارتفاع ۰/۹۵ متری از کف باکس به‌وسیله مواد پر شد

1- Caspian environment program

(شکل ۱) و در جهت طول برای جلوگیری از جابجایی مواد به سمت زهکش در هر پنج متر از توری‌های کنفی استفاده شد. سپس در ده متر اول در هر باکس روی مواد سنگریزه ریخته‌شد (به ارتفاع ۰/۲۵ متری) و در ده متر بعدی روی مواد جاذب زیستی خاک ریزدانه (به ارتفاع ۰/۲۵ متر) ریخته شد. این کار از این جهت انجام شد که آب ورودی فیلتر از قسمت اولیه آن که سنگریزه وجود دارد وارد فیلتر شده و از قسمت دوم آن که خاک رس می‌باشد وارد فیلتر نشود تا آب بتواند مسیر بیش‌تری را درون مواد جاذب زیستی برای تصفیه طی نماید (شکل ۲).

تصویر شماره ۱- نحوه آماده سازی جاذب‌های زیستی اجرا شده در منطقه



«نمای جانبی»

تصویر شماره ۲- نمای جانبی جاذب زیستی اجرا شده در منطقه

در گام بعدی با احداث پمپ در کنار باکس‌ها و پمپاژ از زهکش به درون هر یک از باکس‌ها عملیات تصفیه آغاز شد. زمان‌بندی کار پمپ طوری تنظیم گردید که در هر شبانه روز ۲۲ ساعت کار کند و دو ساعت در روز استراحت داشته باشد (به کمک تایمر). سعی بر این بود که آب در این مدت به صورت مستمر و دائمی روی مواد قرار داشته و از آن عبور کند تا بتوان تغییرات ناگهانی و دوره‌ای را به طور دقیق و تا حد امکان مشابه با وضعیت طبیعی در منطقه بررسی نمود و روند تحلیل رفتن و یا هر گونه اتفاق دیگر را در طول دوره تصفیه فیلتر مورد بررسی قرار داد. بعد از روشن کردن پمپ میزان دبی آب ورودی به هر یک از باکس‌ها با توجه به نتایج آزمایشات هدایت هیدرولیکی مواد که در آزمایشگاه بدست آمده بود (آزمایش دارسی) تعیین و تنظیم گردید. زمان نمونه‌برداری دوره سه ماهه‌ی بعد از فصل کشت بود (فصل پاییز)، که به علت بارندگی زیاد و شستشوی بیش از حد مواد و سموم از خاک و هم‌چنین افزایش غلظت پارامترهای مورد بررسی در آب زهکش، انتخاب گردید. برای هر دوره ده روزه یک نمونه‌برداری انجام شد. در این تحقیق به‌منظور بررسی تاثیر تیمارهای مختلف جاذب زیستی بر پارامترهای مورد بررسی از آزمون t همبسته (یا غیر مستقل) با نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

نتایج و بحث

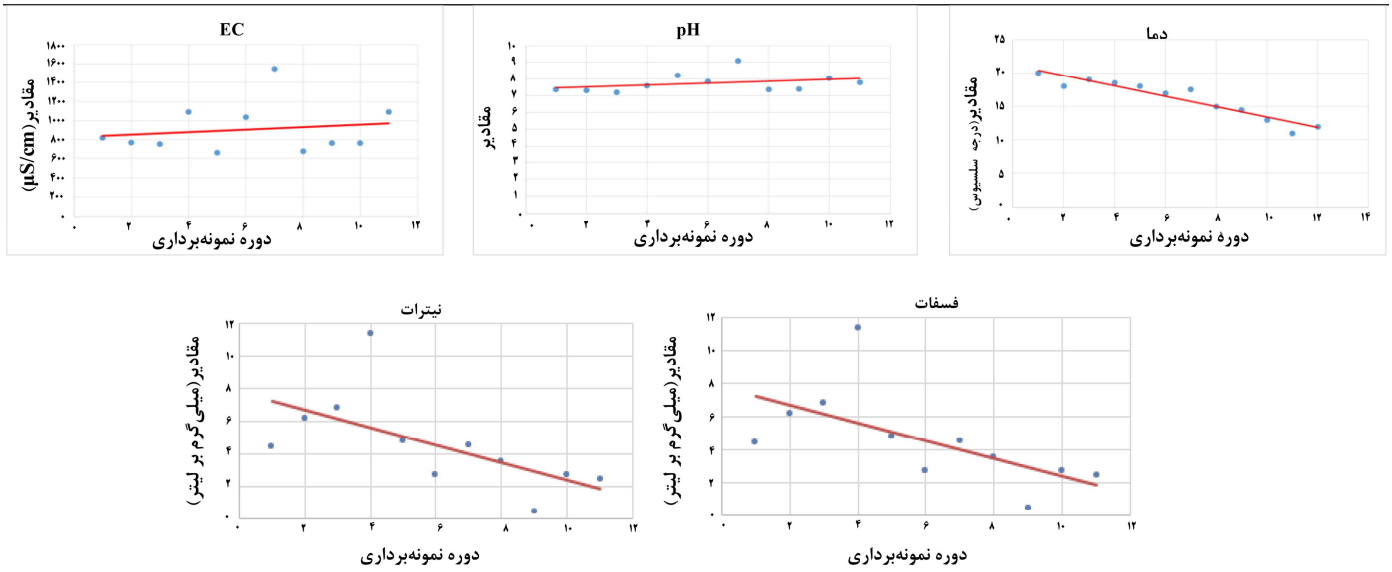
در ابتدا اطلاعات مربوط به آب ورودی به جاذب زیستی مورد

بررسی قرار گرفت و مشاهده شد میزان تغییرات در طول فصل با توجه به میزان بارندگی معنادار بود (جدول ۱). میزان دما در آب ورودی در طول دوره با توجه به سرد شدن هوا به تدریج کاهش معناداری یافت. به‌طور میانگین میزان دما ۱۶ درجه سلسیوس بود، و از دوره اول نمونه‌برداری، تا دوره آخر نمونه‌برداری میزان هشت درجه کاهش دما مشاهده شد. میزان pH در طول دوره با توجه به افزایش میزان بارندگی‌ها و شستشوی زمین‌های کشاورزی از مواد به میزان اندکی افزایش یافت و این میزان افزایش معنادار بود (شکل ۱). هم‌چنین میزان نیترات و فسفات در طول دوره نمونه‌برداری به طور معناداری دچار تغییر شدند. میزان نیترات در دوره چهارم نمونه‌برداری در بالاترین حد خود و میزان فسفات در دوره هفتم نمونه‌برداری در بالاترین حد خود بود. میزان pH در طول دوره در محدوده نرمال بود اما میزان شوری آب زهکش (آب ورودی به جاذب‌های زیستی) به‌طور میانگین از حد نرمال خروج به آب‌های سطحی بالاتر بود. برای پارامترهای نیترات و فسفات به‌طور میانگین میزان آلایندگی در حد نرمال خروج به آب‌های سطحی بود و می‌توان گفت بسیار پایین بوده است و تنها میزان نیترات در دوره چهارم نمونه‌برداری از حد مجاز تجاوز نمود.

جاذب زیستی چای بین نیم تا یک درجه از میزان دمای آب ورودی کاست به‌طوری‌که میانگین دما در آب ورودی ۱۶درجه سلسیوس و در آب خروجی از جاذب زیستی چای ۱۵/۸۳ درجه سلسیوس بود. بین آب ورودی و خروجی از نظر میزان شوری تفاوت معناداری در سطح پنج درصد مشاهده نشد. با توجه به میانگین هدایت الکتریکی در آب ورودی و خروجی می‌توان گفت میزان شوری در آب خروجی از جاذب زیستی چای بیش‌تر شد ولی این تفاوت معنادار نیست، با توجه به نامساعد بودن میزان شوری در آب ورودی این مشکل تشدید شد. هم‌چنین میزان pH آب خروجی از جاذب زیستی چای نسبت به آب ورودی اندکی کاهش یافت و این کاهش در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنادار بود (شکل ۲). میزان فسفات در طی عبور از جاذب زیستی چای بیش‌تر شد و تفاوت معنادار بوده است ولی با وجود این افزایش میزان فسفات باز هم از حد مجاز فراتر نرفته‌است. میزان نیترات در طول دوره کاهش یافت اما این کاهش معنادار نبوده است. در ابتدای دوره نمونه‌برداری ظاهرا به‌دلیل آزادسازی نیترات موجود در مواد جاذب زیستی، مقدار نیترات خروجی بیش از ورودی بوده که در ادامه و با شستشوی این مواد، مقدار خروجی کم‌تر از ورودی بوده است. گیاه چای به علت دارا بودن شرایط خاص کشت، از فراوانی مکانی مناسبی برای کشت در کشور برخوردار نیست. به این علت تعداد تحقیقات صورت گرفته در این زمینه، بسیار اندک می‌باشد. تنها تحقیق صورت گرفته در این زمینه مربوط به محمدپور و همکاران (۱۳۹۱) می‌باشد که در این تحقیق به کمک کمپوست چای میزان جذب تعدادی از فلزات سنگین بررسی شد و نتایج نشان‌دهنده جذب اندک فلزات نیکل، سرب و مس می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل شده می‌توان گفت جاذب زیستی چای در منطقه مورد مطالعه، برای حذف پارامترهای مورد بررسی مناسب نبوده‌است.

جدول ۱- میزان پارامترهای آب ورودی در طول دوره مطالعه

دوره‌های نمونه‌برداری	تاریخ نمونه‌برداری	دما(درجه سلسیوس)	pH	شوری(µS/cm)	نیترات(میلی‌گرم بر لیتر)	فسفات(میلی‌گرم بر لیتر)
مهر-۱	۹۲-۰۷-۰۶	۲۰	۷/۳۶	۸۲۱	۴/۴۲	۰/۱
مهر-۲	۹۲-۷-۲۱	۱۸	۷/۳۱	۷۷۰	۶/۲	۰/۰۸
مهر-۳	۹۲-۸-۶	۱۹	۷/۲	۷۵۸	۶/۸۵	۰/۰۸
مهر-۴	۹۲-۸-۱۲	۱۸/۵	۸/۶۱	۱۰۹۰	۱۱/۴۲	۰/۱۲
آبان-۱	۹۲-۹-۳	۱۸	۸/۲۱	۶۵۸	۴/۸۳	۰/۱۹
آبان-۲	۹۲-۹-۸	۱۷	۷/۸۵	۱۰۳۵	۲/۷۳	۰/۰۸۷
آبان-۳	۹۲-۹-۱۱	۱۷/۵	۹/۱	۱۵۴۵	۴/۵	۰/۶۶
آبان-۴	۹۲-۹-۱۵	۱۵	۷/۳۶	۶۷۳	۳/۵۴	۰/۰۹
آذر-۱	۹۲-۹-۲۵	۱۴/۵	۷/۴۱	۷۶۸	۰/۴۳	۰/۱۱
آذر-۲	۹۲-۱۰-۶	۱۳	۸/۰۶	۷۶۹	۲/۶۸	۰/۱
آذر-۳	۹۲-۱۰-۸	۱۱	۷/۷۹	۱۰۹۱	۲/۴۳	۰/۱
بیشینه	-	۲۰	۹/۱	۱۵۴۵	۱۱/۴۲	۰/۶۶
کمینه	-	۱۱	۷/۲	۶۵۸	۰/۴۳	۰/۰۸
میانگین	-	۱۶	۷/۷۵	۹۰۷/۰۹	۴/۵۴	۰/۱۵۶۱
محدوده نرمال برای تخلیه به آب‌های سطحی	-	-	۶/۵- ۸/۵	۷۰۰	۱۰	۶
میزان احتمال	-	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰

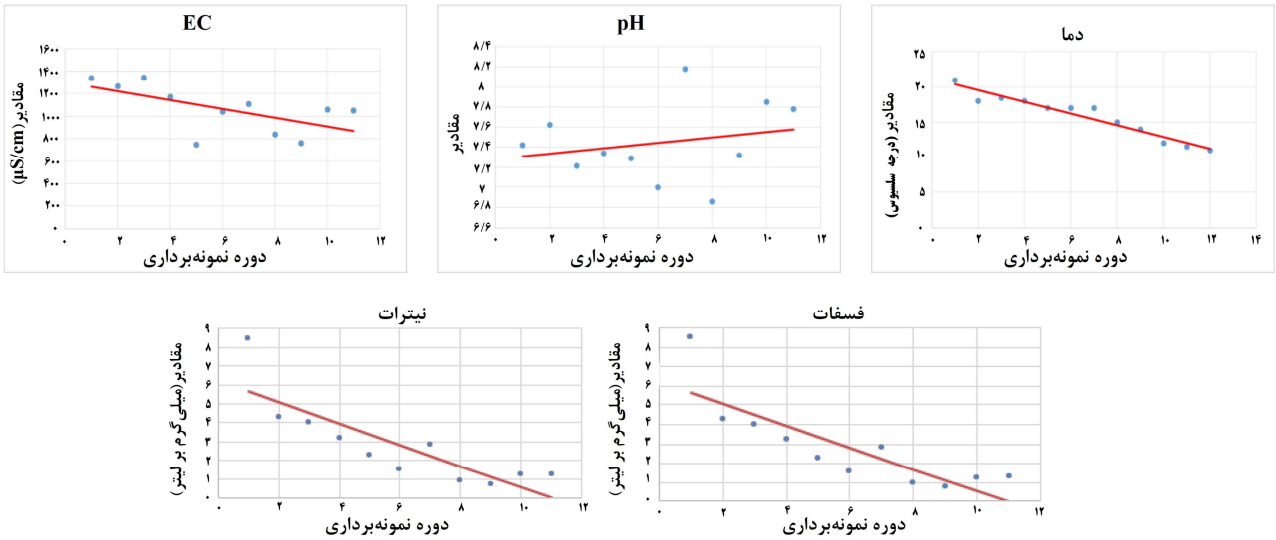


شکل ۱-پراکندگی داده‌ها در طول دوره مطالعه مربوط به آب ورودی به جاذب‌های زیستی

نتایج مربوط به اطلاعات جاذب‌های زیستی مورد بررسی قرار گرفت و نشان داد میزان دمای ثبت شده، از آب خروجی از جاذب زیستی چای در طول دوره، روندی کاهشی را دنبال نموده و این روند معنادار است (جدول ۲). نتایج مربوط به اطلاعات جاذب زیستی سبوس برنج نشان داد دما بین آب خروجی از جاذب زیستی سبوس برنج و آب ورودی به میزان نسبتاً محسوسی تفاوت داشته است ($P<0.05$). در طول دوره، جاذب زیستی سبوس برنج به طور میانگین ۲/۸۳ درجه سلسیوس دمای آب ورودی را افزایش داد و این افزایش در اواخر دوره بیش‌تر بود، یعنی زمانی که آب ورودی سردتر شد میزان افزایش دما در آب خروجی بیش‌تر شد. میزان شوری در طول دوره به‌طور پراکنده بود و بین آب ورودی و خروجی از نظر میزان شوری تفاوت معناداری مشاهده نشد. با توجه به میانگین هدایت الکتریکی در آب ورودی و خروجی می‌توان گفت میزان شوری در آب خروجی از جاذب زیستی چای به میزان اندکی بیش‌تر شد ولی این تفاوت معنادار نیست. میزان pH آب خروجی از جاذب زیستی سبوس نسبت به آب ورودی اندکی کاهش یافت و این کاهش در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنادار می‌باشد (شکل ۳). میزان نیترات و فسفات در طول دوره تفاوت معناداری نکرده است و به ترتیب به میزان اندکی کاهش و افزایش یافت. نکته مهم و قابل توجه کاهش میزان نیترات در تعدادی از دوره‌های نمونه‌برداری (دوره سوم و چهارم) می‌باشد، که نشان-دهنده عملکرد خوب جاذب زیستی سبوس در زمان بالا بودن غلظت مواد می‌باشد. این موضوع یکی از تفاوت‌های اصلی بین تحقیقات صورت گرفته در این زمینه و تحقیق جاری می‌باشد، در تحقیقات صورت گرفته برای تصفیه، به‌وسیله جاذب‌های زیستی، از آب غیرطبیعی (آبی که از ترکیب افزودنی‌های مورد نظر و آب معمولی به وجود خواهد آمد، تا بتواند میزان غلظت بالا از ماده مورد نظر را به همراه داشته باشد) برای ورود به جاذب زیستی استفاده شد، اما در این تحقیق از آب زه‌آب منطقه‌ی مورد مطالعه استفاده شده است، که به مراتب آلایندگی کم‌تری را نسبت به آب‌های مصنوعی داشته است. در تحقیق شاه‌محمدی و همکاران (۱۳۸۷:a) حذف کادمیم توسط پوسته برنج مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن نشان داد که پوسته برنج توانایی کاهش کادمیم در محیط آبی را دارد. در تحقیق دیگری شاه‌محمدی (۱۳۸۷:b) میزان جذب فلز سرب توسط پوسته برنج را مورد بررسی قرار داد؛ نتایج نشان‌دهنده کاهش میزان سرب در محلول آبی پس از ورود به جاذب زیستی بوده است. محلول آب ورودی به جاذب زیستی، در تحقیق شاه‌محمدی با غلظت ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر تهیه گردید و این در حالی است که غلظت پارامترهای مورد بررسی در آب زهکش منطقه در اکثر موارد بسیار پایین بوده است و در مواردی که غلظت مواد در آب زهکش منطقه افزایش یافت، میزان جذب نیز در تعدادی از پارامتر ها افزایش پیدا کرد. کومار و همکاران و همچنین تارلی و آرودا تحقیقاتی را در زمینه استفاده از سبوس برنج در رابطه با جذب مواد انجام دادند؛ اما اکثر تحقیقات صورت گرفته همانند نمونه‌های ذکر شده، در رابطه با حذف فلزات سنگین بوده و در زمینه تحقیق حاضر، مطالعه‌ای صورت نگرفته است(Tarley and Kumar et al., 2006; Arruda, 2004).

جدول ۲- میزان پارامترهای خروجی از جاذب زیستی چای در طول دوره مطالعه

دوره‌های نمونه‌برداری	تاریخ نمونه‌برداری	دما (درجه سلسیوس)	pH	شوری(µS/cm)	نیترات(میلی‌گرم بر لیتر)	فسفات(میلی‌گرم بر لیتر)
مهر-۱	۹۲-۰۷-۰۶	۲۱	۷/۴۲	۱۳۴۲	۸/۵	۰/۱
مهر-۲	۹۲-۷-۲۱	۱۸	۷/۶۲	۱۲۶۸	۳/۴	۰/۰۸
مهر-۳	۹۲-۸-۶	۱۸/۵	۷/۲۱	۱۳۴۶	۴	۰/۰۸
مهر-۴	۹۲-۸-۱۲	۱۸	۷/۳۴	۱۱۷۲	۳/۲۲	۰/۱۲
آبان-۱	۹۲-۹-۳	۱۷	۷/۲۹	۷۴۷	۲/۲۸	۰/۱۹
آبان-۲	۹۲-۹-۸	۱۷	۷	۱۰۴۳	۱/۵۷	۰/۰۸۷
آبان-۳	۹۲-۹-۱۱	۱۷	۸/۱۸	۱۱۰۸	۲/۸۶	۰/۶۶
آبان-۴	۹۲-۹-۱۵	۱۵	۶/۸۶	۸۳۸	۰/۹۵	۰/۰۹
آذر-۱	۹۲-۹-۲۵	۱۴	۷/۳۲	۷۵۹	۰/۷۵	۰/۱۱
آذر-۲	۹۲-۱۰-۶	۱۲	۷/۸۵	۱۲۵۸	۱/۲۶	۰/۱
آذر-۳	۹۲-۱۰-۸	۱۱/۵	۷/۷۸	۱۰۵۱	۱/۳	۰/۱
بیشینه	-	۲۱	۸/۱۸	۱۳۴۶	۸/۵	۰/۶۶
کمینه	-	۱۱	۶/۸۶	۷۴۷	۰/۷۵	۰/۰۸
میانگین	-	۱۵/۸۳	۷/۴۴	۱۰۶۶/۵	۲/۸۱	۰/۱۵
میزان احتمال	-	۰/۱۳۱	۰/۰۳۹	۰/۱۰۹	۰/۱۱۱	۰/۰۰۳



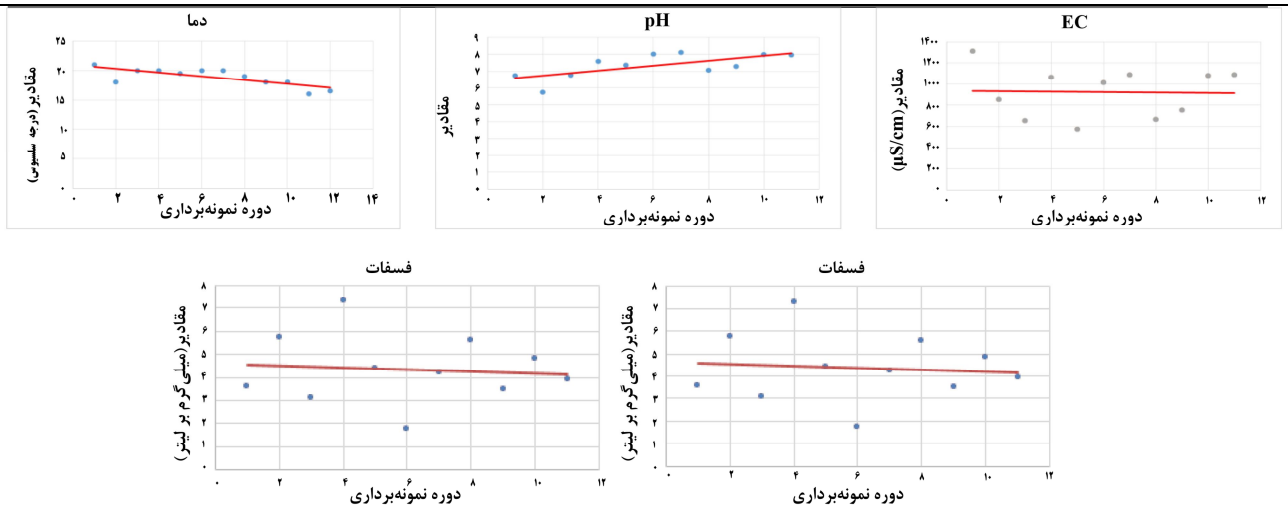
شکل۲-پراکندگی داده‌های آب خروجی از جاذب زیستی چای در طول دوره مطالعه

نتایج مربوط به اطلاعات جاذب زیستی ذغال نشان داد در میزان دمای ثبت شده، از آب خروجی از جاذب زیستی چای و آب ورودی در طول دوره، تفاوت معناداری رخ داده‌است (جدول ۴). در طول دوره جاذب زیستی ذغال به طور میانگین ۰/۲۹ درجه سلسیوس دمای آب ورودی را افزایش داد. با توجه به میانگین هدایت الکتریکی در آب ورودی و خروجی، می‌توان گفت میزان شوری، در آب خروجی از جاذب زیستی ذغال اندکی کمتر شد ولی این تفاوت معنادار نیست. نتایج نشان داد میزان pH آب خروجی از جاذب زیستی ذغال نسبت به آب ورودی اندکی کاهش یافت و این کاهش در سطح احتمال پنج درصد معنادار نبود (شکل ۴). میزان نیترات در طول دوره دچار کاهش گردید اما این کاهش معنادار نبود. میزان فسفات در طول دوره افزایش یافته‌است که این افزایش معنادار بوده‌است اما با وجود معنادار بودن باز هم میزان افزایش بسیار ناچیز بود. نتایج مربوط به اطلاعات جاذب زیستی خاکاره نشان داد میزان دمای ثبت شده، از آب خروجی از جاذب زیستی در طول دوره، روندی کاهشی داشته‌است (جدول ۵)، اما دما بین آب خروجی از جاذب زیستی خاکاره و آب ورودی تفاوت

داشته است که این تفاوت معنادار بوده است.

جدول ۳- میزان پارامترهای خروجی از جاذب زیستی سبوس در طول دوره مطالعه

دوره‌های نمونه‌برداری	تاریخ نمونه‌برداری	دما (درجه سلسیوس)	pH	شوری(µS/cm)	نیترات (میلی‌گرم بر لیتر)	فسفات (میلی‌گرم بر لیتر)
مهر-۱	۹۲-۰۷-۰۶	۲۱	۶/۷۵	۱۳۱۴	۳/۶	۰/۱
مهر-۲	۹۲-۷-۲۱	۱۸	۵/۷۵	۸۵۶	۷/۷۵	۰/۱۲
مهر-۳	۹۲-۸-۶	۲۰	۶/۷۸	۶۵۷	۳/۱	۰/۰۸
مهر-۴	۹۲-۸-۱۲	۲۰	۷/۶۹	۱۰۶۵	۷/۳۱	۰/۲۶
آبان-۱	۹۲-۹-۳	۱۹/۵	۷/۳۶	۵۷۸	۴/۴۳	۰/۱۲
آبان-۲	۹۲-۹-۸	۲۰	۸/۰۲	۱۰۱۴	۱/۷۷	۰/۳۶
آبان-۳	۹۲-۹-۱۱	۲۰	۸/۱۲	۱۰۹۲	۴/۲۳	۰/۷۶
آبان-۴	۹۲-۹-۱۵	۱۹	۷/۰۶	۶۶۷	۵/۶۱	۰/۴۸
آذر-۱	۹۲-۹-۲۵	۱۸	۷/۳	۷۵۷	۳/۴۸	۰/۶
آذر-۲	۹۲-۱۰-۶	۱۸	۸/۰۱	۱۰۸۲	۴/۸۳	۰/۴
آذر-۳	۹۲-۱۰-۸	۱۶	۷/۹۷	۱۰۹۱	۳/۹۲	۰/۳۸
بیشینه	-	۲۱	۸/۱۲	۱۳۱۴	۷/۷۵	۰/۷۶
کمینه	-	۱۶	۵/۷۵	۵۷۸	۱/۷۷	۰/۰۸
میانگین	-	۱۸/۸۳	۷/۳۳	۹۲۴/۸۲	۴/۳۶	۰/۳۳
میزان احتمال	-	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۸۱۰	۰/۴۲	۰/۴۹



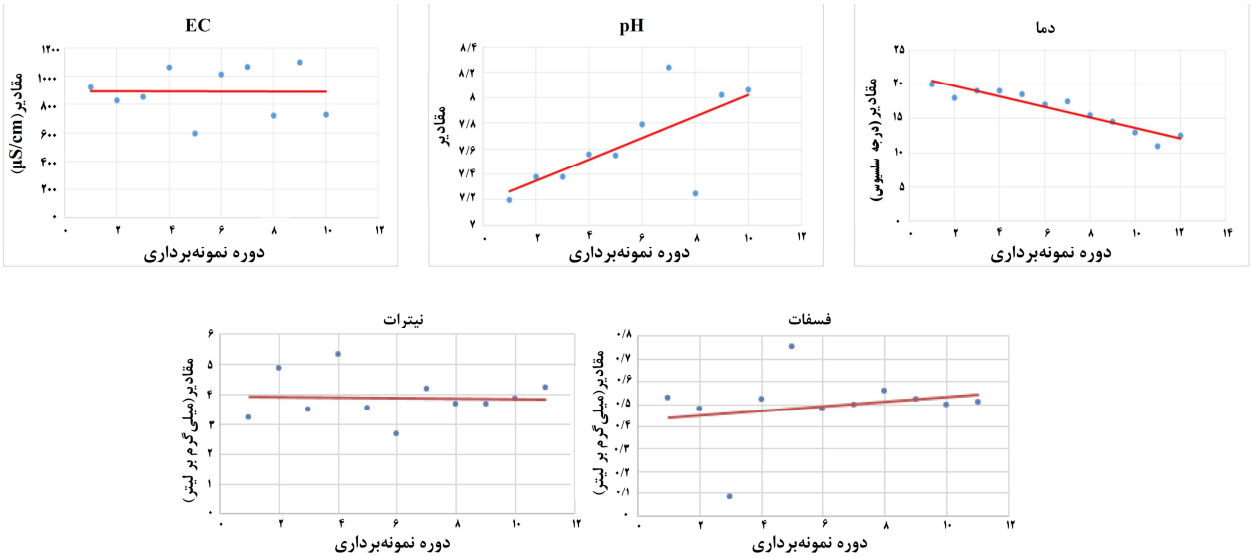
شکل۳- پراکندگی داده‌ها در طول دوره مطالعه مربوط به آب خروجی از جاذب زیستی سبوس

در طول دوره مطالعه جاذب زیستی خاکاره به طور میانگین ۰/۸۷ درجه سلسیوس دمای آب ورودی را افزایش داد. میزان شوری در طول دوره به طور پراکنده بود و تفاوت معناداری بین داده‌های شوری، از جاذب زیستی خاکاره مشاهده شد اما بین آب ورودی و خروجی از نظر میزان شوری تفاوت معناداری مشاهده نشد. با توجه به میانگین هدایت الکتریکی در آب ورودی و خروجی می‌توان گفت میزان شوری در آب خروجی از جاذب زیستی خاکاره به میزان اندکی کم‌تر شد ولی این تفاوت معنادار نیست. هم‌چنین میزان pH آب خروجی از جاذب زیستی خاکاره نسبت به آب ورودی اندکی کاهش یافت اما این کاهش معنادار نیست و تفاوتی چندانی بین ورودی و خروجی وجود ندارد (شکل ۵). میزان نیترات در طول دوره به میزان اندکی نسبت به آب ورودی کاهش یافت (با توجه به جدول ۱ و ۵ به‌طور میانگین نیترات از ۴/۵۴ در ورودی به ۰/۲۵ میلی‌گرم در لیتر در خروجی کاهش یافته است) اما این کاهش معنادار نبوده است هم-چنین میزان فسفات در آب خروجی از جاذب زیستی به میزان اندکی افزایش یافته‌است که این افزایش نیز معنادار نبوده‌است. نکته مهم و

قابل توجه در جذب نیترات در جاذب زیستی خاکاره مشاهده شده است که نشان داد، میزان جذب در دوره‌هایی که میزان غلظت نیترات، در حد بالاتری بوده‌اند، بیش‌تر بوده‌است.

جدول ٤- میزان پارامترهای خروجی از جاذب زیستی ذغال در طول دوره مطالعه

دوره‌های نمونه‌برداری	تاریخ نمونه‌برداری	دما (درجه سلسیوس)	pH	شوری(µS/cm)	نیترات (میلی‌گرم بر لیتر)	فسفات (میلی‌گرم بر لیتر)
مهر-۱	۹۲-۰۷-۰۶	۲۰	۷/۲	۹۲۱	۳/۲۱	۰/۵۳
مهر-۲	۹۲-۷-۲۱	۱۸	۷/۳۸	۸۲۷	۴/۸۷	۰/۴۸
مهر-۳	۹۲-۸-۶	۱۹	۷/۳۸	۸۵۲	۳/۵	۰/۰۸
مهر-۴	۹۲-۸-۱۲	۱۹	۷/۵۶	۱۰۶۵	۵/۳۱	۰/۵۲
آبان-۱	۹۲-۹-۳	۱۸/۵	۷/۵۵	۵۹۸	۳/۵۴	۰/۷۵
آبان-۲	۹۲-۹-۸	۱۷	۷/۷۹	۱۰۱۴	۲/۶۶	۰/۴۸
آبان-۳	۹۲-۹-۱۱	۱۷/۵	۸/۲۴	۱۰۶۸	۴/۱۸	۰/۵
آبان-۴	۹۲-۹-۱۵	۱۵/۵	۷/۲۵	۷۲۳	۳/۶۸	۰/۵۶
آذر-۱	۹۲-۹-۲۵	۱۴/۵	۷/۸	۸۵۰	۳/۷	۰/۵۲
آذر-۲	۹۲-۱۰-۶	۱۳	۸/۰۲	۱۰۹۸	۳/۸۶	۰/۵
آذر-۳	۹۲-۱۰-۸	۱۱	۸/۰۶	۷۲۹	۴/۲۱	۰/۵۱
بیشینه	-	۱۸/۵	۸/۰۶	۱۰۹۸	۵/۳۱	۰/۷۵
کمینه	-	۱۳	۷/۲	۵۹۸	۲/۶۶	۰/۰۸
میانگین	-	۱۶/۲۹	۷/۵۰	۸۸۹/۵۰	۳/۸۸	۰/۴۹
میزان احتمال	-	۰/۰۳۹	۰/۶۷۹	۰/۰۷۱	۰/۴۴	۰/۷



شکل٤- پراکندگی داده‌های آب خروجی از جاذب زیستی ذغال در طول دوره مطالعه

تحقیقات صورت گرفته در این زمینه بیشتر بر حذف فلزات سنگین متمرکز بوده‌است؛ تنها یک نمونه تحقیق مشابه با مطالعه حاضر در آمریکا صورت گرفته‌است که در آن روبرستون و مرکلی به کمک باکسی، میزان جذب نیترات را به کمک خاکاره بررسی نموده‌اند و نتایج نشان داد غلظت نیترات از ۴/۸ به ۱/۰۴ میلی‌گرم بر لیتر کاهش یافت(Robertson and Merkley., 2009)، همان‌طور

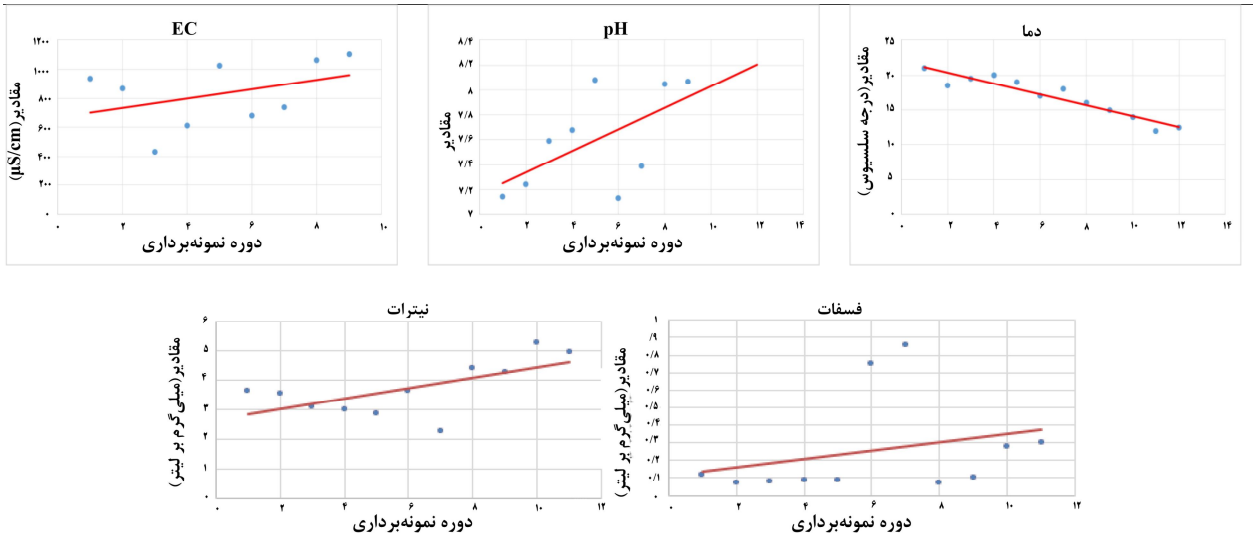
که مشاهده شد در مطالعه حاضر (زهکش D۴) نیز جذب نیترات، نشان داده شده است اما در مطالعه حاضر (زهکش D۴)، تفاوت ایجاد شده کم‌تر بوده‌است و معنادار نبوده است که این موضوع می‌تواند به علت تفاوت‌های موجود در وضعیت آب و هوایی منطقه و یا به علت متفاوت بودن فصل انجام پروژه باشد؛ زیرا مطالعه انجام شده در آمریکا در فصل گرم و تابستان (فعالیت میکرواورگانیزم‌ها زیاد است) و مطالعه حاضر (زهکش D۴) در فصل پاییز و سرما (فعالیت‌های میکرواورگانیزم‌ها کم‌تر است و با توجه به سرمای زودرس در سال مورد مطالعه این وضعیت تشدید پیدا کرده است) صورت گرفت. در تحقیقات دیگر که توسط حبیب و همکاران، شاه‌محمدی و گله‌زن (۱۳۹۱)، صورت گرفت، هدف، حذف فلزات سنگین به کمک جاذب خاکاره بوده است که در تمامی این تحقیقات جاذب‌های زیستی تا حدودی موفق عمل کرده‌اند(Habib et al., 2007).

انتخاب جاذب زیستی که از هر لحاظ مناسب برای اجرا در منطقه باشد بسیار مهم می‌باشد و به عوامل مختلفی بستگی دارد. همان‌طوری‌که در جدول شماره ۶ مشاهده می‌شود جاذب زیستی چای از بین هفت پارامتر مورد بررسی در مطالعه، در شش مورد، میزان ورودی را افزایش داده است و از بین شش مورد افزایش، در چهار مورد به طور معنادار میزان غلظت را افزایش داده‌است و می‌توان گفت انتخاب این نوع جاذب زیستی در منطقه مناسب نمی‌باشد چرا که واجذب آن بالا است. جاذب زیستی سبوس‌برنج از بین هفت پارامتر مورد بررسی در مطالعه، تنها قادر به کاهش دو پارامتر نیترات و pH بوده است و در پنج مورد دیگر موجب افزایش میزان آلایندگی شده‌است که از این پنج مورد در سه مورد میزان آلایندگی به طور معناداری افزایش یافته است. جاذب‌های زیستی خاکاره چوب و ذغال چوب در فرآیند جذب نسبت به دو جاذب زیستی دیگر عملکردی بهتر نشان‌داده‌اند و از بین هفت پارامتر مورد بررسی در مطالعه، چهار پارامتر را کاهش و سه پارامتر را افزایش داده است. از جهت میزان افزایش معنادار جاذب زیستی ذغال عملکرد مناسب‌تری نسبت به جاذب زیستی خاکاره داشته است، به‌طوری‌که جاذب زیستی ذغال در دو مورد موجب افزایش معنادار آلایندگی شده است اما جاذب زیستی خاکاره در سه مورد موجب افزایش معنادار آلایندگی شده است.

بررسی صورت گرفته از نظر میزان جذب نشان داده است که جاذب‌های زیستی ذغال، خاکاره، سبوس برنج و چای به ترتیب بیش‌ترین میزان جذب را داشته‌اند؛ اما موضوع مهم و قابل بررسی در استفاده از این نوع مواد در منطقه وضعیت هزینه‌های مربوط به راه‌اندازی هر یک از جاذب‌های زیستی می‌باشد. همان‌طور که درجدول شماره ۶ مشاهده می‌شود جاذب زیستی چای ارزان‌ترین نوع جاذب زیستی بوده است و از نظر میزان جذب ضعیف‌ترین عملکرد را نیز نشان داده است. جاذب زیستی سبوس برنج بعد از جاذب زیستی چای کم‌ترین قیمت را داشته است و عملکردی نسبتاً ضعیف‌تری نسبت به جاذب‌های زیستی خاکاره و ذغال داشته است و نسبت به جاذب زیستی چای عملکرد بهتری داشته است.

جدول ۵- میزان پارامترهای خروجی از جاذب زیستی خاکاره در طول دوره مطالعه

دوره‌های نمونه‌برداری	تاریخ نمونه‌برداری	دما (درجه سلسیوس)	pH	شوری (µS/cm)	فسفات(میلی‌گرم بر لیتر)	نیترات (میلی‌گرم بر لیتر)
مهر-۱	۹۲-۰۷-۰۶	۲۱	۷/۱۴	۹۳۶	۰/۱۲	۳/۶۲
مهر-۲	۹۲-۷-۲۱	۱۸/۵	۷/۲۴	۸۶۹	۰/۰۷	۳/۵۴
مهر-۳	۹۲-۸-۶	۱۹/۵	۷/۶	۵۰۰	۰/۰۸	۳/۱
مهر-۴	۹۲-۸-۱۲	۲۰	۷/۶۵	۵۷۵	۰/۰۸۵	۳
آبان-۱	۹۲-۹-۳	۱۹	۷/۵۹	۴۳۱	۰/۰۹	۲/۸۵
آبان-۲	۹۲-۹-۸	۱۷	۷/۶۸	۶۱۴	۰/۷۵	۲/۶۳
آبان-۳	۹۲-۹-۱۱	۱۸	۸/۰۸	۱۰۲۶	۰/۸۶	۲/۲۸
آبان-۴	۹۲-۹-۱۵	۱۶	۷/۱۳	۶۸۲	۰/۰۷	۴/۴۳
آذر-۱	۹۲-۹-۲۵	۱۵	۷/۳۹	۷۴۰	۰/۱	۴/۲۶
آذر-۲	۹۲-۱۰-۶	۱۴	۸/۰۵	۱۰۶۳	۰/۲۸	۴/۲۶
آذر-۳	۹۲-۱۰-۸	۱۲	۸/۰۷	۱۱۰۵	۰/۳	۴/۹۶
بیشنه	-	۲۰	۸/۰۸	۱۱۰۵	۰/۸۶	۴/۹۶
کمینه	-	۱۲	۷/۱۳	۴۳۱	۰/۰۷	۲/۲۸
میانگین	-	۱۶/۸۷	۷/۵۹	۸۲۹/۵۶	۳/۷۲	۰/۲۵
میزان احتمال	-	۰/۰۰	۰/۴۲۷	۰/۱۰۶	۰/۳۱	۰/۰۶



شکل ۵- پراکندگی داده‌های آب خروجی از جاذب زیستی خاکاره در طول دوره مطالعه

جدول شماره ٦- مقایسه اقتصادی کاربرد چهار نوع جاذب زیستی مورد مطالعه

جاذب زیستی	دما	EC	pH	نیترات	فسفات	تعداد عوامل افزایش یافته	تعداد عوامل افزایش یافته به صورت معنادار	قیمت تمام شده برای مواد درون هر جاذب زیستی (میلیون تومان)
جاذب زیستی خاکاره	*افزایش	کاهش	کاهش	کاهش	*افزایش	۳	۳	۱/۹۶
جاذب زیستی ذغال	افزایش	کاهش	کاهش	کاهش	*افزایش	۳	۲	۳/۵۲
جاذب زیستی سبوس‌برنج	*افزایش	افزایش	*کاهش	کاهش	*افزایش	۵	۳	۰/۷۴
جاذب زیستی چای	*افزایش	افزایش	*کاهش	*افزایش	*افزایش	۶	۴	۰/۴۲

* در کنار هر یک از کلمات به نشانه معنادار بودن تفاوت در سطح ۵ درصد می‌باشد

جاذب های زیستی ذغال و خاکاره از نظر میزان جذب و واجذب کاملاً مشابه بوده‌اند و تنها در یک مورد تفاوت داشته‌اند و آن یک مورد پارامتر دما می‌باشد که با توجه به میزان تغییرات اندک در هر دو جاذب زیستی می‌توان از این تفاوت چشم‌پوشی کرد؛ از طرفی هزینه مربوط به احداث جاذب زیستی ذغال به مراتب از هزینه مربوط به جاذب زیستی خاکاره بیش‌تر بوده است و در حدود ۴۴ درصد گران‌تر بود. از این رو با توجه بیش‌تر به جزییات تغییرات شیمیایی رخ داده و هم‌چنین مقایسه با ارزیابی اقتصادی، در منطقه مورد مطالعه می‌توان گفت جاذب زیستی خاکاره از هر نظر مناسب‌ترین بیوفلیتر با توجه به پارامترهای مورد بررسی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

همان‌طور که در نتایج بالا مشاهده شد جاذب زیستی چای به دلیل فراوانی در منطقه انتخاب گردید و بررسی پارامتر های انتخاب شده در طرح نشان داد جاذب زیستی تشکیل شده از زائدات چای نه تنها کمک‌کننده در کاهش آلایندگی نبوده بلکه به مقدار نسبتاً زیادی بر آلایندگی آب ورودی افزوده است و می‌توان گفت این جاذب زیستی در شرایط طبیعی منطقه، مناسب برای کاهش پارامتر های بررسی شده نمی‌باشد. جاذب زیستی خاکاره در بعضی از پارامترها مفید بوده است. در مجموع می‌توان گفت جاذب زیستی خاکاره تا حدودی در زمینه جذب و کنترل آلایندگی‌ها مؤثر بوده است. جاذب زیستی ذغال در اکثر موارد تغییراتی را در آب ورودی ایجاد نمود اما این تغییرات معنادار نبوده و بسیار ناچیز است و تا حدودی برای کاهش آلاینده‌ها در شرایط طبیعی منطقه مناسب می‌باشد. جاذب زیستی سبوس برنج در کاهش بعضی از پارامتر ها موفق و در کاهش بعضی ناموفق بوده است. از لحاظ تعداد پارامترهای مورد بررسی

جاذب زیستی سبوس تعداد کمی از پارامترها را کاهش داده و در اکثر موارد یا افزایش داشته و یا به همان نسبت بوده است. می‌توان چند عامل را برای عدم موفقیت جاذب‌های زیستی در فرآیند جذب، در منطقه مورد مطالعه، مؤثر دانست. عامل اول زمان انجام طرح می‌باشد؛ سرمای موجود در فصل پاییز فعالیت میکرواوگانیزم‌ها را کاهش داده و فعالیت‌های شیمیایی رخ داده، جهت فرآیند جذب را کم می‌نماید. عامل دیگر کم بودن میزان غلظت مواد در آب زهکش (آب ورودی به جاذب زیستی) می‌باشد و دیگر عامل مهم نوع ترکیب شیمیایی مواد مورد استفاده به عنوان جاذب زیستی می‌باشد. در جمع‌بندی کلی می‌توان گفت جاذب زیستی خاک‌اره با توجه به قیمت تمام شده و میزان جذب به نسبت دیگر جاذب‌های زیستی در شرایط منطقه مؤثرتر بوده و مناسب‌تر از دیگر جاذب‌های زیستی می‌باشد و جاذب زیستی چای نامناسب‌ترین نوع جاذب زیستی در منطقه در دوره مورد مطالعه و پارامترهای مورد مطالعه بوده است. همان‌طور که مشاهده شد می‌توان عنوان کرد یکی از بهترین راه‌حل‌های تصفیه آب‌های برگشتی در آینده نه‌چندان دور استفاده از جاذب های زیستی می‌باشد؛ منوط به اینکه تحقیقات لازم در مورد آن‌ها تکمیل گردد. پیشنهاد می‌گردد برای تحقیقات آینده دوره‌های زمانی بلند و هم‌چنین فصول مختلف کشت مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان دید بهتری را از موضوع بدست آورد.

منابع

خسروپناه ،ن. ۱۳۸۷. عوامل محیطی مؤثر بر شوکوفایی سواحل جنوب غربی دریای خزر در دو فصل بهار و تابستان. باشگاه خبرنگاران و نخبگان جوان.www. khabarkhoon.com

درزی نفت چالی،ع.، میرلطیفی،س.م.، شااهنظری،ع. اجلالی،ف و مهدیان.م.ح. ۱۳۹۱. تاثیر زهکش‌های سطحی و زیرزمینی بر تلفات فسفر ازاراضی شالیزاری در فصل کشت برنج. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۳. ۶: ۲۲۵-۲۱۵

شاه‌محمدی،ش و سالاری‌بردسیری،م. ۱۳۹۱. حذف نیکل از محلول آبی با استفاده از پوسته پسته سخت. مجله آب و فاضلاب. ۲: ۸۰-۸۷.

شامحمدی،ش. ۱۳۹۱. بررسی سینتیک حذف مس از محیط آبی با استفاده از خاک اره. مجله آب و فاضلاب. ۲ :۱۲۷-۱۳۳

شاهمحمدی،ش.، حیدری،ز.، معاضده،ه.، جعفرزاده‌حقیقی،ن.ا و حقیقت‌جو،پ. ۱۳۸۷. حذف کادمیم از محیط آبی در غلطت‌های کم به وسیله پوسته شلتوک اصلاح شده. مجله آب و فاضلاب. ۶۷: ۲۷-۳۳

شاه‌محمدی،ش. ۱۳۹۰. بررسی سنتیک حذف مس از محیط آبی با استفاده از خاک‌اره. مجله آب و فاضلاب. ۲: ۱۲۷-۱۳۳

شاهمحمدی،ش و حیدری،ز. ۱۳۸۸. حذف سرب از محلول آبی با استفاده از جاذب‌های ارزان‌قیمت. مجله آب و فاضلاب.۳: ۴۵ - ۵۰.

غلام حسینی،ل.، جوانشیر،آ و حسنی،ا.ح. ۱۳۸۶. بررسی توانایی صدف دریسنده پلی مورفا در کاهش غیر مستقیم غلظت نیترات و فسفات فاضلاب شهری. مجله آب فاضلاب.۶۹:۶۱-۷۶

فراستی،م.، برومند نسب،س.، معاضده،ه.، جعفرزاده حقیقی فرد،ن.ا.، عابدی کوپایی،ج و سیدیان،م. ۱۳۹۲. حذف نیترات از آب‌های آلوده با استفاده از نانو ذرات نی اصلاح شده. مجله آب و فاضلاب. ۱ :۳۴-۴۲

کابوسی ،ک.، لیاقت،ع.، رحیمی،ح. ۱۳۸۸. قابلیت کاربرد پوسته برنج به عنوان پوشش در زهکش زیرزمینی. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۰: ۱-۶

محمدپور ،ا.، زمانی،ع.ع. یافتیان،م.ر. ۱۳۹۱. تهیه بیوفیلتر ستونی با کمپوست چای برای حذف برخی یون‌های فلزی سنگین از محلول‌های آبی. ششمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست. ۲۷ آبان ماه. دانشگاه تهران

محمود سلطانی،ش. ۱۳۹۲. تاثیر نوع و مقدار برخی عناصر سنگین در رودخانه زرجوب رشت بر خاک و گیاه برنج شالیزارهای تحت آبیاری آن‌ها. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۱ . ۳: ۱۵۳-۱۷۱

میرمشتاقی،م. امیرنژاد،ر. خالدیان،م. ۱۳۹۰. بررسی کیفیت آب رودخانه‌ی سفیدرود و پهنه‌بندی آن با استفاده از شاخص‌های کیفی OWQI و NSFWQI. فصلنامه علمی پژوهشی تالاب. ۳. ۹: ۲۳-۳۴

نامنی،م.،س. علوی‌مقدم،م.ر و آرامی،م. ۱۳۸۷. مطالعه جذب تعادلی کروم شش ظرفیتی از محلول آبی با استفاده از سبوس برنج. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره دهم. شماره چهام. صفحات ۴۸-۶۱.

نجات‌خواه‌معنوی،پ.، پاسندی،ع.ا.، سقلی،م.، بهشتی‌نیا،ن و میرشکار،د. ۱۳۸۸. بررسی میزان نیترات و فسفات در حوضه جنوب شرقی دریای مازندران در فصل بهار و تابستان. پژوهش‌های مجله علوم و فنون دریایی. پاییز ۸۸: ۱۱-۱۹

Asadi,F., Shariatmadari,H and Mirghaffari,N. 2008. Modification of rice hull and sawdust sorptive characteristics for remove heavy metals from synthetic solutions and wastewater. Journal of

Pagnanelli,F., Petangeli,M., Toro,M and Vegliò ,F. 2000. Biosorption of metal ions on arthrobacter sp biomas characterization and biosorotion modeling. Environmental Science and Technology. 34: 2773-2778.

Robertson,W. D and Merkley,L.C. 2009. In-Stream Bioreactor for Agricultural Nitrate Treatment. Journal of Environmental Quality. 38:230–237.

Sangi,M., Shahmoradi,A., Zolgharnein,J., Azimi,G., Ghorbandoost,M. 2008. Rimoval and recovery of heavy metals from aqueous solution using Ulmas carpinifolia and Fraxinus excelsiortree leaves. Journal of Hazardous Materials. 155: 513-522.

Singh,D., Kumar,J., Gaur,P. 2008. Removal of Cu (II) and Pb (II) by Pithophora Oedogonia: Sorption desorption and repeated use of the biomass. Journal of Hazardous Materials. 152: 111-101.

Sumathi,K.M.S., Mahimairaja,S., Naidu,R. 2005. Use of low-cost biological wastes and vermiculite for removal of chromium from tannery effluent, Bioresour. Bioresource Technology. 96: 309–316.

Tarley,C.R.T and Arruda,M.A.Z. 2004. Biosorption of heavy metals using rice milling by-products Characterisation and application for removal of metals from aqueous effluents. Chemosphere 54: 987– 995.

Hazardous Materials. 154:451-458

Acemioghu,B., Alma,M.H. 2001. Equilibrium seudies on the adsorption of Cu(II) from aqueous solution onto cellulose. Journal of Colloid Interface Science. 243: 81-84.

Chen,H., Guo,S., Xu,C.Y and Singh,V.P. 2007. Historical temporal trends of hydro-climatic variables and runoff response to climate variability and their relevance in water resource management in the Hanjiang basin, Journal of Hydrology. 344:171-184.

Daifullah,A.A.M., Girgis,B.S., Gad.,H.M.H. 2003. Utilization of agro-residues (rice husk) in small waste water treatment plants, Materials Letters. 57:1723-1731

Habib,A., Islam,N., Islam,A and Shafiqul Alam,A.M. 2007. Removal of copper from aqueous solution using orange peel, sawdust and bagasse. Pakistan Journal of Analytical and Environmental Chemistry. 8.1-2: 21-25.

Krishnani,K., Meng,X., Christodoulatos,C., Boddu,M. 2007. Biosorption mechanism of nine different heavy metals anto biomatrixs frome rice husk. Journal of Hazardous Materials. 153: 90-98.

Ngah,W.S., Hanafiah,M.A.K.M. 2008. Removal of heavy metal ions from wastewater by chemically modified plant wastes as adsorbents. Bioresource Technology. 99: 3935-3948.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 9, Dec.-Jan. 2015, p. 798-810

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد۹، آذر - دی ۱۳۹۴، ص. ۸۱۰-۷۹۸

Effect of four natural absorbers to reduce nitrate, phosphate, EC, pH and water temperature of drain water from paddy fields

A. Babaei-Moghadam[1], M.R. Khaledian[2,*], A.Shahnazari[3], M.R. Mortezapour[4]

Recived: Aug.25, 2015 Accepted: Dec.30, 2015

Abstract

Clean water is the most important need of human life to create safe conditions for human life. Pure water resources scarcity and high costs often hinder access to treatment plant which is vital to human societies. This research aimed to evaluate agricultural drain water quality from paddy fields after harvest and drain water treatment to reduce some harmful drain water parameters. In this study the performance of four types of biofilters consists of wood sawdust, rice husk, charcoal and tea wastes were evaluated. Data were taken at intervals of ten-day period from drain water of paddy fields to study the parameters of nitrate, phosphate, pH and EC. Observations showed that all four biofilters types in some cases reduced the pollutant amounts. These increase and decrease depends on many things which the most important factors were pollutant concentration in drain water and air temperature. Among the four types of biofilter, sawdust biofilter had relatively a better performance e.g. nitrate was reduced from 4.54 to 0.25 mg l^{-1}. Economical comparison showed that sawdust biofilter was better than other four types of biofilter, e.g. sawdust biofilter is 80% cheaper than charcoal biofilter.

Keywords: Rice husk, Sawdust, Charcoal, Tea wastes

1- MSc students, University of Guilan, Iran
2- Assistant Professor, University of Guilan, Iran and Department of Water Engineering and Environment, Caspian Sea Basin Research Center
3- Associate Professor, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Sari, Iran
4- Regional Water Company of Guilan (*-Corresponding Author Email: khaledian@guilan.ac.ir)