

صفحه

فهرست :

۲ پیش گفتار

۳ مقدمه

فصل اول : آب و خواص آن

۵ ۱-۱ منابع تامین آب

۵ ۱-۱-۱ آبهای سطحی

۷ ۲-۱-۱ آبهای زیر زمینی

۸ ۲-۱ آب های موجود در طبیعت

۸ ۳-۱ خواص آبهای اشامیدنی

۸ ۴-۱ خواص فیزیکی آب

۹ ۴-۱-۱ رنگ و کدوری

۱۱ ۴-۱-۲ بو

۱۲ ۴-۱-۳ مزه

۱۳ ۴-۱-۴ درجه حرارت

۱۳ ۵-۱ خواص شیمیایی آب

۱۳ ۵-۱-۱ خاصیت اسید و بازی

۱۳ ۵-۱-۲ قابلیت هدایت الکتریکی

۱۴ ۵-۱-۳ خاصیت خوردگی

۱۴	۴-۵-۱ مواد معلق
۱۴	۵-۱ خاصیت حلالیت آب
۱۵	۶-۱ ناخالصی های موجود در آب
۱۸	۷-۱ سختی آب
۲۰	۸-۱ خواص بیولوژیکی آب
۲۰	۹-۱ آلودگی آب
۲۱	۱-۹-۱ تعریف آلودگی آب
۲۲	۲-۹-۱ منابع آلودگی آب
۲۲	۳-۹-۱ طبقه بندی آلوده کننده های آب
۲۴	۱۰-۱ اهمیت آب در صنعت
۲۵	۱۱-۱ ویژگی های آب سالم

فصل دوم : آلاینده های پالایشگاهی از واحدهای مختلف

۲۶	۱-۲ پتروشیمی
۲۶	۱-۱-۲ مواد اولیه مورد مصرف در صنایع پتروشیمی
۲۷	۲-۱-۲ محصولات تولیدی صنایع پتروشیمی
۲۸	۲-۲ آلودگی های صنایع پتروشیمی
۲۸	۱-۲-۲ پسابهای سمی و حلالها
۳۱	۲-۲-۲ پسابهای روغنی
۳۲	۳-۲-۲ پسابهای حاوی فلزات سنگین
۳۳	۴-۲-۲ پسابهای نمکی

۳۴	۲-۲-۵ روان آبهای سطحی و پسابهای ناشی از شستشوی محوطه
۳۴	۲-۲-۶ پسابهای بهداشتی
۳۴	۲-۲-۷ پساب خنک کننده ها
۳۵	۲-۲-۸ پسابهای ناشی
۳۵	۲-۲-۹ مواد زائد و جامد
۳۶	۲-۳-۳ آلاینده های آلی موجود در پسابها
۳۷	۲-۳-۱ بنزن
۳۷	۲-۳-۲ آکريل آمیدها و اپی کلروهیدرین ها
۳۸	۲-۳-۳ ترکیبات آلی فرار
۳۹	۲-۳-۴ آلاینده های آلی پایدار
۳۹	۲-۳-۵ استایرن
۴۰	۲-۳-۶ تولوئن
۴۱	۲-۳-۷ فورفورال
۴۱	۲-۳-۸ متیل اتیل کتون
۴۳	۲-۳-۹ متیل ترسیو - بوتیل اتر
۴۳	۲-۴-۴ نمونه های از آلاینده های زیست محیطی صنایع
۴۵	۲-۵ روش های پیش گیری و کاهش انتشار آلاینده ها در یک پالایشگاه
۴۵	۲-۶ استانداردهای زیست محیطی
۴۹	۲-۷ پیشنهادها
۵۰	۲-۸ توصیه ها
۵۰	۲-۹ فعالیت ها (عملکردهای ملی، خط مشی ها و راهکارها)

فصل سوم : روش تصفیه پسابها

- ۵۳ ۱-۳ سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب و انتقال آنها به تصفیه خانه
- ۵۳ ۲-۳ شبکه های موجود در جمع آوری پسابهای پالایشگاهی
- ۵۴ ۳-۳ تصفیه پساب‌های آلوده به فلزات سنگین و حلال
- ۵۸ ۱-۳-۳ چگونگی اصلاح سیستم لجن فعال جهت تصفیه پساب‌های صنعتی حاوی فورفورال
- ۶۱ ۴-۳ تصفیه پساب‌های روغنی پالایشگاه
- ۶۴ ۱-۴-۳ اسنجیدن میزان پراکندگی روغن
- ۶۴ ۲-۴-۳ شرایط ورودی ایده آل برای یک جداکننده آب روغن
- ۶۵ ۳-۴-۳ اشکال مواد روغنی موجود در آب
- ۶۶ ۵-۳ جداکننده‌های ثقلی
- ۶۶ ۱-۵-۳ جداکننده موسسه نفت آمریکا (API)
- ۶۹ ۲-۵-۳ جداکننده رهگیر صفحه راه راه (CPI یا TPI)
- ۷۱ ۳-۵-۳ جداکننده جدا ساز صفحه ای CPS
- ۷۲ ۴-۵-۳ جداکننده‌های سانتریفیوژی
- ۷۲ ۶-۳ شناور سازی
- ۷۳ ۱-۶-۳ شناورسازی با هوای محلول (DAF)
- ۷۵ ۲-۶-۳ شناورسازی القائی یا پخشی (IAF)
- ۷۶ ۷-۳ واحد بیولوژیکی
- ۷۷ ۸-۳ فرآیندهای تکمیلی تصفیه پساب
- ۷۸ ۱-۸-۳ فیلترهای دانه‌ای

۷۸	۸-۳-۲ جذب سطحی با کربن
۷۹	۸-۳-۲-۱ تهیه کربن فعال
۷۹	۸-۳-۲-۲ باسازی کربن فعال
۸۰	۸-۳-۲-۳ مزایای استفاده از کربن فعال
۸۰	۸-۳-۲-۴ اشکالات ناشی از کاربرد کربن فعال
۸۰	۸-۳-۳ سیستم‌های غشائی
۸۲	۸-۳-۴ اسمز معکوس (OR)
۸۲	۸-۳-۵ اولترافیلتراسیون
۸۳	۸-۳-۶ سیستم بیورآکتورهای غشائی (MBR)
۸۸	۸-۳-۶-۱ فرآیندهای تمیز کردن غشاء
۸۸	۸-۳-۶-۲ فرآیندهای تمیز کردن غشاء بطور همزمان با عمل فیلتر کردن
۸۸	۸-۳-۶-۳ فرآیندهای تمیز کردن غشاء با قطع عمل فیلتراسیون
۸۹	۸-۳-۶-۴ فعالیتهای لازم برای احیا کردن غشاء
۸۹	۸-۳-۷ مقایسه فرآیند MBR (شرکت زنون) و لجن فعال متعارف (AST)
۹۱	۸-۳-۸ فرآیندهای تغلیظ لجن
۹۲	۸-۳-۹ جمع‌بندی
۹۴	۸-۳-۱۰ نتیجه‌گیری
۹۵	منابع

پیش گفتار :

در این پروژه موضوع مورد نظر بررسی آلاینده های موجود در پسابهای پالایشگاههای پتروشیمی و مطالعه روش های تصفیه آنها است .

پساب پالایشگاههای پتروشیمی آسیب فراوانی و آلودگی بسیاری دارند در کل صنایع نفت و گاز خصوصاً صنایع پتروشیمی ذاتاً جزو صنایع آلوده کنندهی محیط زیست هستند و انواع آلاینده ها را که بعضاً بسیار خطرناک هستند را وارد (هوا، آب، خاک) می کنند.

در ایران بالغ بر ۳۶ مجتمع پتروشیمی در حال بهره برداری و یا در حال احداث می باشد در صنایع پتروشیمی و پالایشگاهی ، بر اساس نوع مواد مصرفی و تولیدی و همچنین مرحله ی فرایندها ، نوع و میزان آلاینده های این صنایع متفاوت است.

بدین معنی که در فرایندهای مختلف امکان آلودگی در سه مرحله ی:

۱. جمع آوری مواد اولیه

۲. تولید و تبدیل مواد واسطه

۳. جمع آوری و انبار مواد تولید شده محتمل می باشد

مهمترین اثرات زیست محیطی و بهره برداری پروژه های پتروشیمی ، آلودگی آب و خاک و هوا و صدا و نیز پیامدهای اقتصادی - اجتماعی است.

صنایع پتروشیمی در مرحله بهره برداری اثرات و پیامدهای قابل توجه و مشخص تری نسبت به مرحله ساختمانی در محیط زیست ایجاد می نمایند که برخی از آنها در شرایط عدم کنترل و مدیریت زیست محیطی غیر قابل جبران و زیان بار می باشند.

ما در این پروژه سعی داریم آلاینده های موجود در پسابهای واحدهای مختلف پالایشگاهها ی همچنین آلاینده های الی و معدنی و بیولوژیکی را بشناسیم و روش های تصفیه آنها .

چون با آگاهی از این موضوع که پالایشگاههای پتروشیمی در کنار دریا ها قرار گرفته است پس در ابتدا قبل از شروع موضوع مد نظر می خواهیم در مورد آب و خواص ترموفیزیکی و شیمیایی آن بحث کنیم که و در فصل های بعدی به آلاینده های موجود در آنها و روش حذف آنها و آلاینده های تولیدی پالایشگاهها و صنایع پتروشیمی می پردازیم .

در بحث محیط زیست، آلودگی‌های ناشی از نفت و فرآورده‌های آن، طی چند دهه اخیر جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده که بار منفی آن، منتقدان را به بحث‌های آکادمیک و علمی متنوعی کشانده و تمامی این مباحث در دو نکته عمده خلاصه می‌شود: نخست اینکه نفت و فرآورده‌های آن در صورت ورود به محیط زیست، نه تنها موجب آلودگی آب، خاک و هوا می‌شوند بلکه در تخریب محیط زیست انسانی، گیاهی و جانوری نقش عمده‌ای را ایفا کرده و جهان زیست را به طور روز افزون تهدید می‌کنند. ثانیاً این که با توجه به ضایعات جبران ناپذیر آلودگی‌های نفتی از یک سو و نیاز انسان به نفت برای گردش چرخ زندگی از سوی دیگر، چه باید کرد تا آلاینده‌های نفتی حداقل ضرر و زیان را به محیط زیست وارد کنند و پیامدهای مخرب آن حتی الامکان کاهش یابد؟

تصفیه پساب‌های پالایشگاهی و کارخانه‌های صنعتی گوناگون یکی از عمده ترین راهکارهای مؤثر در راستای حفاظت از محیط زیست است. طی چندین دهه اخیر روش‌های علمی گوناگونی برای تصفیه پساب‌های صنعتی ابداع شده و به مرور زمان تحولات علمی گوناگونی در این زمینه انجام شده است که می‌تواند به عنوان روش‌های پیشرفته مورد توجه قرار گیرند. (۱)

واحدهای پتروشیمی به دلیل پیچیدگی و گستردگی مواد مصرفی، واسطه و تولیدی و نوع سیستم‌های کنترلی به کار گرفته شده از لحاظ بررسی زیست محیطی شرایط سخت تری را نسبت به صنایع دیگر دارند و لذا بررسی آلاینده‌های آنها نیازمند توان کارشناسی بالا و کسب اطلاعات دقیق از فرایندها و مواد می‌باشد. چنانچه اطلاعات دقیق از میزان و نوع آلودگی و نحوه انتشار مواد آلاینده در دست نباشد. مشکلات موجود به درستی شناخته نشده و پیامد آن، روش‌های درمانی نیز تأثیر چندانی نخواهد داشت. (۲)

با توجه به نیاز آبی شدید مجتمع‌های پتروشیمی و قرارگیری آنها در کنار مناطق آبی همچون خلیج فارس و دریای عمان و ... و پیامد‌های آنها مانند ایجاد پساب نفتی و شیمیایی، آلودگی صوتی، سوزاندن گازهای تفکیکی، جمع‌آوری مواد زائد شیمیایی، دفع زباله و ... یک چالش بزرگ زیست محیطی در پیرامون صنایع پتروشیمی مشاهده می‌کنیم. خلیج فارس و دریای عمان، جزو متنوع ترین اکوسیستم‌های جهان هستند و شرایط خاص این مناطق، از نظر تنوع ویژه رویشگاه‌های گرمسیری، گونه‌های مختلف جانداران آبی و غیره حساسیت ویژه‌ای برای این محیط‌های آبی به وجود آورده است. (۲)

این مناطق به واسطه شرایط خاص آب و هوایی، واجد نادرترین و حساس ترین اکوسیستم‌های دریایی و جوامع گیاهی و جانوری ایران هستند که از جمله می‌توان به آب‌سنگ‌های مرجانی، جنگل‌های گرمسیری مانگرو و زیستگاه‌هایی نظیر هورها و خورها، پستانداران آبی، لاک‌پشت‌های آبی، ماهیان

زینتی و تجارتي و رویشگاههای گرمسیری اشاره کرد. که با توجه به تخلیه پساب صنایع پتروشیمی به این مناطق شاهد از بین رفتن تدریجی آنها خواهیم بود. (۲)

بنابر اصل پنجاهم قانون اساسی:

اقدام به هر عملی که موجبات آلودگی محیط زیست را فراهم نماید ممنوع است.

در قانون اساسی جمهوری اسلامی، حفاظت محیط زیست که نسل امروز و نسل های بعد باید در آن حیات اجتماعی و رو به رشدی داشته باشد وظیفه عمومی تلقی می گردد. از این رو فعالیت های اقتصادی و غیر آن که با آلودگی محیط زیست یا تخریب غیرقابل جبران آن ملازمه پیدا کند ممنوع است (۳).

ظرفیت اکوسیستم ها برای پذیرش تغییرات در محیط زیست محدود است و اگر چه طبیعت خود دارای توانایی مقابله با تغییرات است ولی امروزه مشخص شده است که سرعت بازسازی طبیعی در حد تخریب ها نبوده و در نتیجه فرآیند تخریب محیط بصورت غیرقابل بازگشتی در حال پیشروی است (۳).

منظور از آلوده ساختن محیط زیست عبارت است از پخش یا آمیختن مواد خارجی به آب یا هوا یا زمین به میزانی که کیفیت فیزیکی یا شیمیایی یا بیولوژیک آن را به طوریکه زیان آور به حال انسان یا سایر موجودات زنده و یا گیاهان و یا آثار و ابنیه باشد تغییر دهد. (۳)

استفاده فزاینده از منابع طبیعی نظیر مواد خام و تولید انرژی با استفاده از سوختهای فسیلی و توسعه صنعتی باعث افزایش آلودگی هوا و آب، تولید مواد سمی و پساب های صنعتی و تخریب محیط زیست شده است که البته در فرآیند توسعه نمی توان انتظار داشت بدون تغییرات در محیط، رشد صنعتی و اقتصادی امکان پذیر گردد. (۴)

اما این حقیقت نیز برای همه آشکار گردیده که آلودگی های تولید شده توسط جوامع بشری فشار مضاعفی بر اکوسیستم ها و یا به عبارتی تنوع زیستی وارد می کنند و بدون اتخاذ تدابیر فوری این روند برگشت ناپذیر، رعایت اصول توسعه پایدار و حفظ محیط زیست نمی توان آینده مطلوبی برای نسل حاضر و نسل های بعد تصور نمود جهانی فقیر از لحاظ بیولوژیک را برای نسل های آینده به ارث خواهیم گذاشت. (۴)

تخریب و آلودگی محیط زیست به ویژه در نیمه دوم قرن بیستم موجب آن شد تا اندیشمندان اعتقاد پیدا کنند. اگر رشد اقتصادی و حفاظت محیط زیست با یکدیگر سازگار نشوند در آن صورت در آینده امکان زندگی مناسب برای بشر بر روی کره زمین متصور نخواهد شد. (۴)

فصل اول : آب و خواص آن

بعد از انسان آب شاید یکی از اجزاء بی نظیر جهان هستی باشد. آب از دو عنصر اکسیژن و هیدروژن تشکیل شده است که این دو عنصر در شرایط معمولی به صورت گاز می باشند. عنصر هیدروژن قابل اشتعال است در حالیکه اکسیژن برای شوختن ضروری است باین وجود آب آتش را خاموش می کند . انسان و سایر حیوانات وهمچنین گیاهان بدون آب نمی توانند به حیات خود ادامه دهند صنایع بدون آب نمی توانند به موجودیت خود ادامه دهند در عین حال آب باعث مشکلات زیادی در صنایع می شود. (۵)

۱-۱ منابع تامین آب :

دو نوع منبع اصلی آب وجود دارد یکی سطحی و دیگری زیرزمینی. آبهای جوی نیز به مقدار محدودی در طبیعت وجود دارد .

۱-۱-۱ آبهای سطحی :

۱- آبهای جوی :

آب باران در پاره ای نقاط برای مصارف عمومی مورد استفاده قرار می گیرد. مناطقی که پوشیده از زمینهای آذرین و یا دریاچه هایی که در این نوع زمین ها می باشند و سفره های آبدار زیر زمینی وجود نداشته باشد از آبهای جوی استفاده می شود .

آب باران به طرق دیگری همچون جمع آوری از سقف منازل و هدایت به مخزن هایی از گذشته دور انجام می گرفته است و چون دارای باقیمانده خشک کم و اکسیژن فراوان بوده برای رشد باکتری ها و حیوانات و حشرات مناسب است. (۵)

چنانچه مخزن آب در زمین باشد امکان آلودگی با فاضلاب ها حاصل می شود از این رو بایستی آب را در مخازن کاملا بسته نگه داری نمود و آب باران ابتدای بارندگی را وارد مخزن ننمود چون حاوی مقداری از مواد معلق در فضا ست. علاوه بر آب باران آبهای جوی به صورت دیگری چون برف و تگرگ نیز به سطح زمین می رسند که در ایجاد منابع آب حائز اهمیت هستند(۵)

۲- آب رودخانه ها :

رودخانه ها و نهر ها بوسیله چشمه ها و آبهای جاری تغذیه می شوند . آبدهی آنها معمولا زیاد و در فصول مختلف دارایدرجه حرارت متفاوت می باشند . ترکیب این نوع آبها متنوع و معمولا از نقطه سر چشمه تا فاصله ای کوتاه آب نسبتا تمیز و بعد از آن آلوده واحتمالا دارای ترکیب دیگر می گردند. آلودگی های شهری وارده به جریانهای آب امروزه بحدی است که قدرت تصفیه خود به خود آب قادر به پاک سازی آن نیست .

(۵)

۳- آب دریاچه ها و مخازن:

آب دریاچه ها می تواند برای مصارف شرب مورد استفاده باشد. دریاچه های مصنوعی یا مخازن آب برای مصارف شهرهای بزرگ ویا تنظیم آب مصرفی نیز بکار می روند . غالبا ساختن سد ها علاوه بر مسائل دیگر این استفاده را نیز در بردارد . اختلاف بین دریاچه های طبیعی و مخازن مصنوعی معمولا در عمق آنها می باشد دریاچه های طبیعی عموما عمیق تر بوده که خود عامل جلوگیری از آلودگی سریع و نیز عدم سرعت رسوب گذاری نسبت به دریاچه های مصنوعی می باشند. (۵)

۴- آب دریا ها :

عظمت دریا ها بشر را از گذشته دور به فکر استفاده از این منبع به منظور مصارف صنعتی و شرب کشانده شده است ولی می دانیمکه این عمل به سادگی انجام پذیر نیست. آب دریا ها ۹۸٪ کل آب آزاد موجود در سطح زمین است.

آب دریا محلولی است با آب نمک های مختلف که قسمت عمده آب را NaCl تشکیل داده و در کنار آن عناصر دیگری که بیش از چهل نوع می باشد وجود دارند. (۵)

مقدار کل عناصر آب اقیانوس ها به ۲۹-۳۰ (گرم برلیتر) و حتی ۳۹.۵ (گرم بر لیتر) در دریا ی مدیترانه و ۷ (گرم بر لیتر) در دریای بالتیک و کمتر از آن در دهانه ورود آب رودخانه ها به دریا می باشد . میزان عناصرمختلف آب دریا از یک نقطه به نقطه دیگر متغیر می باشد میزان نمک نیز در رابطه با عمق آب می باشد چنانچه در سطح این مقدار زیادتر و در دریا های بسته میزان آن بالاتر است تغییرات فصول که با ریزش های جوی متفاوت همراه است نیز در این عمل موثر می باشد . دریا های سرد دارای میزان اکسیژن زیادتری نسبت به دریا های گرم بوده و اکسیژن در عمق دریا به میزان کمتری وجود دارد . (۵)

میزان اکسیژن در سطح آب دریا به ازاء درجه حرارت ۵.۶ (سانی متر مکعب بر لیتر) و میزان N_2 ۱۱ (سانتی متر مکعب بر لیتر) است. میزان دی اکسید کربن در آب دریا بین ۵۶ - ۳۴ (سانتی متر مکعب بر

لیتر) است. PH آب بین ۷.۹۵ تا ۸.۲ بوده که در عمق این مقدار کم می شود و در دریا های بسته به حدود ۷.۲ می رسد. (۵)

نقطه انجماد آب دریا برای املاح ۳۵ در هزار در ۱.۹ درجه سانتی گراد در قطب و ۰ درجه سانتی گراد تا ۳۰ درجه سانتی گراد در مناطق حاره تغییر می کند در عمق ۲۰۰۰ متری درجه حرارت عموماً زیر ۴ درجه سانتی گراد است (۵)

۱-۱-۲ آبهای زیر زمینی :

چشمه های رگه های آبهای زیر زمینی می توانند آب خالص طبیعی را با ترکیبی مناسب برای شرب در اختیار انسان قرار دهند ترکیب این آبها به صور مختلف چون چشمه جریان آبهای زیرزمینی سفره آبهای آبرفتی و منابع عمیق می باشند. (۵)

آب چشمه ها دارای ترکیبی در رابطه با وضعیت زمین ، عمق آب، امکان نفوذ مواد آلوده کننده و غیره می باشد .

چشمه ها معمولاً در پای ارتفاعات و یا عمق دره ها از زمین خارج می شوند آبد چشمه ها متغیر و با میزان نزولات جوی منطقه و قدرت نفوذ و جذب آب در زمین ارتباط دارد . (۵)

آبهای زیرزمینی مجاور سطح زمین که امکان آلودگی فراوانی را دارا هستند. دارای درجه حرارتی تابع درجه حرارت محیط خارج بوده که گاهی بطور ثابت و پاره ای موارد دارای جریان زیر زمینی می باشند.

سفره های آبهای آبرفتی که آب تجمع یافته رسوبات آبرفتی کف دره ها می باشد منابع خالص طبیعی را برای استخراج به وجود می آورند . (۵)

عموماً در مناطق کوهستانی که دره ها بطرف دشت کشیده شده است .رسوبات آبرفتی به صورت قطور بوجود آمده و دارای مقدار فراوانی آب در خود می باشد مانند سفره های آبدار آبرفتی دامنه جنوب البرز که شهر تهران بر روی این نوع منابع آب قرار گرفته است . (۵)

بطور کلی سفره آبهای عمیق که غالباً در اجتماعات بزرگ از آنها استفاده می شود به سبب عمق زیاد آن از آلودگی ها مبری است و به کمک حفاری از این سفره آبها استفاده می شود.

۲-۱ آب های موجود در طبیعت :

اگر برآمدگی قاره ها و فرورفتگی حوضه های اقیانوس یکنواختی سطح کره زمین را بهم نمی زد.

آبهای موجود تمام سطح این سیاره را به صورت پوسته ای به ضخامت نزدیک به سه کیلومتر می پوشاند. در حال حاضر ۷۰.۸ درصد سطح زمین را اقیانوس ها و دریا ها اشغال کرده است. (۳۶۱ میلیون کیلومتر مربع از ۵۱۰ میلیون کیلومتر مربع سطح کل زمین). (۵)

مقدار آبی که در این پهنه وسیع جمع شده کمی بیش از ۱۳۷۰ میلیون کیلومتر مکعب می باشد که بالغ بر ۹۸.۷۷ درصد تمام آب زمین را در بر می گیرد و بقیه ۱.۲۳ درصد به صورتهای زیر در کره زمین یافت می شود .

- یخ های قطبی و یخ های نقاط بلند زمین (حالت جامد آب) برا بر ۱۸ میلیون کیلومتر مکعب .

- رودخانه ها و دریاچه های آب شیرین برابر ۰/۲۵ میلیون کیلومتر مکعب

- آبهای زیر زمینی شور و شیرین برابر ۰/۲۵ میلیون کیلومتر مکعب

یعنی انسانها برای رفع نیاز روزمره خود کمتر از ۰/۵ میلیون کیلو متر مکعب آب در اختیار دارد که گر چه در مقام مقایسه با آب اقیانوسها خیلی اندک به نظر میرسد لیکن از نظر نقش اساسی که در حیات انسانها دارد دارای اهمیت ویژه ای است . (۵)

۳-۱ خواص آبهای آشامیدنی :

آلودگی ها بسیار متنوعند و از منابع مختلف و به راههای گوناگون وارد آب می شوند. علت ایجاد آلودگی هر چه باشد آب راهنگامی آلوده می نامیم که میزان مواد خارجی موجود در آن با اندازه ای باشد که استفاده از آن سبب بروز اثرات زیان آور به راههای مختلف گردد.

در تقسیم بندی کلاسیک آلوده کننده های آب اغلب آلودگی ها ی فیزیکی، بیولوژیکی، شیمیایی، فیزیولوژیکی مورد بحث قرار می گیرند . (۵)

۴-۱ خواص فیزیکی آب :

خوش طعم و خوشبو بودن آب دلیل بر خوبی آن نمی باشد. چنانچه آبی ممکن است خوش طعم و خوش بو باشد منتهی قابل نوشیدن نباشد و بالعکس برای نوشیدن خوب باشد منتهی خوش طعم و خوش بو نباشد. به طور کلی چهار حس انسان در مورد خواص فیزیکی آب قضاوت می کنند:

۱. حس بینایی (برای تشخیص رنگ و کدری)

۲. حس چشایی (برای تشخیص مزه)

۳. حس بویایی (برای تشخیص بو)

۴. حس لامسه (برای تشخیص حرارت آب) (۵)

۱-۴-۱ رنگ و کدری :

آب دارای رنگ سبز کم رنگ تا آبی می باشد هر رنگ دیگری به ز این به دلیل وجود مواد آلی و معدنی به صورت محلول یا معلق می باشد.

رنگ طبیعی آب بسته به مقدار مواد آلی در آن از سبز به زرد یا قهوه ای تغییر می کند رنگ زرد به علت داشتن مقدار قابل توجهی اسیدهای آلی است و وجود مواد معدنی در آب کم است. بعضی از مواد معدنی از جمله آهن باعث تغییر رنگ آب به قهوه ای مایل به قرمز می شود در هر حال امکان دارد که آب به وسیله آهن و منگنز طبیعی و یا آلودگی با فاضلا بها و ترکیبات حاصل از خوردگی تغییر رنگ دهد. (۵)

اندازه گیری رنگ یک آب هیچ گونه اطلاعاتی راجع به نوع جسمی که رنگ را ایجاد کرده نمی دهد.

برای اندازه گیری شدت رنگ، مقیاس استاندارد اختیاری به منظور مقایسه شدت رنگ با نمونه آب به کار رفته است یک رنگ پنج واحدی بدین معنی است که شدت رنگ آن برابر با شدت رنگ نمونه ای از آب مقطر که حاوی ۵ میلی گرم از پلاتین^۱ به صورت پتاسیم کلروپلاتینات^۲ در لیتر است، می باشد. رنگ آبهای آشامیدنی باید کمتر از ۱۵ واحد باشد. حد قابل قبول رنگ برای آبهای آشامیدنی ۵ واحد رنگ و حداکثر میزان آن ۵۰ واحد رنگ می باشد. (۵)

^۱platinum

^۲Potassium chloro platinate

کدوری را می توان به صورت کمبود شفافیت یا درخشندگی تعبیر نمود اما نباید با رنگ اشتباه شود. یک آب ممکن است دارای رنگی تیره باشد اما کدر نباشد. کدوری به دلیل وجود مواد معلق فوق العاده ریز نا محلول در آب می باشد.

تعداد کمی از ابها به طور مطلق فاقد مواد معلق می باشند ولی این حد ممکن است از مقادیر خیلی کم تا آنقدر که باعث تیرگی کامل اب گردد تفاوت کند. (۵)

برای جدا کردن ذرات درشت که به آسانی ته نشین میشوند احتیاج به صاف کردن نیست چون با قرار دادن آب در مخازن وته نشین شدن این مواد، می توان آنها را از آب جدا کرد. اما ذرات ریزتر را فقط با صاف کردن می توان جدا نمود که در بعضی مواقع این ذرات به حدی کوچک هستند که فقط با افزودن یک منعقد کننده یا دلمه کننده^۱ مانند آلومینیوم سولفات به آب قبل از صاف کردن، امکان جدا نمودن این ذرات با صافی وجود دارد. اندازه گیری کدوری میتوان در تعیین مقدار ذرات کلوئیدی که ته نشین نشده اند و قابل صاف کردن هم نیستند مفید باشد. (۵)

کدورت آب بعلت وجود مواد معلق و کلوئیدی در آب است. درجه ی کدوری آب را اغلب بدین روش تعیین میکنند که در کف استوانه ای به قطر ۲۵ میلی متر حروف استاندارد شده ای قرار می دهند و سپس در آن، آب مورد آزمایش را تا ارتفاعی می ریزند که دیگر خط نامبرده خوانا نباشد.

در اینحال درجه کدورت آنرا بر حسب ارتفاع مزبور معین میکنند. کدوری آب های صنعتی باید تا حد امکان کم باشد واین مسئله مخصوصا در مورد اب دیگهای بخار مهم است، چون کدوری که به وسیله ذرات ریز معلق بوجود میآید در آب دیگهای بخار تغلیظ شده و ممکن است به صورت لجن های سنگین یا گل ولای ته نشین گردد این ذرات همچنین می توانند تولید کف نموده و با بخار حمل گردند این شرایط را می توان با زیر آب زدن^۲ به حداقل رساند. (۵)

در صنایع غذایی نیز باید کدوری آب مورد استفاده کم باشد وگرنه محصولات انتهایی تحت تاثیر قرار خواهند گرفت در سیستمهای سرد کننده نیز این جامدات ته نشین شده ومانع از تبادل حرارتی می گردند که در نتیجه باعث حرارت زیاد و بسته شدن لوله ها می شوند. این رسوبات به دلیل جلوگیری از نفوذ مواد ضد زنگ، می توانند باعث افزایش زنگ زدگی سیستمها گردند. عوامل ایجاد کدوری ها ی کلوئیدی را می توان با استفاده از منعقد کننده ها و سپس ته نشینی جدا نمود. (۵)

¹ coagulant

² Blow down

واحد استاندارد کدري به صورت جلوگیری از عبور نور به وسیله یک قسمت در میلیون سیلیس نا محلول (خاک دیاتومهای^۱ و یا خاک فولر^۲) تعریف می گردد که کدري آب قابل شرب باید کمتر از ۵ واحد باشد. (۵)

۱-۴-۲ بو :

آب آشامیدنی باید بی بو باشد در برخی نقاط آبهای مشروب در اثر مجاورت با موادی چون تورب ها دارای بوی کمی می شوند که ممکن است خطرناک نبوده ولی باعث طعم نا مطبوع آب گردد. آب دریاچه ها دارای بوی لجن می باشد که بایستی قبل از مصرف حذف گردد.

آب منابع توزیع کننده نیز می توانند در اثر باقی ماندن آب در آنها دارای بوی مخصوصی شود بالاخره در شبکه های آبی ممکن است در اثر ماندن، آلهگهایی رشد کند که ایجاد بو نماید. (۵)

حذف بو را در تصفیه آب، با اضافه کردن موادی چون سولفات مس برای از بین بردن آلهگهایی که مولد بو هستند انجام میدهند. در جریان تصفیه آب، برخی عملیات مانند اضافه کردن کلر فراوان خود می توانند مولد بو باشد که در چنین مواردی با خارج ساختن کلر قبل از مصرف باعث از بین بوی بد آب میشوند بهر حال بوی آب آشامیدنی باید تا اندازه ای باشد که از طرف مصرف کنندگان مورد اعتراض قرار نگیرد.

منشاء بو ومزه عبارت است از : (۵)

۱. تحلیل رفتن مواد آلی

۲. جلبک های رنده وموجودات ذره بینی

۳. آهن ومنگنز و محصولات فلزی حاصل از خوردگی

۴. آلودگی با فاضلابها بخصوص آنان که حامل مواد فنی می باشند.

۵. کلر ضد عفونی کننده و ترکیبات دیگری که جایگزین آن میشود.

۶. مواد سنتزی آلی که از نظر بیولوژیکی قابل تجزیه نمی باشند.

یک اب سالم باید فاقد بو ومزه باشد. آبی که مزه دارد معمولا سخت است .

¹ Diatomaceous earth

² Fuller's earth

بو های مختلفی که در آب وجود دارد بنامهای مختلف خوانده می شود از جمله بوی ماهی، روغنی، خاکی و غیره ...

آبی که دارای مقدار زیادی سدیم بی کربنات باشد معمولاً به نام آب صابونی خوانده می شود.

بی مزگی آب اصطلاحی است که بیشتر در مورد چسیدن آب به کار می رود تا بوی آن و در مورد نهایه که دارای کمبود اکسیژن هستند به کار برده می شود. (۵)

۱-۴-۳ مزه:

از نظر طعم آب آشامیدنی نباید بی مزه باشد وجود املاح مختلف چون آهن، منگنز، نمک، کربنات وانیدرید کربنیک در آبهای مختلف مزه های گوناگونی را به آب می دهند که گاهی مطبوع و زمانی ناخوشایند است. در بین مزه ها بی که از منشا آلودگی می باشد می توان نمونه هایی را که در اثر تغییرات مواد آلی گیاهی و حیوانی حاصل شده و در آبهای زیر زمینی وجود دارند نام برد.

همچنین نفوذ مواد مختلف شیمیایی در زمین و شبکه های لوله کشی در هنگام عملیات لوله گذاری و تعمیرات آن ایجاد مزه های مربوطه را می نماید.

گاهی اوقات ضد عفونی آب با کلر نیز می تواند ایجاد ترکیبات کلره و مزه بد آب را بنماید. (۵)

بد مزگی آب بسته به عادات مردم متغیر است غالباً بد مزگی آب به علت وجود نمکها با مقادیر زیر شروع می گردد نمکهای آهن از ۰.۵ میلی گرم در لیتر، نمک خوراکی از ۳۰۰ تا ۴۰۰، سولفات کلسیم (گچ) از ۵۰۰ تا ۶۰۰، سولفات منیزیم از ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ و کلرید منیزیم از ۶۰ تا ۱۰۰ میلی گرم در لیتر مزه آب را تغییر داده و بد مزه میکنند. (۵)

آب با درجه سختی خیلی کم، حالت بی مزگی ناخوشایندی را می دهد. شوری آب نشانه وجود نمک خوراکی و تلخی آن دلیل زیادی ترکیبات منیزیم می باشد.

آبهای قلیایی مزه آب صابون دارند در حالی که آبهای اسیدی ترش مزه هستند. وجود زیاد نمکهای آهن و آلومینیوم مزه آب را گس میکنند درحالی که مزه گندیدگی آب به علت آلودگی های آلی آن است که ممکن است همراه با میکروبهای بیماری زا نیز باشد. (۵)

در مراکز تصفیه و تهیه آب سالم در صورت نامناسب بودن مزه، با روشهای مختلف بر حسب نوع مزه و منشا آن باعث خروج مواد و یا گازهای مزاحم میشوند. (۵)

۴-۴-۱-۴-۱ درجه حرارت :

آب گرم به انسان احساس بی مزگی^۱ می دهد و این مسئله همانطور که گفته شد به علت کمبود اکسیژن است که در نتیجه گرما حلایش در آب کم می شود.

درجه حرارت آبهای سطحی با تغییر فصل فرق می کند ، در صورتی که آبهای عمقی معمولا درجه حرارت مشخصی در تمام فصول دارند . (۵)

۵-۱-۵-۱ خواص شیمیایی آب :

خواص شیمیایی آب با آزمایشهایی که روی آن انجام میگیرد مشخص میگردد. فرمول شیمیایی آب H_2O می باشد و مهمترین خواص شیمیایی آن عبارتند از: (۵)

۵-۱-۵-۱-۱ خاصیت اسیدی و بازی :

قدرت اسیدی و بازی یک معیار کمی محیط آبی برای واکنش با یونهای هیدروکسیل و هیدروژن تعریف می شود. اسیدی و بازی در آب در نتیجه تفکیک آب به یونهای هیدروژن و هیدروکسیل در اثر انحلال اسید و باز در آب و یا هیدرولیز اجسام حل شونده در آب حاصل می شود (۵)

۵-۱-۵-۱-۲ قابلیت هدایت الکتریکی :

قابلیت هدایت الکتریکی معیاری جهت سنجش توانایی یک محلول برای انتقال جریان الکتریکی است از آنجایی که این توانایی تابعی از حضور یونهای موجود در یک محلول می باشد اندازه گیری قابلیت هدایت الکتریکی نشانگر خوبی در مورد کل مواد حل شده در آب به شمار می آید. (۵)

¹ Flatness

واحد قابلیت هدایت الکتریکی میکروزیمنس بر سانتیمتر $\mu\text{S}/\text{mc}$ می باشد. ($\mu\text{m}/\text{mc}$) میکروموس بر سانتیمتر) قابلیت هدایت الکتریکی تابعی از حرارت است که در موقع اندازه گیری آن باید درجه حرارت (معمولا ۲۵ یا ۲۰) قید شود یکی از مزایای اندازه گیری هدایت الکتریکی، انجام آن در محل نمونه برداری و سهولت کنترل مداوم آن می باشد. (۵)

۱-۵-۳ خاصیت خوردگی :

در بین عوامل فراوان خوردگی، سه صفت ویژه آب خام در خوردگی فلزات دخالت دارد :

۱. Ph پایین یا اسیدی بودن آب

۲. CO_2 آزاد بالا، یعنی CO_2 زیاد

۳. عدم وجود سختی و قلیائیت موقت

آبهایی که دارای خاصیت خوردگی می باشند عبارتند از: آبهای سبک مردابی، آبهای چاههای کم عمق دارای Ph پایین با سختی موقت کم و سختی دائم زیاد، آبهای آهن دار، آبهای گچ و آهک دار با محتوای CO_2 بالا، آبهای حاوی ماسه سبز و زغال سنگ و آبهای دارای کلر و یا کلر آزاد باقیمانده. (۵)

برای آزمایش خاصیت خوردگی آب می توان آن را مدتی در تماس با پودر سنگ مرمر یا گچ قرار داد. (۵)

۱-۵-۴ مواد معلق :

مواد معلق آب مقدار ذرات را در آن معین می کند. این مواد شامل مواد آلی و غیر آلی مثل پلاکتون، خاک و گل ولای می باشند. غلظت مواد معلق در آبهای سطحی بستگی به فصول مختلف و چگونگی جریان آب دارد رودخانه هایی که در حال طغیان می باشند چندین هزار میلیگرم در لیتر مواد معلق دارند. مواد معلق موجود در آب معمولا بر اساس معیار وزنی - حجمی اندازه گیری می شوند (۵)

۱-۵-۵ خاصیت حلالیت آب :

آب یک حلال عمومی می باشد زیرا تمام مواد کم و بیش (بسته به مقدار ثابت حلالیت آنها، k_{sp})

¹ Solubility product

در آب حل می شوند. آب به علت قدرت حلالیت زیاد قادر است مقدار قابل ملاحظه ای از نمکهای معدنی و تقریباً مقداری از تمام موادی را که در تماس با آن قرار می گیرند در خود حل نماید.

به طور کلی ترکیباتی که قادر به یونیزه شدن باشند به علت خاصیت قطبی آب (دارا بودن قطب مثبت و منفی) در آب بهتر حل می شوند و بقیه ترکیبات نیز کم و بیش حلالیتی در آب دارند. حلالیت یک ترکیب به خصوص در آب به درجه حرارت، فشار، Ph و غلظت بستگی دارد و با این عوامل می توان حلالیت را کنترل نمود. حلالیت آب به علت وجود CO_2 در آن در بسیاری موارد تقویت شده و باعث افزایش انحلال املاحی نظیر نمکهای کلسیم و منیزیم و غیره ... می گردد. (۶)

همچنین وجود مواد آلی مانند اسیدهای آلی میتواند باعث افزایش قدرت حلالیت آب گردد به طور مثال هیومیک اسید میتواند حلالیت سیلیکاتها را در آب زیاد نماید. تغییرات ناگهانی در پارامترهایی مانند Ph، درجه حرارت و غیره باعث کم شدن حلالیت مواد محلول در آب گردیده و در نتیجه جسم حل شده ته نشین گردیده و رسوب حاصل می شود. (۶)

علاوه بر خاصیت حلالیت، آب دارای قدرت حمل کنندگی نیز بوده و قادر به حمل مواد معلق در خود می باشد بنابراین آب معمولاً دارای مقدار زیادی مواد محلول و مواد معلق می باشد که باعث ناخالصی آن می گردند. بنا به دلایل فوق آب خالص در طبیعت نایاب است. (۶)

۱-۶ ناخالصی های موجود در آب:

آبهای طبیعی هیچ وقت به طور کامل خالص نبوده در طی عبور خود در روی سطح زمین یا داخل زمین مقدار زیادی ناخالصی را به صورت محلول یا کلوئیدی و یا معلق در خود نگه می دارند. (۶)

همانطوری که ذکر شد این اثر به علت خاصیت حلالیت آب و قدرت حمل کنندگی آن حاصل می گردد.

ناخالصی های موجود در آب بر حسب حالت فیزیکی به سه دسته تقسیم میشوند:

۱. جامد، ۲. مایع، ۳. گاز

ناخالصی های جامد موجود در آب از نظر اندازه به سه دسته تقسیم می شوند:

مواد معلق، مواد کلوئیدی، مواد حل شده

موادی را معلق گویند که ذرات آن به حدی درشت باشد که قابل دیدن توسط چشم غیر مسلح یا میکروسکوپهای معمولی باشد این مواد را می توان با صاف کردن یا ته نشینی جدا نمود این مواد می توانند شامل گل و شن و خاکهای معدنی و آلی و حیوانات ریز و انواع ماهی ها باشند و در آب ایجاد کدری نمایند(۶).

ذرات جامد پخش شده کوچکتر از یک میکرون و بزرگتر از ده آنگستریم باعث ایجاد حالت کلوئیدی در آب می شوند این ذرات با چشم غیرمسلح قابل دید نبوده و نمی توان آنها را با عمل صاف کردن معمولی از آب جدا نمود بلکه برای جدا کردن آنها باید از اولترافیلتر یا دیالیز استفاده شود .

این مواد اثر کمتری نسبت به مواد معلق بر روی کدری آب داشته ولی تاثیر مهمی بر روی رنگ آب طبیعی دارند . (۵)

مواد حل شده در آب به صورت یونهای مثبت و منفی در می آیند .جدول زیر منشا کلیه مواد موجود در آب وچگونگی حالت آنها را نشان میدهد.(۵)

جدول ۱: مواد موجود در آب و چگونگی حالت آنها (۵)

یونهای منفی	یونهای مثبت	گاز	کلوئیدی	معلق	منشا
CL- HCO-3, NO-3, So-2۴, HO- F- -۴ H۲OP	Mg+2,Ca+2 eF+2,K+,Na+, zn+2, Mn+2,	CO2	گل AL2O3, SiO2, Fe2O3, Mno2,	گل - شن دیگر خاکهای معدنی	سنگهای معدنی و صخره ها
.OCH-۳ OS- 2 ۴	H+	O2,N2 O۲,OS۲ ,C			از اتمسفر
رادیکالهای آلی CL- OCH-۳ NO-۳ SH- OH-	Na+ HN+۴ H+	CO2 NH۳ O۲ N۲ H۲O CH۴ H۲	اجسام رنگی گیاهی، اجسام آلی دور ریختنی	خاکهای آلی	از تجزیه های آلی
			ویروسها باکتریها	ماهی جانوران بسیار ریز	ارگانوسمهای جاندار

۷-۱ سختی آب :

سختی آب مربوط به املاح خاصی است که در آب وجود دارد. این املاح شامل کاتیونهای مثل Fe, Al ، Ca, Mn, Mg, K, Sr بوده که با آنیونهای بیکربنات، کربنات، کلرید، سولفات، سیلیکات و نیترا تبه صورت محلول در آب وجود دارند. (۵)

شامل سختی موقت یا سختی کربناتی به اضافه سختی دائم یا سختی غیر کربناتی است.

سختی موقت در اثر جوشاندن آب ته نشین می شود و جرم داخل ظروف را تشکیل می دهد و به املاح کربنات و بی کربنات کلسیم و منیزیم مربوط می شود.

جوشاندن آب به مدت چند دقیقه باعث تجزیه بی کربناتها و خارج شدن CO_2 و رسوب کربنات های کلسیم و منیزیم می گردد.

سختی دائم به واسطه وجود عناصری چون سولفات و کلرید های منیزیم و کلسیم که در اثر جوشیدن رسوب نمی دهند پدید می آید. سختی معمولا بر حسب mg/lit کربنات کلسیم بیان می شود. جدول زیر تقسیم بندی سختی آب ها را نشان میدهد. (۵)

جدول ۲: سختی آب (۵)

میزان سختی	caco3 $\frac{mg}{lit}$
سبک	۰ – ۵۰
نیمه سبک	۵۰ – ۱۰۰
کمی سخت	۱۰۰ – ۱۵۰
نیمه سخت	۱۵۰ – ۲۰۰
سخت	بیش از ۲۰۰
بسیار سخت	بیش از ۳۰۰

معمولا مسائل به وجود آمده در اثر سختی مانند امکان تشکیل جرم در دیگ بخار و سیستم های آب گرم کن از نقطه نظر اقتصادی مورد توجه قرار می گیرد. آبهای سبکتر از ۵۰ – ۳۰ mg/lit میا به خوردگی در خود نشان می دهند باید همواره از نقطه نظر قابلیت حل کردن برابر ۱۰۰ mg/lit بر حسب کربنات کلسیم بوده و این مقدار به نظر کم و غیر سخت می آید. (۵)

طبق نظریه دستور العمل های حجم اروپایی حداقل غلظت سختی آب سبک شده ۶۰ mg/ lit بر حسب کلسیم می باشد (معادل ۱۵۰ mg/lit CaCO₃).

۸-۱ خواص بیولوژیکی آب :

در آبهای مخصوصا آبهای سطحی در کنار مواد معلق، تعداد زیادی موجودات کوچک نیز یافت می گردند این موجودات ممکن است ریشه گیاهی یا حیوانی داشته باشند جدا کردن و گروه بندی آنها از نظر منشا حیوانی و یا گیاهی داشتن بسیار دشوار می باشد زیرا تعدادی از آنها در حد فاصل بین دو حالت نامبرده قرار دارند بدین جهت تمام این موجودات زنده ذره بینی را میکروب می نامند . این موجودات به علت سادگی شکل زندگی خود ، قدرت تکثیرپذیری زیادی دارا می باشند. (۵)

تمام باکتریها و یا میکروبهای موجود در آب بیماریزا نیستند و حتی بسیاری از آنها به وسیله دیاستازهایی که ترشح میکنند و یا از راه تغذیه ، مواد آلی را تجزیه و به نیتريتها و نیتراتها تبدیل می نامیند. از تمام باکتریهایی که در آنها یافت می شوند تنها تعداد کمی برای سلامتی انسان مضرند و از آنجا که شناخت باکتریهای بیماریزا از باکتریهای بی ضرر نیاز به آزمایشات دقیق دارد و از سوی دیگر وجود یک نوع باکتری حتی اگر خطرناک هم نباشد نمی تواند نشان دهنده وجود باکتری های دیگر و از آن جمله میکروبهای بیماریزا باشد ، لذا در آب مورد استفاد برای آبرسانی باید تعداد موجود ذره بینی بی ضرر نیز از حد معینی بیشتر نگردد.

به عبارت دیگر وجود تعداد زیادی باکتری در آب احتمال بیماری هایی چون اسهال و وبا را نیز بالا می برد. (۵)

۹-۱ آلودگی آب :

آب از نخستین نیازهای زندگی و یکی از مفیدترین مواد طبیعت است که برای زندگی انسان و تمدن او حیاتی است . امروزه تأمین آب آشامیدنی بهداشتی، سالم و رضایت بخش به عنوان یکی از عوامل اصلی در حفظ سلامت و پیشرفت اقتصاد اجتماعات مطرح بو ده و اهمیت این مایع حی اتی در زن دگی بشر به اندازه ای است که بیان و توجیه کامل آن گاهی به دشواری میسر می گردد .

با این وصف همه اشکال زندگی متکی بر آب است . انسان با بودن آب زندگی می کند و بدون آن

قادر به ادامه حیات نخواهد بود. (۶)

۹-۱-۱ تعریف آلودگی آب :

آلودگی می تواند از منابع مختلف و راههای گوناگون وارد آب شود . علت ایجاد آلودگی هر چه باشد، آب را هنگامی آلوده می نامیم که میزان مواد خارجی موجود در آب به اندازه ای باشد که استفاده از آن سبب بروز اثرات زیان آور به راه های مختلف گردد.

آب یک حلال خوب می باشد و به طور طبیعی بصورت خالص یا فت نمی گردد . آب چشمه ها و آبهای طبیعی سطحی معمولا شامل ترکیبات حل شده از Na, Mg, Ca, Fe ، می باشند. آب سخت شامل مقدار قابل توجهی مربوط است . حتی آبهای نوشیدنی هم از نظر شیمیایی خالص نیستند . با وجودی که ذرات جامد معلق از بین برده شده و باکتریهای مضر نابود شده اند اما خیلی از مواد در محلول باقی مانده اند . در واقع آب بصورت کاملاًخالص برای نوشیدن مطبوع نیست بلکه ناخالصی ها طعم آب را مشخص می نمایند. لفظ خالص، به معنی حالتی از آب، که هیچ ماده ای با غلظت کافی برای آنکه از مورد استفاده قرارگرفتن آب برای منظورهای طبیعی جلوگیری کند، وجود نداشته باشد . (۶)

استفاده های طبیعی عبارتند از:

۱. زیبایی و تفریح

۲. ذخیره آب مصرفی عموم مردم

۳. محیط زیست آبی جانوران (ماهی ها)

۴. کشاورزی

۵. صنعتی

هرماده و جسمی که مانع استفاده طبیعی از آب شود ، به عنوان آلوده کننده آب تلقی می گردد. (۶)

۹-۱-۲ منابع آلودگی آب :

در تقسیم بندی کلاسیک آلوده کننده های آب، اغلب آلودگیهای فیزیکی و بیولوژیکی و شیمیایی مورد بحث قرار می گیرند.

منابع آلوده کننده آنها را با توجه به منشأ آلودگی به شرح زیر می توان طبقه بندی نمود:

۱. آلودگی های ناشی از فاضلابهای شهری

۲. آلودگی های ناشی از صنایع

۳. آلودگی های ناشی از کشاورزی

۴. آلودگی های ناشی از نزولات جوی (۶)

این طبقه بندی حجم وسیعی از منابع آلاینده را در برمی گیرد که می توان و احد های آلاینده تولیدی، صنعتی، معدنی، دامداری، خدماتی، کشاورزی، پالایشگاه ها و نیرو گاه ها، مجتمع ها، شرکتهای اداری و غیره را نام برد که هر کدام از این واحدها سالیانه حجم وسیعی از منابع آبی را به علت عدم رعایت اصول محیط زیست و نادیده گرفتن قوانین مربوطه آلوده می سازند. در این راستا سازمان حفاظت محیط زیست رأساً یا به درخواست وزارت نیرو میزان آلودگی واحدهای آلاینده را تعیین و به واحد ذیربط و وزارت نیرو اعلام مهلت مناسبی جهت کنترل و رفع آلودگی تعیین می نماید. (۶)

۹-۱-۳ طبقه بندی آلوده کننده های آب :

آلوده کننده های آب به نه دسته طبقه بندی شده اند که به شرح زیر می باشند:

۱. زباله های متقاضی اکسیژن^۱ (مانند مواد آلی) که با آزمایشات BOD, COD و سنجیده می شوند

BOD^۲ نیاز زیست شیمیایی به اکسیژن که به معنی میزان اکسیژن مورد نیاز میکروب ها برای مصرف مواد آلی موجود در آب آلوده و تبدیل آن مواد آلی به CO_2 می باشد.

COD^۳ نیاز شیمیایی به اکسیژن که به معنی میزان اکسیژن مورد نیاز مواد شیمیایی برای انجام واکنش با مواد آلی موجود در آب آلوده و تبدیل آن مواد آلی به CO_2 می باشد.

¹ Oxygen _ demanding Wastes

² Biochemical Oxygen Demand

³ Chemical Oxygen Demand

۲. عوامل بیماری زا (Disease_ Causing Agents) (میکروب ها، باکتری ها و....)

۳. مواد غذایی گیاهی (Plant Nutrients) (فسفر , نیتروژن و...)

۴. ترکیبات آلی سنتز شده (Synthetic Organic Compounds) (مواد آلی مصنوعی)

۵. نفت (Oil) (مواد چربی و نفتی)

۶. مواد شیمیایی معدنی و کانی ها (Inorganic Chemicals and Mineral Substances)

(اسیدیته , شوری , سمیت)

۷. رسوبات (Sediments)

۸. مواد رادیواکتیو (پرتوزا) (Radioactive Materials) (فرایندهای سنگ معدن , آزمایش سلاح ها، تولید انرژی هسته ای)

۹. گرما (Heat) (۶)

منبع اصلی آلودگی ها مصارف محلی ، صنعتی و ضایعات کشاورزی به اضافه ضایعات جامد ، آلوده شدن حرارتی ، ضایعات روغن و ضایعات رادیواکتیو می باشند . ضایعات محلی اغلب در نتیجه مصارف خانگی و تا حدی صنعتی می باشد این مواد تقریبا به طور کامل آلی بوده و توسط عملیات باکتریها از هم پاشیده شده و به نیترات ، فسفات ، دی اکسید کربن و آب تبدیل می شود. (۶)

چون این سیستم با اعمال گفته شده محتاج اکسیژن است در نتیجه مصرف اکسیژن در این گونه سیستمها افزایش می یابد . ضایعات نفتی چون در یک محدوده جغرافیایی کوچک ایجاد می شوند از نقطه نظر تصفیه به مراتب ساده تر مورد جمع آوری و تصفیه واقع می شوند . ضایعات صنعتی از شست و شوی الیاف شروع و به پس مانده های کارخانجات شیمیایی منتهی می شوند اکثر اوقات این گونه ضایعات منشا آلی و به شدت قلیایی بوده و BOD بالا دارند. (۶)

۱-۱۰ اهمیت آب در صنعت :

دامنه نگرانی های اساسی در مورد آب های صنعتی بستگی به محل مصرف آب دارد. آب به صورت های متفاوت در صنایع وابسته مطرح می شود:

- (۱) به عنوان ماده اولیه برای تهیه محصول نهایی، بدون اینکه تغییر شکل دهد.
 - (۲) به عنوان ماده اولیه برای شرکت در واکنش شیمیایی تهیه محصول نهایی.
 - (۳) به عنوان حلال موادی که در واکنشهای شیمیایی شرکت می کنند.
 - (۴) به عنوان ماده واسطه انتقال حرارت از دمای زیر صفر (آب نمک) تا دمای بخار آب.
 - (۵) به عنوان ماده ذخیره کننده انرژی
 - (۶) به عنوان ماده واسطه جهت خارج کردن مواد ناخواسته (زائد)
 - (۷) به عنوان سپر محافظتی در برابر گرما و تشعشع آب سنگین (D_{20}) مورد استفاده در نیروگاهها.
 - (۸) به عنوان ماده ای راحت و ارزان جهت استاندارد ساختن دستگاههای اندازه گیری دما، دانسیته و ویسکوزیته
 - (۹) به عنوان ماده اصلی جهت مبارزه با آتش به جز در موارد استثنائی مثل مواد نفتی
 - (۱۰) خصوصاً در مهندسی شیمی و پترو شیمی، بسیاری از فرایندها همانند نمک زدایی، خشک کردن، تبخیر کردن، کریستالیزاسیون، اختلاط، رزین های تعویض یونی، رطوبت زدایی، جذب سطحی و غیره در ارتباط مستقیم با آب هستند. (۷)
- مطلوب ترین آب برای هر صنعتی آب بدون یون می باشد، اما هزینه تصفیه آب تا رسیدن به مرحله آب بدون یون بسیار زیاد است. برای هر صنعتی مطلوب ترین آب آن است که هزینه تصفیه آب کمتر از مخارج درمان عواقب زیان بخش ناخالصی ها باشد که برای اکثر صنایع، رسیدن به این امر با امکان پذیر می باشد. تکیه بر استفاده از سیستم اسمز معکوس^۱. (۷)
- برخی اثرات زیان بخش ناخالصی های آب در صنعت :
- (۱) تولید رسوب در دستگاه های حرارتی و دیگ بخار
 - (۲) تولید بخار با کیفیت پایین
 - (۳) خوردگی بویلرها و دیگر سیستم های حرارتی و لوله ها
 - (۴) اتلاف مواد شیمیایی مانند صابون

¹ Reverse osmosis

(۵) باقی گذاردن لکه روی محصولات غذایی و نساجی (۷)

۱-۱ ویژگی های آب سالم:

آب سالم (آبی که عاری از مواد شیمیایی سمی و عوامل بیماری زا است) برای سلامتی انسان ضروری است. همچنین آب سالم یک ماده خام حیاتی در بسیاری از صنایع کلیدی از جمله الکترونیک ، دارو و مواد غذایی محسوب می شود. جهان با چالش های زیادی در افزایش تقاضا برای آب سالم به عنوان منابع موجود آب شیرین روبرو است. پیشرفت در علم و مهندسی در مقیاس نانو فرصت های بی سابقه ای برای توسعه فرایندهای قابل قبول تصفیه آب مقرون به صرفه و سازگارتر با محیط زیست فراهم می آورد. نانومواد در تصفیه آب آلوده توسط یونهای فلزی سمی ، رادیو نوکلئیدها ، املاح آلی و معدنی ، باکتری و ویروس ها کمک فراوانی کرده . (۷)

فصل دوم : آلاینده های پتروشیمی

۲-۱ پتروشیمی :

واژه پتروشیمی از دو کلمه پترول (به معنای نفت) و شیمی ترکیب یافته و معنای تحت اللفظی آن مواد شیمیایی حاصل از نفت می باشد در فرایند تولید صنایع پتروشیمی ، تبدیل هیدروکر بنهای نفت خام و یا گاز طبیعی به فرآورده های مختلف و متعدد شیمیایی صورت می گیرد. (۸)

فرآورده های این صنعت در سه طبقه اصلی تقسیم بندی می شوند:

۱. کودهای شیمیایی (اوره ، نترات ، آمونیوم ، دی فسفات آمونیوم و غیره.....)

۲. فرآورده های پلیمری (پلاستیکها ، لاستیکها و الیاف مصنوعی و....)

۳. مواد شیمیایی (اسیدها ، حلال ها و غیره...)

در ایران بالغ بر ۳۶ مجتمع پتروشیمی در حال بهره برداری و یا در حال احداث می باشد در صنایع پتروشیمی و پالایشگاهی ، بر اساس نوع مواد مصرفی و تولیدی و همچنین مرحله ی فرایندها ، نوع و میزان آلاینده‌گی های این صنایع متفاوت است. (۸)

بدین معنی که در فرایندهای مختلف امکان آلودگی در سه مرحله ی:

۱. جمع آوری مواد اولیه

۲. تولید و تبدیل مواد واسطه

۳. جمع آوری و انبار مواد تولید شده محتمل می باشد .

نشست فرمالدئید ناشی از تهیه و انتقال متانول مورد نیاز برای واحدهای تولید اسید استیک و MEBT ورود پسابهای مجتمع های پتروشیمی بندر امام ، رازی و خارک به خور موسی و خلیج فارس ، نشت مواد آروماتیکی نظیر بنزن در پتروشیمی اصفهان و پراکنده شدن گوگرد در فضای اطراف مجتمع هایی نظیر رازی به دلیل انبار شدن در فضای باز نمونه هایی از آلاینده‌گی صنایع پتروشیمی از هر سه مرحله جمع آوری مواد اولیه ، تولید و انبار سازی می باشند. (۸)

۲-۱-۱ مواد اولیه مورد مصرف در صنایع پتروشیمی:

از جمله مواد اولیه مورد مصرف در صنایع پتروشیمی که اصطلاحاً خوراک آن مجتمع گفته می شود شامل موارد زیر است.

گاز طبیعی ، نفتا ، بنزین پیرولیز ، گاز ترش H_2S ، گوگرد مایع ، اسید سولفوریک ، اسید فسفریک ، آمونیاک مایع CO_2 ، فسژن ، اپی کلروهیدرین ، کاستیک ، بیس فنل A ، خاک فسفات ، پارازایلین ، اسید استیک ، اتیلن ، پروپیلن ، پلاتفرمیت ، مخلوط زایلین ها ، بوتادین ، اکسید اتیلن ، اتان و هیدروکربنهای سنگین تر ، کلر ، بوتانل ، نمک طعام ، سنگ آهک ، استایرن ، فرمالدئید ، پارافین نرمال ، اوره ، آمونیاک ، سودای سبک ، متانول ، دی اتیلن انیلین ، گاز اسیدی مونو اتیلن گلیکول ، مونوکسید کربن ، میعانات گازی ، هوا ، برش ۴ کربنه ، فتی الکل ، نونیل فنل . (۹)

۲-۱-۲ محصولات تولیدی صنایع پتروشیمی :

مهمترین اثرات زیست محیطی و بهره برداری پروژه های پتروشیمی ، آلودگی آب و خاک و هوا و صدا و نیز پیامدهای اقتصادی – اجتماعی است. صنایع پتروشیمی در مرحله بهره برداری اثرات و پیامدهای قابل توجه و مشخص تری نسبت به مرحله ساختمانی در محیط زیست ایجاد می نمایند که برخی از آنها در شرایط عدم کنترل و مدیریت زیست محیطی غیر قابل جبران و زیانبار می باشند. مهمترین اثرات سوء زیست محیطی مرحله ساختمانی پتروشیمی شامل تغییر کاربری اراضی، افزایش سرو صدا ، اختلال در الگوهای حمل و نقل ، آلودگی های آب و هوا و تولید زایدات می باشد. (۹)

مهمترین آلودگی های احتمالی صنایع پتروشیمی را میتوان شامل موارد زیر دانست:

- سرطان زایی و سمیت زیاد فاضلاب ها
- زایدات خطر ناک با سمیت فوق العاده زیاد نظیر کلرین
- قابلیت انفجار ، اشتعال و سمیت در فرایندها و تولید مواد با خاصیت واکنش های شیمیایی سریع.
- انتشار آلاینده های هوا شامل ، اکسیدهای گوگرد ، کربن ، ترکیبات کلرینه ، ازته و آمونیاک —
- تولید سروصدا در مرحله تامین و حمل نقل مواد اولیه و محصول و فرایند تولید در داخل و خارج از محوطه مجتمع. (۹)

۲-۲ آلودگی های صنایع پتروشیمی :

صنایع نفت و گاز خصوصاً صنایع پتروشیمی ذاتاً جزو صنایع آلوده کننده ی محیط زیست هستند و انواع آلاینده ها را که بعضاً بسیار خطر ناک هستند را وارد (هوا، آب، خاک) می کنند.

پسابها با منشاء ، کمیت و کیفیت متفاوت از منابع مختلف در صنایع پتروشیمی تولید می شوند ، عمده ترین منابع تولید پساب در این کارخانجات عبارتند از:

۲-۲-۱ پسابهای سمی و حلالها :

۱- واحد استالدئید:

آب خروجی از واحد استالدئید نیز حاوی مقدار زیادی از کلرواستالدئید ، کلرید مس و ... است.

آمونیاک در پساب واحد های پترشیمی به مقدار زیاد وجود دارد . این ترکیبات برای آبزیان به ویژه ماهیان بسیار خطرناک است. پسابهای مذکور دارای مواد آلاینده نظیر ترکیبات نیتروژن ، مواد آلی غیر قابل تجزیه بیولوژیکی ، فلزات سنگین ، مواد جامد معلق ، هیدروکربن ها و ... و DoC زیاد و ترکیبات سرطان زا و سمی می باشند. (۱۰)

۲- پساب واحد بوتن:

در واحد های بوتن نیز آب خروجی دارای مقادیر قابل توجهی از آلومینیوم ، تیتانیوم و منیزیم است که در شرایط عدم تصفیه و نبود ایزولاسیون حوضچه های تبخیر می تواند سفره های آب زیر زمینی را به شدت آلوده نماید. (۹)

۳- پساب واحد پلی بوتادین را بر RBP :

در این واحد نیز که یکی از آلوده ترین واحدهای پتروشیمی محسوب می شوند ، حضور بنزن که به عنوان حلال در فرایندهای تولید استفاده می شود و خاصیت خطرناک و سمی آن، در شرایط نشت مخازن و ریخت و پاش ، منابع پذیرنده را در معرض آلودگی شدید قرار می دهد. (۱۰)

۴- پساب واحد آمونیاک:

فعالیت واحد اوره از عمده ترین عوامل آلودگی در مجتمع های پتروشیمی است . یکی از آلاینده ها پساب خروجی از واحد اوره است . با توجه به مقررات زیست محیطی و استانداردهای بین المللی، حداکثر میزان مجاز اوره موجود در پساب ۱۰ قسمت در میلیون (ppm) در نظر گرفته شده و مرتبط به عملکرد خوب راکتور هیدرولیز حرارتی می باشد . راکتور هیدرولیز حرارتی اوره جزئی از واحد دفع اوره در مجتمع های پتروشیمی می باشد . در مجتمع های پتروشیمی تولید کننده اوره، این ماده آلی در تبخیر کننده هائی که برای تغلیظ اوره استفاده می شوند همراه با بخار آب وارد کندانسور شده و در نتیجه از این طریق وارد پساب می گردد . اوره را می توان از طریق روشهای بیوشیمیائی و یا هیدرولیز حرارتی از پساب دفع نمود ، که رایج ترین راه استفاده از هیدرولیز حرارتی است . واکنش هیدرولیز در یک راکتور هیدرولیز (Hydrolyzer) انجام می شود که محصولات این واکنش، یعنی گازهای دی اکسید کربن و آمونیاک، به واحد تولید اوره برگردانده می شوند . (۹)

برای شبیه سازی راکتور مورد نظر، فرض شده است که این راکتور به صورت چندین راکتور مخلوط کننده مداوم (CSTR) سری عمل می کند . این مدل قادر است توزیع دما و غلظت را در راکتور پیش بینی کند . نتایج حاصل از مدل ریاضی ارائه شده با داده های واحد دفع اوره مجتمع پتروشیمی خراسان مقایسه شده

است. نتایج عددی بدست آمده در مقایسه با داده های واحد صنعتی توافق خوبی دارند. پساب واحد آمونیاک از بارآلودگی مواد آلی ازته، آمونیاک، روغن و فلز مس برخوردار است. (۱۰)

۵- پساب واحد کلر آلکالی:

آب کلردار یکی از پسابهای واحد کلر آلکالی بوده که در عملیات شستشوی گاز کلر تولید می‌گردد در طراحی اولیه واحد، بخشی از این آب با کاستیک خنثی شده و مابقی توسط بخار، کلر آن جدا می‌گردد. پس از انجام مطالعات لازم، طرح استفاده از آب کلردار بجای آب ژاول به برج‌های خنک کننده پتروشیمی بندر امام ارائه گردید و در سال ۷۹ به طور آزمایشی آب کلردار جایگزین آب ژاول در برج خنک کننده واحد کلر آلکالی شد و تا کنون نیز ادامه دارد. همچنین توسعه جایگزینی آب کلردار در کلیه برجهای خنک کننده مجتمع نیز در دست اجرا است. با اجرای این طرح علاوه بر کاهش آلودی محیط زیست از مصرف حدود ۸۰۰۰ تن کاستیک و ۷۰۰۰ تن بخار جلوگیری می‌شود. (۱۰)

جیوه به عنوان یکی از مواد آلوده کننده محیط زیست بشمار می‌آید، وجود این عنصر و ترکیبات آن حتی در مقادیر بسیار کم در ضایعات صنعتی خطرناک بوده و یکی از معضلات واحد های کلر آلکالی که با فرایند جیوه به تولید مشغولند، حضور جیوه در پساب این واحدها است. فلز جیوه از پساب واحد کلر آلکالی توسط نانو ذرات مغناطیسی اکسید آهن با کارایی بالا حذف می‌گردد و شرایط برای حذف جیوه بهینه می‌شود. اکسید آهن مغناطیسی مورد استفاده بعد از جذب جیوه به راحتی توسط آهنربا جداسازی شده و در شرایط بهینه، بازدهی حذف ۹۶ درصد می‌باشد این پساب به دلیل دارا بودن جیوه از اهمیت خاصی برخوردار است (به دلیل داشتن خاصیت تجمع زیستی) پساب مذکور دارای نمک زیادی نیز می‌باشد که می‌تواند در کیفیت آب پذیرنده و نیز شوری اراضی پایین دست تاثیر بگذارد. (۹)

۶- پساب کارخانه سودداش:

پساب مذکور بر دارا بودن ترکیبات غیر آلی مانند کلرور کلسیم، کربنات ها، نمک طعام و شیر آهک بر اثر ورود پسابهای واحد های تصفیه آب، تولید گاز CO، گاز سنتز آمونیاک و اوره، دارای بار آلی ازته نیز می‌باشد. پساب کارخانه سودداش علاوه بر مواد محلول، مواد معلق قابل توجهی را وارد منابع پذیرنده می‌نماید. قسمت عمده مواد معلق پساب مذکور کلرور کلسیم است که به پساب رنگ شیری می‌دهد. در زمان دبی پایین رودخانه پذیرنده پساب، اثرات منفی مواد معلق در آب تشدید می‌شود و آسیب زیادی به آبزیان و محل زندگی و تخم ریزی آنها بر جای می‌گذارد. (۹)

۷- واحد فورفورال:

در این واحدها از فورفورال به عنوان حلال برای استخراج محصول مورد نظر از لوبکات استفاده می‌شود. در واحد فورفورال سه کانال برای پساب‌های روغنی، حلالها و زیرآب برجهای خنک کن و بویلرها وجود دارد. کانال پساب روغنی به صورت گسترده در واحد فورفورال موجود است. پساب ناشی از شستشوی محوطه وارد این کانال می‌شود. این پساب شامل انواع روغن‌ها (رافینت، روغن استخراج شده^۱، لوبکات) و در برخی موارد فورفورال است. (۱۱)

کانال پساب حلالها تنها به برجهای دفع (مخصوص بازیافت فورفورال) مرتبط است و به دلیل بسته بودن آدم روها، پساب حاصل از شستشو به آنها وارد نمی‌شود. برجهای دفع، مقادیر زیادی آب به همراه فورفورال و مقدار بسیار ناچیزی روغن وارد کانال پساب فورفورال می‌کنند. کانال پساب زیرآب برجهای خنک کن و بویلرها، پساب خروجی برجهای خنک کن و بویلرهای پالایشگاه را جمع آوری می‌کند. اگر در محل دور ریز بلودان^۲ از برجهای خنک کننده، آدم روها به صورت روباز اجرا شده شوند احتمال آلوده شدن آن به پساب روغنی حاصل از شستشو وجود دارد. نتایج آزمایشها نیز در برخی موارد وجود روغن در این کانالها را نشان می‌دهد. با توجه به افزودنی‌های کولینگ تاور (جوهر نمک، آب ژاول)، این پساب دارای (جامدات محلول) TDS^۳ بسیار بالایی است. واحد فورفورال سه شیفت کار می‌کند و معمولاً در پایان ساعت کاری هر شیفت شستشوی محلانجام می‌گیرد، شستشوی تجهیزات در این واحد روند مشخصی ندارد و تنها در صورت لزوم انجام می‌پذیرد، بدیهی است که شستشوی تجهیزات تخلیه حجم بالایی از پساب و بار آلودگی را به همراه دارد. (۱۱)

۸ - واحد تفکیک:

در این واحد از حلال‌های تولوئن و متیل اتیل کتون برای تولید محصولاتی مانند واکس و روغن پایه از ماده اولیه رافینت استفاده می‌شود. از واحد تفکیک دو کانال پساب روغنی و بلودان، خارج می‌شود. کانال پساب روغنی علاوه بر پساب حاصل از شستشوی واحد، حاوی روغن، تولوئن و متیل اتیل کتون حاصل از پساب خروجی برج می‌باشد که به طور مستقیم وارد کانال می‌شود. اگر کانال بلودان برج خنک کننده، در محل دور ریز بلودان برج خنک کننده روباز باشد احتمال آلوده شدن آن به روغن وجود دارد. واحد MEK^۴ سه شیفت کاری دارد و تقریباً در هر شیفت به طور پیوسته شستشوی سطح انجام می‌شود و بدیهی است که عملیات شستشوی ناپیوسته تجهیزات قابل پیش بینی نیست و بسته به ضرورت انجام می‌پذیرد. (۱۱)

¹ Extract

² Blowdown

³ Total Dissolved Solids

⁴ Methyl-Ethyl-Ketone

واحد ضد یخ: تولید این واحد بصورت ناپیوسته در سال صورت می‌گیرد. زمان تولید از مرداد تا مهرماه است. ماده اولیه این واحد مونو اتیلن گلیکول بوده و مقداری از رنگهای حاوی برآکس (این رنگ اسیدی است) به آن افزوده می‌شود در این واحد شستشوی سطح و تجهیزات انجام نشده و در صورت آلوده شدن زمین آن را با نخ پنبه تمیز می‌کنند. (۱۱)

۲-۲-۲ پسابهای روغنی

این پسابها ناشی از فعالیتهای واحدهای مختلف پالایشگاه هستند. تصفیه این پسابها با جدا کننده‌های آب و روغن^۱ API و DAF^۲ و سپس حوضچه لجن فعال و سیستم فراصافی به خوبی امکانپذیر است.

۱- واحد گریس سازی:

از داخل این واحد کانال پساب روغنی عبور می‌کند، سطح این واحد معمولاً با نخ پنبه تمیز می‌شود و در صورت آلودگی روغنی زیاد، با گازوئیل شستشو می‌شود. آلودگی‌های این واحد عبارتند از: اسید پالمیک، اسید اولئیک، اسید استئاریک، آهک، سود سوزآور، هیدروکسید لیتیم، روغن پایه و گازوئیل (۱۱)

۲- واحد مخازن^۳:

در این واحد مواد متنوعی اعم از مواد اولیه، محصولات و افزودنیها ذخیره می‌شود. در این واحد کانال پساب روغنی به صورت روزمینی در کل واحد گسترده است و به کانال اصلی پساب روغنی می‌ریزد. این واحد سه شیفت دارد و در این واحد تقریباً هر روز، مخازن لوبکات آبگیری می‌شوند. سپس با آب فشار قوی محل ورودی پساب را شستشو داده و پساب حاصل را به کانال اصلی پساب روغنی هدایت می‌کنند. آبگیری مخازن دیگر، تقریباً هر دو یا سه روز یکبار صورت می‌گیرد. از طرفی در مواردی که ممکن است لازم باشد، یک تانک تخلیه و شستشو می‌شود. بدیهی است در این مواقع به تصفیه خانه شوک وارد شده که با بهره جستن از متعادل ساز این مساله کنترل می‌شود. به جز مخازن موجود در این واحد، در محل‌های دیگر، از جمله در محل بارگیری لوبکات، مواد اولیه روغنی به سیستم وارد می‌شود. (۱۱)

۳- واحد قوطی سازی:

¹ American Petroleum Institute

² Dissolved Air Flootation

³ Tank Farm

در این واحد روغن‌های تولیدی (محصولات) در سطح پالایشگاه بسته بندی می‌شوند. در خط تولید این واحد به جز محل تخلیه روغن داخل قوطی‌ها ضایعاتی به چشم نمی‌خورد. زیر محل پر کردن قوطی یک سینی تعبیه شده و روغن را به داخل سطل منتقل کرده و دوباره بازیافت می‌شود. در این واحد شستشوی سطح انجام نمی‌شود و اگر احیاناً سطح زمین آلوده باشد آن را با نخ پنبه تمیز می‌کنند. در سطح این واحد یک کانال وجود دارد که پساب روی سقف (ناشی از باران) به داخل آن هدایت و سپس به کانال اصلی پساب روغنی می‌رود. (۱۱)

۲-۲-۳ پسابهای حاوی فلزات سنگین:

۱- واحد بشکه سازی و رنگ زنی:

در این واحد بشکه‌ها ساخته و رنگ آمیزی می‌شوند. این بشکه‌ها در یک محفظه چهار قسمتی ابتدا توسط ترکیب‌های آمین دار، سپس آب، اسید فسفریک و مجدداً آب شستشو داده می‌شوند. کنار هر یک از این قسمت‌ها یک مخزن قرار دارد که هر ماه یکبار به کانال پساب روغنی تخلیه می‌شوند. پس از شستشو، این بشکه‌ها به اتاقک رنگ زنی هدایت می‌شوند، پایین اسپری رنگ پاش یک زهکش پر از آب قرار دارد که ضایعات رنگ، وارد آن شده و بسته به زمان اشباع شدن آن به کانال پساب روغنی می‌ریزد. آلودگی‌های این واحد عبارتند از: اسید فسفریک، سود، جوهر نمک و رنگ. (۱۱)

۲- واحد بلن‌دینگ^۱:

در این واحد براساس فرآیند مشخص، روغن پایه با مواد افزودنی مخلوط شده و روغن با کیفیت‌های مختلف را تولید می‌کند. این واحد حاوی چند مخزن حاوی مواد افزودنی می‌باشد. از این واحد کانال پساب روغنی عبور می‌کند که آلودگی‌های آن شامل مواد روغنی همراه بعضی از افزودنی‌های سمی و خطرناک حاصل از نشتی تجهیزات و شستشوی سطح می‌باشد. این واحد منشأ فلزات سنگین و بعضی از فلزات خطرناک مانند سلنیوم است. این فلزات در ترکیب ادتیوها وجود دارد و برخی انواع آن سمی هستند. علاوه بر آلودگی مربوط به ادتیوها، روغن پایه نیز در صورت ورود به محل ورودی پساب برای سیستم تصفیه، آلودگی به حساب می‌آید. (۱۱)

¹ Blending

۲-۲-۴ پسابهای نمکی:

پساب‌های نمکی در حقیقت پساب بلودان واحد تأسیسات^۱ و دیگهای بخار هستند که مسئولیت تهیه آب، برق، بخار و هوای فشرده مورد نیاز پالایشگاه را بر عهده دارند. این پسابها آلاینده بیولوژیکی و شیمیایی خاصی نداشته و تنها دارای TDS^۲ بالا هستند که پس از اختلاط با سایر پسابهای پالایشگاه و رقیق شدن حذف می‌شوند. مواد مصرفی در این واحد عبارتند از فسفات سدیم، آمین، سولفات سدیم، سولفات سدیم کاتالیست. کانال‌های پساب موجود در واحد بویلر عبارتند از کانال پساب روغنی و بلودان بویلر. دور ریز قسمت‌های مختلف تجهیزات و بقیه دورریزها از جمله شستشو که میزان املاح آن کم است، به کانال پساب روغنی می‌ریزد. و دور ریز حاوی آهک به کانال بلودان بویلر وارد می‌شود این دور ریز شامل بلودان بویلر، دور ریز رزین‌ها و تانک ته نشینی است. این کانال به یک حوضچه ته نشینی در تصفیه خانه هدایت می‌شود. (۱۱)

۲-۲-۵ روان آبهای سطحی و پسابهای ناشی از شستشوی محوطه

آلاینده عمده این پسابها نیز مواد روغنی هستند و با مجموعه ای که در قسمت قبل عنوان شد قابل تصفیه هستند. نکته قابل توجه در مورد این پسابها، عدم یکنواختی و قابلیت اعمال شوکهای ناگهانی بر سیستم تصفیه در مواقع سیلابی است. برای جلوگیری از وقوع این مشکل تمهیداتی به منظور یکنواخت سازی پساب ورودی پیش بینی شده است. پالایشگاه نفت پارس دارای دو مخزن یکنواخت سازی می‌باشد که حجم هر یک از آنها ۳۱۰ مترمکعب است. به منظور جلوگیری از ته نشینی و برای اختلاط مناسب پساب در این مخازن، از یک دمنده با فشار ۱۰۰۰ میلی‌بار و دبی ۷/۷ متر مکعب در دقیقه استفاده شده است. مخلوط پساب خروجی از واحد API^۳ و پساب حلالها به داخل مخازن یکنواخت سازی به حجم ۶۲۰ متر مکعب و سپس به واحد DAF^۳ جریان می‌یابد. (۱۱)

۲-۲-۶ پسابهای بهداشتی

این پسابها از سرویسهای بهداشتی و آشپزخانه توسط شبکه ای مجزا جمع آوری شده و قبل از سیستم تصفیه بیولوژیک به پسابهای صنعتی اضافه می‌شوند. در صورتیکه که برای تصفیه پساب های بهداشتی

¹ Utility

² Total Dissolved Solids

³ Dissolved Air Flotation

پالایشگاه، هیچ سیستم خاصی پیش بینی نشده باشد این قبیل پساب ها از طریق چاه جذبی دفع می شوند. (۱)

۲-۲-۷ پساب خنک کننده ها:

از سیستم خنک کننده کندانسورها و دیگر فعالیت ها و تولید می گردد و با توجه به میزان زیاد آب مصرفی برای این عملیات از نظر کمیت قابل توجه است. فاضلاب این واحد بدلیل استفاده از کرومات به عنوان ضد خوردگی و رسوبگذاری در شبکه آب خنک کننده از آلودگی زیادی برخوردار است. از میکروب کشها نیز برای مقابله با فعالیت های میکرو بیولوژیکی در برجهای خنک کننده و سیستم های باز مشابه استفاده می کنند. این اقدام برای از بین بردن فعالیت های میکروبی است که با ایجاد لجن های چسبنده در سطح فلز در شرایط لازم، رشد باکتریها ی بی هوازی را فراهم می کند و از طرف دیگر مانع اثرات مثبت بازدارنده های ضد خوردگی روی سطح فلز می گردند. (۱۰)

با توجه به مواد غذایی کافی، محدوده مناسب PH و دما در سیستم های خنک کننده و حضور مواد آلوده کننده و ورود میکروارگانیسمها از طریق هوا، آب و خاک، سطح ایده آلی جهت رشد میکروارگانیسمها فراهم می شود، میکروارگانیسمهای موجود در سیستم های برج کننده شامل باکتری ها، قارچ ها و جلبک ها هستند که با تخلیه در محیط های آبی، اثرات پساب خروجی با توجه به افزودنیها ی Biosids شیمیایی مصرف شده قابل توجه می باشد. (۱۰)

۲-۲-۸ پسابهای نشتی:

کلیه پسابهایی که از واحد های مختلف نشت می نمایند به همراه آبهای شستشوی دستگاهها و محوطه پتروشیمی که به عنوان فاضلاب سبک شناخته می شوند به منابع پذیرنده تخلیه میگردد. ترکیبات ازته، PH، فلزات سنگین، کلرور و مواد محلول تام از شاخصهای آلاینده فاضلاب نشتی محسوب می شوند. (۱۰)

۲-۲-۹ مواد زائد و جامد:

مهمترین مواد زائد و جامد در صنایع پتروشیمی را میتوان زایدات خطرناک محسوب نمود که به دلیل وجود بقایای نمک در آنها می توانند موجب شوری منابع آب های سطحی و زیر زمینی و خاک در محل های دفن گردند. (۱۰)

۱. دفن غیر اصولی زایدات دارای جیوه در شرایط وزش باد، ریزش رواناب ها و یا در زمان حمل و نقل یا نگهداشت غیر فنی باعث ایجاد مخاطرات جدی برای افراد می گردد. (۱۰)

۲. یکی دیگر از مواد زائد خطرناک مواد بی فنیل پلی کلرات^۱ یا بی فنیل پلی کلرات یک ترکیب آرماتیک است و نوع آن با مقدار کلرات موجود در آن مشخص می شود. این ماده یکی از مواد خطرناک POP^۲ می باشد. یکی از مواردی که BCP به وضوح در آن مشاهده گردیده است روغن های آسکارل می باشد که به جهت عایق بودن در مقابل حرارت و الکتریسیته از آن در ترانسفورماتور ها ، خازن ها ، رکتیفایرها و ... استفاده میگردد . به علت عدم تجزیه پذیری و پایداری بسیار بالای BCP این ماده می تواند خطرات بسیار زیادی برای محیط زیست ، گونه های جانوری و همچنین انسان داشته باشد . قوانین زیادی برای جلوگیری از POP ها در طبیعت وضع شده است که برخی از آنها عبارتند از: (۱۰)

— تمامی تجهیزات که حاوی مقادیر بیشتر از ۵۰ PPM باشند تجهیزات آلوده محسوب می شوند.

— دفن تجهیزات حاوی BCP در طبیعت غیر قانونی می باشد.

— نگهداری و جابجایی تجهیزات حاوی BCP غیر قانونی است.

جهت امحاء این تجهیزات ، تکنولوژیهای بسیار پیشرفته و نیروی متخصص نیاز می باشد که این مواد در زباله سوزهای ویژه عملیات امحاء آنها اجرا می شود. (۱۰)

۳. کیک (لجن) حاصل از پساب بخش کاتالیستهای احیا شده و پسماندهای نیمه جامد به وسیله دستگاه زائدات سوز سوزانده می شود.

۴. پسماندهای عادی و بعضی از پسماندهای صنعتی نیز در لندفیل ها دفن بهداشتی می شود. (۱۰)

۲-۳ آلاینده های آلی موجود در پسابها

^۱ BCP

^۲ .tenetsisreP noitulloP Organic

مواد آلی :

مواد آلی موجود در آب می تواند از منابع گوناگونی چون گیاهان ،جانوران ،فاضلابهای صنعتی ناشی شود. کل مواد آلی موجود در آب را می توان از طریق اندازه گیری مواد حاصل از استخراج کربن از کلروفورم تخمین زد.(۵)

برخی از حلال ها و مواد آلی آلاینده :

این نوع مواد آلی ،ممکن است کاربردهای متنوع داشته باشند، مثلاً به عنوان حلال در واکنش های مختلف شیمیایی، عملیات استخراج و خالص سازی مواد و یا در قالب مواد اولیه در تولید حد واسطها و ترکیبات دیگر و غیره به کار می روند. به علاوه، برخی از این مواد آلاینده که به مواد جانبی یا ناخالصی معروفاند، معمولاً در هنگام انجام واکنش جهت تهیه و تولید مواد شیمیایی در صنایع مرتبط به وجود می آیند که برخی از آنها عبارتند از:(۱۲)

۲-۳-۱ بنزن (Benzene) :

متأسفانه این روزها آمارهای بسیار نگران کننده‌ای مبنی بر وجود این آلاینده کارسینوژن در شهرهای بزرگ کشورمان که تقریباً ۱۰ تا ۱۲ برابر بیشتر و در جایگاه‌های سوخت بنزین حتی حدود ۴۰۰ برابر بیشتر از حد استانداردهای معمول جهانی گزارش شده است به گوش می‌رسد. از طرفی، با توجه به نقطه‌ی جوش این آلاینده که ۸۰ درجه سانتیگراد می‌باشد، لذا ممکن است از طریق تنفسی و پوستی و یا آب جذب بدن گردد. به علاوه این ماده کارسینوژن ممکن است حتی از سرازیر شدن و دفن ضایعات و پساب‌های صنعتی مرتبط، حلالهای آزمایشگاهی صنایع، نشت از مخازن بنزین و یا در هنگام سوخت‌گیری و غیره در نهایت به گونه‌ی وارد منابع آبی شده و منجر به آلودگی آنها گردد. (۱۲)

هر چند که آب شرب سالم باید فاقد این آلاینده‌ی خطرناک باشد، ولی در هر صورت حداکثر غلظت آن طبق آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا^۱ نباید از ۰/۰۰۵ میلی‌گرم در لیتر تجاوز کند. مصرف میزان بسیار ناچیز آن از طریق ذکر شده و به طور مستمر و در درازمدت ممکن است باعث لوسمی و کم‌خونی، افزایش خطر ابتلا به سرطان‌های خون و سینه حتی در مردان و زنان پایین ۵۰ سال و مشکلات دیگر گردد. در هر صورت، چنانچه در شهرهای بزرگ تردد و زندگی می‌کنید بهتر است حتماً از ماسک استفاده شود. به علاوه از خودروهای شخصی تا حد امکان استفاده نشود، در ترافیک‌های سنگین و پشت چراغ قرمزها و غیره هوشمندانه عمل فرمایید و خودرو را در حالت خاموش نگه دارید. به علاوه بهتر است دنبال جانشین مناسب برای این آلاینده در فرمول‌های مواد سوختی باشیم (۱۲)

۲-۳-۲ آکریل آمیدها و اپی کلروهیدرین‌ها :

این نوع آلاینده‌های آلی که معمولاً بعضی از پلیمرهای یونی یا غیر یونی به کمک آنها ساخته و در فرایند تصفیه‌ی آب مخصوصاً در جریان لخته‌سازی جهت خارج نمودن ذرات ناخالصی مورد استفاده قرار می‌گیرند. ولی چنانچه این مواد مضر حتی به میزان خیلی ناچیز در آب شرب وجود داشته باشند، ممکن است در درازمدت باعث اختلالاتی در سیستم عصبی، خون، افزایش خطر ابتلا به سرطان و نیز مشکلات گوارشی برای مصرف کننده نماید. در پایان با توجه به نقش تخریبی مواد آلاینده در سلامتی، ضروری است کلیه‌ی عوامل دخیل در ورود آلاینده‌ها به محیط زیست و منابع آبی، به گونه‌ی در جهت کاهش و به حداقل رساندن آنها به طور جدی و عملی، اقدام عاجل مبذول نمایند. به عنوان مثال واحدهای صنعتی آلاینده

¹ APE

می‌توانند با استفاده از دستورالعمل‌های مرتبط علمی جدید و به کارگیری از روش‌های نوین فناوری مثل نانو و غیره نسبت به تصفیه‌ی کلیه‌ی خروجی‌های آلاینده‌ی خود اقدام نمایند تا با این کار، هرساله، مانع از سرازیر شدن میلیون‌ها تن از انواع آلاینده‌ها به محیط زیست شوند و به تدریج این واحدها تبدیل به صنایع پاک با خروجی مهار شونده و کمترین آسیب به منابع زیست محیطی گردند. (۱۲)

متأسفانه هم اکنون در بسیاری از کشورها از روشهای قدیمی و منسوخ و کاملاً غیرتخصصی و غیره جهت دفن و معدوم نمودن ضایعات، پسماندها، حلال‌های شیمیایی و غیره در محیط زیست و نیز برای تصفیه‌ی فاضلاب‌های صنعتی استفاده می‌کنند که این امر، تنها باعث وارد شدن نوع جدیدتر و حتی بسیار خطرناک‌تر و مضرتری از آلاینده‌ها به محیط زیست و نهایتاً آب‌های شرب می‌گردند. از طرف دیگر سیر تخریب، اضمحلال و آلوده‌شدن محیط زیست این روزها به طرز وحشتناک و بی‌سابقه‌ی رو به افزایش می‌باشد که واقعاً بسیار نگران کننده بوده و چشم انداز روشنی را دنبال نمی‌کند. به علاوه عنایت داشته باشید که محیط زیست تنها مختص به جمعیت فعلی جهان نمی‌باشد و لذا تمامی کشورها لازم است در حفظ، صیانت و عدم آلودگی این امانت و هدیه‌ی الهی به طور جدی و عملی کوشا باشند تا نسل‌های آینده هم بتوانند از این موهبت الهی به درستی بهره‌مند گردند. (۱۲)

۲-۳-۳ ترکیبات آلی فرار (VOCs) :

ترکیبات آلی فرار مایعات یا جامداتی هستند که دارای کربن آلی بوده و با سرعت قابل توجهی تبخیر می‌شوند. این آلاینده‌ها موضوع اصلی تلاش برای کنترل آلودگی‌های شدید هستند. VOC ها اگرچه بعضی از منابع بزرگ منتشر می‌شوند. (۱۳)

یک منبع غنی تولید آنها مواد نسوخته حاصل از احتراق سوخت‌ها در سیلندر خودروهاست که از آگزوز آنها بیرون می‌آیند. ترکیبات آلی فرار همچنین به طور مستقیم از تبخیر بنزین طی فرآیند پالایش و توزیع، یا در زمان سوختگیری خودروها حاصل می‌شوند. حتی زمانی که خودروها خاموش بوده و در حال استفاده نیستند این ترکیبات از آنها متصاعد می‌شوند. برخی از بخارات هیدروکربن‌ها در اتمسفر نقش نامطلوب بلقوه‌ای بر سلامتی انسان‌ها دارند. بنزن به عنوان یکی از مهمترین هیدروکربن‌های فرار با وجودی که به علت حلالیت بالا نقش عمده‌ای در صنعت به عهده دارد ولی استنشاق آن موجب جلوگیری از تشکیل گلوبول قرمز در مغز استخوان می‌شود. (۱۳)

بعضی از مواد تشکیل دهنده ترکیبات آلی فرار سرطان زا هستند . در حضور نور خورشید، ترکیبات آلی فرار بنزن، بسیار فعال تر شده و در سطح زمین اکسیدهای فتوشیمیایی شامل اوزن ، مه دود و غبار تشکیل می دهند که به ریه انسان صدمه زده و سبب آزدگی و سوزش چشم می شوند. همچنین بعضی از VOC ها جذب کننده های قوی اشعه مادون قرمز هستند و در گرمایش زمین و احتمالاً سمیت هوا نقش دارند. (۱۳)

۲-۳-۴ آلاینده های آلی پایدار (POPs) :

ترکیباتی هستند که دارای خاصیت سمی پایدار بوده و خاصیت تجمعی دریافت های زنده و استعداد ذخیره و انتقال درازمدت دارند. همچنین دارای حلالیت کم در آب و حلالیت بالادریخی از حلالهای آلی مانند چربیها بوده و می توانند باعث بروز اثرات زیانبار بر محیط زیست و سلامت بشر در محل های دور یا نزدیک از این منابع شوند. (۱۴)

اکثر آلاینده های آلی پایدار بر اثر فعالیت های انسانی بوجود آمده اند . زائادات ناشی از فعالیت های انسانی هم به صورت متمرکز وهم پراکنده با فرآیندهای صنعتی ، دفع مواد زائد، نشت و ریزشهای نفتی و احتراق مواد سوختی ، همراه می باشند. پاکسازی این ترکیبات به آسانی امکان پذیر نیست، برای اینکه اکثر این مواد نسبتاً فراراند، فعالیت و پراکندگی دوباره آنها از طریق جوامع شناسایی این منابع ویژه را دچار مشکل می سازد. این مواد، نیمه عمر زیست محیطی طولانی دارند. بنابراین رها سازی متوالی آنها در طول زمان منجر به ذخیره دائم و حضور آنها در همه جای محیط زیست جهانی می شود از راههای انتقال اولیه این مواد به محیط زیست دریایی و ساحلی ، ذخیره جوی و آبهای جاری و روان می باشد انتقال جهانی و منطقه ای اینها غالباً توسط جریانات جوی و همچنین از طریق انتقال رسوبات و جریانات اقیانوسی صورت می گیرد. (۱۴)

از معروفترین آلاینده های آلی پایداری توان به آفت کشهای کلره ، آلدین ، کرودان ، ددت ، دی آلدین ، دیوکسین ، آندین ، نورانز ، هپتاکلر ، هگزا کلرو بنزن ، میرکس ، توکسافن ، پلی کلرید ، بی فنیلها (BCPs) اشاره نمود . (۱۴)

۲-۳-۵ استایرن :

استایرن یکی از انواع حلالهای آلی آروماتیک است که به وسیله دهیدروژناسیون اتیل بنزن و در طی روند کراکینگ تولید میشود. بیشتر از ۹۰٪ استایرن برای تولید پلیمر پلی استایرن بکار میرود . کاربردهای عمده

استایرن و پلیمرهای آن در صنایع پلاستیک سازی، لاستیک سازی، تولید وسایل بسته بندی، اسباب بازیها، وسایل منزل، تولید یونولیت های ساختمانی (فوم های ساختمانی) و ... می باشد. پلی استایرن از نظر بیولوژیک خنثی است و مشکل اصلی تماس با منومر استایرن است. منومر استایرن در طی واکنشهای حرارت دهی پلیمرهای استایرن آزاد می گردد. ضمن اینکه در طی روندهای اولیه پلیمرها ورزین ها نیز احتمال مواجهه با منومر استایرن وجود دارد. استنشاق راه اصلی تماس است. (۱۵)

اثرات استایرن شامل:

تحریک غشاهای مخاطی و چشمها، درماتیت تماسی، عوارض حاد و مزمن هم در سیستم عصبی مرکزی و هم در سیستم عصبی محیطی و بالاخره عوارض کبدی بصورت افزایش آنزیمهای کبدی و اسیدهای صفراوی در مقادیر بالا می باشد. بنابراین ارزیابی های دوره های عملکرد کبدی در کارگران صنایع در معرض پیشنهاد می شود (۱۵).

۲-۳-۶ تولوئن :

تولوئن از هیدروکربنهای آروماتیک است و به مقدار زیادی در قطران زغال سنگ یافت می شود. مایعی بی رنگ و آتش گیری است و به عنوان حلال در صنایع مختلفی چون رنگ و رزین کاربرد دارد. (۱۶)

تولوئن (متیل بنزن یا فنیل متان)، مایعی صاف و نامحلول در آب با بویی شبیه بوی تینرهای رنگ معمولی است. تولوئن از گروه ترکیبات آروماتیک است و به عنوان یک ماده اولیه و همچنین حلال شیمیایی کاربرد دارد. کاربردهای دیگر آن عبارتست از حلال رنگ، تینر رنگ، درزگیر سیلیکونی، واکنش گر شیمیایی، پلاستیک، جوهر چاپ، چسب، لاک و ضد عفونی کننده و گندزدا. همچنین می توان از آن برای ساخت فوم و TNT استفاده نمود. نکته جالب دو مورد تولوئن کاربرد آن به عنوان دارویی استنشاقی برای زدودن سموم می باشد. سمیت تولوئن در مقایسه با بنزن بسیار کمتر است. هرچند غلظت بسیار بالایی لازم است تا تنفس تولوئن منجر به مرگ شود، اما غلظت های کمتر آن به راحتی بر روی سیستم عصبی تأثیر می گذارند. غلظت های کم تا متوسط تولوئن، سب خستگی، سرگیجه، ضعف، رفتار نامتعادل، نقصان حافظه، بی خوابی، کم اشتها، و کم شدن دید و شنوایی می گردد. این حالات با از بین رفتن حضور تولوئن، کم می شوند. تولوئن ممکن است بر کلیه اثر نامطلوب بگذارد. هیچ مدرکی دال بر سرطان زا بودن تولوئن در دست نیست. (۱۵)

۲-۳-۷ فورفورال :

فورفورال بعنوان یکی از مواد شیمیایی آلی با ارزش که به طور عمده در تولید فورفوریل الکل؛ اسید فوریک آدیپیک اسید؛ بوتیل اکسید و انیدریدمالئیک و غیره در کارخانه فورفورال شرکت نفت بهران تولید می گردد.

فورفورال خالص یک مایع روغنی شکل؛ بدون رنگ؛ شفاف و آتش گیر می باشد. فورفورال به راحتی در الکل؛ دی اتیل اتر؛ استن؛ بنزن؛ کلروفرم و تا حدی (حدوداً ۸ درصد) در آب حل می گردد. فورفورال همچنین بعنوان حلال در استخراج مواد حلقوی برای تولید روغن پایه و زدودن رزینها استفاده می شود. این ماده برای تولید محصولات دارویی؛ حشره کشها؛ رنگها و پلاستیسایزرها و غیره استفاده می شود. (۱۵)

۲-۳-۸ متیل اتیل کتون (MEK) :

از خواص برجسته MEK در مقایسه با سایر حلالها، می توان به موارد زیر اشاره نمود: خاصیت تبخیر نسبتاً سریع، قدرت حلالیت بالا، ویسکوزیته (گرانروی) پایین، قابلیت امتزاج با بسیاری از هیدروکربنها بدون از دست دادن خواص، پایین بودن دانسیته (جرم حجمی) که باعث می شود حجم زیادی از پوششهای رقیق کننده را در واحد وزن نسبت به حلالهای سنگینتر تولید نماید (۱۶). خصوصیات شیمیایی و فیزیکی حلالها نقش مهمی در تعیین کاربری حلالها و انتخاب آنها دارد بطوریکه در بعضی از مصارف خاص، فقط استفاده از تعداد معدودی از حلالها مقدور می باشد، بنابراین معمولاً تولید کنندگان محصولات مختلف، در انتخاب حلال فرایند مورد نظر خود بسیار گزینشی عمل می کنند. متیل اتیل کتون به دلیل نقش مهمی که در حل کردن بسیاری از مواد شیمیایی دارد از آن به عنوان حلال در صنایع گوناگون با مصارف متنوعی چون جداسازی، رقیق سازی، خالص سازی، پاک کنندگی، گریس زدایی، جلادهی و ایجاد چسبندگی استفاده می شود. متیل اتیل کتون به عنوان حلال در طیف گسترده ای از روکشها مانند رنگها، لاکها، جلادهنده ها و تینرها کاربرد دارد. این ماده به دلیل دارا بودن خاصیت تبخیر نسبتاً سریع و قدرت حلالیت بالا، از حلالهای مهم مورد استفاده در صنایع رنگ و در تهیه انواع رنگهای نیتروسلولوزی، پلی اورتان، اپوکسی، اکریلیک و پلی استر جهت استفاده در فرایند پولیش خودروها، نقاشی ساختمانها، مبلمان و سطوح فلزی می باشد. تبخیر سریع MEK نه تنها موجب تسریع فرایند رنگکاری می شود بلکه قدرت و دوام روکشها را نیز افزایش می دهد. یک حلال با قدرت تبخیر نسبتاً سریع، نقش مهمی در فرایند پولیش خودروها در کارگاههای تعمیر بدنه خودرو دارد بویژه در مناطقی که از رطوبت بالا یا دمای پایین برخوردار هستند، خشک شدن سریع رنگ، یکی از الزامات فرایند رنگکاری محسوب می

شود.

(۱۶)

MEK به عنوان حلال جداسازی در بسیاری از صنایع از جمله صنایع تصفیه روغن ، صنایع دارویی و شیمیایی کاربرد دارد. در پالایشگاههای تصفیه روغن با استفاده از حلال MEK و تولوئن و فیلترهای مخصوص ، پارافین از برش روغن (Lube cut) دریافت شده از پالایشگاه تصفیه نفت، استخراج و جداسازی میشود.(۱۶)

یکی دیگر از کاربردهای MEK ، استفاده از آن در فرایندهای مرتبط با صنایع چسب سازی بر پایه حلال می باشد. از رایجترین کاربردهای MEK در این بخش ، به استفاده آن به عنوان سیمان در لوله کشی لوله های PVC می توان اشاره نمود. این فرایند ، به یک سیمان محکم و مقاوم جهت تحمل تغییرات دمایی و فشار ، بدون ایجاد نشت و ترک ، نیاز دارد. MEK با توجه به قدرت حلالیت بالایی که دارد گزینه مناسبی برای این کاربری به شمار می رود. این ماده همراه با سایر ترکیبات ، با حل کردن سطوح اتصال لوله های PVC و پس از تبخیر سریع آن ، موجب اتصال مؤثر لوله های PVC به یکدیگر می شود. از MEK در فرایند تولید برچسبهای تصویری (stick-on graphic) نیز استفاده می شود. این برچسبها معمولاً از یک پایه رزینی تشکیل شده اند که جهت توزیع یکسان چسب بر روی این پایه ، استفاده از حلال ضروری می باشد. از MEK هم به عنوان حلال این فرایند و هم به عنوان پاک کننده بقایای چسب از روی تجهیزات تولید استفاده می شود علاوه بر این ، MEK حلال بسیار خوبی برای حل نمودن بسیاری از رزینها ، پلیمرها و چسبها میباشد و به عنوان حلال مورد نیاز فرایند پلیمریزاسیون پلی استایرن ، اکریلونیتریل بوتادین استایرن (ABS) و لاستیکهای استایرن بوتادین (SBR) مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین به عنوان حلال جداسازی (cutting solvent) برای رزینهای اپوکسی و رزینهای PVC اورتان نیز مصرف.(۱۶) صرف نظر از کاربریهای MEK به عنوان حلال ، این ماده در تهیه مواد شیمیایی دیگر نیز به کار می رود. از آن به عنوان ماده اولیه تهیه متیل اتیل کتون پراکسید استفاده می شود که به عنوان کاتالیزور جهت شروع فرایند پلیمریزاسیون رزینهای پلی استر غیر اشباع کاربرد دارد و رزینهای فوق نیز در تهیه پلاستیکهای فایبر گلاس مقاوم شده ، مصرف می شوند. همچنین از MEK در تهیه متیل اتیل کتون گلی آکسیم نیز استفاده می شود که به عنوان یک افزودنی ضد اکسایش و ضد پلیمریزاسیون (anti-skinning agent) در ساخت رنگها کاربرد دارد.(۱۶)

سایر کاربردهای MEK شامل استفاده از آن در تهیه مخلوط لاکهای پلی اورتانی می باشد که در نهایت ، جهت روکش نوارهای مغناطیسی کاربرد دارد. از MEK در فرایند ساخت الکلهای تقلیبی نیز استفاده می شود و به عنوان چربی زدای سطوح فلزی بویژه قطعات هواپیما نیز مصرف می شود.(۱۶)

۲-۳-۹ متیل ترسیو - بوتیل اتر (MTBE) :

ک ماده آلی اکسیژن دار است که امروزه در ایران و برخی کشورهای جهان به صورت گسترده در بنزین بدون سرب استفاده می شود در ابتدای انتخاب و استفاده از این ماده در سوخت مزایای زیست محیطی آن مورد توجه بود ولی اکنون پس از گذشت چند سال از مصرف آن در دنیا مشخص شده است که MTBE دارای امکان تاثیرات سوء روی انسان بوده و دارای پتانسیل آلودگی محیط زیست است. ورود MTBE به منابع آب و خاک به روشهای مختلف انجام می گیرد MTBE. در خاک بسیار متحرک است و حرکت آن در آب تابع قوانین حرکت آب در خاک است MTBE. مقاومت زیادی به تخریب زیستی دارد و نیمه عمر آن در آب بالاست ، جذب آنها توسط ذرات خاک ضعیف است ، حلالیت بالایی در آب دارد و بسیار متحرک است . این عوامل باعث حرکت MTBE به سمت آبهای زیر زمینی و جمع این ماده در این آبها می گردد و از آنجا که آبهای زیرزمینی در شرب و کشاورزی استفاده دارند با تهدید سلامتی انسان و طبیعت باعث معضلات زیست محیطی می گردد در حال حاضر USEPA حد مجاز این ماده در آبهای آشامیدنی را ۴۰-۲۰ تعیین کرده است. با توجه به مصرف گسترده MTBE در ایران قبل از آنکه این ماده به معضل زیست محیطی در کشور تبدیل گردد باید راهکارهای مناسب ادامه و ا عدم مصرف آن مشخص شود.(۱۵)

۲-۴ نمونه های از آلاینده های زیست محیطی صنایع:

۱. تخریب مرجانهای طبیعی در عسلویه و خلیج نابند به منظور احداث واحد های جدید پتروشیمی(۱۰)
۲. تخریب اکوسیستم خلیج فارس و تبدیل شدن خور موسی به مرداب به دلیل رعایت نکردن اصول صحیح جایگیری مجتمع های پتروشیمی(۱۰)
۳. از بین رفتن صدف های مروارید ساز خلیج فارس به دلیل آلوده شدن آبها به مواد شیمیایی مختلف و مضر غیر قابل تجزیه(۱۰)
۴. هیدرولیز شدن تخم موجودات آبی ، بارور نشدن و از بین رفتن آبزیان در مرحله نوزادی و از بین رفتن امنیت شغلی صیادان منطقه.(۱۰)
۵. استشمام آمونیاک موجود در هوای منطقه(۱۰)
۶. مشاهده پسابهای ورودی به دریا و ایجاد مناظر زشت در این مناط(۱۰)

۷. بستن لوله‌ها و کانال‌های پساب. زیرا روغن و چربی با تولید اسید چرب و ترکیب با سختی‌های موجود در آب، صابون‌های نامحلول فلزی را به‌وجود می‌آورند که در مجاری و لوله‌ها ته‌نشین شده و باعث گرفتگی لوله‌ها و مجاری انتقال می‌گردند (۱۷)، (۱۸)

۸. روغن با تشکیل لایه‌ای در سطح فاضلاب مانع از ورود هوا و نور به داخل آن شده و شرایط را برای رشد باکتری‌های احیاء‌کننده سولفات فراهم می‌آورد. بدین ترتیب، یون سولفید علاوه بر تولید متصاعد کردن گاز بدبوی (H_2S) گاز ترش سولفید هیدروژن در اثر ترکیب با فلز لوله‌ها و مخازن، باعث بروز خوردگی در آنها می‌گردد. (۱۷)، (۱۸)

۹. مزاحمت در فرآیند تصفیه به خصوص انعقاد و فیلتراسیون. این مواد در تصفیه شیمیایی اختلالاتی به‌وجود آورده و مقدار افزودنی‌های شیمیایی مورد نیاز تصفیه را افزایش می‌دهد. لذا پیش تصفیه ضایعات امولسیون‌های فلزکاری و جداسازی قسمت اعظم روغن از آب بسیار ضروری است (۱۷)، (۱۸)

۱۰. ایجاد مشکل در سیستم‌های بیولوژیک زیرا در برابر تجزیه بیولوژیک به شدت مقاومت کرده و تجزیه نمی‌شوند (۱۷)، (۱۸)

۱۱. افزایش مقدار COD^1 و در نتیجه کاهش اکسیژن محلول آب. (۱۷)، (۱۸)

۱۲. جلوگیری از رشد موجودات آبی. (۱۷)، (۱۸)

۱۳. بالا بردن خطر آتش سوزی در کانال‌های انتقال پساب (۱۷)، (۱۸)

۱۴. نابود شدن گیاهان کناره رودخانه و در نتیجه فرسایش خاک (۱۷)، (۱۸)

۱۵. با توجه به اینکه پساب‌های روغنی پایه آلی دارند. محیط مناسبی برای رشد و تکثیر میکروارگانیزم‌ها فراهم می‌آورند. بسیاری از این میکروارگانیزم‌ها بیماری‌زا و مخر سلامت انسان هستند (۱۷)، (۱۸)

۲-۵ روش‌های پیش‌گیری و کاهش انتشار آلاینده‌ها در یک پالایشگاه :

از طریق رعایت نکات زیر در سیستم‌های تصفیه پساب و فرآوری لجن پالایشگاه می‌توان میزان انتشار آلاینده‌ها را به میزان قابل توجهی کاهش داد:

¹ Chemical Oxygen Demand

۱. جداسازی سیستم‌های فاضلاب برای پساب‌های پاک، معمولاً پاک و آلوده
۲. تبدیل خنک‌کننده‌های تک‌گردشی^۱ به خنک‌کننده‌های چرخه‌ای^۲
۳. استفاده از کولرهای هوایی برای عملیات، در طول تابستان (دماهای بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد).
۴. برگشت یا استفاده مجدد از پساب‌های تصفیه شده (۱۹)

۲-۶ استانداردهای زیست محیطی:

به استناد ماده ۵ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب، مقدار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر روغن و گریس برای تخلیه در آب‌های سطحی به عنوان استاندارد مطرح شده است. همچنین استانداردهای تعیین شده طبق این آیین‌نامه برای چندین آلاینده دیگر مطابق جدول زیر می‌باشد (۲۰)

جدول ۳: جدول استاندارد خروجی فاضلاب‌ها (۲۰)

مواد آلوده کننده	تخلیه به آب‌های سطحی (میلی‌گرم در لیتر)	تخلیه به چاه جاذب (میلی‌گرم در لیتر)	مصارف کشاورزی و آبیاری (میلی‌گرم در لیتر)
چربی و روغن	۱۰	۱۰	۱۰
فنل	۱	ناچیز	۱
آرسنیک	۰/۱	۰/۱	۰/۱

¹ Once Through

² Cooling Cycles

کادمیم	۰/۱	۰/۱	۰/۰۵
سرب	۱	۱	۱
آلومینیم	۵	۵	۵
آهن	۳	۳	۳
مس	۱	۱	۰/۲
روی	۲	۲	۲
دترجنت	۱/۵	۰/۵	۰/۵
BOD ₅	۳۰	۳۰	۱۰۰
COD	۶۰	۶۰	۲۰۰
حداقل اکسیژن محلول (DO)	۲	-	۲
مجموع مواد جامد معلق (TSS)	۴۰	-	۱۰۰
مواد قابل ته نشینی (SS)	۰	-	-
pH	۶/۵-۸/۵	۵-۹	۶-۸/۵
کدورت (NTU)	۵۰	-	۵۰

جدول ۴: حدود مجاز مواد موجود پساب تصفیه شده (۲۱) و (۲۲)

پارامتر	حداکثر مقدار mg/l
PH	۶ - ۹
COD mg/l O ₂	۶۰ (لحظه ای)
BOD ₅	۳۰

کل جامدات محلول	۱۵۰
روغن و چربی	۰/۱
کادمیوم	۰/۱
کروم (۶ ظرفیتی)	۰/۱
مس	۰/۵
فنل	۰/۵
بنزن	۰/۰۵
وینیل کلراید	۰/۰۵
سولفید	۱
نیتروژن (کل)	۱۰

توجه : در هنگام تخلیه پساب به آبهای سطحی نباید دمای آب را بیش از 3°C در محل تخلیه بالا ببرد .

جدول ۵ : پارامترها و روش های اندازه گیری آب و پساب (۲۱) و (۲۲)

Item	parameter	method	Method NO.
۱	Biochemical Oxygen Demand	Respirometric	۵۲۱۰D
۲	Chemical Oxygen Demand	Closed Reflux - Titrimetric	۵۲۲۰C

۳	Dissolved Oxygen	Membrane Electrode	- ۴۵۰۰ OB & G
۴	Electrical Conductivity	Laboratory	۲۵۱۰ B
۵	Oil & Grease	Partition - Gravimetric	۵۲۲۰ B
۶	PH	Electrometric	- ۴۵۰۰ H B
۷	Temperature	Laboratory and Field	۲۵۵۰ B
۸	Total Dissolved Solid	Dried at 180 ^c	۲۵۴۰ C ۱۰۳۰ & E
۹	Turbidity	Nephelometric	۲۱۳۰ B
۱۰	Phenols	Direct Photometric	۵۵۳۰ D
۱۱	Phosphorus	Vanadomolybdophosphoric Acid Colorimetric	- ۴۵۰۰ PC
۱۲	Ammonia	Direct Nesslerization ASTM	D 1426 - TEST Method A
۱۳	Suspended Solids	TSS Dried at 103 ⁰ - 105 ^{0c}	۲۵۴۰ D

۷-۲ پیشنهادها: (۱۰)

۱. شناسایی دقیق پسابها و اندازه گیری کمی و کیفی آلاینده ها در کلیه واحد های پتروشیمی

۲. ایجاد تصفیه خانه های اصولی و با تکنولوژی روز
۳. توسعه فضای سبز و آبیاری آنها با استفاده از پسابهای صنعتی تصفیه شده
۴. تغییر فرایند بعضی از مجتمع ها و تولیدات آنها
۵. عدم استفاده از تکنولوژی غیر کار آمد و استفاده از تکنولوژی روز
۶. جایگزینی تولیدات بی ضرر و کم ضرر زیست محیطی با تولیدات با اثرات زیست محیطی بالا مانند جایگزینی ETBE¹ به جای MTBE که کمتر از نصف مقدار MTBE در آب حل می شود و عمر آن نصف عمر MTBE بوده و همچنین از فرمالدئید سرطان زای ناشی از MTBE عاری بوده و با سهولت بیشتری از آب حذف می شود.
۷. شفاف سازی و اطلاع رسانی درست و اصولی در زمینه فعالیتهای صنایع پتروشیمی
۸. تربیت و به کارگیری نیروهای متخصص و آشنا به محیط زیست در صنایع پتروشیمی
۹. آموزش کارشناسان و مهندسان ومدیران صنایع پتروشیمی با روش های علمی نظیر POZAH، AEMF و مهندسی محیط زیست و بکارگیری این آموزش ها جهت کاهش و حذف اثرات زیست محیطی صنایع پتروشیمی.
۱۰. بکار گیری یک برنامه نگهداری تجهیزات که انتشار مواد آلی مثل اتیلن اکساید ، بنزن ، وینیل کلراید ، ۱و۲ دی کلرواتان و دیگر مواد آلی را کاهش دهد.
۱۱. نصب سیستم های بازیابی بخار برای کاهش انتشار VOC
۱۲. بهیبه کردن مصرف سوخت
۱۳. حیاء و استفاده مجدد کاتالیزرهای مصرف شده ، حلال ها و دیگر محلول های مصرف شده به میزان مناسب
۱۴. باز چرخش آب خنک کننده ها
۱۵. جداسازی روان آبهای سطحی از جریان پساب
۱۶. استفاده از افزودنی های با پایه غیر کرومی در آب خنک کننده ها

¹ Ethyl Tertiary Butyl Ether

۱۷. طراحی و تمرینات آموزشی واکنش در برابر حوادث غیر مترقبه واحد

۱۸. اعمال داده ها و استانداردهای خام جهانی با در نظر گرفتن توان خود پالایی محیط با استاندارد های منطبق با شرایط هر منطقه

۱۹. انجام ارزیابی زیست محیطی صحیح برای توسعه صنایع پتروشیمی (۱۰)

۲-۸ توصیه ها:

۱. رفتار و پراکندگی آلاینده های آلی پایدار در دلتای رودخانه بطور واضح متفاوت پراکندگی آن در نواحی گرمسیری یا قسمت های کم عمق و خشک دریا می باشد. بنابراین ارزیابی انواع و پراکندگی آلاینده های آلی پایدار در ستون آبی ، رسوبات ، موجودات زنده نواحی ساحلی و دریایی و به علاوه بررسی منابع واقع در خشکی و راه های ورود به محیط زیست دریایی جهت ارزیابی تاثیرات آنها بر سلامت انسان و محیط زیست ضروری است. (۱۴)

۲. تعیین استانداردهای زیست محیطی و میزان بار خروجی ویژه هر منطقه و رعایت ظرفیت حمل ، حساسیت و استفاده های زیست محیطی در هر منطقه و رعایت ظرفیت حمل ، حساسیت و استفاده های زیست محیطی در هر منطقه دریایی. (۱۴)

۳. اقدامات جهانی در جهت پیش بینی منابع مالی ، انتقال تکنولوژی ، ارتقای سطح آگاهی در نواحی مورد ارزیابی زیست محیطی و کنترل و تصفیه مواد خروجی و پساب آلاینده های آلی پایدار به ویژه برای کشورهای در حال توسعه در چارچوب قانونی صورت میگیرد. (۱۴)

۲-۹ فعالیت ها (عملکردهای ملی، خط مشی ها و راهکارها): (۱۴)

- جمع آوری و نگهداری فهرست منابع مشخص آزادکننده آلاینده های آلی پایدار و شناسایی و ارزیابی این منابع می تواند یک پایه و اساس برای جلوگیری و کنترل آلودگی باشد.
- توسعه برنامه های جامع ملی و قابل اجرا برای کاهش یا حذف میزان نشرو تخلیه آلاینده های آلی پایدار شامل هدفها، زمانبندی ها و اندازه گیری بخش ویژه برای صنعت و کشاورزی.

- اتخاذ سیاست و خط مشی مناسب که شامل مقررات، موارد اقتصادی و موافقت نامه ها بر روی آلاینده های آلی پایدار، اعمال اصول احتیاطی که شامل مقررات، موارد اقتصادی موافقت نامه ها بر روی آلاینده های آلی پایدار، اعمال اصول احتیاطی و پرداخت جریمه های آلوده کننده.
- اولویت به کنارگذاری یا تحریم موادشیمیایی که به صورت غیرقابل کنترل به انسان و محیط زیست آسیب می رسانند. این عمل از طریق جایگزینی توسط مواد مناسب زیست محیطی، کاربرد بهترین تکنیک قابل دسترس و بهترین عملکرد زیست محیطی و بکارگیری روشهای تلفیقی کنترل و جلوگیری از آلودگی صورت می گیرد.
- ایجاد یک برنامه نظارت مستمر¹ توسعه روشهای مناسب جهت ایجاد تسهیلات برای جمع آوری و دفع زیست محیطی زایدات حاوی آلاینده های آلی پایدار
- توسعه برنامه هایی جهت ارتقای استفاده آگاهانه از موادی که باعث تخلیه و نشر آلاینده های آلی پایدار از منابع مختلف می گردند شامل تکنیکهای بهینه کشاورزی که استفاده از آفت کشها را به میزان ضروری برای تولید محصول محدود می کند.
- ایجاد خدمات اطلاعاتی برای کشاورزی و صنعت جهت نقل و انتقال مواد خطرناک زیست محیطی و استفاده آلاینده های آلی پایدار و جایگزینها، تکنولوژی و روش هایی برای جلوگیری، کاهش یا حذف آلودگی ناشی از آلاینده های آلی پایدار، شامل بهترین عملکردهای زیست محیطی بهترین تکنیک قابل دسترس و روشهای تلفیقی کنترل و جلوگیری از آلودگی.
- تصویب و اجرای قراردادها و توافقنامه های بین المللی و منطقه ای جهت کاهش یا حذف آلودگیهای ناشی از آلاینده های آلی پایدار.
- تعیین انواع و مقادیر آلاینده های آلی پایدار استفاده شده در منطقه و ارزیابی اهمیت وجود آلاینده های آلی پایدار در محیط زیست دریایی.
- اتخاذ تصمیمات و توصیه هایی در مورد توسعه شرایط ارزیابی هماهنگ و برنامه های نظارت مستمر بر اساس توافقنامه های منطقه ای و بین المللی کنترل کیفیت و روشهای ضمانت کیفیت.
- جمع آوری اطلاعات راجع به تولید و استفاده آلاینده های آلی پایدار در بخشهای مختلف.
- ارزیابی آلاینده های آلی پایدار ورودی به محیط زیست دریایی از منابع مختلف مشخص و پراکنده

¹ Monitoring

- ایجاد کارگاههای آموزشی برای نمونه برداری و آنالیز آلاینده های آلی پایدار شامل یک بخش ضمانت کیفیت.
- ارزیابی موقعیت و توزیع موقتی آلاینده های آلی پایدار در محیط زیست دریایی
- بازنگری خط مشی های ملی ، استراتژیها، برنامه ها و روشهای موجود برای کاهش یا حذف میزان نشرو تخلیه آلاینده های آلی پایدار.
- آماده سازی عملکرد طرح منطقه ای و ملی برای کاهش یا حذف میزان نشرو تخلیه آلاینده های آلی پایدار و همچنین برای نظارت مستمر منطقه ای و ملی

فصل سوم : روش تصفیه پسابها

۳-۱ سیستم های جمع آوری فاضلاب و انتقال آنها به تصفیه خانه:

در حالت کلی پساب های آلوده یک پالایشگاه مدرن را می توان به چهار شاخه تقسیم کرد:

۱. آب تمیز بدون مواد نفتی و دیگر آلاینده ها (پاک): که شامل جریان های آب عبوری (مانند جریان حاصل از بارندگی) از آب گذر سقف ساختمان ها و ناحیه اداری پالایشگاه (جاده ها و پارکینگ ها)

می‌باشد. چنین آبی می‌تواند بدون انجام عملیات تصفیه مستقیماً به جریان دریافت کننده تخلیه گردد.

۲. آبی که معمولاً غیر آلوده است (معمولاً پاک): شامل جریان‌های آب عبوری از جاده، نواحی غیر سنگ فرش و محوطه مخازن نفتی پالایشگاه می‌باشد. چنین آبی را نمی‌توان بدون تصفیه مستقیماً به جریان دریافت کننده تخلیه کرد، و طبق مقررات باید به واحد تصفیه پساب مرکزی هدایت شود تا پس از یک سری عملیات دوباره در مواردی چون آب جبرانی خنک کننده‌ها، مخازن آتش نشانی و... به کار گرفته شود.

۳. پساب‌های آلوده: که شامل جریان‌های آب حاصل از بارندگی روی سنگ فرش واحدهای فرآیند، بارکش‌ها، محوطه مخازن نفت، آب روغنی تخلیه شده از برج خنک کننده و ناودان مخازن نفت. برای استفاده مجدد از چنین پسابی عملیات اساسی مورد نیاز است.

پساب‌های بهداشتی: که شامل پساب‌های انسانی یا شهری ناشی از پسماندهای بهداشتی، توالت‌ها، حمام‌ها، رخت‌کن‌ها، رستوران‌ها و... می‌باشد. پساب‌های بهداشتی به صورت جداگانه جمع آوری شده و سپس به واحد عملیات بیولوژیکی فرستاده می‌شود (۱۹).

۳-۲ شبکه‌های موجود در جمع آوری پسابهای پالایشگاهی :

۱. شبکه جمع آوری پسابهای روغنی: این شبکه پساب واحدهای مختلف پالایشگاه و همچنین پسابهای حاصل از شستشو را جمع آوری کرده و به تصفیه خانه انتقال می‌دهد.

۲. شبکه جمع آوری پساب حلالها: این شبکه حاوی پسابهای آلوده به حلالها شامل فورفورال، متیل اتیل کتون و تولوئن است.

۳. شبکه جمع آوری پساب حاصل از برجهای خنک کننده و بویلر: این شبکه زیر آب برجهای خنک کننده و بویلرها را جمع آوری می‌کند.

۴. شبکه جمع آوری آبهای سطحی: این شبکه روان آبهای ناشی از بارندگی را جمع آوری می‌کند.

۵. شبکه جمع آوری پساب‌های بهداشتی (۲۳).

در پالایشگاه نفت پارس شبکه جمع آوری پساب‌های روغنی و آبهای سطحی پس از ادغام و عبور از آشغال‌گیرهای دستی و مکانیکی و یا در بعضی مواقع آشغال‌گیر دستی یدکی دیگری که در کانال بای‌پس قرار دارد، مستقیماً به داخل^۱ API اول هدایت می‌شوند. شبکه جمع آوری پساب حلالها نیز مستقیماً وارد مخزن یکنواخت‌سازی می‌شود و در آنجا با پسابهای خروجی از API دوم که همان پساب‌های روغنی و آبهای سطحی می‌باشند، مخلوط و از آنجا وارد واحد DAF می‌شوند. شبکه جمع‌آوری پساب‌های بهداشتی نیز پس از تانک متعادل‌سازی که مخصوص پساب‌های بهداشتی می‌باشد، به جریان خروجی از سیستم DAF می‌پیوندد و از آنجا به همراه پساب‌های روغنی، آبهای سطحی و حلال‌ها که از قبل وارد سیستم تصفیه شده بودند وارد واحد ام‌بی‌آر پری‌اسکرین^۲ می‌شود. با توجه به اینکه پساب شبکه جمع آوری زیرآب برجهای خنک کننده و بویلر آلودگی خاصی ندارد، می‌بایست از اختلاط با سایر پسابها مصون نگه داشته شود. (۲۳)

۳-۳ تصفیه پساب‌های آلوده به فلزات سنگین و حلال:

منبع ورود فلزات سنگین به پساب، بخش بلندینگ^۳ و رنگ زنی بشکه‌ها تشخیص داده شده است. تجمع فلزات روی، مس، آهن، آلومینیم، کادمیم و سرب در خاک باعث مسمومیت می‌شود که در اثر این مسمومیت زندگی موجودات زنده در معرض خطر قرار می‌گیرد. مواد شیمیایی و مواد زاید خطرناک و همچنین فاضلابها بر ساختمان و بافت خاک اثر می‌گذارند، به طوری که در عمل، باعث از بین رفتن فعالیت میکروارگانیزمها در خاک می‌شوند و در نتیجه هیچگونه تجزیه‌ای در خاک صورت نمی‌گیرد که در نهایت خاک، حاصلخیزی خود را از دست می‌دهد. این فلزات طی مراحل مختلف تصفیه فیزیکی و بیولوژیکی همراه پساب‌های روغنی از سیستم حذف می‌شوند و نیاز به سیستم مجزایی برای دفع آنها نیست. هر چند که سمیت بالای این مواد نیز مانع از رشد موجودات ذره بینی برای تصفیه پساب می‌شود (۱۸)

از نظر مسائل زیست محیطی در بین حلال‌ها مهمترین حلال فورفورال می‌باشد که یک آلدئید آلی است و در پالایشگاه‌های روغن موتور به عنوان جاذب و به منظور حذف مواد آروماتیک در خوراک ورودی این پالایشگاه استفاده و از این طریق وارد پساب آنها می‌شود. فورفورال دارای فرمول شیمیایی $C_5H_4O_2$ است و ساختار آن مانند یک پنج ضلعی است که در یکی از گوشه‌های آن یک اتم اکسیژن قرار گرفته و در چهار

¹ American Petroleum Institute

² MBR Prescreen

³ Blending

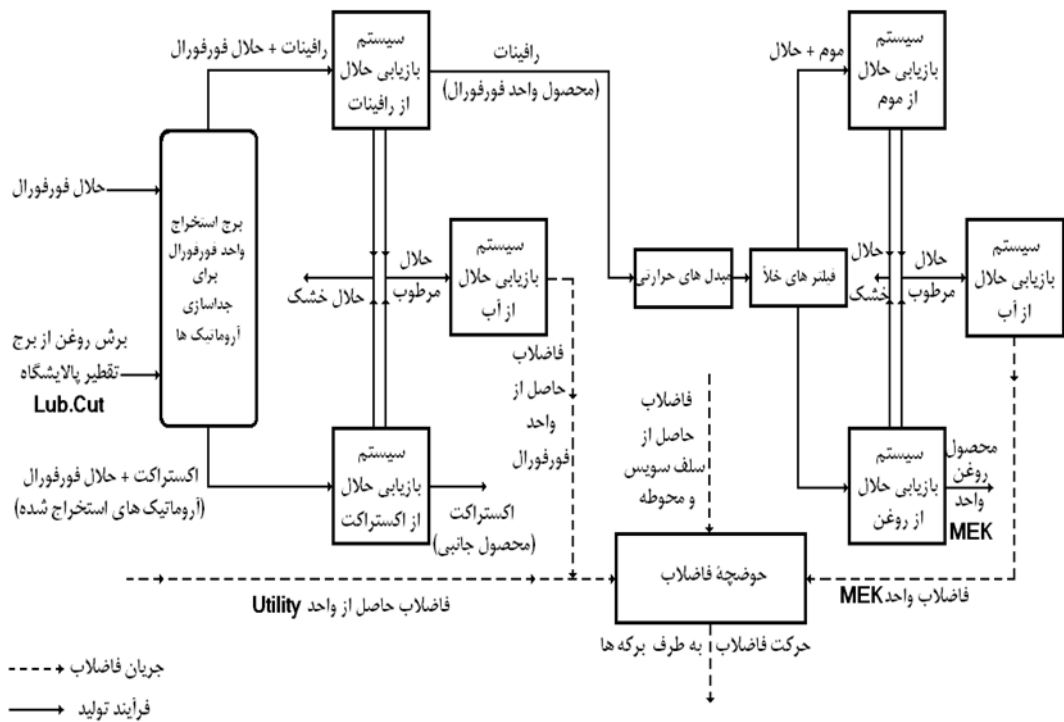
گوشه ی دیگر آن CH واقع شده است. دو پیوند از پیوندهای این پنج ضلعی حلقوی دو گانه می باشد. و به یکی از کربن های مجاور اکسیژن یک گروه HC=O متصل می باشد (۱۸)

فورفورال در دمای اتاق پایدار و به صورت مایع است. زمانیکه خیلی خالص است بی رنگ می باشد، و وقتی که در معرض نور و هوا قرار می گیرد رنگ آن از زرد شروع می شود و تا قرمز متمایل به قهوه ای پیش می رود. بویی شبیه بادام دارد، تقریباً شبیه بوی بنزآلدهید. در حضور گرما به CO₂ و CO تجزیه می شود. با اکسید کننده های قوی مانند اسیدها و بازها ناسازگار است. میزان حلالیت این ماده در آب متوسط و برابر ۸۳ گرم در لیتر است. وزن مخصوص آن در ۲۰ درجه سانتیگراد برابر ۱/۱۵۹۸، و در نتیجه بر خلاف روغن ها سنگین تر از آب می باشد. حلال بیشترین میزان مواد آلی است و مواد غیر آلی در آن نامحلول هستند. در اتانول، دی اتیل اتر و بنزن قابل حل است. از لحاظ حرارتی پایدار است و خواص فیزیکی آن تقریباً تا ۲۳۰ درجه سانتیگراد ثابت می ماند. دمای خود آتش گیری، نقطه اشتعال، نقطه ذوب و نقطه جوش آن به ترتیب ۳۱۶، ۶۰، ۳۶/۵- و ۱۶۲ درجه سانتیگراد می باشد. فشار بخار آن در ۲۰ درجه سانتیگراد ۰/۱۳۳ کیلوپاسکال (یک میلیمتر جیوه) می باشد هم چنین مایع و بخار آن اشتعال زا می باشد. فورفورال به عنوان یک ماده سمی و سرطان زا شناخته شده است. در تماس با پوست مضر می باشد و بر روی سیستم عصبی مرکزی تاثیر منفی می گذارد و باعث ایجاد واکنش های آلرژی زا، التهاب چشم و مخاط بینی می گردد (۲۴)

روش های تصفیه فاضلاب، در تصفیه خانه برای جداسازی حلال ها به خصوص فورفورال به دلیل عدم وجود میکروارگانیسم های مناسب و محلول بودن این حلال ها، تأثیر زیادی ندارند و در صورت ورود مقادیر بیش از حد مجاز آنها به سیستم بیولوژیک، باعث مرگ میکروارگانیسم ها و در نتیجه اختلال در فرآیند تصفیه می گردد. در نتیجه لازم است تا حد ممکن این حلال ها را قبل از ورود به تصفیه خانه جدا کنیم و در صورت ورود مقادیر زیادی از آنها، می بایست قبل از رسیدن به سیستم بیولوژیک در تانک های متعادل سازی ذخیره و پس از اختلاط و رساندن غلظت آن ها به حد مجاز، کم کم وارد سیستم تصفیه شوند. (۲۵)

در حال حاضر تصفیه یا حذف این ماده از پساب، یکی از مشکلات عمده پالایشگاه های روغن موتور است. یکی از روش های حذف این ماده (در مراحل تولید نه تصفیه خانه)، استخراج با یک حلال مناسب (مانند استات اتیل) می باشد. مکانیسم عمل استخراج به این صورت است که در صورت جذب فورفورال به وسیله حلال، پیوند هیدروژنی بین فورفورال و آب شکسته شده و این پیوند هیدروژنی بین حلال و فورفورال برقرار می شود و این عمل باعث می شود فورفورال از فاز آبی به فاز حلال انتقال یافته و از آب جدا شود (۲۶).

شکل ۱: سیستم جمع‌آوری پساب در پالایشگاه نفت بهران (۱۷)



مواد آروماتیک در فورفورال حل و از لوبکات جدا می‌شوند، بعد در واحد بازیافت حلال، فورفورال از ترکیبات آروماتیک جدا و سپس برای جدا کردن آب، وارد واحد آبیگری می‌شود. آب خارج شده که حاوی مقادیری از

فورفورال است وارد کانال فورفورال و از آنجا به تصفیه‌خانه پالایشگاه منتقل می‌شود. شکل بالا مربوط به شبکه جمع‌آوری پساب در پالایشگاه نفت بهران می‌باشد که در آن سیستم بازیابی حلال از آب، قبل از ورود به شبکه جمع‌آوری، هم در واحد فورفورال و هم در واحد MEK^۱ نشان داده شده است (۱۷)

۳-۳-۱ چگونگی اصلاح سیستم لجن فعال جهت تصفیه پساب‌های صنعتی حاوی فورفورال:

هر چند سیستم تصفیه بیولوژیکی لجن فعال بدلیل سادگی و اقتصادی بودن آن، متداول‌ترین روش جهت تصفیه پساب‌های صنعتی می‌باشد. اما یکی از مهمترین مشکلات حاصل از بکارگیری سیستم تصفیه لجن فعال در تصفیه پساب‌های صنعتی، کم بودن مقاومت آن در مقابل آلاینده‌های آلی دیرتجزیه‌پذیر می‌باشد. هرگاه پساب‌های صنعتی حاوی آلاینده‌های آلی غیر قابل تجزیه بیولوژیکی (توسط مخلوط میکروبی موجود) باشند. عملکرد سیستم تصفیه مختل می‌شود، اینگونه آلاینده‌ها بعنوان ممانعت کننده و یا به عبارت دیگر مسموم کننده مخلوط میکروبی عمل کرده و بعلت مخلوط بودن سیستم، در زمان کوتاهی مخلوط میکروبی موجود را غیر فعال نموده و در نهایت نه تنها راندمان تصفیه را کاهش می‌دهند، حتی ممکن است منجر به تورم لجن که یکی از مهمترین مشکلات عملیاتی سیستم فوق است، شود. در این موارد اصلاح شیمی فیزیکی سیستم از طریق اضافه کردن پودر کربن فعال به تانک هوادهی لجن فعال (PACT^۲)، مورد توجه بسیاری از محققین در سال‌های اخیر بوده است. این عمل باعث جذب سطحی بیشتر آلاینده‌ها و تسریع رشد بیولوژیکی و در نتیجه حذف بیشتر آلاینده‌ها می‌شود. توأم نمودن تصفیه شیمی فیزیکی و بیولوژیکی بعنوان مکمل یکدیگر، موجب بالا رفتن راندمان حذف آلاینده‌ها و حتی موجب بهبود کیفیت ته‌نشینی لجن می‌شود. متأسفانه مشکلات عملیاتی، حاصل از بکارگیری سیستم فوق از قبیل گران بودن پودر کربن، جداسازی آن از لجن و احیاء، مانع از بکارگیری این سیستم در تصفیه‌خانه‌های صنعتی ایران شده است. بنابراین اصلاح بیولوژیکی سیستم متداول لجن فعال، از طریق افزایش میکروارگانیسم‌های خاص (BAST^۳) بعنوان یک جایگزین مناسب و اقتصادی برای سیستم PACT می‌باشد. هم‌اکنون بسیاری از واحدهای فوق در ایران مشکل تصفیه فورفورال را در فاضلاب صنعتی دارند (۲۵)

در یک بررسی دو مدل اصلاح شده از سیستم متداول لجن فعال، یکی اصلاح با روش‌های شیمی فیزیکی یا عبارت دیگر کاربرد همزمان تصفیه بیولوژیکی و پودر کربن فعال (PACT) و دیگری اصلاح بیولوژیکی، با افزایش میکروارگانیسم‌های خاص تجزیه کننده مواد سمی (BAS) در مخلوط میکروبی لجن فعال، مورد

^۱ Methyl-Ethyl-Ketone

^۲ Powdered Activated Carbon Treatment

^۳ Bioaugmentation of Activated Sludge Treatment

مطالعه و مقایسه قرار گرفت. بعنوان یک مطالعه موردی در ایران، پساب صنعتی واحد پالایش نفت پارس به مدت حدود ده ماه، با دو مدل فوق مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه عملکرد دو سیستم از یکسو و مشکلات عملیاتی حاصل از بکارگیری سیستم (PACT) از سوی دیگر بیانگر آن است که سیستم اصلاح شده بیولوژیکی (BAS) جایگزین بسیار مناسب و اقتصادی برای سیستم اصلاح شده شیمی فیزیکی (PACT) خصوصاً در تصفیه خانه‌های صنعتی ایران می‌باشد. برخی از خصوصیات فاضلاب مورد بررسی در جدول زیر نمایش داده شده است (۲۵).

جدول ۶: خصوصیات فاضلاب مورد بررسی (۲۵)

فورفورال	COD	pH	دما
۶۱-۱۲۳ ppm	۱۵۰-۷۵۰ ppm	۶/۸-۹	۲۷-۴۸ °C

در این تحقیق منبع میکروبی، جهت جداسازی میکروارگانیسم‌های تجزیه کننده فورفورال، لجن موجود در یکی از راه‌آبهای پالایشگاه که مدت‌های طولانی آلوده به فورفورال بوده است، می‌باشد. روش استفاده شده در این مطالعه، کشت اختصاصی با استفاده از فورفورال بعنوان تنها منبع کربن و انرژی و شامل مراحل غنی‌سازی با استفاده از محیط مغذی، جداکردن میکروبهای خاص با استفاده از فورفورال بعنوان تنها منبع کربن و انرژی، انتقال میکروبهها از محیط مایع به محیط جامد آگار، غربال نمودن و در آخر انتخاب بهترین میکروب جدا شده براساس مقاومت و مصرف غلظت بالای فورفورال می‌باشد. همچنین فورفورال با استفاده از روش جذب UV در طول موج ۲۷۰ نانومتر و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شده است (۲۵).

بدین ترتیب در حالیکه دو سیستم در شرایط عملیاتی و خوراک ورودی یکسان قرار گرفتند، به یکی از سیستم‌ها (PACT) پودر کربن با غلظت ۵۰ ppm و به سیستم دیگر (BAS) سوسپانسیون میکروبی خاص جدا شده با غلظتی مشخص ($F/M = 0.1$) اضافه گردید. نتایج این آزمایشات بیانگر آن است که به ازای غلظت‌های متفاوت فورفورال، افزایش غلظت پودر کربن تا ۵۰ ppm سبب افزایش درصد حذف فورفورال می‌گردد. اما در غلظت‌های بیشتر از ۵۰ ppm افزایش درصد دفع قابل توجه نبوده است. لذا با توجه به مسائل اقتصادی، این غلظت به عنوان غلظت بهینه جهت سیستم PACT در نظر گرفته می‌شود. لازم بذکر که جهت اصلاح بیولوژیکی (BAS) از میان میکروارگانیسم‌های جدا شده در مرحله قبل یک نوع باکتری که بصورت باسیل‌های میله‌ای بلند و گرم مثبت و کاتالیز منفی بود انتخاب گردید. مطالعات

آزمایشگاهی بر روی این باکتری خاص جدا شده بیانگر آن است که قادر به مصرف و رشد در مقابل فورفورال بعنوان تنها منبع انرژی و کربن تا غلظت ۲۸۰۰ ppm می‌باشد. دو سیستم بخوبی قادر به حذف فورفورال در زمان‌های اقامت مختلف مورد بررسی بودند و علیرغم غلظت بالای فورفورال ورودی (بیشتر از ۲۰۰۰ ppm)، راندمان حذف نزدیک به صد درصد می‌باشد. در زمان‌های اقامت^۱ بالا (۱۲ تا ۲۴ ساعت) سیستم PACT دارای درصد حذف فورفورال و COD بیشتری نسبت به سیستم BAS می‌باشد اما در زمان اقامت پایین (۶ ساعت) سیستم با اصلاح بیولوژیکی (BAS) در هر مورد درصد حذف بالاتری دارد. در حقیقت در سیستم PACT با پایین آمدن زمان اقامت بعلاوه پدیده شسته شدن^۲ و خروج میکروب و پودر کربن، درصد حذف کاهش پیدا می‌کند، اما در مورد سیستم BAS این پدیده اتفاق نمی‌افتد. مزیت استفاده از سیستم BAS بخصوص با اندازه‌گیری شاخص حجمی لجن (SVI) و غلظت مواد معلق مخلوط (MLSS) کاملاً مشهود می‌باشد. لجن حاصل از سیستم با اصلاح بیولوژیکی از کیفیت بسیار بهتری از نظر ته‌نشینی برخوردار می‌باشد و حتی در زمان‌های اقامت پایین پدیده تورم لجن بوجود نمی‌آید در صورتی که در سیستم PACT حتی در زمان‌های اقامت بالا کیفیت ته‌نشینی لجن نامناسب بوده (SVI بیشتر از ۱۵۰) و این مشکل عملیاتی، خود مزیت استفاده از سیستم BAS را بیان می‌کند (۲۵)

پس می‌توان نتیجه گرفت سیستم با اصلاح بیولوژیکی (BAS) یک جایگزین مناسب و اقتصادی جهت سیستم با اصلاح شیمی فیزیک PACT می‌باشد زیرا:

۱. هرچند از نقطه نظر بازده حذف COD و فورفورال در زمان اقامت بالا دو سیستم تقریباً مشابه هم عمل می‌کنند اما در زمان‌های اقامت پایین، عملکرد سیستم BAS مناسب‌تر می‌باشد.
۲. پایین بودن شاخص حجمی لجن (SVI^۳) در سیستم BAS موجب کیفیت مناسب ته‌نشینی این سیستم خاص شده لذا پدیده تورم لجن که یکی از مشکلات عملیاتی حاصل از بکارگیری سیستم لجن فعال است بوقوع نمی‌پیوندد.
۳. رشد میکروارگانیسم‌های جدا شده در سیستم BAS موجب بالا رفتن MLSS در این سیستم نسبت به سیستم PACT شده لذا در بعضی از موارد حتی منجر به عدم نیاز به بازگشت لجن می‌گردد.

۴. با توجه به هزینه‌های مربوط به تهیه پودر کربن فعال و مشکلات عملیاتی جداسازی و احیاء مجدد آن در سیستم PACT و از طرفی سازگار بودن میکروارگانیسم خاص جدا شده در

^۱ HRT

^۲ Wash out

^۳ Sludge Volume Index

سیستم BAS که خودبخود رشد کرده و نیاز به هزینه برای تهیه مداوم آن نیست، سیستم اصلاح بیولوژیکی (BAS) از نظر اقتصادی کاملاً بر سیستم اصلاح شیمی فیزیکی (PACT) ارجحیت دارد (۲۵)

۳-۴ تصفیه پساب‌های روغنی پالایشگاه:

واحدهای عملیاتی مختلف با توجه به هدف آنها به دو دسته کلی تقسیم می‌گردند:

(۱) واحدهای دارای راندمان پایین تر که فایده اصلی آنها رفع مشکلات بوی تعفن می‌باشند:

۱. واحد جداسازی مواد روغنی.

۲. واحد لخته‌سازی و شناورسازی شیمیایی.

۳. واحد بیولوژیکی.

(۲) واحدهایی که به منظور بهبود اساسی در کیفیت پساب مورد استفاده قرار می‌گیرند:

۱. واحد فیلتراسیون شنی یا چند مرحله‌ای.

۲. واحد جذب سطحی با کربن فعال شده.

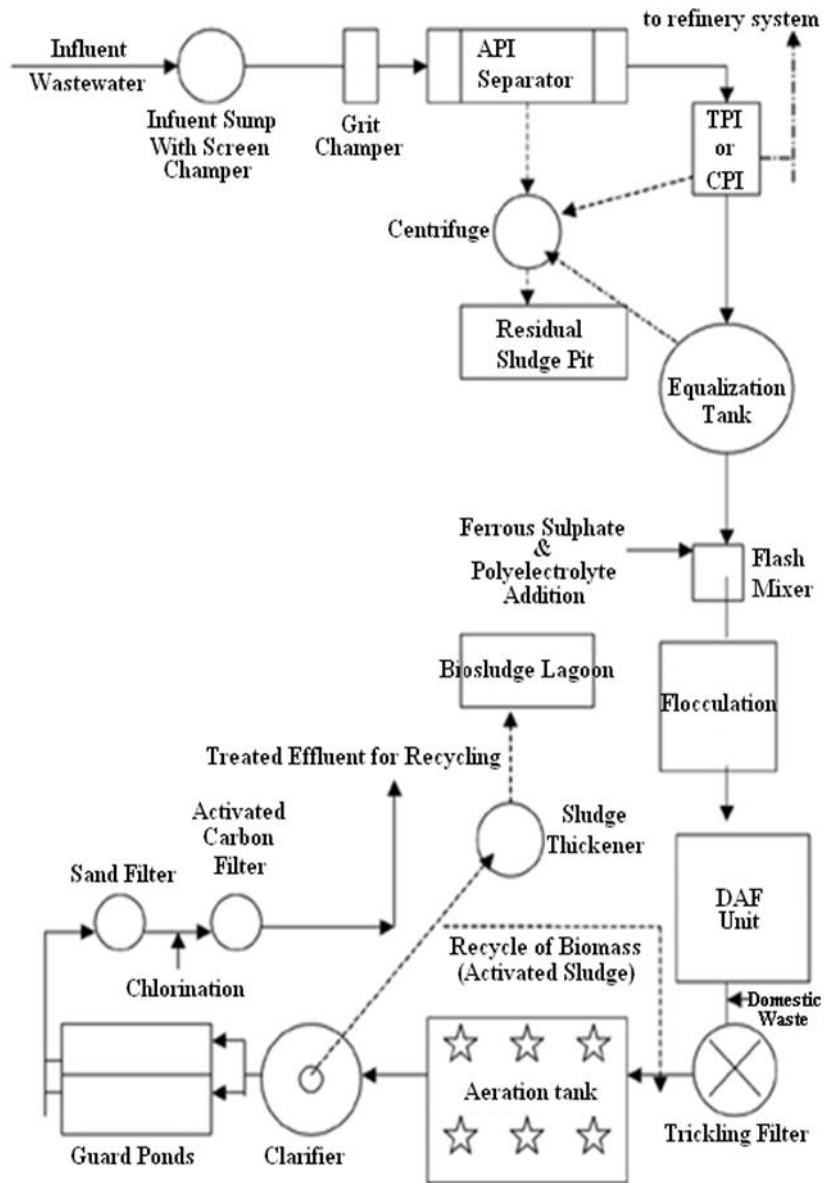
۳. واحد فرآیندهای جداسازی غشائی.

۴. اسمز معکوس.

۵. اولترا فیلتراسیون.

۶. واحد فرآیندهای تبادل یون (۱۹).

شکل ۲: فرآیند تصفیه فاضلاب خروجی از یک پالایشگاه (۱۹)



۳-۴-۱ سنجدن میزان پراکندگی روغن:

میزان جداسازی آب و روغن به اندازه قطرات روغن بستگی دارد. سنجیدن میزان پراکندگی روغن مشکل است اما می‌توان گام‌هایی را به منظور کاهش آن برداشت:

۱. جلوگیری از استفاده از شوینده‌هایی که ممکن است باعث پایداری امولسیون‌های شیمیایی شود.
۲. استفاده از یک اندازه مناسب لوله کشی برای جلوگیری از ایجاد آشفتگی و تشکیل قطرات ریز پراکنده.
۳. عدم استفاده از وسایلی همچون پمپ‌ها مخصوصاً پمپ‌های سانتریفیوژی، شیرها مخصوصاً شیرهای گلوله‌ای^۱، و دیگر محدود کننده‌های جریان همانند زانویی‌ها، تقسیم کننده‌ها که ممکن است باعث افزایش تشکیل امولسیون‌های مکانیکی در اثر ایجاد تنش‌های برشی شود. به همین دلیل نباید از پمپ‌های سانتریفیوژی سرعت بالا (حتی اگر نسبتاً ارزان و کوچک باشند) استفاده نمود و باید از پمپ‌هایی با خصوصیات برشی کم همانند پمپ‌های جابجایی مثبت استفاده شود (۲۷)

۳-۴-۲ شرایط ورودی ایده آل برای یک جداکننده آب روغن:

۱. استفاده از جریان ثقیلی (نه به صورت پمپ شده) در لوله کشی ورودی.
 ۲. انتخاب اندازه مناسب برای لوله کشی ورودی به منظور حداقل کردن افت فشار.
 ۳. لوله کشی ورودی باید دارای کمترین زانویی، تقسیم کننده، شیر و دیگر اتصالات باشد.
 ۴. لوله کشی ورودی باید تا حد ممکن صاف باشد تا از درهمی ایجاد شده در اثر زبری لوله جلوگیری شود. به همین خاطر لوله‌های PVC نسبت به لوله‌های بتنی زبر ترجیح داده می‌شود، هر چند که کمی درهمی (یعنی رینولدزهای نزدیک به ناحیه گذرا از آرام به درهم) برای به هم پیوستن قطرات روغن مناسب است (۲۷).
- فرآیندهای استفاده شده برای از بین بردن امولسیون‌های آب روغن شامل روش‌های شیمیایی و فیزیکی می‌شود.
- ۱- روش‌های شیمیایی یا بی‌ثبات کردن قطرات روغن پخش شده یا تخریب هر نوع عامل امولسیون کننده حاضر صورت می‌گیرد که شامل فرآیندهای زیر می‌باشد.

¹ Globe Valves

۱. در حالت کلی لخته سازی با نمک‌های آهن و آلومینیوم مؤثر می‌باشد هر چند که باعث سخت شدن آبگیری از لجن حاصل می‌شود.

۲. اسیدی کردن که در شکستن امولسیون‌ها نسبت به لخته سازی با نمک‌ها مؤثرتر اما گرانتر می‌باشند و باید پساب حاصل بعد از جداسازی خنثی شود.

۲- روش‌های فیزیکی شکستن امولسیون عبارتند از:

۱. گرمایش.

۲. سانتریفیوژ با سرعت بالا.

عیب اصلی این دو روش مصرف بالای انرژی می‌باشد (۲۷).

۳-۴-۳ اشکال مواد روغنی موجود در آب :

۱. روغن‌های آزاد: که از قطره‌های روغنی با قطری بیش از حدود ۳۰ میکرون تشکیل شده است و در شرایط سکون به سرعت تا سطح آب بالا می‌آید.

۲. روغن‌ها با پراکندگی مکانیکی (یک مخلوط ظاهراً همگن اما غیر محلول): که در آن اندازه قطرات روغن کوچک و بین ۱ تا ۳۰ میکرون می‌باشد و به علت حضور بارهای الکتریکی (روی سطح روغن که باعث جذب یون‌ها روی آن می‌شود) یا سایر نیروها و در غیاب مواد فعال سطحی پایدارند. و در صورت دادن زمان کافی بسیاری از آنها با استفاده از نیروی گرانش جدا خواهند شد.

۳. امولسیون‌های شیمیایی (یک مخلوط ظاهراً همگن اما غیر محلول): که دارای اندازه ای همانند روغن‌هایی با پراکندگی مکانیکی می‌باشند با این تفاوت که معمولاً به علت فعل و انفعال‌های شیمیایی که در اثر حضور عوامل فعال سطحی در سطح مشترک آب و روغن، دارای پایداری بیشتری هستند و نمی‌توان آنها را به وسیله نیروی گرانش جدا کرد.

۴. روغن محلول: ذرات روغن بسیار کوچک، که دفع آن به وسیله روش‌های فیزیکی معمولی غیر ممکن می‌باشد.

۵. روغن‌های چسبیده به سطح ذرات: که به عنوان مواد جامد مرطوب روغنی شناخته می‌شوند (۲۷)

۳-۵ جداکننده‌های ثقلی:

جدا کننده‌های ثقلی معمولاً برای زدودن و حذف روغن، گریس و نفت بصورت آزاد و غیر امولسیون به علت اختلاف چگالی با فاز آلی بکار می‌روند. از نظر تئوری فرآیند جداسازی در جدا کننده‌های ثقلی بوسیله قانون استوکس در غیاب جریانهای توربولانسی و گردشی پیش‌بینی می‌شود. بنابراین در عمل، بازدهی جدا کننده‌های ثقلی بستگی به طراحی دقیق هیدرولیک جدا کننده و زمان ماند پساب دارد. میزان کارایی یک جداکننده ثقلی بستگی به طراحی هیدرولیکی و زمان ماند لازم برای پساب بستگی دارد. به طور کلی زمان‌های ماند طولانی تر باعث افزایش راندمان جداسازی می‌گردد. در دبی‌های بالا زمان‌های ماند زیاد به وسیله مخازن خیلی بزرگ که ممکن است بین ۴/۵ تا ۶ متر عرض و ۱۴ تا ۱۸ متر طول داشته باشند، حاصل می‌شود. از مزایای جداکننده‌های ثقلی می‌توان به اقتصادی بودن و سادگی در بهره‌برداری و از معایب آن می‌توان به راندمان پایین در حذف روغن‌های محلول اشاره کرد (۲۷).

جداکننده‌های ثقلی عمدتاً به سه دسته زیر تقسیم بندی می‌شوند:

۱. جداکننده API

۲. جداکننده CPI^1 (یا TPI^2).

۳. جداکننده CPS^3 (۱۹)

۳-۵-۱ جداکننده موسسه نفت آمریکا (API^4):

جدا کننده API در واقع یک سیستم جدا کننده روغن از آب است که تحت استانداردهای API طراحی شده است. در این روش، در حوضچه‌های API روغن موجود در پساب از روی سطح و مواد معلق موجود در پساب به صورت لجن از کف مخزن جمع آوری شده و خروجی واحدهای API به مخزن متعادل ساز وارد و از آنجا به واحد DAF فرستاده می‌شود که در ادامه هر کدام از این واحدها شرح داده خواهد شد. این سیستم بطور وسیعی در تصفیه خانه‌ها و بسیاری از واحدهای صنعتی که دارای پساب حاوی مقادیر نسبتاً بالایی از روغن هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای طراحی مخازن دایره ای و مستطیلی استانداردهایی وجود دارد، ولی در عمل واحدهای مستطیل شکل سازگاری بیشتری داشته و به میزان وسیع‌تری بکار

¹ Corrugated Plate Interceptor

² Tilted Plate Interceptor

³ Coalescing Plate Separator

⁴ American Petroleum Institute

می‌روند. در این واحدها علاوه بر حذف روغن و چربی، ذرات جامد مثل پیچ و مهره، ورقه‌های پلاستیکی، قطعات بزرگتر فلزی و غیره که غالباً در فاضلاب روها ملاحظه می‌شوند به وسیله جدا کننده‌ها حذف می‌شوند. در نتیجه در این نوع جدا کننده‌ها به لجن روبه‌های قویتری نیاز خواهیم داشت. طراحی انواع مختلف جدا کننده‌های آب و روغن براساس اختلاف دانسیته استوار است. قابلیت و توانایی جدا کننده در بهبود بخشیدن به عملکرد جداسازی روغن از پساب، تابع عوامل متعددی همانند نوع و حالت روغن و چربی در جریان پساب، خواص جریان حاصل، طراحی و اندازه واحد و زمان ماند پساب می‌باشد. از آنجا که مواد روغنی مخصوصاً گریس‌ها دارای ویسکوزیته بالایی می‌باشند در فصول سرد از حالت یک سیال خارج شده و باعث عدم تخلیه آنها توسط کف‌گیرها می‌شود، در نتیجه می‌بایست کف‌گیرها به گرم‌کن‌هایی با قدرت کافی برای افزایش سیالیت این مواد مجهز شوند. معیارهای طراحی یک جدا کننده API را می‌توان با موارد زیر تعیین کرد:

۱. سرعت افقی در جداکننده ممکن است تا ۱۵ برابر سرعت صعود بحرانی (یعنی کمترین سرعت صعود) قطرات روغن و حداکثر ۳ فوت در دقیقه (۰/۹ متر در دقیقه) تعیین شود. سرعت‌های بالاتر از این حد باعث توزیع مجدد قطرات روغن می‌گردد.

۲. عمق جریان در جدا کننده می‌بایست بین ۳ تا ۸ فوت (۰/۹ تا ۲/۴ متر) باشد.

۳. عرض جداکننده می‌بایست بین ۶ تا ۲۰ فوت (۱/۸ تا ۶/۱ متر) باشد.

۴. نسبت عمق به عرض می‌بایست بین ۰/۳ تا ۰/۵ باشد.

۵. فاصله موج گیر^۱ نگهدارنده روغن با کف گیر قرار گرفته در پایین دست آن می‌بایست حداقل ۱۲ اینچ (۰/۳ متر) باشد (۲۷).

مزایای اصلی استفاده از این نوع جداکننده طراحی ساده، ارزانی و نیاز به نگهداری و تعمیر کمتر می‌باشد. به عبارت دیگر جداکننده API به منظور جداسازی قطرات با قطر بیش از ۱۵۰ میکرون طراحی شده است. در عمل جریان خروجی از این جداکننده محتوی کمتر از ۵۰ ppm روغن قابل جداسازی نخواهد بود زیرا بخش مهمی از روغن موجود در جداکننده دارای قطر کمتر از ۱۵۰ میکرون است. رابطه اصلی حذف روغن در اینگونه واحدها همانند واحدهای ته نشینی (قانون استوکس) و به قرار زیر است. باید توجه داشت که این فرمول فقط برای روغن آزاد می‌تواند بکار رود و برای روغنهای امولسیون‌ی قابل استفاده نیست (۲۸).

$$V_r = \frac{(\rho_w - \rho_o)gd^2}{18\mu}$$

¹ Baffle

V_r : سرعت ته نشینی یا صعود (بر حسب m/s).

ρ_w : دانسیته آب (kg/m^3).

ρ_o : دانسیته روغن (kg/m^3).

μ : ویسکوزیته دینامیکی یا مطلق آب ($N.s/m^2$).

d : قطر ذرات (بر حسب m).

g : ثابت ثقل ($9.81 m/s^2$).

فرضیات قانون استوکس عبارتند از:

۱. شکل این قطرات کروی هستند.

۲. جریان آرام است.

۳. عدد رینولدز نزدیک واحد است.

از این رابطه می‌توان نتیجه گرفت که با کاهش ویسکوزیته آب، سرعت صعود روغن در آب افزایش می‌یابد. افزایش دما به صورت قابل توجهی ویسکوزیته آب را کاهش می‌دهد. برای مثال در صورت ثابت ماندن باقی پارامترها قطرات روغن در آب در دمای ۴ درجه سانتیگراد، تنها با نصف سرعت در دمای ۳۲ درجه سانتیگراد، صعود می‌کنند. از رابطه قانون استوکس می‌توان نتیجه گرفت تفاوت بزرگتر بین وزن مخصوص آب و روغن باعث افزایش سرعت صعود روغن در آب می‌گردد (۲۷).

این رابطه برای همه جدا کننده‌های ثقلی روغن از آب بکار می‌رود. همچنین باید توجه داشت که این فرمول فقط برای روغن آزاد می‌تواند بکار رود و برای روغنهای امولسیون قابل استفاده نیست. جدا کننده‌های نوع API و CPI برای حذف و کاهش روغنهای امولسیون طراحی نمی‌شوند، بلکه فقط برای روغنهای آزاد مورد استفاده قرار می‌گیرند. اندازه استاندارد قطر ذرات روغن برای حذف ۱۵۰ میکرون است (۲۸).

مجموعه‌های پیش ساخته در دسترس جدا کننده API معمولاً دارای حدود ۱۴ فوت عرض و ۱۴۰ فوت طول می‌باشد (۱۹).

به عنوان نمونه در تصفیه خانه پالایشگاه نفت پارس دو حوضچه API وجود دارند، که برخلاف معمول، به صورت سری به یکدیگر متصل شده اند، به طوری که مطابق طراحی انجام شده، جریان خروجی از API اول

به API دوم می‌ریزد. پسابهای روغنی پالایشگاه ورودی واحد API را تشکیل می‌دهد. براین اساس حداقل، حداکثر و میانگین غلظت مواد روغنی مشاهده شده در خروجی API به ترتیب ۱۰، ۶۰ و ۴۵ میلی گرم در لیتر است. حوضچه API به طول ۳۰، عرض ۴ و عمق ۱/۴ متر با پوشش بتن اجرا شده است. لجن روب کف و سطح، روی ریل‌های نصب شده در دو طرف مسیر و با سرعت متوسط ۱ متر در دقیقه حرکت می‌کند. قوای حرکتی لجن روب توسط کمپرسور هوا تأمین شده و کنترل آن به صورت دستی است. لجن سطح توسط لجن روب سطحی جمع آوری شده و توسط لوله تخلیه روغن (نصب شده در انتهای حوضچه) دفع می‌شود. این لوله به قطر ۸ اینچ و بدون شیب و با کنترل تراز دستی احداث شده است. همچنین لجن کف API توسط لجن روب کف جمع آوری شده و به چاله ابتدای حوضچه می‌ریزد (۲۹).

۳-۵-۲ جداکننده رهگیر صفحه راه راه CPI (یا TPI) :

جداکننده‌های CPI که گاهی به نام TPI نیز خوانده می‌شوند جایگزین جداکننده‌های API و مخازن ته نشینی اولیه شده اند. این جداکننده‌ها شبیه جداکننده‌های API می‌باشد، با این تفاوت که به منظور افزایش راندمان حذف دارای مجموعه‌ای از صفحات موازی شیب‌دار و اغلب موج‌دار می‌باشد که سطح وسیعی را برای قطرات روغن معلق به منظور انعقاد و تبدیل به قطره‌های بزرگ‌تر فراهم می‌کند. جداکننده CPI در واقع یک نوع خاص از جداکننده TPI می‌باشد که در آن از صفحات موج‌دار استفاده می‌شود. پس می‌توان گفت TPI یک اصطلاح کلی برای این نوع جداکننده‌ها می‌باشد. اساس کار این نوع جداکننده‌ها نیز بر مبنای اختلاف بین وزن مخصوص روغن‌های معلق و آب می‌باشد. این سیستم‌ها معمولاً از صفحه‌های فایبرگلس و در قاب‌های فولادی زنگ نزن ساخته می‌شوند. قطرات روغن ورودی به سیستم در طول صفحه بالایی تا رسیدن به سطح صعود می‌کنند. به علت کاهش اساسی در ارتفاع مؤثری که باید قطرات روغن صعود کنند، این سیستم نسبت به جداکننده API کارایی بهتری در زدودن روغن دارد (۳۰)

در هر صورت این صفحات موازی میزان جداسازی روغن از آب را افزایش می‌دهد در نتیجه برای یک جداسازی معین به فضای کمتری نسبت به جداکننده‌های API نیاز خواهند داشت. این واحدها فقط نیاز به ۱۵ تا ۲۰ درصد از فضای مورد نیاز یک جداکننده API داشته و بطور چشمگیری هزینه ساخت و نگهداری را کاهش می‌دهند. این صفحات موج‌دار با زاویه‌ای بین صفر تا ۶۰ درجه و در اغلب موارد بین ۴۵ تا ۶۰ درجه نسبت به افق در داخل مخزن قرار می‌گیرند. ملاحظه شده است که اگر صفحات با زاویه ۶۰ درجه قرار بگیرند، ذرات جامد به سهولت از روی صفحات به سمت پایین لیز خورده و در کف مخزن جمع آوری می‌شوند. از مهمترین مزایای یک جداکننده CPI نسبت به جداکننده API می‌توان به بالا بردن راندمان

جداسازی مواد روغنی و لجن از پساب، ایجاد جریان آرام بین صفحات، تحت تأثیر قرار نگرفتن توزیع جریان در داخل جدا کننده به وسیله وزش باد، تخلیه آسان لجن و مواد ته نشین شده در جدا کننده، کاهش چشمگیر هزینه ساخت جدا کننده بخصوص در مواردی که نیاز به مواد مقاوم در برابر اسید باشد اشاره کرد. همچنین این واحدها به آسانی قابل نگهداری بوده و نیازی به هیچگونه قطعه متحرک و قابل تعمیر در زیرآب ندارند(۲۸).

واحدهای CPI بطور گسترده در بسیاری از صنایع برای جداسازی آب و روغن بکار می‌روند اما در پالایشگاهها با استقبال کمتری روبرو شده‌اند. دلیل این امر آنست که این واحدها قادر به پذیرش و تحمل شوک‌های حاصل از افزایش ناگهانی بار آلی و جریانهای با حجم زیاد را (به خوبی جدا کننده‌های API) ندارند. جدا کننده‌های CPI نسبت به جریان پساب عبوری و بار روغن دارای محدودیتهایی هستند که باعث کاهش راندمان عملکرد واحدها می‌شود. مقدار جریان گذرنده از واحدهای CPI با مساحت صفحات و حجم واحد متناسب است. مخازن CPI معمولاً شامل ۱۲ تا ۴۸ صفحه موجدار بوده که بصورت موازی در داخل محفظه نصب می‌شوند. فاصله صفحات از یکدیگر بین ۰.۷۵ تا ۱.۵ اینچ است. جنس صفحات، بسته به مشخصات فیزیکی و شیمیایی پساب ممکن است فلزی و یا پلاستیکی باشد و معمولاً با توجه به PH پساب از مواد پوشش دهنده مقاوم در برابر خوردگی استفاده می‌شود(۲۸).

۳-۵-۳ جداکننده جدا ساز صفحه ای CPS:

در جداکننده‌های CPS برای جداسازی روغن از آب، میدیا^۱، سطحی را به منظور جمع آوری و تبدیل ذرات ریز روغن به قطرات بزرگتر فراهم می‌کند. در این نوع میدیا از منافذی با اندازه کوچک به منظور تولید سطح نیمه‌تراوا استفاده می‌شود به همین خاطر جریان باید فاقد هر گونه ماده معلق باشد زیرا باعث انسداد این منافذ خواهد شد. پس این واحد می‌بایست بعد از یک واحد فیلتراسیون قرار گیرد. جنس این میدیاها می‌تواند از سرامیک، پلیمر و یا توری‌های ریز فلزی می‌باشد. این روش از لحاظ سرمایه و هزینه‌های عملیاتی بسیار گران می‌باشد و معمولاً برای دبی‌های کم پساب روغنی به کار می‌رود. میانگین غلظت‌های روغن خروجی گزارش شده از این فیلترها کمتر از ۱۰ ppm می‌باشد(۲۷)

در این نوع جداکننده‌ها در حالیکه جریان آب از میان صفحه‌ها عبور می‌کند، قطره‌های کوچک روغن به سمت بالا صعود می‌کنند و به سطوح پایینی صفحه‌ها برخورد کرده و در آنجا گیر می‌افتند. قطره‌های گیر

¹ Media

افتاده یک فیلم روی سطح زیرین صفحه‌ها تشکیل می‌دهند، و سرانجام به قطره‌های بزرگ، که با سرعت بالاتر صعود می‌کنند تبدیل خواهند شد (۱۹).

از مزایای این سیستم اندازه کوچکتر آن نسبت به صفحات شیبدار می‌باشد. زیرا مسافت عمودی برای صعود قطرات روغن کمتر از سیستم‌ها با صفحات شیبدار می‌باشد و در یک بازه زمانی یکسان باعث جداسازی مؤثرتر ذرات با اندازه ۴۵ تا ۶۰ میکرون خواهد شد. پس این جداکننده‌ها قابلیت جداسازی روغن‌های امولسیون و محلول را همانند سیستم‌های هوادهی خواهند داشت. از معایب این سیستم امکان مسدود شدن صفحات به وسیله جامدات و آسیب دیدن صفحات پروپیلن با حلال‌هایی همانند^۱ BTEX می‌باشد. فاصله مرکز به مرکز فضای میان صفحات افقی موجدار که معمولاً از جنس پلی‌پروپیلن روغن‌دوست^۲ می‌باشند، به طور مساوی و بین ۰/۲۵ تا ۳ اینچ تعیین می‌شود (۲۷).

جداکننده‌های CPS وسایل مؤثری برای دفع جامدها هستند و به عنوان دستگاه‌های کنترلی دفع فلزات به صورت ذرات ریز فلزی از جریان‌های فاضلاب سطحی پیشنهاد می‌شوند. به هر حال این جداکننده‌ها هر فلز یا مواد دیگر حل شده را به این دلیل که کاملاً فیزیکی هستند دفع نخواهند کرد. ضمناً COD و BOD، همراه دفع روغن و ذرات جامد کاهش خواهد یافت. فاصله‌بندی صفحه‌ها^۳ عبارت است از تعداد صفحه‌های منعقد کننده در جهت عمودی هر مجموعه. این دامنه ممکن است از یک فاصله باریک ۳۱ صفحه‌ای در هر فوت تا یک فاصله خیلی وسیع ۳ تا ۴ صفحه‌ای در هر فوت باشد. بسته به نوع جداکننده، اختلاف دانسیته آب و روغن، اندازه قطرات (۴۰ تا ۱۵۰ میکرون)، دما، میزان مواد جامد و بار هیدرولیکی، می‌توان روغن معلق نشده را به ۱۰ الی ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر کاهش داد (۱۹).

۳-۵-۴ جداکننده‌های سانتریفیوژی^۴:

در این روش فاز آبی چگالتر با استفاده از نیروهای سانتریفیوژی حاصل از دوران سیال به سمت ناحیه خارجی حرکت می‌کند و مواد روغنی سبکتر نزدیک هسته گردآب جمع و سپس جدا می‌گردند که به مکانیسم‌های جمع آوری روغن نیاز می‌باشد. سانتریفیوژ نیروی گریز از مرکز بزرگی را تولید می‌کند که از یک ظرف دوار با یک موتور الکتریکی با سرعت دورانی تقریباً ۵۰۰۰ دور در دقیقه تشکیل شده است. برای

¹ Benzene & Toluene & Ethyl benzene & Xylene

² Oleophilic

³ Plate Spacing

⁴ Centrifugal Separators

جداسازی روغن از آب، از سانتریفیوژ دیسک ^۱ استک^۱ استفاده می‌شود. ظرف دوار محتوی تعدادی دیسک مخروطی است که مسافت جابجایی قطرات روغن را کاهش می‌دهد. روغن در مرکز و آب در قسمت خارجی سانتریفیوژ جمع می‌شود. جامدات نیز به صورت متناوب به وسیله سیستم هیدرولیکی خارج می‌شود. میانگین غلظت‌های روغن خروجی گزارش شده از سانتریفیوژها بین ۴۰ تا ۶۰ ppm می‌باشد (۲۷).

سانتریفیوژهای دیسکی، عمودی و سرعت بالا برای جداسازی همزمان دو مایع (همانند روغن و آب) و ذرات جامد ریز مورد استفاده قرار می‌گیرد. طرز کار آن نیز به این صورت است که ابتدا خوراک از بالا و به وسیله یک لوله ساکن وارد کاسه در حال دوران سانتریفیوژ می‌شود سپس قبل از ورود به دیسک استک از طریق توزیع کننده به آن شتاب داده می‌شود. فاز روغنی به سمت مرکز حرکت می‌کند و از آنجا توسط مجرای خروجی تخلیه می‌شود و فاز آبی از روی دیسک‌ها به سمت بیرون حرکت می‌کند که از طریق یک خروجی مجزا به بیرون هدایت می‌شود. همچنین فاز جامدی که در محیط کاسه جمع شده، به طور متناوب به وسیله یک سیستم هیدرولیکی که در زیر کاسه قرار گرفته است، تخلیه می‌شود (۳۱).

۳-۶ شناور سازی^۲:

شناور سازی عملیاتی است که برای جدا سازی ذرات جامد یا مایع از یک فاز مایع به کار می‌رود. مزیت اصلی شناور سازی بر ته نشینی این است که با این روش، ذراتی را که بسیار کوچک و یا سبک هستند و به آرامی ته نشین می‌شوند، می‌توان به طور کامل تر و در زمان کوتاه تری حذف کرد. به محض شناور شدن ذرات در سطح، می‌توان آن‌ها را از طریق کف روبی جمع آوری کرد (۲۸).

در شناور سازی با هوا، جداسازی از طریق تزریق هوا به صورت حبابهای میکروسکوپیگ گاز (معمولاً هوا) درون فاز مایع صورت می‌پذیرد. حبابهای هوا به قطرات روغن می‌چسبند و سبب کاهش وزن مخصوص قطره‌های روغن و هوا و در پی آن افزایش نیروی شناوری موجب افزایش سرعت صعود قطرات به سطح می‌شود. بدین ترتیب می‌توان ذراتی را که حتی چگالی آنها از مایع بیشتر است، را نیز به صعود به سطح واداشت. استفاده از حبابهای گاز یا هوا به منظور تصفیه پسابهای حاوی روغن و نیز جداسازی ذرات معدنی بطور گسترده ای رایج است. تجهیزات شناور سازی با هوا معمولاً در پایین دست یک واحد جداکننده ثقلی قرار می‌گیرند.

بطور کلی فرآیند شناور سازی از چهار مرحله اساسی تشکیل می‌شود:

¹ Disk Stack

² Flotation

۱. تولید حباب در پساب روغنی.
 ۲. برخورد بین حبابهای گاز و قطرات روغن شناور در آب.
 ۳. چسبیدن قطرات روغن به حبابهای گاز.
 ۴. صعود مجموعه هوا و روغن به سطح آب، یعنی جایی که روغن جمع آوری می‌شود.
- در تولید حباب‌های هوا، دو روش شناورسازی با هوای محلول و شناورسازی با هوای پخش شده به کار برده می‌شود. (۳۲).

۳-۶-۱ شناورسازی با هوای محلول (DAF^۱):

واحد شناورسازی با هوای محلول معمولاً بعد از یک واحد API یا CPI قرار دارد و به وسیله مواد شیمیایی (پلیمرها و مواد منعقد کننده) و شناورسازی، روغنهای امولسیون را جدا می‌کند. در واحد DAF به کمک تزریق هوا و افزایش مواد پلی الکترولیت، روغن‌های محلول در پساب به صورت لجن کفی جدا می‌شود. یک سیستم DAF بطور معمول از پمپ فشار، سیستم تزریق هوا، مخزن اشباع سازی، رگولاتور فشار (شیر فشارشکن) و مخزن شناورسازی (دارای پخش کننده جریان ورودی) تشکیل شده است. در سیستم DAF برای اشباع سازی پساب از هوا آن را تحت فشار قرار می‌دهند و پس از آزاد سازی آن در فشار اتمسفر تولید حباب می‌کند. تحت فشار قرار دادن پساب در شناورسازی با هوای محلول به سه روش صورت می‌گیرد: (۲۷)، (۳۲)

۱. تحت فشار قرار دادن کل جریان: در این سیستم تمام پساب خام ورودی تحت فشار قرار گرفته و از هوا اشباع می‌شود. در این طرز عمل نسبت به دو روش دیگر بیشترین مقدار هوا حل می‌شود و نتیجه آن بیشترین احتمال اتصال مناسب بین ذرات و حبابهای هواست. اما در اثر این عمل بدلیل نیاز به سیستمهای اشباع سازی بزرگتر، احتمال شکستن لخته‌ها، در اثر عملکرد پمپ و همچنین هنگام کاهش فشار بیشتر می‌شود. (۲۷)، (۳۲)

۲. تحت فشار قرار دادن قسمتی از جریان: در این سیستم قسمتی از پساب خام ورودی به طرف سیستم تحت فشار منحرف می‌شود. از مزایای اصلی این سیستم می‌توان کاهش دادن بهای پمپاژ، ظرفیت بیشتر سیستم در حمل جریان لخته سازی و کاهش شکستن لخته‌ها را نام برد. عیب رایج

¹ Dissolved Air Flotation

این سیستم و سیستم اول، قیچی شدن لخته‌ها و یا امولسیون شدن روغن در هنگامی است که جریان ورودی دچار کاهش فشار می‌شود. در فشارهای یکسان، مقدار هوای حل شده در این سیستم نسبت به تحت فشار قرار دادن کل جریان پساب، کمتر است (۲۷)، (۳۲).

۳. تحت فشار قرار دادن جریان برگشتی: در این سیستم ۲۰ تا ۵۰ درصد پساب تصفیه شده، به سیستم تحت فشار برگردانده می‌شود. بنابراین از شکسته شدن لخته‌ها و یا امولسیون مجدد روغن در جریان ورودی جلوگیری می‌شود. بدلیل اضافه شدن جریان برگشتی به کل جریان مجبور به بکارگیری بستر شناورسازی بزرگتری هستیم. بررسی‌ها حاکی از به کار بردن فشار ۵ تا ۶ بار در صنایع مختلف می‌باشد. در بررسی‌ها، میزان جریان برگشتی بین ۲۵ تا ۵۸ درصد و بطور متوسط برابر با ۳۷ درصد گزارش شده است (۲۷)، (۳۲)

واحد DAF در پالایشگاه نفت پارس توسط شرکت ایتالیایی KWI ساخته و راه اندازی شده است. واحد DAF مخزنی مدور به شعاع ۳/۹ m و ارتفاع ۰/۹۰۶ m دارد که بطور معمول تراز آب در ارتفاع ۰/۲۸۰ m از کف آن تنظیم می‌شود. در این واحد از پلی آلومینیوم کلراید (PAC^1) به عنوان منعقد کننده استفاده می‌شود. همچنین از مواد پلیمری به عنوان پلی الکترولیت به منظور کاهش بار ذرات استفاده شده است. هوا با دبی ۲-۳ مترمکعب در سال و در فشار نرمال با آب مخلوط می‌شود. مخلوط سازی توسط ADT^2 و در فشار ۵/۵ بار به مدت ۱۵ تا ۱۰ ثانیه انجام می‌گیرد. مطابق طراحی کنترل دبی ورودی و خروجی این واحد توسط دوشیر پروانه ای اتوماتیک که توسط PLC^3 مجموعه واحد DAF کنترل می‌شود، انجام می‌گیرد. تخلیه لجن سطح^۴، توسط لجن روب سطح که حرکت و دور آن توسط PLC قابل کنترل است، انجام می‌پذیرد. به علاوه، لجن کف^۵ نیز در هر ساعت به مدت ۱۵ ثانیه تخلیه می‌شود. کنترل این جریان توسط شیر دیافراگمی انجام می‌پذیرد. در حال حاضر تخلیه لجن DAF به داخل حوضچه API دوم انجام گرفته، دبی آن از ۱/۵ تا ۲/۵ مترمکعب در ساعت متغیر است. لجن ذخیره شده در این حوضچه هرماه یکبار توسط تانکر تخلیه می‌شود (۲۹)

۳-۶-۲ شناورسازی القائی یا پخشی (IAF^6):

¹ Poly Aluminium Chloride

² Air Dissolving Tube

³ Programmable Logic Controller

⁴ Scum

⁵ Sludge

⁶ Induced (or Dispersed) Air Flotation

اختلاف بنیادی این نوع شناورسازی با سیستم DAF، سیستمی است که توسط آن حبابها تشکیل می‌شوند. در سیستم DAF ابتدا هوا در اثر فشار حل شده و سپس به آن اجازه داده می‌شود تا بصورت حبابهای نسبتاً ریز در فشار اتمسفری تشکیل هسته دهد. اما در سیستم استاندارد IAF پره‌های همزن با دور بالا سبب تولید حبابهای هوا در داخل سوسپانسیون شده و نسبت به DAF، حبابهای بزرگتری (حتی تا قطر ۱۰۰۰ میکرومتر) به وجود می‌آورند. تکنیک شناورسازی با هوا در روش IAF بسیار سریع بوده و نتیجه آن زمان ماند نسبتاً کوتاه (۵ دقیقه یا کمتر) همراه با کاهش ابعاد تجهیزات است. مزیت اصلی فرآیندهای شناورسازی با هوا افزایش جداسازی روغن می‌باشد. درحالیکه سیستم‌های ثقلی جداسازی نمی‌توانند قطرات روغن با قطر کمتر از ۶۰ میکرون را جدا کنند، شناورسازی با هوا می‌تواند قطرات روغن با قطر بیشتر از ۳۵ با هوای محلول و بیشتر از ۵۰ میکرون با هوای پخشی را جدا کند. اما هر دو این سیستم‌ها به مواد شیمیایی نیاز دارد که باعث افزایش قابل ملاحظه ای در هزینه‌های عملیاتی نسبت به روش‌های جداسازی ثقلی می‌شود. همچنین به این دلیل که نیاز به هوای پخشی و یا تحت فشار به درون جریان می‌باشد تفکیک مکانیکی قطرات روغن یک خطر جدی می‌باشد (۲۷).

واحدهای تصفیه تجاری که از روش IAF استفاده می‌کنند، عموماً از نظر طراحی، چند سلولی هستند. بنابراین به آلاینده‌ها بیش از یک‌بار فرصت شناوری داده می‌شود. به عنوان مثال اگر چهار سلول وجود داشته باشد و بازدهی متوسط حذف آنها هر کدام ۶۰ درصد باشد، درصد حذف نهایی ۹۷/۵ درصد خواهد شد. در سیستم‌های DAF معمولاً مواد شیمیایی قبل از تجهیزات DAF در داخل مخزنی اضافه شده و با پساب مخلوط می‌شوند. در سیستم IAF مواد شیمیایی درست قبل از اولین سلول شناوری به پساب اضافه شده و انرژی لازم برای اختلاط با جریان تند در داخل این سلول تأمین می‌شود (۳۲).

در گذشته به ندرت از روش شناور سازی القائی استفاده شده است، اما محبوبیت آن بدلیل جمع و جور بودن و توانایی استفاده از گازهای برگشتی در شناورسازی رو به افزایش است. این واحدها برای جلوگیری از نشت گازهای هیدروکربنی، می‌توانند عایق شوند. از آنجا که در این روش تماس هوا با آب در فشار اتمسفریک صورت می‌گیرد حبابهای هوا به داخل آب وارد می‌شوند. در حالیکه در روش DAF حبابها در داخل فاز آب تشکیل می‌شوند. باید توجه داشت که در این واحدها برای انعقاد، از پلیمر استفاده می‌شود و معمولاً به منظور افزایش راندمان حذف، از چهار واحد شامل همزن تخم مرغ زنی شکل، برای شناورسازی استفاده می‌شود. مصرف برق در این روش زیاد است ولی فضای نسبتاً کمتری را نسبت به یک واحد DAF اشغال

می‌کند. پارامترهای مهم طراحی در واحدهای IAF عبارتند از: سرعت چرخش و غوطه‌وری، نوع تزریق کننده^۱ و زمان ماند مایع (۳۲).

امولسیون آب و روغن می‌تواند به وسیله افزایش مواد شیمیایی شکسته شود. حباب‌های کوچک هوا آزاد می‌شود و به موجب آن جامدات و روغن به آن می‌چسبند و تا سطح واحد آب شناورسازی بالا می‌روند. یک لایه شناور تشکیل می‌شود که به وسیله سیستم‌های کف‌گیر بر طرف می‌شود. واحدهای شناورسازی، هم به صورت مدور و هم به صورت مستطیل به کار می‌روند. در سیال خروجی واحد شناورسازی میزان روغن به ۱۰-۲۰ و جامدات به ۲۰-۳۰ میلی‌گرم در لیتر کاهش می‌یابد. در ادامه برش سرتاسری از دو واحد شناورسازی از نوع DAF نشان داده شده است (۲۷).

۳-۷ واحد بیولوژیکی:

تصفیه روغن‌های محلول و دیگر انواع امولسیون‌های تثبیت شده شیمیایی، که نمی‌توانند با افزودن مواد شیمیایی بی‌ثبات شوند، می‌تواند مشکلات جدی را ایجاد کند. مقادیر جزئی روغن باقیمانده پس از تاسیسات جدا کننده روغن و واحد شناور سازی، به وسیله لجن فعال شده جذب سطحی شده یا به صورت بیولوژیکی کاهش می‌یابد. به طور کلی استفاده از میکروارگانیسم‌های سازگار شده برای تجزیه بسیاری از این مواد، بسیار مؤثر می‌باشد. البته این سیستم‌ها تنها برای پساب‌های پیش تصفیه شده مناسب هستند و مقادیر زیاد روغن، برای این سیستم‌های بیولوژیکی ایجاد مشکل می‌کنند زیرا سریع‌تر از آنکه بتوانند توسط میکروارگانیسم‌ها مورد سوخت و ساز قرار گیرند جذب می‌شوند مثلاً در فیلترهای چکنده روغن سطوح میکروبی را می‌پوشاند و تبدیل مواد آلی اکسید شونده را کاهش می‌دهد و در سیستم‌های لجن فعال نیز روغن جذب شده باعث تخریب خصوصیات ته نشینی و در نتیجه کاهش راندمان می‌شود. سوخت و ساز میکروبی روغن، به علت حلالیت پایین روغن و آرایش فضایی مولکول‌های روغنی محدود می‌شود. فیلترهای چکنده می‌تواند غلظت‌های روغن تا ۵۰ ppm و سیستم‌های لجن فعال تا ۲۰ ppm را بدون تحت تأثیر قرار گرفتن از حضور روغن، تصفیه کند. خروجی‌های تصفیه شده بیولوژیکی معمولاً حاوی کمتر از ۱۵ ppm روغن می‌باشند (۲۷).

می‌بایست در هر حالت از کاهش PH به دامنه اسیدی جلوگیری کرد. ناخالصی‌های آلی کاملاً حل شده و کلوئیدی، به وسیله میکروارگانیسم‌ها از پساب حذف می‌شوند. هنگامی که ماده میکروبی تشکیل می‌شود، این مواد تا حد فرآورده‌های نهایی متابولیسم ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) تبدیل می‌گردند. (۲۷).

¹ Educator

اگر در غلظت آلودگی تغییرات قابل توجهی وجود داشته باشد، می‌بایستی یک استخر یکنواخت سازی یا متعادل سازی، قبل از واحد بیولوژیکی پیش بینی شود. هدف این واحد به حداقل رساندن یا کنترل تغییرات مشخصات کمی و کیفی فاضلاب می‌باشد تا اینکه شرایط بهینه را برای واحدهای بعدی تصفیه (سیستم DAF و فرآیندهای بیولوژیک) فراهم کند. حجم مخزن باید آنچنان باشد که به اندازه کافی تغییرات فاضلاب را که ناشی از تغییرات در تولید پالایشگاه می‌باشد را در خود جذب و محلول‌های غلیظ را پخش و تعدیل کند. (۲۷).

۳-۸ فرآیندهای تکمیلی تصفیه پساب:

علاوه بر واحدهای ذکر شده واحدهای دیگری به منظور پالایش بیشتر و بهبود اساسی در کیفیت پساب مورد استفاده قرار می‌گیرند که عبارتند از فیلتراسیون شنی یا چند مرحله ای، جذب سطحی با کربن فعال شده، فرآیند جداسازی غشائی، فرآیندهای تبادل یون. با اتصال یک سری از این فرآیندها، می‌توان کیفیت پساب را به حدی بالا برد که بتوان از آن برای استفاده مجدد حتی برای آب مورد نیاز بویلر، به کار برد. اما یک سؤال اقتصادی وجود دارد که تا چه حدی می‌بایست به تصفیه پساب ادامه داد؟ (۱۹).

۳-۸-۱ فیلترهای دانه‌ای^۱:

از این فیلترها می‌توان همانند جداکننده‌های CPS برای افزایش انعقاد قطرات روغن استفاده کرد. از فیلترهای فشاری دانه‌ای، به صورت روزمره در تصفیه پساب‌های روغنی استفاده می‌شود. از گارنت^۲، ماسه یا پوسته‌های خرد شده بادام و غیره به عنوان میدیا استفاده می‌شود. به طور کلی میزان روغن جداسازی شده در این روش از روش شناورسازی بیشتر می‌باشد، اما معایبی نیز دارد نخست، اینکه ظرفیت جداسازی روغن، به این علت که روغن و جامدات به صورت فیزیکی باعث مسدود شدن فیلتر می‌شوند، کم است. به منظور منطقی بودن زمان اجرا و اندازه فیلتر غلظت روغن ورودی نباید از ۵۰ ppm بیشتر باشد که این نشان می‌دهد یک پیش تصفیه خوب ضروری است. ثانیاً، نیاز به عملیات پس‌شویی^۳ دارند و در نهایت به این علت که میدیای فیلتر یک محیط ایده آل برای تکثیر باکتری‌های کاهنده سولفات می‌باشد و بسیاری از آفت کش‌های تجاری نیز روی عملکرد فیلتر اثر زیان آور دارند کنترل این باکتری‌ها مشکل است. میانگین غلظت‌های روغن خروجی گزارش شده از این فیلترها بین ۵ تا ۱۵ ppm می‌باشد (۲۷).

¹ Granular Media Filter

² Garnet

³ Backwash

۳-۸-۲ جذب سطحی با کربن^۱:

کربن اکتیو ددارای خاصیت جذب سطحی بسیار بالایی بوده و اگر با مواد شیمیایی تماس حاصل نماید این مواد را به خوبی جذب می کند. خاصیت جذب سطحی کربن مربوط به خلل و فرج در اب است که با کیفیت جذب خود مواد آلی را در این خلل و فرج میکند. (۳۳)

جذب سطحی با کربن به صورت گسترده ای به منظور جداسازی مقادیر کم روغن مورد استفاده قرار می گیرد و این عملیات نیازمند احیاء مجدد کربن با استفاده از بخار، آب داغ، حلال های آلی و گرماکافت^۲ می باشد همچنین به طور کلی این روش به یک سرمایه گذاری بزرگ برای تأمین و احیاء کربن نیاز دارد پس نمی توان به طور گسترده از این روش را برای جداسازی غلظت های بالای روغن استفاده کرد (۳۳).

۳-۸-۲-۱ تهیه کربن فعال :

برای تهیه کربن فعال می توان از تمام منابع کربن از جمله چوب ، پوشال ، کاه و زغال سنگ ، زغال کک و با قیمانده حاصل از تقطیر نفت استفاده نمود. برای تهیه زغال فعال از چوب و خاک اره و غیره این مواد را در ظروفه سر بسته دور از هوا حرارت می دهند در درجه حرارتهای پایین تا ۱۷۰ درجه ابتدا بخار آب و اسید فرمیک و اسید استیک در ستون متصاعد می شوند . درحرارت بالاتر از ۲۵۰ درجه قطران چوب تولید شده که از ظرف تقطیر خارج می گردد. (۳۳)

باقیمانده ته ظرف کربن است که اگر تا حدود ۹۰۰ درجه حرارت داده شود به کربن اکتیو تبدیل می شود . سپس کربن گداخته را با بخار آب خنک کرده بعداً آنرا در اب سرد میریزند . کربنی را که بدین طریق بدست میاید پس از سرد شدن از اب جدا کرده و خشک میکنند دانه های کربن را سپس با آسیبهای مکانیکی خرد میکنند و به صرت ذرات ریز به ابعاد ۰.۵-۲ میلی متر در می آورند (۳۳).

میتوان زغال سنگ را در کوره حرارت داده و پس از خارج شدن قطران کربن را تا ۹۰۰ درجه گرم نمود و ناگهان با بخار آب سرد نموده و بعد با آسیابهای مکانیکی کربن را به صورترذرات گرانول درآورد. کربن اسباب شده با الک شماره ۳۰-۴۰ جدا کرده و جهت تصفیه به کار میبرند. (۳۳)

¹ Carbon Adsorption

² Pyrolysis

۳-۲-۸-۲ باسازی کربن فعال :

هنگامیکه کربن اکتیو فعالیت خود را از دست می دهد آنرا جمع آوری و در کوره های مخصوصی که برای اینکار ساخته می شود حرارت داده و مواد جذب شده در کربن سوخته و کربن مذکور دوباره فعال می شود. کربن در کوره باسازی که دارای طبقات مختلف می باشد وارد می شود در طبقات بالای کوره حرارت کمتر بوده و هر قدر به پایین نزدیکتر شود درجه حرارت زیاد تر و نهایتاً ۹۵۰ تا ۹۰۰ درجه می رسد (۳۳).

کربن گداخته را سپس با بخار آب خنک کرده و در آب سرد می ریزند در این عملیات کربن فعال شده و همراه با جریان آب به ستونهای تصفیه خانه منتقل میشوند ممکن آنرا خشک کرده و در انبار ذخیره نمایند. در ضمن عملیات باسازی کربن حدود ۱۰٪ آن از بین رود که با استفاده از کربن جدید مقدار آنرا ترمیم نمود. در کشورهای صنعتی کارخانه های متعددی برای تهیه و باسازی کربن وجود دارد که این کارخانه ها کارشان تولی و باسازی کربن و توزیع به کارخانه ها و تصفیه خانه ها می باشد (۳۳).

۳-۲-۸-۳ مزایای استفاده از کربن فعال :

۱. کربن اکتیو قادر به جذب کلیه مواد آلی در سطح بسیار حساس می باشد .
۲. با استفاده از کربن رنگ و بوی آب گرفته میشود .
۳. مواد روغنی که در سیستم بیولوژیکی و لاگونی تولید اشکال می نماید بوسیله کربن فعال از فاضلاب جدا می شوند.
۴. پارهای از مواد آلی که برای سیستم بیولوژیکی مضر می باشند مانند فنل ،سیانور و سایر ترکیبات سمی به کمک کربن فعال جذب و از آب خارج می شوند
۵. تغییرات ناگهانی در غلظت مواد که شوک نامیده می شود در سیستم تصفیه ،با استفاده از کربن فعال ایجاد اشکال نمی کند.(۳۳)

۳-۲-۸-۴ اشکالات ناشی از کاربرد کربن فعال :

۱. این روش قدری گران و پرهزینه است .

۲. کنترل عملیات باید به شدت انجام گرفته و سهل انگاری و ندانم کاری باعث از کار افتادن سیستم تصفیه خواهد شد.

۳. فاضلاب قبل از ورود به ستونهای کربن باید کاملاً زلال و عاری از مواد کلوییدی و معلق باشد. در غیر این صورت خلل و فرج ذرات به سرعت گرفته شده و سیستم از کار خواهد افتاد و عمر موثر ذرات کربن برای انجام عملیات تصفیه کوتاه خواهد شد.

۴. کادر فنی آزمایشگاه و مهندسی عملیات باید کاملاً ورزیده باشند تا در عملیات تصفیه کلیه مراحل تحت کنترل شدید درآیند (۳۳).

۳-۸-۳ سیستم‌های غشائی^۱:

توجهی که در ده‌های اخیر به صرفه‌جویی در میزان مصرف انرژی صنایع معطوف شده، در مهندسی شیمی نیز جایگاه ویژه‌ای یافته است. در فرایندهای جداسازی، این انگیزه در طراحی فرایندها تقویت شده است که تا حد امکان از تشکیل فاز دوم در جداسازی اجتناب شود تا به این صورت در مصرف انرژی تا حد امکان، صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای به عمل آید. بدین ترتیب توجه به گروهی از فرایندها معطوف گردیده که جداسازی را بدون تغییر فاز انجام می‌دهند. امروزه انتخاب بهترین روش جهت بازیابی، حفظ محیط زیست و بازیافت مواد ارزشمند از پساب‌های صنعتی و گازهای خروجی از واحدهای پتروشیمی و پالایشگاه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تکنولوژی نوین غشاء به راحتی جایگزین روش‌های قدیمی و معمول گشته است. مزایایی چون انتخاب پذیری بالا، کنترل فرآیند، سادگی و هزینه‌های عملیاتی پایین تر نسبت به فرآیندهای موجود باعث توجه روزافزون واحدهای پالایشگاهی به استفاده از این تکنولوژی در پالایشگاهها گردیده است. مزایایی که باعث برتری و جایگزین شدن این تکنولوژی نسبت به فرآیندهای متداول در زمینه تصفیه پساب شده عبارتند از: نگهداری تمام مواد معلق جامد و بیشتر مواد حل شده به صورت انتخابی در بیوراکتور که در نتیجه آب خروجی دارای کیفیت بسیار بالایی است که حتی می‌تواند به عنوان منبع آبی آشامیدنی مورد استفاده قرار گیرد، توانایی نگهداری تمام باکتریها و ویروسها، و در نتیجه خروجی از واحد استریل بوده و باعث جلوگیری از شیوع بیماریهای واگیردار می‌شود، امکان کنترل جمعیت میکروبی و انعطاف پذیری آن در طی فرآیند از مهمترین مشخصه‌های این واحدها می‌باشد. تصفیه پسابهای پالایشگاهی به روش تکنولوژی غشائی و نهایتاً استفاده از آب تصفیه شده به عنوان آب خنک‌کن فرآیندی اقتصادی می‌باشد. امروزه فرآیند جداسازی غشائی، کاربردهای فراوانی را در صنایع مختلف از جمله نفت، گاز و پتروشیمی یافته است. برای استفاده در مقیاس صنعتی، این غشاءها در بسته‌هایی خاص مورد استفاده قرار

¹ Membrane Systems

می‌گیرند که در اصطلاح مدول نامیده می‌شوند. هر مدول حاوی مقدار معینی از غشاء است که با آرایشی خاص قرار گرفته اند و کانال‌های مشخصی برای عبور خوراک و خروج اجزای باقیمانده و عبور کرده از غشاء دارد. مزایای تکنولوژی غشائی عبارتند از: مصرف انرژی کمتر، انجام جداسازی بدون نیاز به مصرف مواد شیمیایی، انجام جداسازی در دمای محیط، حجم و وزن کم تجهیزات جداسازی، نصب و عملیات ساده، سهولت دستیابی و امکان استفاده از فازهای جدا شده، انعطاف‌پذیری بالای فرآیند، قابلیت اتصال آن به سایر فرآیندهای جداسازی.

با به کارگیری میکرو و اولترافیلتراسیون جداسازی مقادیر زیادی از روغن امکان پذیر می‌باشد و از عملیات تحت فشار به منظور عبور فاز آبی از غشاء استفاده می‌شود. سیستم‌های غشائی از لحاظ هزینه‌های سرمایه و عملیاتی خیلی گران می‌باشند و معمولاً برای دبی‌های پایین از پساب روغنی به کار برده می‌شود (۲۷).

۳-۸-۱۴ اسمز معکوس (RO):

صنایع امروز برای تصفیه آب مورد استفاده در بخشهای تولید بخار از سیستم اسمز معکوس استفاده فراوانی می‌برند. اساس کار این دستگاهها بر عبور ملکولهای غیریونی مثل آب از یک غشاء با روزه‌های بسیار ریز بنا شده است. این غشاءها به صورتی ساخته شده اند که ملکولهای خنثی را به راحتی از خود عبور می‌دهند. به همین دلیل آب ورودی به سیستم، که دارای املاح مختلف است به آب تقریباً خالص تبدیل می‌گردد. در سیستم اسمز معکوس، جریان ورودی یا خوراک^۲ به دو جریان تراوش کرده^۳ و پس زده شده^۴ تبدیل می‌شود. (۳۴).

در صنعت لازم است تصفیه آب به صورت پیوسته صورت پذیرد و اگر بخواهیم عمل تصفیه را ناپیوسته انجام دهیم، افزایش غلظت نمک در ظرف خوراک باعث ازدیاد فشار اسمزی گشته لذا بایستی دائماً فشار عملیاتی را زیاد کنیم لذا برای جلوگیری از این مشکل همواره جریانی را از قسمت محلول غلیظ دستگاه خارج می‌کنیم تا غلظت ثابت بماند. بنابراین همواره جریان تراوش کرده کمتر از مقدار جریان خوراک میباشد. در سیستم اسمز معکوس، غشاء مهمترین و حساس ترین قسمت دستگاه می‌باشد. زیرا فشار عملیاتی مورد نیاز ارتباط مستقیم با ضخامت غشاء و قطر سوراخهای آن دارد. همچنین غشاء به علت تماس مداوم با مواد

¹ Reverse Osmosis

² Feed

³ Permeate

⁴ Reject

شیمیایی افزوده شده به آب، بایستی مقاوم بوده و با مواد بازدارنده و ضد رسوب گذار و آفت‌کشها^۱ واکنش ندهد. عوامل مؤثر در مقایسه غشاءها عبارتند از: قطر سوراخها، ضخامت، مقاومت در مقابل مواد شیمیایی، قیمت، افت فشار و در نهایت شرکت سازنده. قبل از ورود فاضلاب به دستگاه اسمز معکوس، باید پیش تصفیه شود. به علت کیفیت بسیار عالی آب خروجی از سیستم اسمز معکوس امروزه بیشتر صنایع از این روش، بجای بکارگیری سیستمهای تعویض یونی استفاده می‌کنند. زیرا مبادله کننده‌های یونی به علت مصرف زیاد مواد شیمیایی و رزین، دارای هزینه راهبری و نگهداری زیادی می‌باشند(۳۴).

۳-۸-۵ اولترافیلتراسیون^۲:

تفاوت بین دو فرآیند اسمز معکوس و اولترافیلتراسیون، تخلل غشاءهای استفاده شده و فشار عملیاتی می‌باشد. در اسمز معکوس به منظور نگهداری مواد نامحلول تا حدود یون‌های فلزی از غشاءهای متراکم استفاده می‌شود و فشار عملیاتی لازم در دامنه ۱۰-۱۰۰ بار و ترجیحاً بیش از ۳۰ بار می‌باشد. اما برای اولترافیلتراسیون از غشاءهای متخلخل استفاده می‌شود که صرفاً از عبور مولکول‌های درشت (تک یا چند مولکولی) با وزن مولکولی زیاد (تقریباً ۲۰۰۰) جلوگیری می‌کند و میزان فشار عملیاتی آن حداکثر ۱۰ بار و ترجیحاً ۳-۸ بار می‌باشد(۱۹).

غشاءهای استفاده شده اصولاً از مواد آلی مانند استات سلولز، پلی آمید یا پلی اکریل نیتریل می‌باشند. برای اطمینان از قابلیت عبور دهی کافی، مخازن نسبتاً بزرگی مورد نیاز است. نسبت فیلتراسیون فرآیند غشائی، اساساً به فشار عملیاتی، دما و pH، سن غشاء و همچنین بار جامدات جدا شده روی غشاء بستگی دارد. بنابراین برای نگهداری فیلتراسیون در حالت بهینه ضروری است که غشاءها از آلودگی به وسیله جامدات یا آلودگی‌هایی شبیه آن محافظت شوند. (۱۹).

۳-۸-۶ سیستم بیورآکتورهای غشائی (MBR^۳):

امروزه یکی از روشهای پیشرفته تصفیه فاضلاب روش غشائی MBR می‌باشد که ترکیبی از فرایند لجن فعال مرسوم و اولترا یا میکروفیلتراسیون برای جدا سازی لجن و تصفیه پساب است. در این روش جداسازی میکروب‌ها توسط غشاء انجام می‌شود و میکروب‌ها پشت غشاء باقی می‌مانند و اثر دوگانه تصفیه بیولوژیک و فیلتراسیون غشائی باعث شده این فرآیند یک فرآیند قوی و ابزار مؤثر در پاکسازی پساب صنعتی باشد و

¹ Biocides

² Ultra Filtration

³ Membrane Bioreactor

جداسازی کامل، سریع و دقیق باشد. استفاده از غشاء باعث می شود در فضای کم، تصفیه فاضلاب با راندمان بالا انجام شود به طوری که کیفیت آب تصفیه شده از استانداردهای فاضلاب برای تخلیه به آبهای سطحی نیز خیلی بهتر باشد. البته تصفیه با MBR ممکن است برای دستیابی به استانداردهای استفاده مجدد کافی نباشد و به گامهای اضافی دیگری همانند فرایندهای اکسیداسیون و نانوفیلتراسیون برای ارتقای پساب تصفیه شده با MBR، نیاز باشد. این غشاءها هنوز در ایران تولید نمی شوند و کشورهای محدودی آن را تولید می کنند و محصول وارداتی است و کار در پژوهشگاه بر روی آن شروع شده است و پیش بینی می شود با توجه به شرایط در آینده جایگزین سیستمهای فعلی شوند.

اولین واحد MBR در ایران در پالایشگاه نفت پارس و در تاریخ ۸۸/۴/۱۴ با موفقیت راه اندازی شده است. فعالیت های طراحی پروژه توسط شرکت های دریا پالا و زنون^۱ کانادا از تاریخ ۸۴/۹/۱ شروع شد و طولانی شدن زمان خرید تجهیزات موجب به تعویق افتادن زمان راه اندازی پروژه شد، با این وجود کارهای اجرایی ساختمانی توسط پیمانکاران داخلی و کار نصب تجهیزات توسط تیم پالایشگاه تا تاریخ ۸۷/۷/۱ به پایان رسید. قرار بود راه اندازی بخش بیولوژیک با ارسال برنامه نرم افزار کنترل و مدارک فنی مربوطه توسط تیم اعزامی شرکت زنون در تاریخ ۸۷/۷/۱ انجام شود ولی آن شرکت به بهانه تحریم آمریکا از ادامه همکاری خودداری کرد. به این ترتیب کار تهیه نرم افزار و تعیین تنظیم های پروسسی توسط تیم فنی در داخل کشور با جدیت پیگیری و پروژه با موفقیت در تاریخ ۸۸/۴/۱۴ راه اندازی شده است. راه اندازی بخش آبگیری لجن پالایشگاه، از قبل توسط شرکت آلمانی هابر^۲ در نیمه اول آبان ماه ۸۷ به اجرا درآمده بود. با اجرا و راه اندازی این سیستم، پساب تصفیه شده پالایشگاه از کیفیتی بسیار فراتر از استاندارد سازمان حفاظت از محیط زیست ایران برخوردار شده است. ضمناً طی فاز دوم پروژه تصفیه پساب پالایشگاه که در دست بررسی است از آب تصفیه شده برای استفاده مجدد در پالایشگاه استفاده خواهد شد (۳۵)

جریان ورودی به واحد تصفیه تکمیلی (سیستم MBR) شامل فاضلاب بهداشتی خروجی از مخزن متعادل ساز بهداشتی و پساب صنعتی خروجی از DAF است. این جریان پس از عبور از یک صافی که قابلیت جداسازی ذرات تا یک میلیمتر را دارد وارد ایستگاه پمپاژ شده و از آنجا به راکتورهای بیولوژیکی فرستاده می شود. در این قسمت ۲ راکتور بیولوژیکی A و B وجود دارد که می توانند بطور مستقل و بدون وابستگی به هم با ظرفیت هر کدام ۴۰ مترمکعب در ساعت کار کنند. بیوراکتورها جریان فاضلاب خام را بعد از آشغالگیری دریافت و با لجن برگشتی از غشاءها به طریق هوادهی عمقی مخلوط می کنند. در این بیوراکتورها هوادهای عمقی قرار دارند که بطور مداوم هوا تزریق می کنند. در این تانکها برای تنظیم مواد

¹ Zenon

² Huber

شیمیایی، اوره (برای تأمین نیتروژن) و اسید فسفریک (برای تأمین فسفر) بطور مداوم تزریق می‌شود و همچنین در صورت نیاز آنتی فوم برای جلوگیری از ایجاد کف و هیدروکسید سدیم برای تنظیم PH اضافه می‌شود. در ادامه پمپ های فرآیندی، جریان را به واحد غشاءهای اولترافیلتراسیون می برند که در آن جداسازی مایع مخلوط و آب تصفیه شده صورت می گیرد. مشخصات پساب ورودی (خروجی سیستم DAF و پساب بهداشتی) و آب تصفیه شده خروجی از MBRها مطابق جدول زیر است. (۳۵)

جدول ۷: مشخصات پساب ورودی و آب تصفیه شده خروجی از MBRها (۳۵)

خصوصیات	مقدار ورودی	مقدار خروجی	واحد
دبی روزانه طراحی شده	۱۹۲۰		مترمکعب در روز
	۸۰		مترمکعب در ساعت
BOD ₅	حداکثر ۲۰۰	کمتر از ۵	میلی گرم در لیتر
COD	حداکثر ۷۰۰	کمتر از ۵۰	میلی گرم در لیتر
TSS	حداکثر ۶۰	کمتر از ۲	میلی گرم در لیتر
NH ₃ -N	حداکثر ۲۰		میلی گرم در لیتر
TDS	حداکثر ۲۰۰۰		میلی گرم در لیتر
دما	۲۰ - ۳۸		درجه سانتیگراد
pH	۶/۸ - ۸/۵		
MEK	حداکثر ۶۰		میلی گرم در لیتر

میلی گرم در لیتر		حداکثر ۶۰	فورفورال
میلی گرم در لیتر	کمتر از ۱۰	حداکثر ۲۰	روغن و گریس
میلی گرم در لیتر		۲۵۰	قلیائیت
NTU	کمتر از ۱		کدورت ^۱

از آنجایی که در تانک تصفیه بیولوژیکی رشد میکروبی به صورت مداوم جریان دارد مقادیری لجن تولید می شود که این لجن ها در تانک های غشائی از آب تصفیه شده جدا می شود. برای بهینه کردن عملکرد راکتورهای بیولوژیکی مقداری از این لجن به تانکها برگردانده می شود و لجن اضافی از کانال گردش لجن گرفته می شود و توسط کانال به تانک مخصوص لجن می رود و آب تصفیه شده از تانک های غشائی به مخزن آب تصفیه شده پمپ می شود. (۳۵)

این غشاءها بطور معمول بصورت کاست کنار هم در یک تانک قرار می گیرند.

در جدول بالا غشاءهای میکروفیلتر، اولترافیلتر، نانوفیلتر و اسمزمعکوس مقایسه شده اند. در پروژه MBR شرکت نفت پارس از غشاءهای اولترافیلتر استفاده شده است (۳۵)

¹ Turbidity

جدول ۸: مقایسه انواع غشاءها (۳۵)

نوع غشاء	اندازه خلل و فرج (میکرون)	فشار (بار)	مواد فیلتر شونده
میکروفیلتر	۰/۱ - ۰/۲	۰/۰۵ - ۰/۲۵	باکتری‌ها، گل‌آلودی، کیست‌ها
اولترافیلتر	۰/۰۱	۰/۰۷ - ۰/۹۵	کلوئیدها، ویروس‌ها، پروتئین‌ها
نانوفیلتر	۰/۰۰۱	۳ - ۱۲	رنگ‌ها، نمک‌ها، یون‌های آزاد
اسمز معکوس	۰/۰۰۱	۹ - ۷۰	ذرات با شعاع اتمی، نمک‌ها، یون‌های آزاد

۳-۸-۶ فرآیندهای تمیز کردن غشاء:

نحوه عملکرد این غشاءها بدین صورت است که جریان وارد قسمت خارجی آنها می‌شود و در اثر عبور جریان از روی غشاءها، مایع فیلتر شده و ناخالصی‌ها روی سطح فیلتر باقی می‌مانند و سپس با سیستم شستشوی معکوس این غشاءها تمیز می‌شوند. فرآیندهای تمیز کردن غشاء به دو صورت است: یکسری از آنها بطور همزمان با عمل فیلتر کردن جریان صورت می‌گیرند و یکسری از آنها با قطع عمل فیلتراسیون و بردن غشاءها به حالت تعمیر و نگهداری (غیر فعال) عمل می‌کنند. در زیر شرح مختصری از این روشها آورده شده است. (۳۳)

۳-۸-۶-۲ فرآیندهای تمیز کردن غشاء بطور همزمان با عمل فیلتر کردن:

۱. تمیز کردن غشاء با هوا: غشاءها با هوا بطور مداوم هر ۱۰ ثانیه تمیز می‌شوند، هوا کمک می‌کند که جامداتی که روی سطح غشاءها تجمع کرده اند کنده شوند. (۳۳)
۲. تمیز کردن غشاء با شستشوی معکوس: فرآیند شستشوی معکوس با جدا کردن جامدات تجمع کرده روی سطح غشاءها باعث تمیز شدن غشاء می‌شوند و خاصیت نفوذپذیری آن احیا می‌شود. جریان لازم برای شستشوی معکوس ۴۰ لیتر به ازای هر مترمکعب در ساعت دبی ورودی است که این آب توسط پمپها از یک تانک مخصوص تأمین می‌شود. مدت زمان لازم برای این عمل ۳۰ ثانیه است و هر ۵ دقیقه این عمل صورت می‌گیرد. تزریق محلول NaOCl در جریان شستشوی معکوس، عمل تمیز کردن را تسریع می‌کند. (۳۳)

۳-۸-۶-۳ فرآیندهای تمیز کردن غشاء با قطع عمل فیلتراسیون:

نفوذ پذیری غشاءها به مرور زمان در اثر گرفتگی کاهش می‌یابد، چرا که فرآیند شستشوی معکوس و تمیز کردن با هوا قادر نیست نفوذ پذیری غشاءها را بطور کامل به آنها برگرداند. برای طرف کردن این مشکل یکسری فعالیتها انجام می‌شود که برای انجام آنها باید تانک توسط شیر تخلیه، تخلیه شود و سپس چند بار عمل شستشوی معکوس روی غشاءها صورت گیرد که یک زمان استراحت بین دفعات شستشوی معکوس در نظر گرفته می‌شود. در نهایت در طی این مراحل تانک از مایع مخلوط پر شده و عمل نفوذ ادامه می‌یابد. تزریق مواد شیمیایی مثل هیپوکلریت سدیم و اسید سیتریک و اسید هیدروکلریک در این مرحله نیز عمل تمیز کردن را تسریع می‌کند. این مواد در حین شستشوی معکوس تزریق می‌شوند (این مواد بطور همزمان تزریق نمی‌شوند). مدت زمان لازم برای کل این فرآیند نیم تا یک ساعت است (۳۳).

۳-۸-۶-۴ فعالیتهای لازم برای احیا کردن غشاء:

هر چند وقت یکبار، هنگامی که گرفتگی جدی یا رسوب کردن غشاء پیش می‌آید یکسری فعالیتها برای احیا کردن آن صورت می‌گیرد که معمولاً زمان آن هر ۶ ماه می‌باشد. برای این عمل لازم است که شیرهای جریان ورودی بسته شوند و تانک مزبور از فرآیند تصفیه خارج شود. این فرآیند شامل خالی کردن تانک از مایع مخلوط و پر کردن آن با نفوذ و مکش غشاء در محلول تمیز برای یک دوره زمانی طولانی است (۳۳).

۳-۸-۷ مقایسه فرآیند MBR (شرکت زنون) و لجن فعال متعارف (AST¹):

در جدول زیر فرآیند MBR و لجن فعال متعارف مقایسه شده و بطور خلاصه مزیت‌های این سیستم تصفیه تکمیلی از جنبه های مختلف مورد توجه قرار گرفته است.

¹ Activated Sludge Treatment

جدول ۹ : مقایسه فرآیند MBR و لجن فعال متعارف (۳۳)

MBR	لجن متعارف (AST)	
خیر	بله	نیاز به تانک ته‌نشینی
خیر	بله	نیاز به فیلتر شنی
۱۰۰۰۰	کمتر از ۵۰۰۰	BOD ₅ (میلی گرم در لیتر)
بین ۱۰ تا ۳۶۵	کمتر از ۱۵	SRT ^۱ (روز)
۱۰ - ۲۴	۳ - ۴	HRT ^۲ (ساعت)
۰/۱ - ۰/۳	۱ - ۲	درصد وزنی MLVSS ^۳
۳ تا ۵ برابر کوچکتر	بزرگ	فضای مورد نیاز
خیر	بله	حساسیت به پدیده بالکینگ لجن ^۴

¹ Solids Retention Time

² Hydraulic Retention Time

³ Mixed Liquor Volatile Suspended Solids

⁴ Sludge Bulking

کیفیت آب تصفیه شده توسط سیستم پیشنهادی مشارکت دریا پالا - زنون به حدی است که می‌تواند به عنوان خوراک سیستم RO (سیستم تصفیه آب اصلی نفت پارس) به کار رفته و به علت فیلتراسیون بسیار مناسب عمر غشاء سیستم RO را بیش از سه برابر بالا ببرد. شایان ذکر است بیشترین هزینه سیستم RO مربوطه به تعویض غشاء بعلت تخریب و گرفتگی آنها با ذرات جامد است. سیستم فراصافی شرکت زنون تاکنون در بسیاری از موارد به عنوان پیش تصفیه سیستم RO و با هدف کاهش هزینه تعویض غشاءهای گران قیمت RO مورد استفاده قرار گرفته است. به عنوان نمونه می‌توان به استفاده سیستم فراصافی به عنوان پیش تصفیه RO در شرکت اتومبیل سازی تویوتا، شرکت اتومبیل سازی کرایسلر، پالایشگاه نفت پمکس در مکزیک و شرکت سامسونگ اشاره کرد. استفاده از سیستم فراصافی علاوه بر افزایش عمر غشاء سیستم RO، نقش قابل توجهی در کاهش هزینه های شستشوی غشاء، کاهش مصرف برق، مواد شیمیایی و همچنین کاهش مصرف آب و افزایش راندمان سیستم دارد. از طرف دیگر استفاده از پساب تصفیه شده، هزینه تهیه آب خام را حذف کرده و به علاوه اثرات زیست محیطی مثبتی در راستای کاهش برداشت از منابع آب زیرزمینی خواهد داشت. همچنین سیستم فراصافی شرکت زنون اجازه عبور میکروارگانیسم‌ها و بسیاری از ویروسهای غوطه ور در آب را نداده و در نتیجه نیازی به ضدعفونی کردن آب وجود نداشته و به علاوه مشکل رسوب لجن روی غشاءهای سیستم RO برطرف می‌شود. پالایشگاه نفت پارس در نظر دارد که از آب خروجی MBR به عنوان آب جبرانی کولینگ تاورها استفاده کند و تا حد امکان، آبی از پالایشگاه خارج نشود(۳۳)

۳-۸-۸ فرآیندهای تغلیظ لجن:

فرآیندهای تغلیظ لجن در پالایشگاه‌های تولید روغن روانکاری مشابه فرآیندهای تغلیظ لجن در تصفیه‌خانه های فاضلاب غیر صنعتی می‌باشد با این تفاوت که لجن حاصل از مخازن API و DAF که روغنی است

نمی‌توان خشک و سپس به عنوان کود در کشاورزی و یا موارد دیگر استفاده نمود بلکه این لجن‌ها را وارد سیستم آبیگری مجزا کرده و سپس با روش‌های مناسبی دفع می‌شود. مثلاً در شرکت نفت پارس این لجن‌های خشک ریخته شده درون بشکه از طریق قراردادی که با شهرداری بسته شده است، دفع می‌گردد.

لجن بیولوژیک خروجی از سیستم MBR نیز ابتدا وارد یک تغلیظ کننده ثقلی می‌شود که عمل تغلیظ را روی لجن انجام می‌دهد. لجن خروجی از تغلیظ کننده توسط پمپ به هاضم‌هوازی می‌رود که در این مخزن هواده‌های عمقی تعبیه شده است برای هضم لجن زمانی حدود ۱۵ روز در نظر گرفته می‌شود. لجن تولید شده از این روش بدون بو و بدون خواص مضر خواهد بود. لجن خروجی از هاضم‌توسط پمپ به سیستم آبیگری لجن وارد می‌شود که عمل آبیگری و خشک کردن لجن را انجام می‌دهد. به این جریان قبل از ورود به سیستم آبیگری، پلی‌الکترولیت کاتیونی تزریق می‌شود که به عمل لخته شدن کمک می‌کند. لجن آبیگری شده دارای ۲۰ تا ۳۰ درصد مواد جامد است که از نظر ظاهری خشک بوده و قابل استفاده برای مصارف کشاورزی است (۳۶)

۳-۸-۹ جمع‌بندی:

در سال‌های اخیر سخت‌گیری‌های بیشتر برای استانداردهای پساب تصفیه شده خروجی، باعث شده بسیاری از جداسازهای API که از قبل در تصفیه‌خانه‌ها موجود بوده است، از طریق افزودن سیستم‌های جداسازی دیگری که در پایین دست این واحد قرار می‌گیرند، اصلاح می‌شوند. البته بهینه‌سازی هزینه‌ها در مقابل مزایای هر کدام از سیستم‌های پیشرفته برای دستیابی به استانداردهای مورد نیاز ضروری می‌باشد. هنگامی که ما نیاز به کیفیت جداسازی بالایی داشته باشیم، می‌بایست هزینه‌های بیشتری را برای سیستم‌های پیچیده، ظریف و مستعد شکستگی خرج کنیم. البته مشکلات دیگری مانند گرفتگی با مواد جامد، نیاز به مواد شیمیایی، امکان ناپذیری تصفیه دبی‌های زیاد و نیاز به استفاده از عملیات پیش تصفیه با یک سیستم با راندمان پایین قبل از آن را نیز می‌توان ذکر کرد (۳۷)

در جدول زیر کل سیستم‌هایی را که در مورد آنها بحث شد، مقایسه می‌شوند:

جدول ۱۰: واحدهای فرآیندی مورد استفاده برای تصفیه پساب‌های روغنی (۲۵)

اندازه کوچکترین قطره جدا شده (میکرون)	خواصیات واحدهای فرآیندی	واحدهای فرآیندی
۱۵۰	نیازمند فضای بزرگ و کارهای عمرانی می‌باشد	جداکننده API ^۱
۱۰۰	کیفیت جداسازی ضعیف است و به یک موتور نیاز دارد	سانتریفیوژ
۶۰	نیازمند فضای بزرگ و احتمالاً کارهای عمرانی می‌باشد	جداکننده TPI ^۲
۴۵-۵۰	امکان گرفتگی صفحات با مواد جامد و آسیب دیدن به وسیله حلال‌ها وجود دارد	جداکننده CPI ^۳
۵۰	ورودی آن نیاز به پیش تصفیه دارد و دارای توان مصرفی بالا و نیازمند مواد شیمیایی می‌باشد	شناورسازی القایی (IAF)
۳۵	ورودی آن نیاز به پیش تصفیه دارد و دارای پیچیدگی مکانیکی، توان مصرفی بالا و نیازمند مواد شیمیایی می‌باشد	شناور سازی با هوای محلول (DAF)
۲۵-۳۰	ورودی آن نیاز به پیش تصفیه دارد و نیازمند عملیات پس‌شویی ^۴ و احتمالاً مواد شیمیایی می‌باشد	فیلتر با میدیای دانه‌ای ^۱

¹ American Petroleum Institute

² Tilted Plate Interceptor

³ Corrugated Plate Interceptor

⁴ Backwash

ورودی آن نیاز به پیش تصفیه دارد و تمام جامدات معلق را جدا می کند	۱۵	جداکننده ^۲ CPS
ورودی آن نیاز به پیش تصفیه دارد و تمام جامدات معلق را جدا می کند و دارای هزینه های بالایی می باشد	کمتر از ۵	غشاءها

۳-۸-۰ نتیجه گیری

پسماندهای هر نوع رخداد در یک پالایشگاه یا کارخانه پتروشیمی باید بدون آلودگی به محیط زیست دفع گردد. اطلاعات قبلی نشان داد، سیستم های تصفیه ای متفاوتی برای صرفه جویی آب مورد نیاز یا کاهش شدید حجم پساب تخلیه شده به جریان دریافت کننده، در یک پالایشگاه مدرن در دسترس هستند. اکنون تخلیه صفر یک تکنولوژی ممکن می باشد اما رسیدن به این هدف باید از لحاظ اقتصادی (تجزیه و تحلیل هزینه و سود) بررسی شود.

¹ Granular Media Filter

² Coalescing Plate Separator

منابع:

۱. خردمند . جعفر قلی. نام کتاب :اصول تصفیه بیولوژیکی فاضلاب های شهری . ناشر: جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان
۲. جعفر زاده ، محمد تقی – سیمای زیست محیطی صنعت پتروشیمی – انتشارات صنوبر – چاپ اول
۳. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، شورای عالی سازمان حفاظت از محیط زیست، آیین نامه اجرایی بند (ج) قانون برنامه ۵ ساله سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران.
۴. چوپانی. مهندس محمد حسین. نام کتاب : آلاینده های زیست محیطی و حفاظت از محیط زیست . ناشر : آموزش و تجهیز نیروی انسانی شرکت ملی گاز ایران (آموزش فنی و تخصصی)
۵. هاشمیان . سعیده . نام کتاب : اصول تصفیه آب و پسابهای صنعتی. ناشر: انتشارات جنگل
۶. تألیف دکتر مینود بیری ، آلودگی محیط زیست ، ۱۳۷۵
- v. Multilateral Investment Guarantee Agency Environmental Guidelines For Petrochemicals Manufacturing
۸. سید مسعود منوری ، کتاب «راهنمای ارزیابی اثرات زیست محیطی کارخانجات پتروشیمی» تهران، انتشارات فرزانه، ۱۳۸۱، چاپ اول ۱۳۸۰
۹. اداره HES شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی ایران – آلاینده های زیست محیطی و روش های کنترل آنها – انتشارات روابط عمومی
۱۰. جعفر زاده ، محمد تقی – سیمای زیست محیطی صنعت پتروشیمی – انتشارات صنوبر – چاپ اول
۱۱. ماهنامه نفت پارس. ماهنامه علمی، آموزشی و پژوهشی، شماره ۴۷، خرداد ۱۳۸۶، صفحه ۵.

۱۲. دکترسیدکمال سجادیان (دکترای شیمی آلی)، هفته نامه پزشکی امروز (شماره ۸۸۸) مقاله: مواد آلاینده آلی در آب شرب — تاریخ مقاله: ۲۵/۱۰/۱۳۹۰
۱۳. تألیف نوئل دنورز، ترجمه دکترایوب ترکیان، مهندسی کنترل آلودگی هوا، ۱۳۸۰
۱۴. نظری، خوراسگانی، زهرا. ۱۳۶۷، بررسی بقایای آفت کشتهای آلی کلردار در رودخانه های آبریزداریای خزر و ایستگاههای دریایی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم پزشکی
۱۵. چوپانی. مهندس محمد حسین. نام کتاب: آلاینده های زیست محیطی و حفاظت از محیط زیست. ناشر: آموزش و تجهیز نیروی انسانی شرکت ملی گاز ایران (آموزش فنی و تخصصی)
۱۶. <http://www.chimitexarya.com/fa/products/productapplication>
۱۷. غلامرضا مصطفائی، "بررسی روش های حذف روغن و گریس از پساب پالایشگاه نفت بهران"، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۳.
۱۸. <http://chemist-pnu.blogfa.com/post-160.aspx>
۱۹. Possibilities for the treatment of wastewater and non-polluting removal of waste from petroleum refineries. Ulrich Paul. Ing. (grad.) Lurgi company (GER).
۲۰. www.iraniec.ir/utills/getFile.aspx?Idn=102
۲۱. Annual Book of ASTM Standard. volume 11.2001
۲۲. Standard Methods For Examination of water and wastewater – 20 th Edition – 1998
۲۳. ماهنامه نفت پارس. ماهنامه علمی، آموزشی و پژوهشی، شماره ۵۲، آبان ۱۳۸۶، صفحه ۲۶.
۲۴. <http://www.npchse.net/safety/msds.asp>
www.npchse.net/safety/pdf/MSDS/Furfural.pdf
۲۵. S. Yaghmaei, R. Asr and P. Moslehi (2005) "Experimental Comparison of Two Modifications of Activated Sludge for Treatment of Furfural-Containing Wastewater" Chemical and Petroleum Engineering Department, Sharif University of Technology, Tehran, Iran.
۲۶. ماهنامه نفت پارس. ماهنامه علمی، آموزشی و پژوهشی، شماره ۲۰، اسفند ۱۳۸۳، صفحه ۱۶.
۲۷. <http://www.etna-usa.com/zertech.pdf>
۲۸. ماهنامه نفت پارس. ماهنامه علمی، آموزشی و پژوهشی، شماره ۵۶، اسفند ۱۳۸۶، صفحه ۱۸.
۲۹. ماهنامه نفت پارس. ماهنامه علمی، آموزشی و پژوهشی، شماره ۵۶، اسفند ۱۳۸۶، صفحه ۱۸.
۳۰. <http://www.plateseparator.com/>
۳۱. http://www.dolphinmarine.com/centrifuges_new.php
۳۲. http://www.aftab.ir/articles/science_education/technical/c3c1197391860_waters_pollution_p1.php
۳۳. US Bureau of Reclamation and Sandia National Laboratories, 2003. Desalination and water purification technology roadmap-a report of the executive committee

۳۴. http://www.irche.com/article/reverse_osmosis.asp

۳۵. ماهنامه نفت پارس. ماهنامه علمی، آموزشی و پژوهشی، شماره ۷۴، اسفند ۱۳۸۸، صفحه ۱۴.

۳۶. ماهنامه نفت پارس. ماهنامه علمی، آموزشی و پژوهشی، شماره ۵۹، خرداد ۱۳۸۷، صفحه ۱۰.

۳۷. <http://www.parsoilco.com/fa/information/articles.php>

www.parsoilco.com/fa/information/fdownload.php?id=158