

گیاه پالایی: استفاده از گیاهان در تصفیه فاضلاب

روزیتا رضالله ، محدثه شاکری فر

۱- پایه هشتم، مدرسه فرزاتگان دکتر عادل، بهبهان، ۰۹۱۶۳۷۱۰۰۴۳

rosita.rezaalah@gmail.com

۲- پایه هشتم، مدرسه فرزاتگان دکتر عادل، بهبهان

چکیده

افزایش روزافزون جمعیت شهری همراه با گسترش فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی، در جهت افزایش نیاز به تأمین مواد غذایی از یک سو و حفظ منابع آب و محیط زیست از سوی دیگر، لزوم استفاده و بهره‌برداری از فاضلاب تصفیه شده در مناطق خشک و نیمه‌خشک و اصولاً مناطقی که با کمبود آب مواجه می‌باشند را محرز می‌سازد. اما استفاده از پساب فاضلاب به علت وجود برخی آلاینده‌ها (عناصر سنگین) و تبعات بسیار مخرب آن‌ها بر محیط زیست به سادگی استفاده از آب‌های معمولی نیست. از این رو ارائه یک روش مطمئن که ضمن رفع آلودگی، کم هزینه و نسبتاً سریع بوده و در ضمن آثار جنبی نامطلوب برای محیط زیست نداشته باشد، بسیار ضروری است. که گیاه‌پالایی یکی از روش‌های مناسب در این راستا می‌باشد. گیاه پالایی تکنیکی است که شامل جذب، تغییر شکل، تجمع و یا تصعید آلاینده‌ها با کمک گیاهان برای زدودن آلودگی‌های آب، خاک و هوا می‌باشد و البته این روش را برای زدودن آلودگی‌های نفتی نیز به کار می‌برند. این فرآیند پایدار و کم‌هزینه بوده و برای کشورهای در حال توسعه بسیار مناسب است و صرفه اقتصادی نیز خواهد داشت. از این رو در این مقاله گیاه‌پالایی روشی جهت تصفیه فاضلاب‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است.

کلیدواژه‌ها: گیاه پالایی، فاضلاب، گیاهان آبی.

۱- مقدمه

با توجه به رشد جمعیت، مقدار آلاینده‌های محیط زیست و مشکل آلودگی آن‌ها با سرعت بیشتری در حال گسترش است. باید قبل از آلوده شدن محیط به فکر پیشگیری و جلوگیری از انتشار آلودگی بود. در اکثر مواقع رفع آلودگی از محیط، سخت‌تر و غیراقتصادی‌تر از حفظ محیط زیست در مقابل آلوده شدن است و این خود لزوم استفاده از سیستم‌های تصفیه فاضلاب را گوشزد می‌کند. این مسأله موجب شده تا دانشمندان از طریق روش‌های مختلف بار آلودگی پساب وارد شده به محیط را کاهش دهند. یکی از مؤثرترین روش‌ها که در چند سال اخیر مورد توجه خاص قرار گرفته است، استفاده از گیاهان در تصفیه فاضلاب‌ها بخصوص فاضلاب‌های صنعتی حاوی فلزات سنگین از جمله جیوه، کروم، سیانید و... است که در چند دهه اخیر به شدت مورد توجه قرار گرفته است. بیش از دو دهه است که تحقیقات وسیعی در مورد توانایی گیاهان آبری برای حذف مواد آلی و غیرآلی موجود در فاضلاب‌ها آغاز شده است.

افزایش آلودگی آب و خاک باعث ایجاد مسائل و مشکلات زیست‌محیطی زیادی می‌شود. از سوی دیگر روش‌های متفاوت کنترل و تصفیه آلودگی با تکنولوژی‌های مدرن بوجود آمده است که این روش‌ها عموماً هزینه‌های بسیار بالایی را به خود اختصاص می‌دهد به نوعی که بعضاً صرفه اقتصادی نخواهد داشت. یکی از روش‌های مورد استفاده در تصفیه آلودگی‌های آب و خاک استفاده از گیاهان است که اصطلاحاً **گیاه‌پالایی** نامیده می‌شود. شناسایی گیاهان فعال و مهم در این زمینه باعث افزایش کارایی و حفاظت از محیط زیست می‌گردد.

گیاه‌پالایی تکنیک پالایشی است که شامل جذب، تغییر شکل، تجمع یا تصعید آلاینده‌ها با کمک گیاهان برای زدودن آلودگی‌های آب، خاک و هوا می‌باشد. این روش را برای زدودن آلودگی‌های نفتی نیز بکار می‌برند. گیاه‌پالایی فن‌آوری جدیدی است که در آن از گیاهان مقاوم برای حذف یا کاهش غلظت آلاینده‌های آلی، معدنی و ترکیبات خطرناک محیط زیست از جمله فلزات سنگین، مواد نفتی و علف‌کش‌ها استفاده می‌شود. امروزه استفاده از گیاهان سبز براساس توانایی فوق‌العاده آن‌ها در انباشت عناصر (گیاهان بسیار انباشتگر و حذف ترکیبات مضر از محیط و متابولیزه کردن آن‌ها به ملکول‌های متنوع، کاربرد فراوان دارد. فلزات سنگین و آلودگی‌های آلی، اهداف اصلی گیاه‌پالایی می‌باشند.

۲- فاضلاب و انواع آن

فاضلاب محلول رقیقی است که ۹۹ درصد آن آب و فقط ۱ درصد آن را مواد جامد تشکیل می‌دهد که بخشی از آن مواد آلی و بخش دیگر مواد معدنی به حالت محلول یا معلق در آب است. بوی بد فاضلاب اغلب به علت مواد آلی موجود در آن است. این مواد بیشتر قابل تجزیه توسط میکروب‌ها هستند که در اثر آن بوی نامطبوع ایجاد می‌شود. علاوه بر تشکیل بون، فاضلاب‌های دریافت کننده مدفوع انسانی و حیوانات زنده در بردارنده عوامل بیماری‌زا هستند که از نظر آلودگی محیط بویژه منابع آب و خاک فوق‌العاده اهمیت دارند. (عابدی و نجفی، ۱۳۸۰).

فاضلاب‌ها براساس منشأ تشکیل به فاضلاب‌های شهری، فاضلاب‌های صنعتی و کشاورزی و هرزآب‌های سطحی تقسیم می‌شوند. مهم‌ترین تفاوت فاضلاب صنعتی با پساب شهری در داشتن مواد و ترکیبات سمی با خاصیت خوردگی زیاد، خصلت قلیایی و اسیدی در آنهاست.

پهپهپان - فروردین ۹۸

الف) صنعتی: خواص آن بستگی به نوع صنعت دارد. فرایند تصفیه بسیار متغیر می باشد. بسیاری از فرایندهای مورد استفاده جهت تصفیه فاضلاب شهری در مورد فاضلاب صنعتی نیز استفاده می شود.

ب) شهری: حاوی آلاینده‌های بسیاری است. ترکیب فاضلاب با فصل ممکن است تغییر کند که ناشی از استفاده مختلف آب می باشد.

ج) فاضلاب‌های کشاورزی: در این فاضلاب‌ها، سموم کشاورزی مانند هیدروکربن‌های هالوژنها آلودین، ترکیبات فسفردار نظیر پاراتیون وجود دارد، مخصوصا ترکیبات هالوژنه بسیار خطرناک هستند و هنگامی که توام با آب کشاورزی در لایه‌های زمین نفوذ نمایند یا به بیرون از محیط کشاورزی هدایت شوند، باعث ایجاد فاضلاب‌های کشاورزی خیلی خطرناک می شوند. پساب های ناشی از تولیدات صنعتی و کارخانه ها و فاضلاب های شهری در کنار تخریب و کاهش منابع خدادادی، فشار مضاعفی را بر اکوسیستم کره زمین تحمیل می کند. این مساله موجب شده تا دانشمندان از طریق روش های مختلف بار آلودگی پساب وارد شده به محیط را کاهش دهند. فاضلاب را بسته به میزان و نوع بار آلودگی با روش های مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تصفیه می کنند که هر کدام از زیرمجموعه ها و روش های مختلفی تشکیل شده است. شیوه معمول و رایج تصفیه فاضلاب با نام لجن فعال است که در آن ترکیبی از سه روش است. به این ترتیب که در مرحله اول یا تصفیه اولیه، به وسیله تصفیه فیزیکی و شیمیایی، ذرات جامد موجود در پساب به صورت دستی یا مکانیکی به وسیله آشغال گیری هایی با شبکه بندی های ریز و درشت جدا شده و سپس ذرات شناور باقی مانده در مرحله بعد بر اثر اختلاف چگالی (وزن) ته نشین و برای ورود به مرحله تصفیه ثانویه یا مرحله بیولوژیکی، بوسیله هوادهی و تزریق میکروارگانیسم ها به محیط، آماده می شود.

در بخش دوم، فاضلاب به استخرهای بزرگ ریخته می شود و سپس میکرو ارگانیسم های مختلف از جمله باکتری ها، قارچ ها، مخمرها و پروتوزوئرها در زمان های مختلف به سیستم تصفیه تزریق می شود. با انجام هوادهی و ایجاد شرایط رشد میکرو ارگانیسم ها، فاضلاب به عنوان ماده غذایی این موجودات مورد تخریب و تجزیه قرار گرفته، آب، آمونیاک و دی اکسید کربن حاصل از این واکنش به محیط وارد می شود. توده باقی مانده نیز وارد مرحله تصفیه نهایی شده و پس از گندزدایی به عنوان کود برای مصارف کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد. کلرزی، تابش پرتو فرابنفش به پساب و سیستم کربن فعال، روش عمده برای گندزدایی فاضلاب در مرحله نهایی است. کلر به دلیل ظرفیت بالای اکسیدکنندگی، رشد باکتری ها و جلبک ها را متوقف کرده و رنگ و بوی پساب را کاهش می دهد. تشعشع فرابنفش قابلیت کشتن ویروس ها باکتری های موجود در فاضلاب را بدون تولید مواد خطرناک دیگر دارد و کربن فعال نیز در تماس با مواد ارگانیک عامل ایجاد رنگ و بوی آن را به خود جذب می کند (قادری، ۱۳۸۳).

یک روش دیگر، تصفیه بیولوژیکی با استفاده از گیاهان است، استفاده از گیاهان در تصفیه فاضلاب ها بخصوص فاضلاب های صنعتی حاوی فلزات سنگین از جمله جیوه، کروم، سیانید و ... است که در چند دهه اخیر بشدت مورد توجه قرار گرفته است. غلظت فلزات سنگین حاصل از پساب کارخانه ها و کارگاه ها گاهی به ۲۰۰ تا ۳۰۰ قسمت در میلیون می رسد.

۳- تصفیه فاضلاب به کمک گیاهان

به طور کلی فاضلاب به دو روش طبیعی و غیرطبیعی تصفیه می گردد. در روش طبیعی از ظرفیت های پالایش طبیعت برای تصفیه بهره می گیرند اما در روش غیرطبیعی از فرایندهای ابداع شده توسط بشر برای این منظور استفاده می کنند.

پهپهان - فروردین ۹۸

نکته: سیستم‌های متداول تصفیه مستلزم راکتورهای کم‌حجم، مصرف انرژی زیاد و هزینه‌های بالاتر نسبت به سیستم‌های طبیعی می‌باشد ولی از مزیت این روش می‌توان به سرعت و راندمان تصفیه و همچنین هزینه و فضای موجود اشاره کرد.

۱-۳- تصفیه به روش طبیعی:

ازجمله روش‌های طبیعی تصفیه فاضلاب می‌توان به روش‌های پخش فاضلاب در سطح زمین که بانفوذ آرام و یا نفوذ سریع در زمین، عملیات تصفیه در قشر خاک صورت می‌گیرد و یا سیستم‌های تصفیه توسط گیاهان ازجمله گیاهان آبی، تالاب (وتلند) های طبیعی و یا تالاب‌های مصنوعی اشاره کرد

حال به بررسی چند نمونه از انواع تصفیه به روش طبیعی می‌پردازیم:

وتلند: قدمت وتلندها به قدمت زمین می‌رسد و بشر اولیه از تالاب‌ها یا وتلندها برای تصفیه و دفع فاضلاب استفاده می‌کرد، وتلندها را گاهی به‌عنوان جعبه‌های سیاه تلقی می‌کنند که آب‌های آلوده را تمیز و شفاف می‌سازند. وتلندها به دو گروه طبیعی و مصنوعی تقسیم‌بندی می‌شوند.

وتلندهای طبیعی: تالاب‌ها و حوضچه‌های طبیعی هستند که در آنها پوشش گیاهی خاصی وجود دارد، به علت اینکه این گونه سیستم‌های طبیعی به‌خوبی قابل کنترل نیستند کاربرد آن توصیه نمی‌شود. در وتلندهای طبیعی گیاهانی مثل نی به‌صورت خودرو، در محل ذخیره فاضلاب روییده و فاضلاب به‌صورت غیر کنترل شده تصفیه می‌شوند از دلیل تمایل روزافزون به استفاده از این روش می‌توان به:

نیاز به انرژی کم و نگهداری کمتر برای رسیدن به یک سطح ثابت تصفیه فاضلاب

به دام انداختن فیزیکی آلاینده‌ها از طریق جذب شدن سطحی به خاک‌های سطحی

امکان بهره‌برداری باران‌دما بالا در درجه حرارت‌های مختلف در تمامی فصول

این روش جهت تصفیه فاضلاب‌های روستایی مفید و مقرون به‌صرفه خواهد بود. اگر زمین کافی در دسترس باشد، از لحاظ هزینه ساخت نسبتاً ارزان بوده و همچنین جهت بهره‌برداری نیازمند افراد متخصص نمی‌باشد. همچنین در مطالعات مختلف، دفع باکتری‌ها توسط این سیستم ذکر شده که بسیار حائز اهمیت است.

وتلندهای مصنوعی: همان‌طور که گفته شد استفاده از وتلند های طبیعی به علت تصفیه‌ی غیر کنترل شده توصیه نمی‌گردد؛ بنابراین ساخت وتلند های مصنوعی که البته جزو تصفیه‌ی طبیعی به شمار می‌آید حائز اهمیت است. تالاب‌های مصنوعی از خاک اشباع، گیاه و آب تشکیل شده است و از این جهت مورد توجه قرار گرفته‌اند که توانایی چندگانه تصفیه (فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی) را دارا هستند. آن دسته از وتلندهای مصنوعی که جریان از زیر سطح گراول یا مدیای ماسه عبور می‌کند، سیستم با جریان زیرسطحی، نامیده می‌شود.

تالاب‌های مصنوعی به ۴ دلیل عمده ساخته می‌شوند:

- بالا بردن کیفیت آب و تصفیه‌ی فاضلاب
- جلوگیری از سیلاب
- کمک به اکوسیستم محیط
- بهره‌برداری غذا و چوب آنها

پهپهان - فروردین ۹۸

از تالاب‌های مصنوعی می‌توان برای تصفیه فاضلاب‌هایی که به‌طور ابتدایی و ثانویه تصفیه شده‌اند، تصفیه سیلاب‌ها، شیرابه محل دفن زباله، فاضلاب‌های صنعتی و کشاورزی استفاده نمود. عملکرد مؤثر تالاب‌ها به‌پیش تصفیه مناسب، بار هیدرولیکی، جمع‌آوری اطلاعات برای ارزیابی عملکرد سیستم و دانش کافی در زمینه استراتژی‌های بهره‌برداری موفق بستگی دارد.

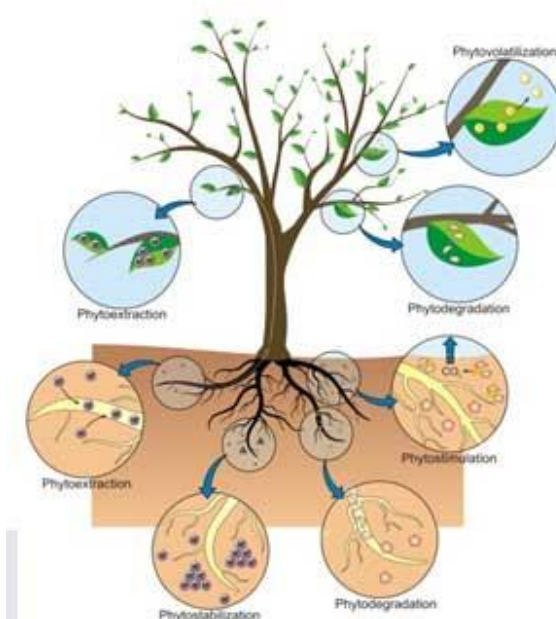
همچنین از تالاب‌های مصنوعی می‌توان به‌طور جداگانه برای هر واحد مسکونی استفاده کرد. در یک واحد مسکونی عمدتاً از یک سپتیک تانک به‌عنوان تصفیه مقدماتی استفاده می‌شود. خروجی این تانک به‌طور یکنواخت در عرض بستر تالاب پخش می‌شود.

میکروارگانیسم‌ها که به سطح مواد آلی و ریشه گیاهان چسبیده‌اند عمل تصفیه فاضلاب را انجام می‌دهند. خروجی تالاب‌های مصنوعی که با استانداردهای موردنظر مطابقت داشته باشد می‌تواند به آب‌های سطحی تخلیه گردد و یا برای تغذیه آب‌های زیرزمینی مورد استفاده قرار گیرند

همچنین تالاب‌های مصنوعی به‌عنوان یک واحد تصفیه ثانویه قادر به از بین بردن پاتوژنها، باکتری‌ها و ویروس‌های زیان‌آور هستند و آن‌ها را به مواد بی‌ضرر تبدیل می‌کنند.

۲-۳- مکانیزم وتلند ها در تصفیه فاضلاب:

ریشه گیاهان حفره‌هایی در خاک ایجاد می‌کند که باعث افزایش نفوذ آب در خاک می‌شوند و این ریشه‌ها پس از مدتی پوسیده می‌شوند و حفره‌هایی به هم متصل در خاک ایجاد می‌کنند. باکتری‌هایی که به‌طور طبیعی در خاک و ریشه‌ی گیاهان زندگی می‌کنند در چنین محیطی، فرایندی شبیه به رشد چسبیده‌ی بیولوژیکی را طی می‌کنند و تحت شرایط مختلف هوازی، بی‌هوازی و انوکسیک مواد آلی پیچیده را به مواد معدنی ساده تبدیل می‌کنند. گیاهان وتلند در فصل زمستان به‌عنوان عایق برای جلوگیری از یخ‌زدگی سیستم (حتی در هنگام بارش برف) عمل می‌کنند؛ و از تأثیر بادبر مخلوط شدن مواد قابل ته‌نشینی جلوگیری می‌کنند.



پهپهپان - فروردین ۹۸



نیتروژن و فسفر و فلزات سنگین فاضلاب نیز توسط گیاهان وتلند جذب می‌شود که ظرفیت جذب ازت در گیاهان برآمده از آب ۲۵۰۰ کیلوگرم به ازای هر هکتار در سال و برای فسفر حدود ۵۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم به ازای هر هکتار در سال برآورد شده است.

بنا بر آنچه گفته شد گیاه‌پالایی، یک فن باصرفه اقتصادی، زیست‌محیطی و علمی است که برای کشورهای درحال توسعه مناسب است و تجارت باارزشی به حساب می‌آید. گیاه‌پالایی با استفاده از مهندسی گیاهان سبز برای حذف مواد آلاینده از آب‌وخاک یا کاهش خطرات آلاینده‌های محیط‌زیست نظیر فلزات سنگین، عناصر کمیاب، ترکیبات آلی و مواد رادیواکتیو بسیار مناسب است. همچنین می‌توان از سوزاندن گیاهان آلوده انرژی تولید کرد. گرچه حدود ۱۰ سال از اولین کاربرد فناوری گیاه‌پالایی می‌گذرد اما رشد بسیار سریعی داشته و بخصوص برای کشورهای در حال توسعه بسیار مناسب و اقتصاد خواهد بود (گیاه پالایی: www.zadab.com).

۴- انواع گیاهان قابل استفاده در فرایند گیاه پالایی

انتخاب گیاه مناسب در این روش به شرایط اقلیمی، میزان و نوع آلودگی، دامنه تحمل پذیری گیاه نسبت به آن ماده، نوع ماده و انتقال عنصر از ریشه به اندام هوایی بستگی دارد. براساس مطالعات صورت گرفته گیاهان مختلفی همچون گیاه لویی (یک گیاه آبی مردابی)؛ گیاه نخل مرداب، گیاه وتیور، گیاهان تیره زنبق (مناسب دفع باکتری از فاضلاب) و سایر انواع گیاهان با توانایی جذب بالا نقش مهمی را در تصفیه فاضلاب ایفا می‌کنند.

در جدول زیر تعدادی از گونه‌های گیاهی که قابلیت استفاده در فرایند گیاه پالایی دارند به همراه قابلیت جذب آلاینده‌های آنان ارائه شده است.

پهپهپان - فروردین ۹۸

خانواده	گونه گیاهی	فلز
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	نقره، کادمیوم، کروم، مس، جیوه، نیکل، سرب و روی
Asteraceae	<i>Helianthus indicus</i>	سرب
Fabaceae	<i>Sesbania drummondii</i>	سرب
Araceae	<i>Lemna gibba</i>	آرسنیک
Brassicaceae	<i>Alyssum</i>	نیکل
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>	کادمیوم
Brassicaceae	<i>Thlaspi caerulescens</i>	کادمیوم

۵- انواع فرایندهای گیاه پالایی

در فناوری گیاه پالایی، از گیاهان سبز و واکنش آنها با میکروارگانیسم های آب برای کاهش آلودگی فاضلاب و منابع آبهای زیر زمینی استفاده میشود. این فناوری میتواند برای رفع هر دو نوع آلاینده معدنی و آلی به کار رود. در ادامه انواع فرایندهای گیاه پالایی ارائه شده است:

- کنترل هیدرولیک یا فیتوهیدرولیک: که در این روش از گیاهان به منظور جذب سریع همراه با مصرف زیادی آب و نیز مهاجرت یونهای فلزی با آب استفاده می گردد.
- تخریب توسط گیاه: در این روش آلاینده ها توسط آنزیم ها و یا سایر متابولیسم های درون گیاهی تجزیه می شوند.
- استخراج توسط گیاه: در این روش آلاینده ها توسط ریشه گیاه جذب شده با اندام های فوقانی گیاه منتقل می شود و در نهایت با برچیدن قسمتهای فوقاین گیاه آلاینده ها نیز حذف می شوند. این روش بیشتر برای رفع آلودگی آب و خاک از فلزات کمیاب اعمال میشود.
- تثبیت توسط گیاه: در این روش، روسبات و الاینده ها توسط ریشه گیاه در خاک تثبیت می شوند و یا در ریشه رسوب می کنند در این حالت با برداشت گیاه الاینده ها نیز حذف می شوند.
- تصعید توسط گیاه: در این روش آلاینده ها توسط گیاه جذب شده با فرایندهای متابولیکی گیاه تغییر یافته و در نهایت به اتمسفر انتقال می یابند.
- تخریب توسط ریزوسفر: آلاینده ها توسط میکروب هایی که در نزدیک ریشه گیاه تجمع یافته اند تجزیه شده و توسط گیاه دفع می شوند.
- تصفیه توسط ریزوسفر: در این روش آلاینده ها از محلول خاک اطراف ریشه به درون ریشه جذب می شوند و یا روی سطح ریشه رسوب می کنند.

پهپهان - فروردین ۹۸

• در روش ریزوفیلتراسیون، از گیاهان خاکی و آبی استفاده میشود که آلاینده های منابع آبی آلوده با غلظت کمتر در ریشه های آنها تغلیظ یا رسوب میکنند که این روش بخصوص برای فاضلابهای صنعتی، رواناب کشاورزی و یا فاضلاب معادن اسیدی کاربرد دارد و برای فلزاتی مانند سرب، کادمیم، مس، نیکل، روی و کرم مناسب است. گیاهانی مانند خردل هندی، آفتابگردان، تنباکو، چاودار و ذرت دارای این توانایی هستند. آنها دارای قدرت جذب سرب از فاضلاب هستند که در این میان، آفتابگردان بیشترین قدرت و توانایی را دارد.

گیاهان حامل آلاینده ها به دلیل مسائل بهداشتی قابل استفاده به عنوان علوفه و یا کود آلی نیستند و به همین دلیل با سوزاندن و یا تخمیر آنها می توان از انرژی ذخیره شده در آنان در یک فرایند مدیریت شده بهره برداری اقتصادی نمود (گیاه پالایی فناوری نوین: <http://watech.ir>).

یک روش ارزان قیمت و فاقد آلودگی زیست محیطی در تصفیه پیشرفته استفاده از گیاهان آبی شناور است که به علت سرعت رشد بالا، راهبری آسان، هزینه پائین و اثر بخشی بالا، سبب زدایش مواد مغذی و همچنین فلزات سنگین از فاضلابها می شود. گیاهان شناور آبی در اکثر نقاط تالاب به صورت پوشش یکپارچه ای سطح آب را پوشانده و شامل گیاهانی است که ریشه آنها در داخل آب قرار داشته و ساقه و برگها، بویژه برگها و گل، در خارج از آب ولی در تماس با آن یعنی به شکل شناور در سطح آب مشاهده می گردند مهمترین گیاهان شناور که در سیستم های گیاهی تصفیه مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از سنبل آبی، آزولا، لمانا و سنبل آبی به آسانی و به میزان زیاد در فاضلاب می روید و موجب بهبود کیفیت فاضلاب می شود گونه های مختلف گیاه عدسک آبی برای بهبود شرایط کیفیت مردابها و تثبیت استخرها، با کاهش تمرکز جلبک ها مورد استفاده قرار می گیرند. از مزایای گیاه آزولا در تصفیه نهائی فاضلاب می توان به بهره برداری و برداشت آسان، تحمل بالای گیاه در برابر شرایط نامساعد محیطی، جلوگیری از رشد جلبکها بدلیل جلوگیری نفوذ نور، تثبیت بالای نیترژن و فسفر، دارا بودن ارزش تغذیه ای برای حیوانات یا حتی انسان، جلوگیری از رشد و تکثیر حشرات آبی، استفاده از آن در دارو سازی جهت ساخت بعضی از آنتی بیوتیکها، استفاده از آن به عنوان کود کمپوست و افزایش مواد آلی خاک و بهبود ساختار و ترکیب شیمیایی خاک و همچنین استفاده از آن به عنوان گیاه آلایش زدا می توان اشاره نمود (دماوندی و مالکی، ۱۳۹۱).

رشد گیاه آزولا (سرخس آبی) توسط جلبک های همزیست با آن کنترل می شود. جلبک همزیست که در حفره برگ آزولا زیست می کند آنابنا می باشد سیستم همزیستی بین گیاه آزولا و جلبک منبع شگفت تثبیت فتوسنتزی ازت می باشد، زیرا عمل فتوسنتز از طریق گیاه آزولا و عمل تثبیت ازت از طریق جلبک، همزمان در برگ های گیاه آزولا صورت می گیرد. این جلبک با کربن گیری بر اکسیژن محیط افزوده و باعث تصفیه آب های آلوده و فاضلاب می شوند تحقیقاتی که در دانشگاه رم بر روی پساب مزارع پرورش ماهی و آب چاه تغذیه کننده استخرها انجام شد، نشان داد که آزولا بر روی پساب خروجی از این سیستم ها رشد کرده است. کارائی حذف فسفر توسط آزولا به میزان ۳۹ درصد به دست آمد.

علاوه بر گیاه آزولا می توان از عدسک آبی برای تصفیه فاضلاب استفاده کرد. عدسک آبی گیاهی کوچک، آوندی و شناور است که گسترش جهانی دارد و در تمام نقاط جهان روی آب های راکد و مردابی می روید. این گیاه یا علف هرز اردکی، گیاه سبز کوچکی از خانواده لماناسه است و آب را همچون حصیری می پوشاند. در طبقه بندی ها، عدسک آبی متعلق به رده تک لپه ای ها و شامل چهار سرده هستند: لمانا، اسپرودلا، ولفیا و ولفیلا. این گیاه برای رشد و تکثیر خود، نیازمند حجم عظیمی از مواد معدنی است و از این رو تکامل آن در جهتی بوده است که بتواند به سرعت و قوت، مواد معدنی و در صورت وجود، مواد آلی را از آبی که در آن شناور است، جذب کند.

یکی دیگر از گیاهان نجات بخش استفاده از نیزارهای مصنوعی در تصفیه فاضلاب است که نقش مهمی در تصفیه فاضلاب های شهری و صنعتی دارد. نیزارها در سراسر دنیا به منظور بهینه کردن سیستم های موجود تصفیه فاضلاب از قبیل برکه های

پهپهپان - فروردین ۹۸

تثبیت، حوضچه‌های اکسیداسیون و ترسیب شیمیایی به کار می‌روند یا نقش سیستم تصفیه فاضلاب را به تنهایی اجرا می‌شود، در نیزارهای مصنوعی فاضلاب به روش طبیعی تصفیه می‌گردد. از این روش می‌توان تا هر مرحله‌ای با تصفیه مقدماتی در جهت کاهش مواد جامد معلق، تصفیه ثانویه در جهت کاهش مواد آلی و یا تصفیه پیشرفته در جهت حذف نیتروژن، فسفر، مواد معدنی و حتی فلزات سنگین استفاده کرد (بادکوبی، ۱۳۸۰).

نیزار نوعی تالاب است و به منطقه‌ای اطلاق می‌شود که آب‌های سطحی را به طور پیوسته یا متناوب دریافت می‌کند، یا این که به دلیل بالا بودن سطح آب زیرزمینی منطقه همواره از آب اشباع شده است و انواع نی از قبیل نی معمولی، لویی، جگن در آن رشد می‌کند.

نیزارهای مصنوعی با جریان زیر سطحی یک روش اصلاح شده روش‌های طبیعی پالایش آب‌های آلوده محسوب می‌شود که مشکلاتی از قبیل وجود حشرات، پشه، بو احتمال تماس مستقیم انسان با آب آلوده را ندارد. در نیزار مصنوعی با جریان زیرسطحی مواد داخل بستر (شن) گیاهان و میکرواورگانیزم‌ها نقش اساسی پالایش آب‌های آلوده را به عهده دارند و مکانیسم پالایش فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی را به طور همزمان به وجود می‌آورند و در ارتباط با هم در داخل بستر، شرایط خوب پالایش را فراهم می‌کنند. در این سیستم‌ها ارگانیزم‌های بیماری‌زا و ویروس‌ها ممکن است به وسیله ی مکانیسم فیلتراسیون در میان بستر جذب شوند و به تدریج پیر شده، از بین بروند. گیاهان نیز برای مبارزه با پاتوژن‌ها و ویروس‌ها آنتی بیوتیک‌هایی ترشح می‌کنند، که در کاهش آنها بسیار مؤثر است.

با توجه به تحقیقات صورت گرفته روشهای پالایش آب‌های آلوده توسط نیزارها، روش‌های مناسبی برای حذف آلاینده‌ها محسوب می‌شوند که علاوه بر هزینه کم، فناوری ساده و مصرف انرژی پایین در اصلاح و بهبود محیط زیست نقش مؤثری دارند و می‌توانند به عنوان روش‌های پالایش بیولوژیکی ثانویه جایگزین روش‌های متداول گردند. تنها پارامتر محدودکننده این روش‌ها زمین مورد نیاز برای اجرای سیستم است که آن هم به دلیل مجاورت اکثر شهرهای کشور ما با بیابان، نه تنها مشکلی ایجاد نمی‌کند بلکه به بیابان‌زدایی نیز منجر خواهد شد (قادری، ۱۳۸۳).

۶- نتیجه‌گیری

در اثر دخالت و بهره‌برداری نامعقول و تخریب سودجویانه در محیط زیست، اثرات زیانباری برای انسان و محیط اطراف او ایجاد شده است. در این میان پساب‌های ناشی از تولیدات صنعتی و کارخانه‌ها و فاضلاب‌های شهری، در کنار تخریب و کاهش منابع خدادادی، فشار مضاعفی را بر اکوسیستم کره زمین تحمیل می‌کند. این مساله موجب شده تا دانشمندان از طریق روش‌های مختلف بار آلودگی پساب وارد شده به محیط را کاهش دهند. یکی از موثرترین روش‌ها که در چند سال اخیر به شدت مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از گیاهان در تصفیه فاضلاب به صورت گسترده است که در کشور ما به علت ناآگاهی و بی‌توجهی، تنها به تحقیقات آزمایشگاهی محدود شده است.

آنچه در این زمینه حائز اهمیت است انتخاب فناوری مناسب با توجه به شرایط آب و هوایی، اقتصادی و اجتماعی هر منطقه است که استفاده از روش مورد نظر را ممکن می‌سازد. در چنین شرایطی روشهای آسان و ارزان پالایش آب‌های آلوده اهمیت دو چندان دارد و زمینه را برای تلاش پژوهشگران فراهم می‌سازد. از جمله روشهای ساده و ارزان، روشهای طبیعی پالایش آب‌های آلوده شهری است. این روشها، هزینه ی اولیه ی کم، مصرف انرژی بسیار پایین، راهبری ساده دارند و به نیروی بهره بردار متخصص نیز نیاز ندارند.

پهپهان - فروردین ۹۸

یک روش ارزان قیمت و فاقد آلودگی زیست محیطی در تصفیه پیشرفته استفاده از گیاهان آبی شناور است که به علت سرعت رشد بالا، راهبری آسان، هزینه پائین و اثر بخشی بالا، سبب زدایش مواد مغذی و همچنین فلزات سنگین از فاضلابها می شود. مهمترین گیاهان شناور که در سیستم های گیاهی تصفیه مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از سنبل آبی، آژولا، لونا و سنبل آبی به آسانی و به میزان زیاد در فاضلاب می روید و موجب بهبود کیفیت فاضلاب می شود گونه های مختلف گیاه عدسک آبی برای بهبود شرایط کیفیت مردابها و تثبیت استخرها، با کاهش تمرکز جلبکها مورد استفاده قرار می گیرند. علاوه بر گیاه آژولا می توان از عدسک آبی برای تصفیه فاضلاب استفاده کرد. عدسک آبی گیاهی کوچک، آوندی و شناور است که گسترش جهانی دارد و در تمام نقاط جهان روی آبهای راکد و مردابی می روید. این گیاه یا علف هرز اردکی، گیاه سبز کوچکی از خانواده لمناسه است و آب را همچون حصیری می پوشاند. این گیاه برای رشد و تکثیر خود، نیازمند حجم عظیمی از مواد معدنی است و از این رو تکامل آن در جهتی بوده است که بتواند به سرعت و قوت، مواد معدنی را از آبی که در آن شناور است، جذب می کند. این مغذی های کانی و آلی، به بدنه گیاه تبدیل می شوند. این باعث شده است که آن را یک «پمپ مغذی ها» بخوانند، که عناصری نظیر نیتروژن، فسفر، کلسیم، سدیم، منیزیم، کربن و کلر را که پیوسته از زمین های زراعی گرفته می شوند، به چرخه ی تولید بر می گرداند. ضمن اینکه با برداشت فسفات ها و نیتروژن (به ویژه آمونیاک) که هر دو از فراوانترین آلاینده ها در پساب عملیات کشاورزی می باشند، عدسک آبی قادر است کل ذرات معلق، نیاز زیستی به اکسیژن، و نیاز شیمیایی به اکسیژن در پساب را به طرز چشمگیری کاهش دهد.

یکی دیگر از گیاهان نجات بخش استفاده از نیزارهای مصنوعی در تصفیه فاضلاب است که نقش مهمی در تصفیه فاضلابهای شهری و صنعتی دارد. نیزارها در سراسر نیا به منظور بهینه کردن سیستمهای موجود تصفیه فاضلاب از قبیل برکه های تثبیت، حوضچه های اکسیداسیون و ترسیب شیمیایی به کار می روند یا نقش سیستم تصفیه فاضلاب را به تنهایی اجرا می شود، در نیزارهای مصنوعی فاضلاب به روش طبیعی تصفیه می گردد.

منابع

۱- اصول تصفیه بیولوژیکی فاضلاب چیست؟:

<http://www.zadab.com/biological-treatment-sewage>

۲- بادکوبی، احمد، تصفیه فاضلابهای خانگی با استفاده از نیزارهای مصنوعی. همایش جنبه های زیست محیطی استفاده از پسابها در آبیاری، ۱۳۸۰.

۳- در مورد مدیریت پسماند شهری:

<http://www.shahrsazionline.com/8809/%D8%AA%D8%AD%D9%82%D9%8A%D9%82%D9%8A-%D8%AF%D8%B1-%D9%85%D9%88%D8%B1%D8%AF-%D9%85%D8%AF%D9%8A%D8%B1%D9%8A%D8%AA-%D9%BE%D8%B3%D9%85%D8%A7%D9%86%D8%AF-%D8%B4%D9%87%D8%B1%D9%8A1/>

۴- دماوندی، عاطفه، رسول، مالکی، تصفیه فاضلاب با استفاده از گیاهان، اولین همایش حفاظت از محیط زیست، اسفند ۱۳۹۱.

۵- عابدی، محمدجواد، نجفی، پیام، استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی، ۱۳۸۰.

۶- قادری، عباسعلی، نقش گیاهان در پالایش طبیعی آبهای آلوده شهری مورد؛ پالایش آبهای آلوده شهری تهران با نیزار مصنوعی، مجله جغرافیا و توسعه، ۱۳۸۳.

۷- گیاه پالایی:

<http://www.zadab.com/blog/phytoremediation>

پهپهپان - فروردین ۹۸

۸- گیاه پالایی:

<https://fa.wikipedia.org/wiki/%DA%AF%DB%8C%D8%A7%D9%87%E2%80%8C%D9%BE%D8%A7%D9%84%D8%A7%DB%8C%DB%8C>

۹- گیاه پالایی، روشی برای پاکسازی طبیعت:

<http://www.hamshahrionline.ir/news/333087/%DA%AF%DB%8C%D8%A7%D9%87-%D9%BE%D8%A7%D9%84%D8%A7%DB%8C%DB%8C-%D8%B1%D9%88%D8%B4%DB%8C-%D8%A8%D8%B1%D8%A7%DB%8C-%D9%BE%D8%A7%DA%A9%D8%B3%D8%A7%D8%B2%DB%8C-%D8%B7%D8%A8%DB%8C%D8%B9%D8%AA>

۱۰- گیاه پالایی فناوری نوین تصفیه آب و فاضلاب:

<http://watech.ir/phytoremediation-the-new-technology-for-wastewater-threatment/>