



دانشگاه زنجان



انجمن مهندسی شیمی
دانشگاه زنجان

فرآیندهای سبز

گاهنامه علمی فرهنگی انجمن علمی مهندسی شیمی دانشگاه زنجان
دوره پنجم - شماره دوم - فروردین ۱۴۰۲



محیط زیست

تسيز جي عم

صاحب امتیاز:

انجمن مهندسی شیمی

دبیر انجمن:

وحید صفری

سر دبیر:

شمیم صفائی

مدیر مسئول:

عرفان حیدری

استاد مشاور:

دکتر کاوه کلانتری

طراح جلد و صفحه آرایی:

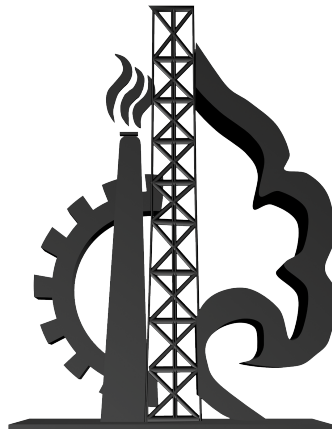
علیرضا رحیمی

هیئت تحریریه:

عرفان حیدری، لیلا نصیری، مجتبی کرمی،

محسن صالحی، سحر مراسی نژاد، قاسم سخی،

رژین خاکپورنیا، شمیم صفائی



انجمن مهندسی شیمی
دانشگاه زنجان

فهرست

- ۵.....سخن سردبیر
- ۶.....معرفی کتاب
- ۷.....نماهای دوپوسته
- ۱۰.....حذف فلزات سنگین از فاضلاب
- ۱۶.....غشاهای نانوکامپوزیت برای تصفیه پساب
- ۲۱.....متاناسیون به کمک کربن دی‌اکسید
- ۲۴.....تجزیه زیستی برای حذف آلودگی نفتی

سخن سردیر

با عرض سلام خدمت همراهان محترم نشریه فرآیندهای سبز؛

بسیار خرسندیم که شماره دیگری از نشریه با همکاری و همفکری هیأت تحریریه به حضور مخاطبان عرضه می‌کنیم. هدف از انتشار یک این نشریه علمی، پویایی مهم‌ترین هدف انتشار مجله علمی - دانشجویی، فراهم‌سازی زمینه‌ای برای بازتاب فعالیت‌های علمی دانشجویان است و فرصت مناسبی را برای کسب تجربه در زمینه مقاله‌نویسی و انتشار فراهم می‌آورد. تلاش ما بر این است با انتشار این مجله زمینه افزایش دانسته‌های علمی و تجربی دانشجویان را فراهم نماییم. بر آنیم که این مجله سیاه مشقی باشد برای مهندسان شیمی آینده که نوشتن علمی را به عنوان شیوه خود در پیش گیرند و غرض از وسواس علمی بالایی در انتخاب مقالات و مطالب، ارتقا سطح علمی و تخصصی مجله خواهد بود. امیدواریم این مجله به تدریج جایگاه واقعی خود را در میان جامعه مهندسان شیمی ایران بیابد و در راه انتشار مقالات علمی گام‌های اساسی بردارد.

در پایان سخن از اساتید محترم دانشگاه، پژوهشگران ارجمند، نویسندگان توانمند و به ویژه دانشجویان عزیز درخواست می‌کنیم در تعالی محتوا و ارزشهای علمی مجله ما را یاری رسانند؛ تا با تکیه به ارشاد شما عزیزان گامی مؤثر و مفید در زمینه مشارکت در فعالیت‌های علمی جامعه مهندسی شیمی ایران برداشته باشیم.

با سپاس

شمیم صفائی



تحقیقات بیوانرژی: بازبینی آخرین پیشرفت‌ها

ویراستاران: Neha Srivastava، Manish Srivastava، Rajeev Singh

این چاپ توسط نشریه Springer از شرکت Springer Nature سنگاپور منتشر شده

“

تحقیقات کارشناسان و دانشگاهیان به عنوان طراح جلد، ویراستاران و نویسندگان از تمام مناطق جهان است. جدیدترین سری این کتاب، رویکردها و دیدگاه‌های مختلف تولید انرژی پاک را در دو بخش منتشر و در حال توسعه جهان را توضیح می‌دهد. در فصل اول این کتاب، مقاله‌ای با عنوان فناوری‌های تولید سوخت زیستی، مقایسه سوخت‌های زیستی و سوخت‌های فسیلی به نوشته زهرا شاهی و محمد خواجه مهریزی از دانشگاه یزد را در خود جای داده. این فصل درباره طبقه بندی سوخت‌های زیستی، تولید بیودیزل و بیوالکل، مواد اولیه در تولید بیوسوخت‌ها (از جمله: چربی حیوانی، پسماند روغن و ضایعات گوشتی و چرم، میکروارگانیسم) و طبقه بندی بیودیزل‌ها توضیحات داده شده است.

این کتاب توسط موسسات و کارشناسان معتبر تنظیم و انتشار یافته است تا به خوانندگان در کل جهان در مورد گزینه‌های انرژی جایگزین خدمت کند.

مصرف سوخت‌های فسیلی به طور مداوم در سراسر جهان در حال افزایش بوده و به طور همزمان به عامل اصلی گرمایش جهانی و همچنین آلودگی محیط زیست تبدیل شده است. با توجه به طول عمر محدود سوخت‌های فسیلی و گزینه‌های محدود انرژی جایگزین، بحران‌های انرژی، نگرانی مهمی است که جهان با آن مواجه است. در این میان بحث زیست‌محیطی و اقتصادی، انرژی‌های تجدیدپذیر جایگزین مانند بیودیزل، هیدروژن، باد، خورشید و منابع بیوانرژی که می‌توانند انرژی بدون هیچ میزان تولیدی از کربن، به‌عنوان منبع عالی انرژی پاک، داغ است. برای به حداکثر رساندن کارایی و بهره‌برداری سوخت‌های پاک از طریق روش‌های سبز و تجدیدپذیر، درک ساختاری، پایداری و امکان‌سنجی فنی-اقتصادی این انرژی‌های جایگزین بسیار مهم است. این مجموعه تحقیقات در قالب کتاب، پوششی جامع در مورد حوزه‌های اکتشاف منابع انرژی پاک و اطمینان از تولید آن را به شیوه‌ای مقرون به صرفه و همچنین از نظر زیست‌محیطی امکان‌پذیر را ارائه می‌کند. این مجموعه شامل

”

تاریخچه پیدایش نماهای دو پوسته:

اولین مفهوم نماهای دوجداره توسط یک معمار سوئیسی - فرانسوی در قرن بیستم ارائه شد. او ایده خود را «دیوار طبیعی» نام گذاری کرد. ایده او شامل جایگذاری لوله‌های سرد و گرم در بین لایه‌های شیشه‌ای بود، مهندسان آمریکایی اعلام کردند که این سیستم انرژی بیشتری از دیگر سیستم‌های هوایی رایج استفاده می‌کند ولی اعلام کرد در صورت استفاده از سیستم‌های خورشیدی حرارتی این سیستم نمای دولایه بسیار بهتر عمل می‌کند.

بر اساس اصول ساختمان‌های سبز در قرن ۱۹ و تحول در ساختمان‌های اسکلتی (که دیگر دیوار خارجی تحمل بار را نداشته و صرفاً یک پوسته در برگیرنده است) امکاناتی برای طراحی پوسته خارجی ساختمان در اوایل قرن ۲۰، برای معماران ایجاد شد؛ زیرا که دیگر اندازه، شکل و تعداد پنجره‌ها به واسطه ملاحظات سازه‌ای یک محدودیت نبود. حضور شیشه تحولی عظیم در معماری به وجود آورد، شیشه به عنوان ماده‌ای که در عین خاصیت جداکنندگی‌اش می‌تواند به چشم نیز نیاید. ساختمان‌ها را به سمت سبکی و ماده زدایی هرچه بیشتر پیش برد. اما محدودیت‌های فیزیکی ساختمان و فاکتورهای راحتی انسان، همچنان به عنوان قیود طراحی وجود داشتند. به کارگیری سیستم‌های مکانیکی یعنی ایجاد رفاه دائمی برای کاربران بدون در نظرگیری هیچ قید و شرطی که ناشی از عدم آگاهی از مباحث مطرح در محیط زیست بوده و باعث اتلاف انرژی‌های بسیار گردید. نتیجه تمام تحقیقات نشان می‌داد که نماها بایستی با کیفیتی بهتر و به گونه‌ای طراحی شوند که امکان مقابله و مواجهه با باد و باران و گرما و رطوبت را داشته باشند. در اواخر دهه ۱۹۵۰ پنجره‌هایی ساخته شدند که بر مبنای پنجره‌های جعبه‌ای دو شیشه داشتند. در این نوع جدید لنگه درونی و بیرونی به طور مکانیکی به هم متصل بودند و همانند یک پنجره تک شیشه‌ای برای تهویه درون باز میشدند. در این پنجره‌ها یک فریم به جای دو فریم کار می‌شود. در بعضی موارد پرده‌هایی به عنوان آفتاب شکن در بین دو لایه قرار می‌گیرد که در اصل برای جلوگیری از خیرگی می‌باشد. فاصله دو شیشه در میزان عایق بودن پنجره بسیار موثر است. اگر فاصله دو شیشه از حدی خاص کمتر (یا بیشتر) باشد، کارایی چندانی ندارد. در دهه ۷۰ میلادی به عنوان عکس العملی به بحران نفتی، علاقه‌ای به صرفه جویی در انرژی و حفاظت از محیط زیست پدید آمد. در همین راستا، با به وجود آمدن گرایش‌هایی با عنوان معماری حساس به محیط، تحولی در پوسته خارجی ساختمان به وجود آمد؛ همچنین معماران به امکان بهره‌برداری از توده ساختمان و انعطاف‌پذیری آن در تهویه و حفاظت در برابر آفتاب آگاه شدند. در اروپا هم استفاده غیرفعال از عایق به جهت صرفه‌جویی انرژی به طور فزاینده‌ای مورد بحث قرار داشت. به طور کلی شیشه‌ای ایده‌آل است که حداکثر نور را از خود عبور داده؛ ولی جابجایی انرژی در آن کم باشد. فقط در سالهای ۱۹۹۰ بود که پیشرفت بزرگی با تولید نوع ویژه‌ای از شیشه‌های ضد آفتاب با قابلیت عبور نور بالا به دست آمد.



نحوه عملکرد در فصول گرم سال:

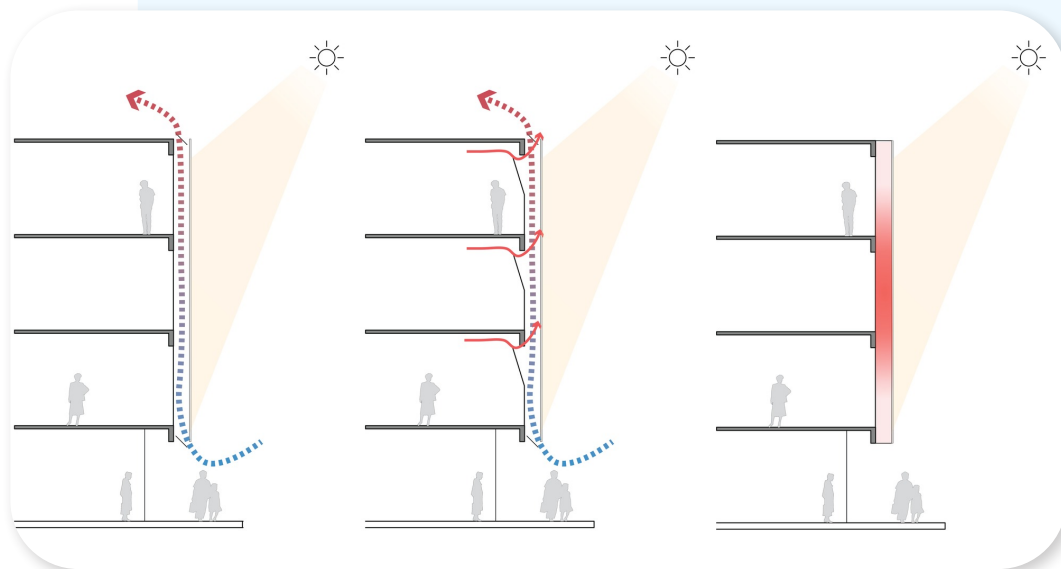
هوای دمیده شده در شکاف نماها حرارت ذخیره شده در آن را خارج می‌کند و از لحاظ تئوری دمای غشای میانی پایین نگه داشته می‌شود و این امر رسانش، همرفت و تابش گرما را از سطح داخلی شیشه به فضای زندگی کاهش می‌دهد. با گرم شدن هوای داخلی شکاف، اثر مکش قویتر شده و هوای خنک با سرعت بیشتری به فضای داخل نمکشیده می‌شود و به شیوه پارادوکسی گرمای خورشید به خنک کردن نما کمک می‌کند.

نحوه عملکرد در فصول سرد سال:

می‌توان دو حالت برای عملکرد این نماها در نظر گرفت. در حالت اول نما به شکل سیستم بسته است که هوا در آن جریان ندارد. به همین طریق هوای بین شکاف گرم می‌شود و دمای سطح داخلی افزایش می‌یابد و در نتیجه رسانش، همرفت و اتلاف تابش کاهش می‌یابد. در حالت دوم هوای گرم از فضای زندگی به داخل شکاف وارد می‌شود. سطح، شیشه داخلی را گرم کرده و به همان نتایج بالا دست می‌یابیم؛ همچنین وسایل سایه انداز غالباً به شکل کرکره‌های افقی و قابل تنظیم به عنوان وسیله خنک کننده غیرفعال عمل می‌کند را تعبیه کرد تا با انعکاس یا جذب اشعه خورشید در فصول گرم و سرد محیط مطلوب را برای ما فراهم کند.

لزوم حفظ انرژی و افزایش مقاومت و پایداری در ساختمان‌ها انگیزه و دلیلی برای استفاده از سیستم‌های خورشیدی است. از این سیستم‌ها، نمای دوجداره است که توجه زیادی را به خود جلب کرده و بازدهی بالایی دارد.

سیستم نمای دوجداره یک چهارچوب و قالب ساختمانی است که از ۲ لایه جداگانه شیشه‌ای تشکیل شده و با یک مجرای هوای تهویه شده از هم جدا می‌شوند. علل استفاده از سیستم نمای دوجداره را می‌توان کاهش نیاز به بار حرارتی به وسیله افزایش درجه حرارت نمای داخلی، با استفاده از تابش خورشید، کاهش بار سرمایی به وسیله‌ی پایین آمدن درجه حرارت از طریق تهویه و کاهش تابش نور خورشید و کاهش انتشار سروصدا در داخل خانه ذکر کرد. همچنین علاوه بر زیبایی آن، سیستم نمای دوجداره می‌تواند پرتوهای خورشیدی نماهای شیشه‌ای را جذب کرده و تخلیه کند و تهویه طبیعی را در ساختمان به وجود آورد. بنابراین تعادل گرمایی و کیفیت هوای درونی را با حفظ انرژی تقویت می‌کند. با توجه به تحقیقات انجام شده در مناطقی که دارای تابش فراوان خورشید می‌باشند؛ استفاده از سیستم نمای دوجداره توصیه شده است. در کشور ایران نیز که تابش خورشید فراوان است؛ استفاده از سیستم نمای دوجداره می‌تواند عملکرد و نقش بسزایی در حفظ انرژی ایفا کند.





نماها به انواع زیر تقسیم می‌شوند

۱. نماهای دو پوسته یکپارچه، دو پوسته راهرویی.

۲. نماهای دو پوسته بسته، نماهای دو پوسته ستونی.

نماها براساس تفاوت در پوسته به نماهای حائل (محافظ)، دو قلو، استخراج‌کننده هوا، یا هیبریدی تقسیم‌بندی می‌شوند.

نماها براساس نوع هندسه حفره به صورت نماهای چند طبقه، کریدوری، پنجره‌ای و نمای نیزه‌ای تقسیم‌بندی می‌شوند.

اثرات منفی این نماها به شکل زیر است

باید میعان و نم زدایی در این سیستم کنترل شود بخصوص در آب و هوای سرد که خود معضل بزرگی است و در صورت کنترل نشدن می‌تواند سبب رسید میکروارگانیسم‌ها و یا کاهش شفافیت دید از شیشه و یا غیره شود.

اثرات مثبت این نماها به شکل زیر است

۱. کاهش اتلاف گرما در طول زمستان
۲. کاهش جذب گرما در طول تابستان
۳. استفاده از نور طبیعی جای نور مصنوعی تا حد امکان
۴. تنظیم دمای داخلی ساختمان در طول فصول مختلف به دمای مطلوب زندگی
۵. امکان بازیابی تلفات انتقال از طریق جریان هوا
۶. تامین بیشتر رفاه ساکنان در ساختمان های ساخته شده با نماهای دو پوسته‌ای

حذف فلزات سنگین از فاضلاب

مجتبی کریمی، محسن صالحی

فلزات سنگین یکی از آلاینده های پایداری هستند که در طبیعت تجزیه نمی شوند و این فلزات به مقدار می توانند همراه پساب یا فاضلاب صنایع مختلف به محیط زیست وارد شوند. معمولاً کمی برای عملکرد طبیعی بدن مورد نیاز هستند؛ اما ورود بیش از حد مجاز آنها به بدن، مسمومیت ایجاد خواهد کرد. برای حذف فلزات سنگین از روش های مختلفی استفاده می شود.

در روش فرآیندهای غشایی آب آلوده به فلز سنگین در تماس با غشاء آلودگی از آب جدا می شود.

در روش ته نشینی شیمیایی، روشی انتخابی برای حذف فلزات سنگین محلول می باشد. امروزه در صنایع از این روش به دلیل راحتی اجرای عملیات و هزینه پایین به طور گستردهای استفاده می شود.

در روش تصفیه الکتروشیمیایی اساس حذف فلزات سنگین موجود در آب به روش الکتروشیمیایی، اعمال جریان الکتریسیته مستقیم، از طریق آند به درون محلول حاوی فلزات سنگین و انجام واکنش های اکسیداسیون و کاهش در الکترودها می باشد.



بسیاری از چشمه های آب های معدنی خصوصاً چشمه های آبگرم، به طور طبیعی حاوی آرسنیک و فلزات سنگین می باشند. این چشمه ها در حین عبور از اعماق زمین، در تماس با بسترهای مختلف و با ترکیبات متفاوت قرار می گیرند؛ لذا حاوی ترکیبات متفاوتی می شوند که وجود دمای بالای اعماق زمین، باعث تشدید غلظت این اجزا می گردد؛ بنابراین به صورت طبیعی آب های سطحی متأثر از این چشمه ها، میتوانند به فلزات سنگین آلوده شوند. همچنین محیط زیست از طریق فعالیت های انسانی مانند استخراج معادن، تولید شمش فلزاتی نظیر سرب، روی، مس، کادمیم و ... تولید سوخت و انرژی، استفاده از سموم کشاورزی، صنایع باتری سازی و رنگ سازی به فلزات سنگین آلوده می شود.

فلزات سنگین، عناصری هستند که دارای وزن اتمی بین ۶۳/۵ گرم تا ۲۰۰/۵ گرم و وزن مخصوص بزرگ تر از ۵/۰ گرم بر سانتی متر مکعب می باشند.

کیالت (Co)، مس (Cu)، کروم (Cr)، آهن (Fe)، منگنز (Mn)، مولیبدن (Mo)، نیکل (Ni)، سلنیوم (Se) و روی (Zn) از جمله فلزات سنگین می باشند که برای عملکرد طبیعی بدن نیز مورد نیاز هستند؛ اما ورود بیش از حد مجاز فلزات سنگین به بدن، مسمومیت ایجاد خواهد کرد. مقادیر بیش از حد فلزات سنگین در خاک و آب، مسئله مهمی است که می تواند تهدید کننده اکوسیستم های آبی، کشاورزی و سلامت عمومی جامعه باشد.

از مهم‌ترین ویژگی‌های سمیت فلزات سنگین می‌توان به موارد زیر اشاره کرد

این عناصر سمی در طبیعت و بدن پایداری زیادی دارند. میزان سمیت برخی از فلزات سنگین از قبیل جیوه در یک محیط خاص به مرور زمان افزایش پیدا می‌کند.

تجمع فلزات سنگین و افزایش غلظت فلزات سنگین در بدن، سبب افزایش سمیت آن‌ها شده و به فعالیت‌های فیزیولوژیکی بدن آسیب می‌رساند.

میزان غلظت و سمیت فلزات سنگین باهم متفاوت هستند؛ اما آرسنیک، کادمیم و جیوه حتی در مقادیر بسیار پایین نیز می‌توانند ایجاد سمیت کنند.

این فلزات می‌توانند از طریق آب، هوا و خاک به طور مستقیم نوشیدن آب و استنشاق هوای آلوده به فلز سنگین و یا غیرمستقیم خوردن محصولات، میوه‌ها و گوشت حیوانات آلوده به فلز سنگین وارد بدن انسان شوند. این فلزات به علت عدم دفع و تجزیه در بدن انباشته شده و مشکلات زیادی در بدن ایجاد می‌کنند.

تماس با فلزات سنگین می‌تواند سبب مشکلات پوستی، گوارشی، تنفسی، کلیوی، کبدی و سرطان شود. فلزات سنگین نظیر کروم، آرسنیک، کادمیم، جیوه و سرب پتانسیل بیشتری برای آسیب رساندن به سلامتی دارند. مطابق جدول، حدود مجاز و تأثیرات مخرب برخی از فلزات سنگین در آب شرب، براساس رهنمودهای سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده USEPA ارائه شده است. با توجه به اثرات مخرب و مشکلات جدی حضور فلزات سنگین در آب شرب و کشاورزی برای سلامتی انسان، لذا باید نسبت به حذف و کاهش فلزات سنگین اقدام نمود؛

روش‌های در این مطالعه ابتدا روش‌های متداول حذف و مکانیزم جداسازی نظیر روش غشایی، ته‌نشینی شیمیایی، تصفیه الکتروشیمیایی، تبادل یونی، جذب سطحی، زیست‌پالایی و فتوکاتالیستی به اجمال مورد بررسی قرار گرفت و سعی شد تا با ارائه مزایا و معایب روش‌ها، امکان انتخاب روش مناسب به راحتی وجود داشته باشد.

منظور از روش مناسب، روشی است که در عین دسترسی به دانش فنی، در فرآیند تصفیه از کارایی بالایی برخوردار بوده و از مدنظر هزینه نیز اقتصادی باشد

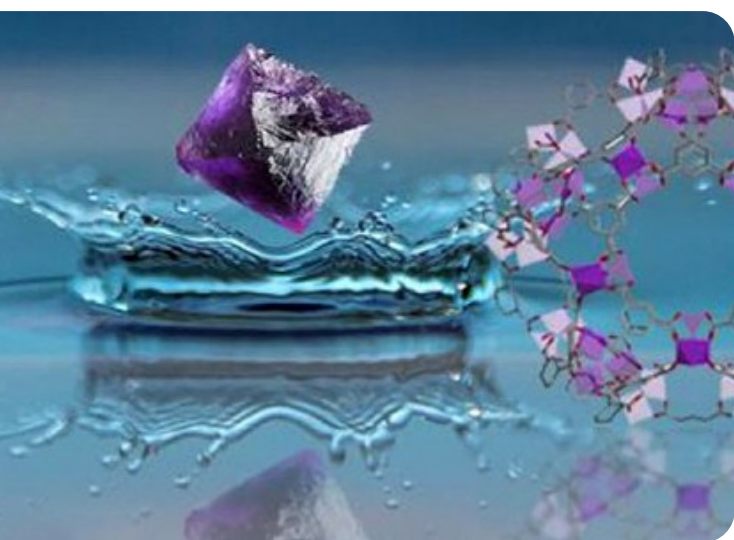
فرآیندهای غشایی

برای حذف فلزات سنگین، از روش غشایی می‌توان استفاده نمود که به

حد مجاز فلزات سنگین در آب شرب و تأثیرات مخرب آن بر سلامت انسان بر اساس USEPA

نام فلز	حداکثر غلظت مجاز مورد نظر (میلی گرم بر لیتر)	حداکثر غلظت مجاز (میلی گرم بر لیتر)	عوارض
آرسنیک	صفر	۰/۰۱	ضایعات پوستی، هیپوپوگماتاسیون، سرطان پوست
کادمیم	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	آسیب کلیه، کبدی، ناراحتی پانکراس
کروم	۰/۱	۰/۱	مشکلات تنفسی، ناراحتی ریه، آسم
مس	۱/۳	۱/۳	سوزش چشم، سردرد، حالت تهوع
جیوه	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	از دست دادن حافظه، آسیب کلیه، زودرنجی
سرب	صفر	۰/۰۱۵	سرطان زا، کاهش عملکرد سیستم عصبی، ضعف در انگشتان

غشایی اشاره نمود. برخی دیگر از غشاها براساس اختلاف غلظت کار می‌کنند. اساس جداسازی در دیالیز و استخراج غشایی، اختلاف غلظت می‌باشد. در فرآیند الکترودیالیز نیز اساس فرآیند جداسازی غشایی، اختلاف پتانسیل الکتریکی است. الکترودیالیز نیز یک روش غشایی می‌باشد که مواد یونی محلول از طریق غشای تبادل یون با اعمال پتانسیل الکتریکی عبور می‌کنند. در حین عبور مواد یونی از غشاء، آنیون‌ها به سمت مثال می‌توان به تقطیر غشایی اشاره نمود. برخی دیگر از غشاها بر اساس اختلاف غلظت کار می‌کنند. اساس جداسازی در دیالیز و استخراج غشایی، اختلاف غلظت می‌باشد. در فرآیند الکترودیالیز نیز اساس فرآیند جداسازی غشایی، اختلاف پتانسیل الکتریکی است. الکترودیالیز نیز یک روش غشایی می‌باشد که مواد یونی محلول از طریق غشای تبدیلیون با اعمال پتانسیل الکتریکی عبور می‌کنند. در حین عبور مواد یونی از غشاء، آنیون‌ها به سمت کاتد و کاتیون‌ها به سمت آند مهاجرت می‌کنند.



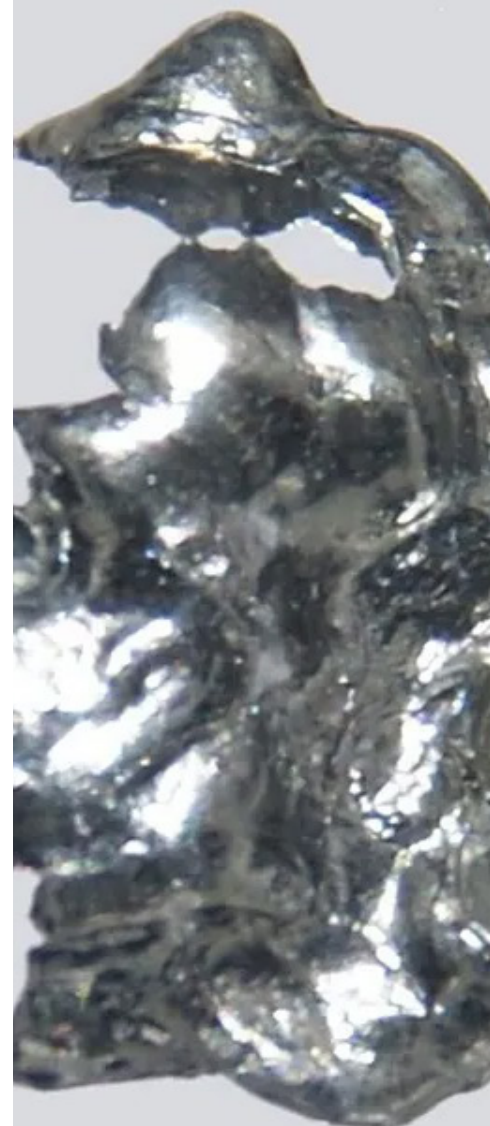
میکروفیلتراسیون در محدوده ۵-۵۰۰ کیلوپاسکال می‌باشد. اولترافیلتراسیون، یکی دیگر از فرآیندهای مهم غشایی است که در آن میانگین اندازه حفرات غشاء در آن ۵-۱۰۰ نانومتر است. غشای اولترافیلتراسیون مواد با وزن مولکولی بالا، مواد کلوئیدی، مولکول‌های پلیمری آلی و معدنی را حذف می‌کند. مواد آلی با وزن مولکولی پایین و یون‌هایی از قبیل سدیم، کلسیم، منیزیم، کلراید و بروماید نمی‌توانند توسط غشای اولترافیلتراسیون حذف شوند. از آنجایی که مواد با وزن مولکولی بالا توسط غشای اولترافیلتراسیون حذف می‌شوند؛ لذا فشار اعمالی برای انجام این فرآیند بیشتر از فرآیند موجود در میکروفیلتراسیون و در حدود ۱ مگاپاسکال است. نانوفیلتراسیون نیز یکی دیگر از فرآیندهای غشایی مهم می‌باشد. میانگین اندازه نانوفیلتراسیون نیز یکی دیگر از فرآیندهای غشایی مهم می‌باشد. میانگین اندازه حفرات نانوفیلترها ۱-۱۰ نانومتر است. همچنین فشار عملیاتی فرآیند جداسازی نانوفیلتراسیون حدوداً ۴ مگاپاسکال می‌باشد که از فرآیندهای میکرو و اولترافیلتراسیون بالاتر است. از پرکاربردترین فرآیندهای جداسازی غشایی، اسمز معکوس است. در این روش فشاری بیشتر از فشار اسمزی آب برای معکوس نمودن حرکت محلول دارای فلز سنگین به کار می‌رود که باعث میشود مولکول‌های آب به صورت انتخابی درون غشاء نفوذ کنند و فلز سنگین از آب جدا شود. نکته مهم در فرآیندهای غشایی، مکانیسم جداسازی آن است. فرآیندهای غشایی براساس اختلاف فشار، دما، غلظت و پتانسیل الکتریکی کار می‌کنند. غشاهایی که براساس اختلاف فشار کار می‌کنند شامل: میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، نانوفیلتراسیون، اسمز معکوس، انتقال گاز و تبخیر تراوشی می‌باشند. معمولاً این دسته از فرآیندهای غشایی، جزء فرآیندهای متداول تر جداسازی غشایی می‌باشند. دسته دیگری از غشاها، براساس اختلاف دما کار می‌کنند که به عنوان مثال می‌توان به تقطیر

مطابق جدول فرآیندهای جداسازی غشایی متداول و دامنه استفاده از آن ارائه شده است

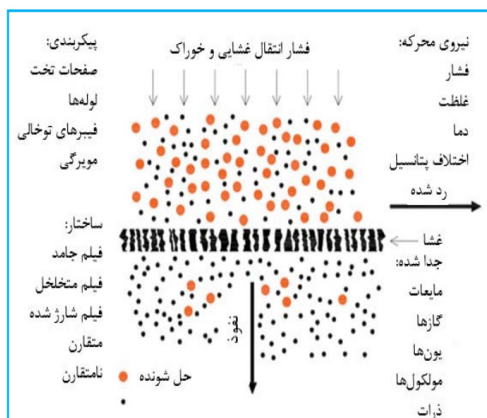
هدف	فرآیند
حذف فلز سنگین آرسنیک، حذف مواد معلق جامد، حذف مواد آلی محلول، حذف میکروارگانیسم‌های پاتوژن، کیست، جلبک و باکتری، حذف مواد معلق کلوئیدی و مواد پلیمری	میکروفیلتراسیون
حذف فلز سنگین کروم، حذف مواد معلق جامد، حذف مواد آلی محلول، حذف مواد غیر آلی محلول، حذف میکروارگانیسم‌های پاتوژن، کیست، جلبک، باکتری و ویروس، حذف کلوئیدها و پروتئین‌ها	اولترافیلتراسیون
حذف فلز سنگین مس، حذف مواد معلق جامد، حذف مواد آلی محلول، حذف مواد غیر آلی محلول و حذف تمامی میکروارگانیسم‌ها	نانوفیلتراسیون
حذف فلزات سنگین کبالت و منگنز، حذف مواد معلق جامد، حذف مواد آلی محلول، حذف مواد غیر آلی محلول و حذف تمامی میکروارگانیسم‌ها	اسمز معکوس
حذف فلز سنگین کادمیم، جداسازی انتخابی یون‌ها از آب	الکترودیالیز و دیالیز
جداسازی انتخابی گاز مولکولی و یا املاح فرار	تبخیر تراوشی
حذف گازهای حل شده در صنایع	انتقال گاز

مزایای روش غشایی شامل امکان پذیری توسعه فرآیند، کنترل راحت، کنترل وزن مولکولی هیدرولیزات، غنی سازی و تغلیظ محصولات در جریان فرآیند، بازده بالا، امکان انجام واکنش های چندفازی، تغییر تعادل شیمیایی، عدم نیاز به تغییر فاز برای عمل جداسازی، انرژی حرارتی پایین، طراحی راحت، قدرت انتخاب پذیری بالا و دوستانه بودن محیط زیست است.

معایب این روش شامل: عدم تولید دو محصول خالص، امکان ناسازگاری شیمیایی با محلول فرآیند، فشار عملیاتی بالا، گرفتگی غشاء، افزایش فشار عملیاتی با زمان در صورت ثابت بودن دبی مشخص فیلتریت، عدم کار در دمای محیط، تولید رسوب و پلاریزاسیون غلظتی می باشد. لازم به ذکر است که بعد از گرفتگی غشاء، لازم است تا فیلتر احیاء شود تا بتوان مجدداً از غشاء استفاده نمود. شست و شوی معکوس غشاء برای استفاده مجدد به میزان املاح موجود در آب آلوده به فلز سنگین به طور جدی وابسته است. معمولاً پساب های صنعتی ابتدا باید تصفیه مقدماتی شود، سپس به کمک فرآیند غشایی نسبت به حذف فلز سنگین اقدام گردد؛ لذا فرآیند غشایی پرهزینه می باشد. در صورتی که پساب به طور مستقیم در معرض غشاء قرار گیرد، پدیده گرفتگی غشاء به سرعت به وقوع می پیوندد که هزینه شست و شوی معکوس افزایش می یابد. معمولاً فرآیندهای غشایی برای دبی های پایین آب مورد استفاده قرار می گیرند. شکل ۱، شماتیکی از فرآیند غشایی را نشان می دهد که با نیروی محرکه فشار کار می کند و برای جداسازی ماده حل شونده از حلال مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین در شکل ویژگی هایی که به همراه غشاء می تواند وجود داشته باشد از قبیل پیکربندی، ساختار، نیروی محرکه و موانع عبوری از غشاء ارائه شده است.



رسوب های تشکیل شده توسط فرآیندهای انعقاد و لخته سازی را می توان به کمک فیلتراسیون از آب جداسازی نمود. فرآیندهای ته نشینی و نهایتاً ساکن و فرآیند انعقاد، لخته سازی و ته نشینی در محیطی نسبتاً در حوضچه های ته نشینی انجام می شود. از موازنه نیروهای دراگ، ارشمیدس و وزن ذره قابل ته نشین، زمان لازم برای ته نشین تعیین می شود. فرآیندهایی که در ته نشینی شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرند شامل تشکیل رسوب هیدروکسیدی و سولفیدی می باشند. از بین این فرآیندها، فرآیند تشکیل رسوب هیدروکسید به دلیل هزینه پایین و کنترل راحت pH در این روش، به طور گسترده ای در حذف فلزات سنگین به کار برده می شود. در رسوب دهی هیدروکسیدی، مواد قلیایی موجب افزایش pH می شوند و در نتیجه حلالیت یون های فلزی در آب کاهش پیدا می کند. اگر افزایش pH محلول کمتر از مقدار بهینه لازم



شکل ۱. شماتیک روش غشایی (۲۴)

ته نشینی شیمیایی

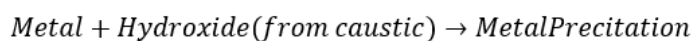
ته نشینی شیمیایی، روشی انتخابی برای حذف فلزات سنگین محلول می باشد. امروزه در صنایع از این روش به دلیل راحتی اجرای عملیات و هزینه پایین به طور گسترده ای استفاده می شود. عوامل مؤثر در سرعت ته نشینی رسوب، اندازه و پراکندگی ذرات، شکل و دانسیته ذرات، دمای آب، بار الکتریکی ذرات، اجزای حل شده در آب، شرایط محیطی و ویژگی های طراحی و هیدرولیکی حوضچه های ته نشینی می باشد.

تصفیه الکتروشیمیایی

اساس حذف فلزات سنگین موجود در آب به روش الکتروشیمیایی، اعمال جریان الکتریسیته مستقیم، از طریق آند به درون محلول حاوی فلزات سنگین و انجام واکنش‌های اکسیداسیون و کاهش در الکترودها می‌باشد. مهمترین روش‌هایی که براساس این مکانیزم فلزات سنگین را از آب حذف و شناورسازی الکتریکی می‌کنند می‌توان به انعقاد الکتریکی اشاره نمود. در فرآیند انعقاد و رسوبدهی الکتریکی، از فلزاتی مانند آلومینیم و آهن به عنوان الکتروود استفاده می‌شود. زمانی که جریان مستقیم برق از سیستم عبور می‌کند؛ این فلزات در اثر عبور جریان و قرار گرفتن در داخل آب، هیدرولیز شده و در الکتروود آند یون‌های فلزی آلومینیوم (III) و آهن (II) درون الکتروولیت آزاد می‌شوند. آهن و آلومینیم نقش عوامل ناپایدارکننده‌ای را دارند که موجب می‌شوند ذرات فلزات سنگین همانند آهنرباهای کوچکی شوند که همدیگر را جذب کنند و در نتیجه سنگین شده و ته‌نشین شوند. در ادامه فرآیند یون‌های فلزی با یون‌های هیدروکسیل تولید شده ناشی از الکتروولیز آب در الکتروود کاتد، گروه‌های هیدروکسیل فلزی از قبیل هیدروکسید آهن یا آلومینیم تشکیل می‌دهند. این ذرات به علت خاصیت جذب بالا با ذرات ناپایدار آلاینده فلزات سنگین نیز برای تشکیل فلوک ترکیب می‌شوند و آن‌ها را به راحتی ته‌نشین یا شناور می‌کنند. در فرآیند شناورسازی الکتریکی هنگامی که جریان آلوده فلزات سنگین در میان دو الکتروود قرار می‌گیرد؛ به دلیل برقراری جریان الکتریکی بین الکتروودها، یک میدان الکتریکی بین آند و کاتد تشکیل می‌گردد. با الکتروولیز شدن آب به دلیل وجود میدان الکتریکی، حباب‌های کوچکی از گازهای هیدروژن و اکسیژن ایجاد می‌شوند. بدون افزودن ماده شیمیایی، انعقاد جزئی بین مواد معلق روی می‌دهد و ذرات مثبت و منفی لخته‌هایی را تشکیل می‌دهند. در این فرآیند آلاینده‌های فلز سنگین از طریق حباب‌های اکسیژن و هیدروژن تولید شده از الکتروولیز آب بر روی سطح آب شناور می‌مانند. در رسوب دهی الکتریکی، بر اساس فلزی که می‌خواهیم پوشش دهیم به آند یا کاتد بچسبند، فرآیند را به ترتیب آندی یا کاتدی می‌گویند. در رسوب‌دهی الکتریکی آندی، ذرات ماده پوششی، ذراتی از فلز سنگین هستند که دارای بار منفی بوده و در اثر اختلاف پتانسیل به سمت آند مهاجرت می‌کنند که نتیجه آن رسوب کردن پوشش در آند می‌باشد. در رسوب دهی کاتدی نیز فلزات سنگین دارای بار مثبت بوده و در اثر اختلاف پتانسیل الکتریکی به سمت کاتد مهاجرت می‌کنند که نتیجه آن، رسوب کردن در کاتد می‌باشد. مکانیسم تصفیه الکتروشیمیایی به این صورت است که زمانی که پتانسیل از منبع خارجی اعمال می‌شود، آند اکسید می‌شود؛ در حالی که کاتد احیا می‌یابد. اگر الکترودهای آلومینیم یا آهن استفاده شوند، یا تشکیل می‌شوند.

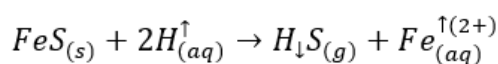
باشد، یون‌های فلزات سنگین با هیدروکسید تشکیل کمپلکس محلول می‌دهند؛ لذا تشکیل رسوب به شدت تابع pH می‌باشد. در ادامه مکانیزم روش هیدروکسیدی جهت تشکیل رسوب ارائه شده‌است.

(۱)

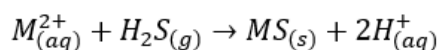


در این شرایط برای بهبود رسوب‌دهی می‌توان از مواد منعقدکننده مانند نمک‌های آهن، سولفات آلومینیم و یا اخیراً از منعقدکننده‌های پلیمری نظیر پلی آلومینیم کلراید و پلی آلومینیم فریک کلراید استفاده نمود. در آزمایشگاه به کمک جارتست فرآیند حوضچه‌های ته‌نشینی و کارایی منعقدکننده‌ها از جمله منعقدکننده‌های پلیمری در حذف فلزات سنگین به خوبی قابل مطالعه می‌باشد. به دلیل بزرگی منعقدکننده‌های پلیمری، امکان ته‌نشینی کاتیون‌های جذب شده افزایش می‌یابد. در روش سولفیدی، سولفید آهن سبب رسوب یون‌های فلزی می‌شود. لجن سولفید فلزات نیز توسط حوضچه‌های ته‌نشینی و سپس فیلتراسیون از آب جدا می‌گردد. مکانیسم فرآیند سولفیدی جهت تولید رسوب فلز سنگین به شرح زیر می‌باشد:

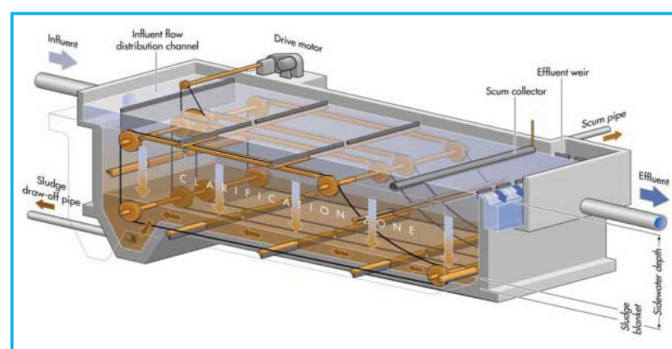
(۲)



(۳)



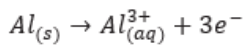
به عنوان نمونه می‌توان به حذف عنصر بور توسط رسوب هیدروکسیدی و حذف عناصر مس، کلسیم و روی توسط رسوب سولفیدی اشاره نمود. شکل ۲، شماتیکی از حوضچه ته‌نشینی مستطیلی را ارائه می‌دهد. مطابق شکل زیر، رسوباتی که به ته حوضچه رسوب کرده‌اند؛ از یک سمت و آب تصفیه شده از طرف دیگر جمع‌آوری می‌شوند.





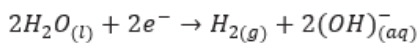
یون‌های فلزی تولیدشده آلومینیوم (III) در محیط آبی تحت واکنش های خودبه‌خودی، هیدروکسید تولید می‌کنند. یون‌های هیدروکسید در الکترودهایی تولید می‌شوند که می‌توانند در نهایت به آلومینیوم هیدروکسید تبدیل شوند. سطح ویژه بزرگ $Al(OH)_3$ می‌تواند مواد و کلئیدها را به دام اندازد. مزایای این روش شامل تصفیه آب آشامیدنی و فاضلاب، کاهش استفاده از موادشیمیایی، کاهش ایجاد آلودگی ثانویه، تولید زباله کمتر و احتیاج به انرژی پایین می‌باشد. معایب این روش شامل احتیاج به تعمیر و نگهداری منظم و شکستن الکترودها می‌باشد؛ همچنین فاضلاب باید رسانایی بالایی داشته باشد. شکل ۳، شماتیکی از فرآیند انعقاد الکتریکی را نشان می‌دهد که آلاینده مانند و می‌تواند به طور مستقیم در سطح آند و کاتد اکسید شود و کاهش پیدا کند.

(۴)

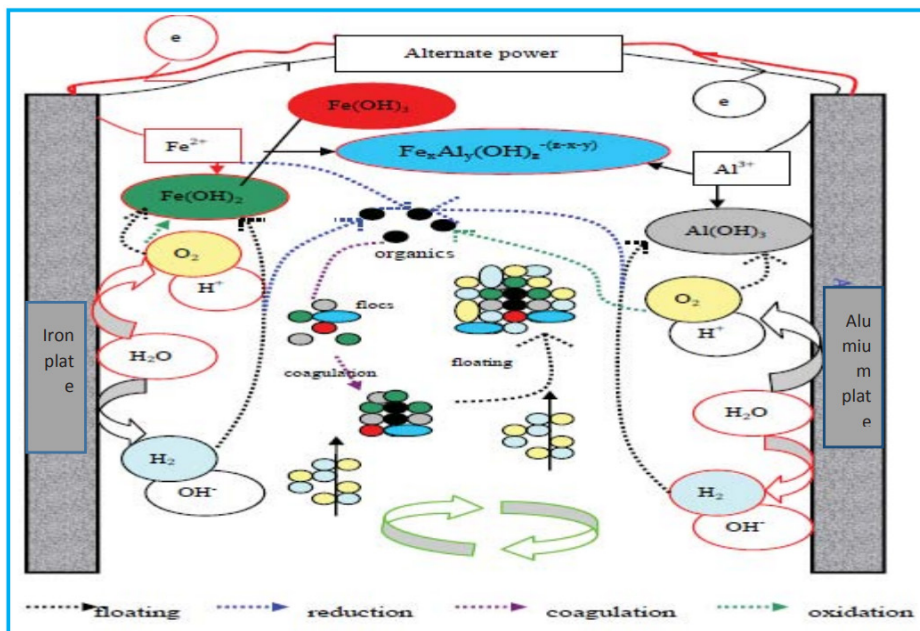
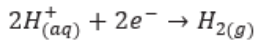


در کاتد واکنش ۵ اتفاق می‌افتد:

(۵)



(۶)



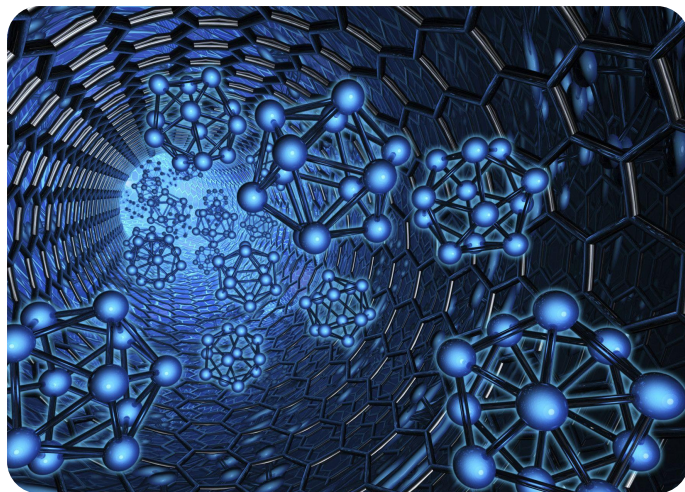
غشاهای نانوکامپوزیت برای تصفیه پساب

سدر مراسی‌نژاد، قاسم سخی

کمتر به فضا، پایداری مکانیکی و شیمیایی، نفوذپذیری، انتخاب‌پذیری نسبت به گونه‌های شیمیایی به یک انتخاب ایده‌آل برای تصفیه پساب تبدیل شده‌اند. همچنین یک فناوری سازگار با محیط زیست، کم هزینه و کم مصرف است و علاوه بر این، می‌توان به طور قابل ملاحظه‌ای با سایر فرآیندها ترکیب کرد. در این مطلب، پیشرفت‌های اخیر در زمینه استفاده از غشای نانوکامپوزیت پلیمری در تصفیه پسابها می‌پردازیم.

با توجه به افزایش تولیدات صنعتی و افزایش روزافزون تقاضای کالاها و پیشرفت صنعت، امروزه آلودگی‌های زیست محیطی و افزایش حجم فاضلاب‌های شهری در سطح جهان حیاتی واقع شده‌اند؛ در این راستا تمام کشورهای دنیا به خصوص کشورهای صنعتی به دنبال روش‌های جدیدی برای کاهش آلودگی‌ها هستند؛ از جمله روش‌های موجود تصفیه پساب (صنعتی و خانگی) می‌باشد.

فناوری غشا حدود نیمی از کل فرآیندهای جهان برای تولید آب آشامیدنی را شامل می‌شود و به دلیل سادگی اجرا، عدم نیاز به افزودنی مواد شیمیایی، مقرون به صرفه بودن، سادگی افزایش مقیاس و ظرفیت حذف زیاد، از روش‌های موثر تصفیه پسابها به شمار می‌رود. غشاها را می‌توان با توجه به جنس غشا به سه دسته پلیمری و سرامیکی و فلزی دستبندی کرد. از میان این دسته‌ها غشاهای پلیمری به دلیل وجود ساختار شیمیایی متفاوت، خواص فیزیکی بهینه و قیمت کمتر، کاربردی‌تر می‌باشد. اما موانعی همچون گرفتگی غشا، کاهش پایداری مکانیکی، آب‌گریزی و پایداری شیمیایی پایین مانع از کاربرد غشای پلیمری در مقیاس‌های بزرگ شده است. فناوری نانو انقلاب بزرگی در صنعت تصفیه پسابها به وجود آورده است. افزون، افزودنی‌هایی در مقیاس نانومواد در سطح پلیمر منجر به تشکیل غشای نانوکامپوزیت پلیمری می‌شود و ویژگی‌های منحصر به فردی به آن می‌بخشند. غشاهای نانوکامپوزیت به دلیل انعطاف‌پذیری فوق‌العاده، نیاز



از روش‌های تصفیه پساب می‌توان به تصفیه‌های بیولوژیکی (بی‌هوازی، هوازی و ترکیبی)، راکتورهای UASB و UAFB، سیستم MLE، لجن فعال و سیستم‌های غشایی اشاره کرد.



غشا (Membrane):

غشا لایه نازکی است که می‌تواند اجزای سیال را به طور انتخابی جدا کند. به عبارت دیگر، غشا فازی است که انتقال جرم بین فازها را کنترل می‌کند.

در فرآیندهایی که غشا استفاده می‌شود، اجزایی که از نظر ابعاد قابلیت عبور از غشا را دارند، با نیروهای محرکه‌ایی مانند اختلاف فشار، غلظت و ... از غشا عبور می‌کنند.

در تصفیه پساب غشا بر اساس قطر منافذ بدین صورت طبقه‌بندی می‌شوند:

میکروفیلتراسیون (MF): مانع خارج شدن ذرات بزرگتر از ۰/۵ میکرومتر.

اولترا فیلتراسیون (UF): مانع خارج شدن ذرات بزرگتر از ۰/۱ میکرومتر.

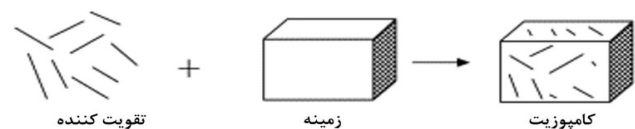
نانو فیلتراسیون (NF): مانع خارج شدن ذرات بزرگتر از ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۰۲ میکرومتر که غشاهای نانوکامپوزیت در این دسته قرار دارند.

اسمز معکوس (RO): مانع خارج شدن ذرات بزرگتر از ۰/۰۰۰۱ میکرومتر.

کامپوزیت و نانوکامپوزیت

کامپوزیت‌ها موادی دو یا چند فازه هستند که از دو جزء (دو فاز) مهم زمینه است و فاز پرکننده تشکیل شده‌اند. فاز دوم در فاز اول (زمینه) پراکنده می‌شود تا خواص جدیدی در فاز زمینه ایجاد کند که قبل از آن، در فاز زمینه به تنهایی موجود نبوده.

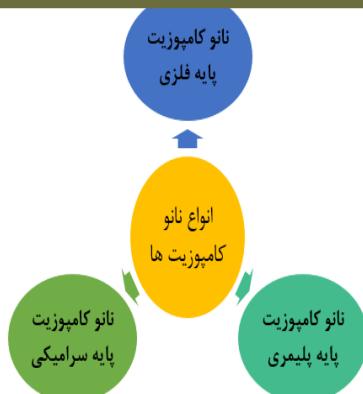
هدف استفاده از کامپوزیت‌ها، دستیابی به خواصی است که در حالت عادی در ماده زمینه وجود ندارد.



نانوکامپوزیت‌ها تعریفی مشابه کامپوزیت‌ها دارند با این تفاوت که در آن‌ها حداقل یکی از سه بعد (طول، عرض یا ارتفاع) فیلر (پرکننده) در محدوده نانومتری باشد.

در بین نانوکامپوزیت‌ها توجه به نانوکامپوزیت پایه پلیمری به دلیل خواص بی‌نظیر مکانیکی، شیمیایی و فیزیکی معطوف است.

این نانوکامپوزیت دارای استحکام زیاد، وزن کم، پایداری حرارتی بالا، رسانایی الکتریکی بالا و مقاومت شیمیایی زیاد هستند.

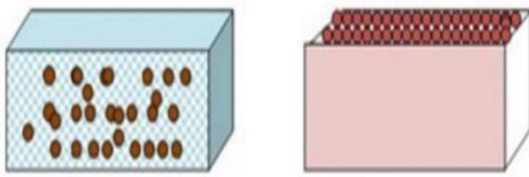


همانطور که گفته شد برای تصفیه پسابها از غشای نانوکامپوزیت استفاده می‌شود، تصفیه پساب با این سیستم نیز مشکلاتی را دارد؛ از مهم ترین مشکلات آن که شدیداً بر عملکرد غشا تاثیر گذار است، گرفتگی موقت یا دائم غشا می‌باشد.

برای غلبه بر گرفتگی، روش‌های مختلفی جهت تغییر ساختار و خواص سطحی غشا با هدف اصلاح غشاها و کاهش گرفتگی‌ها برای کاربردهای خاص بکار می‌رود، یکی از این روش‌ها افزایش آب دوستی سطح غشا است

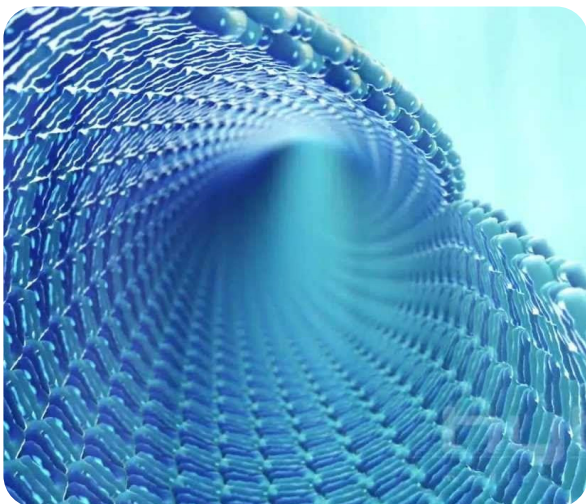
روش‌های مختلفی برای اصلاح غشاهای پلیمری ارائه شده‌است از جمله:

۱. اصلاح سطحی از راه پوشش سطحی
۲. اصلاح حجمی شامل مخلوط کردن غشا با افزودنی‌های آب دوست



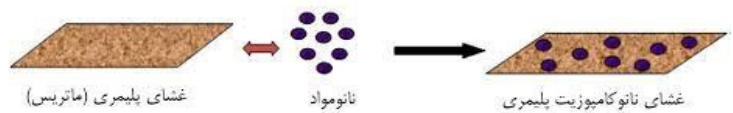
با ترکیب مخلوط‌های متفاوت با غشا می‌توان به ساختارهای مطلوبی از غشا رسید. برای این فرآیند نانو مواد معدنی با سطح پلیمر به منظور افزایش کارایی با غشا ترکیب می‌شوند.

از بین روش‌ها، دو روش پیوند سطحی و پوشش سطحی اغلب برای افزایش ویژگی ضد گرفتگی و ایجاد خاصیت آب دوستی به کار می‌روند. لیکن اصلاحات ذکر شده صرفاً برای سطح خارجی می‌باشند و احتیاج به فرآیند تکمیلی دیگر برای ساخت غشا می‌باشد.



غشای نانو کامپوزیتی پایه پلیمری

غشای پلیمری یکی از غشاهای اصلاح شده می‌باشند، به گونه‌ای که نانو مواد در سطح غشا کامل پراکنده شده‌اند. افزودن این نانو مواد سبب ایجاد نانوکامپوزیتی می‌شود که آب دوستی، مقاومت حرارتی و مقاومت مکانیکی بالاتری را دارا می‌باشد؛ همچنین باعث دقیق‌تر شدن گزینش پذیری غشا می‌شود که این فرآیند باعث زیاد شدن سرعت تصفیه پساب و کیفیت بهتر آن می‌شود. به عنوان مثال می‌توان به غشای پلی‌اتر سولفون همراه با نانوذرات اکسید آلومینیوم که دارای تخلخل بیشتر و کاهش شار فشار کم است، اشاره کرد.



اصلاح غشا با نانو مواد فلزی و اکسید فلزی

ترکیب مواد ضدباکتری در ماتریس غشای پلیمری برای جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها به طور گسترده بررسی شده است.

برای تهیه غشای نانوکامپوزیتی، نانوذرات مختلف یا ترکیبی از آنها از قبیل آهن، آلومینیا، گرافن اکسید، نقره، روی اکسید، مس، تیتانیم دی‌اکسید، زئولیت و ... برای افزایش پایداری گرمایی و مکانیکی، شار زیاد، دفع نمک، خواص ضد گرفتگی و ضدباکتریایی به کار می‌روند.

نانوذرات اکسید فلزی می‌توانند به افزایش پایداری مکانیکی و گرمایی و همچنین شار نفوذ غشاهای پلیمری کمک کنند.

غشای نانو کامپوزیتی پلیمری بر پایه نقره

نقره به علت ویژگی ضدباکتریایی مناسب، پایداری شیمیایی بالا و سمیت سلولی کم در فناوری غشا استفاده می‌شود و گزینه‌ای مناسب برای اصلاح سطح غشا است. اثر ضدباکتری نقره به دلیل واکنش آن با گروه گوگرد حاضر در پیوند دی‌سولفید موجود در پروتئین باکتری است و مانع رشد باکتری می‌شود.

غشاهای نانو کامپوزیتی بر پایه مس

مس خواص ضد باکتریایی و میکروبی فوق العاده‌ای از خود نشان می‌دهد و در مقایسه با سایر نانوذرات به علت قابلیت دسترسی آسان و کمهزینه بهترین می‌باشد.

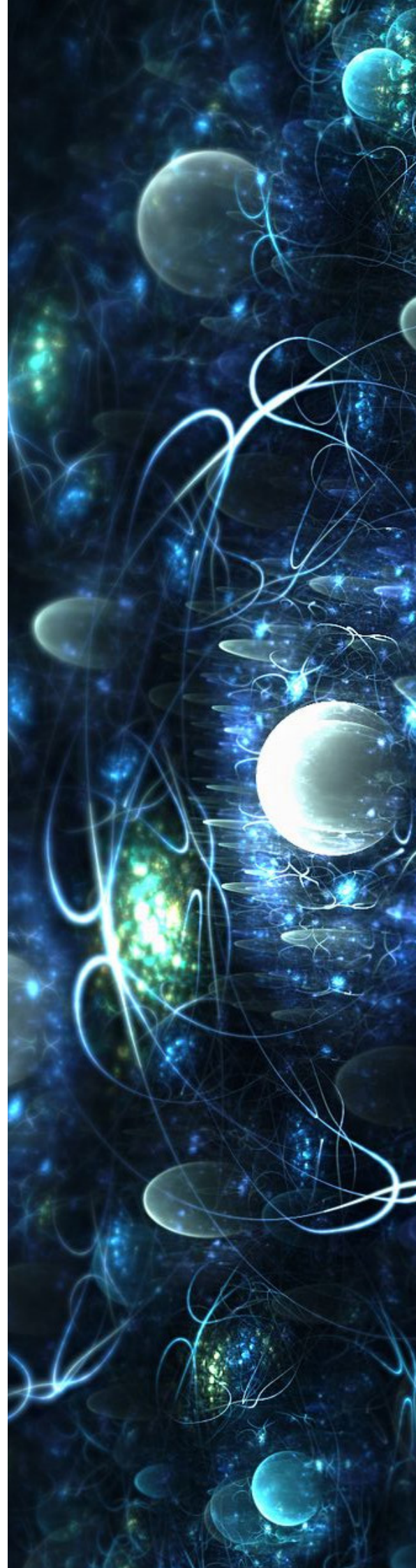
غشاهای نانو کامپوزیتی بر پایه تیتانیوم دی‌اکسید

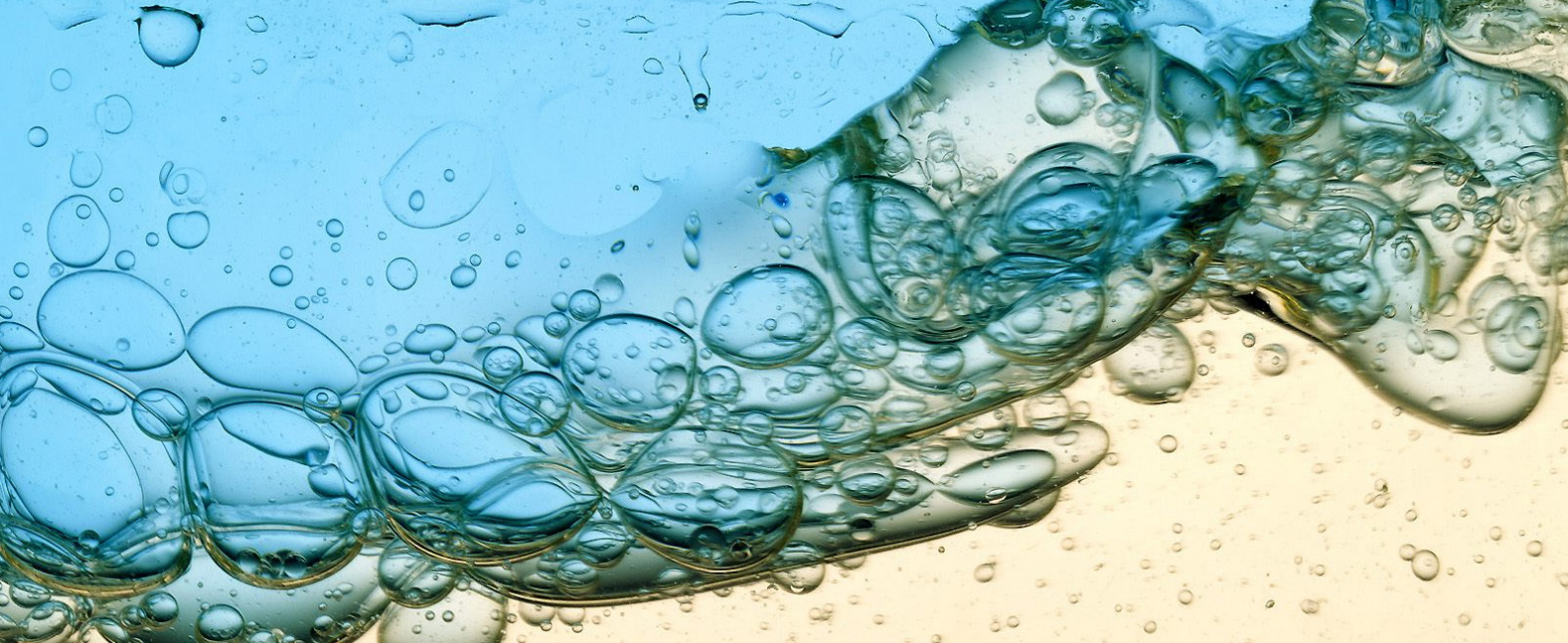
نانوماده تیتانیوم دی‌اکسید به عنوان ماده‌ای برجسته در تولید غشا نانو کامپوزیتی پدیدار شده است. این نانو ماده به علت قابلیت ضد رسوب، آب دوستی و پایداری زیاد به طور گسترده در تولید غشا استفاده می‌شود؛ همچنین از این ماده برای تخریب آلاینده‌های آلی در عملیات تصفیه فاضلاب‌های شهری نیز به کار می‌رود.

غشاهای نانو کامپوزیت بر پایه کربن

مواد ضدباکتری مبتنی بر کربن مانند نانولوله‌های کربنی، گوی‌های توخالی کربن، گرافن اکسید و ... دارای خواص ساختاری و الکترونیکی منحصر به فرد هستند. نانولوله‌های کربنی، کربن‌های یک بعدی براساس نانو مواد مشتق شده از کربن هستند و به خاطر خواص مکانیکی، شیمیایی، گرمایی و جذب سطحی بسیار عالی‌شان، شناخته شده‌اند.

اغلب مواردی که در موضوع نانو کامپوزیت‌ها در دانشگاه‌های ایران مورد مطالعه قرار گرفته است؛ درمورد تصفیه دو دسته از پساب‌های نفتی و پساب‌های دارویی می‌باشند. پژوهشگران دانشگاهی در این زمینه با استفاده از غشاهای نانو کامپوزیت به نتایج خوبی رسیده‌اند.





پساب‌های نفتی

پساب‌های نفتی و آلی که بر اثر تولیدات صنایع نفت و گاز، پالایشگاه‌ها، صنایع فلزی، فرآیندهای شیمیایی، تعمیرگاه‌های ماشین، صنایع غذایی، شیرآبه‌های زباله‌های پتروشیمی و ... به وجود آمده‌اند؛ به تنهایی تهدید و مشکل بزرگی برای محیط زیست می‌باشند.

اخیراً گروهی از دانشجویان فارغ التحصیل دانشگاه علوم تحقیقات با استفاده از نانوکامپوزیت‌های سازگار با محیط زیست، موفق به تصفیه پساب صنعتی به ویژه پساب‌های نفتی شده‌اند.

طرح انجام شده توسط دانشجویان علوم تحقیقات، دارای دو ویژگی سرعت بالا در جداسازی و کیفیت بسیار بالا آب خارج شده، است.

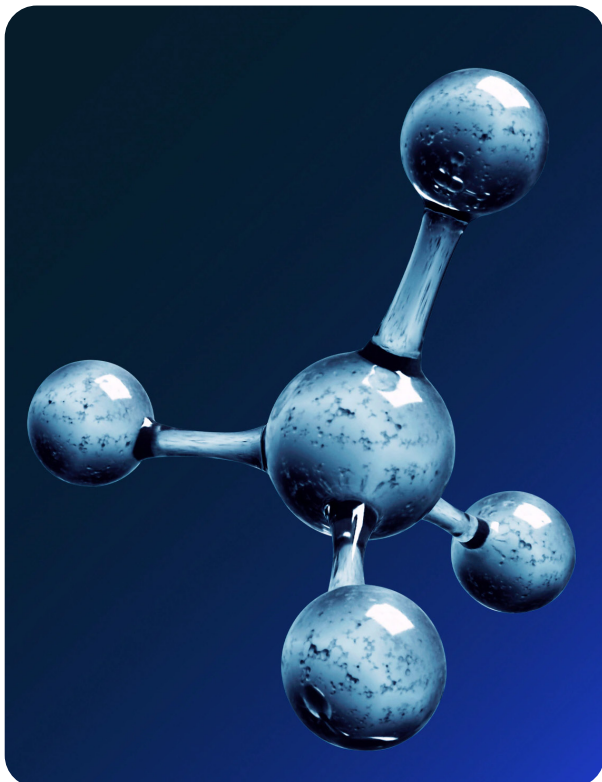
همچنین محققان دانشگاه ملایر، موفق به تولید نوعی نانوکامپوزیت شده‌اند که نسبت به تیتانیا خالص، حذف آلاینده‌های آلی را تا ۳ برابر امکان‌پذیر می‌کند. به هنگام تبلور تیتانیا، سه فاز مختلف ایجاد می‌شود که در یکی از این فازها به نام "آناناز" که خاصیت فوتوکاتالیستی و ضدباکتریایی بالاتری دارد و پایداری این فاز در دماهای بالا نیز از ویژگی آن است.

پساب‌های دارویی

پساب صنایع دارویی به دلیل تنوع بالا در تولیدات انواع داروها و مواد آرایشی یکی از فاضلاب‌های صنعتی و سمی می‌باشد و با توجه به تخریب اکوسیستمی و زیست محیطی خطرناک این نوع پساب‌ها، پژوهشگران دانشگاه تبریز با همکاری پژوهشگران دانشگاه آتاترک (ترکیه) موفق به تولید نوعی نانوکامپوزیت برای حذف آلاینده‌های دارویی موجود در پساب‌های صنایع دارویی شدند.

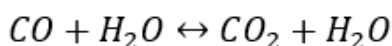
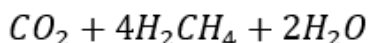
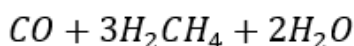
محققان با روش سونوکاتالیستی با نانوکامپوزیت‌هایی با سطح تماس بالا از اکسیدروی سنتز شده در بستر ژئولیت و مونت موریلونیت، موفق شدند با عملکرد آسان و مقرون به صرفه طیف وسیعی از مواد آلاینده خطرناک و سمی دارویی را تصفیه کنند.

غشاهای نانو کامپوزیت دارای خواص نانومواد بوده و از جمله‌ی این خواص می‌توان به انعطاف پذیری بیشتر، استحکام، مقاومت مکانیکی بالا با وزن کم، صرفه اقتصادی و ... اشاره کرد. این مواد نیز دارای خواص زیست محیطی مانند خاصیت ضد میکروبی و باکتریایی، کمتر شدن احتمال گرفتگی غشا و ... هستند؛ به همین دلایل غشاهای نانو کامپوزیت باعث بهبود کیفیت پساب‌های تصفیه شده می‌شوند و کمک بزرگی به پاکسازی محیط زیست و کاهش آلاینده‌های مخرب می‌کنند.



تامین انرژی یکی از اصلی‌ترین نیازهای بشر است و با توجه به استفاده فراگیر از سوخت‌های فسیلی نسبت به سایر منابع؛ روزبه‌روز بر انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از آن افزوده می‌شود. در سال‌های اخیر، تلاش برای کاهش انتشار کربن دی‌اکسید، به عنوان مهم‌ترین منبع گازهای گلخانه‌ای، موضوع بسیاری از مطالعات و سیاستگذاری‌ها قرار گرفته است. جذب و استفاده از کربن در تبدیل به محصولات با ارزش افزوده، به عنوان یکی از راهکارهای کاهش انتشار کربن دی‌اکسید مورد توجه است. در این روش‌ها کربن دی‌اکسید منتشر شده به سوخت و محصولات با ارزشی تبدیل می‌شود. فرآیند CCU تاکنون مطالعه شده و از کربن دی‌اکسید برای تولید آن استفاده می‌شود که شامل متانیشن، متانول و دی‌متیل‌اتر است.

دی‌متیل‌اتر یک سوخت و واسطه برای تولید مواد شیمیایی مانند الفین‌های سبک، دی‌متیل‌سولفات و متیل‌استات است که به دلیل عدم تولید آلاینده‌هایی نظیر هیدروکربن‌ها، کربن‌مونوکسید و غیره در هنگام احتراق یک سوخت پاک است.

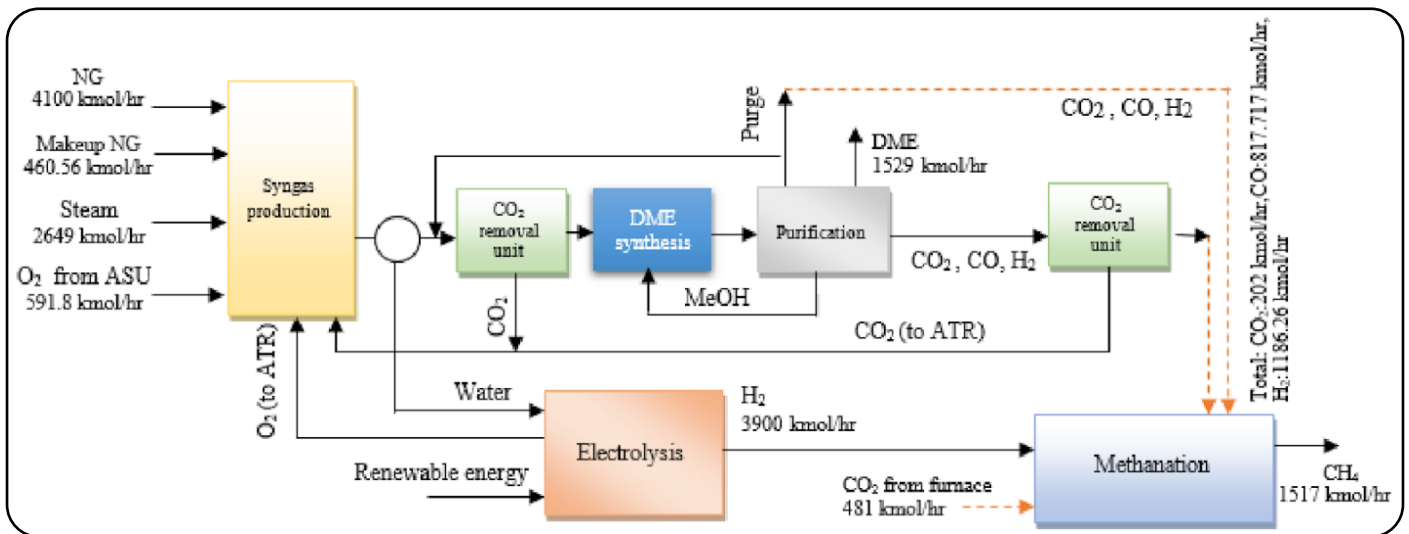


با توجه به اهمیت دو فرآیند متانیشن و دی‌متیل‌اتر در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و امکان استفاده از کربن دی‌اکسید تولید شده در فرآیند تولید دی‌متیل‌اتر در این مطالعه به بررسی تجمیع آن‌ها جهت افزایش راندمان کربن فرآیند تجمیع شده؛ پرداخته شده است. کربن دی‌اکسید منتشر شده از فرآیند تولید دی‌متیل‌اتر به عنوان ماده اولیه فرآیند متانیشن مصرف می‌شود و به دلیل گرمازا بودن واکنش‌های متانیشن، امکان استفاده از انرژی این فرآیند در فرآیند دیگر نیز وجود دارد. توجه به این نکته ضروری است که هر چند روش‌های CCU به عنوان یک راه حل مطرح است؛ اما تضمینی برای کاهش انتشار کربن دی‌اکسید و یا به صرفه بودن اقتصادی روش‌های ارائه شده وجود ندارد.



شرح فرآیند دی‌متیل‌اتر

فرآیند دی‌متیل‌اتر شامل سه مرحله اصلی: تولید گاز سنتز، سنتز دی‌متیل‌اتر و جداسازی است.



می‌شود. سوخت کوره در فرآیند جمع شده، تماماً از طریق جریان گاز طبیعی جبرانی تامین می‌شود. احتراق متان در کوره به صورت احتراق کامل در نظر گرفته شده و کربن‌دی‌اکسید خروجی از کوره یکی از جریان‌های احتراق متان در کوره به صورت احتراق کامل در نظر گرفته شده و کربن‌دی‌اکسید خروجی از کوره یکی از جریان‌های خوراک متانیشن است. گاز سنتز در دما و فشار $523/15K$ و $8200Kpa$ وارد راکتور شده و دی‌متیل‌اتر با سنتز مستقیم تولید می‌شود. محصول دی‌متیل‌اتر در نهایت در مرحله جداسازی به دست می‌آید.

در مرحله تولید گاز سنتز، ابتدا گاز طبیعی به عنوان خوراک فرآیند جهت شکستن هیدروکربن‌های سنگین‌تر از متان و جلوگیری از کراکینگ وارد پیش‌ریفرمر می‌شود. گاز خروجی پیش‌ریفرمر به همراه جریانی از کربن‌دی‌اکسید و اکسیژن وارد راکتور می‌شود تا گاز سنتز تولید تنظیم شود. اکسیژن مورد نیاز واحد راکتور در فرآیند رایج دی‌متیل‌اتر معمولاً از طریق واحد جداسازی هوا تامین می‌شود. اما در تجمیع دو فرآیند همان‌طور که در شکل نشان داده شده است؛ بخشی از آن به عنوان محصول جانبی از الکترولیز آب به دست آمده است. برای تامین نیازهای حرارتی این مرحله، از کوره موجود در بخش تولید گاز سنتز استفاده

سایر جریان‌های خروجی واحد دی‌متیل‌اتر که شامل کربن‌مونوکسید، هیدروژن و کربن‌دی‌اکسید هستند؛ پس از جداکردن مقدار کربن‌دی‌اکسید خوراک واحد متانیشن می‌شود. علاوه بر آن یک جریان هیدروژن خالص نیز به عنوان خوراک فرآیند در نظر گرفته شد که میزان کمبود هیدروژن جریان‌های ورودی از دی‌متیل‌اتر را برای رسیدن به درصد تبدیل مطلوب جبران می‌کند.

شرح فرآیند متانیشن

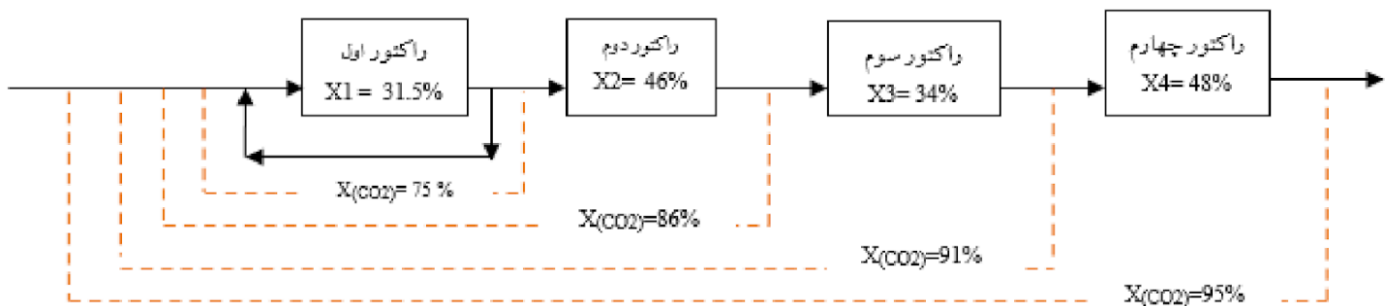
در این فرآیند با مصرف کربن‌دی‌اکسید و کربن‌مونوکسید متان تولید می‌شود. با توجه به تغییر خوراک، برای افزایش درصد تبدیل، ابعاد راکتورها تغییر داده شد. فرآیند شامل ۴ راکتور سری پلاگ و آدیاباتیک است محدوده دما و فشار ورودی راکتورها بین $603/15K$ و $623/15K$ و فشار بین $3400Kpa$ تا $4000Kpa$ است. کربن‌دی‌اکسید خروجی از کوره و



خوراک ورودی فرآیند دی‌متیل‌اتر 4100 kmol/hr گاز طبیعی و $460/16 \text{ kmol/hr}$ گاز طبیعی به عنوان سوخت است که در تولید فرآیند دی‌متیل‌اتر باعث تولید $1529/85 \text{ kmol/hr}$ دی‌متیل‌اتر با خلوص ۹۹ درصد وزنی می‌شود. جریان هیدروژن خالص در نظر گرفته شده برای متانیشن حدود 3900 kmol/hr است 1950 kmol/hr اکسیژن نیز در فرآیند الکترولیز تولید می‌شود. محصول فرآیند متانیشن حدود 1517 kmol/hr متان با خلوص ۹۴ درصد مولی است. بازدهی کربن به صورت تعداد مول کربن محصولات تولید شده تقسیم بر مجموع تعداد مول کربن موجود در گاز طبیعی خوراک فرآیند و گاز طبیعی جبرانی تعریف می‌شود. بازدهی کربن پس از تجمیع دو فرآیند، ۹۸٪ است.

از جریان‌های خروجی راکتورهای متانیشن حدود، 12000 kmol/hr بخار اشباع در فشار ۲۲ بار به دست آمد. جریان خروجی از راکتور برای جداسازی آب و مایعات، خنک شده و از فلاش عبور داده می‌شود. بخشی از خنک‌سازی مورد نیاز برای این دو جریان در دو بویلر جداگانه انجام شده و 3000 kmol/hr و بخار اشباع ۲۲ بار تولید می‌شود. گرمای تولید شده $107/54$ مگاوات و آب جوش در دمای $540/65$ کلوین به عنوان خنک کننده آن استفاده می‌شود. حدود ۳۳ مگاوات از این انرژی صرف پیش گرمایش گاز سنتز و بقیه منجر به تولید 96000 kmol/hr بخار اشباع در فشار $50/8$ بار و دمای $540/6$ کلوین می‌شود. مجموع بخارهای تولیدی مذکور، حدود ۱۲۳ مگاوات از انرژی حرارتی مورد نیاز ریویولر برج‌ها را تامین می‌کند.

تجمیع دو فرآیند دی‌متیل‌اتر و متانیشن با فرض تامین کمبود انرژی فرآیند تجمیع شده توسط انرژی‌های برگشت‌پذیر منجر به ۲۴٪ افزایش راندمان کربن شد. تصمیم درباره به صرفه بودن این تجمیع، نیازمند برآورد اقتصادی دقیق شامل درآمد حاصل از فروش محصولات، مالیات کربن دی‌اکسید، در نظر گرفتن فرآیندهای تجدیدپذیر و ... می‌باشد.



تجزیه زیستی برای حذف آلودگی نفتی

شمیم صفائی

امروزه هیدروکربن‌های نفتی یک منبع مهم انرژی و ماده اولیه برای صنایع مختلف هستند و افزایش تقاضا برای فرآورده‌های نفتی در زندگی روزمره ممکن است باعث کمبود آنها و افزایش هزینه شود؛ زیرا هنوز گزینه‌های مناسب و رایج جایگزین یافت نمی‌شود.

آلاینده‌های هیدروکربن‌های نفتی ترکیبات آلی هستند که فعالیت‌های انسانی مانند رواناب‌های صنعتی و شهری، رهاسازی پساب، فعالیت‌های سکوها به بهره برداری نفت در دریا و خشکی و همچنین نشست‌های تصادفی باعث انتشار این آلاینده‌ها می‌شوند. این درحالی است که همواره محیط‌های دریایی به عنوان آخرین و بزرگترین محل برای آلاینده‌های هیدروکربن‌های نفتی در نظر گرفته می‌شوند.



(آلیفاتیک) ب) مواد معطر (هیدروکربن‌های حلق‌های) ج) رزین‌ها د) آسفالتین تقسیم کرد. آسفالتین‌ها خود براساس ساختارهای شیمیایی و آلکان‌ها (پارافین‌ها) و سیکلو آلکان‌ها تقسیم می‌شوند. هیدروکربن‌های معطر دارای یک یا چند حلقه معطر هستند که معمولاً با گروه‌های مختلف آلکیل جایگزین می‌شود. رزین‌ها و آسفالتین‌ها دارای ترکیبات بسیار پیچیده در کنار بسیاری از اتم‌های نیتروژن گوگرد و اکسیژن در مقایسه با بخش‌های اشباع و معطر حاوی ترکیب‌های قطبی غیرهیدروکربنی هستند. این درحالی است که هر جز دارای یک رفتار شیمیایی منحصر به فرد است که بر تجزیه بیولوژیکی آنها تاثیر می‌گذارد. تاثیر این اجزای آلاینده‌های هیدروکربنی بر جامعه بشری شامل مرگومیر ناشی از نکرور حاد هیپوترمی، استنشاق، غرق شدن و بلعیدن ترکیب‌های سمی بشوند و همچنین ترکیب‌های آلی فرار نفتخام که

حذف آلاینده‌های هیدروکربن و بازیافت بیشتر نفت خام دو چالش اصلی بهره‌وری محیط زیست در صنعت نفت هستند. نفت خام اغلب از پارافین، مواد معطر، رزین و آسفالتین تشکیل می‌شوند و مخلوطی از انواع هیدروکربن‌های ساده و پیچیده هستند که توسط چندین میکروارگانیسم طبیعی که هر کدام قادر به تجزیه گروه خاصی از مولکول‌های هیدروکربن هستند؛ تخریب می‌شوند. هیدروکربن‌های نفتی عمدتاً از نسبت‌های مختلف کربن و هیدروژن تشکیل شده‌اند. با این حال اغلب مقداری نیتروژن گوگرد و اکسیژن دارند نفت خام را می‌توان بر اساس درصد نسبی مواد تشکیل دهنده سنگین وزن مولکولی موجود در آن به عنوان نفت سبک یا سنگین طبقه‌بندی کرد. ترکیب نفت خام ممکن است با محل و سن یک میدان نفتی و همچنین عمق چاه نفت متفاوت باشد. حدود ۸۵٪ از اجزای تشکیل دهنده انواع نفت خام را می‌توان به چهار بخش: الف) اشباع

رای پوست و سایر بافت‌های انسان مضر است؛ از جمله تاثیرهای کوتاه مدت است. تاثیرهای طولانی مدت بر روی سایر موجودات زنده شامل ناهنجاریهای تکاملی حیوانات دریایی مانند کاهش فک عدم تنوع رنگی در حیوان‌ها و غیره است که این اثرها باعث تغییر در جمعیت یا جامعه گونه‌ای و در نتیجه تغییر در کل بوم‌سازگان می‌شود.

با توجه به بررسی آخرین مطالعات صورت گرفته؛ در حال حاضر بسیاری از کشورها در سراسر جهان با مشکلات فراوانی ناشی از آلاینده‌های هیدروکربن‌های نفتی روبه‌رو هستند که خود یکی از آلاینده‌های آلی پایدار هستند. پاکسازی این مکان‌های آلوده با تجزیه بیولوژیکی گزینه مناسبی است؛ زیرا روش‌های معمول فیزیکی و شیمیایی برای پاکسازی از نظر

فنی و همچنین اقتصادی چالش حساب به نظر می‌رسد. سلول‌های میکروبی ساکن، نسبت به سلول‌های میکروبی آزاد برای بهبود بقا و حفظ عوامل تجزیه بیولوژیکی در مکان‌های آلوده برتری دارند. با این حال رویکردهای تجزیه بیولوژیکی فعلی با محدودیت مواجه‌اند که شامل ویژگی‌های آلاینده‌ها توانایی‌های ضعیف جوامع میکروبی در شرایط خاص، وجود زیستی کمتر آلاینده‌ها و شرایط رشد می‌شود. عوامل موثر بر میزان تخریب بیولوژیکی میکروارگانیسم‌ها روند تغییرات میکروبی آلاینده‌های هیدروکربن‌های نفتی مسیرهای تخریب آلاینده‌های هیدروکربن و انواع فناوری‌های زیست پالایی و فرآیندها هستند. و در شکل ۱ ابعاد مختلف تجزیه زیستی آلاینده‌های هیدروکربنی که در مطالعه اخیر به آنها پرداخته شده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱- تجزیه زیستی آلاینده‌های هیدروکربنی نفت



آلاینده های هیدروکربن های نفتی

آلاینده های هیدروکربن های نفتی به دلیل خاصیت آبگریزی خود قبل از تخریب توسط میکروبها نیاز به انحلال دارند. مواد فعال سطحی ترکیبها آبگریز را افزایش می دهد و باعث افزایش حلالیت آنها در آب می شود. از این رو؛ وجود مواد فعال سطحی ممکن است تخریب میکروبی آلاینده ها را افزایش دهد. تماس سلول با بسترهای آبگریز بسیار مهم است؛ زیرا مرحله اولیه تخریب هیدروکربن آلیفاتیک و آروماتیک اغلب با واکنش های اکسیداسیون متوسط اکسیژن سازهای مرتبط با سطح سلول انجام می شود. دو روش معمولاً برای دسترسی باکتری ها به آلاینده های هیدروکربنی نفت به عنوان بستر در نظر گرفته شده است. روش اول جذب سطحی در اثر تماس مستقیم سلول با هیدروکربن و روش دوم پیوستن مواد فعال سطحی زیستی با واسطه تماس سلول با هیدروکربن های امولسیون شده است. در روش دوم برای جذب واسطه با ماده فعال سطحی، اکثر باکتری های تجزیه کننده آلاینده های هیدروکربن های نفتی تولیدکننده و ترشح کننده مواد فعال سطحی زیستی با مواد شیمیایی متنوع هستند؛ امکان امولسیون شدن ترکیبها آبگریز را فراهم می کند. مواد فعال کننده سطح می توانند هیدروکربن های آبگریز را مانند یک روکش بپوشانند تا مجموعه کامل از طریق غشاء سلول منتقل شوند که باعث انجام متابولیسم درون سیتوپلاسم می شود.

حذف آلاینده های هیدروکربن های نفتی

بسیاری از روش های رایج فیزیکی و شیمیایی به دلیل هزینه های

حفاری و حمل و نقل مواد آلوده در نتیجه مقابله

در محل گران هستند همان طور که در جدول ۱ مشاهده می شود برخی

از این روش ها عبارتند از شستوشوی خاک غیر فعال سازی شیمیایی مثل استفاده از

پرمنگنات پتاسیم و پراکسید هیدروژن به عنوان یک اکسیدکننده شیمیایی برای معدنی کردن آلاینده های

غیر محلول سوزاندن و همچنین سایر تکنیک های فیزیکی و شیمیایی مانند پراکندگی، رقت، جذب، واجذب

و تبدیل غیر زنده و غیره. است تصفیه زیستی سایت های آلوده به نفت خط با استفاده از روش های

بیولوژیکی مانند کاربرد موجودات زنده برای تخریب و سمزدایی آلاینده ها را می توان فناوری سبز معرفی

کرد که یک تکنیک کارآمد مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست می باشد.

زیست پالایی آلاینده ها یک روش نوآورانه در حذف آلاینده های هیدروکربن های نفتی است؛ در آن

میکروارگانیسم ها آلاینده های آلی خطرناک را بدون تاثیر منفی بر محیط به ترکیب های بی ضرر مانند

کربن دی اکسید، متان و آب و زیست توده (Biomass) تغییر داده و باعث می شود تجزیه بیولوژیکی یکی از

سازوکارهای اصلی برای از بین بردن آلاینده های هیدروکربنی از محیط شوند.

جدول ۱- مقایسه کلی روش های حذف آلاینده های هیدروکربن های نفتی

حذف آلاینده	مثالی از روش حذف	مزایا	معایب
فیزیکی	شستوشوی خاک	سهولت انجام	هزینه زیاد
شیمیایی	غیر فعال سازی شیمیایی	مقرون به صرفه	آلودگی محیط زیستی
بیولوژیکی	زیست پالایی / تخریب میکروبی	دوستدار محیط زیست	تهیه میکروارگانیسم

استفاده از میکروارگانیسم به عنوان ابزار افزایش دهنده توانایی های کاتالیزوری موجودات زنده برای افزایش میزان تخریب آلاینده ها مفید است؛ همچنین می تواند برای ازدیاد برداشت نفت میکروبی نیز مورد استفاده قرار گیرد.



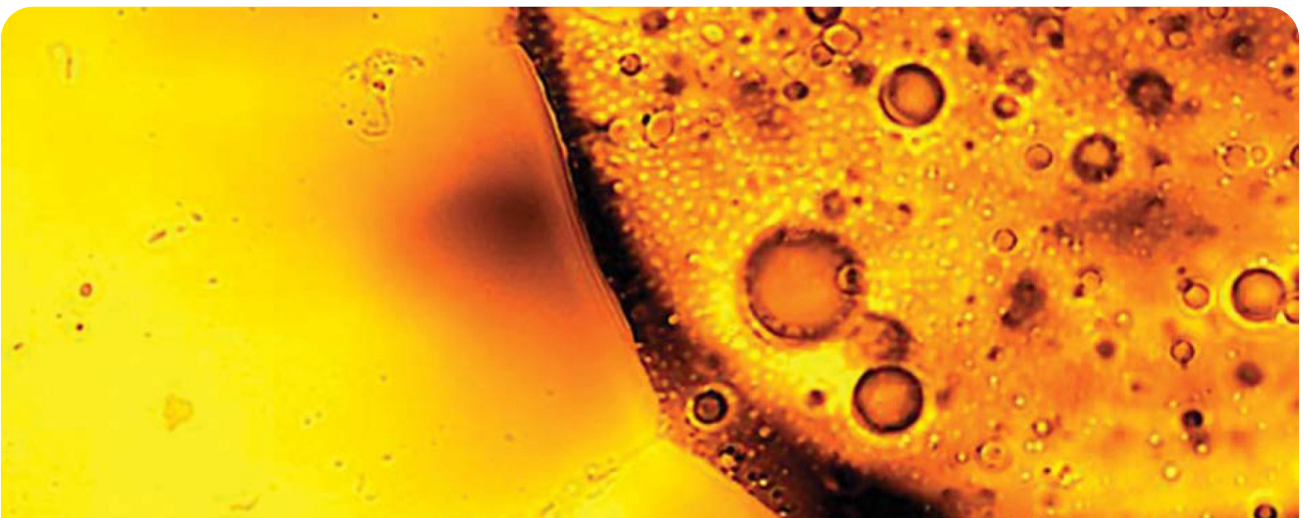
تحت شرایط مطلوب یک گونه میکروارگانیسم که بتواند همه‌ی ترکیبات نفتی را تجزیه کند؛ وجود ندارد. برخی از انواع میکروارگانیسم‌ها قادرند هیدروکربن‌های نفتی را تجزیه کنند و آن‌ها را به عنوان تنها منبع کربن و انرژی استفاده کنند. ویژگی فرایند تجزیه به پتانسیل ژنتیکی میکروارگانیسم‌های خاص برای عرضه اکسیژن مولکولی به هیدروکربن‌ها و همچنین پتانسیل تولید واسطه‌هایی که وارد مسیر متابولیکی بازده انرژی سلول می‌شوند، مربوط می‌شود.

میکروارگانیسم‌های درگیر در فرایند زیست‌پالایی نفت‌خام

میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده نفت فراوان هستند و به منطقه تولیدکننده نفت محدود نمی‌شوند. در هر محیط قابل تصویری حضور دارند؛ هیدروکربن‌ها در محیط عمدتاً توسط قارچ‌های رشته‌ای، مخمرها، اکتینومایست‌ها و باکتری‌ها تجزیه می‌شوند. راندمان تجزیه زیستی از ۶٪ تا ۸۲٪ برای قارچ‌های خاک، ۰/۱۳٪ تا ۵۰٪ برای باکتری‌های خاک، و ۰/۰۳٪ تا ۱۰٪ برای باکتری‌های دریایی گزارش شده است. مشخص شده است که تجزیه‌ی بیشتر آلاینده‌های نفتی در محل، توسط یک مجموع‌های متشکل از میکروارگانیسم‌ها انجام می‌شود و بیش از ۲۰۰ گونه از باکتری‌ها، قارچ‌ها و حتی جلبک‌ها می‌توانند هیدروکربن را تجزیه کنند.

اصلاح زیستی (Bioremediation)، زیست‌پالایی یا تجزیه زیستی

در سال‌های اخیر، تحقیقات میکروبیولوژیکی در ارتباط با اصلاح زیستی مکان‌های آلوده با استفاده از گونه‌های مختلف میکروبی افزایش یافته است. به مدت ۸۰ سال شناخته شده است که برخی از میکروارگانیسم‌ها می‌توانند هیدروکربن‌های نفتی را تجزیه کنند و آن را به عنوان تنها منبع کربن و انرژی برای رشد استفاده کنند. اولین بار نیز توسط دیویس (۱۹۶۷) به طور مختصر بیان شد. تجزیه میکروبی به عنوان مهم‌ترین مکانیسم طبیعی برای حذف آلاینده‌های هیدروکربنی غیرفرار از محیط ظهور پیدا کرده است. اگر چه تجزیه زیستی به میزان آهسته رخ می‌دهد؛ می‌توان با استفاده از گونه‌های میکروبی که ضایعات نفت را با کارایی بیشتری تجزیه می‌کنند و یا با بهبود شرایط محیطی، نظیر اضافه کردن مواد غذایی و هوادهی آن را افزایش داد ایجاد شرایط مختلف مربوط به جوامع میکروبی بومی مانند منابع انرژی، pH، گیرندگان و دهندگان الکترون، مواد مغذی، دما و غیره در مکان‌های آلوده نیز در روش زیست‌پالایی مورد نیاز است. پتانسیل بازسازی به ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زنده خاک بستگی دارد. موفقیت این بازسازی به pH، ظرفیت نگهداری آب و سطح مواد مغذی موجود در خاک بستگی دارد. علیرغم پتانسیل زیاد میکروارگانیسم‌ها برای تجزیه ترکیبات آلی



پس از نشست نفت، هیدروکربن‌ها تحت فرایندهای فیزیکی و شیمیایی خاص در طبیعت قرار می‌گیرند؛ از جمله این فرایندها، تبخیر و یا اکسیداسیون فتوشیمیایی است که ترکیب نفت را تغییر می‌دهند. اما مهمترین فرایند، تجزیه زیستی است. مواد آلی می‌توانند به صورت هوازی (با اکسیژن) یا بی‌هوازی (بدون اکسیژن) تجزیه شوند. در طول تجزیه نفت، خواص سیال نفت تغییر می‌کند. نفت خام به دلیل وجود انواع ترکیبات متفاوت می‌تواند به طور گسترده تحت تجزیه زیستی قرار گیرد.

ترکیبات هیدروکربنی نفت به اجزای مختلف خاک متصل می‌شوند در نتیجه حذف و تجزیه آن‌ها مشکل می‌شود حساسیت هیدروکربن‌ها به حمله میکروبی متفاوت است. رتبه‌بندی حساسیت هیدروکربن‌ها به تجزیه‌ی میکروبی به طور کلی به شرح زیر است:

آلکان‌های خطی < آلکان‌های شاخهدار < آروماتیک‌های کوچک < آلکان‌های حلقوی

بر این؛ ماهیت شیمیایی، سطح منطقه و آبگریزی ترکیبات موجود در نفت خام، دسترسی زیستی و از این رو قابلیت تجزیه زیستی نفت را تحت تاثیر قرار می‌دهند. با توجه به تنوع در ترکیب هیدروکربن‌های نفت خام، میکروب‌ها مکانیسم‌های سازگاری مختلفی برای استفاده از طیف وسیعی از هیدروکربن‌ها به عنوان سوستر را توسعه داده‌اند. حمله اولیه داخل سلولی به آلایندگی‌های آلی، یک فرایند اکسایشی و فعال است؛ همچنین مداخله اکسیژن کلید آنزیمی است که واکنش توسط اکسیژنازها و پراکسیدازها را تسریع می‌نماید. مسیرهای تجزیه ثانویه، آلایندگی‌های آلی را گام به گام تجزیه و به متابولیسم مرکزی هدایت می‌کند. بیوسنتز زیست توده سلول از متابولیت‌های پیشرو مرکزی، به عنوان مثال، استیل کوآ، سوکسینات، پیرووات اتفاق می‌افتد. قندهای مورد نیاز برای بیوسنتزهای مختلف رشد و ساخته می‌شوند.

مراحل اولیه تجزیه زیستی نفت با از دست دادن n-پارافین‌ها (n-آلکان‌ها یا آلکان‌های طبیعی) به دنبال حذف هیدروکربن‌های بدون حلقه می‌شود. در مقایسه با این گروه، ترکیبات دیگر از جمله ترکیبات بسیار منشعب و هیدروکربن‌های حلقوی اشباع شده و همچنین ترکیبات آروماتیک به تجزیه زیستی بسیار مقاوم می‌باشند. با این حال، با تجزیه زیستی، در نهایت بیشتر ترکیبات مقاوم، نابود می‌شوند. تجزیه‌ی میکروبی، آلیفاتیک‌ها یا بخش‌های آروماتیک سبک نفت را هدفگیری می‌کند. چندین گونه میکروبی روی هیدروکربن‌ها زندگی می‌کنند و مسئول تجزیه زیستی نفت خام می‌باشند. میکروب‌ها برای عملکرد بر نفت نیاز دارند که به حالت فیزیکی محلول تبدیل شوند. نفت در آب نامحلول است و چگالی کمتری دارد؛ روی سطح و فرم‌های سطحی و یا فیلم‌های نفت شناور است. میکروب‌های اکسیدکننده هیدروکربن‌ها به سرعت در چنین فیلم‌هایی ایجاد می‌شوند. علاوه



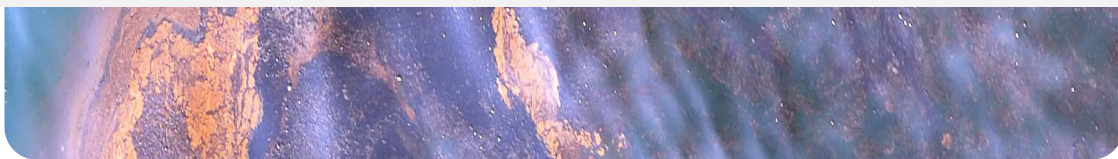
براین ثابت شده‌است که نیتروژن و فسفر به‌طور قابل توجهی رشد میکروبهایی تجزیه‌کننده هیدروکربنها را افزایش می‌دهند.

محققین بر این باورند که اصلاح‌زیستی در شکل اضافه‌کردن میکروارگانیسمهای بومی با قدرت تجزیه بالا مناطق را تحت‌تاثیر قرار می‌دهد و نقش مهمی را در آینده با ایجاد محیط‌زیست امن با استفاده از روشی مقرون به‌صرفه در پاسخ به نشت نفت دریایی و زمینی بازی خواهد کرد.

محققان متعدد استفاده از میکروبهها را برای تجزیه فرآوردههای نفتی مورد مطالعه قرار داده‌اند و نشان داده‌اند که این یک فناوری جایگزین امیدوارکننده است. تجزیه‌میکروبی یکی از بهترین روشها در حذف طبیعی فرآوردههای نفتی از محیطهای آلوده است.

در حال حاضر طبیعت با راه‌های کنترل زیستی برای حذف آلایندههای پرخطر از محیط‌زیست مانوستر است. زمانی که مقدار آلایندهها بسیار زیاد هستند روشهای در دسترس گران می‌باشند، استفاده از روند بازسازی میکروبی راه موفق و ایمن برای ارتقاء سلامت محیط‌زیست به‌ویژه با هزینه پایین، روش ساده و پذیرش عمومی بالا برای تمیز کردن اکوسیستمهای خاک از نشت نفت است.

تجزیه‌زیستی که از اهمیت زیستمحیطی بسیار بالایی برخوردار است و به عنوان کمک به فرآیندهای اصلاح‌زیستی مطرح می‌باشد. در حال حاضر پیشرفت در بیوتکنولوژی تایید کرده‌است که ترکیبات مختلف هیدروکربنهای نفتخام توسط میکروارگانیسمها به‌عنوان تنها منبع کربن مصرف میشوند. این هیدروکربنها، هم یک هدف و هم یک محصول متابولیسم میکروبی می‌باشند. علاوه



منابع

۱. بهبودی.گ، شایسته.ک، روش‌های حذف فلزات سنگین از محیط آب و فاضلاب: یک مطالعه مروری. فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط
۲. پارسا، سپیده، و حسین زاده، مجید. (۱۴۰۰). غشای نانوکامپوزیت و کاربرد آن در تصفیه آب و فاضلاب. کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار و عمران شهری.
۳. سایت wiki pedia
۴. پژوهش تصفیه پساب داروویی
۵. سایت پاک آب
۶. kanoon
۷. شبیه‌سازی راکتور تبدیل کاتالیستی اکسیدهای کربن به متان (متاناسیون) پتروشیمی شیراز
۸. نویسندگان:
۹. محمد حسین ثابت کارشناسی ارشد مهندسی شیمی گرایش طراحی فرآیند، دانشگاه سیستان و بلوچستان، مرودشت، علی بهمنی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی گرایش طراحی فرآیند، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، علی کاظمی کارشناسی مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، مرودشت، امین قاسمی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی گرایش طراحی فرآیند، دانشگاه سیستان و بلوچستان، مرودشت
۱۰. بررسی جمع‌فرآیندهای متانیشن و دی‌متیل‌اتر در جهت کاهش دی‌اکسید کربن نویسندگان: نجمه شجری، الهام یساری، مهدی پناهی
۱۱. تجزیه میکروبی هیدروکربن‌های نفتی در محیط زیست نویسنده: ویدا داودی دانش‌آموخته کارشناسی ارشد میکروبیولوژی، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد فلاورجان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان
۱۲. مطالعه کارایی روش‌های مختلف تجزیه زیستی میکروبی در حذف آلاینده‌های هیدروکربنی نفت خام نویسنده: فرهود نوائی-عباس هاشمی زاده دانشجوی کارشناسی، گروه مهندسی، نفت دانشکده نفت وپتروشیمی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار استادیار، گروه مهندسی، نفت دانشکده نفت وپتروشیمی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار



znuchemeng



znuchemeng



info@znuchemeng.com