

استفاده از پودر کربن فعال در فن آوری لجن فعال جهت بررسی اثر تصفیه پذیری فاضلاب صنعتی پتروشیمی در مقیاس آزمایشگاهی جهت پالایندگی آب برگشتی

محمد رضا فرشادی^{۱*}، روح الله مختاران^۲، جواد احدیان^۳

(۱) کارشناس ارشد سازه‌های آبی مهندسی مشاور شاراب.

(۲) کارشناس ارشد سازه‌های آبی مهندسی مشاور شاراب.

(۳) دانشیار دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز.

*نویسنده مسئول: mr_farshady@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۲۰

چکیده

به منظور تعیین ویژگی‌های دو سیستم تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال، هوادهی گسترده و افزودن پودر کربن فعال به واحد هوادهی در مقیاس آزمایشگاهی و مقایسه عملکرد آنها در کاهش بار آلی ناشی از بنزن و اتیلن‌دی کلراید در فاضلاب مصنوعی مقایسه‌ای صورت گرفت؛ و دو سیستم که یک سیستم با استفاده از پودر کربن فعال و سیستم دیگر بدون استفاده از پودر کربن فعال می‌باشد در مقیاس آزمایشگاهی با حجم هوادهی ۹ لیتر و واحد ته نشینی ۴ لیتر طراحی و ساخته شد. با استفاده از یک فاضلاب مصنوعی با ترکیب شیمیایی معلوم مبتنی بر بنزن و اتیلن‌دی کلراید با میزان COD بین ۳۰۰ تا ۱۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، دو سیستم فوق به مدت ۶ ماه مورد بهره‌برداری قرار گرفتند. در دوره بررسی، بازدهی کاهش و حذف مواد آلی و تغییرات مواد جامد مخلوط و نیز مواد جامد معلق فرار مایع مخلوط در هر دو سیستم در شرایط مختلف تغییر غلظت ورودی همراه با ثابت نگه‌داشتن مقدار پودر کربن فعال ایرانی به میزان ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و زمان ماند هیدرولیک و جامدات به ترتیب برابر با ۱۸ ساعت و ۱۵ روز صورت گرفت. یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان می‌دهند که پودر کربن فعال انتخابی برای جذب اتیلن‌دی کلراید و بنزن در بارهای ۴۰۰ و ۷۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به بارهای ۹۰۰ و ۱۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بهتر عمل نموده است. همچنین مشخص گردید که استفاده از پودر کربن فعال در سیستم با پودر باعث ناسازگاری سریعتر سیستم نسبت به سیستم لجن فعال در واحد هوادهی، میزان مواد جامد معلق فرار، مایع مخلوط و مواد جامد معلق مایع مخلوط بهتر از سیستم بدون پودر کربن فعال می‌باشد. در صورت افزایش درصد حذف COD در سیستم، میزان مواد فوق نیز افزایش پیدا می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: رودخانه کارون، آلودگی، نیتریفیکاسیون، دنیتریفیکاسیون، تصفیه‌خانه فاضلاب.

مقدمه

بر اثر عملیات مختلف در واحدهای تصفیه، از قبیل نمونه‌گیری، وجود نشستی‌ها، باز و بسته کردن دستگاه‌ها، تزریق مواد شیمیایی و ... آب، آلوده به مواد نفتی و شیمیایی می‌شود. برای این که از آن دوباره استفاده کرد تصفیه پساب در سیستم ضروری است تا آلودگی‌های آب را بتوان حذف و از آن دوباره استفاده کرد. این امر در برخی صنایع که از رودخانه آب می‌گیرند و پساب خود را به آن بر می‌گردانند، اهمیت بیشتری دارد؛ زیرا باید غلظت مواد نفتی و شیمیایی در آنها به حد استاندارد برسد تا ورود این آب به رودخانه مشکلی برای زندگی آبزیان ایجاد نکند. اغلب پالایشگاه‌ها و صنایع پتروشیمی سیستم تصفیه پساب را داشته و آب را تصفیه و با کیفیت مطلوب به سوی مصرف کننده باز می‌گردانند. در این تحقیق هدف اصلی بررسی میزان تصفیه‌پذیری فاضلاب صنعت پتروشیمی با استفاده از فناوری لجن فعال همراه با پودر کربن فعال و افزایش راندمان حذف بار آلی فاضلاب است. به طور اجمالی برای دستیابی به اهداف فوق‌الذکر موارد زیر مورد ارزیابی قرار گرفت: تعیین کارایی حذف آلاینده‌های آلی و سمی از فاضلاب پتروشیمی به روش لجن فعال با هوادهی گسترده و سیستم هم زمان پودر کربن فعال ایرانی؛ و اهداف ویژه شامل: تعیین کیفیت پساب مورد مطالعه، طراحی، ساخت و راه‌اندازی راکتور مورد نظر، تعیین کارایی سیستم‌های مورد بررسی در تصفیه فاضلاب ورودی، تعیین میزان تأثیر متغیرهای DO، COD، PH و دما بر عملکرد راکتور. مراحل کلی تصفیه پساب‌های آلوده به مواد نفتی عبارتند از: الف) مرحله مقدماتی: جداسازی مواد نفتی با استفاده از وزن مخصوص، مانند جداکننده روغن و چربی، ب) تصفیه ثانوی: شامل خنثی‌سازی و جدا کردن مواد نفتی و معلق با استفاده از مواد منعقدکننده و هوای محلول، ج) تصفیه نهایی: شامل تصفیه بیولوژیکی و صافی. اولین عملکرد جداکننده، جداسازی نفت و مواد روغنی از پساب است. این چنین واحدی قادر به جداسازی مواد محلول نبوده و امولوسیون‌ها را نمی‌شکند. عمل جداکننده تابع فاکتورهای زیر است: نوع و حالت روغن و نفت در جریان پساب، طراحی و اندازه واحد، خواص جریان حامل، زمان ماند پساب. خوراک این حوضچه‌ها از کف مخازن و آب‌های شستشوی واحدها تأمین می‌شود. در این حوضچه به طریق مکانیکی، بخش اعظم روغن موجود در روی آب بر اساس اختلاف وزن مخصوص آب و مواد نفتی گرفته می‌شود. در این حوضچه قطرات با قطر ۱۵۰ میکرون یا بزرگتر جدا می‌شوند و مقدار روغن باقیمانده ۵۰ تا ۱۰۰ ppm است. تصفیه اولیه به لحاظ اختلاف دانسیته بین نفت و آب انجام می‌گیرد. فرآیند تصفیه شامل توقف پساب نفتی در تانک و دادن زمان ماند به آن برای جدا شدن مواد نفتی از پساب و سپس جدا کردن مواد نفتی جدا شده در سطح پساب است. بنابراین، راندمان جداکننده ثقلی بستگی به طراحی دقیق هیدرولیک جداکننده و زمان ماند پساب دارد؛ زیرا زمان ماند طولانی‌تر باعث جداسازی حدود ۵۰ درصد از مواد نفتی موجود در پساب می‌شود، با این حال افزایش زمان ماند باعث بهبود عمل جداسازی می‌شود. جداکننده‌های ثقلی معمولاً برای زدودن و حذف گریس و نفت به صورت آزاد و غیرامولسیون به کار می‌روند. مطالعات آزمایشگاهی و نتایج بدست آمده از واحدهای موجود نشان می‌دهد که جداسازی نفت در حد مطلوب، زمانی قابل دسترسی است که قطر ذرات، ۱۵۰ میکرون در

نظر گرفته شود و این مقدار به عنوان پایه طراحی فرض می‌شود. در تأسیسات تصفیه زیست‌شناختی، کربن فعال پودری (PAC) را در یک حوضچه تماس به خروجی اضافه می‌کنند. پس از مدتی تماس، اجازه می‌دهند کربن به ته مخزن ته‌نشین شود و سپس آب تصفیه شده را از مخزن خارج می‌کنند. چون دانه‌های کربن بسیار ریز است، برای کمک به جداسازی ذرات کربن، به لخته‌سازی همچون یک پلی‌الکترولیت و صاف کردن با صافی‌های دانه‌ای متوسط نیاز خواهد بود. برای جداسازی پاره‌ای از مواد آلی محلول و دیرگداز، افزودن مستقیم کربن فعال پودری را در مخزن هوادهی فرایند تصفیه لجن فعال مؤثر یافته‌اند. وحید دستجردی (۱۳۷۸) بر روی پساب حاصل از نفت خام بررسی‌هایی را صورت داده و به این نتیجه رسیدند که فاضلاب دارای مواد آلی سمی بوده و جذب سطحی توسط کربن فعال سمیت را حذف می‌کند. این کار نیز از طریق راکتور PACT با هوادهی ممتد صورت گرفت. در تحقیقی که در کشور ما با عنوان بررسی چگونگی جذب همدمای مونواتیلن گلیکول به کمک پودر کربن فعال تولید ایران صورت گرفته منجر به این نتایج شده است که PAC ایرانی در مقایسه با نمونه‌های تولیدی سازنده‌های مطرح در سطح جهان، از جنبه خاکستر، رطوبت و حلالیت در مایعات مختلف و تصفیه و جذب مواد آلی کوتاه زنجیر، به خوبی قابل استفاده است و میزان $SCOD = 800$ میلی‌گرم بر لیتر نشان داد که در زمان تماس ۹ ساعت بیش از ۹۴ درصد کل جذب صورت می‌گیرد و مقدار مناسب پودر کربن فعال در تحقیق مذکور برابر با ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بوده است. واعظی و عمارلویی (۱۳۷۷) با استفاده از پودر کربن فعال ساخت ایران در حذف مواد آلی محلول از آب تحقیقی را انجام داده و دو نوع پودر ایرانی و آلمانی را در حذف دترجنت و فنل مقایسه نموده‌اند و نشان دادند که جذب فنل و دترجنت برای هر دو نمونه به کار رفته در ۲۰-۱۵ دقیقه اول تماس بسیار سریع است. افزایش زمان تماس بیش از ۲۰ دقیقه اثر بارزی بر افزایش کارایی هر دو نوع کربن نداشته است. همچنین تغییرات pH در محدوده آب‌های طبیعی اثر محسوسی بر جذب فنل و دترجنت ندارد. دیانتی و همکاران (۱۳۸۴) حذف فنل بوسیله بیوماس باکتریایی و کربن فعال بیولوژیکی را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که جذب سطحی مطلوب فنل، روی، بیومس، و کربن فعال بیولوژیکی از این نظر که در سیستم لجن فعال زمان ماند هیدرولیکی کافی برای تجزیه بیولوژیکی کامل فنل وجود ندارد، حائز اهمیت است. آقانژاد و همکاران (۲۰۰۶) تحقیقی را تحت عنوان فرآیند PACT برای تصفیه شیرابه به زباله به طریق نیمه هوازی صورت داده و در این مطالعه از دو راکتور استفاده کردند. نتایج نشان داد که راکتور حاوی پودر کربن فعال در حذف رنگ و COD و نیتروژن آمونیاکی نسبت به راکتور بدون پودر کربن فعال موثرتر بوده است. Schultz (۱۹۸۴) دریافت که کربن فعال در حذف مواد آلی طبیعی در محدوده وسیعی از وزن مولکولی موثر است. DO و TOC به عنوان شاخصی از جذب مواد آلی طبیعی (NOM) در نظر گرفته شده است. ترکیباتی که جذب آنها از ضعیف تا قوی می‌باشد شامل مولکول‌هایی با اندازه متوسط و ترکیبات غیر قابل جذب، مولکول‌های بزرگی از قبیل پلی‌ساکارید و ترکیبات هیدروفیلیک (محلول در آب) مانند قندهای ساده و اسیدها می‌باشد. اندازه مواد آلی طبیعی نسبت به مواد آلی مصنوعی بزرگتر می‌باشد که همین امر در رسیدن آنها به زمان تعادل اثر خواهد داشت. Serpa

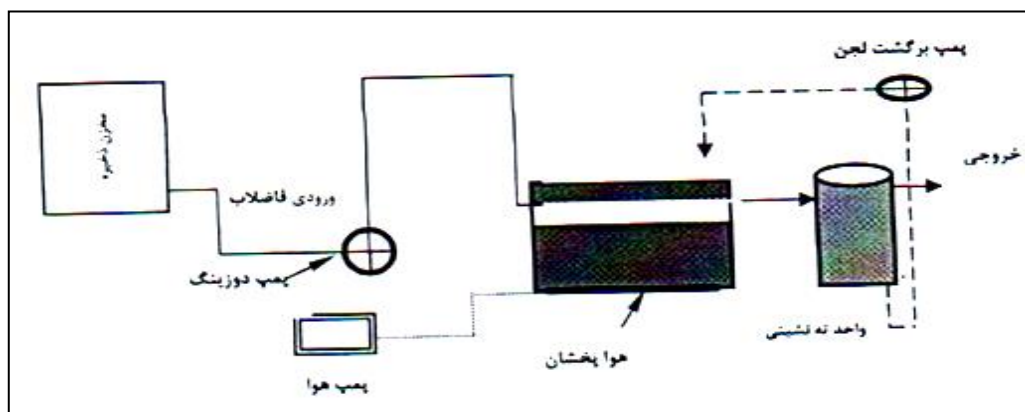
(۲۰۰۴) نشان داد که کربن فعال گرانولی و پودری به طور وسیعی برای حذف بو و مزه آب آشامیدنی استفاده می‌شود ولی به دلیل جذب ضعیف MTBE روی کربن فعال این روش کاندیدای مناسبی برای جذب آن از آب آلوده به شمار نمی‌آید. تنها بر اساس مطالعاتی که در برخی ایالات آمریکا به انجام رسیده این روش در غلظت‌های پایین‌تر از ۳۰ PPM قابل استفاده است. در مطالعه‌ای که pala (۲۰۰۴) تحت عنوان افزایش کربن به راکتور لجن فعال برای حذف رنگ در SRT و HRT های مختلف از فاضلاب فرآیند پارچه بافی کتان در ترکیه به انجام رسانیدند، نتایج تحقیق روشن کرد که سیستم لجن فعال بدون پودر، ۳۶ درصد رنگ و ۹۴ درصد COD را حذف کرد و افزایش مقادیر ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر PAC حذف رنگ مقادیر قابل توجهی بدست نیامده‌اند و در این مطالعه نیز آمده است که مقدار هالوژن‌های قابل جذب از پساب فاضلاب از ۴۰۰ به ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر همراه با افزودن PAC و نیز فاکتور رقت سمیت از ۲ به ۱/۵ در سیستم لجن فعال کاهش یافت. Serpa و همکاران (۲۰۰۴) در رابطه با جذب بر روی محیط مایع و فلوک‌های ناشی از پودر کربن فعال در جذب نوعی از رنگ، متیلن بلو (MB) تحقیقی انجام دادند و دریافتند که حذف مقادیر بالایی از متیلن بلو در راکتور با بستر مایع، بیش از ۹۰ درصد تخمین زده می‌شود و ظرفیت جذب PAC موجود خیلی بیشتر از GAC در همان بستر جذب می‌باشد. نویسندگان این مقاله بر این باور است که این روش جدید پتانسیل و قابلیت گسترده‌تری نسبت به استفاده از پودر کربن فعال یا دیگر جاذب‌های مشابه به صورت بستر مایع را داراست.

مواد و روش‌ها

ساختار و ماهیت منحصر به فرد کربن فعال، به مقدار زیادی جذب سطحی را افزایش می‌دهد. ابتدا گمان می‌کردند که ساختار کربن فعال مشابه گرافیت می‌باشد اما امروزه معلوم شده است که کربن فعال چندان مشابه گرافیت نبوده و دارای شکل توده‌ای با صفحات مسطح و حلقه‌های آروماتیک می‌باشد؛ که صفحات مسطح یکدیگر را به طور تصادفی قطع کرده‌اند. شکل قرار گرفتن صفحات مسطح باعث فراهم آمدن فضای بزرگ داخلی نمی‌باشد بلکه توزیع اندازه حفرات و تناوب در خواص شیمیایی و گروه‌های جانبی می‌باشد که به سطح چسبیده‌اند. نوع این گروه‌های جانبی به مواد اولیه مصرفی و نحوه فعال‌سازی کربن بستگی دارد. در حین کربن نمودن مواد خام اولیه، هسته‌های کوچک آروماتیک ایجاد می‌شوند که در مرحله فعال‌سازی ابتدا حفرات درشت و بعد حفرات ریز در اثر شکسته شدن صفحات مسطح ایجاد می‌شوند. وجود گروه‌های جانبی در لبه‌های این صفحه‌ها باعث افزایش جذب شیمیایی می‌شود. مهمترین خاصیت فیزیکی کربن فعال، سطح زیاد آن است که در اصل به دلیل ساختار کاملاً متخلخل کربن فعال به وجود می‌آید. برحسب توضیح اندازه حفرات می‌توان آنها را به سه گروه درشت (قطر بیشتر از ۱۰۰۰ آنگستروم)، متوسط (قطر ۱۰۰-۱۰۰۰ آنگستروم) و ریز (قطر کمتر از ۱۰ آنگستروم) تقسیم نمود. مجموع سطح حاصل از چنین تخلخلی معمولاً بین ۲۰۰۰-۵۰۰ مترمربع به ازای هر گرم کربن فعال می‌باشد (ایماندل، ۱۳۷۹). حفرات بزرگتر (که حدود ۲۵ درصد حجم هر ذره را تشکیل می‌دهند) به عنوان منافذ ناقل عمل می‌کنند که از طریق آنها آلاینده‌ها در مناطق

یا منافذ جذب (که حدود ۴۰ درصد از حجم ذره را تشکیل می‌دهند) پخش می‌شوند. جذب سطحی در حفرات کوچک اتفاق می‌افتد که پهنای آنها فقط در حدود چند مولکول است (ترکیان، ۱۳۷۲). مقدار کل سطح فعال را با گاز ازت اندازه‌گیری می‌کنند که نشانگر تخمین توان جذب است. اما توان واقعی کربن فعال در جذب علاوه بر وابستگی به سطح فعال به اندازه مولکولی اجسام جذب‌شونده و نحوه توزیع سوراخ‌های بزرگ و کوچک نیز بستگی دارد. توزیع خلل و فرج را با اندازه‌گیری جذب ترکیبات مختلف می‌توان تعیین نمود. مثلاً از ید و متیلن‌بلو برای تعیین حفرات بزرگتر از ۱۰ آنگستروم و از عدد ملاس برای تعیین حفرات بزرگتر از ۳۰ آنگستروم استفاده می‌شود. در واقع ید معرف توانایی کربن در جذب مواد با وزن مولکولی کم می‌باشد؛ در حالی که عدد ملاس معرف توانایی کربن فعال در جذب ترکیبات با وزن مولکولی بالا است (جعفرزاده حقیقی، ۱۳۷۳). توان جذب کربن فعال نیز تابع ساختار متخلخل آن یعنی تابع سطح فعال آن است، اما واقعاً "جذب کربن فعال علاوه بر وابستگی به سطح فعال، به اندازه مولکولی اجسام مورد جذب و نحوه توزیع سوراخ‌های بزرگ و کوچک بستگی دارد (حسینیان، ۱۳۷۸ و حمیدیه، ۱۳۷۳). تولید کربن فعال در دو مرحله اساسی کربنه نمودن مواد خام کربنه در غیاب اکسیژن و درجه حرارت کمتر از ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد و پس از آن فعال نمودن صورت می‌گیرد به همین دلیل تمام مواد کربنه مانند چوب، زغال‌سنگ، لیگنیت، پوست گیاهان و غیره را می‌توان به کربن فعال تبدیل نمود. کربن فعال از موادی که حاوی کربن زیاد هستند از جمله زغال‌سنگ، چوب، پیت (خاک برگ)، پوست گیاهان (گردو، نارگیل و بادام)، استخوان حیوانات و باقیمانده‌های حاصل از پالایش نفت به دست می‌آید. کربن فعالی که با استفاده از مواد خام حاصل از زغال‌سنگ تولید می‌شود، رایج‌ترین نوع آن محسوب می‌شود (Perrich, 1988 & Smith, 1991). در انتخاب نوع کربن فعال برای یک فرایند خاص، نوع ماده خام اولیه یک عامل مهم محسوب می‌شود. کربن فعال که از زغال بیتومینوس به دست می‌آید دارای بالاترین درجه سختی و مقاومت در برابر سائیدگی و همچنین بیشترین دانسیته می‌باشد. راکتور مورد نیاز با استفاده از طرح اکن فیلدر ساخته شد. شکل شماره (۱) نقشه ساده شده راکتور مورد استفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد. برای انجام مراحل مختلف تصفیه بیولوژیکی با سیستم لجن فعال در این تحقیق، ۲ راکتور به هم چسبیده دوزنقه شکل با طرح اکن فیلدر با مشخصات مشترک یکی به عنوان راکتور لجن فعال و دیگری راکتور لجن فعال همراه با پودر کربن فعال از جنس پلگسی‌گلاس تهیه و ساخته شد. پایلوت ته‌نشینی جهت آرام کردن جریان خروجی از پایلوت و جداسازی پساب از مایع مخلوط و باز گرداندن پودر کربن فعال خارج شده از سیستم به راکتورها طراحی و اجرا گردید. این واحد استوانه‌ای شکل از جنس پلی‌اتیلن تهیه گردید. جریان فاضلاب در این واحد رو به بالا بوده که توسط یک قیف در مرکز جمع‌آوری و از طریق یک لوله وصل شده به قیف در مرکز به خارج هدایت می‌گردد. لجن جمع‌آوری شده در این واحد جهت حفظ میزان مطلوب مایع مخلوط معلق (MLSS) در واحد هوادهی توسط یک پمپ متصل به تایمر روشن و خاموش در زمان مشخص شده به درون راکتور بیولوژیکی هدایت می‌شود. جهت تنظیم دقیق دبی مورد نیاز پایلوت از یک پمپ تزریق جریان با ظرفیت اسمی ۲۵ لیتر در ساعت تحت فشار ۱۰ بار

استفاده شد. دبی‌های مورد نیاز در نوبت‌های مختلف کارکرد سیستم از طریق حجم‌سنجی در زمان و تنظیم درجات پمپ تعیین می‌شد. قابل ذکر است چون سیستم دوگانه می‌باشد از ۲ دستگاه پمپ تزریق جریان با نام دوزینگ پمپ استفاده گردید. جهت تأمین تهیه فاضلاب در طول شبانه روز از یک مخزن ذخیره به حجم ۲۲۰ لیتر استفاده شد. این مخزن از جنس پلی‌اتیلن فشرده بود؛ در ضمن مخزن مجهز به شیر تخلیه سریع در کف بوده که از آن در مواقع شستشو و تهیه مجدد فاضلاب استفاده به عمل آمد. جهت تهیه فاضلاب مصنوعی ابتدا اکسیژن مورد نیاز تئوریک دو ترکیب بنزن و EDC تعیین شد. برای تحقق این امر با توجه به عناصر تشکیل دهنده ترکیب (فرمول ترکیب) واکنش اکسیداسیون آن را تعیین نموده و اکسیژن مورد نیاز تئوریک محاسبه گردید. با توجه به اینکه میزان محاسبه شده با میزان آن در عمل کاملاً مشابه نیست، ابتدا یک میلی‌لیتر بنزن و یک میلی‌لیتر EDC در آب حل شده و به حجم یک لیتر رسانده شد. سپس COD محلول تعیین شد؛ و مبنای محاسبات تعیین مقدار بنزن و EDC لازم جهت تهیه فاضلاب مصنوعی با میزان‌های مختلف در نظر گرفته شد. تأمین نیتروژن و فسفر مورد نیاز نیز با افزودن کلروآمونیم و فسفات‌آمونیم صورت پذیرفت. نسبت COD/N/P به میزان ۱۰۰/۵/۱ تنظیم شد. برای تهیه خوراک ورودی سیستم از آب آشامیدنی استفاده گردید. آب آشامیدنی حاوی عناصر جزئی مورد نیاز میکرو ارگانیزم‌ها می‌باشد اما فاقد مقادیر کافی از عناصر اصلی رشد مانند نیتروژن و فسفر است. بنابراین از کلروآمونیم و فسفات‌آمونیم برای تأمین نیتروژن و فسفر استفاده گردید. پودر کربن فعال استفاده شده در این پژوهش، پودر کربن فعال ایرانی با پایه چوب می‌باشد که از شرکت فعال ایران تهیه گردید. مشخصات این پودر در جدول (۲) آمده است. قابل ذکر است که کلیه اطلاعات این جدول توسط آزمایشگاه شرکت کربن فعال ایران تعیین و ارائه شده است. پس از ساخت و استقرار پایلوت، سیستم لجن فعال و نصب تجهیزات جانبی نظیر پمپ تزریق، پمپ هوا، واحد ته‌نشینی و تایمر خودکار و غیره، محل‌های نشت‌دهنده در سیستم، شناسایی و به طور کامل آب‌بندی شدند. همچنین زمان برگشت لجن از واحد ته‌نشینی محاسبه شد و توسط تایمر خودکار تنظیم گردید. کارکرد برای حصول اطمینان از نحوه عملکرد مطلوب سیستم با آب پر، و هوادهی شده و به مدت ۳ روز این روند ادامه یافت تا هرگونه ایراد و اشکال احتمالی در کارکرد مداوم سیستم شناسایی و برطرف گردد.



شکل ۱: نقشه ساده راکتور مورد استفاده

جدول ۱: روش‌های مورد استفاده در اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی

روش مورد استفاده	پارامترهای مورد بررسی
5320-B	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی
2540D	مواد جامد معلق پایدار
2540-E	مواد جامد معلق فرار
4500-O	اکسیژن محلول
ترمومتر	درجه حرارت
2320-B	قلیائیت

هدف از اجرای مرحله راه‌اندازی سیستم، رشد سریع میکرو ارگانیسم‌ها و شناسایی و رفع مشکلات احتمالی سیستم و آماده کردن شرایط جهت انجام مرحله آزمون تصفیه بیولوژیکی با استفاده از بنزن و EDC بود. به منظور شروع مطالعات مقایسه رفتار دو فرآیند لجن فعال هوادهی گسترده و لجن فعال هوادهی گسترده همراه با پودر کربن فعال، در این مرحله پیش از افزودن پودر کربن فعال ابتدا در یک دوره ۳۰ روزه با انتقال لجن سازگار شده مجتمع پتروشیمی آبادان به دو واحد هوادهی و برقراری جریان مداوم فاضلاب با پایه S.COD برابر با ۳۰۰ میلی‌لیتر یکسان‌سازی دو سیستم لجن فعال آغاز گردید. در این مرحله با اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر مانند COD، MLVSS، MLSS، DO، کنترل pH و مشاهدات مداوم میکروسکوپی عملکرد دو سیستم با یکدیگر مقایسه گردید و با رسیدن به شرایط پایداری دو سیستم این مرحله به مدت ۳۰ روز ادامه یافت.

جدول ۲: مشخصات پودر کربن فعال ایرانی

مقادیر	خواص - واحد
۴	مقدار خاکستر % وزنی
۲/۸	رطوبت % وزنی
۸/۱	PH
۰/۳۷	حلالیت در آب % وزنی
۱/۲	حلالیت در اسید % وزنی
۰/۲۶	حلالیت در اتانول % وزنی
۲/۸	کاهش وزن در ۱۲۰ درجه % وزنی
۷/۱	کاهش وزن در ۵۵۰ درجه سانتیگراد درصد وزنی
۵۴۰	سطح فعال (میلی‌گرم بر گرم)
۴۷۰-۵۰۰	عدد ید (میلی‌گرم بر گرم)
۶۵۰	عدد ملاس (میلی‌گرم بر گرم)
۸۵	جذب متیلن بلو (میلی‌گرم بر گرم)
۰/۰۸	کلر % وزنی
۰	سولفیدها % وزنی
۰/۴۹۵	دانسیته (گرم بر سانتیمتر مکعب)

در بخش دوم از مرحله راه‌اندازی EDC و بنزن به عنوان بخشی دیگر از منبع کربن به خوراک ورودی راکتور اضافه گردید؛ و تا رسیدن به شرایط پایداری به همان صورت راهبری شد. در بخش سوم از مرحله راه‌اندازی به

طور تدریجی گلوکز ورودی به سیستم قطع شده و تمام اکسیژن خواهی دو راکتور مورد مطالعه از طریق بنزن و EDC تأمین گشت. هر دو راکتور بیولوژیکی مورد استفاده از نوع لجن فعال هوادهی گسترده بوده و دارای دو بخش راکتور هوادهی و صافی ته نشینی بودند. راکتور شماره یک برای بررسی کارایی آن در حالت عادی با نام NPAC و راکتور شماره ۲ برای بررسی کارایی آن در حالت اضافه نمودن پودر کربن فعال ایرانی با نام PACT مورد استفاده قرار گرفت. خوراک ورودی راکتورها به کمک یک پمپ دوزینگ تأمین می گردید که قابلیت تنظیم دبی ورودی به راکتور را داشت. میزان دبی ورودی در این مطالعه جهت رسیدن به مقدار آن در تصفیه خانه ها که ۰/۵ لیتر در ساعت است معین و تنظیم گردید. در ابتدای راه اندازی، سیستم به مدت ۲ هفته به صورت بسته راهبری گردید. در این مدت هر ۲۴ ساعت یک بار پس از خاموش کردن سیستم هوادهی به مدت ۳۰ دقیقه و ته نشین شدن لخته های میکروبی موجود در راکتور ۲ لیتر از مایع رویی از سیستم خارج شده و مجدداً ۲ لیتر فاضلاب مصنوعی به راکتور و هر چه کوتاه تر شدن مدت زمان راه اندازی راکتور، از غلظت گلوکز به عنوان تنها منبع کربن استفاده گردید. غلظت گلوکز در این مرحله برحسب اکسیژن خواهی شیمیایی (COD) ۲۵۰ میلی گرم در لیتر بود. پس از دو هفته راهبری راکتور به صورت ذکر شده، سیستم به صورت پیوسته به کار گرفته شد. در این بخش راه اندازی سیستم، گلوکز بود. پس از گذشت یک هفته از پیوسته نمودن راکتور، خوراک ورودی آن تغییر داده شد. بدین ترتیب میزان COD خوراک ورودی بر روی ۳۰۰ میلی گرم در لیتر تنظیم گردید که ۲۵۰ میلی گرم در لیتر از COD خوراک ورودی به کمک گلوکز و ۵۰ میلی گرم دیگر آن با کمک بنزن تأمین شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمایش های انجام شده بر روی نمونه های سیستم PACT و AS مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. همانگونه که پیشتر آمد هدف از این پژوهش مقایسه سیستم ها در کاربرد و عدم کاربرد پودر کربن فعال بوده و جهت مقایسه دقیق تر، پارامترهای COD، MLSS و MLVSS در هر سیستم مورد مقایسه قرار گرفتند. بعد از راه اندازی اولیه سیستم ها از لحاظ طراحی و ساخت و رفع نواقص ساخت و آب بندی سیستم ها و کسب اطمینان کامل از لحاظ سالم بودن اتصالات و اجزاء سیستم های مورد بررسی، مرحله سازگاری سیستم شروع گردید تا در این مرحله میکرو ارگانیسم ها نسبت به انتقال از فضای تصفیه خانه به فضای پایلوت سازگار شوند. نتایج آزمایش ها که در حدود ۸ روز متوالی انجام پذیرفت بیانگر ۶۶ الی ۹۱ درصد حذف COD فاضلاب ورودی به راکتورها بود. از روز ۴ به بعد کارایی سیستم تقریباً ثابت شده و راکتور به پایداری رسید. میزان حذف در راکتور در روز هفتم به حداکثر میزان خود رسید که برابر با ۹۱ درصد بود. در بخش دوم از مرحله راه اندازی سیستم، COD ورودی به راکتور بر روی ۳۰۰ میلی گرم تنظیم گردید که ۲۰۰ میلی گرم از آن توسط گلوکز تأمین شد و ۵۰ میلی گرم از آن نیز توسط بنزن و ۵۰ میلی گرم دیگر آن نیز توسط EDC تأمین گردید. سیستم به این ترتیب به مدت ۳۰ روز کاری به

کار گرفته شد تا راکتور به حالت پایداری رسید و در این مدت COD خروجی راکتور مورد پایش قرار گرفت. در بخش سوم از انجام مطالعه در مدت زمان ۲۰ روز به طور تدریجی از غلظت گلوکز به طور کامل از ورودی راکتور حذف گردید. در این بخش از مطالعه بیشترین میزان حذف COD برابر با ۸۵ درصد بود. در ۵ مرحله مدت زمان بارگذاری یک مرحله ۱۹ روزه به دلیل شرایط بسیار مساعد سیستم‌ها محاسبه گردید و ۴ مرحله دیگر روند ۳۰ روزه را طی نمودند که در جدول (۳) آورده شده است.

جدول ۳: بارگذاری‌های اعمال شده بر سیستم‌های آزمایشگاهی

ردیف	مقدار بارگذاری	زمان (روز)
۱	۳۰۰	۳۰
۲	۴۰۰	۱۹
۳	۷۰۰	۳۰
۴	۹۰۰	۳۰
۵	۱۱۰۰	۳۰

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج مختلف به دست آمده از مراحل مختلف این پژوهش بر روی فاضلاب مصنوعی تهیه شده بر پایه بنزن و اتیلن‌دی‌کلراید در ۵ مرحله تزریقی به دو راکتور طراحی شده می‌توان مهمترین دستاوردهای پژوهش را در موارد زیر ارائه نمود: (۱) فرآیند PACT در تمام شرایط مطالعه و در محدوده غلظت‌های ورودی بین ۳۰۰ تا ۱۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، دارای حذف بار آلی به مراتب بیشتر از سیستم NACP می‌باشد. (۲) در غلظت پودر کربن فعال ۲۵۰۰ میلی‌گرم، بازدهی حذف بار آلی در سیستم PACT همواره معادل ۱۱-۱۲ درصد بیشتر از سیستم NACP بوده و افزون بر آن پایداری و سازگاری سریع‌تر سیستم با توجه به بررسی پارامترهای مورد مطالعه بهتر از سیستم NACP بوده است. (۳) در شرایط ورود غلظت‌های مواد آلی به سیستم PACT در شرایط بهینه به ترتیب نتایج زیر حاصل شد: در غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، این مقادیر به ۱۲ درصد، در غلظت‌های ۷۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به میزان ۱۲-۱۳ درصد، در غلظت‌های ۹۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به میزان ۹-۱۱ درصد و در نهایت به غلظت ۱۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به میزان ۲/۵ درصد افزایش میزان حذف وجود داشته است. (۴) و در این حالت نیز میزان جامدات معلق مخلوط در سیستم PACT به ترتیب زیر می‌باشد: غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مقدار ۲ تا ۳ درصد پایین‌تر شد، در غلظت ۷۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مقدار ۲۵ تا ۲۶ درصد بیش از سیستم NACP و در نهایت در غلظت ۱۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر میزان MISS در سیستم PACT ۲ تا ۳ درصد نسبت به سیستم NACP بیشتر بوده است. (۵) مشاهدات میکروسکوپی و کنترل پدیده بالا آمدن لجن و نیز کف مشاهده شده در سیستم‌ها، نشان از کنترل و بهره‌برداری

مناسب‌تر و سریع‌تر PACT در مقایسه با سیستم NACP را دارد. (۶) روند کاهش و افزایش مشاهده شده در میزان مواد MLSS و MLVSS در اکثر موارد کار شده از حد مناسب سیستم لجن فعال عنوان شده در منابع تجاوز نکرد منتها دلیل به کار بردن اصطلاحات کاهشی و افزایشی تأثیر غلظت به سیستم می باشد. در مجموع، در پایان سیستم PACT را به عنوان یک روش مناسب برای تصفیه فاضلاب‌های صنعتی با S.COD نسبتاً بالا و وجود ترکیبات بازدارنده رشد می‌توان پیشنهاد نمود.

تشکر و قدردانی

مولفین این مقاله بر خود لازم می‌دانند از سازمان آب و فاضلاب استان خوزستان و همچنین مجتمع علمی و پژوهشی صنعت آب و برق خوزستان که در انجام این تحقیق نهایت همکاری را ارائه نمودند، قدردانی نمایند.

منابع

- ایمان‌دل، ک. (۱۳۷۹). مبانی شیمی تجزیه در آزمون‌های زیست محیطی آب و فاضلاب، انتشارات آیینه کتاب.
- آذری، م.، محقق، م. ع.، نهاوندیان، ب.، علوی، ح. و امام‌هادی، م. ع. (۱۳۸۴). بررسی میزان بنزن هوای محیط و شدت اثر آن بر شاخص‌های خوی کودکان ۱۰-۱۲ ساله در چهار نقطه تهران بزرگ. مجله نفس، دوره ۴، شماره ۱۳، ص ۵۵ - ۴۷.
- آقازاد، م.، مصداقی‌نیا، ع. ر. و واعظی، ف. (۱۳۸۸). بررسی کارایی تصفیه خانه فاضلاب نیروگاه سیکل ترکیبی خوی و بهینه‌سازی حذف فسفر در آن به روش بی‌هوازی-هوازی. فصلنامه سلامت و محیط زیست، دوره ۲، شماره یک، ص ۶۶-۷۵.
- باقری، م. و عظمتی، ح. ر. (۱۳۸۹). ارتقاء سلامت جسمی روانی شهروندان با طراحی محیط و منظر شهری. فصلنامه علمی و پژوهشی انسان و محیط زیست، دوره ۸، شماره ۴، ص ۸۸-۸۳.
- ترکیان، ا. (۱۳۷۲). راهنمای آزمایش‌های آب و فاضلاب، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی اصفهان. اصفهان. ایران.
- ترکیان، ا. (۱۳۷۴). مهندسی محیط زیست، انتشارات کنکاش. تهران. ایران.
- جعفرزاده حقیقی، ن. (۱۳۷۳). استفاده از فرایند PACT جهت افزایش بازدهی تصفیه پساب پالایشگاه نفت تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اهواز. اهواز. ایران.
- حسینیان، س. م. (۱۳۷۸). اصول طراحی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری و پساب صنعتی، انتشارات شهر آب آینده‌سازان. تهران. ایران.
- حمیدیه، م. (۱۳۷۳). ارزیابی کارایی صافی‌های جاذب در جذب بقایای آلاینده‌ها از آب آشامیدنی در نقطه مصرف. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ایران.
- خالدی، ش. (۱۳۷۹). مبانی محیط زیست. انتشارات عمیدی، صفحات ۸۶-۱۸.
- داوودی، م. ر.، واثقی امیری، ج.، و حبیبی ملک کلایی، م. (۱۳۹۵). سازه فضاکار با سیستم اتصالی MERO با توجه به درجه سفت‌شدگی پیچ. فصلنامه علمی و پژوهشی انسان و محیط زیست، دوره ۴۸، شماره ۲، ص ۱۹۰-۱۸۱.

درایت، ج.، رضایی، ع.، مرتضوی، س. ب.، خوانین، ع.، سلیمانی، ا. و یمینی، ی. (۱۳۸۴). مطالعه عوامل مؤثر در حذف جیوه از محلول‌های مائی با استفاده از گرانول کربن فعال. فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، دوره ۹، شماره اول، ص ۴۴-۵۱.

دستجردی، و. (۱۳۷۸). بررسی پساب حاصل از نفت خام. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره یک، شماره یک، ص ۲۵-۳۱.

دیانتی تیلکی، ر.، و میرزایی، ف. (۱۳۸۴). بررسی حذف فنل به وسیله بیوماس باکتریائی و کربن فعال بیولوژیکی. هشتمین همایش ملی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی تهران، ۱۷ آبان ۱۳۸۴، تهران، ایران.
نشریه جامع اداره آموزش مجتمع پتروشیمی آبادان. (۱۳۷۰).

واعظی، ف. و عمارلویی، ع. (۱۳۷۷). استفاده از پودر کربن فعال ساخت ایران در حذف مواد آلی محلول از آب. فصلنامه انسان و محیط زیست، دوره یک، شماره یک، ص ۳۹-۳۱.

George, A. S., Suidan, M. T. Vidic, R. D. and Brenner, R. C. (1993). Effect of GAC characteristics on Adsorbtion of Oganic Pollutions. Water Environment. Research, 65 (1), pp:53-57.

Perrich, A. S. (1988). Activated Carbon Adsorbtion for WasteWater Treatment.

Pala, A. (2004). Activated Carbon Addition to an Activated Sludge Model Reactor for Color Removal from a Cotton Textile Processing Wastewater. J. Envir, Engrg, 129, PP: 1064-1068

Raynolds, T. D. and Rinchard, P. A. (1996). Unit operation and Processes in engineering 2nd ed. Boston: PWS, 1996, pp:350-73.

Serpa, A. L. (2004). Adsorption onto Fluidized Powdered Activated Carbon Flocs – PACT, Brazil, 2004.

Singer, C. (1999). formation and control if disinfection by – Product in drinking water , AWWA.

Shell, G. (1972). Rageneration of activated carbon, Application of new phyic-chemical waste water treatment edited. by : Ecken felder W.Wir, USA.pp167-169.

Smith, J. E. and Drnner, R. C. (1991). Upgrading Exiting or Disingning New Drinking Water Treatment Facilities, ndc.

Schultz, J. R. and Keinath, T. M. (1984). Powder activated carbon treatment process mechanics. Journal Water Pollution Control Federation), 56(2), pp: 143-151.

Use of activated carbon powder in activated sludge technology to investigate the effect of wastewater treatment Petrochemical industry on a laboratory scale for water purification

Mohammad Reza Farshadi¹, Ruhollah Mokhtaran², Javad Ahadian³, Amin Bordbar^{4*}

- 1) Master of water structures of Sharab Consulting Engineers.
- 2) Master of water structures of Sharab Consulting Engineers.
- 3) Associate Professor, Faculty of Water Science Engineering, Shahid Chamran University, Ahvaz.
- 4) Assistant of water sciences and engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

* Correspondence author: Asefmn@yahoo.com

Received Date: 2021. 04. 09

Accepted Date: 2021. 08. 23

Abstract

In order to determine the characteristics of two wastewater treatment systems by activated sludge method, extensive aeration and addition of activated carbon powder to aeration unit on a laboratory scale and compare their performance in reducing the organic load caused by benzene and Ethylene dichloride in synthetic wastewater. The above two systems, one system using activated carbon powder and the other system without activated carbon powder, were designed and built on a laboratory scale with an aeration volume of 9 liters and a sedimentation unit of 4 liters. Using a synthetic wastewater with a known chemical composition based on benzene and ethylene dioxide with a COD between 300 and 1100 mg/l, the above two systems were operated for 6 months. Efficiency of reduction and removal of organic matter and changes of mixed solids as well as suspended solids of volatile mixed liquid in both systems in different conditions of change of input concentration along with keeping the amount of Iranian activated carbon powder constant at 2500 mg/l and time Hydraulic retention and solids were equal to 18 hours and 15 days, respectively. The results of this study show that the activated carbon powder selected for adsorption of ethylene chloride and benzene at 400 and 700 mg /l loads performed better than 900 and 1100 mg/l loads. It was also found that the use of activated carbon powder in the system with the powder causes faster incompatibility of the system than the activated sludge system in the aeration unit, the amount of volatile suspended solids of mixed liquid and suspended solids of mixed liquid is better than the system without activated carbon powder. If the percentage of COD removal in the system increases, the amount of the above materials will also increase.

Keywords: Karun River, Pollution, Nitrification, DE nitrification and Wastewater Treatment Plant.