

بسم الله الرحمن الرحيم



موسسه آموزش عالی انرژی

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

مهندسی سیستم های انرژی - سیستم های انرژی

عنوان:

مطالعه حذف هیدروکربن از آب همراه نفت با استفاده از بیوراکتور

استاد راهنما:

دکتر مجتبی میرزایی

استاد مشاور:

دکتر حیدر مداح

پژوهشگر

بهادر نجات

اسفند ماه ۱۳۹۶



دانشکده فنی و مهندسی
مهندسی سیستم های انرژی - سیستم های انرژی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ی مهندسی سیستم های انرژی
گرایش سیستم های انرژی

نام دانشجو:

بهادر نجات

تحت عنوان:

مطالعه حذف هیدروکربن از آب همراه نفت با استفاده از بیوراکتور

در تاریخ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه بسیار خوب به تصویب نهایی رسید.

امضاء	با مرتبه ی علمی	۱- استاد راهنما: دکتر مجتبی میرزایی
امضاء	با مرتبه ی علمی	۲- استاد مشاور: دکتر حیدر مداح
امضاء	با مرتبه ی علمی	۳- استاد داور: آقای
امضاء	با مرتبه ی علمی	۴- استاد داور: آقای دکتر

تقدیر و پاس

شایسته است از استاد و راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر مجتبی میرزایی و دکتر حیدر مداح که در به ثمر رساندن تحقیقات بنده دلسوزانه از هیچ کمکی دریغ نکردند صمیمانه تشکر نمایم. علاوه بر توجیهات علمی، منش ایشان بهترین الگوی اخلاقی من بود. امیدوارم در کلیه مراحل زندگی موفق و پیروز باشید.

تقدیم به:

پدر و مادرم

آن‌ها که هر زمان نامشان را می‌برم ناخواسته اشک در چشمانم حلقه و تمام وجودم از محبتشان موج می‌زند.
آن‌ها که در تمام لحظه‌ها پابه‌پایم آمدند و خستگی‌هایم را به جان خریدند و به من دلگرمی بخشیدند و بسی
رنج‌ها برده و روح امید بالندگی را در من دمیده و پیوسته سوختند و قطره‌قطره وجودشان را به پایم ریختند
تا خانه قلبم را برافزودند.

پدر و مادر مهربانم پاینده باشید.

تقدیم به خانواده عزیزم

همسر عزیزم، همراه و همدل که بی‌وجودت زندگی مرگ است شما که همواره با فداکاری از حق مسلم
گذشته و مرا یاری دادی تا این مهم را به پایان رسانده و باعث بالا بردن سطح علمی این حقیر شدی.
صمیمانه تشکر و سپاس دارم.

چکیده:

مبحث تصفیه مواد از هیدروکربن مورد تحقیق پژوهشگران واقع شده که به همین جهت قابلیت بحث در این زمینه موجود است. استفاده از بیوراکتور به نحوی مجری آزمایش‌های زیست‌شناسی می‌باشد، در این حالت قابل توجه است. تصفیه در دو بخش شیمیایی و فیزیکی مدنظر است. بدین شرح که وجود فیلتر ساده‌ترین راه پالایش بوده که در این حالت به علت وجود مواد شیمیایی استفاده از عوامل واکنش مورد توجه است. بیوراکتور وسیله‌ای است که قابلیت انجام واکنش شیمیایی در آن موجود است. بدین صورت که با انتخاب نوع کاتالیزگر، بتوان هیدروکربن مورد نظر را جداسازی نمود. راکتور به صورت استوانه‌ای از جنس پلکسی گلسی می‌باشد. این راکتور برای بهره برداری با جریان پیوسته تحت شرایط متابولیکی آنوکسیک و رژیم جریان قالبی طراحی می‌شود. مدیای مورد استفاده در راکتور رشد چسبیده فوم پلی اورتان^۱ خواهد بود. فومهای پلی اورتان به قطعاتی با ابعاد مشخص برشی داده می‌شوند. آب همراه توسط یک پمپ پرستالتیک از کف به راکتور تزریق می‌شود.

عوامل بسیاری بر این نوع جداسازی مؤثر است. بدین صورت که اندازه و ابعاد بیوراکتور و نوع کاتالیزگر از جمله پارامترهای ورودی می‌باشد. کیفیت تصفیه مورد توجه است و در عین حال به دلیل مسائل اقتصادی، سرعت تصفیه حائز اهمیت می‌باشد. می‌بایست میان پارامترها تعادل برقرار نمود و بهینه‌سازی میان موارد قابل توجه است. در همین راستا قابلیت بحث در این باره مهیاست و نتایج مناسبی در این باره دست‌یافتیم، طبیعتاً ضمن رشد مناسب باکتری‌ها، و واکنش مناسب در این باره، می‌توان بر جداسازی مناسب هیدروکربن تأکید نمود. قطر فیلتراسیون نقش مهمی در کیفیت تصفیه دارد و رد عین حال سرعت عمل را کاهش می‌دهد. با توجه به غلظت و نوع آلاینده‌ها، ابعاد بهینه در تعیین نوع بیوراکتور قابل متفاوت است. تکرار آزمایش موجب بهبود کیفیت ماده تصفیه شده است. طولانی شدن زمان انجام تصفیه به کیفیت آن کمک می‌نماید. غلظت تفاله هیدروکربن رابطه معکوس با غلظت ماده مورد نظر دارد. تکرار آزمایش رابطه معکوس با غلظت تفاله هیدروکربن دارد. این رابطه به صورت شیب کاهنده و تقعر مثبت است.

کلمات کلیدی: هیدروکربن، جداسازی، بیوراکتور

^۱ PUF

فهرست مطالب

چکیده:	۱
فصل اول: مقدمه و کلیات	۱
۱-۱ مقدمه	۱
۲-۱ کلیات تحقیق	۲
۱-۲-۱ هیدروکربن	۲
۲-۲-۱ بیوراکتور-فرمانتور	۱۶
۳-۱ بیان مسئله	۲۴
۴-۱ فرضیات	۲۶
اهداف	۲۷
فصل دوم: پیشینه تحقیق	۲۸
۱-۲ مقدمه	۲۹
۲-۲ تاریخچه	۳۵
۳-۲ ضرورت انجام تحقیق	۴۱
۴-۲ نوآوری و ابتکار	۴۱
فصل سوم: روش تحقیق	۴۲
۱-۳ مقدمه	۴۳
۲-۳ تئوری بیوراکتور	۴۴
۳-۳ تئوری هیدروکربن	۵۸
۴-۳ آزمایش انجام شده	۶۲
فصل چهارم: نتایج و بحث	۶۳
۱-۴ مقدمه	۶۴
۲-۴ حذف باکتری‌ها	۶۵
۳-۴ اهمیت زمان	۶۹
فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات	۷۵
۱-۵ مقدمه	۷۶

۷۷	۵-۲ نتایج.....
۷۸	۵-۳ پیشنهادها.....
۷۹	مراجع.....
۸۰	Abstract:.....

فهرست شکل ها

۱۷	شکل ۱-۱ نمایی از بیوراکتور.....
۱۸	شکل ۲-۱ بیوراکتور هم زن.....
۱۹	شکل ۳-۱ ترکیبات و اجزای بیوراکتور.....
۲۰	شکل ۴-۱ مقیاس های آزمایشگاهی فرماتورها و بیوراکتورها دستگاه.....
۲۵	شکل ۵-۱ شماتیک راکتور آنوکسیک هیبریدی بستر لجن و بستر ثابت با جریان رو به بالا.....
۳۲	شکل ۱-۲ نمودار افزایش تعداد مقالات در این زمینه.....
۳۳	شکل ۲-۲ ترکیب ملیت نگارش مقالات در زمینه مورد نظر.....
۵۹	شکل ۱-۳ متان.....
۶۰	شکل ۲-۳ هیدروکربن آروماتیک.....
۶۱	شکل ۳-۳ استانداردهای کنترل اکسیدهای سولفور.....
۶۶	شکل ۱-۴ تأثیر سایز فیلتراسیون بر رشد باکتری.....
۶۷	شکل ۲-۴ تأثیر سایز فیلتراسیون بر رشد باکتری به تفکیک نوع باکتری.....
۶۹	شکل ۳-۴ تغییرات باقی مانده هیدروکربن برحسب روز.....
۷۰	شکل ۴-۴ تغییرات بازدهی بیوراکتور به نسبت زمان.....
۷۱	شکل ۵-۴ تأثیر تکرار آزمایش بر خلوص واقعی آب تسویه شده.....
۷۲	شکل ۶-۴ بررسی تأثیر تکرار آزمایش بر میزان بازدهی.....
۷۳	شکل ۷-۴ تغییرات غلظت هیدروکربن به دست آمده در دفعات آزمایش.....
۷۴	شکل ۸-۴ ارتباط بین غلظت های مشخص.....

فهرست جدول ها

- جدول ۴-۱ خصوصیات بزرگ مقیاس و ریزمقیاس و آزمایش های شناسایی باکتری ها..... ۶۵
- جدول ۴-۲ شاخص های به دست آمده در حالت پایدار بیوراکتور ۶۸

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

تصفیه و پالایش نفت موضوعی است که محققان علم شیمی تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه به عمل آورده‌اند. جداسازی یک عنصر خاص از یک ترکیب گسترده مسئله مورد بحث در به سیری از تحقیقات بوده و هست. استفاده از کاتالیزگر در این واکنش‌ها دارای اهمیت است و همین مسئله قابلیت بحث را افزایش می‌دهد. تسلط بر نوعی بودن آزمایش در این حالت حائز اهمیت است و اطلاعات کامل از فرآیند آزمایش نیز در اینجا مشاهده می‌شود. برخی آزمایش‌ها گرمازا و برخی دیگر گرماگیر می‌باشد. در بسیاری از موارد گرما زاد بودن واکنش مطلوب نبوده و در نتیجه این موارد قابلیت بررسی دارد. تعیین نوعی واکنش شیمیایی به یافتن نوع عوارض آن یاری می‌نماید. بدین صورت که برای مثل ممکن است گرمازا بودن و یا گرماگیر بودن در این حالت دارای محدودیت بوده و عدم استفاده از آن قابل مشاهده است. این که به چه صورت می‌توان بدون عوارض چندان مسئله را نگاشته و قابلیت جداسازی را در این حالت تعریف نمود. بدین صورت که ارائه چنین راه‌حلی دید کلی از مسئله به نمایش گذاشته و در نهایت بهینه‌سازی بین پاسخ‌ها انجام خواهد شد.

فصل نخست به معرفی موضوع تحقیق و چارچوب‌های آن پرداخته و در نهایت معرفی کامل موضوع تحقیق را امکان‌پذیر می‌سازد. در نتیجه زوایای کامل موضوع ضمن معرفی کلیدواژه‌ها در این حالت امکان‌پذیر

است. کلیدواژه اجزای تشکیل دهنده موضوع رساله بوده که در مورد آن صحبت می گردد. درواقع با تشکیل ستون های موضوع می توان دراین باره به اظهارنظر پرداخت. در ادامه سایر زوایای تحقیق بیان می گردد.

فصل دوم شامل تاریخچه و مروری بر پیشینه تحقیق است. بدین صورت که سیر تکاملی موضوع تحقیق بیان خواهد شد. در این حالت دید کلی از سیر تکاملی مسیر بسته شده دید کلی از موضوع رساله بیان شده که قابلیت بحث در این زمینه را دارا می باشد. بدین صورت که ریشه و اساس تعیین موضوع در این حالت مشخص می گردد.

روش تحقیق در فصل سوم بیان شده و در این حالت راه و روش مورد نر جهت بررسی موارد بیان می گردد. می بایست تحقیقات گسترده دراین باره بیان شده و بتوان در بین پاسخ ها بهینه سازی را به نمایش گذاشت. درنهایت در فصل های پایانی به تشریح نتایج و موارد مرتبط بدان پرداخته و نتایج کلی که بر خواسته از اهداف تحقیق بوده را به نمایش می گذارد.

۲-۱ کلیات تحقیق

موضوع رساله تحت عنوان "مطالعه حذف هیدروکربن از آب همراه نفت با استفاده از بیو راکتور" تعیین شده و همان طور که بیان شد از کلیدواژه هایی تشکیل شده است. بدین صورت با تعریف ابعاد مسئله قابلیت موضوعی آن بررسی می گردد.

۱-۲-۱ هیدروکربن

هیدروکربن ها، به طور ساده در دانش شیمی، دسته ای از مواد آلی هستند که در ساختار مولکولی آنها، اتم های عنصرهای کربن و هیدروژن شرکت دارند. هیدروکربن ها، همانند دسته بندی تمام مواد آلی، در دو گروه آلیفاتیک و آروماتیک قرار می گیرند. از نگاه دیگر می توان هیدروکربن ها را در دو گروه سیر شده و سیر نشده قرارداد.

بعضی از ترکیب‌های آلی، فقط شامل دو عنصر هیدروژن و کربن می‌باشند و در نتیجه آن‌ها را هیدروکربن می‌نامند. با تکیه بر ساختار، هیدروکربن‌ها را به دو گروه و طبقه اصلی یعنی آلیفاتیک و آروماتیک تقسیم می‌کنند. هیدروکربن‌های آلیفاتیک خود به چند خانواده: آلکان‌ها، آکین‌ها و همانندهای حلقوی آن‌ها (سیکلوآلکانها و...) تقسیم می‌شوند (۱).

متان، CH_4 ، ساده‌ترین عضو خانواده آلکان‌ها و همچنین یکی از ساده‌ترین ترکیب‌های آلی است.

هر یک از چهار اتم هیدروژن بوسیله پیوند کووالانسی، یعنی با یک جفت الکترون اشتراکی به اتم کربن متصل شده است. وقتی کربن به چهار اتم دیگر متصل باشد، اوربیتال‌های پیوندی آن، به سوی گوشه‌های چهار وجهی جهت‌گیری کرده‌اند (۱).

این آرایش چهار وجهی، آرایشی است که به اوربیتال‌ها اجازه می‌دهد تا سر حد امکان از یکدیگر فاصله بگیرند. برای اینکه همپوشانی این اوربیتال‌ها با اوربیتال کروی اتم هیدروژن به گونه‌ای موثر صورت پذیرد و در نتیجه، پیوند محکم‌تری تشکیل شود، هر هسته هیدروژن باید در یک گوشه این چهار وجهی قرار بگیرد. ساختار چهار وجهی متان بوسیله پراش الکترونی که آرایش اتم‌ها را در این نوع مولکول‌های ساده به روشنی نشان می‌دهد، تایید شده است. بعد شواهدی که شیمی‌دان‌ها را خیلی پیش از پیدایش مکانیک کوانتومی^۱ (نام صفحه). یا پراش الکترونی d ، به پذیرش این ساختار چهار وجهی رهنمون شد، بررسی خواهیم کرد. ما به طور معمول، متان را با یک خط کوتاه برای نمایش هر جفت الکترون مشترک بین کربن و هیدروژن نشان خواهیم داد. برای آنکه توجه خود را بر روی الکترون‌ها بطور انفرادی متمرکز کنیم، گاهی ممکن است یک جفت الکترون را بوسیله یک جفت نقطه نشان دهیم. سرانجام، وقتی بخواهیم شکل واقعی مولکول را نمایش دهیم، از فرمول‌های سه بعدی استفاده می‌کنیم (۲).

واحد ساختار این ترکیب غیر یونی، مولکول است، چه جامد باشد، چه مایع و چه گاز. به علت اینکه مولکول متان بسیار متقارن است، قطبیت‌های انفرادی پیوندهای کربن - هیدروژن، یکدیگر را خنثی می‌کنند، در نتیجه کل مولکول غیر قطبی است. نیروهای جاذبه موجود میان این مولکول‌ها غیر قطبی، به نیروهای واندروالسی محدود می‌شوند؛ این نیروهای جاذبه، در مورد این مولکول‌های کوچک، باید در مقایسه با نیروهای قدرتمند موجود بین مثلاً یون‌های سدیم و کلرید ضعیف باشند. بنابراین، از اینکه به آسانی می‌توان

^۱ REDIRECT

بوسیله انرژی گرمایی، بر این نیروهای جاذبه فایق آمد، بطوری که ذوب شدن و جوشیدن در دمای پایین صورت بگیرد، تعجب نخواهیم کرد: دمای ذوب در 183°C - درجه سانتی گراد و دمای جوش در $161,5^{\circ}\text{C}$ - درجه سانتی گراد قرار دارد. (این مقادیر را با مقادیر مربوط در مورد سدیم کلرید: یعنی دمای ذوب 801°C درجه سانتی گراد و دمای جوش 1413°C درجه سانتی گراد مقایسه کنید). در نتیجه، متان در دماهای معمولی یک گاز است (۲).

متان، بی رنگ است و وقتی مایع شود، سبکتر از آب است (چگالی نسبی آن $0,4$ است موافق با قاعده تجربی که می گوید: «هم جنس در هم جنس حل می شود»، متان فقط کمی در آب انحلال پذیر است، ولی در مایعات آلی مانند بنزین، اتر و الکل بسیار حل می شود. از نظر خواص فیزیکی، متان الگویی برای سایر اعضا خانواده آلکانهاست.

متان، فرآورده پایانی تجزیه غیر هوازی (بدون هوا). گیاهان، یعنی شکستن بعضی از مولکولهای بسیار پیچیده است. همچنین یکی از اجزاء اصلی (بیش از 97%). گاز طبیعی است. متان همان گاز قابل احتراق و منفجر شونده معادن زغال سنگ است و می توان خروج حبابهای آن را به عنوان گاز مرداب در سطح مردابها مشاهده کرد. اگر متان بسیار خالص لازم داشته باشیم، می توان آن را بوسیله تقطیر جزء به جزء از سایر اجزاء تشکیل دهنده گاز طبیعی (که بیشتر آلکانها هستند). جدا کرد. البته بیشتر گاز طبیعی، بدون خالص سازی، به عنوان سوخت مصرف می شود (۲).

از نظر اندازه C_2H_6 بعد از متان قرار می گیرد. اگر اتمهای این مولکول را با رعایت قاعده ای که می گوید برای هیدروژن یک پیوند (یک جفت الکترون). و برای کربن، چهار پیوند (چهار جفت الکترون).، بوسیله پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل کنیم، به ساختار زیر دست می یابیم $\text{CH}_3\text{-CH}_3$.

هر کربن به سه هیدروژن و یک کربن دیگر متصل است و چون هر اتم به چهار اتم دیگر متصل است، اوربیتالهای پیوندی آن (اوربیتالهای sp^3). به سوی گوشه های چهار وجهی جهت گرفته اند. در اینجا نیز مانند مورد متان، پیوندهای کربن- هیدروژن از هم پوشانی این اوربیتالهای sp^3 با اوربیتالهای s هیدروژنها بوجود آمده اند. پیوند کربن- کربن از هم پوشانی دو اوربیتال sp^3 نتیجه شده است (۳).

توزیع الکترونها در پیوندهای کربن- هیدروژن و کربن- کربن بطور کلی یکسان است، یعنی در حول خط متصل کننده هسته ها به هم، حالتی استوانه ای و متقارن دارد: این پیوندها را به علت شکل مشابهی که

دارند، پیوند σ پیوند سیگما مینامند بنابراین، زوایای پیوندی و طول پیوندهای کربن- هیدروژن باید خیلی شبیه به متان، یعنی به ترتیب در حدود $109,5^\circ$ درجه و $1,1$ آنگستروم باشند (۳).

پراش الکترونی و بررسی‌های طیف‌بینی از هر نظر این ساختار را تایید کرده و برای مولکول اتان این اندازه‌ها را بدست داده‌اند. زوایای پیوندی $109,5^\circ$ ، طول $1,1$ برای C-H، طول $1,53$ برای C-C. بررسی‌های مشابه نشان داده‌اند که این مقادیر، با کمی انحراف، از ویژگی‌های اختصاصی پیوندهای کربن- هیدروژن و کربن- کربن و زوایای پیوندی در آلکانها بشمار می‌روند.

خواص فیزیکی آلکانها از همان الگوی خواص فیزیکی متان پیروی می‌کند و با ساختار آلکانها سازگار است. یک مولکول آلکان فقط بوسیله پیوندهای کووالانسی برپا نگه داشته شده است. این پیوندها یا دو اتم از یک نوع را بهم متصل می‌کنند و در نتیجه، غیر قطبی‌اند، یا دو اتم را که تفاوت الکترونگاتیوی آنها بسیار کم است، به یکدیگر ربط می‌دهند و در نتیجه قطبیت آنها کم است. به علاوه، این پیوندها به طریقی بسیار متقارن جهت گرفته‌اند، بطوری که این قطبیهای پیوندی نیز یکدیگر را خنثی می‌کنند. در نتیجه یک مولکول آلکان یا غیر قطبی است یا قطبیت بسیار ضعیفی دارد. نیروهایی که مولکولهای غیر قطبی را گرد هم نگه می‌دارند (نیروهای واندروالسی). ضعیف هستند و گستره بسیار محدودی دارند. این نیروها فقط بین بخشهایی از مولکولهای مختلف که با یکدیگر در تماس نزدیک باشند، یعنی بین سطوح مولکولها، عمل می‌کنند. بنابراین در یک خانواده معین، انتظار داریم که هر اندازه مولکول بزرگتر باشد و در نتیجه سطح تماس آنها بیشتر باشد، نیروهای بین مولکولی نیز قوی‌تر باشند. دمای جوش و ذوب با افزایش شمار اتمهای کربن، زیاد می‌شود. فرایند جوشیدن و ذوب شدن، مستلزم فایق آمدن بر نیروهای بین مولکولی در یک مایع و یک جامد است. دمای جوش و دمای ذوب بالا می‌رود، زیرا این نیروهای بین مولکولی با بزرگ شدن مولکولها افزایش می‌یابند (۳).

منبع صنعتی آلکانها، نفت و گاز طبیعی همراه آن است. ترکیبهای آلی پیچیده که روزگاری سیستمهای زنده گیاهان و جانوران را تشکیل می‌دادند، در اثر فضا‌های زمین شناختی، طی میلیونها سال، به مخلوطی از آلکانها که از نظر اندازه، شامل یک کربن تا 30 تا 40 کربن هستند، تبدیل شده‌اند. سیکلوآلکانها نیز که در صنعت نفت به نفتنها شهرت دارند و به ویژه در نفت کالیفرنیا فراوان یافت می‌شوند، همراه با آلکانها بوجود آمده‌اند (۳).

سوخت فسیلی دیگر، یعنی زغال سنگ، منبع بالقوه دیگر آلکانهاست. روش‌هایی برای تبدیل زغال سنگ از راه هیدروژن دار کردن به بنزین و سوخت کوره و همچنین تبدیل به گاز سنتز به منظور جبران کمبود گاز طبیعی ابداع شده است.

آلکن‌ها، دسته بزرگی از هیدروکربنها را شامل می‌شوند که به هیدروکربنهای غیر اشباع^۱ موسومند. تعداد هیدروژنهای این ترکیبات، کمتر از آلکنهای هم کربن است. آلکنها ممکن است یک یا چند پیوند دوگانه مجزا و دور از هم و یا مزدوج داشته باشند.

اتیلن کوچکترین عضو خانواده آلکنها و به فرمول C_2H_2 می‌باشد که دو اتم هیدروژن کمتر از آلکان هم کربن (اتان). دارد. ما در اینجا به بررسی ساختمان اتیلن می‌پردازیم تا با ساختار ترکیبات اشباع نشده آشنا شویم. بررسی ساختمان اتیلن به طریق کوانتوم مکانیکی نشان داده است که کربن، برای اینکه در ساختمان اتیلن شرکت نماید، لازم است که با استفاده از اوربیتالهای s^2 و دو اوربیتال p^2 خود، سهاوربیتال هیبریدی یکسان بوجود آورد که این اوربیتالهای هیبریدی، در یک سطح قرار می‌گیرند، بنحوی که اتم کربن، در مرکز یک مثلث قرار گرفته و زوایای بین اوربیتالهای هیبریدی، 120° درجه تخمین زده شده است.

هرگاه ما چهار اتم هیدروژن و دو اتم کربن sp^3 را کنار هم مرتب کنیم، شکلی ایجاد می‌شود که در آن، هر اتم کربن در سه پیوند σ (سیگما). شرکت دارد. برای رسیدن به کربن به حالت اکت، لازم است که سومین اوربیتال p^2 اتمهای کربن همپوشانی کرده، پیوند ایجاد کنند. این پیوند که از همپوشانی اوربیتالهای p کربن ایجاد می‌شود، از نظر شکل و انرژی، با پیوند σ متفاوت می‌باشد و به پیوند π موسوم است که از دو قسمت تشکیل شده است (۴).

یک ابرالکترونی در بالای سطح مولکول و ابر الکترونی دیگر، در پایین سطح قرار می‌گیرد. وقتی این ساختمان می‌تواند انجام شود که تمام اتمهای شرکت کننده در ساختمان اتیلن در یک سطح قرار گیرند. پس مولکول اتیلن لازم است یک مولکول مسطح باشد. مسطح بودن مولکول اتیلن بوسیله روشهای طیف سنجی و پراش الکترونی مورد تایید قرار گرفته است.

پروپن به فرمول $H_2C=CH-CH_3$ ، دومین عضو خانواده آلکنها می‌باشد که سه اتم کربن با ۶ اتم هیدروژن به هم متصل شده‌اند.

^۱ unsaturated

بوتن به فرمول C_4H_8 عضو بعدی این خانواده است که برای آن ، چند نوع آرایش می توان در نظر گرفت که در آنها ، چهار اتم کربن با هشت اتم هیدروژن طوری قرار بگیرند که قانون اکتت رعایت شده باشد. بوتن به ظاهر دارای سه ایزومر می باشد، ولی مطالعات تجربی نشان داده است که برای آلکنی به فرمول C_4H_8 چهار ساختمان فیزیکی کاملاً متفاوت وجود دارد.

در روش آیوپاک، نامگذاری آلکنها با رعایت نکات زیر انجام می شود:

۱. بلندترین زنجیری را که پیوند دوگانه کربن- کربن در آن قرار گرفته باشد، انتخاب می کنیم.
 ۲. زنجیر اصلی را به نحوی شماره گذاری می کنیم که اولین کربن روی پیوند دوگانه ، کوچکترین شماره را به خود بگیرد. (این روش تنها در مورد مشتقات کربن و هیدروژن صادق است. در نامگذاری الکل های اتیلنی و اسیدها و استرهای اتیلنی و برخی مشتقات دیگر ، اولویت با عوامل الکل ، اسید و استر می باشد).
 ۳. شماره کربنهایی را که استخلافها در روی آنها قرار گرفته اند، مشخص می کنیم.
 ۴. اگر قرار باشد ایزومرهای هندسی ماده مشخص گردد، در اول نام ماده از پیشوند cis و trans یا E و Z استفاده می کنیم.
- بطور کلی، خواص فیزیکی آلکنها مشابه آلکانهاست. آلکنها در حلال های غیرقطبی مانند اتر، کلروفرم و دی کلرو متان محلول ولی در آب نامحلول می باشند و سبکتر از آب نیز می باشند. نقطه جوش آلکنها با افزایش تعداد کربنها افزایش می یابد. بجز آلکنهای کوچک، نقطه جوش آلکنها به ازای افزایش یک اتم کربن بین ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد افزایش می یابد. همانند آلکانها ، شاخه دار شدن آلکنها موجب کاهش نقطه جوش می شود.
- آلکنها اندکی قطبی تر از آلکانها هستند این قطبیت اندک در اثر خصلت الکترون دهی و الکترون گیری گروهها ایجاد می گردد. وقتی روی آلکنها، گروههای القایی با قدرت بیشتر قرار می گیرد، ممان دو قطبی اندکی افزایش می یابد.
- هیدروهالوژن زدایی، واکنشی است که طی آن، از یک مولکول هالید آلکیل یک مولکول هالید هیدروژن (یک اتم هیدروژن از یک کربن و یک اتم هالوژن از کربن مجاور). برداشته می شود. این واکنش بسته به ساختمان و شرایط محلول می تواند از طریق دو مکانیسم متفاوت E_1 و E_2 انجام بگیرد.

اگر دو اتم هالوژن در روی یک اتم کربن قرار گرفته باشند، ماده را دی‌هالوژنه دوقلو geminal می‌نامند و اگر دو هالوژن در روی دو اتم کربن مجاور قرار گرفته باشند، vicinal خوانده می‌شود. از واکنش مشتقات α -دی برومو با پودر روی در اسید استیک و طی یک واکنش هالوژن زدایی، آلکن مربوطه تولید می‌شود. در این واکنش، هر دو اتم برم آزاد می‌شود و آلکن تشکیل می‌گردد. روی در اسید استیک نقش احیا کننده را بازی می‌کند. روی اکسید می‌شود و هالید الکیل احیا می‌شود (۴).

یکی از بهترین روشهای تهیه آلکنها، آگیری از الکلهاست. واکنش آگیری از الکل در حضور کاتالیزورهای اسیدی، معمولاً برگشت پذیر بوده، سرعت کمتری دارد. لذا جهت جلوگیری از واکنش برگشتی و برای تکمیل واکنش، آلکن تولید شده را از محیط واکنش خارج می‌کنند. با توجه به این که نقطه جوش آلکنها، پایین‌تر از نقطه جوش الکلها مربوطه می‌باشد، لذا این عمل بسهولت انجام می‌گیرد. در واکنشهای آگیری از الکلها، معمولاً از اسید سولفوریک یا اسید فسفریک غلیظ استفاده می‌شود (۵).

اگر بخواهیم واکنشهای شیمیایی آلکنها را پیش‌بینی نماییم، لازم است ابتدا فعالیت پیوند π در آلکنها را مورد مطالعه قرار دهیم و تاثیر پیوند دوگانه روی گروه‌های آلکیل مجاور و برعکس را خوب بدانیم. با مطالعه واکنشهای اختصاصی پیوند دوگانه، قادر خواهیم بود تا واکنشهای اختصاصی خیلی از آلکنها و واکنشگرهای دیگر را پیش‌بینی نماییم.

بطور کلی دو نوع واکنش در روی آلکنها انجام پذیر می‌باشد. دسته اول آنهایی هستند که در روی پیوند π انجام می‌گیرند و لذا پیوند π از بین می‌رود و پیوندهای جدید تشکیل می‌گردد. واکنشهای دسته دوم، واکنشهایی هستند که در محلولهای دیگری که ارتباط خاصی با پیوند دوگانه دارند، اتفاق می‌افتند. مثل گروههای آلکیل و یا عوامل دیگری که به کربنهای sp^2 متصل می‌باشند.

هرگاه ترکیب آلی حاوی پیوند سه گانه کربن به کربن باشد، آلکین نامیده می‌شود. استیلن با فرمول C_2H_2 کوچکترین عضو این خانواده می‌باشد و به همین دلیل آلکینها را ترکیبات استیلنی یا استیلنهای استخلاف‌دار می‌گویند. همانطوریکه ساختمان استیلن نشان می‌دهد، برای این که دو اتم کربن و دو اتم هیدروژن بهم وصل شوند و مولکول کاملی را تولید نماید، لازم است که کربنها با هیبرید sp و از طریق پیوند سه گانه (یک پیوند سیگما و دو تا پیوند پی) به یکدیگر وصل شوند.

به ترکیباتی از این گروه اطلاق می‌شود که حداقل یک اتم هیدروژن متصل به کربن sp در آنها وجود داشته باشد. مثلاً پروپن (متیل استیلن). یک استیلن حقیقی است. به همین ترتیب، فنیل استیلن و ترسیوبوتیل استیلن از استیلن‌های حقیقی می‌باشند.

هرگاه پیوند سه گانه کربن به کربن درجایی از مولکول قرار گرفته باشد که کربنهای با هیبرید sp به استخلاف متصل باشند، استیلنی را داخلی می‌نامند، مثل دی‌متیل استیلن، دی‌فنیل استیلن و دی‌ترسیوبوتیل استیلن.

در نامگذاری معمولی، آلکینها به عنوان مشتقات استیلنی نامگذاری می‌شوند. معمولاً برای نامگذاری استیلن‌های کوچک از این روش استفاده می‌شود. روش جامع برای نامگذاری آلکین‌ها روش (IUPAC) است و اصول آن، مشابه نامگذاری آلکنهاست و با رعایت نکات زیر انجام می‌شود: (۶)

۱. طولانی‌ترین زنجیری را که پیوند سه گانه در آن قرار دارد، مشخص و کربنهای زنجیر اصلی را از طرفی شماره گذاری می‌کنیم که اولین کربن پیوند سه گانه شماره کوچکتری را داشته باشد.

۲. نام گروهها و شماره کربن محل آنها را معین و به ترتیب الفبای انگلیسی مرتب می‌کنیم.

۳. با ذکر شماره کربن محل پیوند سه گانه و تغییر نام آخر زنجیر از ane به yne نامگذاری به پایان می‌رسد.

اتین یا استیلن، کوچکترین عضو خانواده بزرگ آلکینها (استیلنی‌ها) می‌باشد. به طریق کوانتوم مکانیکی، اگر بخواهیم با دو اتم هیدروژن، مولکولی را ایجاد کنیم، لازم است کربن‌ها با یک پیوند سه گانه به یکدیگر متصل شوند. برای ایجاد مولکولی اتمهای کربن باید هیبرید sp داشته باشند. یکی از این اوربیتالهای هیبریدی به کربن و دیگری به هیدروژن متصل و اوربیتالهای p_y و p_z نیز دو پیوند π را ایجاد می‌کنند. با شناختی که از دو پیوند دوگانه کربن به کربن و کربن به هیدروژن آلکینها داریم، انتظار می‌رود که طول پیوند سه گانه کربن-کربن و کربن-هیدروژن در استیلنی‌ها کوتاهتر باشد. طول پیوند سه گانه کربن-کربن $1,20$ آنگستروم و کربن-هیدروژن $1,60$ آنگستروم اندازه گیری شده است.

خواص فیزیکی آلکینها، مشابه آلکنهای هم کربن است. آلکینها، ترکیباتی با قطبیت کمتر می‌باشند که در حلالهای با قطبیت کمتر مثل تتراکلرید کربن، بنزن و اترها بخوبی حل می‌شوند، ولی در آب نامحلولند.

همانند سایر هیدروکربنها سبکتر از آب هستند. بررسی و مقایسه نقطه ذوب و جوش این مواد نشان می‌دهد که با افزایش تعداد کربن نقطه جوش افزایش می‌یابد و با شاخه‌دار شدن کاهش می‌یابد.

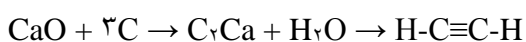
دو روش کلی برای تهیه آلکین‌ها وجود دارد:

۱. تبدیل یک آلکین به آلکینهای دیگر است که با تغییر و بزرگ کردن آلکینهای کوچک امکان‌پذیر می‌باشد.

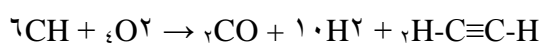
۲. ایجاد پیوند سه گانه کربن-کربن در مولکول می‌باشد که با انجام واکنشهای شیمیایی مناسب انجام پذیر می‌باشد.

استیلن، کوچکترین عضو خانواده استیلنی‌هاست و در صنعت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به عنوان ماده اولیه و پیش ماده در سنتز و تهیه مواد شیمیایی مختلف مورد نیاز می‌باشد. از این رو، روشهای صنعتی زیادی برای تولید انبوه این ماده ابداع شده است

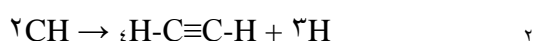
- کاربید کلسیم از واکنش آهک و زغال کک و در دمای بالا (با استفاده از کوره های الکتریکی). تهیه می‌شود. حسن این ماده در این است که قابل نگهداری و به سهولت قابل حمل می‌باشد و لذا در هر جا و مکانی تهیه استیلن امکان‌پذیر می‌باشد(۵).



- از اکسید شدن جزئی و محدود متان در دمای بالا نیز استیلن در اشل صنعتی تولید می‌شود. با این روش صنعتی، ضمن این که استیلن سنتز می‌شود، گازهای با ارزش هیدروژن و منوکسید کربن نیز تولید می‌شود که اهمیت سنتزی فراوان دارد (به عنوان مثال در سنتز متانول مورد استفاده قرار می‌گیرند)



- از اکسید شدن متان در دمای حدود ۱۵۰۰ درجه سانتی‌گراد و در مدت زمان بسیار کوتاه ۰.۱ ثانیه نیز استیلن و هیدروژن تولید می‌گردد.



پس از آب، نفت فراوان ترین مایع در بخش های بالایی پوسته زمین است . نفت یک منبع غنی از مواد شیمیایی است . حدود ۸۷٪ هر بشکه نفت برای سوزاندن و ۱۳٪ برای ساخت بکار می رود . بی توجهی در مصرف نفت باعث ورود مقادیر زیادی CO₂ در هوا و آلودگی هوا می شود .

به زغال سنگ ، نفت خام و گاز طبیعی ، سوخت های فسیلی می گویند. سوخت های فسیلی منابعی تجدید ناپذیرند زیرا تشکیل آنها بسیار آهسته است و سرانجام روزی تمام خواهد شد .

نفتی که از چاه بیرون آورده می شود نفت خام نام دارد . پس از جداکردن نمک ها و اسید ها ، هیدروکربن های باقی مانده را پالایش می کنند . عمل پالایش با تقطیر جزء به جزء نفت خام انجام می شود . در آغاز نفت خام را در کوره تا C ۴۰۰ گرم می کنند سپس آن را با پمپ به پائین برج تقطیر که بیش از ۳۰ متر ارتفاع دارد می فرستند . مولکول های کوچکتر و سبکتر و زود جوش تر به سوی بالا ستون تقطیر می روند و مولکول ها یسنگین تر و دیر جوش تر به سمت پائین برج می روند.

برش گازی نفت شامل ترکیبهایی با نقطه جوش پائین است . مولکول های این گازها از ۱ تا ۴ اتم کربن دارند . برش های مایع نفت که شامل بنزین ، نفت و روغن های سنگین تر هستند شامل مولکول های ۵ تا ۲۰ کربن هستند . برش جامد و روغنی که حتی در دماهای بالا بخار نمی شوند مولکول هایی با بیش از ۲۰ اتم کربن هستند.

انرژی نورانی و گرمایی + آب + گازکربن دی اکسید = گاز اکسیژن + هیدروژن

معادله بالا ، سوختن کامل یک هیدروکربن را نشان می دهد . انرژی آزاد شده را می توان بر حسب KG/mol بیان کرد .

اگر مقدار اکسیژن کافی نباشد، سوختن ناقص خواهد بود.

در سوختن ناقص، افزون بر کربن د یاکسید آب ، مقداری کربن مونوکسید^۱ نیز تشکیل می شود و در صورتی که اکسیژن باز هم کمتر شود، مقداری دوده به عنوان فرآورده های مرغی تولید می شود .

در سال ۱۹۱۳ ، شیمیدان ها فرآیند کراکینگ را برای شکستن مولکول های نفت چراغ به مولکول های کوچک تر طراح یمی کردند . در این فرآیند ، نفت چراغ تا حدود C ۷۰۰ گرم می شود. برا ینمونه ممکن

^۱ CO

است یک مولکول با ۱۶ اتم کربن شکسته شود و دو مولکول با ۸ اتم کربن به وجود آید . در عمل می توان مولکول هایی را که از ۱ تا ۱۴ یا تعداد بیش تری اتم کربن دارند ، از راه کراکینگ مولکول های بزرگ تر بدست آورد . مولکول های ۵ تا ۱۲ کربنه برای استفاده در بنزین سودمند هستند . به طور معمول بیش از یک سوم نفت خام کراکینگ می شود . بازده این فرآیند را با افزودن کاتالیز گرمای مناسب مانند آلومینیوم اکسید (Al_2O_3) بالا برده اند . فرایند کراکینگ کاتالیزی از نظر مصرف انرژی کارایی بهتری دارد زیرا به جای $700^{\circ}C$ رد دمای $500^{\circ}C$ انجام می شود(۶).

بنزینی که بیشتر از آلکان های راست زنجیر مانند هگزان، هپتان، و اوکتان تشکیل شده است، به آسانی می - سوزد و موجب کوبش (تق تق کردن) . موتور می شود.

آلکانهای شاخ دار در موتور خودروها بهتر از آلکان های راست زنجیر می شوند . مثلاً ایزواوکتان که یکی از همپارهای اوکتان است . بسیار خوش سوز می باشد .

عدد اوکتان ، عددی برای بیان کردن میزان خوش سوزی یک هیدروکربن است . هرچی عدد اوکتان بزرگتر باشد خواص ضد کوبش بنزین بیشتر است و بنزین مرغوب تر است . یک راه نسبتاً ارزان برای بالا بردن عدد اوکتان افزودن تترا اتیل سرب ، $Pb(C_2H_5)_4$ به بنزین است.

امروزه بسیاری از اشیاء و مواد متداول ساختمانی هستند که به وسیله صنایع شیمیایی از نفت یا گاز طبیعی به دست می آیند. این ترکیب ها را فرآورده های پتروشیمیایی می نامند . برخی از این مواد مثل پاک کننده، حشره کش ها و مواد دارویی و آرایشی به طور مستقیم استفاده می شوند و ل یبیشتر این مواد به عنوان ماده اولیه در تولید ترکیب های دیگر به ویژه پلاستیک ها بکار می روند(۶).

یکی از آلکن های مهم صنعتی اتن است. واکنش پذیری پیوند ده گانه در اتن بسیار زیاد است. از این رو به آسانی می توان آن را به بسیاری از فرآورده ها یسودمند تبدیل کرد. برای مثل وقتی که یک مولکول آب با پیوند دوگانه ی یک مولکول اتن واکنش می دهد اتانول که یک ترکیب سیرشده است و کاربردهای بسیار زیادی دارد تشکیل می شود.

همچنین از اتن برای تهیه پلاستیک ، پل یتن (پلی اتیلن). استفاده می شود که از آن در ساخت کیسه های پلاستیکی و ورقه ها یبسته بندی استفاده می کنند .

پلی تن یکی از بسپارهای (پلیمرهای). مهم صنعتی است

هیدروکربنهای دارای کلرفلوئربرم و ید (هالوژنها). با هیدروکربنهای نفتی تفاوت دارند چراکه اکثر آنها براحتی طی اکسیداسیون شیمیایی یا فعالیت باکتریایی تجزیه نمی گردند. مشابه فلزات الاینده های پایدار بوده و اضافات دائمی در محیط زیست دریایی هستند. برخلاف فلزات بیشتر آنها ساخته دست انسان بوده و بصودزرت طبیعی وجود ندارند و در ضمن در رسوبات و بدن جانوران مجتمع میشوند. اکثریت بزرگی از آنها حاوی کلر هستند و تحت عنوان هیدروکربنهای کلردار شناخته می شوند (۶).

هیدروکربنهای هالوژن دار شامل محدوده وسیعی از ترکیبات هستند. هیدروکربنهای با وزن مولکولی کم خصوصاً متان توسط جلبکهای دریایی و احتمالاً بوسیله تعداد کمی از بیمهرگان ساخته شده و معمولاً حاوی کار برم یا ندرتا ید می باشند. بنابراین شاید افزایش غلظت این ترکیبات ناشی از منابع طبیعی و نه نتیجه فعالیت‌های انسانی باشد.

حتی هیدروکربنهای هالوژن دار فرار با وزن مولکولی کم در مقادیر بسیار زیاد ساخته شده و تقریباً تمامی این تولیدات به محیط زیست راه میابند. گروه دیگری از هیدروکربن های هالوژن دار با وزن مولکولی پایین فرئونها یا کلرو فلورکربنها هستند. این ترکیبات شدیداً پایدار غیر قابل اشتعال یا سمی و با تولید ارزان میباشند. آنها اساساً به عنوان سردکننده در یخچالها و دستگاههای خنک کننده هوا به میان آمده‌اند اما بعدها در مقیاس وسیع بصورت محرکهای آئروسل و در فومهای پلاستیکی بکار گرفته شدند (۷).

برخی از هیدروکربن های هالوژنه با وزن مولکولی پایین بخصوص س ف س ها عامل تخریب لایه ازن در بالای اتمسفر هستند. تا سال ۱۹۸۶ تولید جهانی س ف س ها به بیش از یک میلیون تن در سال رسید اما در نشست بین المللی سال بعد براساس پروتکل مونترال قرار شد که کاربرد س ف س ها تا سال ۱۹۹۶ به نصف تقلیل یافته و تا سال ۲۰۰۰ تمامی آنها کنار گذاشته شود. در حقیقت تولید جهانی س ف س ها بین سالهای ۱۹۸۸ و ۱۹۹۲ - ۴۰ درصد کاهش یافته و اتحادیه اروپا و ایالات متحده امریکا تولید و استفاده از آنها را تا پایان سال ۱۹۹۵ متوقف نمودند.

هیدروکربن های هالوژنه با وزن مولکولی پایین به عنوان یک تهدید جدی در دریا بشمار نمی روند اما اکثر آنها شامل تتراکلرید کربن کلرو فورم تری کلرو اتان همانند س ف س ها در حال کنار گذاشتن میباشند.

هیدروکربن های مولکولی کلر دار با وزن مولکولی بیشتر موضوعی مورد توجه خاص میباشند چرا که برخلاف ترکیبات سبک به اکوسیستمهای دریایی راه یافته و در بافتهای حیوانی خصوصا در بافتهای چربی تجمع می یابند. این هیدروکربن های کلردار در برگیرنده چندین گروه از افت کشها و بی فنیلهای پلی کلرینه می باشند (۷).

کاربردهایی که منحصر به ایجاد آفت کشها و اکثر ترکیبات پ س ب شدند توضیح گسترده آنان در محیط زیست را به دنبال داشت. اما منبع اصلی پراکندگی الودگی آفت کشی استفاده کشاورزی آنان است. انتقال هوایی مهمترین مسیر آنها برای رسیدن به دریاست (۷).

هیدروکربنهای کلردار با وزن مولکولی کم فرار هستند. تمام آفت کشهای کلردار آلی فرار اند و خصوصا در مناطق گرمسیر که همچنان در مقادیر زیادی استفاده میشوند شرایط اب و هوایی برای آزاد سازی آنها به اتمسفر مناسب است. و صریحا در حضور بخار اب به جو راه می یابند.

در برخی از اعمال کشاورزی پاشیدن هوایی آفت کشها مطلوب و مدنظر است.

*اسپری هوایی. در مناطق پرورش میوه و سبزیجات کالیفرنیا جایی که استفاده زیادی از آفت کش ها میشود تخمین زده شده که ۵۰ درصد از افت کشهای ناشی از هواپیمای اسپری محصول هرگز به زمین نرسیده و با تشکیل آئروسول ها و مانند آنها مسافت های زیادی را طی می کنند.

*کشت و زرع در مناطق خشک. احتمال دارد که مناطق بایر باکمک سیستم ایاری تحت کشت قرار بگیرند اما خاک خشک با ذخیره فراوان از آفت کشها جذب شده توسط طوفانهای خاک انتقال می یابند.

انتقال هوایی موجب گسترش همه جانبه آفت کشهای کلردار آلی می گردد. د د ت یک ترکیب ساخته دست بشر بوده و بطور طبیعی یافت نمی شود و تنها از سال ۱۹۴۰ مورد استفاده فرار گرفته است. با این حال طی ۲۰ سال د د ت وبقایای ان به کل بیوسفر نفوذ کرده اند. حتی در پنگوئن های امپراتور در قطب جنوب چند هزار کیلومتر دورتر از مکانهای استفاده از د د ت مقادیر قابل ردیابی از این ترکیب یافت می شود (۷).

هیدروکربن های کلردار کاملاً غیر محلول در آب با یک غلظت اشباع کمتر از پ پ ب هستند اما در چربی ها حل شده و شدیداً بر روی ذرات و قطعات جذب می گردند بنابراین توزیع آنها در دریا یک نواخت نیست.

لایه سطحی دریا یک فیلم با ضخامت متفاوت از چند میکرومتر تا یک میلی متر است. مطالعه این منطقه بسیار مشکل است و هم چنان توجهی به آن نمی شود اما معلوم شده دارای اسید های چرب استر کیبات الی کلردار به دلیل حلالیت در چربی احتمالاً در این ناحیه تجمع می یابند. در حالی که باید در مقدار کلی زیاد نباشند غنا و پر باری فیلم سطحی از ترکیبات آلی کلردار اهمیت زیادی برای موجودات زنده سطح زی یا پرندگانی مانند مرغ طوفان که چربی را از سطح دریا جدا می کنند خواهند داشت. از آنجا که سطح دریا جایگاه تبادل با اتمسفر است ترکیبات آلی کلردار توسط قطرات آئروسل به هوا انتقال می یابند (۷).

در جایی که توده های آب با ویژگی های فیزیکی و شیمیایی متفاوت با هم برخورد می کنند یک جبهه شکل می گیرد جبهه های اقیانوسی و ساحل مواد شناور مانند نفت سطحی را جمع می کنند. جبهه ها دارای تولید گسترده ای بوده و تعداد زیادی از ماهیان پرندگان و پستانداران دریایی را بسوی خود جلب می کنند که در نتیجه رژیم غذایی پر بار از ترکیبات آلی کلردار دریافت می کنند. یک مقدار قابل ملاحظه از ترکیبات آلی کلردار برسی ذرات مطلق یا روی میروارگانیسم ها است. این مسئله مشکلاتی را برای آنالیز فراهم می کند چرا که جدا از مشکل تشخیص هیدروکربن های هالوژن دار مختلف تصمیم گیری در مورد اینکه چه موادی در داخل موجودات و چه موادی به سطح خارجی آنها جذب شده اند دشوار است. مورد اول روی موجودات اثری می گذارد در حالی که مورد دوم نمی تواند اما از نظر بیولوژیک برای موجودات تغذیه کننده از ارگانیسم های آلوده در دسترس خواهد بود (۸).

هیدروکربن های کلردار جذب شده بر روی قطعات و ذرات غیر آلی در نهایت به بستر دریا حل شده و به عنوان یک جایگاه برای این ترکیبات عمل می کنند. با این حال قطعات معلق یا دوباره معلق شده اگر دارای اندازه یا دانسیته مناسب باشند توسط حیوانات فیلتر کننده هضم شده و هیدروکربن های کلردار طی این مسیر وارد زنجیره های غذایی می گردند.

هیدروکربن های هالوژن دار به ویژه د د ت و مشتقات آن در تمام موجودات زنده و در همه محیطهای زیست وجود دارند و مقدار قابل ملاحظه ای از کل ترکیبات هالوژن دار در دریا در بدن موجودات زنده دریایی است و به چرخش در داخل شبکه های غذایی ادامه خواهند داد.

کاربرد زیاد آفت کشها و بیش از حد د د ت عواقب بدی برای محیط زیست در پی دارد مثال هایی از وقوع چنین عواقب بدی: (۸).

۱- ماهیان مرده در مناطق اطراف خروجی یک کارخانه دانمارکی تولید کننده آفت کش .

۲- درهای در کالیفرنیا که یکی از غنی ترین مناطق کشاورزی در مورد سبزیجات سالادی است . رودخانه ای که دره را شستشو می دهد به دلیل اینکه یک مانع شنی دهانه آن را مسدود می کند در تابستان جریان نمی یابد طی فصل بارانی رودخانه از سدی عبور کرده به داخل خلیج جاری می شود گرچه این خلیج به اقیانوس آرام راه دارد جریان چرخشی بی قاعده گستردهای داشته و هرگونه آلودگی برای مدت زمانی در آن باقی می ماند طی فصول بارانی رودخانه طقیان نموده و مناطق وسیعی از زمین های کشاورزی را می پوشاند در سال ۱۹۶۹ زمانی که رودخانه سد شنی را در هم شکسته و مقدار زیادی از خاک را به داخل خلیج وارد کرده و به همراه سیلاب بقایای آفت کش به داخل خلیج حمل گشت. این واقعه با مرگ و میر استثنایی تعداد زیادی پرنده دریایی درمان های بعد ادامه یافت که همه آنها دارای کبدهایی باغلظت هایی بسیار بالا از بقایای د د ت بود. (۸).

۱-۲-۲ بیوراکتور-فرمانتور

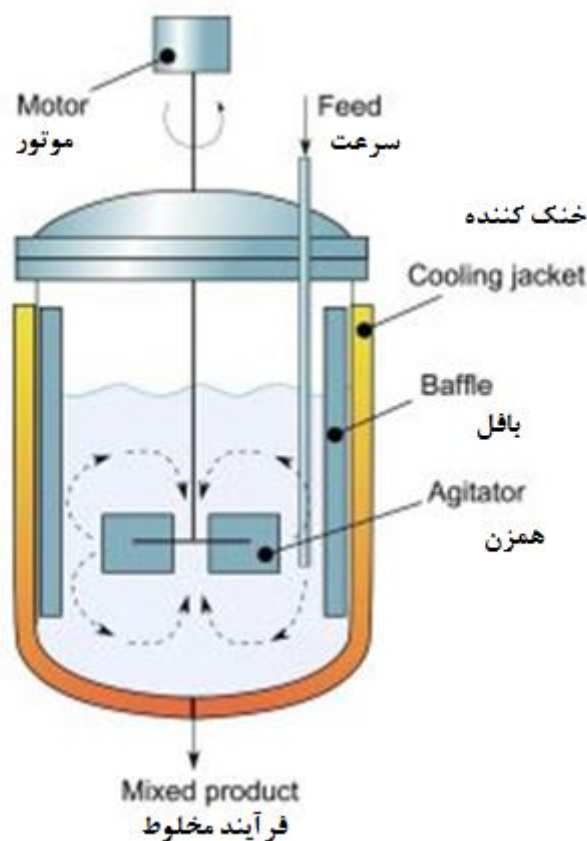
فرمانتور دستگاهی است که شرایط بهینه را برای رشد میکرو ارگانیسم ها مثل قارچ و باکتری و مخمر فراهم می کند. میکروارگانیسم ها در این شرایط خاص، بهتر و بیش تر رشد و فعالیت خواهند کرد.

صنایع تخمیری، بیوتکنولوژی، پروژه های تحقیقاتی تکنولوژی انزیمی، تولید پروتئین های نو ترکیب، متابولیت های اولیه و ثانویه، تکنولوژی کلونینگ ژن ها و نانو- تولید سرم، تولید انواع داروها و واکسن ها

از دیگر کاربردهای فرمانتور: فرآیندهای تخمیری ناپیوسته، تولید انتی بیوتیک ها، اسیدهای آمینه، پروتئین های دارویی، تولید فرآورده های زیستی در مقیاس کم مراکز تحقیقاتی بیوتکنولوژی و کشت بافت، سلول های گیاهی و تکنولوژی DNA نو ترکیب و... می توان نام برد (۹).



شکل ۱-۱ نمایی از بیوراکتور (۱).



شکل ۱-۲ بیوراکتور هم زن (۲).

این نوع بیوراکتور به طور گسترده ای در صنعت استفاده می شود که با عبارت STR به صورت مخفف نشان می دهند. از دو کلمه Strid-Tank bioreactor و Strid-Tank Reactor می توانند به جای همدیگر استفاده کرد و مرز قابل تشخیصی بین آن ها وجود ندارد برای همین عبارت STR هم می تواند دلالت بر Strid-Tank Bioreactor داشته باشد. از این بیوراکتور ها برای مایع های ویسکوز، آبکی ، کشت های با جریان هوای کم و حجم بزرگ بکار می رود. این نوع به ویژه برای تخمیرهایی که ریشه های قارچی فراوان در آن شرکت دارند و برای تولید بیوپلیمرهایی که چسبناکی بالایی ایجاد می کنند، کاربرد دارد.

مزایای راکتورهای همزن دار (۹):

✓ اختلاط مناسب بررسی آزمایشگاهی تا مقیاس پایلوت مناسب برای سیالات با گرانی بال

معایب راکتورهای همزن دار:

مشکل ساختن

بالا بودن قدرت مورد نیاز

هزینه بالای مربوط به خنک کردن

عوامل ضدکف

تنش برش بال

با بیوراکتور می‌توان پارامترهای دما و فوم، دور موتور، مقدار اکسیژن و پ هاش را مدام کنترل کرد فرماتورها و بیو اکتورها برای کشت سلولهای جانوری و گیاهی هم استفاده می‌شوند. تامین اکسیژن و چرخش آن در محیط کشت از طریق اسپارژر^۱ در فرایندهای هوازی و نیز یک غلظت محیط کشت و یک ترموستات برای تنظیم دما محیط کشت فراهم می‌شود.



شکل ۳-۱ ترکیبات و اجزای بیوراکتور(۳).

^۱ sparger



شکل ۱-۴ مقیاس‌های آزمایشگاهی فرمانتورها و بیوراکتورها دستگاه (۴).

یک بیوراکتور می‌تواند به هر سیستم یا دستگاه مصنوعی ساخته یا مهندسی شده که از یک محیط بیولوژیکی فعال حمایت می‌کند، اطلاق شود. به عبارتی یک بیوراکتور ظرفی است که در آن یک فرایند شیمیایی حاصل از فعالیت ارگانیسم‌ها یا مواد فعال بیوشیمیایی مشتق از آنها در حال انجام است که می‌توانند به صورت هوازی یا بی هوازی باشند. بیوراکتورها معمولاً استوانه‌ای، در اندازه‌های متغیری از لیتر تا متر مکعب و اغلب از فولاد ضدزنگ ساخته می‌شوند (۹).

یک بیوراکتور همچنین می‌تواند به دستگاه یا سیستمی که به منظور رشد سلول‌ها یا بافت‌ها در یک محیط کشت سلولی طراحی شده است، اطلاق شود. استفاده از این دستگاه‌ها در مهندسی بافت و مهندسی بیوشیمیایی در حال گسترش می‌باشد.

بر اساس نحوه عمل، یک بیوراکتور می‌تواند به انواع batch, Fed-batch یا continuous پیوسته به عنوان مثال مدل راکتور همزن دار پیوسته طبقه‌بندی شود. به طور مثال chemostat نمونه‌ای از یک بیوراکتور پیوسته، است.

ارگانسیم‌های در حال رشد در بیوراکتورها می‌توانند در محیط کشت مایع غوطه^۱ یا به سطح یک محیط جامد متصل شده باشند^۲. محیط کشت‌های تعلیقی^۳ می‌توانند معلق^۴ یا ثابت باشند. از آنجا که در بیوراکتورهای تعلیقی به سطوح اتصال خاصی نیاز نبوده و در مقایسه با محیط کشت‌های ثابت قابلیت استفاده در مقیاس‌های بسیار بزرگتر را دارند، برای تنوع وسیع تری از ارگانسیم‌ها استفاده می‌شوند. و با این حال، در یک بیوراکتور تعلیقی و طی یک فرایند عملی پیوسته، امکان حذف ارگانسیم‌ها از راکتور همراه با خروج پساب وجود خواهد داشت. ثابت سازی یک اصطلاح کلی است که طیف گسترده‌ای از سلول‌ها یا ذرات چسبیده یا به دام افتاده را توصیف می‌کند. و می‌تواند برای انواع تجزیه گره‌های زیستی (بیوکاتالیز). شامل آنزیم‌ها، اندامک‌های سلولی، سلول‌های گیاهی و جانوری به کار رود. ثابت سازی برای فرایندهای عملی پیوسته مفید است، چون ارگانسیم‌ها با پساب راکتور حذف نمی‌شوند، اما از نظر مقیاس محدود تر هستند چرا که میکروب‌ها تنها روی سطح ظرف حضور دارند.(۹).

صنایع تخمیری، بیوتکنولوژی، پروژه‌های تحقیقاتی تکنولوژی آنزیمی، تولید پروتئین‌های نو ترکیب، متابولیت‌های اولیه و ثانویه، تکنولوژی کلونینگ ژن‌ها و نانو- تولید سرم، تولید انواع داروها و واکسن‌ها از دیگر کاربردهای فرمانتور: فرایندهای تخمیری ناپیوسته، تولید آنتی‌بیوتیک‌ها، اسیدهای آمینه، پروتئین‌های دارویی، تولید فرآورده‌های زیستی در مقیاس کم مراکز تحقیقاتی بیوتکنولوژی و کشت بافت، سلول‌های گیاهی و تکنولوژی DNA نو ترکیب و... می‌توان نام برد(۱۰).

بیوراکتورهای سلولی ثابت در مقیاس وسیع عبارتند از :

-محیط در حال حرکت، همچنین به عنوان راکتور فیلم زیستی بستر در حال حرکت^۵ شناخته می‌شود .

-بستر آکنده^۶

-بستر فیبری^۷

^۱ submerged in liquid

^۲ attached to the surface of a solid medium

^۳ Submerged cultures

^۴ suspenden

^۵ MBBR

^۶ packed bed

^۷ Fibrous bed

راکتورهای همزن دار

یک فوتو بیوراکتور^۱ بیوراکتوری است که یک منبع نوری استفاده می‌کند (که می‌تواند نور طبیعی خورشید یا نور مصنوعی باشد تقریباً هر ظرف شفاف می‌تواند یک بیوراکتور نوری خوانده شود، با این حال این اصطلاح بیشتر برای توصیف یک سیستم بسته استفاده می‌شود و کمتر در مورد مخازن یا حوضچه‌های باز مورد استفاده قرار می‌گیرند. بیوراکتورهای نوری برای رشد موجودات کوچک فوتوگرافیک (نوپرورد). مثل سیانوباکتری‌ها، جلبک‌ها یا گیاهان خزه مورد استفاده می‌شوند.^(۶) این موجودات نور را به عنوان منبع انرژی خود استفاده کرده و نیازی به قندها یا چربی‌ها به عنوان منبع انرژی ندارند. در نتیجه، خطر آلودگی با موجودات دیگر مانند باکتری‌ها یا قارچ‌ها در بیوراکتورهای نوری در مقایسه با بیوراکتورهای دارای موجودات هتروتروف (همه چیزخوار). کمتر است.

بیوراکتورهای شخصی

یک بیوراکتور پیوسته ساده که برای اشخاص غیر حرفه ای طراحی شده‌است و آن‌ها را قادر می‌سازد تا باکتری‌های E-coli را تحت شرایط هوازی یا بی هوازی رشد دهند. این بیوراکتورها توانایی اتوکلاو شدن نداشته، و برای استفاده مجدد وابسته به غیر فعالسازی شیمیایی هستند. این بیوراکتورهای شخصی برای رشد باکتری‌ها و محیط‌های کشت مناسب هستند.

بیوراکتورهای تصفیه فاضلاب

این بیوراکتورها برای تصفیه فاضلاب و پساب‌ها طراحی شده‌اند. در کارآمدترین این سیستم‌ها، ذخیره ای از یک محیط کشت شیمیایی بی اثر با جریان آزاد وجود دارد که به عنوان بستری برای باکتری‌هایی که فاضلاب خام را تجزیه می‌کنند عمل می‌کند. دستگاه‌های هوادهی، اکسیژن را برای فاضلاب و محیط کشت تأمین می‌کنند که منجر به بیشتر شدن سرعت تجزیه می‌شود. مخلوط کن‌های قابل فرورفتن در آب در بیوراکتورهای اکسیژنی تلاطم را برای نگه داشتن مواد جامد در سوسپانسیون ایجاد می‌کنند و در نتیجه اطمینان حاصل می‌شود که باکتری‌ها و مواد آلی «با یکدیگر برخورد کنند» (۱۳).

^۱ PBR

از آن جا که میکروارگانیسم‌ها موتور تصفیه فاضلاب‌های بیولوژیکی را پیش می‌برند، نظارت کمیت و کیفیت میکروارگانیسم‌ها در بیوراکتورها بسیار مهم است. یکی از این روش‌ها آزمون ATP نسل دوم است. همزدن‌های بالا و پایین که در این نوع بیوراکتور وجود دارد برای جلوگیری از استرس تیغه در سلول‌ها مفید می‌باشند. این کار بدون نیاز به روش سنتی پروانه همزن دار که نیاز به یک موتور گران و کوپلینگ‌های (اتصالات). مغناطیسی دارند؛ انجام می‌شود. حرکت عمودی بالا و پایین در این بیوراکتورها بوسیله یک موتور به همراه یک غشای ارزان ایجاد می‌شود که استریل بودن را کاملاً حفظ کرده و مخلوطی کارآمد، بدون تشکیل گرداب را تولید می‌کند (هیچ تیغه ای مورد نیاز نیست همچنین این نوع اختلاط با سلول‌ها ملایم تر بوده و کف کمتری تولید می‌کند. صفحه‌های تکان دهنده جدیدی که با الهام حرکت دم ماهی‌ها ساخته شده‌اند و «دم ماهی» نام دارند، حداکثر بهره‌وری مخلوط کردن بدون لبه‌های برشی را در این بیوراکتورها ارائه می‌دهند(۹).

بیوراکتور شبیه‌سازی بافت ناسا^۱

طراحی بیوراکتورهایی که هدف آن‌ها رشد سلول‌ها یا بافت‌ها برای اهداف آزمایشگاهی یا درمانی می‌باشد، تفاوت بسیاری با بیوراکتورهای صنعتی دارد. بسیاری از سلول‌ها و بافت‌ها، به خصوص در پستانداران، باید یک سطح یا ساختار حمایتی دیگری برای رشد داشته باشند و اغلب، محیط‌های آشفته برای این نوع از سلول‌ها و بافت‌ها مخربند. موجودات عالی تر که آگزوتروفیک^۲ اند نیز به محیط‌های رشد بسیار تخصصی نیاز دارند.

ناسا نوع جدیدی از بیوراکتور را که به طور مصنوعی بافت‌ها را در محیط کشت سلولی رشد می‌دهد، تولید کرده‌است. بیوراکتور بافت ناسا می‌تواند بافت قلبی، بافت عضلانی، رباط‌ها، بافت سرطانی و انواع دیگر بافت‌ها را برای مطالعه کشت دهد.

^۱ NASA

^۲ auxotrophic

۱-۳ بیان مسئله

راکتور مورد استفاده برای خودهی در واقع یک راکتور ناپیوسته متوالی^۱ تحت شرایط آنوکسیک می باشد. این راکتور به یک همزن مکانیکی مجهز خواهد بود.

محفظه اختلاط به منظور شبیه سازی بهتر نفت همراه یک محفظه اختلاط در بسته و هوا بند از جنس پلکسی گلسی تهیه و با مخلوط نفت خام، کلرید سدیم، آب و نوترینتهای مورد نیاز (صرفاً برای بیوراکتورها). پر خواهد شد.

راکتور ناپیوسته متوالی آنوکسیک^۲

راکتور آنوکسیک استوانه‌ای از جنس پلکسی گلسی خواهد بود. این راکتور به صورت ناپیوسته و در شرایط آنوکسیک مورد بهره برداری قرار می گیرد .

راکتور آنوکسیک بستر ثابت با جریان رو به بالا^۳

راکتور به صورت استوانه‌ای از جنس پلکسی گلسی میباشد. این راکتور برای بهره برداری با جریان پیوسته تحت شرایط متابولیکی آنوکسیک و رژیم جریان قالبی طراحی می شود. مدیای مورد استفاده در راکتور رشد چسبیده فوم پلی اورتان^۴ خواهد بود. فومهای پلی اورتان به قطعاتی با ابعاد مشخص برشی داده می- شوند. آب همراه توسط یک پمپ پرستالتیک از کف به راکتور تزریق می شود.

راکتور آنوکسیک هیبریدی بستر لجن و بستر ثابت با جریان رو به بالا^۵

راکتور به صورت استوانه ای و از جنس پلکسی گلسی به صورت هوا بند ساخته خواهد شد. فاضلاب توسط یک پمپ پرستالتیک از مخزن اختلاط به کف راکتور تزریق می شود و پس از عبور از بستر لجن وارد قسمت فوقانی (رشد چسبیده). که حاوی تعدادی پلی اورتان به عنوان مدیا می باشد می گردد .

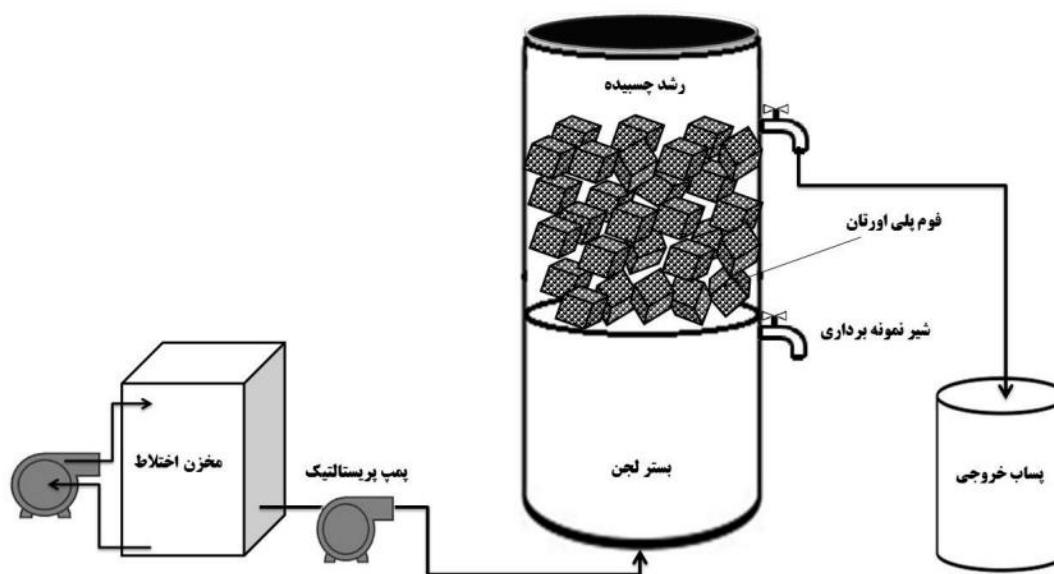
^۱ SBR

^۲ SAnBR

^۳ UAnFB

^۴ PUF

^۵ UAnSFB



شکل ۵-۱ شماتیک راکتور آنوکسیک هیبریدی بستر لجن و بستر ثابت با جریان رو به بالا (۴).

آب همراه حاوی ترکیبات مقاومی است که به راحتی توسط باکتری ها تجزیه نمی شود لذا برای تصفیه بیولوژیکی آن لازم است از باکتریهای استفاده شود که با هیدروکربنهای نفتی خو گرفته باشند و توانایی ترشح آنزیمهای لازم برای تجزیه آنها را در محیط شور به دست آورده باشند؛ بنابراین در این مطالعه به منظور تأمین جمعیت میکروبی مورد نیاز برای بیوراکتورها از دو مسیر زیر اقدام خواهد شد:

جداسازی، تخلیصی و تکثیر باکتریهای تجزیه کننده نفت خام موجود در خاک نفتی و کود مرغی : به منظور یافتن گونه های دارای کارایی بالا در حذف ترکیبات نفتی دو نمونه خاک نفتی (از اهواز). و یک نمونه کود مرغی تهیه خواهد شد و در محیط کشت مینیمال رشد داده خواهد شد.

برای تأمین جمعیت باکتریایی راکتورهای بیولوژیکی علاوه بر باکتریهای تجزیه کننده نفت خام که از خاک های نفتی و کود مرغی جدا شده اند از باکتریهای موجود در لجن فاضلاب نیز استفاده خواهد شد. برای این منظور مقداری از لجن برگشتی تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران به آزمایشگاه منتقل و لجن به همراه سوپرناتانت مربوط به خاک های نفتی و کود مرغی در راکتور خودهی تخلیه می شوند.

۴-۱ فرضیات

حل یک مسئله در حالت کلی و با لحاظ همه موارد امکان‌پذیر نبوده و همواره با اعمال شرایط خاص قابل حل است. در این رساله نیز فرضیاتی مطرح است که با توجه به آن مسیر تحلیل صورت می‌پذیرد. این فرضیه در قالب سؤال نیز مطرح شده که پاسخ به آن هدف تحقیق محسوب می‌گردد. در ادامه فرض مطرح کرده که ادامه راه تحقیق می‌باشد. فرض به قرار زیر می‌باشد:

بیوراکتور هیبریدی دارای بستر قابل انبساط در شرایط بهینه می‌تواند پساب آب همراه نفت را تا حد استانداردهای تخلیه، تصفیه نماید.

کاربرد:

مطالعه کارایی فرایند بیوراکتور هیبریدی دارای بستر قابل انبساط در حذف هیدروکربن های نفتی از آب همراه

اهداف

هر تحقیق باهدف خاص آغازشده و اهداف تحقیق همچون قله کوه مسیر بخش حرکت می‌باشند. بدین‌صورت هدف از هر تحقیق، گامی جدید در جهت علم بوده و جلو بردن و پیشبرد علم هدف کلی آن است. درنتیجه در هر رساله اهداف خاص مطرح بوده که با طرح آن‌ها می‌بایست در جهت گسترش علم کمک کرد. بدیهی است که بدون داشتن هدف خاص، نمی‌توان نسبت به پیش رساله کمک نمود. درنتیجه اهداف مشخص در رابطه با رساله حاضر به شرح زیر می‌باشد:

اهداف آرمانی: حذف آلاینده های آب همراه نفت

فصل دوم: پیشینه تحقیق

۲-۱ مقدمه

هر تحقیق در ادامه راه تحقیق دیگر انجام شده و انتخاب موضوع تحقیق پس از مطالعه در زمینه موضوع خاص انجام می‌پذیرد. در واقع هر تحقیق تکمیل‌کننده تحقیقات پیشین در زمینه خاص می‌باشد که پس از مطالعات فراوان در این باره امکان‌پذیر است.

در نتیجه ذکر پیشینه تحقیق در هر رساله دارای اهمیت است و فصل دوم به بررسی آن اختصاص دارد. بدین صورت لازم است که با بررسی دقیق پیشینه تحقیق، نسبت به تکمیل مطالعات اقدام کرد. در این فصل سیر تکاملی موضوع مورد نظر بررسی شده که در ادامه بدان پرداخته می‌شود. در ادامه نوآوری تحقیق نیز بیان می‌گردد. بدیهی است که تحقیق بدون وجود نوآوری امکان‌پذیر نمی‌باشد. در انتهای مطالعات انجام شده، و قیاس آن با موضوع انتخابی، نوآوری مشخص است و در ادامه تحقیق بدان پرداخته خواهد شد.

در فصل‌های آتی نیز مسیر تحقیق و موارد مرتبط بدان پرداخته شده و تا استخراج نتایج مرتبط پیش خواهد رفت. آب تولید شده بزرگترین جریان زائادات تولیدی در صنایع نفت و گاز است که مخلوطی از آلاینده های مختلف معدنی و آلی می‌باشد. به دلیل افزایش حجم آب تولید شده در دهه اخیر، اثرات مخرب تخلیه آب تولید شده بر محیط زیست و بهداشت جامعه به یکی از اساسی ترین دغدغه‌های زیست محیطی تبدیل شده است. لذا در مناطق نفت‌خیزی همچون ایران، توجه و به مدیریت و تصفیه آب تولید شده امری ضروری و بدیهی است. به طور متداول آب تولید شده می‌تواند از طریق روشهای مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و یا ترکیبی از این روشها تصفیه شود. در این مطالعه روش بیولوژیکی برای تصفیه آب همراه تولید شده انتخاب گردیده شده است. تصفیه بیولوژیکی پساب روشی مقرون به صرفه و دوستدار محیط زیست است. مقادیر بالای نمک می‌تواند به سوخت و ساز میکروارگانیسم‌ها در سیستم‌های متداول لجن

فعال به واسطه پلاسمولیز تأثیر بگذارد. البته پژوهش زیادی در رابطه با سیستمهای بیولوژیکی برای تصفیه آب همراه صورت نگرفته است.

تصفیه بیولوژیکی آلاینده ها، در مقایسه با سایر گزینه های تصفیه از نظر اقتصادی و زیست محیطی در اولویت قرار دارد. توانایی سیستم در تحمل و ادامه تجزیه بیولوژیک به فاکتورهای مختلفی از جمله غلظت و ساختار شیمیایی آلاینده، شرایط محیطی و حضور ترکیبات بازدارنده بستگی دارد. هرچند بسیاری از مولکول های آلی قابل تجزیه هستند ولی برخی از ترکیبات آلی مصنوعی و حتی برخی از مواد آلی طبیعی نسبت به تجزیه بیولوژیک مقاوم می باشند. فرایندهای هوازی و بی هوازی هر کدام معایب خاص خود را دارند. لذا پیشنهاد می شود از فرایند آنوکسیک که محدودیتهای فرایندهای هوازی و بیهوازی را تا حدی تعدیل نموده است؛ برای تصفیه آب همراه استفاده شود زیرا نسبت به تجزیه هوازی به انرژی کمتری نیاز دارد (عدم نیاز به هوادهی)، ضریب بازده سلولی آن کمتر است در نتیجه به نوترینت کمتری نیاز دارد و لجن کمتری (کم حجم تر و سنگین تری). نیز تولید می کند و به دلیل بالاتر بودن سرعت ویژه مصرف سوبسترا می تواند بارگذاری های آلی بالا را تحمل کند. از سوی دیگر در قیاس با فرایندهای بی هوازی زمان راه اندازی و حداقل زمان ماند سلولی^۱ کمتری دارد. نسبت به شوک آلی و هیدرولیکی و همچنین شرایط محیطی مقاوم تر است و در صورت به هم ریختن سیستم به زمان احیاء کوتاهتری نیاز دارند. بعلاوه به دلیل اینکه حداقل میزان سوبسترای مورد نیاز میکروارگانیسمهای آنوکسیک کمتر از بیهوازی است؛ می توانند سوبسترا را بیشتر تجزیه نمایند، حضور سولفات ها نیز در فرایندهای آنوکسیک اختلال کمتری ایجاد می کنند. از آنجا که در آب همراه نسبت C/N/P خیلی بالاست و ناچاریم به پساب ازت و فسفر اضافه نماییم؛ اگر بیوراکتور به صورت آنوکسیک راهبری شود می توان بجای آمونیاک از نیترات به عنوان منبع ازت استفاده نمود در نتیجه سرعت تجزیه افزایش می یابد. لذا فرایندهای آنوکسیک گزینه مناسبی برای تصفیه آب همراه می باشند. با توجه به اینکه در آب همراه ترکیبات مقاوم و دیرتجزیه زیادی وجود دارد لازم است تا بیوراکتور به صورت جریان پیوسته طراحی شود زیرا آنزیمهای مورد نیاز برای تجزیه ترکیبات مقاوم اغلب جزء آنزیمهای غیرضروری و القایی هستند و این آنزیمها تنها زمانی تولید می شوند که عامل تحریک کننده آن در محیط وجود داشته باشد. در سیستم های ناپیوسته در صورت طراحی و بهره برداری صحیح باید در پایان هر دوره آلاینده مورد نظر کاملاً تجزیه شده باشد؛ در نتیجه تولید آنزیم متوقف میشود و پس از بارگذاری مجدد باکتری ناچار

^۱ SRT_{nia}

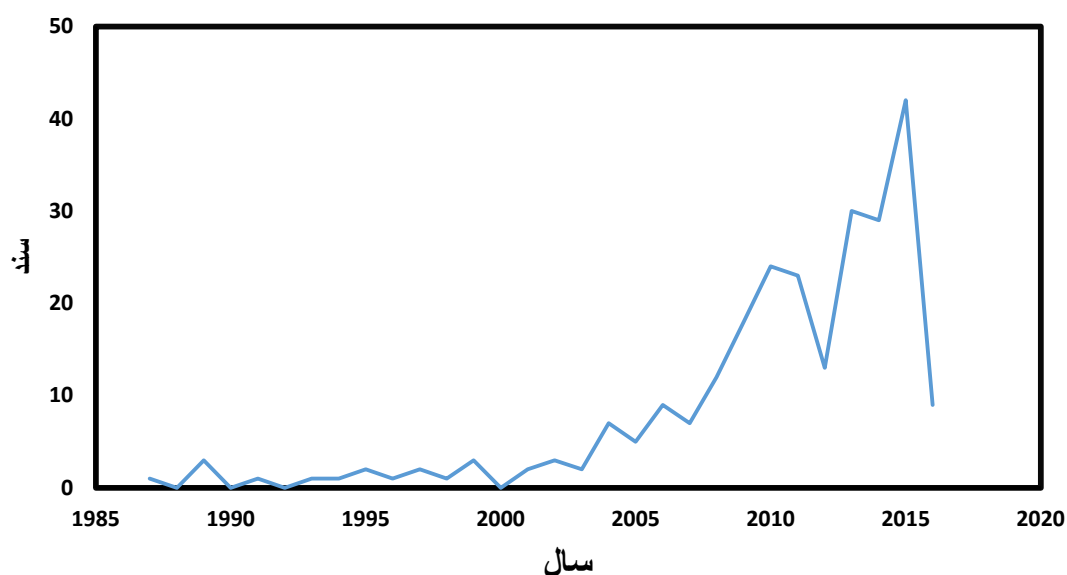
است تا یک فاز تأخیری طولانی را برای تولید آنزیمهای موردنیاز سپری کند؛ اما در سیستمهای جریان پیوسته که میکروآرگانیسم همیشه با ترکیب مقاوم در تماس است؛ آنزیمهای مورد نیاز برای تجزیه دائماً تولید می‌شوند. لذا بهره برداری پیوسته از سیستم، زمان ماند هیدرولیکی و در نتیجه حجم راکتور و هزینه ساخت را کاهش میدهد. بعلاوه بهره برداری به صورت پیوسته آسان تر از بهره برداری منقطع می باشد؛ لذا قابلیت صنعتی شدن آن بیشتر است. در فرایندهای رشد چسبیده می توان زمان ماند سلولی را بدون تغییر زمان ماند هیدرولیکی افزایش داد. در نتیجه لجن تثبیت شده تر، کم حجم تر و سنگین تری تشکیل میشود و آبگیری از آن راحت تر خواهد بود. بعلاوه در رشد چسبیده مقاومت سیستم نسبت به شوکهای آلی، هیدرولیکی و محیطی بیشتر از رشد معلق خواهد بود.

با توجه به مطالب فوق و به دلیل سبک بودن ترکیبات نفتی و تمایل آنها برای شناور شدن، یک راکتور بیولوژیکی هیبریدی به صورت عمودی و با جریان رو به بالا در نظر گرفته خواهد شد که قسمت پائین بیوراکتور برای به دام انداختن جامدات به صورت رشد معلق طراحی و قسمت بالای آن به صورت بستر قابل انبساط (رشد چسبیده). در نظر گرفته می شود تا ضمن جلوگیری از گرفتگی و افت فشار بتواند تماسی بیشتری بین میکروآرگانیسمها و ترکیبات نفتی سبک شناور شده در سطح برقرار سازد. بررسی متون علمی موجود نشان داد تا کنون مطالعه ای در خصوص تصفیه آب همراه با استفاده از بیوراکتور هیبریدی با بستر قابل انبساط صورت نگرفته است. لذا این تحقیق با هدف بررسی قابلیت تصفیه پذیری آب همراه به وسیله فرایند بیوراکتور هیبریدی با بستر قابل انبساط و جریان پیوسته طراحی خواهد شد تا شاید بتواند راهکار مناسبی را برای حل مشکل تصفیه آب همراه که یکی از مهمترین معضلات زیست محیطی در حوزه های نفت خیز کشور می باشد؛ ارائه دهد.

هدف از این پروژه بررسی سیستم تصفیه آب همراه چاههای نفتی به منظور پالایش آلاینده های آلی موجود جهت تخلیه به محیط و یا استفاده مجدد در صنعت و یا کشاورزی می باشد. به منظور نیل به این هدف از تصفیه بیولوژیکی استفاده خواهد شد. انتخاب دقیق پارامترهای موثر و نوع آنها به همراه شرایط بهینه منوط به انجام آزمایشات کافی در این راستا می باشد. اما آنچه که در این زمینه از اهمیت برخوردار است آنست که با اجرای این طرح امکان دستیابی به یک سیستمی پارچه برای حذف آلاینده های نفتی موجود در آب همراه تحت شرایط تمکی مختلف میسر خواهد گردید. با توجه به آلودگی شدید مناطق نفتخیز جنوب کشور چه در دریا و خشکی و همچنین توسعه این میداين در شمال کشور و علاوه بر آن نیاز به تأمین آب

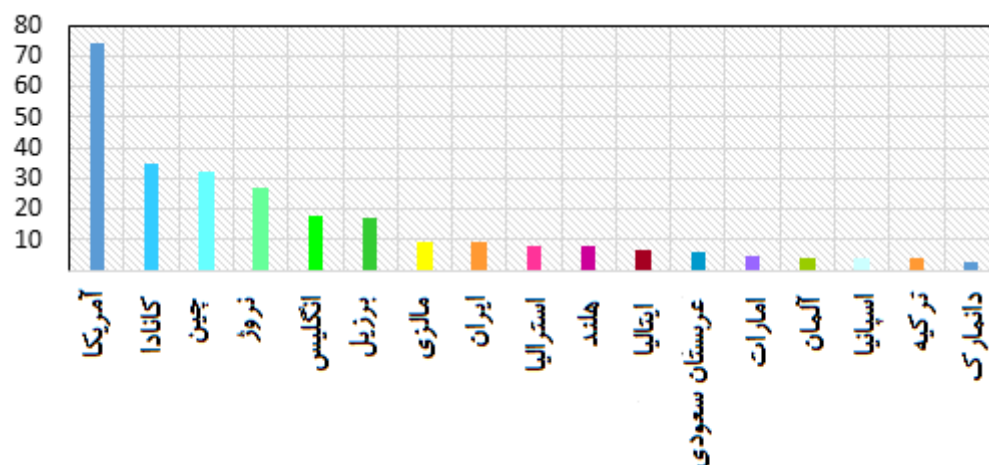
در قسمتهای مختلف صنعت نفت، این طرح می‌تواند کمک زیادی به حل این مشکل نماید. بدین ترتیب با توجه به منابع فراوان نفت در کشور و نیز محدودیتهای آب سالم مورد نیاز برای مصارف مختلف، نیاز به استفاده از سیستمی پارچه و ترکیبی و کارآمد برای تصفیه آب همراه خارج شده از این میدانها کاملاً احساس می‌شود.

بررسی مقالات چاپ شده و یا در حال چاپ نشان می‌دهد که از سال ۱۹۸۷ تاکنون بیش از ۲۵۱ مقاله در زمینه آب همراه نفت ارائه شده است. بررسی میزان مقالات چاپ شده نشان می‌دهد که در سال های اخیر موضوع آب همراه نفت توجه اکثر محققین را به خودش جلب نموده است به طوریکه سال ۲۰۱۵ بیشترین تعداد مقالات چاپ شده را داراست.



شکل ۱-۲ نمودار افزایش تعداد مقالات در این زمینه (۱).

هم چنین ایالات متحده با ۷۴ مقاله بیشترین مقاله چاپ شده را به خود اختصاص داده است. در میان روش های استفاده شده تصفیه بیولوژیکی بیشترین تعداد پژوهش را به خود اختصاص داده است.



شکل ۲-۲ ترکیب ملیت نگارش مقالات در زمینه مورد نظر (۲).

در یک واحد پایلوت با جریان پیوسته، یک جداکننده روغن برای جدا کردن روغن قبل از ورود به لجن فعال تعبیه می شود. در پژوهشی COD آب همراه، کل هیدروکربنهای نفتی^۱ و TDS قبل از ورود به لجن فعال به ترتیب با ۴۳۱ mg/l، ۱۲۶ mg/l و با ۳۵۰۰۰ mg/l بودند. در یک تانک هوادهای که از میکروارگانیزم - هایی در طبیعت وجود دارند استفاده گشت، واحد تصفیه لجن فعال توانست حذف TPH را تا ۹۸-۹۹٪ در یک زمان نگه داشت^۲ حدود ۲۰ روز انجام دهد (تلکس^۳ و همکاران، ۲۰۱۲).

پالمر^۴ و همکاران در سال ۲۰۱۵ از سطوح بیولوژیکی چرخان (بیودیسک). برای تصفیه آب همراه (mg/l) BOD: ۱۰-۱۸۰ و O&G: ۱۹-۵ و TDS: ۲۰۰۰۰ mg/l استفاده کردند. بیودیسک ها به وسیله لجن فاضلاب عمل تصفیه را انجام می دادند. راندمان حذف BOD و O&G واحد به ترتیب برابر ۹۴ و ۷۴ درصد بود.

تثبیت میکروارگانیزمها می تواند بازدهی فرآیند را افزایش دهد (Li (۲۰۱۵)). باسیلوس تثبیت شده روی PVA (پلی وینیل الکل). را جهت حذف COD آب همراه چاههای نفتی مورد مطالعه قرارداد. بیش از ۹۶٪ بازدهی حذف COD بدست آمد.

^۱ TPH

^۲ SRT

^۳ Telexz

^۴ Palmer

ژائو^۱ و همکاران در سال ۲۰۱۶ استفاده از گروهی از میکروارگانیسمهای تثبیت شده روی بستر پلی آمونیاکوم تجاری از جمله M۳۵۰B و ۳۵۰B را مورد بررسی قرار دادند. دو راکتور با هوادهی بیولوژیکی (BAC). مطالعه شد. نتایج نشان داد که در زمان ماند هیدرولیکی ۴ ساعت و بار حجمی ۱/۷ کیلوگرم ۳۵۰B می تواند COD و محتوای روغن تولید شده را به ترتیب ۹۸٪ و ۹۴٪ بکاهد.

فریرو^۲ و همکاران در سال ۲۰۱۵ فاضلاب مخلوط ۴۵-۱۰ درصدی از آب همراه (TDS>۳۵۰۰ mg/L COD>۲۰۰۰ mg/L). را به کمک راکتور SBR دو لیتری طی چرخه های زمانی ۲۴ ساعته مورد بررسی قرار دادند. آنها درصد حذف COD را با درصد رقیق سازی ۴۵ و ۳۵ درصد (حجمی/ حجمی). ۵۰ - ۳۰ درصد بدست آوردند و دریافتند که مواد آلی موجود در آب همراه دلیل اصلی راندمان متوسط در نتایج موجود است.

پنداشته^۳ و همکاران در سال ۲۰۱۶ از مجموعه های از میکرو ارگانیسمهای نمک دوست برای تصفیه فاضلاب آب همراه شبیه سازیشده با شوری بالا در یک بیوراکتور ناپیوسته متوالی استفاده نمود و متوجه کاهش قابل ملاحظه در عملکرد حذف مواد آلی و افزایش شدید در کدورت خروجی هنگامیکه غلظت کل مواد جامد محلول در محدوده ۳۵ تا ۲۵۰ افزایش یافت شد.

^۱ Zhao

^۲ Freire

^۳ Pendashteh

۲-۲ تاریخچه

در سال ۲۰۱۰ در تحقیقی تحت عنوان "بهینه سازی هیتر احتراقی" بیان شد که هیترهای فرایندی، کوره ها و هیترهای احتراقی اکثر هزینه های انرژی مربوط به اجرای پردازش هیدروکربن و تولید مواد شیمیایی را در نظر می گیرند. اندازه گیری پیوسته ی هم اکسیژن (O_2) و هم مواد قابل احتراق در بخش تابشی هیتر اطلاعات مورد نیاز برای عملیات موثر هیتر را با مزایای قابل توجه در ذخیره ی انرژی، کاهش NO_x (اکسیدهای نیتروژن)، کیفیت محصول، گذردهی محصول، عمر هیتر و لوله، همچنین ایمنی ارائه می دهد. ارزش بسیار متفاوت سوخت ها، درجه حرارت های بالا، مشعل های متعدد و سلول ها متعدد چالش های خاصی به منظور بهینه سازی احتراق در هیترهای احتراقی ارائه می کنند. این مقاله بحث خواهد کرد که چگونه تجزیه کننده های قابل اطمینان، اکسیژن و مواد قابل احتراق با درجه حرارت بالا که به درستی قرار داده شدند برای رسیدن به اهداف عملکرد هیتر با حداقل هزینه ی سرمایه گذاری کمک می کنند. یک روش عملی به منظور راه اندازی هیتر، به همراه مثال های ذخیره ی انرژی و کاهش NO_x به طور خلاصه بیان خواهد شد (۱).

در سال ۲۰۱۲ تحقیقی صورت گرفت که تحت عنوان "بیوراکتور غشایی بی هوازی برای تصفیه ی فاضلاب" در این مقاله وضعیت فناوری بیوراکتور غشایی بی هوازی از نظر عملکرد و موانع استفاده از آن در مقیاس صنعتی از سال ۲۰۰۶ تا به امروز بررسی می شود. تمام مطالعاتی که در این مقاله بررسی می شوند در سطح آزمایشی بودند و در آنها توصیفی در مورد کاربردهای صنعتی واقعی ارائه نشده است. بیوراکتور غشایی بی هوازی مجهز به غشاهای ورقه مسطح، فیبر توخالی یا غشای لوله ای بودند که در منطقه ی میکروفیلتر یا اولترا فیلتر کار می کردند ولی استفاده از غشاهای سرامیکی چندان گزارش نشده بود. تحت شرایط نرمال از نظر فشار تراغشایی بین غشای فیبرتوخالی و غشاهای ورقه ی مسطح نباید تفاوتی وجود داشته باشد ولی به دلیل برش هیدرولیک ناکافی در فیبرها غشاهای فیبر توخالی موجب افزایش فشار تراغشایی می شوند. بیوراکتور غشایی بی هوازی در شرایط میان دما یا گرما دوستی آزمایش شدند. استفاده از شرایط گرما دوستی امکان تصفیه ی بار آلی بیشتر را فراهم می آورد. راندمان حذف نیاز به اکسیژن ۹۹٪، راندمان حذف کامل جامدات معلق ۱۰۰٪ و حذف کامل عوامل بیماری زا گزارش شده است. بنابراین آب های تصفیه شده را می توان مستقیماً در بستر های آب تخلیه کرد یا برای آبیاری مزارع استفاده نمود. انرژی تجدید پذیر که در این تاسیسات تولید شدند (از تولید متان). نیازهای انرژی برای

فیلتراسیون متان را پوشش می دهد. بیوراکتور غشایی بی هوازی یک فناوری جذاب است که به تحقیقات بیشتر و صنعتی شدن نیاز دارد. ولی رسوب گیری غشا که هنوز مساله اصلی تمام بیوراکتور های غشایی به شمار می رود تحت شرایط بی هوازی شدید تر از وضعیت هوازی می باشد (۲).

در سال ۲۰۱۲ تحقیقی با عنوان "دیدگاهها در مورد تصفیه ی فاضلاب خانگی با بیوراکتور غشایی بی هوازی" علاقه روز افزون به پایداری مدیریت آب موجب ارزیابی اقدامات تصفیه فاضلاب خانگی شده است. هدف اصلی کاهش تقاضای مصرف انرژی و اثرات زیست محیطی و در عین حال بازیابی منابع می باشد. بیوراکتورهای غشایی بی هوازی سیال خروجی با کیفیت تصفیه هوازی تولید می کنند و در عین حال انرژی مفیدی تولید می کنند و مواد زاید کمتری به جای می گذارند. این مقاله به ملاحظات عملیاتی می پردازد که برای پیاده سازی تصفیه ی فاضلاب خانگی با بیوراکتورهای غشایی بی هوازی به انجام تحقیقات بیشتر نیاز است. در این مقاله به مباحث رسوب گیری غشا، حد پایین زمان و دمای بازداری هیدرولیک که موجب تصفیه مناسب می شود، مشکلات بازیافت متان و گزینه های ازبین بردن مواد مغذی پرداخته می شود. بر اساس مقالات موجود تحقیقات آتی باید بر افزایش احتمال بازیافت انرژی از طریق روش های کنترل رسوب گیری و روش های بازیافت متان محلول متمرکز شوند. بعلاوه ارزیابی پایداری تصفیه ی بی هوازی بیوراکتورهای غشایی به ایجاد یک چارچوب کمی ارزیابی اقتصادی و زیست محیطی نیاز است (۳).

در سال ۲۰۰۶ در تحقیقی تحت عنوان "CFD در پردازش مافوق صوت گاز" چنین بیان شد که نسخه بهبود یافته از مفهوم تفکیک کننده ی مافوق صوت گاز توییستر در آزمایشگاه تحقیقات Gasunie در هلند در سال ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ در یک حلقه مرکز آزمون بسته با استفاده از پمپ چند مرحله ای مورد آزمایش قرار گرفت. مدل های پیشرفته CFD برای بهبود طراحی داخلی تفکیک کننده توییستر مورد استفاده قرار گرفته و منجر به طراحی جدید با افت فشار عموماً کاهشی شد. مهم ترین هدف کار تجربی به منظور بررسی CFD محاسبات مدل افت فشار و بهبود عملکرد بخش بوده است. در این مقاله مدل CFD مورد استفاده برای پیش بینی نتایج شرح داده شده است. نتایج یک آزمایش با نتایج حاصل از CFD مقایسه شده است (۴).

در سال ۲۰۱۶ تحقیقی تحت عنوان "همبستگی منشا - نفت پالازئیک در حوضه تاریم، NW چین: یک مرور" بیان شد که همبستگی منشا - نفت در منطقه کراتونی حوضه تاریم، NW چین، برای مدت های

طولانی بحث برانگیز بوده است. دانش کنونی توزیع سنگ منشا بالقوه، انتخاب عضو انتهایی، همبستگی منشا - نفت و تاثیرات فرایندهای تغییر ثانویه مرور می شوند. دو سیستم سنگ منشا از اردوئیسین کامبرین پایین (O₁-E) و اردوئیسین بالای میانه (O₂-O₃) به طور بالقوه در تجمعات نفتی در منطقه کراتونیک نقش داشتند. همبستگی های ژئوشیمیایی بیان می دارند که نفت ها غالبا از منشا های سنگی O₂-O₃ نشات می گیرند، درحالیکه شواهد زمین شناسی و ترکیبات ایزوتوپی گوگرد سنگ منساهای O₁-E را به عنوان یک عامل اصلی معرفی می کنند. این تناقض از انتخاب اعضای پایانی و مشخصه های آنها نشات می گیرد. تغییرات در برخی پارامترهای نشانگر مانند توزیع استرین، شاخص گاماگرین و نسبت ترپانس سه حلقه ای به ترپانس پنج حلقه ای، عمدتا با بلوغ حرارتی و تجزیه بیوتکنولوژیکی کنترل می شوند تا تغییر محیط رسوبی. جز برای چند مولفه تشخیصی، با استفاده از نشانگرها نمی توان مرز روشنی بین دو سیستم منشا ایجاد کرد. برخی اثرات منشا O₁-E مانند غلبه زوج/فرد-n آلکان ها، توزیع معمول ترپان سه حلقه ای، ترکیبات ایزوتوپی کربن C₁₃ غیر معمول غنی شده نفت ها و کروژن ها و وقوع احتراق هیدروکربن های معطر چند حلقه ای مربوطه تا اندازه زیادی از تاثیر حرارت غیر عادی مربوط به نفوذ آتش نشانی یا فعالیت سیال حرارتی نشات می گیرد. کاهش سولفات ترموشیمیایی محلی نیز می تواند اغلب اثرات مربوط به منشا را حذف کند. این نشانگرهای مطرح شده در اعضای انتهایی به تازگی انتخاب شده از فرایندهای تغییر ثانویه شدید نشات گرفته و اختلاف های ورودی منشا را منعکس نمی کنند. اگرچه برای بازسازی همبستگی منشا-نفت در منطقه کراتونیک حوضه تاریم نیاز به تحقیق بیشتری است، احتمال اینکه سنگهای منشا اصلی در سلسله O₁-E ساکن بوده باشند قویتر است تا در سلسله (O₂-O₃).

در سال ۱۳۹۲ در تحقیقی تحت عنوان "بررسی ترکیبات هیدروکربن های آروماتیک چند حلقوی^۱ و تاثیر آن بر محیط زیست" بیان شد که هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای ترکیباتی شامل دو یا چند حلقه ای آروماتیک بهم جوش خورده هستند که به صورت ایزومرهای مختلفی وجود دارند. این ترکیبات در محیط اغلب به صورت مخلوط های پیچیده ای حضور دارند و به صورت منفرد دیده نمی شوند PAH. دسته بزرگی از سرطان زاها می هستند که در همه جا به عنوان آلاینده های محیطی از جمله آب، هوا و خاک دیده می شوند و به واسطه مقاومتشان در محیط های مختلف برای سلامتی انسان مضر می باشند. از آنجایی که این مواد از حوادث طبیعی از قبیل آتش سوزی جنگل ها، فعالیت های آتشفشانی و همچنین در

^۱ PAH

فرایندهای احتراق ناقص سوخت های فسیلی، کوره های متالورژی و غیره حاصل می شوند، لذا به طور گسترده ای در محیط پراکنده اند. جدا از مقادیر کم حاصل از منابع ژئوشیمیایی و طبیعی، ترکیبات آروماتیک چندحلقه ای عموماً از منابع انسانی حاصل می شوند. دودکش های صنعتی، آگروز اتومبیل ها، زباله سوزها و وسایل گرم کننده خانگی از منابع مهم آلودگی هوا توسط PAH می باشند. علاوه بر روش های تشکیل هیدروکربن های آروماتیک چندحلقوی در این مطالعه چند نوع از PAH شاخص و همچنین روش های حذف این ترکیبات مورد بررسی قرار می گیرند(۶).

در سال ۱۳۹۰ در تحقیقی تحت عنوان "بررسی غلظت هیدروکربن های نفتی کل، پلی هیدروآروماتیک ها و آلیفاتیکها در خاک مناطق نفتی استان بوشهر" بیان شد که متداولترین آلایند ههای نفتی شامل tph هیدروکربن های نفتی کل PAHs پل یهیدروآروماتیک حلقوی). و ترکیبات آلیفاتیک (C۱۰-C۳۵) می باشد. از این میان pah ها به دلیل طولانی بودن تجزیه پذیری از اهمیت خاصی برخوردارند. در این پژوهش آلایند ههای نفتی خاک مناطق مختلف استان بوشهر در چهارچوب طرح تهیه اطلس آلایند ههای خاک استان بوشهر و با حمایت و نظارت دفتر آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست مورد بررسی قرار گرفته است. در مجموع ۱۲۶ ایستگاه نمونه برداری خاک برای بررسی آلودگ یهای نفتی انتخاب گردید. پس از نمونه برداری، آماده سازی نمونه ها بر اساس روش استاندارد انجام و در آزمایشگاه موردتجزیه قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که بیشترین غلظت میانگین هیدروکربن های آلیفاتیک مربوط به C۱۸ و کمترین مقدار مربوط به C۳۴ و به ترتیب برابر ۷۲/۶۶ و ۴۸/۲ میلی گرم بر کیلوگرم در نمونه ها میباشد. برای انواع pah ها anthracene و Flourene به ترتیب ۲۹/۰ و ۹۸/۲۲ میلی گرم بر کیلوگرم کمترین و بیشترین غلظت میانگین را نشان دادند. کمینه و بیشینه غلظت هیدروکربن های کل نفتی به ترتیب ۴۴/۲ و ۳۰۹۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم با غلظت میانگین ۴/۳۱۲۸ بدست آمد. بررسی غلظت آلایند ههای نفتی نشان داد که آلیفاتی کها بر اساس کاربری های صنعتی و نفتی برای ۱ تا ۲ درصد نمون هها غلظت بالاتر از استاندارد دارند pah ها برای ۱۸ درصد نمونه ها غلظت بالاتر از حد استاندارد را نشان دادند. مقایسه غلظت PAH هادر نمون ههای خاک با مقادیر استاندارد نشان داد که برخی از PAH ها مانند Indenopyrene , Benzo(a).pyreneDibenzeno(ah).anthracene , Fluoranthene , Benzo(k).fluoranthene برای ۳ تا ۵۳ درصد نمون ههای خاک غلظت بیشتر از مقادیر استانداردهای رایج، براساس کاربر یهای متفاوت دارند. بطور کلی نمون ههای خاک مناطق شمال - شمال غرب و

جنوب- جنوب شرق استان بوشهر از مهم ترین مراکز آلاینده های نفتی هستند. با توجه به اینکه در این استان و بو یژه محدوده فلات قاره ذخایر قابل توجهی از نفت و گاز و همچنین صنایع پالایشگاهی وجود دارد، پیشنهاد می گردد تا خاکهای مناطق نامبرده مورد پایش آلاینده های نفتی و حتی عناصر بالقوه سمناک قرار گیرند. همچنین تداخل سطح آب زیرزمینی با آب دریا و بالا بودن سطح آب زیرزمینی در قسمت های از نواحی ساحلی استان که صنایع مهم پالایشگاهی استقرار پیدا کرده است، می تواند در دراز مدت بدون رعایت ضوابط زیست محیطی، آلودگی خاک و آب را به همراه داشته باشد (۷).

در سال ۱۳۹۲ تحقیقی تحت عنوان "بررسی ترکیبات هیدروکربن های آروماتیک چند حلقوی (PAH) و تاثیر آن بر محیط زیست" بیان شد که هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAH) ترکیباتی شامل دو یا چند حلقه ای آروماتیک بهم جوش خورده هستند که به صورت ایزومرهای مختلفی وجود دارند. این ترکیبات در محیط اغلب به صورت مخلوط های پیچیده ای حضور دارند و به صورت منفرد دیده نمی شوند. PAH دسته بزرگی از سرطان زا های محیطی هستند که در همه جا به عنوان آلاینده های محیطی از جمله آب، هوا و خاک دیده می شوند و به واسطه مقاومتشان در محیط های مختلف برای سلامتی انسان مضر می باشند. از آنجایی که این مواد از حوادث طبیعی از قبیل آتش سوزی جنگل ها، فعالیت های آتشفشانی و همچنین در فرایندهای احتراق ناقص سوخت های فسیلی، کوره های متالورژی و غیره حاصل می شوند، لذا به طور گسترده ای در محیط پراکنده اند. جدا از مقادیر کم حاصل از منابع ژئوشیمیایی و طبیعی، ترکیبات آروماتیک چندحلقه ای عموماً از منابع انسانی حاصل می شوند. دودکش های صنعتی، اگزوز اتومبیل ها، زباله سوزها و وسایل گرم کننده خانگی از منابع مهم آلودگی هوا توسط PAH می باشند. علاوه بر روش های تشکیل هیدروکربن های آروماتیک چندحلقوی در این مطالعه چند نوع از PAH شاخص و همچنین روش های حذف این ترکیبات مورد بررسی قرار می گیرند (۸).

در سال ۱۳۹۰ در تحقیقی تحت عنوان "مکانیسم گرفتگی غشای بیوراکتور های غشایی (MBR) و روش های کنترل و کاهش آن" بیان شد که بیوراکتورهای غشایی (Membrane Biological Reactors). MBRs ترکیبی از فرایندهای لجن فعال و جداسازی غشایی هستند که با به کارگیری آنها نیاز به فرایندهای ته نشینی و گندزدایی به کار رفته در شیوه های مرسوم لجن فعال از بین می رود. بیوراکتورهای غشایی MBRs موجب حذف آلاینده های زیستی، ذرات کلوئیدی، کدورت، میکروارگانیسم و عناصری مثل آهن و منگنز می شوند. در مورد این سیستم ها می توان به فضای کمتر مورد نیاز به علت حذف تانک ته نشینی و

همچنین کاهش تولید لجن مازاد دفعی به میزان ۶۰ درصد اشاره کرد. کیفیت پساب خروجی از MBR مستقل از فاضلاب ورودی به تصفیه خانه می باشد و همچنین دارای استانداردهای زیست محیطی لازم برای استفاده مجدد از فاضلاب است. گرفتگی غشاء و تعویض دوره‌ای آن مهم‌ترین معایب این سیستم می‌باشند. یکی از بزرگترین مشکلات فناوری پیشرفته فیلتراسیون مورد استفاده در صنایع نظیر بیوراکتورهای غشایی گرفتگی زود هنگام غشاهای پلیمری توسط رسوب مواد و ترکیبات آلی و معدنی موجود در خوراک بر سطوح و منافذ آنها می‌باشد. پدیده گرفتگی (Fouling) سبب کندی جریان، توقف خط تولید برای شستشو و تمیز کردن، تخریب غشاها و دستگاه‌ها توسط شوینده‌های شیمیایی، تهدید سلامت مصرف‌کنندگان ناشی از باقیمانده مواد شوینده درمحصول، آسیب‌های زیستمحیطی و بالاخره کاهش بهره‌وری و افزایش هزینه‌های تولید می‌گردد. با اتخاذ روش‌های گوناگون کنترل مداوم گرفتگی غشاء حین بهره‌برداری MBR، می‌توان ظرفیت فیلتراسیون غشاء را تا حد قابل قبولی حفظ نمود. در این مقاله به بررسی انواع مکانیسم‌های گرفتگی غشاها و از جمله بیوراکتورهای غشایی پرداخته شده است و در ادامه انواع روش‌های کنترل و احیای غشا و از جمله جدیدترین روش‌ها مانند امواج فراصوت و اشعه ماوراء بنفش و همچنین روش‌های مرسوم فیزیکی و شیمیایی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است (۹).

در سال ۱۳۸۹ طی یک تحقیق با عنوان "بیوراکتورهای غشایی (MBR). و کاربرد آنها در تصفیه فاضلاب" بیان شد که اصطلاح بیوراکتور غشایی MBR، ترکیبی از فرآیند لجن فعال و جداسازی غشایی را بیان می‌کند. با به کار بردن MBR نیاز به فرآیندهای ته‌نشینی، گندزدایی به کار رفته در شیوه‌های مرسوم لجن فعال از بین می‌رود. بدین ترتیب که غشاها داخل مخزن هوادهی یا خارج آن قرار گرفته و پساب تحت خلاء ایجاد شده توسط پمپ مکش از درون غشاها به سمت بالا کشیده می‌شود و MLSS را در مخزن هوادهی به جا می‌گذارد (۱۰).

۲-۳ ضرورت انجام تحقیق

از آنجا که مقدار این آب به ازای هر بشکه نفت تولیدی بین ۳ تا ۱۰ بشکه می باشد به قسمی که هرچه عمر چاه بیشتر می شود این نسبت نیز افزایش می یابد طبیعی است صنعت تولید نفت روزانه با مقادیر هنگفتی از آب همراه (در حدود ۲۵۰ میلیون بشکه در دنیا). روبرو می باشد. هرچند که بهترین و مناسبترین رویکرد نسبت به تولید این آب استفاده از آن به صورت تزریق به چاهها برای جلوگیری از افت فشار ته چاه می باشد به گونهای که همکنون ۹۵% آب تولیدی در ایالات متحده توسط چاههای تزریقی به داخل چاه بازگشت داده میشود اما همچنان مقادیر باقیمانده نیز حجم قابل ملاحظه ای می باشد و توجه به این نکته که امکان بازگشت آب در چاه های گازی وجود ندارد اهمیت تصفیه این نوع از فاضلابها را بیش از پیش بیشتر می نماید . همچنین در یک نگاه مدیریتی به کشورهای تولیدکننده نفت و گاز که اکثر آنها در خاورمیانه واقع شده است نشان میدهد به دلیل اقلیم گرم و خشک این نواحی و نیاز به کاربردهای مختلف آب، توجه به تصفیه مناسب آب همراه می تواند پاسخگو به اکثر نیازهای آبی شامل آب موردنیاز آبیاری، شستشو، شرب حیوانی، تزریق به تالابها و باشد.

۲-۴ نوآوری و ابتکار

در زمینه هیدرو کربن تحقیقات زیادی انجام شده و در عین حال در زمینه بیوراکتور موارد زیادی نیز بیان گردیده است اما هیچ یک جهت جداسازی عوامل هیدروکربن بوسیله بیوراکتور تحقیق خاصی انجام نداده و بدین جهت انجام چنین تحقیقی در نوبه خود نوآوری محسوب می گردد.

فصل سوم: روش تحقیق

روش حل اساس و پایه اجرای تحقیق بوده و به همین جهت می‌بایست در جهت تشریح تمامی ابعاد آن گام برداشت. فصل اول و دوم به تشریح ابعاد مختلف موضوع پرداخته شده و پیشینه دقیق از تعیین موضوع ارائه داده شد. بدین صورت که هدف از استفاده بیوراکتور عبارت است از جداسازی در هیدروکربن‌ها و به همین جهت روابط تئوری در این زمینه اهمیت ویژه‌ای دارد. می‌توان مبانی جداسازی را بیان ساخته و در این زمینه به پیشبرد اهداف اشاره نمود. این که به چه صورت جداسازی صورت می‌پذیرد، اساس کار رساله بوده و تشریح دقیق از موضوع بیان می‌گردد. چنین که در دو بعد تئوری و آزمایشی صورت می‌گیرد و به همین جهت قابلیت تغییر در ورودی را دارا می‌باشد.

معادلات شیمیایی دسته‌ای از موارد بوده که می‌بایست در این قسمت بدان پرداخته شود. جداسازی مواد در بیوراکتور جنبه‌های شیمیایی مربوط به خود را داشته که در این حالت می‌بایست در مورد آن بحث شود. از سوی دیگر معادلات فیزیکی و به تبع آن قوانین حاکم بر آن مشهود بوده و می‌بایست جنبه‌های کار در این باره تشریح گردد.

روش آزمایشی و عملی نیز در این مورد موجود بوده و ضمن تشریح دقیق موضوع و مسئله می‌بایست بدان پرداخته شود.

عمده‌ترین روش طبقه‌بندی آزمایش‌ها بر اساس میزان کنترل آزمایشگر بر ایجاد شرایط موردنظر می‌باشد. بر این اساس تحقیقات آزمایشی به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱. تحقیقات آزمایشگاهی. ۲. آزمایش‌های میدانی. ۳. آزمایش‌های طبیعی.

در این روش آزمایش در موقعیتی واقعی انجام می‌شود که در آن محقق با کنترل برخی از متغیرها به بررسی تأثیر احتمالی سایر متغیرهای کنترل نشده می‌پردازد. در آزمایش میدانی، کنترل متغیر مستقل در دست آزمایشگر است و آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به گروه‌های آزمایشی و شاهد اختصاص داده می‌شوند. اما با این حال از آنجاکه آزمایش‌های میدانی در زمینه‌های مربوط به زندگی روزمره انجام می‌گیرند، بنابراین نسبت به تحقیقات آزمایشگاهی، کنترل کمتری بر متغیرها می‌تواند صورت بگیرد و به همین علت واریانس خطا افزایش می‌یابد. البته از طرفی می‌توان گفت یکی از محاسن آزمایش‌های میدانی، دستیابی به متغیرهای

مستقل نیرومند می‌باشد زیرا اثر دست‌کار متغیرهای مستقل در محیط واقعی بیش از اثر دست‌کاری این متغیرها در محیط آزمایشگاهی است. هر قدر محیط‌ها و موقعیت‌های پژوهش واقعی‌تر باشند، متغیرها نیرومندتر خواهد بود.

از آنجاکه متغیر مستقل به صورت واقعی به وقوع می‌پیوندد، بنابراین مهم‌ترین حسن آزمایش طبیعی بارز و قوی بودن متغیر مستقل است. برای مثال اگر تحقیقی بخواهد تأثیر مشاهده مرگ دیگران را در شکل‌گیری پیوندهای گروهی و میل به کمک‌رسانی بررسی کند، قطعاً نمی‌تواند در محیط آزمایشگاهی تحقیق خود را انجام دهد. از سوی دیگر آزمایش طبیعی محاسن هر تحقیق آزمایشی مانند یافتن رابطه علت و معلولی و سنجش فرضیات را با خود خواهد داشت.

۳-۲ تئوری بیوراکتور

طرح ساده بیوراکتور آزمایشگاهی به قرار زیر می‌باشد. برای خطی سازی معادلات می‌بایست مطابق شکل زیر پیش رفت:

$$r_0 = \frac{r_{\max} [S]}{Kx + [S]} \rightarrow \quad (3-1)$$

r_0	$\frac{1}{[S]}$	$[S]$	t
.	.	$[S_0]$.
$\frac{S_0 - S_1}{t_1 - 0}$.	$[S_1]$.
.	.	.	.
.	.	.	.

$$\rightarrow \frac{1}{r_0} = \frac{km}{r_{\max}} = \frac{1}{[s]} + \frac{1}{r_{\max}}$$

$$y = a + bx$$

(۳-۲)

r_{\max} : عرض از مبدأ

شیب : Km

روش دیفرانسیلی:

$$A \rightarrow R \quad -r_A = kC_A^n$$

$$\ln(-r_A) = \ln k + n \ln C_A$$

(۳-۳)

t	CA	-rA
.	CA ₀	-rA ₁ $\frac{CA_0 - CA_1}{t_1 - 0}$
t ₁	CA ₁	
t ₂	CA ₂	
t ₃	CA ₃	-rA ₂ $\frac{CA_1 - CA_2}{t_1 - t_2}$
t ₄	CA ₄	-rA ₃ $\frac{CA_2 - CA_3}{t_2 - t_3}$
.	.	
.	.	-rA ₄ $\frac{CA_3 - CA_4}{t_4 - t_3}$
.	.	

$$\rightarrow \frac{1}{r_0} = \frac{km}{r_{\max}} = \frac{1}{[s]} + \frac{1}{r_{\max}} \rightarrow$$

$$\frac{r_{\max}}{r_0} = \frac{km}{[s]} + 1 \rightarrow r_{\max} = \frac{r_0 km}{[s]} + r_0 \rightarrow$$

. (۳-۴)

$$\rightarrow r_0 = -km \frac{r_0}{[s]} + r_{\max}$$

در بسیاری از دستگاه‌های آنزیمی بیشتر از یک سوپسرات و اغلب دو سوپسرات مختلف در یک واکنش شرکت می‌کنند. البته گاهی می‌توان از یکی از آن‌ها چشم‌پوشی کرد و سیستم را یک سوپسراته در نظر گرفت. در اکثر مواقع یکی از سوپسرات‌های شرکت‌کننده در واکنش آب است ولی چون نسبت به غلظت سوپ سرات دیگر بیشتر می‌باشد. عملاً در سنتیکی و تحلیل سنتیکی از آن صرف‌نظر می‌شود گاهی اوقات نیز سنتیک سیستم‌های دوسوپسراته برای توضیح اثر کوفاکتورها به‌کاربرده می‌شود در سیستم‌های دوسوپسراته یکی از احتمالات این است که کمپلکس $E.S_1S_2$ عامل تعیین‌کننده می‌باشد.

$$E + S_1 \xrightleftharpoons[k+1]{k-1} E.S_1 \quad K_1 = \frac{[E][S_1]}{[E.S_1]} \quad (3-5)$$

$$E + S_2 \xrightleftharpoons[k+1]{k-1} E.S_2 \quad K_2 = \frac{[E][S_2]}{[E.S_2]} \quad (3-6)$$

$$ES_2 + S_2 \xrightleftharpoons[k+2]{k-2} ES_1.S_2 \quad K_{12} = \frac{[ES_1][S_2]}{[ES_1.S_2]} \quad (3-7)$$

$$ES_2 + S_1 \xrightleftharpoons[k+2]{k-2} ES_1.S_2$$

$$K_{21} = \frac{[ES_2][S_1]}{[ES_1.S_2]} \rightarrow \frac{ES_2}{ES_1S_2} = \frac{K_{21}}{S_1} \quad (3-8)$$

$$ES_1.S_2 \rightarrow P + E \quad r = K[ES_2.S_2] \quad (3-9)$$

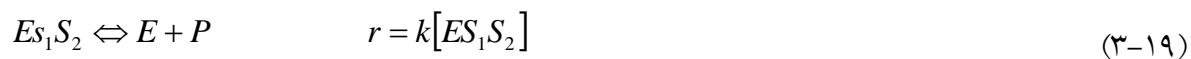
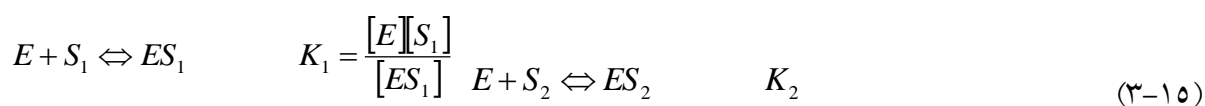
$$r = \frac{K[E_0]}{1 + \frac{K_{21}}{[S_1]} + \frac{K_{12}}{[S_2]} + \frac{\frac{1}{2}(k_2.k_{21} + k_1.k_{12})}{[S_1][S_2]}} \quad (اثبات) \quad (3-10)$$

شرکت یک کوفاکتوز در یک واکنش آنزیمی:

کوفاکتور فلزی یا کوآنزیمی بسیار شبیه سیستم دو سوبسراته بوده و می توان مکانیزم آن را به صورت زیر ارائه کرد. و به قرار زیر می باشد:



$$\leftarrow r = \frac{K[E_0][c][s]}{[c][s] + ks([c] + [kc])} \quad \text{دوسوبسراته} \quad (3-14)$$



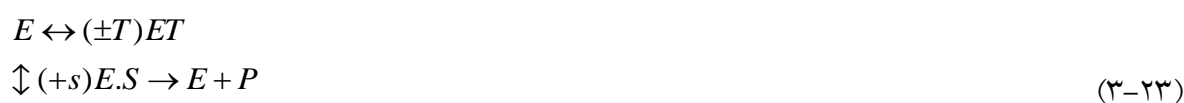
$$r = \dots\dots\dots (3-20)$$

$$(E_0) = (E) + (ES_1) + (ES_2) + (ES_1 + S_2) \quad (3-21)$$

$$\frac{r}{(E_0)} = \frac{k}{(E_0)} \cdot \frac{(ES_1 + S_2)}{(E_0)} \quad \frac{r}{(E_0)} = \frac{k}{E + ES_1 + ES_2 + ES_1S_2} \cdot \frac{ES_1S_2}{E + ES_1 + ES_2 + ES_1S_2} \quad (3-22)$$

همان‌طور که کاتالیزورهای شیمیایی گاهی به علت وجود یا شرایط خاصی اصطلاحاً مسموم یا غیرفعال می‌شوند. آنزیم‌ها در مقابل بعضی از مولکول‌های شیمیایی و یا تفت شرایط خاص قابلیت خود را ازدست‌داده و یا حداقل از سرعت واکنش می‌کاهند در واکنش‌های سلولی این موضوع نقش خاصی را ایفا می‌کند زیرا از این طریق سلول می‌تواند با ترشح ماده‌ی خاص از انجام واکنش جلوگیری نماید این مواد که باعث تغییر فعالیت آنزیم می‌شوند مدولاتور^۱ نامیده می‌شود و چنان چه این ماده باعث کاهش سرعت واکنش گردد اصطلاحاً بازدارنده^۲ به‌عنوان مثال املاح سرب از بازدارنده‌های بسیار متداول در واکنش‌های آنزیمی شناخته‌شده‌اند. بازدارنده‌ها عملاً مسموم‌کننده‌ی آنزیم بوده از این طریق مانع انجام واکنش می‌شوند واکنش بازدارنده و آنزیم خود یک واکنش مستقلی است که ممکن است کاملاً برگشت‌پذیر یا به‌طور جزئی برگشت‌پذیر و یا اصولاً غیرقابل‌برگشت یافته آنچه در ذیل مطالعه می‌شود اثر متوقف‌کننده‌های بازگشت‌پذیر می‌باشند که طبق روابط میکائلیس متین قابل‌تجزیه و تحلیل هستند اثر متوقف‌کننده‌های غیرقابل‌برگشت از بحث فعلی خارج است.

معمولاً به‌صورت سویسرات دیگری با سویسرات اصلی رقابت می‌کند. مکانیزم عمل به‌صورت زیر است:



$$K_i = \frac{[E][T]}{[ET]} = \frac{k-i}{k+i} \quad (3-24)$$

$[I]$ غلظت ماده بازدارنده یا inhibitor

$$r = \frac{r_{\max} [s]}{km + [s] + \frac{km}{ki} [I]} \quad (3-25)$$

$$\frac{1}{r} = (1 + \frac{[I]}{ki}) (\frac{km}{r_{\max}}) \frac{1}{s} + \frac{1}{r_{\max}} \quad (3-26)$$

^۱ Modulator effector
^۲ inhibitor

بازدارنده‌های رقابت کننده به سادگی در سیستم‌های آنزیمی قابل تشخیص هستند در صورتی که غلظت متوقف کننده را زیاد کنیم و در هر غلظت تغییرات سرعت واکنش نسبت به تغییرات S (سوبسرات). رسم

شود گروهی خط راست به وجود خواهد آمد که همگی از یک نقطه از محور $\frac{1}{r}$ عبور خواهند نمود با داشتن شیب این خطوط K_i را می‌توان محاسبه نمود. هر چه غلظت بازدارنده بیشتر باشد شیب بیشتر است.

$$\alpha = \text{شیب} = \left(1 + \frac{[I]}{K_i}\right) \frac{km}{r_{\max}}$$

بازدارنده‌های رقابت نکننده^۱:

این عوامل علاوه بر این که با S رقابت کرده و با آنزیم ترکیب می‌شوند با S نیز ترکیب شده و کمپلکس (ETS) را ایجاد می‌کند و بدین ترتیب مانع از به وجود آوردن ماده‌ی P می‌شود.



$$\Downarrow (\pm S)E.S \Leftrightarrow (\pm I) \Rightarrow ETS \quad r = \frac{k_{\max}.SK_i}{(km+s)(K_i+T)} \quad (3-28)$$

$$\frac{1}{r} = \left(1 + \frac{T}{K_i}\right) \left(\frac{km}{r_{\max}}\right) \left(\frac{1}{s}\right) + \left(1 + \frac{1}{K_i}\right) \cdot \frac{1}{r_{\max}}$$

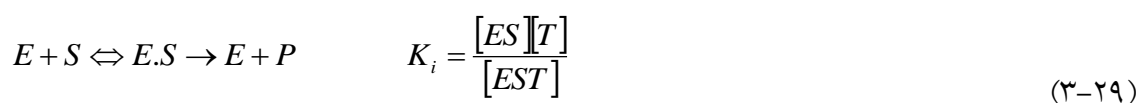
عرض از مبدأ

یون فلزات سنگین غالباً جلوگیری از انجام واکنش می‌شوند.

در این نوع واکنش عامل بازدارنده (T). دو نوع حالت غیرفعال به آنزیم می‌دهد. یکی به علت تشکیل کمپلکس ET و دیگری با تشکیل کمپلکس ETS .

بازدارنده غیر رقابت کننده un-Gmpetitive

در این حالت عامل متوقف کننده تشکیل کمپلکس با ES می‌دهد که از انجام واکنش جلوگیری می‌کند.



^۱ Non competitive

$$ES + T \Leftrightarrow EST \quad r = \frac{r_{\max} [S]}{km + [S] + \frac{[S][I]}{ki}} \quad (3-30)$$

$$\frac{1}{r} = \frac{km}{r_{\max}} \cdot \frac{1}{[S]} + \frac{1}{r_{\max}} \left(1 + \frac{[T]}{K_i}\right) \quad (3-31)$$

طبقه‌بندی آنزیم‌ها :

برای طبقه‌بندی آنزیم‌ها از اعمال بیوشیمیایی آن‌ها استفاده می‌شود به‌طور کلی آنزیم‌ها به ۵ گروه تقسیم می‌شوند .

گروه اول : اکسید و ردوکتازها : میکروب‌هایی که قدرت ساختن این گروه از آنزیم‌ها را دارند در غیاب اکسیژن آزاد می‌توانند به زندگی خود ادامه دهند. در این گروه آنزیم‌های زیر قرار دارد.

الف). ترانس هیدروژناز هوازی ب). ترانس هیدروژناز بی‌هوازی

ج). اکسیدازها د). پراکسیدازها ه). کاتالازها

گروه دوم : هیدرولازها :

الف). استرازها ب). استرازهای کربنیک ج). سولفاتازها

فعالیت آنزیم با بالا رفتن درجه حرارت بیشتر می‌شود تا یک حد خاصی آنزیم می‌تواند محل دما را داشته باشد با بالا رفتن بیش از حد دما ناگهان آنزیم فعالیت خود را از دست می‌دهد. آنزیم‌ها غالباً پروتئین می‌باشد و پروتئین غالباً تا ۵۵ درجه شکل عادی خود را حفظ می‌کنند این عدد حد مجاز دماست.

فواید واکنش‌های آنزیمی :

۱- خاصیت انتخابی بودن آنزیم : در مخروطی از سونسرات های مختلف آنزیم قادر است واکنش خاصی را انجام برماند و واکنش‌های جانبی در حداقل خود نگه دارد این خاصیت در صنایع دارویی و غذایی مهم است.

۲- راندمان بالا

۳- تسهیل در خالص سازی و جداسازی محصول

در فرآیندهای بیوشیمیایی آنزیم محصولات را می دهد که جداسازی آن راحت تر است.

مشخصات آنزیم :

۱- نوع محصول : آنزیم مایع یا پودر است (ممکن است محلول باشد جامد یا فیکس شده روی سطح باشد ، رطوبت کم ، به صورت ژل یا یخ زده باشد).

۲- قابلیت آنزیم : از کجا تولید شده چه عملی می تواند انجام شود.

۳- فعالیت آنزیم : چه مقدار آنزیم برای چه مقدار ماده ی اولیه مورد لزوم است . آنزیم لنین شیر را به پنیر تبدیل می کند.

۴- طول عمر : زمان نگهداری فعالیت آنزیم باگذشت زمان کاهش می یابد.

۵- شرایط بهره برداری : PH و دمای مطلوب کدام است .

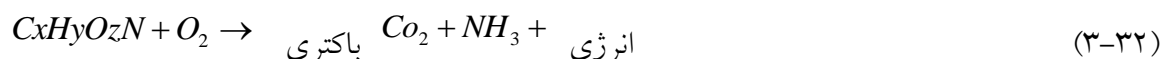
۶- شرایطی که نباید استفاده کنیم.

۷- حلالیت آنزیم

انواع واکنش های میکروبی :

برای رشد میکروب دو نوع واکنش متابولیکی اصلی ضروری است.

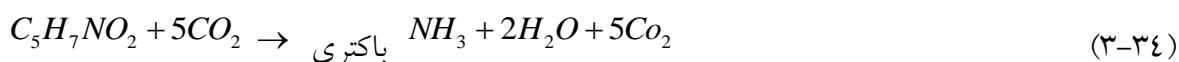
۱- کاتابولیسم : واکنش تجزیه ای که در طی این نوع متابولیسم انرژی حاصل می گردد.



۲- آنابولیسم : واکنش های ساختمانی که در طی آن قسمت های مختلف سلولی ساخته می شود .



۳- اتولیز : مرحله‌ی سوم یعنی اتولیز مرحله‌ی تجزیه خود میکروارگانیسم‌هاست و معمولاً مرحله‌ای است پس از دو واکنش کاتابولیسم و آنابولیسم رخ می‌دهد.



۴- آمفی بولیسم : دسته‌ی دیگری از واکنش‌های متابولیکی که دارای مشخصات هر دو نوع واکنش اول می‌باشد به عبارت دیگر این نوع واکنش در بین دو واکنش اخیر قرار گرفت یعنی هم می‌تواند کاتابولیست تولید کند و هم آنابولیست ایجاد کند.

با توجه به توضیحات داده شده تخمیر یا فرمانتاسون ها را می‌توان به صورت های زیر تقسیم بندی نمود :

۱- تخمیرهایی که کاتابولیت تولید می‌کنند مانند تخمیر مخمر الکل‌ها ، تولید سیتریک اسید ، فورماریک اسید ، مالتیک اسید و

۲- تخمیرهایی که آنابولیت تولید می‌کنند، مانند پروتئین تک یافته، تولید مواد سلولی نظیر RNA ، آنزیم‌های میکروبی ، تولید اسیدهای آمینه مختلف .

انواع کشت میکروبی :

در فرمانتاسیون از دو میکروب استفاده می‌شود: هوازی و بی‌هوازی .

برای کشت میکروبی در درجه‌ی اول رابطه‌ی آن را با اکسیژن در نظر می‌گیرند البته نباید فراموش کرد که اکسیژن برای متابولیسم تقریباً تمام میکروب‌ها لازم و ضروری است ولی گاهی اکسیژن به صورت محلول (هوازی). و گاهی به صورت ترکیبات مواد آلی (غیر هوازی). مصرف می‌شود بهترین محیط کشت برای رشد میکروب‌های بی‌هوازی محیط مایع بدون هوا که در آن میکروب‌ها دور از اکسیژن هوا رشد می‌کنند و بهترین محیط برای رشد میکروب‌های هوازی محیط مایع کم عمق می‌باشد که هوا از طریق سطح مایع قابل نفوذ به محیط کشت باشد هرگاه از محیط عمیق استفاده شود هوا باید به صورت جریانی در این محیط دمیده شود. محیط‌های جامد برای کشت هوازی قابل استفاده است ولی باید دارای منافذ متعددی باشند تا میکروب‌ها قادر به استفاده از هوا باشند.

به‌طور کلی کشت میکروب‌ها در صنایع تخمیری ممکن است به‌صورت گشت گسسته یا ناپیوسته (Batch). و یا به‌صورت کشت پیوسته (contincuse). باشند.

فرآیندهای هوازی و بی‌هوازی می‌توانند به‌صورت پیوسته و ناپیوسته کشت شوند البته طراحی فرمان تر برای دو حالت فوق اختلاف دارد.

چند نمونه از فرآیندهای غیر هوازی :

کربوهیدرات‌ها : سوبسرات مناسبی برای فرآیندهای تخمیری هستند هم دارای منابع کربن آلی بوده و هم تولید انرژی لازم برای رشد میکروبی می‌کند به علت سادگی در کاربرد آن‌ها و مقرون‌به‌صرفه بودن از نظر اقتصادی موارد بی‌شماری دارد.

الف). تخمیر الکلی کربوهیدرات‌ها به‌وسیله‌ی مخمر :



ب). تخمیر هولالیتیک - اسید لاکتیک می‌تواند حاصل تخمیر بعضی از شکرها میکروارگانیسم‌هایی که در این تخمیرها شرکت می‌کنند از طریق استریتوکوک ، لاکتوباسیل باشند .



لاکتیک اسید

(۳-۳۵)

ج). تخمیر بوتیرلک اسید و حلال‌ها . میکروارگانیسم‌هایی از نمونه‌ی لکتریدریوم قندها را به بوتانول ، استون ، اتانول ، مرمیک اسید ، استیک اسید ، بوتیریک اسید و ... تخمیر می‌کنند.

چند نمونه از فرآیندهای هوازی :

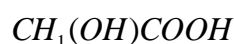
اکثر فرآیندهای تخمیر مهم صنعتی از نوع سیستم‌های هوازی هستند :

۱- تولید سیتریک اسید: این ماده در عصاره‌ی بسیاری از میوه‌ها یافت می‌شود در صنایع غذایی نوشابه‌سازی مصارف زیادی دارد. صنایع دارویی، بهداشتی، همچنین به‌عنوان سترات استر در پلاستیک‌سازی نمونه‌ای از

قارچ‌های آسپرژیلوس نایر برای تخمیر اسیدسیتریک به کار می‌رود. در این فرآیند حضور و غلظت بعضی از فلزات Trace melus کنترل شود در غیر این صورت در تولید سیتریک اسید اثر نامطلوب خواهد گذاشت .



|

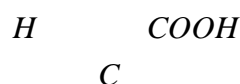


(۳-۳۶)

|

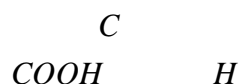


۲- موماریک اسید : کاربرد زیادی در ساخت پلی‌استرها دارد.



||

(۳-۳۷)



۳- گلوکونیک اسید : از اکسیداسیون کلوگز بدست می آید املاح سدیم و کلسیم بین اسید در صنعت مصارف متعددی دارد. هم‌چنین در پزشکی داروهای متداول برای درمان کم‌خونی است این فرآیند به‌شدت هوازی بوده و به مقدار زیادی هوا احتیاج دارد.

۴- تخمیر آنتی‌بیوتیک‌ها : به‌شدت هوازی است.

تولید پلی‌سیلیم استرپتومایسین در جنگ جهانی دوم باعث تحول تازه‌ای در فرآیندهای تخمیری شد امروزه نیز میکروبیولوژی صنعتی در خدمت آنتی‌بیوتیک‌ها می‌باشد.

آنتی‌بیوتیک‌ها : نوعی ماده‌ی آلی می‌باشد که به‌وسیله‌ی یک نوع میکروارگانیسم تولید می‌گردد و حتی با رفیق شدن به مقدار زیاد باعث مرگ نوع دیگری میکروارگانیسم می‌گردد.

البته خود میکروارگانسیم‌ها به‌مرورزمان باد ضمه تولید می‌نماید که در مقابل آنتی‌بیوتیک‌ها مقاوم می‌شود از این نوع در مصرف و کاربرد آنتی‌بیوتیک‌ها باید دقت زیادی نمود.

سنتز آنتی‌بیوتیک‌ها : به‌وسیله‌ی روش‌های شیمیایی غیرممکن و در غیر این صورت گران و مشکل است فقط در یک مورد آنتی‌بیوتیکی به‌طور خالص از روش‌های شیمیایی تولید گردیده است به نام کلرومایسین پنی سیلین به‌وسیله‌ی میکروارگانسیم به نام پنی سیلیم که یک نوع کپک یا قارچ می‌باشد، تولید می‌گردد سو بسرآت مورد استفاده لاکتوز با مایعی در بست می‌باشد پنی سیلیم انواع مختلف دارد که همگی دارای مستدی شیمیایی یکسانی بوده و نفعی از حلقه‌های جانبی آن‌ها متفاوت است.

سینتیک مکانسیم رشد میکروارگانسیم :

هرگاه تعدادی میکروارگانسیم زنده در محیط مناسبی که از لحاظ غذایی مواد مورد نیاز آن‌ها تأمین گردد (یعنی سو بسرآت یا مواد مورد تغذیه‌ی مناسب در اختیار داشته باشند). همچنین PH و درجه حرارت نیز مناسب باشد. شروع به رشد و تکثیر خواهند نمود همان‌طور که می‌دانید رشد میکروارگانسیم‌های تک یافته‌ای (باکتری‌ها). توأم با افزایش وزن فاز جامد در فاز مایع می‌باشد ولی در مورد پر یافته‌ای‌ها (کپک). رشد میکروب توأم با اضافه شدن طول و یا شاخه‌های میکروارگانسیم همراه می‌باشد. یعنی در حقیقت رشد کپک‌ها توأم با اضافه شدن وزن آن‌ها بوده و تعداد آن‌ها زیاد می‌گردد . توجه داشت که رشد میکروب و تکثیر آن به همراه دو پدیده صورت می‌گیرد:

۱- مصرف سو بسرآت ۲- بار دادن بعضی از مواد به محیط کشت سلول

روش‌های اندازه‌گیری رشد میکروب :

۱- اندازه‌گیری تعداد میکروب‌ها به روش شمارش کلون ین‌ها

۲- روش جذب نور

۳- روش اندازه‌گیری وزنی

اشکال عمده‌ای اندازه‌گیری رشد میکروب با روش‌های فوق در این است که میکروب‌های مرده و غیرفعال نیز اندازه‌گیری می‌شوند:

روش‌های دیگری وجود دارد که به وسیله‌ی اندازه‌گیری یک از مواد بیوشیمیایی داخل سلول می‌توان پی به غلظت میکروبی آن محیط برد که عبارت‌اند از :

۱- اندازه‌گیری محیط $AT.P$. رابطه مستقیم با سلول‌ها دارد.

۲- روش‌های اسپرومتری : از مقدار CO_2 آزاد شده می‌توان تعداد میکروب‌های فعال را حدس زد.

در راکتور :

$$FA_0 = F_A + (-r_A)V + \frac{dNA}{dt} \quad (3-38)$$

انباشتگی + تغییرات در اثر واکنش + خروجی = ورودی

در راکتورها انباشتگی $\frac{dNA}{dt}$ و در فرمان ترها $\frac{dx}{dt}$ انباشتگی خواهد بود.

موازنه جرم برای فرمان تر n ام حالت unstedg state :

راکتور N ام را انتخاب نموده .

$$V\left(\frac{dx}{dt}\right) = Fx_{n-1} - Fx_n + V\left(\frac{dx}{dt}\right)_n \quad (3-39)$$

$$V\left(\frac{dx}{dt}\right) = Fx_{n-1} - Fx_n + V\mu_n X_n \quad (3-40)$$

$$\mu = \frac{1}{x} \cdot \frac{dx}{dt} \rightarrow \frac{dx}{dt} = \mu x \quad (3-41)$$

حال اگر طرفین معادله را بر v (حجم راکتور) تقسیم کنیم خواهیم داشت :

$$\rightarrow \frac{dx}{dt} = \frac{F}{V}(x_{n-1}) - \frac{F}{V}(x_n) + \mu_n X_n \rightarrow \frac{V}{F} = \frac{V}{Q} = T \quad \text{زمان پر شدن}$$

$$\frac{F}{V} = \quad \text{سرعت پر شدن}$$

میزان رقیق شدن (D) :

$$D = \frac{F}{V}$$

f: شدت جریان حجمی / v : حجم فرمانتر

$$\rightarrow D = \frac{F}{V} = \frac{\text{lit} / \text{hr}}{\text{lit}} = \text{hr}^{-1}$$

$$S = \frac{F}{V} = \text{hr}^{-1} \quad \text{سرعت پر شدن} :$$

$$\rightarrow \frac{dx}{dt} = D(x_{n-1} - x_n) + \mu_{x_n} \quad \text{معادله کلی برای میکروارگانسیم}$$

موازنه جرم تولید محصول (P). در فرمانتر N ام :

$$V\left(\frac{dp}{dt}\right) = FP_{n-1} + FP_n + V\left(\frac{dp_n}{dt}\right) \quad (3-42)$$

$$y_{p/s} = \frac{dp/dt}{-ds/dt} \rightarrow \frac{dp}{dt} = y_{p/s} \left(-\frac{ds}{dt}\right) \quad (3-43)$$

$$y_{x/s} = \frac{dx/dt}{-ds/dt} \rightarrow \frac{ds}{dt} = \frac{1}{y_{x/s}} (\mu.x) \quad \left\{ \begin{array}{l} y_{p/x} = \frac{\Delta P}{\Delta x} \\ y_{p/x} = \frac{dp/dt}{dx/dt} = \frac{dp/dt}{\mu.x} \end{array} \right. \quad (3-44)$$

$$\rightarrow \frac{dP_n}{dt} = \frac{F}{V} (P_{n-1} - P_n) + y_{p/x} \cdot \mu X \quad (3-45)$$

$$\rightarrow \frac{dP_n}{dt} = D(P_{n-1} - P_n) + \frac{y_{p/s}}{y_{x/s}} \cdot \mu.x \quad (3-46)$$

موازنه جرم برای مصرف سوپرات در فرمانتر N ام :

$$V\left(\frac{ds}{dt}\right) = F S_{n-1} + F S_n + V\left(\frac{ds_n}{dt}\right)_n$$

$$y_{x/s} = \frac{-\Delta x}{\Delta S}$$

$$y_{P/S} = \frac{-\Delta P}{\Delta S} = \frac{\Delta P}{\Delta X} \left(\frac{\Delta x}{-\Delta S} \right) = y_{P/X} \cdot y_{X/S}$$

$$\rightarrow \frac{ds_n}{dt} = D(S_{n-1} - S_n) - \frac{1}{y_{x/s}} \cdot \mu_n X_n$$

$$\rightarrow \frac{ds_n}{dt} = D(S_{n-1} - S_n) - \frac{y_{P/X}}{y_{P/S}} \cdot \mu_n X_n$$

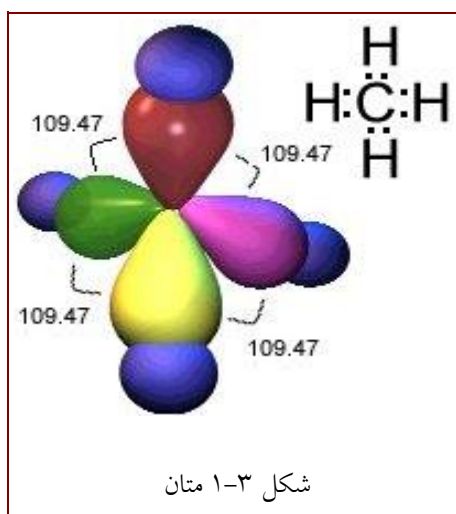
در روابط فوق فرض بر این است که کلیه فرمانترها از ۱ تا N کاملاً مخلوط عمل کرده و ضرایب $y_{x/s}$ ، $y_{P/S}$ ، $y_{P/X}$ ثابت می‌باشد در تمام فرمان ترها و در کلیه‌ی شرایط از سه رابطه‌ی اصلی ارائه‌شده رابطه مربوط به X (سلول) کاربرد وسیع‌تری دارند.

$$\rightarrow \frac{dx}{dt} = D(X_{n-1} - X_n) + \mu X_n$$

۳-۳ تئوری هیدروکربن

آلاینده‌ها برحسب ترکیب شیمیایی‌شان به دو گروه آلی و معدنی تقسیم می‌شوند. ترکیبات آلی حاوی کربن و هیدروژن هستند. برخی از ذرات آلی که بیش از سایر ذرات آلی در اتمسفر یافت می‌شوند عبارت‌اند از: فنلها، اسیدهای آلی و الکل‌ها و معروف‌ترین ذرات معدنی موجود در اتمسفر عبارت‌اند از نیترات‌ها، سولفات‌ها و فلزاتی مانند آهن، سرب، روی و وانادیم.

هوا دارای آلاینده‌های طبیعی نظیر هاگهای قارچ‌ها، تخم گیاهان، ذرات معلق نمک و دود و ذرات غبار حاصل از آتش جنگل‌ها و فوران آتش‌فشان‌هاست. همچنین هوا حاوی گاز منواکسید کربن تولیدشده به شکل طبیعی (CO). حاصل از تجزیه متان (CH_4). و هیدروکربن‌ها به شکل ترپنهای ناشی از درختان کاج، سولفید هیدروژن (H_2S). و متان حاصل از تجزیه بی‌هوازی مواد آلی می‌باشد. منابع آلاینده‌ها را به‌طور کلی می‌توان در چهار گروه اصلی طبقه‌بندی کرد: حمل‌ونقل متحرک، احتراق ساکن، فرآیندهای صنعت، دفع مواد زائد جامد.

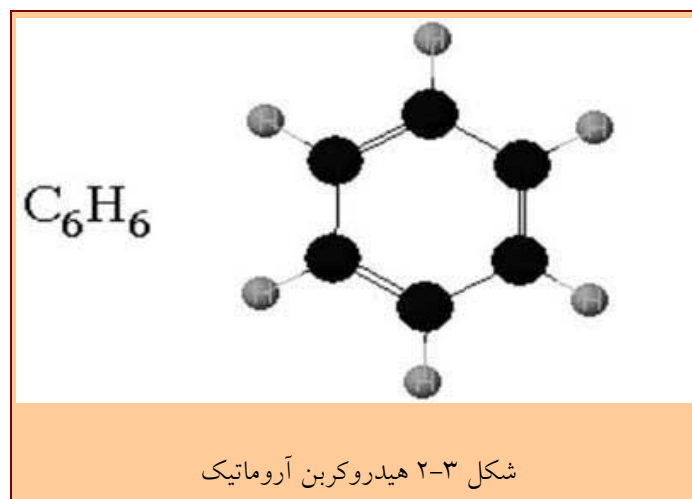


ترکیبات آلی که تنها دارای هیدروژن و کربن هستند به نام هیدروکربن نام می‌گیرند که به‌طور کلی به دو گروه آلیفاتیک و آروماتیک تقسیم می‌شوند.

گروه هیدروکربن‌های آلیفاتیک شامل آلکانها، آلکینها و آلکینها هستند. آلکانها عبارت‌اند از: هیدروکربن‌های اشباع‌شده که در واکنش‌های فتوشیمیایی اتمسفر نقش ندارند. آلکینها که معمولاً به نام اول‌فین‌ها خوانده می‌شوند. اشباع‌نشده هستند و در اتمسفر از لحاظ فتوشیمیایی تا حدودی فعال‌اند. این گروه در حضور نور خورشید با اکسید نیتروژن در غلظت‌های زیاد واکنش نشان می‌دهند و آلاینده‌های ثانوی مانند پراکسی استیل نترات^۱ و ازن را به وجود می‌آورند. هیدروکربن‌های آلیفاتیک تولید شده تا حدود ۳۲۶ برای سلامت انسان و جانوران خطرناک نیست.

^۱ PAN

هیدروکربنهای آروماتیک که از لحاظ بیوشیمیایی و بیولوژیکی فعال و برخی از آنها بالقوه سرطانزا هستند یا از بنزن مشتق شده‌اند و یا به آن مربوط می‌شوند. افزایش میزان ابتلا به سرطان ریه در نواحی شهری به هیدروکربنهای چند هسته‌ای خارج شده از آگزوز اتومبیل‌ها نسبت داده شده است. بنزوپیرین سرطانزاترین هیدروکربنهاست. بنزاسفناتریلین، بنزوانتراسین و کریزین هم مواد سرطانزای ضعیف‌اند.



میل‌لنگها و کاربراتورها، بیشترین درصد آزادسازی هیدروکربنها را به خود اختصاص داده‌اند تجهیزات سوزاننده مکمل که با کاتالیست کار می‌کنند هیدروکربنها آزاد شده و منو اکسید کربن را سوزانده و تولید CO_2 و آب می‌نمایند.

تکنولوژی کنترل هیدروکربنهای متصاعد شده از منابع ساکن

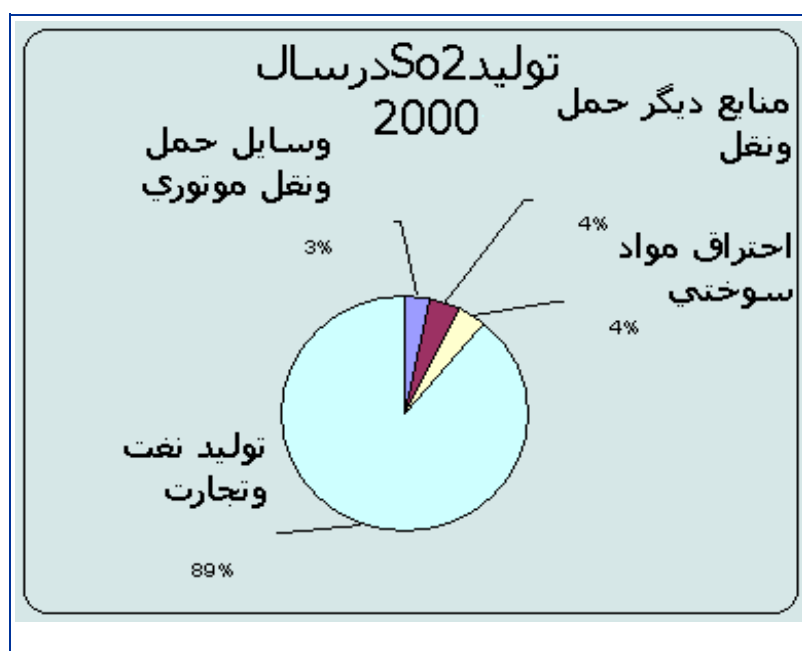
تکنولوژی کنترل هیدروکربنهای متصاعد شده از منابع ساکن عبارتند از: خاکستر سازی، جذب، تراکم و جایگزین نمودن سایر مواد.

گاز منو اکسید کربن بیرنگ، بی‌مزه و بی‌بو است و در شرایط عادی از لحاظ شیمیایی بی‌اثر و طول عمر متوسط آن در اتمسفر حدود ۲.۵ ماه است. در حال حاضر مقدار منو اکسید کربن در اتمسفر بر روی اموال انسانی، گیاهان و اشیا بی‌اثر یا کم‌اثر است در غلظتهای زیاد منو اکسید کربن به علت تمایل زیاد به جذب هموگلوبین می‌تواند در متابولیسم تنفسی انسان بطور جدی اختلال ایجاد نماید. غلظت منو اکسید کربن در نواحی متراکم شهری که ترافیک سنگین و حرکت خودروها کند است به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد منابع کربن، منو اکسید کربن طبیعی و انسانی هستند. طبق گزارش آزمایشگاه ملی آرگون در اثر اکسیداسیون

گاز متان حاصل از مرگ گیاهان سالانه ۱۳.۲ میلیون تن CO وارد طبیعت می‌شود. منبع دیگر تولید این ماده متابولیسم انسانی است بازدم شخصی که در حال استراحت است بطور تقریبی حاوی ۱ ppm CO است.

این اکسیدها شامل ۶ ترکیب مختلف گازی هستند: منو اکسید سولفور (SO)، دی اکسید سولفور، تری اکسید سولفور (SO_۳). تترا اکسید سولفور، سکو اکسید سولفور و هپتو اکسید سولفور در مطالعه آلودگی هوا دی اکسید سولفور و تری اکسید سولفور حائز بیشترین اهمیت است.

با توجه به پایداری نسبی SO_۲ در اتمسفر این کار می‌تواند به عنوان یک عامل اکسید کننده و یا احیا کننده وارد عمل شود. SO_۲ که با سایر اجزای موجود در اتمسفر به شکل فتوشیمیایی یا کاتالیستی وارد واکنش می‌شود می‌تواند قطرات اسید سولفوریک و نمکهای اسید سولفوریک را تولید بکند. با آب وارد واکنش شده و تولید سولفورو اسید می‌نماید این اسید ضعیف با بیش از ۸۰٪ آزاد شده در اتمسفر ناشی از فعالیتهای انسانی به سوزاندن سوختهای جامد و فسیلی مربوط می‌شود.



شکل ۳-۱ استانداردهای کنترل اکسیدهای سولفور (۳).

روش‌های گسترده جهت کنترل اکسید سولفور عبارتند از: بکارگیری سوخته‌های دارای گوگرد کمتر، جداسازی گوگرد از سوخت، جایگزین ساختن منابع انرژی‌زای دیگر، تبدیل زغال سنگ به مایع یا گاز، پاکسازی محصولات حاصل از احتراق.

۳-۴ آزمایش انجام شده

موارد بیان شده در زمینه تئوری بیوراکتور و مسائل جداسازی هیدروکربن بیان گردید. بدین شرح که وسایل با دقت مناسب تاثیر بسزایی در دقت مسئله دارد. در زمینه حذو هیدرو کربن مسائل بیان شد حاکی از مسائل تئوری در موازنه های شیمیایی می باشد. در همین زمینه دستگاه هایی تعبیه شده که قابلیت جداسازی مورد نظر را ایفا می کند. بدین صورت که ضمن تغییر در ترکیبات مشخص هیدروکربن قابلیت ارائه نتایج موجود است. هدف آن است که تغییر در ترکیبات هیدروکربن به بهترین نحو انجام شده و در همین راستا تغییر در مشخصات هیدروکربن در بهترین حالت خود انجام می گردد. متاثرات کیفیت این جداسازی شامل تغییر در ویژگی های دستگاه بیوراکتور است و به همین جهت قابلیت خروجی مسئله نیز مشهود است. در نهایت نمودارها و مسائل مرتبط بدان استخراج شده و قابلیت قضاوت در این باره مشهود می باشد. در ادامه و فصل های آتی این موارد بیان خواهد شد.

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱ مقدمه

در فصل‌های پیشین اصول و مبانی موضوع تعیین شد. بدین صورت که ضمن بیان صورت مسئله، اصول روش تحقیق بیان گردد. در این رساله قصد داریم که هیدروکربن را از آب آلوده به نفت جدا کرده و این امر به صورت عملی انجام شده است. در این فصل نتایج و بحث در این باره بیان شده و می‌توان در همین اساس بحث نمود. بیوراکتور تأثیر زیادی در پالایش مایع داشته و ضمن نیروی گریز از مرکز قابلیت جداسازی مایع موردنظر را دارای می‌باشد. طبیعتیست که هراندازه قدرت حرکتی می‌تواند به پالایش مناسب آن کمک نماید. بدین صورت که تصفیه کامل و صددرصدی امکان‌پذیر نیست و تنها با صرف زمان می‌توان به این مهم دست یافت. این که با استفاده از عوامل شیمیایی بتوان بر جداسازی مناسب دست یافت حائز اهمیت است.

واکنش‌های شیمیایی در بیوراکتور حائز اهمیت است و بدین صورت می‌توان با طرح عوامل مختلف، زمینه جداسازی هیدروکربن را فراهم نموده و بدین صورت بتوان زمینه‌ساز جداسازی را فراهم نمود. این عوامل قابلیت پیشبرد اهداف را دارا می‌باشد. هیدروکربن‌ها به دلیل خصوصیت فلج سازی و سرطان‌زایی در رأس آلوده‌کنندگان قرار دارد. منابع طبیعی در محیط‌زیست در مقایسه با منابع طبیعی شامل مواد حاصل از سوختن زغال‌سنگ و نفت، دود وسایل نقلیه و فاضلاب‌های صنعتی از اهمیت کمتری برخوردار می‌باشد. باینکه فرایندهای جذب در جداسازی آلاینده‌های زیستی پایدار، به‌ویژه کربن‌های فعال بیشتر بکار گرفته می‌شود اما روش‌های پرهزینه و پردردسر در بازی آوری نیز مقرون‌به‌صرفه نمی‌باشد. روش‌های جایگزین مؤثر برای جداسازی آلاینده‌های زیستی از فاضلاب‌ها و ضایعات آبی با به‌کارگیری رسوبات جامد مربوط به فعالیت‌های کشاورزی توصیه و ارائه می‌شود. در ادامه موارد مرتبط با جداسازی بیان می‌گردد.

۴-۲ حذف باکتری‌ها

این مسئله که به چه صورت بتوان باکتری‌های موجود در سیستم ر به حالت تهیه تشخیص داد مورد بحث است. باکتری‌های مختلف از مناطق آلوده به نفت جداسازی و تا حد مقدور خالص گردید و سپس عملکرد تک تک آن‌ها بر روی تجزیه ترکیبات منفی بررسی و از میان آن‌ها سه نوع باکتری که دارای فعالیت بهتری بودند انتخاب شد. جدول ۴-۱ بخشی از مشخصات بزرگ و مقیاس این باکتری‌ها را نشان می‌دهد. جهت بالا بردن راندمان تصفیه پذیری، با استفاده از مخلوط این سه نوع باکتری نیز عملکرد بیوراکتور غشایی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

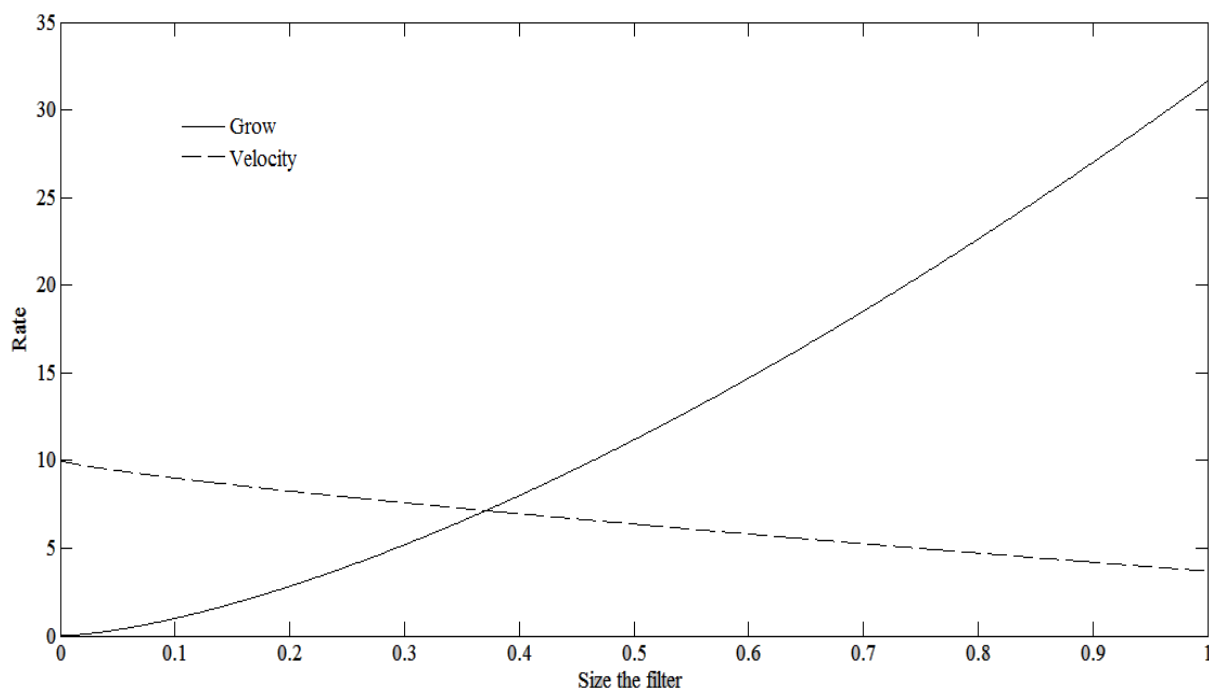
سیستم استفاده شده از نوع بیوراکتور تفکیک غشایی بوده و از غشا برای جداسازی و برگشت دادن توده سلولی، ذرات جامد، امولسیون‌ها و مولکول‌های سنگین از جریان خروجی بیوراکتور به داخل بیوراکتور استفاده شد. غشای لوله‌ای که مورد استفاده قرار گرفت، ساخت شرکت پال و از نوع میکروفیلتراسیون با خفیه‌های ۰.۱ میکرون هیدروفیلیم بود. حجم بیوراکتور مورد استفاده سه لیتر می‌باشد.

جدول ۴-۱ خصوصیات بزرگ مقیاس و ریزمقیاس و آزمایش‌های شناسایی باکتری‌ها (۱).

نام باکتری	مشخصات بزرگ مقیاس	مشخصات ریزمقیاس	تست کاتالاز	تست اکسیداز
BRC ^۱	کلنی‌های سفید-مدور	کوکو باسیل‌های گرم منفی	-	-
BRC ^۲	کلنی‌های کرم‌رنگ، مدور-موکوئیدی	باسیل‌های بلند نازک گرم منفی	+	-
BRC ^۳	کلنی‌های کرم مایل به زرد-موکوئیدی	باسیل‌های گرم منفی	+	+

در زمینه فیلتراسیون و تست انواع باکتری، دهانه آن را تغییر داده و بدین صورت قابلیت بحث در این باره گسترش می‌یابد. دهانه تنگ فیلتراسیون موجب تصفیه بهتر خواهد شد و لذا سرعت پردازش به شدت کاهش می‌یابد. در عین حال دهانه بازتر سرعت را افزایش داده ضمن آنکه کیفیت پالایش را کاهش می‌دهد.

بدین منظور بهینه‌سازی در این زمینه حائز اهمیت است. در صورتی که مقدار حالت عادی در رشد باکتری را ۱ در نظر بگیریم، باقی نسبت‌ها مطابق با شکل ۴-۱ محاسبه می‌گردد.

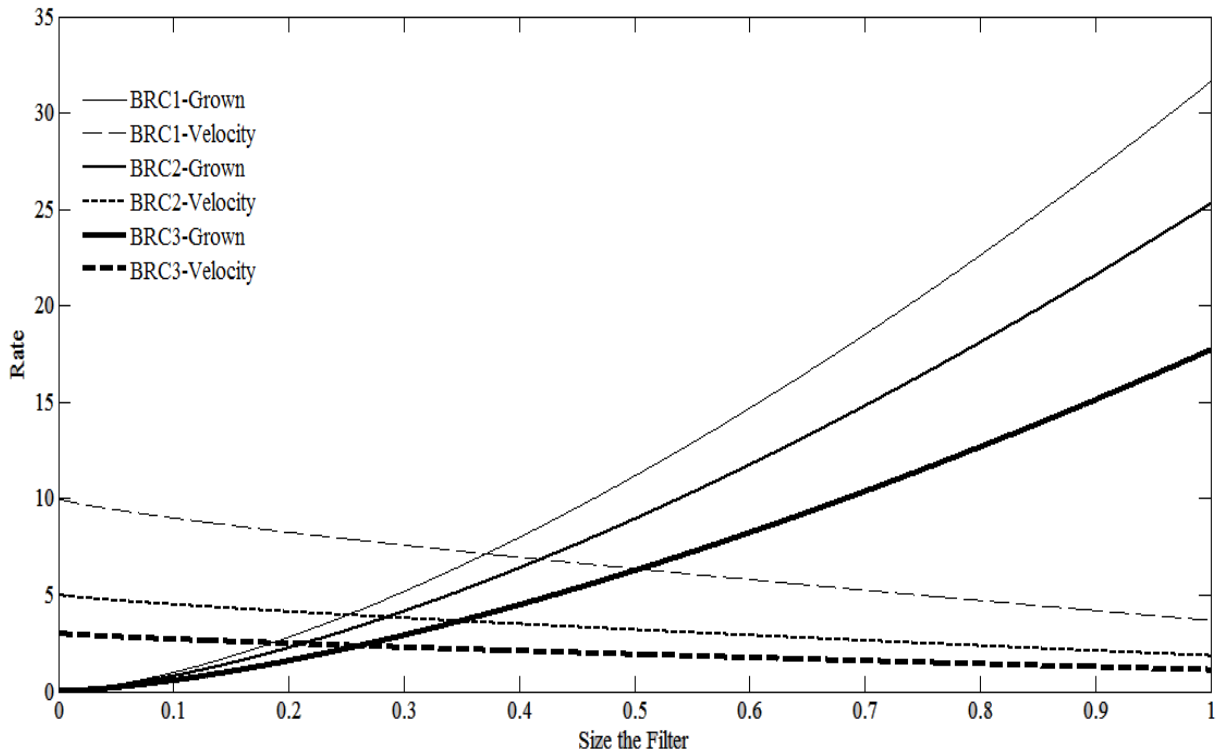


شکل ۴-۱ تأثیر سایز فیلتراسیون بر رشد باکتری. محور افقی: اندازه فیلتر-محور عمودی: نسبت

مطابق با شکل فوق، این تأثیرات شامل رشد سریع باکتری‌ها بوده و به همین جهت می‌بایست بهینه‌سازی در این باره انجام شود. قطر فیلتراسیون موجب رشد افسارگسیخته موارد غیر مطلوب شده و به همین جهت سرعت رشد نیز به شدت کاهش می‌یابد. معمولاً مقدار بهینه خارج از محدوده معیارهای تعیین شده، شامل تقاطع دو نمودار مشخص می‌باشد.

هرگاه تعدادی میکروارگانیسم زنده در محیط مناسبی که از لحاظ غذایی مواد مورد نیاز آن‌ها تأمین گردد (یعنی سوبسترات یا مواد مورد تغذیه‌ی مناسب در اختیار داشته باشند). همچنین PH و درجه حرارت نیز مناسب باشد. شروع به رشد و تکثیر خواهند نمود همان‌طور که می‌دانیم رشد میکروارگانیسم‌های تک یافته‌ای (باکتری‌ها). توأم با افزایش وزن فاز جامد در فاز مایع می‌باشد ولی در مورد پریافته‌ای‌ها (کپک). رشد میکروب توأم با اضافه شدن طول و یا شاخه‌های میکروارگانیسم همراه می‌باشد. یعنی در حقیقت رشد کپک‌ها توأم با اضافه شدن وزن آن‌ها بوده و تعداد آن‌ها زیاد می‌گردد.

مقدار بهینه در تعیین اندازه فیلتراسیون به تفکیک نوع باکتری به شرح زیر می‌باشد.



شکل ۴-۲ تأثیر سایز فیلتراسیون بر رشد باکتری به تفکیک نوع باکتری. محور افقی: اندازه فیلتر-محور عمودی: نسبت

مشخص است که با توجه به نوع باکتری، میزان فیلتر بهینه به سمت کمتر میل می‌کند. بدین‌صورت که با تعیین نوع مقدار بهینه فیلتر، می‌توان بر رشد آن‌ها صحه گذاشت. در برخی موارد از حیث سرعت محدودیت نداشته و تنها کیفیت فیلتراسیون حائز اهمیت است. اما در برخی موارد تنها سرعت دارای اهمیت است. بدین‌صورت می‌بایست قابلیت بهینه‌سازی میان معیارهای موجود بررسی گردد.

در خاتمه‌ی فاز تأخیری میکروارگانیسم‌ها به محیط جدید آشنا شده و به‌سرعت تکثیرشده و وزن میکروب‌ها زیاد شده و در طول زمان خاصی (زمان تولید یک نسل). سلول‌ها دو برابر می‌شوند. اگر تعداد اولیه‌ی میکروب‌ها n_0 باشد بعد از زمان تولید یک نسل تعداد آن‌ها $2n_0$ و سپس به $4n_0$ خواهد رسید.

نفت خام مورد استفاده برای سنتز فاضلاب، مربوط به چاه‌های نفتی در حوزه پایدار غرب است. به همین دلیل این نفت خام ابتدا با نفت سفید به نسبت حجمی مساوی مخلوط شده و سپس به آن آب و سور

فکانت توویم ۸۰ اضافه می‌شود. پس‌ازاینکه غلظت باکتری‌ها در داخل راکتور به ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر رسید، بیوراکتور غشایی راه‌اندازی شد. در مراحل مختلف انجام آزمایش‌ها، دما در ۳۵ درجه سانتی‌گراد و فشار داخل غشا نیز در ۰.۸ بار ثابت بود. آزمایش‌ها در پنج مرحله و چهار تکرار انجام شدند. نتایج اعلام‌شده در جدول ۴-۲ نشان داده‌شده است. هدف آن است که به شرایط پایدار رسیده و در این جهت اقدام نمود. تغییرات غلظت COD و TOC فاضلاب خروجی و بازدهی سیستم در این مسائل بررسی‌شده و به‌صورت زیر نمایش داده می‌شود.

جدول ۴-۲ شاخص‌های به‌دست‌آمده در حالت پایدار بیوراکتور (۳).

اکسیژن محلول	F/M	ضریب تولید بیوماس	راندمان کلی (درصد).	MLSS (میلی‌گرم بر لیتر).	HRT (hr).	COD _{oil} / COD _{total}	COD _{Oil} (mg/L).	COD _{TOTAL} (mg/L).	مراحل مختلف آزمایش
۲.۸	۰.۵۸	۰.۲۵	۹۳	۳۷۰۰	۱۶/۶۷	۰.۷	۳۵۰	۵۰۰	۱
۲.۷	۰.۵۵	۰.۱۶	۹۵	۶۲۰۰	۱۶/۶۷	۰.۷۲	۵۸۰	۸۰۰	۲
۲.۵	۰.۵۶	۰.۱۷	۹۵/۸	۹۱۰۰	۱۶/۶۷	۰.۷۱	۹۲۰	۱۲۰۰	۳
۲.۳	۰.۵۴	۰.۱۵	۹۵/۹	۱۲۳۰۰	۲۱/۶۷	۰.۸	۱۶۰۰	۲۰۰۰	۴
۲.۲	۰.۵۳	۰.۱۴	۹۶/۶۵	۱۶۲۰۰	۱۶/۶۷	۰.۸۵	۱۷۰۰	۲۰۰۰	۵

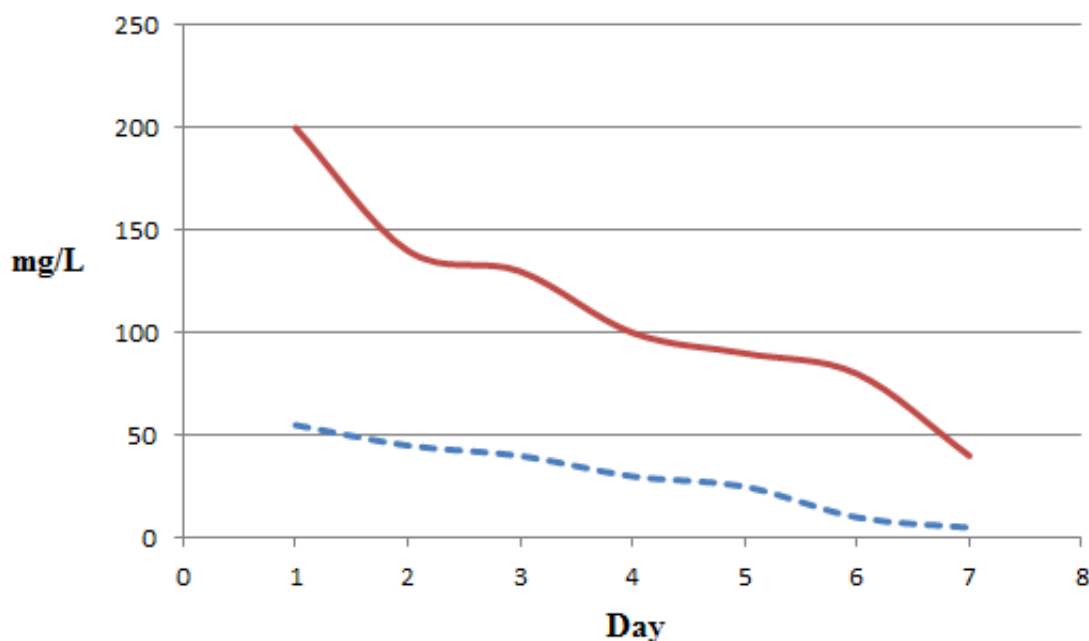
مطابق جدول فوق، در هر مرحله قابلیت بحث در این زمینه دارا بوده و بدین‌صورت که در هر مرحله راندمان کلی در حال افزایش است. این مراحل به ترتیب مشخص در حال گذر است و نشان از اهمیت تکرار مکررات دارد. در طی تکرار آزمایش، مقدار خطا کاهش داشته و در هر مرحله میزان پالایش رشد خواهد داشت.

اثر درجه حرارت در فعالیت میکروب بسیار شبیه اثر درجه حرارت در فعالیت آنزیم‌هاست ظاهراً چنین به نظر می‌رسد که آنزیم‌های درونی سلول‌ها را فراهم کرده بدین ترتیب که سلول را فراهم می‌کند و اگر دما از حد مشخصی بیشتر شود به‌یک‌باره فعالیت آنزیم از بین می‌رود در نتیجه سلول نیز فعال می‌شود.

محیط کشت مصنوعی محیطی است که به‌صورت مصنوعی و تحت کنترل برای رشد میکروب تهیه می‌گردد و تمام منابع لازم و املاح موردنیاز باشد برای نمونه می‌توان محیط زیر را در نظر گرفت.

۴-۳ اهمیت زمان

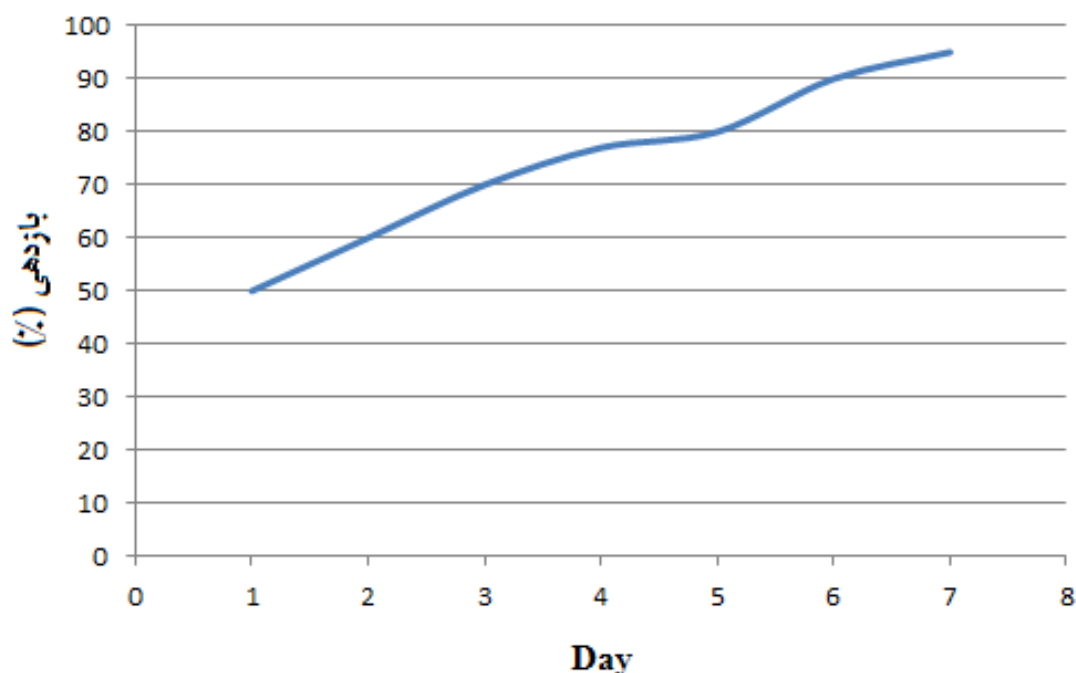
مشخص است که هراندازه زمان انجام پالایش طولانی گردد، احتمال باقی ماندن هیدروکربن کاهش می‌یابد. البته محدودیت زمانی دغدغه اصلی صنعتگران است و به مسائل اقتصادی وابسته بوده و هست. اما در این مرحله تأثیر مراحل زمانی بررسی می‌گردد.



شکل ۴-۳ تغییرات باقی مانده هیدروکربن برحسب روز محور افقی: روز-محور عمودی: میلی گرم بر لیتر

اهمیت زمان در تجزیه موارد نشان داده شد. مشخص است که با تعیین به زمان می‌توان از وقت و هزینه در این باره کاست. در صورتی که تنها جنبه تحقیقاتی مدنظر باشد، می‌توان با صرف زمان مناسب، به نحو احسن پالایش را انجام داد. در محیط کشت گسسته به تعداد اولیه‌ی میکروارگانیسم‌ها نسبت به مقدار محیط کشت کم می‌باشد شرایط تعادل برقرار بوده. رابطه موجود صادق می‌باشد ولی با بیشترین تعداد میکروارگانیسم‌ها مواد غذایی سو بسرات کم شده مواد حاصل از سوخت و ساز سلول‌ها در سیستم زیاد

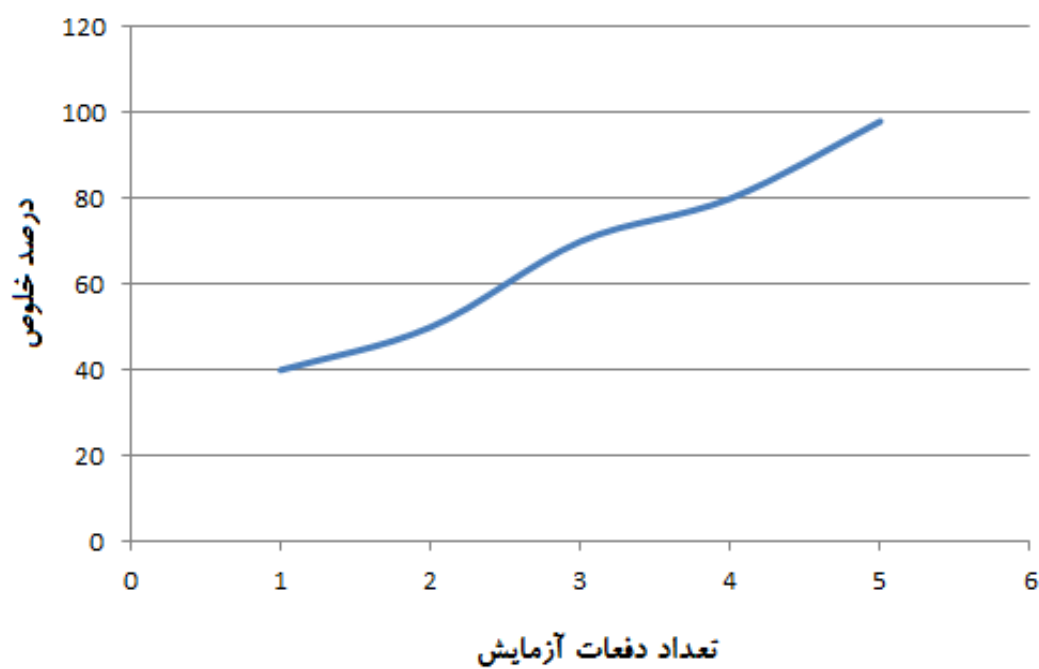
می‌شود که هر دو این‌ها باعث به وجود آمدن محیطی غیر مناسب برای رشد سلول می‌گردد. در اینجاست که رابطه‌ی موجود صادق نیست در این حالت پیشنهاد شده است از رابطه‌ای به شکل زیر استفاده شده است. بازدهی سیستم در طول مدت‌زمان نشان داده می‌شود. این‌که بازدهی سیستم چه ارتباطی به زمان پالایش دارد حائز اهمیت است. در همین جهت این میزان بازدهی با توجه به مدت‌زمان کاری قابل توجه است.



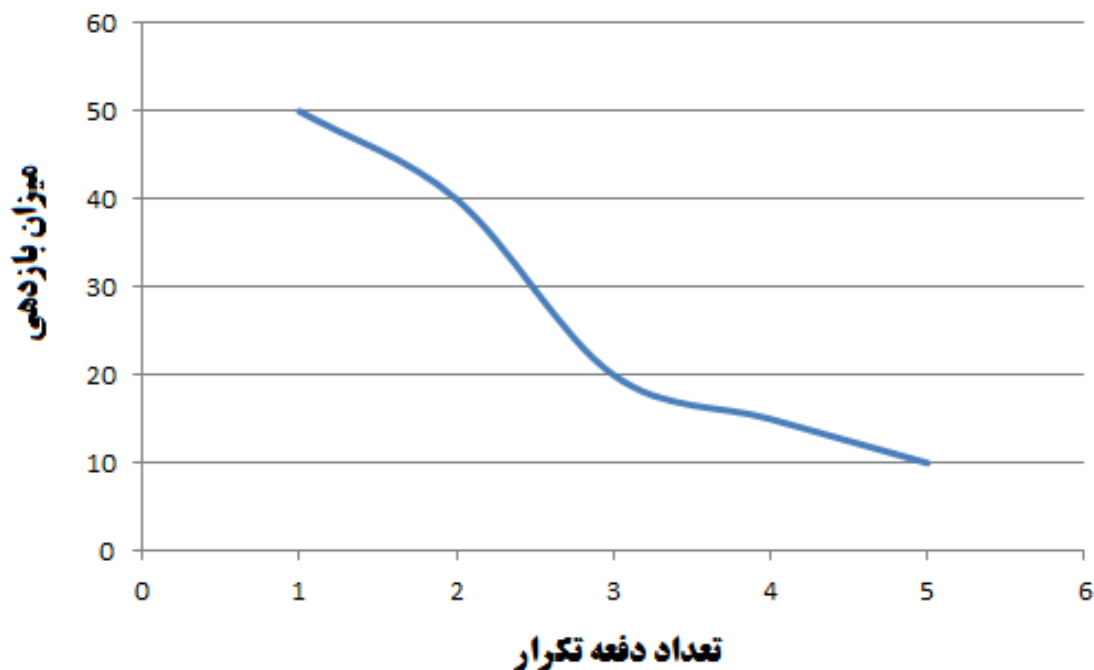
شکل ۴-۴ تغییرات بازدهی بیوراکتور به نسبت زمان محور افقی: روز-محور عمودی: بازدهی

تکرار چندباره آزمایش نیز احتمال باقی ماندن هیدروکربن را به شدت کاهش می‌دهد. در همین زمینه قابلیت بررسی چندباره در بیوراکتور موجود است. فرض می‌کنیم که ۵ مرحله تست با بیوراکتور به مدت ۳ ساعت انجام شده و قصد آن داریم که تأثیر تعداد دفعات را بررسی کنیم. بیوراکتور دوفازی همزن دار موجود در آزمایشگاه استفاده شده است. مخزن این بیوراکتور استوانه‌ای شیشه‌ای به طول ۳۰ و قطر ۱۰ سانتی‌متر می‌باشد. به منظور جلوگیری از جریان‌های گردابی در داخل مخزن از ۴ بافل و همچنین جهت اختلاط مناسب در مخزن بیوراکتور از یک موتور همزن دار مجهز به مدار کنترل با حداکثر دور ۱۰۰۰ دور بر دقیقه استفاده شد. هوای موردنیاز پس از پالایه شدن به وسیله پالایه هوا و با دبی مشخص به وسیله کمپرسور هوای

آکواریومی با میزان دبی ۷۰ لیتر در دقیقه تأمین گردید. غلظت‌های معین از ۱۰۰۰ تا ۳۵۰۰ به روش دینامیک با استفاده از شیوه اشباع سازی بخار به وسیله ایمنینجر متخلخل ساخته شد.



شکل ۴-۵ تأثیر تکرار آزمایش بر خلوص واقعی آب تسویه شده



شکل ۶-۴ بررسی تأثیر تکرار آزمایش بر میزان بازدهی

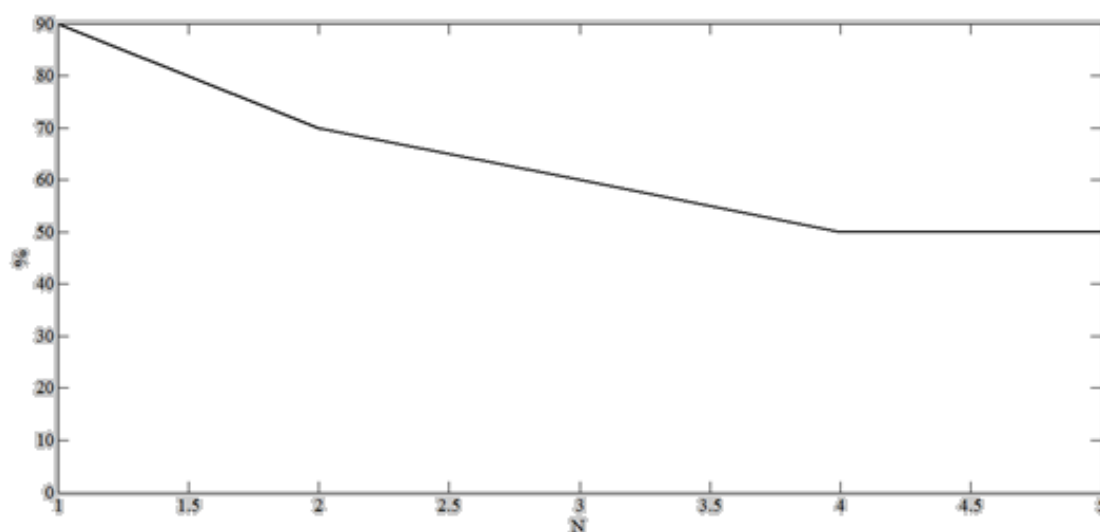
بار آلی تا حد پساب‌های نفتی در کارخانه‌های مختلف بالابرده شده و نسبت‌های مختلف از موارد مشخص به نفت موجود در پساب‌های نیز به تدریج کم می‌شود. اما با این وجود راندمان بالایی به دست می‌آید. جریان خروجی نیز عاری از مواد معلق جامد و ذرات سوسپانسیون مایع بود. بیوراکتورهای غشایی راندمان خوبی در حذف در فاضلاب‌های نفتی از خود نشان داده و در این بیوراکتورها کیفیت پالایش نسبتاً بهتر می‌باشد. در ساختار مولکولی هیدروکربن‌ها (hydrocarbon). تنها عناصر کربن و هیدروژن شرکت دارند. هیدروکربن‌ها به دودسته اصلی آلیفاتیک و آروماتیک تقسیم می‌شوند. هیدروکربن‌های آلیفاتیک خود به گروه‌های وسیع‌تری تقسیم می‌شوند: آلکانها، آلکینها و ترکیبات حلقوی مشابه. اکثر هیدروکربن‌های موجود در زمین در نفت خام وجود دارند. فرمول همگانی آنها C_nH_{2n+2} است و بیشتر از نفت، قطران زغال‌سنگ و منبع‌های گیاهی به دست می‌آیند که به دودسته‌ی کلی زنجیره‌ای و حلقه‌ای تقسیم شده که هر کدام به دودسته‌ی سیرشده و سیرنشده تقسیم می‌شوند. هیدروکربن‌های زنجیره‌ای سیرشده شامل آلکان‌ها، سیلیکو آلکان‌ها، هیدروکربن‌های زنجیره‌ای سیرنشده شامل آلکن‌ها، آلکین‌ها و هیدروکربن‌ها حلقوی سیرشده شامل سیلیکو آلکان‌ها و هیدروکربن‌های حلقوی سیرنشده، شامل سیلیکو آلکن‌ها

هیدروکربن‌های آروماتیک و... هستند. اگر در مولکول‌های یک هیدروکربن به جای هیدروژن عنصر دیگری جایگزین شود به آن مشتق می‌گویند. هیدروکربن‌ها به شاخه‌های بسیاری تقسیم می‌شوند.

آلکن‌ها یا اولفین‌ها: هیدروکربن‌هایی هستند که فرمول همگانی آن‌ها $n\text{C}_n\text{H}_{2n}$ و در فرمول ساختاری آن‌ها بین دو کربن یک پیوند دوگانه ($\text{C}=\text{C}$) دارند. با سیکلو پارافین‌ها همپار (همپار یا ایزومر یعنی دو ترکیب با فرمول شیمیایی یکسان اما با فرمول ساختاری متفاوت آلکن‌های کوچک به حالت گاز، آلکن‌های متوسط به حالت مایع و آلکن‌های بزرگ به حالت مومی شکل و جامدند. آلکن‌ها از آلکان‌ها فعال‌تر هستند.

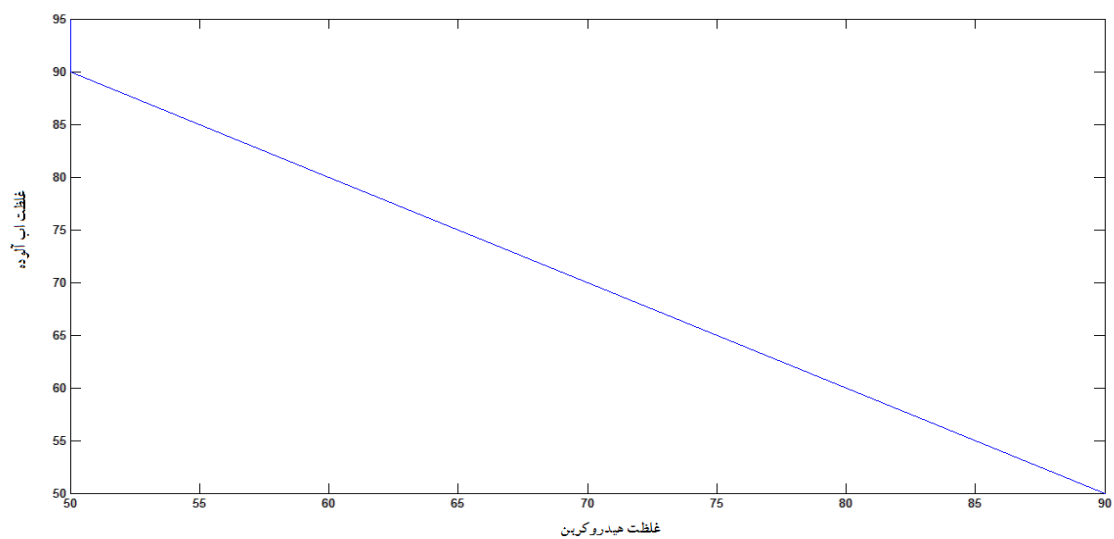
آلکین‌ها: هیدروکربن‌هایی هستند که بین دو اتم آن‌ها در مولکولشان یک پیوند سه‌گانه دارند. فرمول همگانی شان $n\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ است.

هیدروکربن‌های جداشده را بررسی کرده و میزان غلظت را تعیین می‌نمائیم. بدین صورت که فیلتراسیون در برخی موارد به صورت ناخالص، عامل مزاحم هیدروکربن را بررسی می‌نماید. اشکال زیر عوامل را به صورت کلی نشان می‌دهد.



شکل ۴-۷ تغییرات غلظت هیدروکربن به دست آمده در دفعات آزمایش

در آزمایش فوق مشخص است که با توجه به تکرار آزمایش، خلوص در هیدروکربن کاهش می‌یابد. در نتیجه به توجه به تکرار مشخص در این باره غلظت موارد استخراج شده کاهش می‌یابد. در بعد دیگر این غلظت را با غلظت ماده مشخص قیاس می‌کنیم. طبیعی است که آب آلوده دارای رابطه عکس با غلظت هیدروکربن می‌باشد.



شکل ۴-۸ ارتباط بین غلظت‌های مشخص

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۵-۱ مقدمه

مبحث تصفیه همواره موردتوجه محققین بوده و با توجه به آلودگی آب‌ها در برخی مناطق، مبحث تصفیه آن موردتوجه قرار دارد. بیوراکتورها وسیله‌هایی جهت انجام واکنش‌های شیمیایی بوده و به همین جهت قابلیت بررسی در این باره را دارد. فرایند تصفیه آب ممکن است به کاهش غلظت ذرات معلق یا ذرات محلول در آب از جمله ذرات معلق، انگل‌ها باکتری‌ها، جلبک‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها و طیف وسیعی از مواد محلول و ذرات معلق موجود در آب منجر شود.

فرایند تصفیه آب یک فرایند ساده اما درعین حال بسیار پیچیده می‌باشد. به روشی که هم‌اکنون دستگاه‌های تصفیه آب عمل می‌کنند روش اسمز معکوس گفته می‌شود. در این روش آب تحت فشار بالا پس از رد شدن از سه فیلتر اول، وارد مرحله چهارم و اصلی روند تصفیه آب می‌شود که به آن ممبران می‌گویند.

مسئله هیدروکربن و حساسیت‌های موجود در این باره موردتوجه است و به همین جهت قابلیت بحث در این زمینه موجود است. این که واکنش‌های شیمیایی قابلیت جداسازی این ماده را از مایعات داشته و بتوان به همین صورت قابلیت تجاری‌سازی آن را مطرح نمود موردبحث است. در فصل سوم مبانی علمی این مسئله تشریح گردید و به همین جهت می‌توان بر صحت روش تحقیق تکیه نمود. فصل چهارم نتیجه‌گیری در این باره را ارائه نمود و در این فصل نتایج خلاصه می‌گردد.

غلظت هیدروکربن‌های گرفته‌شده از فیلتر ارتباط مستقیم با تکرار آزمایش دارد. این مورد با توجه به هزینه-بر بودن آن ارزش اقتصادی ندارد. ضمن آنکه این تکرار به کیفیت تصفیه کمک شایانی می‌نماید. بدین صورت که بتوان با انجام تدابیری بهینه‌سازی را سرلوحه کار قرارداد. معیارهای مشخص با توجه به صورت مسئله تعیین شده و به همین جهت قابلیت تعیین مقدار بهینه مهیاست.

در ادامه پیشنهادهایی جهت ادامه کار ارائه شده که می‌تواند سر رشته‌ای برای ادامه کار محققان دیگر باشد. بدین صورت که بتوان با ادامه موارد بیان شده، در راه علم گام برداشت.

۵-۲ نتایج

نتایج کلی در رابطه با رساله به شرح زیر می باشد:

- قطر فیلتراسیون نقش مهمی در کیفیت تصفیه دارد و رد عین حال سرعت عمل را کاهش می دهد.
- با توجه به غلظت و نوع آلاینده ها، ابعاد بهینه در تعیین نوع بیوراکتور قابل متفاوت است.
- تکرار آزمایش موجب بهبود کیفیت ماده تصفیه شده است.
- طولانی شدن زمان انجام تصفیه به کیفیت آن کمک می نماید.
- غلظت تفاله هیدروکربن رابطه معکوس با غلظت ماده موردنظر دارد.
- تکرار آزمایش رابطه معکوس با غلظت تفاله هیدروکربن دارد. این رابطه به صورت شیب کاهنده و تقعر مثبت است.
- تکرار بیش از حد آزمایش در بهبود کیفیت بی تأثیر است.
- تصفیه آب به روش اسمز معکوس؛ یکی از عمده مشکلات امروزه در سطح جهانی، کمبود آب آشامیدنی می باشد که این مشکل در کشورهای در حال توسعه ملموس تر می باشد.
- میزان بازدهی در حال کاهش مرتبط با زمان است.
- می توان با اتخاذ تدابیری بازدهی را افزایش داد.
- تعیین میزان بازدهی ضمن ترکیبی از مدت زمان و نوع آزمایش می باشد.
- مدت زمان طولانی تر در جداسازی هیدروکربن موجب کاهش غلظت باقی مانده در ماده موردنظر خواهد شد.
- مدت زمان طولانی موجب رشد باکتری ها در ماده خواهد شد.
- با توجه به نیاز مخمرها، می بایست مانع از فاسد شدن آن ها شد.

۵-۳ پیشنهادها

هر تحقیق در ادامه تحقیق دیگر بیان شده و ذکر پیشینه تحقیق در ابتدا به همین منظور می باشد. در پایان تحقیق، پیشنهادهایی به منظور ادامه راه بیان شده که از موارد پیشین نشایت می گیرد. بدین منظور پیشنهادات ادامه کار به صورت زیر بیان می گردد.

- طراحی بیوراکتور به منظور تجزیه هیدروکربن
- ایجاد تصمیم گیری چند معیاره در طراحی بیوراکتور
- طرح دیجیتالی شدن بیوراکتور و ثبت شبانه روزی
- مقایسه بین انواع بیوراکتور در تصفیه موردنظر
- طرح ترکیبی بیوراکتورها به منظور حصول نتیجه بهتر

۱-Francis Wildy, FIRED HEATER OPTIMIZATION Technical Sales Support Manager AMETEK Process Instruments ۱۵۰ Freeport Road Pittsburgh, PA ۱۵۰۴۴

۲-George Skouteris, Daphne Hermosilla, Patricio López, Carlos Negro, Ángeles Blanco Anaerobic membrane bioreactors for wastewater treatment: A review Chemical Engineering Journal ۱۹۸-۱۹۹ (۲۰۱۲). ۱۳۸-۱۴۸.

۳-Adam L. Smith, Lauren B. Stadler, Nancy G. Love, Steven J. Skerlos, Lutgarde Raskin Bioresource Technology ۱۲۲ (۲۰۱۲). ۱۴۹-۱۵۹.

۴-Bart PRAST, Bart LAMMERS and Marco BETTING CFD FOR SUPERSONIC GAS PROCESSING Fifth International Conference on CFD in the Process Industries CSIRO, Melbourne, Australia ۱۳-۱۵ December ۲۰۰۶

۵-Haiping Huang, Shuichang Zhang, Jin Su, Palaeozoic oil-source correlation in the Tarim Basin, NW China: A review, <http://dx.doi.org/۱۰.۱۰۱۶/j.orggeochem.۲۰۱۶.۰۱.۰۰۸>

۶- محمودی، محمد، ۱۳۹۲، بررسی ترکیبات هیدروکربن های آروماتیک چند حلقوی (PAH) و تاثیر آن بر محیط زیست، اولین همایش سراسری محیط زیست، انرژی و پدافند زیستی، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند، گروه ترویجی دوستداران محیط زیست.

۷- شاکری، عطا؛ لادن رضی کردمحل و انسیه اسماعیلی، ۱۳۹۰، بررسی غلظت هیدروکربن های نفتی کل، پلی هیدروآروماتیک ها و آلفاتیکیها در خاک مناطق نفتی استان بوشهر، پنزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، تهران، انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم.

۸- محمودی، محمد، ۱۳۹۲، بررسی ترکیبات هیدروکربن های آروماتیک چند حلقوی (PAH) و تاثیر آن بر محیط زیست، اولین همایش سراسری محیط زیست، انرژی و پدافند زیستی، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند، گروه ترویجی دوستداران محیط زیست.

۹- گلبابایی کوتنایی، فرشاد و حسن امینی راد، ۱۳۹۰، مکانیسم گرفتگی غشای بیوراکتور های غشایی (MBR) و روش های کنترل و کاهش آن، پنجمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران، دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست.

۱۰- گلبابایی کوتنایی، فرشاد و حسن امینی راد، ۱۳۸۹، بیوراکتورهای غشایی (MBR) و کاربرد آنها در تصفیه فاضلاب، چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران، دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست.

Abstract:

The issue of the treatment of materials from hydrocarbons has been investigated by the researchers, which is why it is possible to discuss this issue. The use of bioreactors is one of the ways in which biological experiments are carried out, and this is significant. Filtration is considered in two parts: chemical and physical. Thus, the existence of the filter is the simplest way to refine the use of reaction agents due to the presence of chemicals. A bioreactor is a device capable of performing a chemical reaction. In this way, by selecting the type of catalyst, it is possible to separate the desired hydrocarbon.

Many factors contribute to this type of isolation. Thus, the size and dimensions of the bioreactor are a catalyst type, including input parameters. The quality of cleaning is important, and at the same time, due to economic issues, the speed of purification is important. It should balance the parameters and optimize between the significant items. In this regard, the ability to talk about this is possible and we have achieved the appropriate results, naturally, with the proper development of bacteria, and the appropriate response to this, we can emphasize the proper separation of hydrocarbons.

Keywords: Hydrocarbon, Isolation, Bioreactor



Faculty of Engineering
Department of Chemistry Engineering

M.Sc. Thesis

Title of the Thesis:

The study of hydrocarbon removal from produced water using bioreactor

Supervisor:

Dr. Mojtaba Mirzaii

Advisor:

Dr. Heidar Madah

By:

Bahador Nejad

February ۲۰۱۸