مجله بهداشت و توسعه **مقاله پژوهشی**
سال اول/شماره ٤/ زمستان ۱۳۹۱
تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۲۱ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۱/۹/۲۵

بررسی کارایی گیاه لویی در تالاب مصنوعی زیرسطحی در تصفیه فاضلاب شهری یزد

سهیل سبحان[۱]، شیرین آیت‌اللهی[۲]، مجید احتشامی[۳]، داود حسین‌شاهی[۴]، سید وحید غلمانی[۵]، اکبر صالحی وزیری[۶]، پروانه طالبی[۷]

چکیده

مقدمه: روش‌های طبیعی تصفیه فاضلاب از جمله وتلندها برای کشورهای در حال توسعه به خصوص شهرهای کوچک و دور افتاده ساده، ارزان و قابل قبول می‌باشد. هدف از این مطالعه بررسی کارایی گیاه لویی در تالاب مصنوعی زیرسطحی در تصفیه فاضلاب شهری یزد بود.

روش‌ها: مطالعه حاضر یک پژوهش آزمایشگاهی است. در آن کارایی گیاه لویی به روش تالاب زیرسطحی در حذف پارامترهای PO_4-P، NH_3-N، NO_3-N، TSS (Total suspended solids)، BOD_5 (Biochemical oxygen demand)، COD (Chemical oxygen demand)، کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار ۲ راکتور به صورت پایلوت (بدون گیاه و حاوی گیاه لویی) به روش تالاب مصنوعی با جریان زیرسطحی به ابعاد ۲ متر طول، ۱/۵ متر عرض و عمق ۶۰ سانتیمتر و با زمان ماند چهار روز ساخته شد. نمونه‌برداری طی ۲ ماه از ورودی و خروجی راکتورها انجام شد و مطابق روش‌های استاندارد آنالیز گردید.

نتایج: راندمان حذف پارامترهای PO_4-P، NH_3-N، NO_3-N، TSS، BOD_5، COD، کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در تالاب گیاه لویی به ترتیب ۴۰، ۲۵، ۳۱، ۸۵، ۷۲، ۷۲، ۹۴ و ۵۹درصد و در تالاب شاهد به ترتیب ۱، ۰.۳، ۱۵، ۷۷، ۳۴، ۴۴، ۱۷ و ۲۹ درصد بود. همه نتایج به جز کلیفرم مدفوعی و NH_3-N اختلاف معنی‌داری داشتند.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های مطالعه، گیاه لویی در حذف مواد آلی و جامدات معلق راندمان بالایی دارد. همچنین این گیاه قادر به دستیابی به استانداردهای زیست محیطی ایران برای مصارف کشاورزی و آبیاری است.

واژگان کلیدی: تالاب مصنوعی زیرسطحی، لویی، تصفیه فاضلاب

مقدمه

با رشد روزافزون جمعیت و پیشرفت و گسترش صنایع، مصرف آب و به دنبال آن تولید فاضلاب به طور چشمگیری افزایش یافته است. تخلیه فاضلاب به محیط زیست سبب تخریب بیولوژیکی و اکولوژیکی محیط، آلودگی منابع آب سطحی و زیر زمینی و بروز بیماری‌های حاد و مزمن می‌گردد (۱). امروزه طیف گسترده‌ای از سیستم‌های تصفیه فاضلاب وجود دارد که اغلب دارای مشکلاتی از قبیل بالا بودن هزینه‌های ساخت، مصرف انرژی زیاد،

۱- استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران
۲- کارشناس ارشد، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، همدان، ایران
۳- استادیار، گروه عمران، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی، تهران، ایران
۴- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۵- بخش فاضلاب شرکت آب و فاضلاب استان یزد، یزد، ایران
۶- کارشناس بهره‌برداری از تصفیه‌خانه فاضلاب شهر یزد، یزد، ایران
۷- کارشناس مسؤول آزمایشگاه شیمی محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
نویسنده‌ی مسؤول: شیرین آیت‌اللهی
Email: shirin.ayatollahi@yahoo.com
آدرس: همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده علوم پایه، گروه مهندسی محیط زیست **تلفن :** ۰۸۱۱-۴۴۹۴۰۰۰ **فاکس :**۰۳۵۱-۶۲۸۴۷۰۳

بهره‌برداری پیچیده و نیاز به تصفیه و دفع لجن و استفاده از سیستم‌های مکانیزه هستند. این در حالی است که سیستم‌های طبیعی تصفیه فاضلاب از تکنولوژی پایین برخوردار هستند و در عین حال کارایی بالایی دارند (۲).

تالاب‌ها یکی از روش‌های تصفیه طبیعی فاضلاب‌های شهری و صنعتی محسوب می‌شود. تالاب با در نظر گرفتن هزینه‌های اولیه پایین جهت احداث، بهره‌برداری و نگهداری بسیار ساده به عنوان روش اقتصادی و مقرون به صرفه مطرح می‌باشد و در رفع آلودگی‌های زیست‌محیطی اثر مطلوبی داشته است (۳). تالاب عبارت است از زمینی که سطح آب در آن به اندازه‌ای است که خاک را از آب اشباع و شرایط لازم برای رشد گیاه را فراهم می‌آورد (۴). در کشورهای توسعه یافته برای تصفیه فاضلاب خانگی، رواناب‌های کشاورزی، فاضلاب صنایع، شیرابه محل دفن زباله، سیلاب و رواناب شهری، تصفیه پیشرفته پساب، احیای دریاچه‌های اتوتروفیک و تصفیه آب‌های آلوده به مواد مغذی نظیر نیترات و فسفات از تالاب‌های مصنوعی استفاده می‌شود (۷-۵).

مدت مدیدی است که انسان‌ها از تالاب برای کنترل آلودگی استفاده می‌کنند (۹، ۸). به طور کلی تالاب‌ها به دو گروه طبیعی و مصنوعی طبقه‌بندی می‌شوند. تالاب‌های مصنوعی دو نوع هستند. تالاب مصنوعی با جریان زیرسطحی (Subsurface flow) که جریان مایع در زیر سطح گراول یا ماسه برقرار می‌باشد. تالاب‌های مصنوعی با جریان سطحی (Free water surface) که مایع یا فاضلاب در تماس با هوا است و از خاک یا محیط مناسب دیگر برای رشد گیاهان برآمده از آب استفاده می‌شود (۱۰، ۴). در تالاب‌های مصنوعی فرایندهای تصفیه بیشتر تحت شرایط کنترل‌شده نسبت به تالاب‌های طبیعی انجام می‌شود (۱۱). تالاب از شن، ماسه و خاک با دانه‌بندی مناسب پر می‌گردد. این بستر سطح مناسبی را برای رشد میکروب‌ها ایجاد می‌کند و در اصل دارای خاک‌های معدنی می‌باشد (۱۲).

سیستم تالاب می‌تواند BOD، جامدات معلق، نیتروژن و همچنین فلزات، عناصر کمیاب و پاتوژن‌ها را حذف کند. تالاب‌ها دارای فعالیت‌های بیولوژیکی بالایی هستند؛ چرا که گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری در ترکیب خاک وجود دارد. این گونه‌ها می‌توانند موجب تصفیه فاضلاب و بهبود کیفیت پساب گردند (۱۳). گیاه پالایی یک تکنیک با صرفه اقتصادی، محیط زیستی و علمی است که برای کشورهای در حال توسعه مناسب است و تجارت با ارزشی به حساب می‌آید. با این وجود متأسفانه هنوز در برخی از کشورها مانند کشور ایران به عنوان یک فن آوری استفاده تجاری ندارد.

گیاه پالایی با استفاده از پتانسیل‌های فیزیولوژیکی گیاهان سبز، انواع علف‌های هرز، گیاهان آبزی و تالابی، گیاهان زراعی و حتی درختان برای برداشت مواد آلاینده از آب، فاضلاب و خاک یا کاهش خطرات آلاینده‌های محیط زیست نظیر فلزات سنگین، عناصر کمیاب، ترکیبات آلی و مواد رادیواکتیو به کار برده می‌شود (۱۴). مطالعه‌ها نشان دادند که گیاهان آبزی مردابی نقش مهمی را در تصفیه فاضلاب ایفا می‌کنند. از گیاهان آبزی می‌توان به گیاه لویی با نام علمی Typha Latifolica اشاره کرد. پراکندگی این گیاه جهانی و pH بهینه برای آن بین ۱۰-۴ است. دمای مطلوب برای گیاه لویی بین ۳۰-۱۰ و برای رویش دانه ۲۴-۱۲ درجه سانتیگراد است. این گیاه از طریق توسعه ریزوم به سرعت رشد می‌کند و با فاصله کاشت

۰/۶ متر، ظرف کمتر از یک سال به وسیله گسترش جانبی ایجاد پوشش متراکم می‌کند (۱۵).

تا کنون مطالعه‌های زیادی در زمینه این روش طبیعی تصفیه فاضلاب در ایران و جهان انجام شده است. از جمله می‌توان به مطالعه Liao و همکاران (۱۶) روی توانایی گیاه نخل مرداب و گیاه Vetyour جهت تصفیه فاضلاب مزرعه خوک در چین، مطالعه Juang و Chen (۱۷) روی تصفیه آلاینده‌ها توسط وتلند مصنوعی، پژوهش یوسفی و همکاران (۱۸) روی نقش گیاه تیره زنبق در دفع باکتری‌ها از فاضلاب در سیستم وتلند مصنوعی زیرسطحی، مطالعه ابراهیمی و همکاران (۱۹) روی حذف عوامل بیماری‌زا در تالاب مصنوعی زیرسطحی و مطالعه احرامپوش و همکاران (۲۰) روی سیستم‌های نیزار زیرسطحی در تصفیه فاضلاب اشاره کرد.

در حال حاضر فاضلاب شهری یزد به روش برکه تثبیت تصفیه می‌شود. از عمده مشکلات این روش تولید بو، پرورش حشرات، بالا بودن غلظت جامدات معلق و احتمال آلودگی آب‌های زیرزمینی است. با توجه به مزیت‌های روش‌های طبیعی و تالاب‌ها، بررسی تصفیه فاضلاب شهری یزد به وسیله گیاه لویی در تالاب مصنوعی زیرسطحی ضروری می‌باشد. هدف از این مطالعه بررسی کارایی گیاه لویی در تالاب مصنوعی زیرسطحی در تصفیه فاضلاب شهری یزد بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه یک پژوهش تجربی است که در آن راندمان گیاه لویی به روش تالاب زیرسطحی (شبیه به شکل ۱) در حذف پارامترهای NH_3-N، NO_3-N، TSS (Total suspended solids)، BOD_5 (Biochemical oxygen demand)، COD (Chemical oxygen demand)، PO_4-P، کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار ۲ راکتور به صورت پایلوت به روش تالاب مصنوعی با جریان زیرسطحی با زمان ماند چهار روز به ابعاد ۲ متر طول، ۱/۵ متر عرض و عمق ۶۰ سانتیمتر ساخته شد. در یک راکتور تعداد ۵۰ نهال ۱۵ روزه گیاه لویی کشت گردید و یک پایلوت هم بدون گیاه به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. فاضلاب مورد تصفیه در این تحقیق، فاضلاب شهر یزد بود که از سپتیک تانک (به عنوان پیش تصفیه) استفاده شد. در سیستم تصفیه فاضلاب به روش وتلند، وتلند تحمل حجم بالای بار آلی و مواد مغذی را ندارد (۱۵). به همین دلیل نیاز به پیش تصفیه است تا از حجم زیاد مواد مغذی و بار آلی کاسته شود و سیستم دچار مشکل نشود.

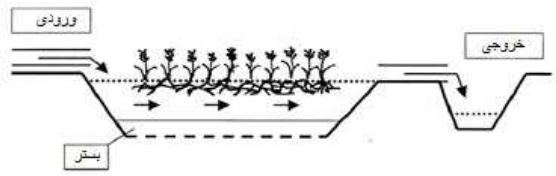
دانه‌بندی درون راکتور به وسیله شن از نوع بادامی ۶۰-۲۰ میلی‌متر با قطرهای متفاوت انجام گرفت. شن‌های با اندازه درشت (۲۵-۱۰ میلی‌متر) نزدیک شیر خروجی راکتور در کف و شن‌های با قطر متوسط (۱۴-۸ میلی‌متر) و کوچک (۴-۱ میلی‌متر) به ترتیب در وسط و بالای راکتور قرار گرفتند. مقداری خاک رس نیز جهت ایجاد محیط مناسب برای رشد ریشه گیاهان به راکتور اضافه شد. سیستم به صورت پیوسته، دبی ورودی ۰/۳ لیتر در دقیقه، زمان ماند چهار روز و زمان ماند هیدرولیکی ۲۴ ساعت طراحی شد. میزان بارگذاری آلی در پایلوت حاوی گیاه لویی به میزان ۲۶۴ گرم بر متر مکعب در روز و بارگذاری هیدرولیکی ۰/۱۴ متر مکعب بر متر مربع در روز بهره‌برداری گردید.

نمونه‌برداری از راکتورها ۲۰ روز پس از زمان شروع به کار سیستم انجام شد. میانگین دمای فاضلاب ورودی پایلوت‌ها ۲۸/۱۶ درجه سانتیگراد

بود. نمونه‌برداری طی ۲ ماه از نیمه شهریور ماه تا نیمه آبان ماه سال ۱۳۹۰ انجام شد. به عبارت دیگر نمونه‌برداری بعد از ۲۰ روز شروع شد. در این ۲۰ روز اول سیستم بدون نمونه‌گیری کار کرد و بعد از این ۲۰ روز نمونه‌برداری طی ۶۰ روز انجام شد. در مجموع ۳۰ نمونه برداشت شد که این تعداد نمونه با توجه به مطالعه‌های مشابه انتخاب شد (۱۹).

نمونه‌برداری با استفاده از ظروف مخصوص هر چهار روز یکبار از ورودی و خروجی راکتورها انجام شد. برای جلوگیری از ایجاد واکنش‌های ناخواسته، نمونه‌ها در کنار یخ نگهداری و سریع به آزمایشگاه منتقل شد. سپس نمونه‌ها مطابق با روش‌های استاندارد آنالیز شد (۱۶). سنجش پارامترهای مورد مطالعه بر اساس ویرایش ۲۱ کتاب روش‌های استاندارد انجام شد (۲۱).

پس از انجام آزمایش‌های مختلف نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۱/۵ (Version 11.5, SPSS Inc., Chicago, IL) تجزیه و تحلیل شد و نمودارهای مناسب ارایه گردید. جهت مقایسه میانگین غلظت پارامترها در ورودی و خروجی هر تالاب از Paired t استفاده شد. جهت مقایسه میانگین تغییر پارامترها بین تالاب مصنوعی زیرسطحی و تالاب شاهد از آزمون Independent t در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. همچنین جهت ترسیم نمودارها نیز از ویرایش ۲۰۰۷ نرم‌افزار Excel استفاده گردید.



شکل ۱. طرح شماتیک تالاب‌های مورد بررسی

نتایج

در جدول ۱ میانگین و انحراف معیار پارامترهای ورودی و خروجی پایلوت‌ها و استانداردهای خروجی جهت کار کشاورزی ارایه شده است (۲۱).

داده‌های به دست آمده نشان داد که مقادیر خروجی pH، TSS، BOD_5 و COD در پایلوت گیاه لویی همگی کمتر از شاهد است، اما پارامترهای میکروبی بیشتر از مقادیر استانداردهای زیست محیطی ایران جهت کشاورزی می‌باشد. در نمودار ۱ میزان راندمان حذف پارامترهای مختلف اندازه‌گیری شده در خروجی پایلوت گیاه لویی و شاهد ارایه گردیده است.

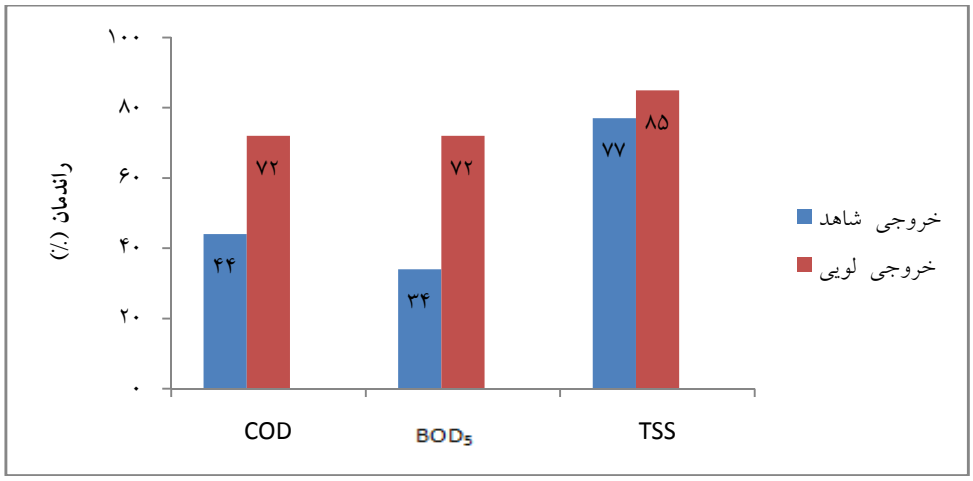
با توجه به نمودار ۱، ۲ و ۳ راندمان حذف برای TSS، BOD_5 و COD در تالاب گیاه لویی به ترتیب ۸۵، ۷۲ و ۷۲ درصد و در تالاب شاهد ۷۷، ۳۴ و ۴۴ درصد بود. راندمان حذف برای پارامترهای PO_4-P، NH_3-N و NO_3-N در تالاب گیاه لویی به ترتیب ۴۰، ۲۵، ۳۱ درصد و در تالاب شاهد ۱، ۰/۳ و ۱۵ درصد بود. راندمان حذف پارامترهای میکروبی (کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی) به ترتیب ۹۴ و ۵۹ درصد در تالاب گیاه لویی و ۱۷ و ۲۹ درصد در تالاب شاهد بود.

نتایج آزمون آماری Paired t برای مقایسه ورودی و خروجی تالاب گیاه لویی در تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده به جز کلیفرم مدفوعی ($P = ۰/۱۵۳$) و نیترات ($P = ۰/۲۹۳$) اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P < ۰/۰۰۱$). نتایج آزمون آماری Independent t بین تالاب حاوی گیاه لویی و تالاب شاهد برای بیشتر پارامترهای اندازه گیری شده در فاضلاب خروجی یعنی BOD، COD، TSS، PO4-P و NO_3-N اختلاف معنی‌داری ($P < ۰/۰۰۱$) نشان داد. NH_3-N و کلیفرم مدفوعی P در آن‌ها به ترتیب برابر ۰/۴۱ و ۰/۹۹ بود.

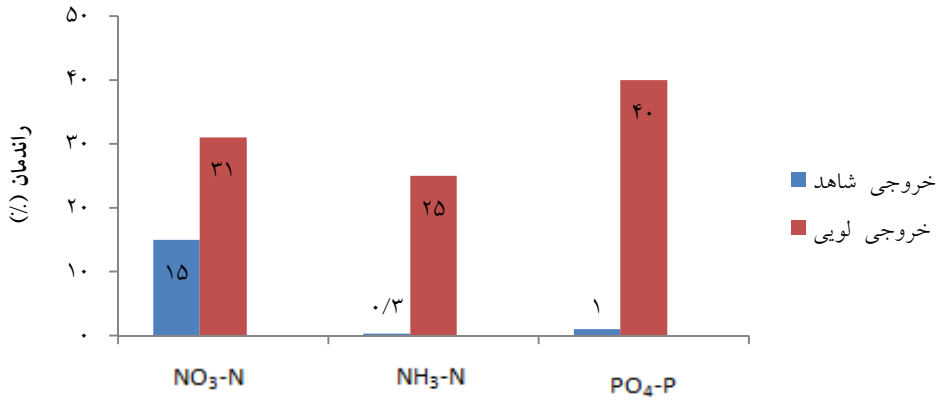
جدول ۱. میانگین و انحراف معیار پارامترهای ورودی و خروجی پایلوت

پارامترها	میانگین و انحراف معیار ورودی (هر دو)	میانگین و انحراف معیار خروجی شاهد	میانگین و انحراف معیار خروجی لویی	استاندارد خروجی جهت مصرف کشاورزی (۲۱)
*COD (mg/L)	۴۱۳ ± ۶۸	۲۲۹ ± ۲۷	۱۱۴ ± ۴	۲۰۰
**BOD5 (mg/L)	۱۹۷± ۲۱	۱۲۹ ± ۸	۵۵ ± ۴	۱۰۰
***TSS (mg/L)	۱۱۱ ± ۲۴	۲۵ ± ۳	۱۶ ± ۲	۱۰۰
NO3-N (mg/L)	۹/۱ ± ۰/۶	۷/۷ ± ۰/۴	۶/۲ ± ۰/۴	–
NH3-N (mg/L)	۵۹/۵ ± ۲/۶	۵۹/۳ ± ۳	۴۴/۳ ± ۳/۲	–
PO4-P (mg/L)	۷/۴ ± ۰/۴	۷/۳ ± ۰/۵	۴/۴ ± ۰/۵	–
EC (µs/cm)	۲۱۲۹ ± ۱۰۷	۱۹۰۸ ± ۱۴۰	۱۸۶۲ ± ۸۵	–
pH	۷/۷ ± ۰/۴	۷/۵ ± ۰/۲	۷/۴ ± ۰/۱	۶–۸/۵
T (°C)	۳۰/۱ ± ۲/۲	۳۰/۲ ± ۲/۵	۳۰ ± ۲	–
Total.Coliform (MPN/100 mL)	۲/۸×۱۰۶	۲/۳×۱۰۶	۱/۶×۱۰۵	۱۰۰۰
Fecal.Coliform (MPN/100 mL)	۲/۷×۱۰۵	۱/۹×۱۰۵	۱/۱×۱۰۵	۴۰۰

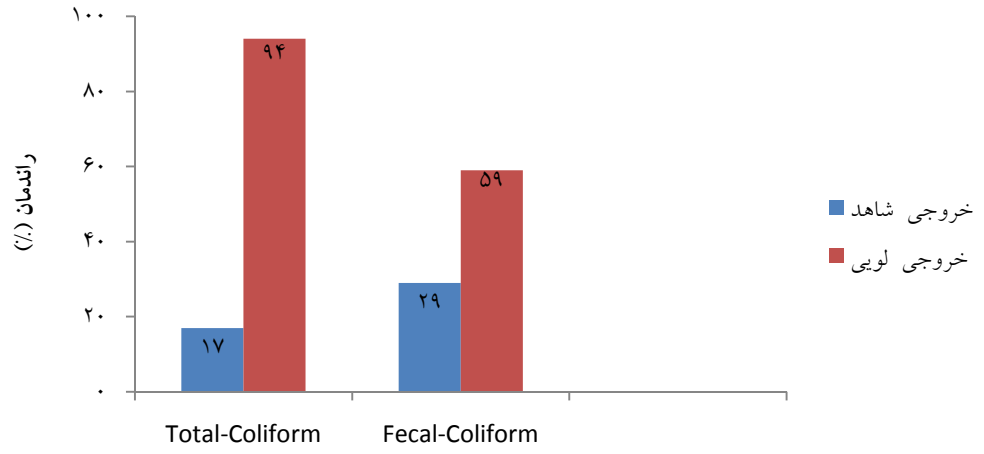
*COD: Chemical oxygen demand **BOD5: Biochemical oxygen demand (in first five days of sampling)
***TSS: Total suspended solids



نمودار ۱: راندمان حذف TSS، BOD_5 و COD



نمودار ۲: راندمان حذف PO_4-P، NH_3-N و NO_3-N



نمودار ۳: راندمان حذف کلیفرم کل و کلیفرم گوارشی

بحث

نتایج حاصل در کل دوره مطالعه بیانگر آن بود که تالاب گیاه لویی در حذف مواد آلی و جامدات دارای راندمان حذف خوبی برای COD، BOD_5 و TSS است. حذف مواد مغذی (نیترات، آمونیاک و فسفر) نیز در این سیستم بین ۲۵ تا ۴۰ درصد است. در رابطه با حذف کم نیترات، عمل انتقال نیتروژن در سیستم تالاب به وسیله فعالیت میکروبی، جذب گیاهی و تولید بافت صورت می‌گیرد. توسعه توان حذف نیتروژن تالاب‌ها ممکن است نیازمند چند سال زمان باشد؛ چرا که به تعادل رسیدن گیاهان، سیستم ریشه، لایه پسمانده، خاک‌ها و مواد ته‌نشین شده می‌تواند به اندازه ۲ یا ۳ فصل رشد وقت بگیرد (۱۳).

در رابطه با آمونیاک، کاهش بازده حذف در نرخ‌های بارگذاری بیش از آن می‌تواند ناشی از کمبود اکسیژن محلول، مواد آلی و زمان ماند هیدرولیکی باشد. آمونیاک پساب خروجی سیستم مطالعه حاضر به طور متوسط ۴۴/۳ میلی‌گرم بر لیتر بود (جدول ۱). با توجه به این که برای کشاورزی استانداردی در این زمینه ارایه نشده است، از این رو استفاده از پساب خروجی از سیستم تالاب برای مصارف کشاورزی محدودیتی ندارد.

غلظت زمینه‌ای آمونیاک در تالاب معمولاً خیلی کم است (۱۵). همچنین فسفر فاقد منبع و رسوب جوی است. فسفر در تالاب به شکل‌های محلول (آلی و معدنی) و نامحلول (آلی مانند مواد آلی که به شکل تورب مدفون شدند و معدنی) وجود دارد. این اشکال در شرایط مختلف می‌توانند به هم تبدیل شوند. بازده حذف فسفر کل (TP) در بلند مدت در سیستم‌های تالاب ۵۰-۳۰ درصد و در برخی موارد تا ۶۰ درصد فسفر ورودی ذکر شده است. بازده حذف فسفر با افزایش غلظت ورودی و زمان ماند هیدرولیکی زیاد می‌شود (۱۵).

نتایج حاصل با نتایج مطالعه Liao و همکاران مقایسه شد. در این مطالعه در طول زمان ماند چهار روز به بررسی راندمان گونه‌های گیاهی نخل مرداب و Vetyour جهت کاهش مقادیر پارامترهای COD و BOD_5 فاضلاب در چین پرداخته شد. نتایج بیانگر وجود تشابه بین دو مطالعه بود؛ به گونه‌ای که نتایج پژوهش این محققان به ترتیب بیانگر حذف ۶۴ و ۶۸ درصد COD و BOD_5 فاضلاب توسط دو گونه گیاهی مورد مطالعه بود (۱۶).

مطالعه Juang و Chen در طی زمان ماند سه الی چهار روز به بررسی تصفیه آلاینده‌ها توسط تالاب مصنوعی در چین پرداخت. نتایج بیانگر افزایش ۴۸ درصدی راندمان حذف برای پارامتر TSS با استفاده از تالاب مصنوعی زیرسطحی حاوی گیاه لویی بود. دلیل آن را می‌توان با زمان ماند هیدرولیکی مناسب و طراحی و ساخت مناسب بستر تالاب مرتبط دانست (۱۷).

همچنین داده‌های حاصل از تالاب گیاه لویی مطالعه حاضر برای حذف پارامترهای میکروبی (کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی) به ترتیب برابر ۹۴ و ۵۹ درصد بود. البته نتایج پارامترهای میکروبی کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی بالاتر از سطح استانداردهای زیست محیطی ایران جهت مصارف کشاورزی و آبیاری است. در واقع پساب خروجی از تالاب جهت استفاده مجدد نیازمند گندزدایی است.

در مطالعه حاضر مقایسه میانگین تعداد کلیفرم مدفوعی ورودی و خروجی بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین بسترهای گیاهی لویی و شاهد بود. مقایسه نتایج حاصل با نتایج مطالعه ابراهیمی و همکاران بیانگر وجود اختلاف اندک بین دو مطالعه است (۱۹). طی این مطالعه کارایی حذف کلیفرم کل و گوارشی در تالاب مصنوعی زیرسطحی از فاضلاب شهر یزد به ترتیب ۶۴ و ۵۹ درصد گزارش گردید.

در ارتباط با میزان فسفات خروجی در مقایسه با استاندارد، میزان فسفر در تصفیه خانه‌های فاضلاب برای تخلیه فاضلاب به آب‌های سطحی و چاه جذبی ۶ میلی‌گرم بر لیتر و جهت کشاورزی و آبیاری محدودیتی مقرر نگردیده است (۲۱). در مطالعه حاضر میزان فسفات در پساب خروجی این سیستم به طور متوسط ۴/۴ میلی‌گرم بود که دارای وضعیت مطلوبی است.

غلظت یون نیترات پساب خروجی سیستم تالاب مصنوعی زیرسطحی حاوی گیاه لویی به طور متوسط ۶/۲ میلی‌گرم بر لیتر گزارش گردید (جدول ۱). این میزان در مقایسه با استانداردهای ارایه شده برای تصفیه خانه‌های فاضلاب و مصارف تخلیه به منابع آب سطحی که به ترتیب ۱۱/۲ و ۲/۲۵ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است، از کیفیتی مناسب برخوردار است.

نتایج آماری به دست آمده در مورد تالاب‌های حاوی گیاه لویی و شاهد بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین غلظت یون‌های نیترات و فسفات و عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین غلظت آمونیاک بود. در مطالعه‌ای که توسط Liao و همکاران روی توانایی گیاه نخل مرداب و Vetyour جهت تصفیه فاضلاب مزرعه خوک در چین انجام شد، نتایج نشان داد که این دو گونه گیاهی پارامترهای COD، NH_3-N، TP و BOD_5 را به ترتیب ۶۴، ۲۰، ۱۸ و ۶۸ درصد در طی زمان ماند ۴ روز حذف نمودند (۱۶).

همچنین مقایسه نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج مطالعه Juang و Chen بیانگر کاهش ۲۲ درصدی راندمان حذف پارامترهای آمونیاک با استفاده از تالاب مصنوعی زیرسطحی حاوی گیاه لویی بود. دلیل این امر را می‌توان مرتبط با عدم وجود اکسیژن کافی و شرایط محیطی نامناسب در این سیستم دانست (۱۷). مقایسه نتایج این پژوهش با نتایج مطالعه سازمان حفاظت محیط زیست امریکا نیز بیانگر وجود تشابه بود؛ به گونه‌ای که نتایج پژوهش (EPA) US Environmental Protection Agency راندمان حذف برای ازت و فسفر را به ترتیب در محدوده ۹۸-۳۰ و ۹۰-۲۰ گزارش نمود (۲۲).

محدودیت‌هایی که طی نمونه‌برداری در این مطالعه وجود داشت، عبارت از مدت زمان

نمونه‌برداری است. هرچه زمان مطالعه بیشتر باشد، نتایج بهتری به دست خواهد آمد. همچنین نمونه‌برداری بهتر است در فصول مختلف انجام شود تا کارایی این گیاه در شرایط آب و هوایی مختلف بررسی شود. طی دوره نمونه‌برداری، این گیاه‌ها رشد زیادی داشتند. البته لازم است که بررسی‌های بیشتری در خصوص کارایی این گیاه در حذف و یا کاهش املاح معدنی، نوترینت‌ها، فلزت سنگین، تخم انگل و ویروس‌های روده‌ای انجام گیرد. همچنین توانایی این گیاه در تصفیه فاضلاب‌های صنعتی که دارای بار آلی زیادی هستند، جای بحث و مطالعه بیشتری دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر و مطالعه‌های ذکر شده بیانگر حذف بالای COD، BOD_5 و TSS توسط این وتلند بود. همچنین بیانگر کارایی مناسب در حذف پارامترهای آلی بود. با وجود مشکلاتی از قبیل میزان تبخیر بالا، دمای بالا، شرایط خاص آب و هوایی و مدت کوتاهی از سال برای نمونه‌برداری، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که گیاه لویی احتمالاً کارایی قابل قبولی برای تصفیه فاضلاب شهری یزد داشته باشد.

تشکر و قدردانی

از اداره آب و فاضلاب استان یزد که ما را در این حرکت یاری کردند و نیز از اساتید معزز راهنما و مشاور که در غنای علمی تحقیق نقش داشتند و کلیه کسانی که به نحوی ما را مساعدت کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Hosseini HR, Ghodsian M. Wetlands their benefits and disadvantages. Proceedings of the 2th Public Conference of Application Usage Researches; 2011 May 18-19; Zanjan, Iran.
2. Sperling MV. Comparison among the most frequently used systems for wastewater treatment countries. Water Science and Technology 1996; 33(3): 59-72.
3. Reed S, Parten S, Matzen G, Pohrent R. Water reuse for sludge management and wetland habitat. Water Science and Technology 1996; 33(10-11): 213-9.
4. Crites RW, Middlebrooks EJ, Reed SC. Natural wastewater treatment systems. New York, NY: Taylor & Francis; 2010.
5. Moore MT, Rodgers JH Jr, Cooper CM, Smith S Jr. Constructed wetlands for mitigation of atrazine-associated agricultural runoff. Environ Pollut 2000; 110(3): 393-9.
6. Higgins MJ, Rock CA, Bouchard R. Controlling agricultural run-off by the use of constructed wetlands. In: Moshiri GA, editor. Constructed wetlands for water quality improvement.Cherry Hill, NJ: Lewis Publ; 1993. p. 359-67.
7. Vymazal J. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. Sci Total Environ 2007; 380(1-3): 48-65.
8. Mitsch WJ, Jrgensen SE. Ecological engineering and ecosystem restoration. New York, NY: John Wiley & Sons; 2004.
9. Mitsch WJ, Jrgensen SE. Ecological engineering: an introduction to ecotechnology. Minnesota, MN: Wiley; 1989.
10. Reed SC, Crites RW, Middlebrooks EJ. Natural systems for waste management and treatment. 2nd ed. New York, NY: McGraw Hill Professional; 1989.
11. Kadlec RH, Knight RL. Treatment Wetlands: Theory and implementation. Cherry Hill, NJ: Lewis Publ; 1996.
12. Thurston JA, Gerba CP, Foster KE, Karpiscak MM. Fate of indicator microorganisms, Giardia and Cryptosporidium in subsurface flow constructed wetlands. Water Res 2001; 35(6): 1547-51.
13. Kadlec RH, Brix H. Wetland systems for water pollution control 1994. Water Science and Technology 1994; 29(4): 4-8.
14. Gillan Sabzkaran Institute Magazine. Self-purification plant, The environmental sustainability and human survival [online]. [cited 2012]; Available from: URL: http://www.sabzkaran.com/fa/upload/f0f6f743/6cec3575.pdf
15. Mofaezi A. Natural systems of sewage in filtration. 1st ed. Mashhad, Iran: Marandiz; 2009.
16. Liao X, Luo S, Wu Y, Wang Z. Comparison of nutrient removal ability between Cyperus

alternifolius and Vetiveria zizanioides in constructed wetlands. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao 2005; 16(1): 156-60. [In Chinese].
17. Juang DF, Chen PC. Treatment of polluted river water by a new constructed wetland. Int J Environ Sci Tech 2007; 4(4): 481-8.
18. Yousefi Z, Mohseni Bandpey A, Ghiaseddin M, Naseri S, Shokri M, Vaezi F, et al. Role of Iran pseudacorus plant in removal of bacteria in subsurface constructed Wetland. J Mazandaran Univ Med Sci 2001; 11(31): 7-15.
19. Ebrahimi A, Ghelmani V, Hosseinshahi D, Salehi-Vaziri A. Removal of subsurface artificial wetlands wastewater pathogen indicators in Yazd. Proceedings of the 14th National Conference on Environmental Health; 2011 Nov 1-3; Yazd, Iran.
20. Ehrampoush MH, Karimi B, Rahimi S, Talebi P, Ghelmani V. A study of the removal rate of linear detergents and organics via subsurface constructed wetland from Yazd wastewater. Toloo-e-Behdasht 2007; 6(3-4): 74-84.
21. Department of Environment of Iran. The environmental standards. 2010
22. Rowe DR, Abdel-Magid IM. Wastewater reclamation and reuse. Cherry Hill, NJ: Lewis Publ; 1995.

Journal of Health & Development Original Article

Vol. 1, No. 4, Winter 2013 Received: 11.11.2012 Accepted: 15.12.2012

The Efficiency of Typha Latifolica in Subsurface Flow Constructed Wetland for Wastewater Treatment

Soheil Sobhan[1], Shirin Ayatollahi[2], Majid Ehteshami[3], Davood Hosein-Shahi[4], Seyed-Vahid Ghelmani[5], Akbar Salehi-Vaziri[6], ParvanehTalebi[7]

Abstract

Background: Natural methods of wastewater treatment, such as wetlands, are simple, cheap and acceptable for developing countries, especially small and remote cities. The aim of this study was to evaluate the efficiency of Typha Latifolica in subsurface flow constructed wetland for wastewater treatment in Yazd city, Iran.

Methods: In this experimental research, the efficiency of Typha Latifolica in subsurface flow wetland for removing chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD_5), total suspended solids (TSS), nitrate-N (NO_3-N), ammonia-N (NH_3-N), orthophosphate (PO_4-P), total coliform and fecal coliform was evaluated. Two reactors (without and with the plant) were made, as a pilot study, by subsurface flow constructed wetland with the dimensions of 2 × 1.5 × 0.6 m and with a retention time of 4 days. In two months, samples were taken from the incoming and outgoing flow of the reactors and were analyzed according to standard methods.

Results: The efficiency of Typha Latifolica wetland for removing COD, BOD_5, TSS, NO_3-N , NH_3-N, PO_4-P, total coliform and fecal coliform was 72, 72, 85, 31, 25, 40, 94 and 59 percent, respectively, and 44, 34, 77, 15, 0.3, 1, 17 and 29 percent for the control wetland; all the differences were statistically significant, except for NH_3-N and fecal coliform.

Conclusion: According to the result of this study, Typha Latifolica has a high efficiency in removing organic material and suspended solids; and the treated wastewater by Typha Latifolica can achieve the national environmental standards for agriculture and irrigation use.

Keywords: Subsurface flow constructed wetland, Typha Latifolica, Wastewater treatment

1- Assistant Professor, Department of Environmental Science, School of Basic Sciences, Islamic Azad University, Hamedan Branch, Hamedan, Iran
2- Department of Environmental Science, School of Basic Sciences, Islamic Azad University, Hamedan Branch, Hamedan, Iran
3- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, School of Civil Engineering, Khajeh Nasiraddin Toosi Industrial University, Tehran, Iran
4- Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Yazd University of Medical Sciences, Yazd, Iran
5- Wastewater and Sewage Organization, Water and Wastewater Company, Yazd, Iran
6- Treatment Plant Opination Office, Water and Wastewater Company, Yazd, Iran
7- Environmental Chemistry Laboratory, School of Public Health, Yazd University of Medical Sciences, Yazd, Iran
Corresponding Author: Shirin Ayatollahi, Email: shirin.ayatollahi@yahoo.com
Address: Department of Environmental Science, School of Basic Sciences, Islamic Azad University of Hamedan, Hamedan, Iran
Tel: 0811-4494000 **Fax:** 0351-6284703