View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Sabzevar University of Medical Sciences Electronic Publications

مجله کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار
سال ۲۲، شمـــــاره ۴۰، بهار۱۳۹۶، صفحات۴۹-۳۷
پژوهشی اصیل

بهینه سازی نیزارهای مصنوعی زیرسطحی با استفاده از میوه درخت کاج به عنوان پرکننده بستر جهت تصفیه فاضلاب شهری

عباسعلی رباط جزی۱،سید جعفر اعتصامی نسب۱، ابوالفضل رحمانی ثانی*۲، فاطمه دارینی۱

۱. کارشناسی مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران
۲. *نویسنده مسئول، دانشیار، مهندسی محیط زیست، عضو هیأت علمی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

rahmani240@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۱/۱۷ تاریخ پذیرش نهایی:۹۶/۰۲/۲۷)

زمینه و هدف: نیزارهای مصنوعی به لحاظ مصرف انرژی و بهره برداری و نگهداری بسیار مقرون به صرفه هستند. تحقیقات زیادی در خصوص بازده حذف نیزارها در تصفیه فاضلاب انجام شده ولی در خصوص نوع مدیای به کار گرفته شده در این نیزارها و تأثیر آن بر راندمان تصفیه اطلاعات موجود ناچیز می‌باشد. هدف از این پژوهش بهینه سازی نیزارهای مصنوعی زیرسطحی با استفاده از میوه درخت کاج به عنوان پرکننده بستر جهت تصفیه فاضلاب شهری بود.

مواد و روش ها: در این پژوهش پایلوت‌های نمونه و شاهد از جنس آجر و سیمان در ابعاد ۰/۸*۱*۲ متر ساخته شد. فاضلاب شهری مورد استفاده با زمان ماند ۳ ساعت در تانک ته‌نشینی اولیه وارد و با دبی ۰/۸۵ لیتر در ساعت وارد پایلوت‌ها گردید، زمان ماند هیدرولیکی بسترها ۸ روز بود. پارامترهای شیمیایی TN,TP,COD,TSS، بر اساس روش-های استاندارد متد مورد سنجش قرار گرفت. نمونه برداری هفته‌ای دو بار و هر بار به صورت مرکب در زمان‌های ۴ ساعته تهیه و نتایج آنها بر اساس روش متوسط شناوری داده‌ها استخراج گردید.

یافته ها: طبق داده‌های حاصل از عملکرد پایلوت‌ها، بازده حذف TN,TP,TSS,COD به ترتیب در بستر شاهد ۷۹/۶۸، ۸۸/۳۱، ۸۵/۳، ۸۳/۰۳ درصد، و در بستر نمونه ۹۱/۴۵، ۹۲/۸۸، ۸۸/۸۶، ۸۶/۶ درصد بود.

نتیجه گیری: دلیل افزایش بازده حذف در نیزار نمونه با استفاده از میوه درخت کاج را می‌توان بالا بودن سطح ویژه، فضای متخلخل زیاد و افزایش بیوفیلم و در نتیجه افزایش بازده حذف مواد آلی کربنی، نیتروژنی و جامدات معلق دانست.

کلید واژه ها: تانک ته‌نشینی اولیه، میوه درخت کاج، نیزار مصنوعی زیر سطحی

مقدمه

فاضلاب یا گنداب عبارت است از آب استفاده شده‌ای که برای مصرف خاص خود قابل استفاده مجدد نیست یا به عبارتی کیفیت آن پایین‌تر از، قبل از استفاده می‌باشد (۱). فاضلاب‌ها بسته به شکل پیدایش و خواص آنها به سه گروه تقسیم می‌گردند: فاضلاب‌های خانگی، فاضلاب‌های صنعتی و فاضلاب‌های سطحی. با توجه به اینکه تصفیه فاضلاب در جهان از اهمیت خاصی برخوردار است و هزینه‌های زیادی را به دولت‌ها تحمیل می‌نماید لذا انتخاب فناوری مناسب با توجه به شرایط آب و هوایی، اقتصادی و اجتماعی هر منطقه حائز اهمیت می‌باشد (۲). تصفیه فاضلاب‌ها با روش‌های گوناگونی صورت می‌پذیرد که هر کدام از این روش‌ها دارای معایب و مزایایی می-باشد. به طور کلی دو روش تصفیه طبیعی و مصنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرد که با توجه به هدف متخصصان

که دستیابی به روش‌های مناسب و کم هزینه را در دستور کار خود قرار داده‌اند روش‌های طبیعی جزء روش‌های قابل قبول می‌باشند (۳، ۴). از جمله این روش‌ها می‌توان به نیزارهای مصنوعی زیر سطحی (وتلند) به عنوان روش‌های تصفیه طبیعی فاضلاب شهری و صنعتی یاد کرد که از نظر مصرف انرژی و هزینه مقرون به صرفه هستند. نیزارهای مصنوعی برگرفته از نیزارهای طبیعی می‌باشند که به صورت خودرو در حاشیه مرداب‌ها، جنگل‌ها و رودخانه‌ها بوجود آمده‌اند و محققان طی آزمایش‌های مربوطه پی به تصفیه‌پذیری این نیزارها برده و سپس بر آن شدند تا به طور مصنوعی با ایجاد نیزارها در بستری مناسب فاضلاب و آب‌های آلوده را تصفیه نمایند. نیزارهای مصنوعی در یک دسته بندی به دو نوع نیزارهای مصنوعی با جریان روسطحی (FVS) و نیزارهای مصنوعی با جریان زیر سطحی (SFS) تقسیم بندی می‌گردند (۵). نیزارهای مصنوعی زیر سطحی به دلیل عبور جریان از زیر بستر از مشکلاتی از قبیل بو، تجمع مگس و حشرات عاری هستند. لذا در این پژوهش نیز از نیزارهای زیر سطحی جهت تحقیق استفاده شد.

با توجه به اینکه تاکنون مطالعات زیادی پیرامون نیزارهای مصنوعی در زمینه نوع گیاه مورد استفاده صورت پذیرفته است در مطالعه حاضر هدف تحقیق پیرامون نوع بستر انتخابی با مدیای متفاوت بنام میوه درخت کاج بود که مطالعات کمتری در این زمینه انجام شده است. از جمله دلایل انتخاب این مدیا توسط محققین این پژوهش وجود سطح ویژه بالای میوه درخت کاج نسبت به حجم آن و نیز وجود شیارهای متعدد در این میوه که می‌تواند باعث رشد بیوفیلم بیشتر در یک حجم معین گردد و همچنین وفور این درخت در منطقه بود. لذا هدف از مطالعه پیش رو بهینه سازی نیزارهای مصنوعی زیرسطحی با استفاده از میوه درخت کاج به عنوان پرکننده بستر جهت تصفیه فاضلاب شهری بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه بصورت تجربی (در مقیاس آزمایشگاهی) در محل پایلوت صحرایی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی سبزوار انجام شد. هدف از انجام این پژوهش بهینه سازی نیزارهای مصنوعی زیرسطحی با استفاده از میوه درخت کاج به عنوان پرکننده بستر جهت تصفیه فاضلاب شهری بود.

ساخت و بهره‌برداری از پایلوت‌ها:

در این پژوهش دو پایلوت (پایلوت نمونه و شاهد) از جنس آجر و سیمان در ابعاد طولی ۲متر، عرض ۱متر و عمق ۸۰سانتی‌متر ساخته شد (شکل۱).

شکل۱: پایلوت‌های نیزارهای مصنوعی زیر سطحی

پایلوت‌ها به دلیل بالا رفتن دقت نتایج و ایجاد شرایط طبیعی در هوای آزاد قرار گرفتند. زمان ماند هیدرولیکی برای بسترها یکسان و برابر ۸ روز انتخاب شد. در ارتفاع ۵سانتی‌متری از کف پایلوت‌ها شیر خروجی تعبیه گردید. در روی لوله‌های عرضی مورد استفاده در سطح نیزار سوراخ‌هایی مرتب و با فواصل مساوی ایجاد شد و در هنگام نصب، این سوراخ‌ها بصورت متمایل به بالا قرار گرفتند تا با این روش ابتدا نیمه پایینی لوله از فاضلاب پر شود و سپس همزمان از تمامی سوراخ‌ها به بیرون تراوش کند تا پساب به طور یکسان از سراسر لوله به بستر تالاب تزریق شود.

در پایلوت‌های تحقیق حاضر جهت آب‌بندی و جلوگیری از نشت، تمامی کف و دیوار توسط ایزوگام عایق‌بندی شد. بستر پایلوت نمونه حاوی میوه درخت کاج و بستر شاهد تنها حاوی ماسه بود. پایلوت شاهد با ۳۲۰۰ عدد گل کاج (شکل۲) که هر کدام مخروطی به قطر متوسط ۸سانتی-متر و ارتفاع ۱۰سانتی‌متر بود پر شد. جهت نگهداشت آنها از ماسه درشت در اطراف هر ردیف گل کاج استفاده شد. لایه بالایی با ماسه بادی پر شده تا امکان کاشت ریشه‌های نی فراهم گردد. جهت حداکثر استفاده از لایه‌های چند طبقه گل کاج از جریان عمودی فاضلاب در بستر استفاده گردید و جهت یکسان شدن شرایط در بسترهای نمونه و شاهد این جهت جریان در بستر شاهد نیز رعایت گردید.

شکل۲: میوه درخت کاج

فاضلاب شهری مورد استفاده در این پژوهش ابتدا قبل از ورود به پایلوت‌ها در یک مخزن ۱۰۰۰ لیتری با زمان ماند ۳ ساعت جهت ته‌نشینی اولیه ذخیره و سپس با دبی ۰/۸۵ لیتر در ساعت وارد پایلوت‌ها گردید.

مشخصات فاضلاب خام شهری مورد استفاده برای آبیاری بستر نیزارها (پایلوت) طبق جدول ۱ بود.

جدول ۱: خصوصیات فاضلاب خام شهری ورودی به پایلوت‌ها

متغیرها	میانگین mg/l
BOD5	۲۳۰
COD	۲۸۰
TSS	۲۰۰
TP	۶
TN	۲۰
pH	۷/۲

خصوصیات گیاه:

گیاه مورد استفاده در این پژوهش از نوع نی معمولی که در منطقه به نام دم گربه‌ای شناخته می‌شود انتخاب شد با نام علمی Phragmitesaustralis که یک گیاه علفی بلند، ریزوم دار و پایا (perennial) است که ۱/۵ تا ۳متر رشد می‌کند و دارای برگ‌های غلاف شکل و پهن است.

جنس Phragmites متعلق به رده تک لپه‌ای‌ها و شاخه نهاندانگان است و وسیع‌ترین پراکنش در بین گونه‌های نی را دارا است. با توجه به اینکه جمعیت نی از لحاظ مرفولوژیکی و ساختار جمعیتی تفاوت زیادی را نشان میدهد برخی محققان معتقدند که نی توانایی تحمل طیف وسیعی از شرایط اکولوژیکی را دارد (۶).

نی با جریان‌های تند آب سازگار است و شوری صفر تا ۱۸ در هزار را تحمل می‌کند و می‌تواند در رسوبات متراکم و ریزدانه هم مستقر شود.

آماده سازی و کاشت گیاه:

طبق مطالعات انجام شده دمای مناسب جهت کاشت گیاه ۲۵درجه سانتی‌گراد می‌باشد لذا کاشت گیاه با توجه به شرایط دمایی منطقه در فصل بهار صورت پذیرفت (۷). این گیاه از محل تصفیه‌خانه فاضلاب سبزوار در فصل بهار (۱۵ فروردین) به صورت جوانه‌هایی به طول ۱۰ تا ۱۵سانتی‌متر و دارای ریشه‌های قوی و پرحجم انتخاب و در داخل بسترها با فواصل منظم طولی و عرضی کاشته شد. جهت تقویت و استحکام ریشه گیاه در بستر در روی بسترها حدود ۵سانتی‌متر ماسه بادی پاشیده شد و سپس ریشه‌ها در بستر غرس گردید.

جهت خوگیری گیاهان با شرایط فاضلابی، در آبیاری اولیه از فاضلاب رقیق شده (۶۰درصد فاضلاب شهری و ۴۰درصد آب) استفاده گردید. مدت سه هفته جوانه‌ها با فاضلاب رقیق شده آبیاری شد و پس از اطمینان از رشد مطلوب گیاهان در پایلوت از فاضلاب شهری استفاده گردید (شکل۳). شروع آزمایشات در اردیبهشت ماه بود. روش آبیاری در این پژوهش بصورت زیرسطحی و سیستم پیوسته بود.

شکل ۳: رشد جوانه‌های نی در پایلوت‌ها پس از گذشت ۳ هفته

شرایط عملیاتی

کلیه مطالعات در شرایط محیطی و با استفاده از پایلوت صحرایی واحدهای پیش تصفیه در ترکیب با نیزارهای مصنوعی زیرسطحی در مدت یک سال انجام شد. به منظور بررسی کارایی هر پایلوت در تصفیه فاضلاب شهری پارامترهای شیمیایی شامل TN,TP,COD,TSS، بر اساس روش‌های استاندارد متد مورد سنجش قرار گرفت. نمونه‌برداری هفته‌ای دو بار و هر بار به صورت مرکب در زمان‌های ۴ ساعته تهیه و نتایج آنها بر اساس روش متوسط شناوری داده‌ها (moving average) استخراج گردید. محل نمونه‌گیری ورودی و خروجی ته‌نشینی و خروجی نیزارهای زیرسطحی در نظر گرفته شد.

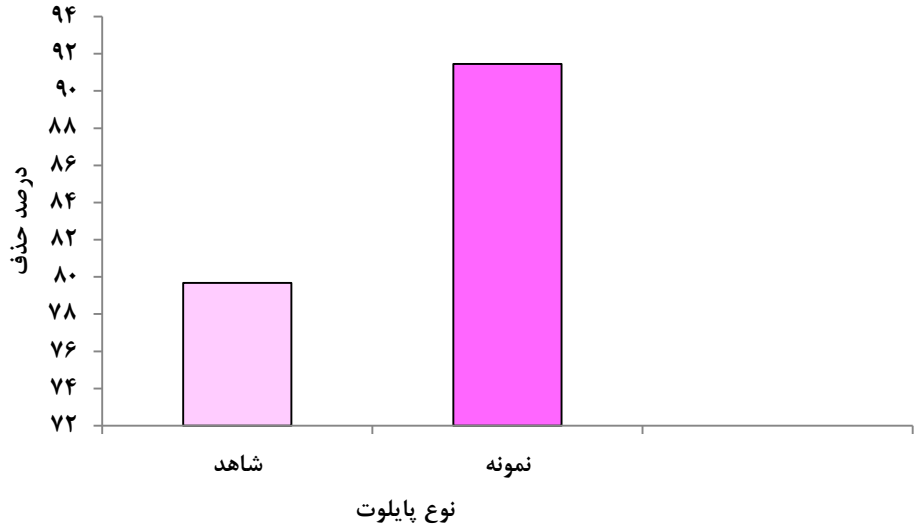
یافته‌ها

راندمان حذف COD:

با توجه به نتایج حاصل از آزمایشات مقادیر COD ورودی و خروجی از پایلوت‌ها در جدول شماره ۲ ذکر شده است که بر اساس داده‌ها میزان راندمان حذف COD در پایلوت نمونه بیشتر از پایلوت شاهد بود (نمودار ۱).

جدول ۲: مقادیر ورودی و خروجی COD در بسترها

عنوان	میانگین ورودی mg/l COD	میانگین خروجی mg/l COD	بازده حذف (٪)
ته‌نشینی اولیه	۲۸۰	۲۵۲	۱۰
بستر ماسه (شاهد)	۲۵۲	۵۱/۲	
بستر بهینه شده با میوه درخت کاج (نمونه)	۲۵۲	۲۰/۴۵	
در بستر ماسه با نی (بسترهای معمولی) بازده حذف COD بین ۷۰ تا ۸۰درصد بسته به نوع گیاه و قطر ماسه می‌باشد.			



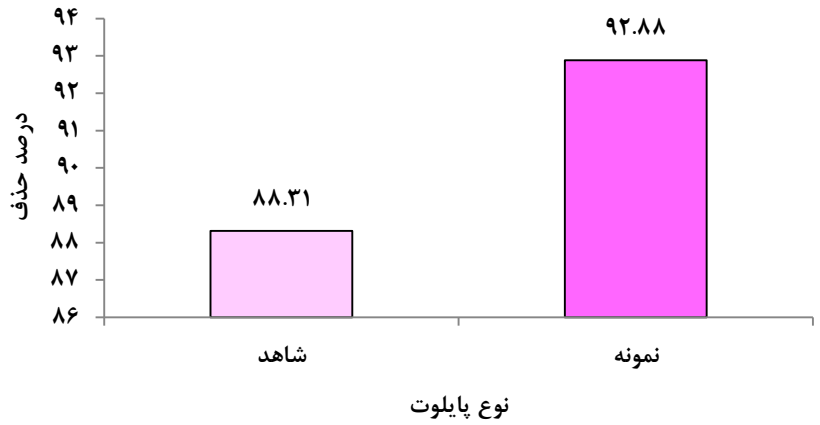
نمودار ۱: مقایسه راندمان حذف COD در بسترها

راندمان حذف TSS:

طبق جدول ۳ مقادیر ورودی و خروجی TSS از پایلوت‌ها نشان داده شده است که بر اساس نتایج بدست آمده، پایلوت بهینه سازی شده در حذف TSS نیز دارای راندمان بالاتری نسبت به پایلوت شاهد بود (نمودار۲).

جدول ۳:مقادیر ورودی و خروجی TSS در بسترها

عنوان	میانگین ورودی TSSmg/l	میانگین خروجی TSSmg/l	بازده حذف (٪)
ته‌نشینی اولیه	۱۹۲	۱۳۴	۳۰/۲
بستر ماسه (شاهد)	۱۳۴	۱۵/۶۶	
بستر بهینه شده با میوه درخت کاج (نمونه)	۱۳۴	۹/۵۴	
در بستر ماسه با نی (بسترهای معمولی) بازده حذف TSS تا ۸۵درصد نیز گزارش شده است.			



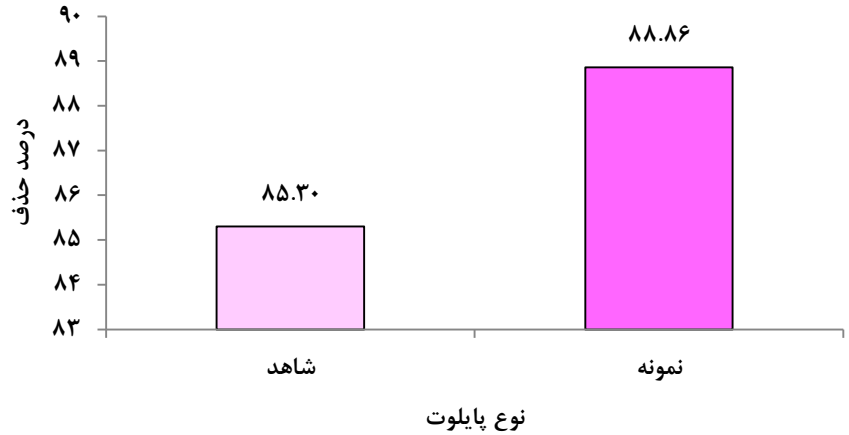
نمودار ۲: مقایسه راندمان حذف TSS در بسترها

راندمان حذف TN:

جدول ۴ مقادیر ورودی و خروجی TN از بسترها و نمودار۳ راندمان بسترها در حذف TN را نشان میدهد.

جدول ۴:مقادیر ورودی و خروجی TN در بسترها

عنوان	میانگین ورودی نیترات mg/l	میانگین خروجی نیترات mg/l	بازده حذف (٪)
ته‌نشینی اولیه	۲۱/۱	۲۱/۱	---------
بستر ماسه (شاهد)	۲۱/۱	۳/۱	
بستر بهینه شده با میوه درخت کاج (نمونه)	۲۱/۱	۲/۳۵	
در بستر ماسه با نی (بسترهای معمولی) بازده حذف TN حدود ۷۰ درصد می‌باشد.			



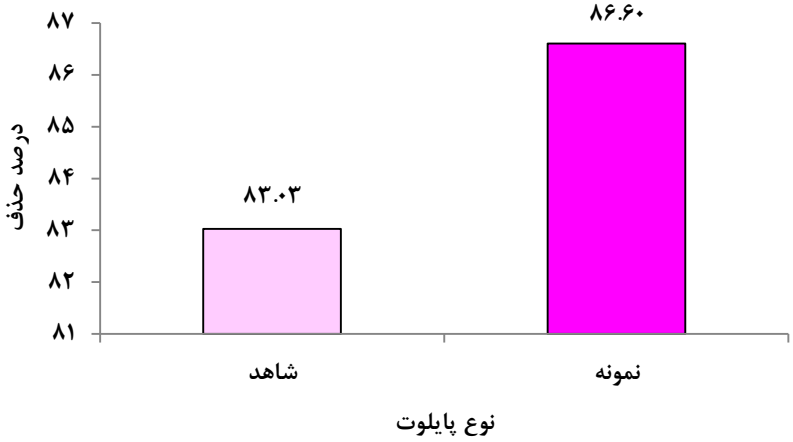
نمودار ۳: مقایسه راندمان حذف TN در بسترها

راندمان حذف فسفر:

بر اساس داده‌های بدست آمده میزان فسفر ورودی و خروجی در تهنشینی اولیه ثابت (جدول۵) و میزان حذف فسفر توسط پایلوت بهینه شده بیشتر از شاهد بود (نمودار۴).

جدول ۵: مقادیر ورودی و خروجی فسفر در بسترها

عنوان	میانگین ورودی فسفات mg/l	میانگین خروجی فسفات mg/l	بازده حذف (٪)
تهنشینی اولیه	۵/۶	۵/۶	------
بستر ماسه (شاهد)	۵/۶	۰/۹۵	
بستر بهینه شده با میوه درخت کاج (نمونه)	۵/۶	۰/۷۵	
در بستر ماسه با نی (بسترهای معمولی) بازده حذف TP بین ۶۰ تا ۷۰ درصد است.			



نمودار۴: مقایسه راندمان حذف TP در بسترها

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر توسعه روش‌های طراحی بهتر برای بهبود عملکرد سیستم‌های تصفیه فاضلاب به روش وتلند بود که بصورت بهینه سازی نیزارهای مصنوعی زیرسطحی با استفاده از میوه درخت کاج به عنوان پرکننده بستر جهت تصفیه فاضلاب شهری صورت پذیرفت.

طبق نتایج حاصله از این پژوهش راندمان حذف COD در پایلوت نمونه بیش از ۱۰درصد بالاتر از پایلوت شاهد بود که این نتیجه در بستر میوه درخت کاج با مطالعه شربت ملکی و همکاران (۸) و در بستر ماسه با مطالعه یوسفی و همکاران مشابهت دارد (۹). میزان راندمان حذف COD توسط بستر میوه درخت کاج با راندمان حذف توسط روش‌های پیشرفته تصفیه پساب همانند بیوراکتور غشایی صفحه‌ای (۱۰) و راکتور بیوفیلم بستر متحرک با سیکل متناوب هم‌خوانی دارد (۱۱). از نظر میزان COD، فاضلاب تصفیه شده خروجی از هر دو بستر قابلیت استفاده در زمینه آبیاری و کشاورزی را طبق استانداردهای محیط-زیست دارا می‌باشد که در این میان بستر میوه درخت کاج با خروجی ۲۰/۴۵ mg/l تصفیه بهتری را انجام داده است (۱۲). همچنین دلیل این افزایش راندمان را نیز می‌توان در میزان اکسیژن موجود و رشد فیلم بیولوژیکی بیشتر در بستر میوه درخت کاج دانست. تجزیه مواد آلی به دو شکل هوازی و بی‌هوازی از طریق تهنشینی و فیلتراسیون ذرات مواد آلی در داخل بستر اتفاق می‌افتد (۱۳). از آنجا که عمده بازده تصفیه مواد آلی در بستر نیزار مربوط به تصفیه

هوازی می‌باشد افزایش بازده در بستر میوه درخت کاج را باید در این قسمت جستجو نمود. روش‌های انتقال اکسیژن در نیزارهای زیرسطحی به دو روش عمده صورت می‌پذیرد نخست انتقال اکسیژن از طریق مجاورت هوا و نفوذ از لایه خاک بدین صورت که جریان جابجایی که توسط دو فرآیند فیزیکی تبخیر و تعرق از اختلاف فشار آب داخل بافت گیاه و هوای اطراف صورت می‌گیرد در هوادهی بستر نقش زیادی را بازی می‌کند. همچنین جریان جابجایی می‌تواند بوسیله اختلاف سرعت باد نیز اتفاق بیفتد. دوم از طریق نفوذ اکسیژن حاصل از فتوسنتز درون ساقه توخالی نی و حمل آن توسط سلول‌های حمل گاز به ریشه‌ها و ساقه‌های زیر زمینی گیاه و انتشار در داخل بستر (۱۴). این اکسیژن در منطقه اطراف ریشه‌ها باعث ایجاد محیط هوازی شده و به مصرف میکروارگانیسم‌های اطراف ریشه و روی ریشه می‌رسد. انتقال اکسیژن در حدود ۵ تا ۴۵ گرم در هر مترمربع در روز و با توجه به تراکم گیاه انجام می‌گیرد. دلایل افزایش بازده حذف در بستر میوه درخت کاج نسبت به بستر ماسه را بدین صورت می‌توان دسته‌بندی نمود. الف) با توجه به میزان فضای زیاد بین قطعات میوه درخت کاج که موجب نفوذ هوا و اکسیژن در فضای بین قطعات میوه درخت کاج شده و کمک فراوانی به ایجاد محیط هوازی در بستر نموده است. ب) نفوذ ریشه‌های نی در لا به لای این میوه‌ها بسیار بیشتر از ماسه بوده لذا هم کمک به اکسیژن رسانی نموده و هم باعث تجمع بیشتر میکروارگانیزم‌ها روی ریشه‌ها می‌شود ج) به دلیل سطح فراوان روی میوه، تجمع لایه بیولوژیکی روی میوه درخت کاج بسیار بیشتر از ماسه بوده است لذا بنا به دلایل فوق بازده حذف COD در بستر میوه درخت کاج به طور مطلوبی بالاتر از ماسه بدست آمد.

میزان حذف TSS در بستر میوه درخت کاج بیشتر از بستر ماسه بود که این نتیجه در بستر ماسه با مطالعه رحمانی ثانی و همکاران تقریباً همخوانی دارد (۱۵، ۱۶). تفاوت اندک در حد ۱ تا ۲درصد بازده حذف با مطالعات مشابه را می‌توان به دلیل تفاوت ابعاد پایلوت‌ها و تأثیر عوامل محیطی بر پژوهش دانست.

از آنجایی که حذف جامدات معلق در نیزارها توسط فلوکولاسیون، ته‌نشینی، فیلتراسیون و جلوگیری توسط مدیا و ریشه گیاهان صورت می‌پذیرد. در عمل ته‌نشینی اندازه ذرات، شکل و وزن مخصوص ذرات مؤثر است. ته‌نشینی ذرات به دو روش ذرات مجزا و ذرات فلوکه شده اتفاق می‌افتد (۱۷). با توجه به اینکه کلیه شرایط بسترها به جز مواد پرکننده بستر با هم یکسان می‌باشد لذا افزایش بازده حذف جامدات در بستر میوه درخت کاج را باید در تفاوت آنها با شن معمولی جست. با توجه به شکل نامتقارن میوه درخت کاج که در آن وجود دارد میزان برهم نشستگی آنها روی هم بسیار کم‌تر از ماسه‌های صاف و متقارن می‌باشد. لذا نفوذ ریشه‌ها در فضای بین میوه درخت کاج و فضای درون میوه بسیار زیادتر بوده و باعث می‌گردد یک فیلتر مشترک از سنگ و ریشه و اجزای میوه در مقابل عبور جامدات تشکیل گردد و بر میزان حذف، تأثیر به سزایی داشته باشد. همچنین فضای بسیار متخلخل موجود روی سطح جانبی میوه کاج باعث جذب لایه بیولوژیک و ژله‌ای می‌گردد که این لایه علاوه بر تأثیر مثبت بر حذف مواد آلی در جذب BOD معلق نیز مؤثر می‌باشد. اگر دلایل بازده حذف بیشتر در بستر میوه درخت کاج را دسته‌بندی نماییم موارد ذیل مشهود می‌باشد. الف) میوه درخت کاج با درصد فضای خالی بالاتر نسبت به ماسه از رشد بیوفیلم بالاتری برخوردار شده لذا ته‌نشینی به روش فلوکولاسیون در آن بالاتر از ماسه می‌باشد و بر بازده حذف مؤثر است. ب) نفوذ بهتر ریشه‌های گیاه در فضای بین اجزای میوه علاوه بر فراهم آوردن محیطی مناسب جهت جذب میکروارگانیزم‌ها باعث ایجاد فیلتر مشترک سنگی و ریشه‌ای و اجزای میوه شده در نتیجه بر بازده حذف مؤثر بوده است. ج) به علت اکسیژن رسانی بالاتر در فضای ریشه‌ای در بین میوه‌های کاج، میزان حذف BOD معلق چسبیده به ریشه و مدیا بیشتر از بستر ماسه بوده است.

مکانیسم عمده حذف نیتروژن به روش بیولوژیکی نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون می‌باشند. در مرحله اول آمونیاک در شرایط هوازی توسط باکتری‌های نیتروزوموناس و نیتروباکتر به نیتریت و نیترات تبدیل و پس از آن در شرایط بی‌هوازی و آنوکسیک توسط باکتری‌های نیتریفایر، نیترات به گاز ازت تبدیل می‌گردد. نیتروژن به شکل معدنی برای گیاهان ضروری است و اگر میزان آن کم باشد یک عامل محدود کننده خواهد بود (۱۷).

ریشه‌های نی یکی از عوامل مهم جذب کننده مواد مغذی است و افزایش آن باعث بالا رفتن راندمان جذب ازت می‌گردد، گیاه مواد را به صورت یونی جذب می‌کند لذا در بستر نیزار میزان نیترات سازی بسیار بالا است و این عمل به دلیل اینکه نیتروژن توسط گیاهان به صورت نیترات قابل جذب است حائز اهمیت است (۱۸).

با توجه به مطالب فوق هر دو عامل نفوذ اکسیژن و رشد ریشه‌ها و متعاقباً رشد فیلم بیولوژیکی روی ریشه‌ها و مدیای بستر مستقیماً به نوع مواد پرکننده بستر ارتباط داشته است لذا میزان بازده حذف ازت در بستر میوه درخت کاج بیشتر از بستر ماسه می‌باشد. که بازده بستر ماسه در مطالعه حاضر با مطالعات مشابه همخوانی دارد (۱۵).

داده‌های مطالعه پیرامون حذف فسفر نشان دهنده قدرت بیشتر بستر میوه درخت کاج در حذف این عامل می‌باشد. همچنین میزان درصد حذف فسفر در بستر ماسه در تحقیق حاضر با مطالعه سرافراز و همکاران همخوانی دارد (۱۹).

به طور کلی مکانیسم اصلی حذف ترکیبات فسفر در فاضلاب‌های شهری توسط نیزارهای مصنوعی به صورت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می‌باشد (۲۰).

جذب سطحی ترکیبات فسفر روی سطح مواد پرکننده بستر و ریشه گیاهان، ترسیب شیمیایی فسفر با ترکیبات آلومینیوم، آهن، کلسیم و مواد معدنی رسی، ایجاد ترکیبات پیچیده توسط فعل و انفعالات بیولوژیکی و تـه-نشینی و رسوب‌گذاری آنها در سطح رسوبات و نهایتاً جذب مستقیم گیاهی می‌باشد. در این میان کیفیت و نوع مواد پرکننده بستر در حذف فسفر تأثیر به سزایی دارد زیرا در حذف فسفر فرآیندهای جذب سطحی و ترسیب شیمیایی مستقیماً مؤثر است. بافت ریز دانه مواد پرکننده بستر به دلیل ایجاد سطوح بیشتر باعث جذب بیشتر فسفر می‌گردد. حضور ترکیبات آهن، آلومینیوم و کلسیم در بسترهای خاکی باعث افزایش پتانسیل حذف ترکیبات فسفر می‌گردد (۲۱).

همان طور که مشاهده می‌گردد در جذب فسفر، گیاه و مواد پرکننده بستر، نقش به سزایی دارند. در بستر میوه درخت کاج رشد گیاه و ریشه‌های آن به مراتب کامل‌تر از بستر ماسه و همچنین سطح ویژه آن نسبت به بستر ماسه بیشتر می‌باشد لذا افزایش بازده در آن کاملاً منطقی به نظر می‌رسد.

به طور کلی نیزارهای مصنوعی به دلیل پایین بودن هزینه ساخت، بهره‌برداری و نگهداری به نسبت روش‌های مکانیکی جهت تصفیه انواع فاضلاب‌های شهری و صنعتی گسترش زیادی نموده‌اند. این پژوهش نشان داد در صورت بهینه سازی این سیستم‌ها می‌توان کاربردهای صنعتی این روش را نیز توجیه‌پذیر نمود. میوه درخت کاج به دلیل سطح ویژه بالا نسبت به ماسه یکی از ابزارهایی است که باعث افزایش بازده حذف در نیزارها می‌گردد لذا یکی از روش‌های کاهش زمین در نیزارها استفاده از مدیایی است که بازده حذف را بالا ببرد و این امر در میوه درخت کاج عینیت دارد (۲۲).

با توجه به گزارشات موجود در مطالعه تشیعی و همکاران (۵) داده‌های حاصل از این پژوهش دارای مطابقت بسیار نزدیکی با سایر مطالعات موجود در ایران (۲۳) و سایر کشورها می‌باشد و حتی در برخی موارد کارایی سیستم طراحی شده در این تحقیق (استفاده از میوه درخت کاج به عنوان بستر) دارای بازدهی بیشتر از حد انتظار بوده است.

با استفاده از سیستم تالابی برای تصفیه و بازیافت پساب می‌توان از پدید آمدن آب و لجن آلوده به انواع ضایعات شیمیایی، صنعتی و دارویی جلوگیری نمود. با استفاده از این فناوری مناسب می‌توان آب را قبل از این که مجدداً به چرخه طبیعی خود بازگردد، با سلامت و بهداشت کامل، برای مصارف گوناگون یک جامعه بازیافت و مورد استفاده قرار داد. تحمل دوران خشک‌سالی با دشواری کم‌تر، نجات باغات از ویرانی ناشی از بی‌آبی و جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطیِ مرتبط با فناوریِ نامناسب و مصرف غیرمسئولانه فاضلاب از مزایای احداث سیستم‌های تالابی محلی برای بازیافت آب است. جایگزین شدن تالاب مصنوعی به جای سیستم‌های پرمصرف تصفیه فاضلاب تنها یک مثال از ضرورت برگزیدن یک فناوری مناسب به جای یک فناوری ناقص و نامناسب است. از این رو جوامعی که ضرورت اصلاح الگوی مصرف انرژی و استفاده از فناوری‌های مناسب را زودتر درک کنند و به چاره‌جویی بپردازند مسلماً از هدر رفت منابع خود و تحملِ دشواری-های مرتبط با انواع کمبودها اجتناب خواهند کرد و از

سلامت و آسایش بیشتر در جامعه بهره‌مند خواهند شد (۲۴).

از آنجایی که راندمان بدست آمده در این تحقیق نسبت به راندمان‌های مربوط به سیستم‌های پیچیده تصفیه فاضلاب (انواع مختلف لجن فعال) (۱۰، ۱۱) که نیاز به تجهیزات، انرژی و بهره برداری به وسیله نیروهای متخصص دارد بسیار نزدیک و گاهاً بالاتر بود.

لذا محققین این مطالعه استفاده از بسترهای میوه درخت کاج به منظور بهینه سازی نیزارهای مصنوعی را توصیه می‌نمایند.

تشکر و قدردانی

این پژوهش حاصل طرح تحقیقاتی با کد ۹۳۰۵۵ و کد اخلاق IR.MEDSAB.REC.1394.1 مصوب کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار می‌باشد. لذا از همکاری صمیمانه معاونت تحقیقات و فناوری و کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار به دلیل حمایت‌های مالی و معنوی تشکر و قدردانی می‌نماییم.

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References

1-rezvani m, karimi m. Water and Wastewater rural. Payam Noor university: Payam Noor university; 1391.

2-Ghaderi A. Examine the role of plants in the natural purification of water polluted urban. GDIJ.2004:102-7.

3-Yousefi Z, MohseniBandpey 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.

4-EhramPoosh M, Karimi B, Rahimi S, Talebi P, Ghalmani S. A study of removal rate of linear detergents and organic via subsurface constructed wetland from yazd wastewater. J toloo behd (TBJ). 2008;6(3-4):74-83.

5-Tashauoei H, Mahdavi M, Karakani F, Ghelmani S, Ataifar H. Application of Horizontal Sub-Surface Flow Constructed Wetland for Treatment of Wastewater in Foreign Countries and Iran. mui. 2011;7(6).

6-dyanat m. Study of some growth traits of common reed (Phragmites australis) in Iran. rostaniha. 2008;9(2):151-65.

7-RahmaniSani A, Alahabadi A, Azimi A, Mehrdadi N, Torabiyan A. Setup and operation methods of artificial vetland subsurface flow. J sabze univ med sci. 2011;18(1):33-40.

8-Sharbatmaleki M, Borghei M. Performance of Pumice Stone as a Packing in Fixed-bed Aerobic Bioreactor. Water and Wastewater. 2005;56:62-71.

9-Yousefi Z, Hoseini M, Tahamtan RAM, Zazouli M. Performance Evaluation Of Artificial Wetland Subsurface With Horizontal Flow In Wastewater Treatment. J Mazand Univ Med Sci. 2013;23:12-52.

10-amin m, fazeli s, setare p, hasani a. The use of membrane bioreactor for the treatment of sewage-treatment plant south. Sixteenth National Conference on Environmental Health; Tabriz University of Medical Sciences2013.

11-pirsaheb m, ghayebzade m, drayat j, azizi e. Moving bed biofilm reactor with intermittent cycle performance in removing organic compounds from wastewater. Tabriz University of Medical Sciences2013.

12-shaeri a, hasani a. human environmental laws regulation criteria and standards. tehran: hak; 2012.

13-Choi JH, Park SS, Jaffe PR. The effect of emergent macrophytes on the dynamics of sulfur species and trace metals in wetland sediments. Environmental Pollution. 2006;140(2):286-93.

14-Huett D, Morris S, Smith G, Hunt N. Nitrogen and phosphorus removal from plant nursery runoff in vegetated and unvegetated subsurface flow wetlands. Water research. 2005;39(14):3259-72.

15-eyvazzadeh m, manoochehriyan e, dareini f, rahmanisani a, abadi aa, al e. Comparing the Refinability of Hospital Wastewater by Vetiver and Typical Straw Plants in Tropical Regions. J sabze univ med sci. 2014;21(5):934-41.

16-RahmaniSani A, Azimi A, Torabian A. Performance Of The Subsurface Flow Wetland In Batch Flow For Municipal Wastewater Treatment. Water And Wastewater. 2009;2:32-40.

17- Gersberg R, Elkins B, Goldman C. Nitrogen removal in artificial wetlands. Water Research. 1983;17(9):1009-14.

18-Rash JK, Liehr SK. Flow pattern analysis of constructed wetlands treating landfill leachate. Water science and technology. 1999;40(3):309-15.

19-Sarafraz S, Mohammad TA, Noor MJ, Liaghat A. Wastewater treatment using horizontal subsurface flow constructed wetland. American Journal of Environmental Sciences. 2009;5(1):772-8.

20-Salhani N, Stengel E. A comparative study of the gas exchange potential between three wetland species using sulfur hexafluoride as a tracer. Ecological Engineering. 2001;18(1):15-22.

21-Tong Z, Sikora F. Ammonium and nitrate removal in vegetated and unvegetated gravel bed microcosm wetlands. Water Science and Technology. 1995;32(3):219-28.

22-borghei m, hasani a, yazdanbakhsh a, shahangiyan m. The efficiency of natural absorbents (charred pine cones, ground kaolinite,Charred sawdust, charcoal and sawdust) to remove detergent. jest. 2010;12(4).

23-khakpour a, alavi s, nejadbahari f. The performance evaluation method of wastewater treatment wetland. ahvaz: Iran's third national conference on environmental crises and ways of enhancing them; 2006.

24-abbasi e. Help build the type of subsurface horizontal flow constructed wetland [cited 2016 10 December]. Available from: http://www.eabbassi.ir/articlesandlinkspart2apptech_water_cw_guide2-1.htm

Journal of Student Research Committee
Sabzevar University of Medical Sciences

Beyhagh; Volume 22, Issue 40
spring 2017, pp 37-49

Optimization of Subsurface Artificial Wetlands with Pine Tree Fruit (pine cones) as a Bed Filler for Municipal Wastewater Treatment

Abasali Rebatjazi1,Seyyed Ja'far etesami nasab1,Abolfazl Rahmani Sani2,Fateme Dareini1*

1. Bs of Environmental Health Engineering, Student Research Committee, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran
2. * Associate Professor, Environmental Engineering, Faculty of Health, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran

Corresponding Author: Abolfazl Rahmani Sani, Associate Professor,Environmental Engineering, Faculty of Health,Sabzevar University of Medical Sciences,Sabzevar,Iran
(E-mail: rahmani240@gmail.com)

(Received: March 6, 2017 Accepted: May 17, 2017)

Background and Aims: Constructed wetlands are noticeably cost-effective in terms of energy consumption, operation and maintenance. Many researches have been done on the efficiency of wetlands removal in wastewater treatment but the information is limited on media used in these beds and its impact on treatment efficiency. This study aimed to optimize subsurface artificial wetlands with pine tree fruit as a bed filler for municipal wastewater treatment**.**

Materials and Methods: In this study sample and control pilots were made out of bricks and cement in dimensions of 2*1*0.8 meters.Used municipal wastewater passed through a primary sedimentation tank with a detention time of 3 hours and entered the pilot with flow rate of 0.85 liters per hour. Hydraulic detention time of beds was 8 days. Chemical parameters TN, TP, COD and TSS were evaluated by standard methods. Sampling were commited twice a week, each time in compound way and a time span of 4 hours. Results were extracted based on data average floating.

Results: According to data obtained from pilot performance the removal efficiency of TN, TP, TSS, COD, in the control bed were 79.68, 88.31, 85.3, 83.03 percent, and in the sample bed were 91.45, 92.88, 88.86, 86.6 percent respectively.

Conclusion: The reason behind increased removal efficiency of using fruit trees can be the high level of area, especially high porous space and biofilm increase and consequently efficiency increase of organic carbon, Nitrogen and suspended solids.

Keywords: primary sedimentation tank, pine cones, subsurface flow wetlands