بررسی به‌کارگیری گیاه عدسک آبی در تصفیه پساب برای حذف کدورت، COD، نیترات و TOC

مهدی مهدوی‌خواه
کارشناس ارشد مهندسی محیط‌زیست گرایش آب و فاضلاب،
دانشگاه آزاد واحد تهران‌شمال
nnnnnn_1357@yahoo.com

چکیده
گیاه‌پالایی از جمله روش‌های استراتژیکی می‌باشد که از آن برای کاهش، به حد استاندارد رساندن و یا حذف کامل آلایندگی‌های موجود در منابع آب‌های زیرزمینی و خاک بهره‌گیری می‌شود. عدسک آبی گیاهی است تک لپه، از تیره *Araceae* از جمله گیاهان آبزی که به علت دارا بودن ویژگی‌های منحصربه فرد، در دسته گیاهان سازگار برای گیاه‌پالایی قرار داده شده‌است. تکثیر سریع و تولید عمده، قابلیت ذخیره زیستی بالا، توانایی حذف یا کاهش آلایندگی‌ها، توانایی تنظیم گونه‌زایی شیمیایی و در دسترس بودن زیستی برخی آلودگی‌ها در محیط اطراف آن‌ها، قابلیت انعطاف پذیری در برابر آلایندگی‌ها وبهره‌گیری در جهت کاهش هم‌زمان برای انواع مختلف آلایندگی از جمله مزایایی است که این گونه را برای استفاده در گیاه‌پالایی مناسب ساخته‌است. این مطالعه به‌منظور تعیین بررسی بکارگیری گیاه عدسک آبی در تصفیه پساب برای حذف کدورت، COD، نیترات و TOC مورد بررسی قرار گرفت. بررسی میزان گیاه‌پالایی گیاه عدسک آبی از طریق نمونه‌برداری انجام گرفت.
نتایج این مطالعه نشان داد با افزایش مدت زمان در معرض قرارگرفتن، میزان نیترات کاهش پیدا می‌کند، همچنین میزان کدورت، TOCو CODکاهش پیدا می‌کند و به صفر می‌رسد.
با توجه به نتایج پژوهش حاضر، گیاه عدسک آبی می تواند میزان کدورت، COD، نیترات و TOC را کاهش دهد، در فاضلاب خانگی نیز که با میزان پایین‌تری از نیترات مواجه هستیم این گیاه قادر به کاهش و یا حذف این پارامتر خواهدبود.

واژگان کلیدی
عدسک آبی، کدورت، COD، نیترات، TOC، محیط آبی

مقدمه
آلودگی منابع آبی یکی از عمده‌ترین عوامل مخرب در اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شود. این آلایندگی‌ها آثار زیان-باری از قبیل تخریب محیط‌زیست و متعاقبا خسارات اقتصادی را در پی خواهند داشت. منابع آبی به منابع آب‌های سطحی (نهر، رودخانه، دریاچه)، منابع آب‌های زیرزمینی، اقیانوس‌ها و دریاها دسته‌بندی می‌شوند. در یک مقیاس و تعریف کلی، آلایندگی‌ها عبارتند از خسارات غیر قابل جبران در زمینه‌های زیست‌محیطی که ناشی از تهی‌سازی مواد زائد در منابع آبی رقم می‌خورد. عوامل آلاینده، سبب تغییراتی در ماهیت آب خواهد شد که از آن‌ها به عنوان آلایندگی‌های فیزیکی، شیمیایی، زیستی و فیزیولوژیک نام برده می‌شود.
سرمنشأ آلودگی‌های آب عمدتا یک عمل ناگهانی نبوده، بلکه به دلیل مزاحمت‌ها و زیان‌های دائمی است؛ به عنوان مثال می‌توان به ریختن فاضلاب به آب‌های طبیعی و همچنین تاثیرات منفی ناشی از بارش باران‌های اسیدی اشاره کرد. در آب‌های آلوده، اکوسیستم طبیعی دچار اختلال شده و تنوع‌زیستی با مخاطره روبرو می‌گردد. هر آلودگی می‌تواند دارای منشأ خاصی از قبیل مواد پروتئینی آلی و پساب‌ها (مواد اکسیژن خواه)، فلزات سنگین هیدروکربن‌های هالوژن‌دار، مواد حاصل از لایروبی، مواد جامد، پلاستیک‌ها، آلودگی‌های نفتی و مواد پرتوزا باشد.
امروزه توجه به مسائل محیط‌زیستی امری اجتناب ناپذیر است. مشکلات ناشی از فاضلاب‌های شهری و صنعتی برای جوامع بشری از دیرباز مهم بوده و هست و بشر از ابتدا به فکر دفع مناسب فاضلاب و درنهایت استفاده مجدد از آن بوده‌است. یکی ازتهدیدات محیط‌زیستی، آلوده شدن منابع آبی به فاضلاب‌ها می-باشد. توسعه و محیط‌زیست دو جزء لاینفک از یکدیگر هستند که این موضوع یک برنامه مدون را در راستای حفظ تعادل زیستی و توسعه را دارا می‌باشد. بر اساس بررسی‌های به عمل آمده، هر مترمکعب پساب خام قابلیت ایجاد آلایندگی در سطحی برابر با۵۰ مترمکعب آب سالم را داراست که در صورت عدم اکسیژن‌رسانی، آب آلوده‌شده و قابل استفاده نخواهد بود. فاضلاب‌هایی که خوب تصفیه نشده‌اند و یا آن‌هایی که بدون تصفیه به محیط وارد می-شوند، می‌توانند اثرات بسیار نامناسبی برسلامت مردم و محیط-زیست بگذارند. در همین راستا، گزینش روش مناسب اقتصادی و فنی در تصفیه پساب حائز اهمیت است. یکی از روش‌های بومی و ارزان قیمت تصفیه، استفاده ازگیاهان آبزی در تصفیه پیشرفته فاضلاب است.

عدسک آبی گیاهی کوچک، آوندی و شناور است که گسترش جهانی دارد و درتمام نقاط جهان روی آب‌های راکد و مردابی می‌روید. عدسک آبی از خانواده ماکروفیت‌های شناور، شامل لمنا، اسپیرودلا، ولفیا، ولفیلا و ۲۸ گونه دیگر است. عدسک آبی در دامنه وسیعی ازآب‌های با جریان آرام یا ساکن و همچنین در آب-های نسبتاً آلوده، در پیکره آب‌های نیم‌شور و آب‌های یوتروفیک رشد می‌کند. pH بهینه آن، ۵/۴ تا ۵/۷ است. این گیاه قادر به رشد در دمای آب کمتر از ۵ تا ۷ درجه و دردماهای اتمسفری ۱ تا ۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در کمتر از این دما گیاهان به‌وسیله آسترکشی خوابیده در برکه زنده می‌مانند. تازمانی که دما به حالت گرم بازگردد، مکانیسم‌های حذف BOD، COD و TSSدر سیستم عدسک آبی مشابه برکه‌های تصفیه فاضلاب متداول به کار رفته-اند (ظاهری ودیگران، ۲۰۱۶). بر اساس تحقیقات به عمل آمده، عدسک‌ها در حذف فسفات و نیتروژن‌آمونیاک تبحر دارند. کاربرد این گیاه در حذف موادمغذی، املاح محلول، موادآلی و ناشی از پساب‌ها می‌باشد. گیاهان آبزی به‌طور طبیعی مواد مغذی محلول را مورد استفاده قرار می‌دهند؛ یکی از این گیاهان عدسک آبی است که طبق تحقیقات انجام شده می‌تواند ترکیبات فسفری را جذب کند. هدف اصلی مطالعه حاضر، بررسی و به‌کارگیری عدسک آبی در تصفیه پساب برای حذف کدورت، COD، نیترات و TOCدر مقیاس پایلوت می‌باشد که در صورت موفق بودن این پروژه فرآیندی نوین و نسبتا ارزان قیمت برای تصفیه پارامترهای فاضلاب ارائه می‌گردد.

روش تحقیق

روش اصلی بر اساس انجام یک مطالعه تحلیلی_توصیفی متکی به مطالعات میدانی است. جهت تحلیل نتایج، گردآوری اطلاعات لازم است. به این منظور ابتدا پیشینه تحقیق در ایران و خارج از آن با مراجعه به کتب، مجلات، مجموعه مقالات و سایت‌های اینترنتی و همچنین پایان‌نامه‌ها، مقالات، گزارشات دولتی و مراکز

تحقیقاتی بررسی گردید. سپس بررسی میدانی گیاه در آزمایشگاه و محیط آزمایشگاهی صورت می‌گیرد. کلیه نتایج بر اساس کشت در آزمایشگاه می‌باشد. نتایج نهایی با استفاده از نرم افزارهای آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نمونه‌ها با توجه به نتایج حاصل از آنالیزها تعیین می‌گردد.

تصفیه فاضلاب بسیار موثر می‌باشد. باتوجه به موارد فوق، هدف این پروژه، بررسی و به‌کارگیری عدسک آبی درحذف برخی پارامترهای مهم فاضلاب‌ها می‌باشد.

اهمیت و ضرورت تحقیق

برکه‌های تثبیت به لحاظ سادگی عملیات ساخت و بهره‌برداری مناسب‌ترین سیستم برای تصفیه فاضلاب در اکثر نقاط ایران می‌باشد. استفاده از سیستم‌های ناکارآمد در زمینه تصفیه فاضلاب مشکلات عدیده محیطزیستی را موجب خواهد گردید. گیاه‌پالایی، استفاده از فرایندهای طبیعی برای از بین‌بردن میزان آلاینده‌های

1. Lemnacea
2. Lemna
3. spirodela
4. wolfia
5. wolffiella

ابزار مورد استفاده در فرایند پژوهش

دستگاه‌های مورد نیاز

پیپت (آبفشان)، پوآر (مکنده پلاستیکی)، قیف شیشه‌ای، کاغذ صافی، لوله آزمایش، ارلن مایر، بشر، سری کامل ظروف کجلدال، سری کامل ظروف اندازه گیری COD، ظروف نیم، یک، دو، سه و چهار لیتری از جنس پلی اتیلن، بطری‌های شیشه‌ای در سمباده‌ای، ترمومتر دیجیتال مدل testo، دستگاه pH متر نوع METROHM-691 ساخت سوئیس، بورت دیجیتالی BRAND، انکوباتور Memmert آلمان، اتوکلاو Seystec۶۵ لیتری، COD متر از نوع ماکرو و اجاق ۶ خانه‌ای، کدورت‌سنج HACH-2100N آمریکا، اسپکتروفتومتر HACH-DR-2010.

مواد مورد نیاز

- پتاسیم دی‌کرومات
- آمونیوم فروسولفات
- سود ۴ نرمال
- ورسنات (EDTA)
- محلول استاندارد نیترات
- آمونیوم مولیبدات
- محلول استاندارد فسفات
- قلع III کلرید
- سولفوریک اسید ۱+۱
- نقره نیترات
- پودر آلیاژ دواردو
- یدور قلیایی
- منگنز سولفات
- معرف نشاسته
- سدیم تیوسولفات N ۰/۰۱۲۵
- بافر بورات
- بوریک اسید
- معرف فنل فتالئین
- محلول معرف فرئون
- جیوه سولفات

نمونه‌برداری

در این پژوهش، تصفیه‌خانه قیطریه مورد بررسی قرار گرفت و به منظور نمونه‌برداری از فاضلاب، از روش لحظه‌ای ترکیبی استفاده شد که روشی استاندارد جهت نمونه‌برداری محسوب می‌شود.

نحوه تعیین نقاط نمونه‌برداری

به منظور تعیین ایستگاه‌های مورد مطالعه ابتدا کل تصفیه‌خانه قیطریه مورد بازدید قرار گرفت. سپس براساس معیارهای ذیل ایستگاه‌های نمونه‌برداری تعیین شد:

۱- ایستگاه گویای شرایط و وضعیت فاضلاب‌های منطقه مذکور می‌باشد.
۲- دسترسی به ایستگاه به سهولت انجام گیرد.
۳- یکسان بودن فاصله ایستگاه‌ها نسبت به هم جهت پوشش کل محدوده مورد مطالعه در نظر گرفته شود.
با در نظر گرفتن معیارهای مذکور، چهار ایستگاه مطالعاتی به منظور برداشت نمونه‌های اولیه در محدوده مورد نظر انتخاب شد.

گام‌های آزمایش

الف: کاشت گیاه

گیاه عدسک آبی را می‌توان از طریق بذر و همچنین از طریق برداشت از محیط‌های برکه‌ای تهیه کرد، این گیاه در دمای ۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد، با اسیدیته خنثی، سختی آب متوسط و نور زیاد، رشد و تکثیر می‌گردد. بیومس این گیاه بسیار سریع گسترش می‌یابد.

ب: آماده سازی

تعداد ۸ آکواریوم با ابعاد ۳۴ سانتی‌متر طول و ۱۸ سانتی‌متر عرض ساخته‌شد. در هر آکواریوم تا ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر آب مقطر ریخته‌شد و برای جلوگیری از نفوذ نور خورشید از دیواره‌های آکواریوم به داخل آن، دور تادور آکواریوم با مقوا پوشیده‌شد. عدسک‌های آبی وارد آکواریوم‌ها و به محیط، مواد نوترینت اضافه گردید. چهار غلظت ۰، ۳۰،۶۰و۹۰ میلی‌گرم بر لیتر نیترات، COD و TOC به عنوان غلظت‌های اولیه تعیین شدند. برای تعیین غلظت مناسب برای هر غلظت دو آکواریوم در نظر گرفته‌شد و دو آکواریوم دارای غلظت صفر نیز به عنوان شاهد مورد استفاده قرار گرفتند.

ج: نمونه‌برداری آب

نمونه‌برداری از زیر سطح گیاه عدسک آبی به وسیله پیپت برداشت گردید و برای جلوگیری از ورود احتمالی گیاه به داخل بطری نمونه، نمونه از صافی عبورداده‌شد. نمونه‌برداری در روز اول و دوم در فواصل زمانی ۲۴ ساعته و پس از آن در فواصل زمانی ۴۸ ساعته با تواتر ۳ و طی ۱۰ مرحله انجام گردید. نمونه‌ها طبق دستورالعمل‌های موجود درکتاب استاندارد متد به آزمایشگاه انتقال داده‌شد و مورد آنالیز قرار گرفت.

د: روش اسپکترومتری دراندازه‌گیری نیترات

ابتدا نمونه پساب را از کاغذ صافی عبور داده تا ناخالصی‌های موجود که ممکن است برای اندازه‌گیری نیترات به روش اسپکتروفتومتری مزاحمت ایجاد کند از بین برود؛ سپس نمونه را بر حسب کیفیت ظاهری نمونه درصورت لزوم رقیق نموده، اگر غلظت املاح محلول زیاد باشد باید بیشتر رقیق شود تا نمونه با دقت خوبی خوانده‌شود. پس از رقیق سازی و صاف کردن نمونه، باید یک نمونه شاهد در نظر گرفته و یک نمونه را نیز به‌عنوان

نمونه اصلی که غلظت نیترات را بـه مـا نشـان می‌دهـد در نظـر گرفت. دستگاه با طول موج ۵۴۰ نانومتر تنظیم شد. میزان نیترات موجود در گیاه تعیین مقدار گردید (abram-lab).

روش کـار انـدازه‌گیری COD: در ایـن مرحلـه از پتاسـیم دی‌کرومات استفاده شد. اسید مخصوص این آزمـایش بـا اضـافه شدن سولفات نقره به اسید سولفوریک به‌دست می‌آید. لازم اسـت پتاسیم دی‌کرومات را به مدت ۲ ساعت در ۱۰۳ درجه سـانتی‌گراد حرارت داده تا خشک شود. سپس ۱۲.۲۵۹ گرم اسید حاصل را به محلول آب مقطر اضافه کرده تا حجم آن به یک لیتر برسد. اسید مخصوص این آزمایش با ترکیب ۱۵ گرم از سولفات نقره جامـد و ۳۰۰ میلی گرم اسید سولفوریک به‌دست آمده را در نهایت به یک لیتر رسانیده، ۳۰میلی‌لیتر سولفوریک‌اسید را به محلول اضافه کرده و در نهایت ۳ قطره شناساگر فروین را در محلول حـل مـی‌کنیم. محلول را با فروآمونیوم سولفات تیتر محاسبه می‌نمـاییم (abram-lab).

روش کار اندازه‌گیری TOC: برای اندازه‌گیری غلظـت کـل کـربن آلـی، بایـد مـواد آلـی نمونـه را اکسـید کـرده تـا کربن آلی آن به گاز CO تبدیل شود. در این مرحله از روش احتراق نمونه با دمای بالا استفاده می‌شود. نمونه به داخل کوره با دمای بالا (بیش از ۷۰۰ درجه) حاوی کاتـالیزگر تزریـق می‌شـود. درنتیجه کربن آلی آن به گاز CO_2 تبدیل می‌شود. اکسـایش نـور UV باعث اکسایش کربن آلی می‌شود. در اکسایش گرماشیمی یا نورشیمی علاوه بر گرما یا نور که اکسنده اصلی هسـتند، اکسـنده شیمیایی نیز افـزوده می‌شـود کـه باعـث افـزایش قـدرت TOC analyzer می‌شود که پس از اکسید مواد آلی میـزان کـربن آلـی مورد محاسبه قرار می‌گیرد (abram-lab).

روش کار اندازه‌گیری کدورت: با اسـتفاده از کـدورت سـنج مورد محاسبه قرار می‌گیرد.

آنالیز آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها فراینـدی چنـد مرحلـه‌ای اسـت؛ طـی آن داده‌هایی که از طریق به‌کارگیری ابزارهای جمع‌آوری در نمونه یا جامعه آمـاری فـراهم آمده‌انـد خلاصـه، کدبنـدی، دسـته‌بندی و درنهایت پردازش می‌شوند تـا زمینـه برقـراری انـواع تحلیل‌هـا و ارتباطها بین این داده‌ها بـه‌منظور آزمـون فرضـیه‌ها فـراهم آیـد (خـاکی, ۱۳۸۷). در ایـن پـژوهش پـس از جمـع‌آوری نمونـه، بـا استفاده از نرم‌افزار SPSS، تحلیل آماری داده‌ها به‌وسیله ONE - WAY ANOVA صـورت می‌گیـرد. سـپس بـا اسـتفاده از آزمون‌های فرض آماری، به سوالات پاسخ داده می‌شود.

تجزیه و تحلیل داده ها (یافته‌ها)

بعد از تکمیل نمونه‌برداری و انجـام آزمایش‌هـا، یافتـه‌های مـورد مطالعه، جمع‌آوری و در یک فایل اکسل به‌صورت جدول ثبت شد. در نهایت با استفاده از روش‌های آماری از قبیل تحلیل واریانس و آزمـون Tزوجـی و بـا بـه‌کارگیری نرم‌افـزار spss، پارامترهـای اندازه‌گیری شده مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. در کلیـه روش‌های آماری، سطح معنی‌داری آزمون ۰.۰۱ در نظرگرفته‌شد و نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزارهای اکسل و spss ترسیم گردید.

جدول۱: بیان خلاصه روش کار تحقیق

ایستگاه	نام منطقه	جامعه آماری	روش استاندارد نمونه برداری	تعداد آکواریوم	تواتر نمونه‌برداری	تعداد نمونه‌ها
۱	تصفیه‌خانه قیطریه	پساب شهری	لحظه‌ای ترکیبی	۸	۳	۱۸

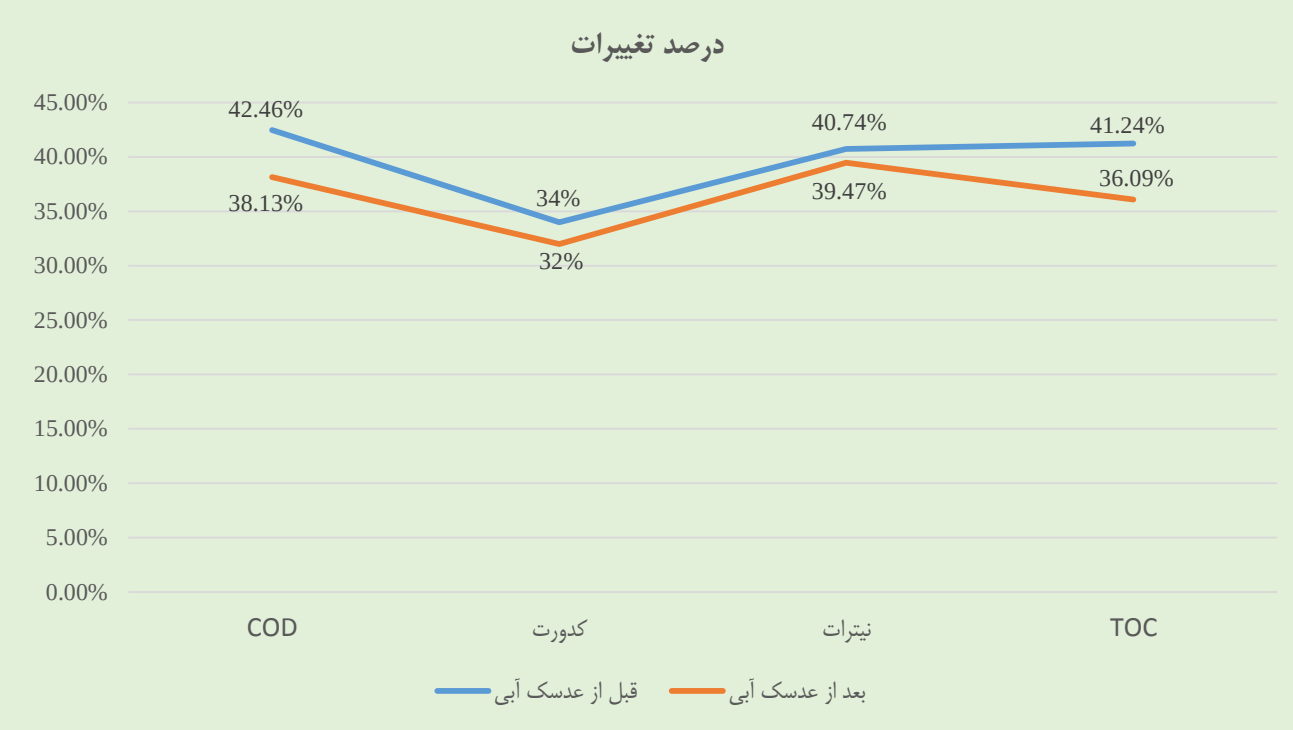
در این قسمت به بررسی یافته‌های به‌کارگیری گیاه عدسک آبـی در تصفیه پساب بـرای حـذف کـدورت،COD، نیتـرات و TOC می‌پردازیم.

نتایج به دست آمده از آزمایشات

پارامترهای مورد ارزیابی: پارامترهـای ارزیـابی شـده جهـت تعیین نقش جذب در محـیط توسـط عدسـک آبـی در زیـر بیـان شده‌است و میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده بعد از سه تکرار، به‌صورت خلاصه بیان شده‌است.

جدول۲: میانگین پارامترهای انتخاب شده در هر چهاراً کواریوم، قبل و بعد از افزودن عدسک آبی

پارامتر	قبل از افزودن استفاده از عدسک آبی	بعد از افزودن استفاده از عدسک آبی
COD (میلی‌گرم بر لیتر)	٪۴۲.۴۶	٪۳۸.۱۳
کدورت (N.T.U)	٪۳۴	٪۳۲
نیترات (میلی‌گرم بر لیتر)	٪۴۰.۷۴	٪۳۹.۴۷
TOC (میلی‌گرم بر لیتر)	٪۴۱.۲۴	٪۳۶.۰۹



نمودار۱: درصد تغییرات قبل و بعد از عدسک آبی

با توجه به مقادیر آمده در نمودار۱ و جدول۲، مشخص است که مقادیر مورد ارزیابی، پس از افزودن عدسک آبی کاهش داشته‌است. این بدان معناست که می‌توان گفت افزودن عدسک آبی، باعث تغییر میزان مقادیر مورد اندازه‌گیری می‌شود که در بخش بعدی در مورد معناداری این تغییرات و تفاوت‌ها بحث می‌شود.

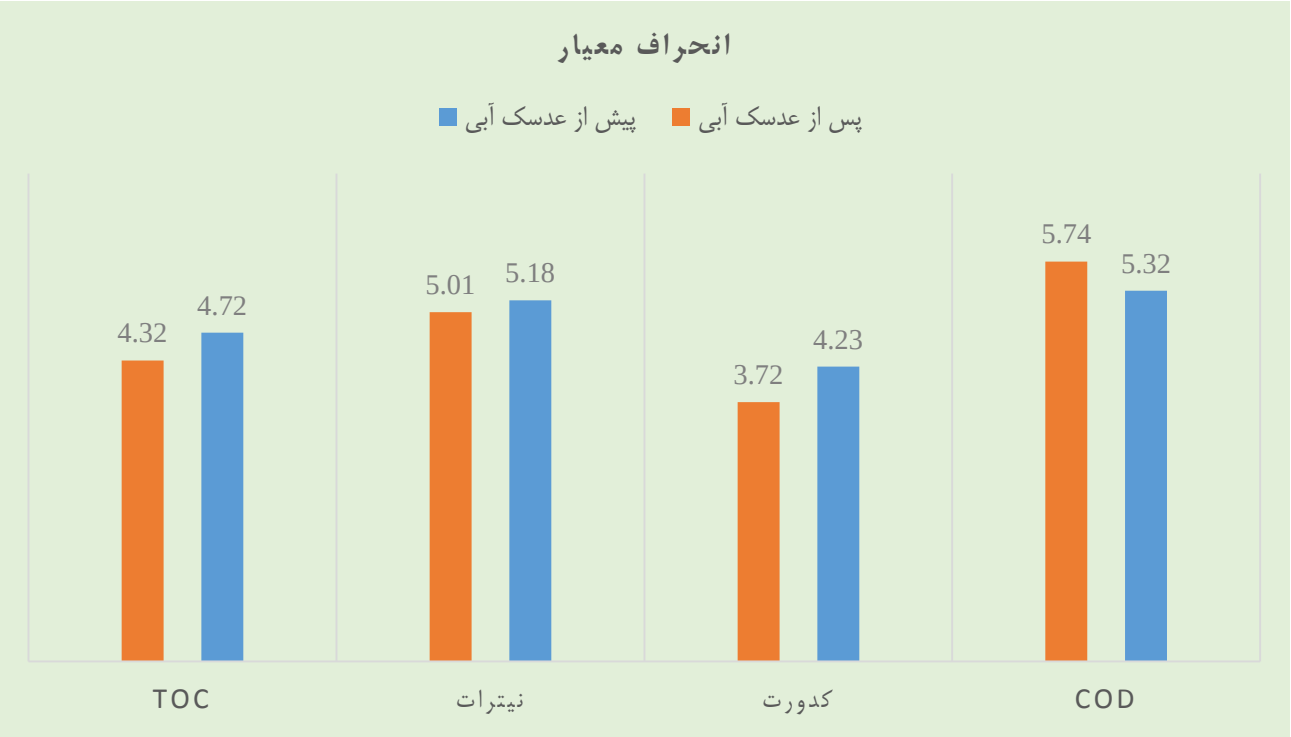
بررسی معناداری تفاوت‌ها:

میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش در قبل و پس از عدسک آبی

جهت آزمون فرضیه‌های این پژوهش از تحلیل کوواریانس استفاده‌شد. در این راستا میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش، قبل و پس از عدسک آبی مورد بررسی قرار گرفت که در جدول نشان داده شده‌است.

جدول۳: میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش

متغیر	شاخص‌های آماری	متغیرها	
		پیش از عدسک آبی	پس از عدسک آبی
COD	میانگین	۴۲.۴۶	۳۸.۱۳
	انحراف معیار	۵.۳۲	۵.۷۴
کدورت	میانگین	۳۴	۳۲
	انحراف معیار	۴.۲۳	۳.۷۲
نیترات	میانگین	۴۰.۷۴	۳۹.۴۷
	انحراف معیار	۵.۱۸	۵.۰۱
TOC	میانگین	۴۱.۲۴	۳۶.۰۹
	انحراف معیار	۴.۷۲	۴.۳۲



نمودار۲: تغییرات میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش

نتیجه بررسی جدول۴ بیانگر از کاهش نمره‌های تمامی متغیرها پس از استفاده از عدسک آبی است.

گیاهان برداشت و می‌توانند به منظور کاهش حجم بقایای مواد آلوده گیاهی، متراکم شده و سپس در شرایط کنترل‌شده مورد استفاده قرار گیرند (غلامی و همکاران، بررسی کارایی عدسک‌آبی

جدول٤: خلاصه تاثیر عدسک آبی بر پارامترهای مورد مطالعه

ردیف	پارامتر	تاثیر پذیری	درصد تاثیر
۱	COD	کاهشی	۴.۳۳
۲	نیترات	کاهشی	۱.۲۷
۳	TOC	کاهشی	۵.۱۵
۴	کدورت	کاهشی	۲

بنابراین می‌توان گفت تاثیر عدسک آبی بر تمامی متغیرهای مورد بررسی، کاهشی است.

از نظر شاخص IRWQISC، نمونه پساب، بعد از استفاده از عدسک آبی دارای کیفیت بهتری نسبت به قبل بوده و این ماده توانست کیفیت آب را یک درجه بالاتر برده و از کیفیت خیلی بد به بد ارتقا دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

راندمان این روش با کاربرد گیاهان دارای رشد سریع و با افزایش بیومس بالا و قدرت جذب بالای آلاینده افزایش می‌یابد (علیزاده، ۱۳۸۶). در بیشتر مکان‌های آلوده گونه‌های مناسب جهت رفع آلودگی قابل شناسایی است. پس از طی شدن زمان پالایش،

در تصفیه تکمیلی پساب و استفاده از آن جهت تغذیه دام). با توجه به قابلیت‌های یک سامانه دارای مثلا عدسک آبی، گیاهان قادرند طیف وسیعی از آلاینده‌ها از جمله نیترات، جامدهای معلق، ترکیب‌های آلی گوناگون، فسفر، نیتروژن، فلزهای سنگین (پرنیان و همکاران، بررسی حذف بُر آب آلوده توسط دو گیاه آبزیزانیچیلا و مارتیما)، و عوامل بیماری‌زا را از طریق مکانیسم‌هایی نظیر جذب گیاهی، سوخت و ساز میکروبی، پیوند با مواد آلی و تشکیل مولکول کمپلکس، جذب سطحی روی سطوح تبادل یونی، ته‌نشینی، ترسیب و صاف کردن حذف کنند.

اگر چه این علم هم‌اکنون با سرعت در حال توسعه است، اما بررسی‌ها نشان داده گیاه پالایی در خصوص گیاه آبزی عدسک از لحاظ زمانی باید با فناوری‌های دیگر قابل رقابت باشد. آزمایش گیاه‌پالایی گیاه عدسک در مقیاس آزمایشگاه در محیط

هیدروپونیک انجام و آلاینده‌های مذکور به آن‌ها داده شده‌است، در حالی که محیط آبی، کاملاً متفاوت است. در آب واقعی بسیاری از این آلاینده‌ها در شکل‌های نامحلول وجود دارند و قابلیت دسترسی آن‌ها کم و این بزرگ‌ترین مشکل است. بسیاری از گیاهان هنوز شناخته نشده‌اند که باید شناسایی شوند و درباره فیزیولوژی آن‌ها بیشتر دانست. بنابراین به‌نظر می‌رسد بهینه‌سازی فرایند جذب آلاینده توسط گیاه و مصرف مناسب بیومس تولید شده هنوز باید مورد بررسی و تحقیق بیشتر قرار گیرد تا نتایج آزمایشگاهی با عمل و واقعیت هم‌خوانی داشته‌باشند.

اگرچه ۱۰ سال از کاربرد اولیه فناوری گیاه‌پالایی در دنیا می‌گذرد، اما این علم توسعه بسیار سریعی داشته‌است و امروزه گیاه‌پالایی در مورد مواد آلی، معدنی و رادیواکتیو کاربرد دارد. این فرایند پایدار و ارزان است و برای کشورهای در حال توسعه بسیار مناسب بوده و صرفه اقتصادی دارد.

باتوجه به نتایج این پژوهش به‌نظر می‌رسد گیاه عدسک ابی می‌تواند نیترات را در غلظت‌های پایین، در محدوده مثلا ppm ۵، ازمحلول‌های آبی جذب نماید. اما با افزایش بالای غلظت نیترات این جذب کاهش می‌یابد. درفاضلاب خانگی که غلظت نیترات کم است، این گیاه قادر به حذف نیترات خواهد بود. نیترات یکی از مهم‌ترین آلاینده‌هایی بوده که با توجه به حلالیت بسیار بالای آن، خارج کردن آن از آب فرایندی بسیار پرهزینه محسوب می‌شود (این پروژه با تحقیقات صورت پذیرفته توسط نجف‌پور و همکاران که به بررسی کارایی گیاه عدسک آبی در میزان جذب نیترات از محیط آبی در شرایط آزمایشگاهی پرداختند، کاملا مطابقت دارد). بسیاری از رودخانه‌های دنیا، گرفتار مشکلات ناشی از تخلیه فاضلاب می‌باشند. تخلیه فاضلاب به داخل منابع آب موجب وقوع پدیده یوتروفیکاسیون و کاهش کیفیت آب در اثر رشد بیش از حد گیاهان و جلبک‌ها می‌گردد. راه‌های گوناگونی برای حذف نیترات مطرح شده‌است که اکثر آن‌ها، پر هزینه و گران‌قیمت می‌باشند.

با توجه به مطالب بیان‌شده، استفاده از روش‌های بیولوژیکی و زیستی که بر اساس نتایج مثبت حاصله منتج از تحقیقات صورت پذیرفته از سوی محققین در داخل و خارج از کشور، کم‌هزینه‌تر و معقول به نظر می‌رسد. همچنین شکاف‌های موجود در علم و محدوده تحقیقات آینده در زمینه تولید همزمان زنجیره ارزش و محصولات زیستی با ارزش برای اقتصاد پایدار چرخشی و امنیت محیطی می‌تواند تثبیت‌کننده استفاده از گیاه‌پالایی قرار گرفته و می‌تواند به عنوان رویکردی در راستای توسعه پایدار قرار گیرد.

منابع و ماخذ

- پرنیان. امیر، چرم. مصطفی، جعفر زاده حقیقی فرد. نعمت‌اله و دیناروند. مهری، ۱۳۹۰، «گیاه‌پالایی نیکل از محیط هیدروپونیک به کمک علف شاخی». مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال دوم، دوره ۶، صفحه ۷۵- ۸۴.
- علیزاده. آذین، ۱۳۸۶، «مقایسه تأثیر کلات‌کننده‌های آلی، سنتزی و کمپوست در پالایش خاک‌های آلوده به عناصر سنگین کادمیوم، سرب و نیکل تحت کشت کلزا». پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، صفحه ۸۶.
- قهرمان. احمد، ۱۳۷۳، «کومورفیت‌های ایران (سیستماتیک گیاهی)، جلد چهارم». انتشارات دانشگاه تهران، ۷۶۸ صفحه.
- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۸، «آب آشامیدنی- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی»، استاندارد ملی ایران، شماره‌ی۱۰۵۳، چاپ چهارم، تهران، صفحه‌ی ۱۰.
- Abreu, C.A., Coscione A.R., Pires, A.M., Paz-Ferreiro, J., 2012. PHytoremediation of a soil contaminated by heavy metals and boron using castor oil plants and organic matter amendments. Journal of Geochemical Exploration, Vol. 123, pp. 3-7.
- Abul Kashem, Md., Singh, B.R., Imamul Huq, S. M., Kawai, Sh., 2008. Cadmium pHytoextraction efficiency of arum (Colocasia antiquorum), radish (RapHanus sativus L.) and water spinach (Ipomoea aquatica) grown in hydroponics. Water Air Soil Pollutant, Vol. 192, pp.273-279.
- Aravind, P., Prasad, M.N.V., 2005. Cadmium-Zinc interaction in hydroponic system using CeratopHyllumdemersum L., pp. adaptive ecopHysiology, biochemistry and molecular toxicology. Journal of Plant PHysiology, Vol. 17(1), 3-20.
- Badruk, M., Kabay, N., Demircioglu, M., Mordogan, H., Ipekoglu, U., 1999. Removal of boron from wastewater of geothermal power plant by selective ion-exchange resins. I. Batch sorption-elution studies, Sep. Sci. Technol, Vol. 34 (13), pp. 2553-2569.
- Bakirdere, S., Örenay, S., Korkmaz, M., 2010. Effect of Boron on Human Health. The Open Mineral Processing Journal, Vol. 3, pp. 54-59.
- Bocuk, H., Yakara, A., Turker, O.C., 2013. Assessment of Lemnagibba L. (duckweed) as a potential ecological indicator for contaminated aquatic ecosystem by boron mine effluent. Ecological Indicators, Vol. 29, pp. 538-548.