



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



1215P-NWWCE

بهینه سازی شرایط برای کاهش COD پساب کلینیک دندان پزشکی با استفاده از راکتور غشایی

داریوش رجایی^۱، زهرا هجری^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان،

۲- مدیر گروه و عضو هیئت علمی، گروه مهندسی شیمی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان

d.rejaei69@yahoo.com

چکیده

آلودگی منابع آب طبیعی توسط فلزات سنگین و تخلیه بدون تصفیه پساب‌های صنعتی، دارویی و غیره یک مشکل موجود و در حال توسعه در جهان است که باعث به خطر افتادن محیط زیست می‌گردد. پساب کلینیک دندان پزشکی حاوی آمالگام و سایر آلاینده‌های مضر میکروبی و غیرمیکروبی است. آمالگام مخلوطی از چند فلز از جمله جیوه می‌باشد که در حین درمان به فاضلاب وارد می‌شود. در این پژوهش از راکتور غشایی مجهز به غشاء سنتزی نانوفیلتراسیون به منظور جداسازی آلاینده‌های موجود در پساب کلینیک دندان پزشکی استفاده شد. اثر فاکتورهایی چون دما و pH بر COD مورد بررسی قرار گرفت. طراحی آزمایش‌ها، تجزیه و تحلیل نتایج و بهینه‌سازی آن‌ها به کمک نرم‌افزار آماری Design Expert انجام شد. آزمایشات در pH های ۶/۵، ۷/۵ و ۸/۵ و دماهای ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد صورت پذیرفت. نتایج بدست آمده حاکی از آن بود که با استفاده از راکتور غشایی و نانوفیلتراسیون می‌توان COD پساب دندان پزشکی را تا ۸۹/۲۳ درصد کاهش داد pH و دمای بهینه برای دستیابی به این میزان جداسازی به ترتیب ۷/۵ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد بوده‌اند.

کلمات کلیدی: نانوفیلتراسیون، راکتور غشایی، کاهش COD، پساب دندان پزشکی

۱. مقدمه

آب شیرین، یکی از منابع طبیعی حیاتی است که اگر به‌خوبی پایش و کنترل شود تا مدت‌های زیادی قابل بهره برداری مجدد است. با پیشگیری از آلودگی ناشی از فعالیت‌های کشت و صنعت اعم از سنتی یا صنعتی، تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و دارویی و غیره تضمین توسعه به‌شمار می‌رود. بدون شک، تلاش‌های مربوط به کنترل آلودگی آب که در بسیاری از کشورها در حال پیشرفت است، تاکنون به موفقیت‌های چشمگیری دست یافته است. با این وجود مشکلاتی که بشر با آن‌ها مواجه می‌گردد پیچیده و شدیدتر می‌شود [۱]. به‌طور کلی از مهم‌ترین اهداف تصفیه فاضلاب‌ها می‌توان به کنترل آلودگی محیط زیست، جلوگیری از شیوع بیماری‌های عفونی و مزمن، حفظ زیبایی محیط زیست و امکان استفاده مجدد از پساب اشاره نمود [۲].

امروزه فناوری غشایی به‌واسطه کمبود اثر مخرب آن بر محیط زیست و نیز کم بودن هزینه‌های نگهداری و بهره برداری در مقیاس وسیع در صنایع تصفیه آب به کار گرفته می‌شود، که نتیجه آن جذب اغلب آلودگی‌های محلول، معلق و زیستی در آب می‌باشد. همچنین توجه و تمایل بیشتر به حفاظت از محیط زیست، تقاضا برای آب تمیز و بازده انرژی بالا از فرآیندهای غشایی را افزایش داده است [۳]. شاخصی که محتویات آلی فاضلاب را منعکس می‌کند، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) است که میزان اکسیژن مصرفی در طول یک روند آزمایشگاهی را مشخص می‌کند. در این روند مواد آلی موجود در فاضلاب به طریق شیمیایی اکسید می‌گردد به دلیل اینکه برخی از مواد کربنی در یک فاضلاب شهری به شکلی است که برای دریافت بیولوژیکی در دسترس نمی‌باشد، مقدار

BOD از COD کمتر است. در حالت کلی نسبت COD به BOD بین ۲ تا ۲/۲ می باشد. نسبت های بالاتر ممکن است دلالت بر این موضوع باشد که فاضلاب صنعتی می باشد و حاوی موادی است که قابل تجزیه بیولوژیکی نیستند [۴]. سیر تکاملی جداسازی غشایی با انجام پژوهش ها بر روی ساختار انواع غشاهای شناخت فرآیند و در طی زمان به گونه ای ادامه یافت که در حال حاضر این فرآیند یکی از شیوه های شیرین سازی آب دریا محسوب می شود [۵]. شین وی و همکاران در سال ۲۰۱۲ به بررسی تصفیه فاضلاب دارویی توسط غشاهای بیوفیلم راکتور^۱ (MABR) در مقیاس پیلوت پرداختند و در آن متغیرهای BOD، COD و NH_4 مورد بررسی قرار گرفت. سیستم مقیاس پیلوت یکپارچه راکتور غشاهای بیوفیلم شامل هیدرولیز، اسیدی شدن پیش تصفیه، فرایند (MABR) و جذب کربن فعال پس از پردازش طراحی شده بود. این فرایند در ۲۶۰ روز انجام شده که به طور مؤثر می تواند بیش از ۹۰٪ از COD و ۹۸٪ از آمونیاک را حذف کند [۶].

عملکرد غشاهای شدة تحت تأثیر خواص فیزیکی و شیمیایی مواد سازنده غشاهای می باشد. خواص غشاهای برای پیش بینی چگونگی انجام جداسازی توسط آن ها مفید است. خواص غشاهای با توجه به مواردی که در ساخت آن ها بکار گرفته شده، شیوه ساخت و اصلاحات بعدی به وجود می آید. ماده ایده آل غشاهای ماده ای است که قادر به ایجاد فلاکس زیاد بدون گرفتگی و انسداد از نظر فیزیکی بادوام، از نظر شیمیایی پایدار غیر قابل تجزیه بیولوژیکی، مقاوم در مقابل مواد شیمیایی و ارزان قیمت باشد. به علت فقدان وجود یک ماده با ویژگی کامل، انواع مواد برای غشاهای استفاده می شوند [۷].

Konieczny و همکاران در سال ۱۹۹۲ کاهش COD سه نوع امولسیون نفتی را با استفاده از غشاهای بررسی کردند. نتایج بدست آمده حاکی از حذف ۹۰ درصد COD بودند [۸]. حسیمی و همکاران در سال ۲۰۱۶ به مطالعه حذف COD و N_2 از ترکیبات فاضلاب دارویی با استفاده از راکتور SBR^۲ پرداختند. نتایج نشان داد میزان حذف COD ۸۸٪-۸۹٪ و NH_3-N ۷۷٪-۹۶٪ و نیترات ۳۵٪-۹۲٪ است [۹]. ونو همکاران در طی آزمایش هایی که بر روی فاضلاب بیمارستانی انجام دادند از یک راکتور MBR^۱ با قطر منافذ ۰/۴ میکرون استفاده نمودند. نتایج به دست آمده از این تحقیقات بیانگر کارایی ۹۳ درصدی حذف نیتروژن آلی و COD است [۱۰]. نظر به اینکه پساب کلینیک دندان پزشکی حاوی میکروارگانیسم های بیماری زا، فلزات سنگین نظیر جیوه و غیره است که باعث به خطر افتادن سلامت انسان ها و موجودات زنده، شیوع انواع بیماری ها و همچنین تخریب محیط زیست می شود و تا کنون در کشور ما مطالعه ای بر روی تصفیه این پساب انجام نشده است. در این پژوهش راکتور غشایی به منظور جداسازی آلاینده های موجود در پساب کلینیک دندان پزشکی و همچنین اثر فاکتورهای چون، دما و pH بر COD پساب مورد بررسی قرار گرفت.

۲. مواد و روش ها

۲-۱ مواد

غشای نانوفیلتر از جنس پلیمر پلی وینیلیدین فلوراید جهت تصفیه پساب و جداسازی آلاینده ها و ناخالصی های موجود، استفاده شد و جهت مشخص شدن مقدار COD پساب و پساب تصفیه شده، ویال ۱۵۰-۱۰ مارک Lovibond ساخت کشور آلمان مورد استفاده قرار گرفت. جهت کاهش pH پساب، HCL ۰/۱ نرمال با درصد خلوص ۳۷٪ مارک آلمان ساخت کشور ایران استفاده شد و جهت افزایش pH پساب، NaOH ۰/۱ نرمال مارک آلمان سیناساخت کشور ایران استفاده شد.

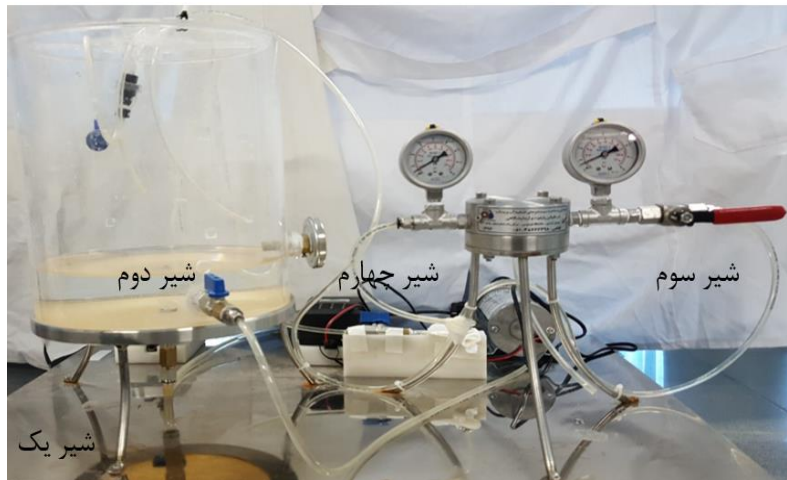
۲-۲ روش ها

دستگاه راکتور غشایی مورد استفاده در این آزمایش مطابق شکل ۱ شامل اجزای زیر بوده:

الف: مخزن ۱۰ لیتری

^۱ Membrane Aerated Biofilm Reactor

^۲ Sequence Batch Reactor

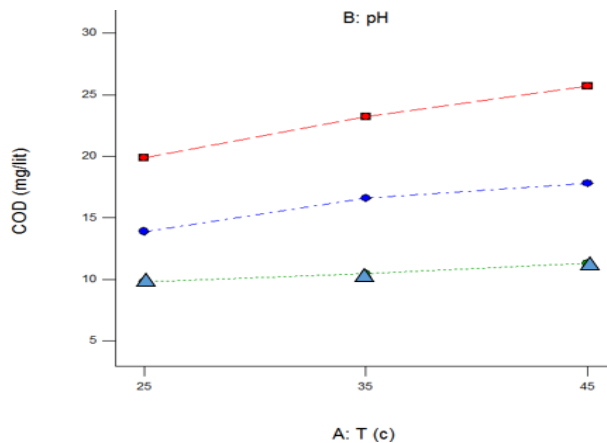
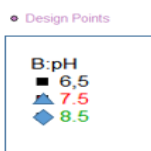


شکل ۱- دستگاه راکتورغشایی

قبل از انجام آزمایش، نانو غشا در محفظه نگهدارنده قرار داده شد و تمام شیرها به جز شیر تخلیه مخزن در حالت باز قرار داده شد و سپس ۱/۵ لیتر پساب درون مخزن ریخته و دستگاه روشن شد. شیر قسمت محفظه نگهدارنده غشا به آرامی بسته شد. شیر قسمت پمپ به آرامی بسته شد تا فشار مورد نظر (۱۴ بار) بر روی فشارسنج نمایان گردید. بشر زیر لوله محفظه نگهدارنده غشا جهت جمع آوری پساب تصفیه شده قرار داده شد. در عملیات جداسازی که مدت ۳۵ دقیقه به طول انجامید مقدار ۲۰۰cc از پساب تصفیه شد. برای اندازه گیری COD در اولین گام ۲cc از آب دیونیزه شده داخل ویال ۱۵۰-۰ جهت تهیه نمونه شاهد ریخته شد؛ سپس از درون نمونه به میزان ۲cc به داخل ویال ۱۵۰-۰ جهت اندازه گیری COD نمونه منتقل شد و هر دو به مدت ۱۲۰ دقیقه داخل دستگاه هضم در دمای ۱۵۰ درجه سلیسیوس قرار گرفت. بعد از سرد شدن، نمونه شاهد داخل دستگاه اسپکتروفتومتر قرار داده شد و بعد از کالیبراسیون دستگاه، نمونه شاهد خارج و نمونه اصلی قرار گرفت. سپس مقدار COD خوانده شد. همچنین برای اندازه گیری pH، پس از شستشو و خشک کردن الکترود دستگاه pH متر، الکترود داخل پساب قرار داده شد سپس با ثابت شدن عدد نشان داده شده روی دستگاه pH متر عدد pH معلوم شد.

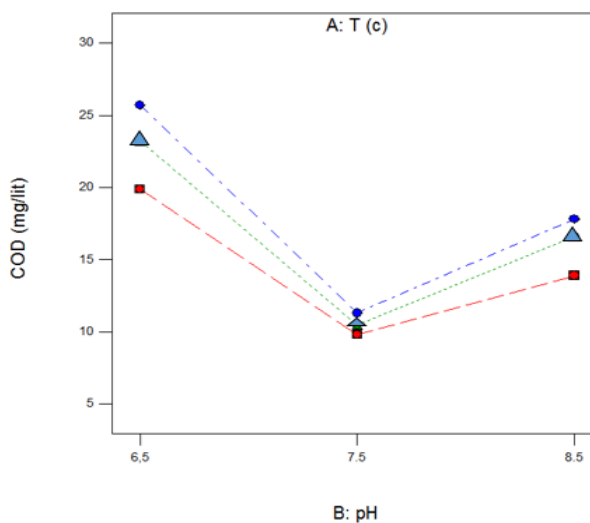
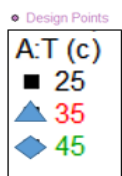
۳. نتایج و بحث

به منظور بررسی اثر دما بر کاهش COD آزمایشات در دماهای ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه انجام شد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد با افزایش درجه حرارت سرعت ته نشینی کاهش و در نتیجه آن مقدار جامدات معلق خروجی افزایش و نهایتاً میزان حذف COD کاهش یافت. همان طور که در شکل ۲ مشاهده می شود، با افزایش دما، COD افزایش می یابد. بهترین بازده حذف COD در دمای ۲۵°C و کمترین بازده حذف COD در دمای ۴۵°C است. همانطور که در نمودار مشخص است هرچه دمای پساب افزایش پیدا می کند راندمان حذف COD نیز کاهش پیدا می کند.



شکل ۲- تغییرات COD بر حسب دما در pH های مختلف

به منظور بررسی اثر pH بر کاهش COD آزمایشات در pH های ۶/۵، ۷/۵ و ۸/۵ انجام شد. به منظور کاهش COD آزمایشات در سه محیط خنثی، اسیدی و بازی با pH های ۶/۵، ۷/۵ و ۸/۵ انجام شد. اثر pH بر COD در شکل ۳ در دماهای مختلف نشان داده شده است. چنانکه ملاحظه می گردد محیط اسیدی و بازی باعث افزایش COD می شود. میزان بالای COD در pH های اسیدی و بازی ناشی از شرایط رشد و بقا میکروارگانیسمها در pH های مختلف می باشد. رشد و بقا میکروارگانیسمها تا حد زیادی تحت تاثیر pH محیط است و پساب مورد نظر دارای باکتری ها و آلاینده هایی است که pH بر روی هر کدام از آنها تاثیر متفاوتی می گذارد. بهترین بازده حذف COD در pH: ۷/۵ و کمترین بازده حذف COD در pH: ۶/۵ بدست آمد.



شکل ۳- تغییرات COD بر حسب pH در دماهای مختلف

به طور کلی از مهم ترین اهداف تصفیه فاضلاب ها می توان به کنترل آلودگی محیط زیست، جلوگیری از شیوع بیماری های عفونی و مزمن، حفظ زیبایی محیط زیست و امکان استفاده مجدد از پساب اشاره نمود. در این پژوهش که به بررسی دو متغیر دما و pH بر روی پساب کلینیک دندان پزشکی صورت گرفت، نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که در محیط خنثی (۷/۵) و دمای محیط (۲۵ درجه سانتی گراد) راندمان حذف COD به بالاترین حد خود رسیده و تا ۸۹/۲۳ درصد میتوان COD را کاهش داد.

۵. منابع

1. Siom Judd The MBR book; principles and a Applications of Membrane BioReactor in water and wastewater treatment
۲. فرشاد گلبابایی کوتنایی، حسن امینی راد، مهدی اسدی، ۱۳۹۱، بررسی تأثیر فرآیند بیوراکتور غشایی مستغرق در حذف مواد مغذی از فاضلاب بیمارستانی، مجله سلامت و بهداشت، دوره سوم، شماره چهارم، ۶۳-۷۱.
3. BombenJ, 2008, " Membrane Separation", SRI Consulting Business Intelligence
4. Peter Spencer Davies B.Sc, Ph.D, Strathkelvin Instruments Ltd, 2005, WATER AND WASTEWATER ENGINEERING SCIENCE
5. Mohammad Ali ZazouliPh.D, ZabiholahtofighiPh.D, 2008, Fundamentals Of Membrane Processes and Application For Water and Wastewater Treatment, page 1-3
6. Xin Wei, Baoan Li, Song Zhao, Li Wang, Hongyu Zhang, Chang Li ,Shichang Wang, 2012, Mixed pharmaceutical wastewater treatment by integrated membrane-aerated biofilm reactor (MABR) system – A pilot-scale study
7. Mohammad Ali ZazouliPh.D, ZabiholahtofighiPh.D, 2008, Fundamentals Of Membrane Processes and Application For Water and Wastewater Treatment, page31-36
8. S. H, Lin. W. j, Lan. (1998), « Waste Oil/ Water Emulsion Treatment by Membrane Process”, Journal of Hazardous Materials, 59, pp59, -199.
9. Hassimi Abu Hasana,b, SitiRozaimah Sheikh Abdullah a, Ali WaheidNakemish Al-Attabi, Daniah Ali Hassoon Nash a, NurinaAnuar, NorlizaAbd. Rahman, HarminSulistiyaningTitah, 2014, Removal of ibuprofen, ketoprofen, COD and nitrogen compounds from pharmaceutical wastewater using aerobic suspension-sequencing batch reactor (ASSBR)
10. Xianghua W, Hangjiu D, Xia H, Ruopeng L. 2004, Treatment of Hospital Wastewater Using a Submerged Membrane Bioreactor. Process Biochemistry. 39: 1427–1431.