





دانشگاه صنعت آب و برق

دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)

دانشکده مهندسی آب

پایان نامه کارشناسی ارشد (مهندسی عمران - آب و فاضلاب)

عنوان

ارزیابی مشکلات پساب ورودی به تصفیه‌خانه فاضلاب مجتمع پتروشیمی شهید
تندگویان و ارائه راهکارهای مناسب

تحقیق و تدوین:

نشمیل مولودزاده

استاد راهنما

دکتر مجتبی فاضلی

اساتید مشاور

دکتر سید جمال الدین هاشمیان

دکتر محمد تقی جعفرزاده

استاد مشاور صنعتی

مهندس رحیم محمدی مهر

اسفند ۱۳۸۷

این پایان نامه با حمایت و پشتیبانی شرکت ملی صنایع پتروشیمی اجرا شده است.

تصویب نامه



دانشگاه صنعت آب و برق

دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)

دانشکده مهندسی آب

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته عمران- آب و فاضلاب خانم نشمیل مولودزاده تحت عنوان

«ارزیابی مشکلات پساب ورودی به تصفیه خانه فاضلاب مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان بندر

ماهشهر و ارائه راهکارهای مناسب»

در تاریخ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه: دکتر مجتبی فاضلی امضا

۲- استاد مشاور پایان نامه: دکتر سید جمال الدین هاشمیان امضا

۳- استاد مشاور پایان نامه: دکتر محمد تقی جعفرزاده امضا

۴- استاد مشاور صنعتی پایان نامه: مهندس رحیم محمدی مهر امضا

۵- استاد داور پایان نامه: دکتر عبدالله رشیدی مهرآبادی امضا

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده: دکتر محمدرضا مجدزاده طباطبایی

تشکر و قدردانی

با نهایت تشکر و قدردانی از زحمات فراوان و راهنماییهای سودمند اساتید محترم:

- جناب آقای دکتر مجتبی فاضلی
 - جناب آقای دکتر سید جمال الدین هاشمیان
 - جناب آقای دکتر محمد تقی جعفرزاده
 - جناب آقای دکتر عبدالله رشیدی مهرآبادی
 - جناب آقای مهندس رحیم محمدی مهر،
- پرسنل محترم واحد تصفیه‌خانه مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان و
همچنین دوستان گرامی جناب آقای ستار صالحی، سرکار خانم‌ها سمیه پوربخشیان و نویده خطابی

واگذاری حقوق

به نام خدا

تعهدنامه اصالت اثر:

اینجانب نشمیل مولودزاده تأیید میکنم که مطالب مندرج در این پایان نامه، حاصل کار پژوهشی اینجانب میباشد و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آنها استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است.

این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک همسطح، پایین تر و بالاتر ارائه نشده است. کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور) می باشد.

نام و نام خانوادگی: نشمیل مولودزاده

فهرست مطالب

	فهرست جداول
	فهرست اشکال
۱	چکیده پایان نامه (فارسی)
	فصل ۱: مقدمه
۲	۱-۱. هدف پایان نامه
۲	۲-۱. ضرورت انجام پایان نامه
۳	۳-۱. روش تحقیق
۳	۴-۱. فصل بندی گزارش

فصل ۲: چگونگی تصفیه پساب‌های پتروشیمی و نگاهی موردی به واحد تصفیه پساب مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان

۴	۲-۱. مفاهیم
۵	۲-۲. صنعت پتروشیمی
۶	۲-۳. پساب‌های تولیدی در صنعت پتروشیمی و چگونگی تصفیه آن
۶	۲-۳-۱. چگونگی تولید پساب‌های پتروشیمی
۷	۲-۳-۲. خصوصیات پساب‌های پتروشیمی
۷	۲-۳-۳. تأثیر پساب‌های پتروشیمی بر روی آب‌های سطحی و شبکه فاضلاب شهری و ضرورت تصفیه آن
۸	۲-۳-۴. تصفیه پساب‌های پتروشیمی
۱۰	۲-۳-۵. برخی تجارب موجود در زمینه تصفیه پساب‌های پتروشیمی
۱۲	۲-۴. تصفیه پساب مجتمع پتروشیمی تندگویان
۱۲	۲-۴-۱. مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان
۱۵	۲-۴-۲. واحد تصفیه پساب مجتمع پتروشیمی تندگویان

فصل ۳: مواد و روش‌ها

۳۳	۳-۲. منشأ فاضلاب
۳۴	۳-۳. روش انجام تحلیل کیفی پساب ورودی به تصفیه‌خانه
۳۶	۳-۴. روش انجام ممیزی
۳۸	۳-۵. تحلیل آماری

فصل ۴: نتایج و مباحث

۳۹	۴-۱. تحلیل کیفی جریان ورودی به تصفیه‌خانه و کارآیی موجود در واحدهای میانی
----	---

۴۶	۲-۴. ممیزی COD پساب‌های ورودی به تصفیه‌خانه
۵۳	۳-۴. بررسی فلزات سنگین موجود در پساب
۵۴	۴-۴. تحلیل آماری
۵۶	۵-۴. نتایج حاصل از اعمال تغییرات:

فصل ۵: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۶۲	۱-۵. جمع‌بندی کلی نتایج
	۲-۵. پیشنهادات
۶۳	۱-۲-۵. روش‌های پیش تصفیه
۶۳	۱-۲-۵-۱. روش‌های فرآیندی
۶۴	۲-۲-۵-۱. روش‌های مدیریتی
۶۹	۲-۲-۵. روش‌های پس تصفیه
۶۹	۲-۲-۵-۱. روش‌های فرآیندی
۷۹	۲-۲-۵-۲. روش‌های مدیریتی

۸۶	واژه‌نامه
۸۹	مراجع و منابع

	پیوست‌ها
۹۲	پیوست ۱:
۹۷	پیوست ۲:
	چکیده پایان‌نامه (لاتین)

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲: فرآیندهای واحدهای تولیدکننده مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان ۱۵
- شکل ۲-۲: فلودیاگرام کلی تصفیه‌خانه پتروشیمی شهید تندگویان ۱۷
- شکل ۱-۴: تغییرات pH پساب ورودی به تصفیه‌خانه ۴۰-۴۱
- شکل ۲-۴: میانگین TSS ورودی به تصفیه‌خانه در ماه‌های مختلف، ۴۳
- شکل ۳-۴: شماتیک از آرایش مولکولی PTA ۴۵
- شکل ۴-۴: مقادیر واقعی TSS ورودی به متعادل‌ساز PTA ۴۵
- شکل ۵-۴: فلودیاگرام تصفیه‌خانه مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان ۴۶
- شکل ۶-۴: میزان COD ورودی به واحدهای مختلف تصفیه‌خانه؛ ۴۸-۴۹
- شکل ۷-۴: راندمان حذف COD در واحدهای مختلف تصفیه‌خانه؛ ۵۲
- شکل ۸-۴: میزان COD خروجی از تصفیه‌خانه ۵۳
- شکل ۸-۴: فرمول شیمیایی PTA ۵۸
- شکل ۱-۵: صرفه‌جویی‌های اقتصادی حاصل شده از نگهداری و تعمیرات پیشگویانه ۶۶
- شکل ۱-۵: شماتیک از طرز قرارگیری هیدروسیکلون در تصفیه‌خانه ۷۳
- شکل ۲-۵: جریان ساده شده برای اکسیداسیون فاضلاب توسط اوزون ۷۵

فهرست جداول

۷	جدول ۱-۲. خصوصیات فاضلاب یک واحد نمونه مطالعاتی پتروشیمی
۱۸	جدول ۲-۲. مشخصات فاضلاب واحدهای ۱PET و ۲PET در شرایط طراحی
۲۱	جدول ۳-۲. مشخصات فاضلاب واحدهای ۱PTA و ۲PTA در شرایط طراحی
۲۵	جدول ۴-۲. مشخصات فاضلاب واحدهای CTA در شرایط طراحی
۲۶	جدول ۵-۲. مشخصات لجن ته‌نشین شده در ۵۵۰۶A در شرایط طراحی
۲۹	جدول ۶-۲. مشخصات پساب تصفیه شده نهائی در شرایط طراحی
۲۹	جدول ۷-۲. مشخصات لجن ته‌نشین شده در ۵۵۰۵A (بیولوژیکی) در شرایط طراحی
۳۰	جدول ۸-۲. ترکیب بخش معدنی لجن بیولوژیکی در شرایط طراحی
۳۰	جدول ۹-۲. مشخصات لجن ته‌نشین شده در ۵۵۰۳A (شیمیائی) در شرایط طراحی
۳۱	جدول ۱۰-۲. مشخصات لجن ارسالی از ۵۷۰۱A به تغلیظ کننده ۵۷۰۲A در شرایط طراحی
۳۱	جدول ۱۱-۲. مشخصات لجن جمع‌آوری شده در مرحله آبیگری در شرایط طراحی
۳۳	جدول ۱-۳. نقاط مورد تست، نوع تست و زمان آن برای تحلیل پساب
۳۹	جدول ۱-۴. مقادیر دامنه و میانگین پارامترهای مختلف آلاینده ورودی به تصفیه‌خانه
۴۷	جدول ۲-۴. ممیزی COD برای میانگین ماه‌های مختلف سال ۸۶ و ۸۷
50	جدول ۳-۴. ورودی، خروجی و راندمان حذف COD در هر یک از واحدهای میانی تصفیه‌خانه در حالت مقادیر طراحی
۵۰	جدول ۴-۴. ورودی، خروجی و راندمان واقعی حذف COD در هر یک از واحدهای میانی تصفیه‌خانه در سال-های ۸۶ و ۸۷
۵۳	جدول ۵-۴. مقدار فلزات سنگین اندازه‌گیری شده موجود در پساب پتروشیمی شهید تندگویان
۵۵	جدول ۶-۴. نتایج تحلیل آماری برای نشان دادن ارتباط بین TSS پساب‌های ورودی و خروجی
۵۵	جدول ۷-۴. نتایج تحلیل آماری برای نشان دادن ارتباط بین COD پساب‌های ورودی و خروجی
۵۷	جدول ۸-۴. راندمان حوضچه ۵۲۰۱A (متعادل‌ساز PTA) در حذف COD در ماه‌های قبل و بعد از لجن‌دار کردن
۶۱	جدول ۹-۴. راندمان رآکتورهای ۵۲۰۲A و ۵۲۰۳A (رآکتورهای بی‌هوازی PTA) در حذف COD در ماه‌های قبل و بعد از لجن‌دار کردن حوضچه متعادل‌ساز
۶۹	جدول ۱-۵: نتایج حاصل شده از استقرار TPM در مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان و تأثیر آن بر بهبود کیفی پساب ورودی به تصفیه‌خانه
۷۶	جدول ۲-۵: شرایط بهینه برای اوزوناسیون فاضلاب‌های سمی و حاوی مواد آلی سخت تجزیه‌پذیر
۸۱	جدول ۳-۵: مشکلات، علل و راه‌حل آنها در مخازن هوادهی
۸۲	جدول ۴-۵: نت (نگهداری و تعمیرات) روزانه تأسیسات مخازن هوادهی
۸۲	جدول ۵-۵: نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی شده (پیشگیرانه) مخازن هوادهی

چکیده پایان نامه

مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان در راستای توسعه تقاضا برای تولید محصولات پلیمری خاصی به نام "پلی اتیلن ترفتالات" احداث و عهده دار اجرای طرح های تولید "اسید ترفتالیک خالص" [PTA] ابتدا بصورت تولید "اسید ترفتالیک خام" [CTA] و "پلی اتیلن ترفتالات" (PET) شد.

این مجتمع تنها مجتمع پتروشیمی در منطقه ویژه اقتصادی است که به دلایل حجم خیلی زیاد پساب این کارخانه، وجود فلزات سنگین در پساب واحد CTA و نیز بازدید از واحدهای مشابه PTA در دنیا که همه واحدهای پساب مختص به خود دارند، دارای تصفیه خانه مجزا از سایر مجتمع های پتروشیمی موجود در منطقه ویژه می باشد. فرآیند تصفیه فاضلاب های صنعتی مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان (STPC) به دلیل آلودگی نسبتا زیاد به روش ترکیبی "فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی" انجام می گیرد. در شرایط طراحی فاضلاب خروجی تصفیه خانه این مجتمع قابلیت استفاده در آبیاری و توسعه فضای سبز را دارا می باشد. لیکن نوسانات کمی و کیفی پساب ورودی به این تصفیه خانه مشکلات متعددی را در این تصفیه خانه بوجود آورده است.

در این تحقیق با ارزیابی پارامترهای کیفی پساب ورودی به تصفیه خانه مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان و مقایسه آنها با مقادیر طراحی، نوسانات موجود در مقادیر هر یک از آنها و تأثیر این نوسانات بر راندمان عملکرد واحدهای مختلف تصفیه خانه و مشکلات مربوط به نوسانات کیفی جریان خروجی تصفیه خانه مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا فرآیند تحلیل در ۵ مرحله به انجام رسیده است، که عبارتند از:

- ۱) در مرحله اول کیفیت پساب های ورودی به تصفیه خانه، با انجام مطالعات آزمایشگاهی بر روی پارامترهای TSS، COD، BOD، pH و سایر پارامترهای مهم، مورد پایش قرار گرفته و با مقادیر طراحی مقایسه شدند؛
- ۲) سپس ممیزی COD در واحدهای مختلف تصفیه خانه و میزان حذف این پارامتر در واحدهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت؛
- ۳) در ادامه با استفاده از تحلیل آماری ارتباط بین آلاینده های خروجی از تصفیه خانه و موجود در پساب های ورودی به صورت معادلات خطی و غیر خطی مورد بررسی قرار گرفت و بهترین معادله انتخاب شد؛
- ۴) پس از ارزیابی و تحلیل شرایط فعلی پساب ورودی به تصفیه خانه و نوسانات مربوط به آن، راه کارهایی جهت بهبود شرایط موجود ارائه گردید و به مرحله اجرا درآمد؛ با انجام تحلیل های مجدد پس از اعمال تغییرات و مقایسه آن با دوره های قبل، تاثیر گذاری راه کار در جهت بهبود عملکرد سیستم بررسی شد.
- ۵) در نهایت راه کارهای فرآیندی و مدیریتی جهت بهبود عملکرد تصفیه خانه به منظور دستیابی به مقادیر استاندارد ارائه گردید و پیشنهاداتی برای انجام مطالعات پایلوتی دیگر در آینده مطرح شد.

فصل اول

مقدمه

به طور کلی نوسانات کیفی و کمی پساب ورودی به تصفیه‌خانه فاضلاب می‌تواند مشکلات راهبری بسیاری را به وجود آورد که در نهایت منجر به تولید یک جریان خروجی با کیفیت نامطلوب می‌گردد. تصفیه‌خانه فاضلاب مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان، از این قاعده مستثنی نمی‌باشد. در این مطالعه با ارزیابی پساب ورودی به تصفیه‌خانه فاضلاب صنعتی مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان، راه کارهای بهینه‌سازی شرایط موجود راهبری و نوسانات کمی و کیفی پساب ورودی ارایه شده است.

۱-۱. هدف پایان نامه

هدف این مطالعه ارزیابی و شناسایی مشکلات پساب‌های تصفیه‌خانه فاضلاب مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان، بهبود بهره‌وری، کنترل نوسانات کمی و کیفی پساب ورودی، بهبود کیفیت جریان خروجی و افزایش میزان شوک‌پذیری سیستم تصفیه‌خانه می‌باشد.

۱-۲. ضرورت انجام پایان نامه

با توجه به اینکه معمولاً مشکلات اصلی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در چگونگی راهبری آنهاست، لذا می‌توان با بهینه‌سازی کمی و کیفی پساب ورودی، در راستای رفع عدم تطابق برآوردها و نارسائی‌های تصفیه‌خانه در رسیدن به اهداف تعیین شده، گامی مؤثر برداشته شود.

۱-۳. روش تحقیق

تحقیق حاضر با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، بازدیدهای میدانی، نمونه‌برداری و انجام آزمایشات صورت گرفته است. ابتدا اطلاعات اولیه مربوط به تصفیه‌خانه موجود از روش‌های تصفیه مورد استفاده جمع‌آوری شده، سپس از طریق بازدیدهای میدانی به کسب اطلاعاتی از قبیل روش‌های تصفیه موجود و میزان تطابق واحدهای منتصب با مبانی طراحی اقدام نموده و در مرحله بعد با انجام آزمایشات و اندازه‌گیری‌ها در قسمت‌های مختلف تصفیه‌خانه (ورودی تصفیه‌خانه، بعد از سیستم بیهوازی، بعد از سیستم هوازی اول و دوم) کیفیت فاضلاب موجود و عملکرد قسمت‌های مختلف و مشکلات مربوط مورد بررسی قرار گرفت. سپس روش‌های نوین تصفیه مورد استفاده در سایر فاضلاب‌های صنعتی مطالعه شد و راه‌کارهای بهینه‌سازی برای بهبود عملکرد و ارتقای تصفیه‌خانه پیشنهاد گردید که یکی از آنها نیز به مرحله اجرا درآمد.

۱-۴. فصل‌بندی گزارش

این تحقیق علاوه بر فصل مقدمه که به اهمیت موضوع و هدف انجام پژوهش پرداخته است شامل فصل‌ها و مراحل ذیل می‌باشد:

فصل دوم (تاریخچه و تئوری مطالب)؛ که به تعریف مفاهیم، پساب‌های تولیدی در صنایع پتروشیمیایی و چگونگی تصفیه آنها و نیز طریقه تصفیه پساب در تصفیه‌خانه مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان پرداخته است.

فصل سوم (مواد و شیوه‌ها)؛ که به بیان شیوه‌ها و روش‌های مورد استفاده در انجام مطالعات پرداخته است.

فصل چهارم (نتایج بدست آمده و تجزیه و تحلیل آنها)؛ شامل بررسی نتایج و دستاوردهای مطالعات انجام شده و بحث در مورد آن می‌باشد.

فصل پنجم (خلاصه نتایج و پیشنهادات)؛ که در آن نتایج کلی تحقیق به طور خلاصه ارائه شده است و در ادامه پیشنهادات مورد نظر جهت تداوم مطالعات ارائه می‌شود.

چگونگی تصفیه پساب‌های پتروشیمی و نگاهی موردی به واحد تصفیه پساب مجتمع پتروشیمی شهید تندگویان

۲-۱. مفاهیم

✓ **صنعت پتروشیمی:** پتروشیمی یک اصطلاح وسیع است که برای تعریف مواد شیمیایی آلی متنوع بکار می‌رود. بطور کلی مواد پتروشیمیایی شامل محصولات یا ترکیباتی هستند که مواد اولیه آنها از فرآیندهای شیمیایی نفتی و هیدروکربنهای گاز طبیعی بدست می‌آیند. مواد پتروشیمیایی به میزان وسیعی در تولید محصولات مشتمل بر پلاستیکها، فیبرهای مصنوعی، لاستیکهای مصنوعی، رزینها، نرم‌کننده‌ها، دترجنت‌های مصنوعی و غیره بکار می‌رود. ثابت شده است بسیاری از ترکیبات خطرناکی که در محیط رها می‌شوند، در اثر تولید محصولات پتروشیمیایی بوجود می‌آیند. از اینرو چالش‌های این صنعت در رابطه با محیط زیست از دو جهت است:

۱. نتایج آلودگی حاصل از ساخت محصول؛

۲. نتایج آلودگی خود محصول.

✓ **پساب‌های صنعتی:** پسابهای صنعتی آبهای دورریزی هستند که در نتیجه استفاده از آب در فرآیندهای کارخانه‌های صنعتی یا کارهای تمیزکاری در طول فرآیند ایجاد می‌شوند. پساب‌های صنعتی حاصل از موادی هستند که در آب حالت حلال یا معلق را دارند. هدف از تصفیه پساب‌های صنعتی حذف این مواد محلول یا معلق است (Rao and Datta, 2007).

- ✓ **پساب پتروشیمی:** پساب‌های پتروشیمی جزو پساب‌های پیچیده و سخت تجزیه‌پذیر در بین فاضلاب‌های صنعتی هستند. برخی از فرآیندهای معمول که برای تصفیه پساب‌های پتروشیمی بکار می‌روند شامل عریان‌سازی با هوا، جذب سطحی کربن فعال، اکسیداسیون با اوزون و تصفیه بیولوژیکی می‌باشد [۱۶].
- ✓ **تصفیه پساب:** هدف از فرآیند تصفیه پساب، حذف و جداسازی مواد محلول و نامحلول موجود در ساختار پساب و تبدیل آن به یک خروجی مطلوب از واحد تصفیه می‌باشد؛ که این فرآیند با استفاده از روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی صورت می‌پذیرد.

۲-۲. صنعت پتروشیمی

به طور کلی مواد شیمیایی حاصله از نفت را تحت عنوان "مواد پتروشیمی" می‌نامند. معمولاً محصولات پتروشیمی دارای محدوده وسیعی می‌باشند، که مشتمل بر مواد شیمیایی آلی و معدنی است. از مواد پتروشیمی برای تولید محصولاتی همچون حلال‌ها، مواد شوینده، رزین‌های مصنوعی، پلاستیک و لاستیک‌های مصنوعی، الیاف‌های مصنوعی نساجی، کودهای شیمیایی و دیگر مواد شیمیایی استفاده می‌شود. مواد اولیه مورد استفاده در واحدهای پتروشیمی ساختارهای مختلف هیدروکربن‌ها می‌باشد. این ساختارها می‌تواند مشتمل بر یک ترکیب طبیعی همچون گاز و یا محصولات اصلی و جانبی فرآیند پالایشگاه‌های نفت همچون گاز پالایش شده، نفتا و یا دیگر موارد باشند.

در همه واحدهای پتروشیمی، ابتدا جزء پتروشیمیایی تحت فرآیندهای موجود به یک جزء میانی تبدیل شده و سپس با استفاده از فرآیندهایی با پیچیدگی بیشتر محصول مصنوعی نهایی بدست می‌آید. فرآیندهای اولیه در واحدهای پتروشیمی متنوع می‌باشد. در برخی از این فرآیندها محصولاتی همچون کربن سیاه، هیدروژن، گاز مصنوعی (مخلوطی از منوکسید کربن و هیدروژن)، اسید هیدروسیانیک، استیلین، فرمالدهید و غیره می‌توانند به طور مستقیم از گاز طبیعی بدست آیند. این فرآیندها شامل احتراق نیمه کامل، کراکینگ (تجزیه)، کاتالیز، پیرولیز (نوع شدیدی از تجزیه حرارتی) و اکسیداسیون می‌باشد. گازهای پالایشگاهی اولفینی

همچون اتیلن، پروپیلن، باتیلنس و غیره به عنوان محصولات جانبی عملیات تجزیه در فرآیند پالایش محسوب می‌شوند. اولفین‌ها، دی‌اولفین‌ها همچون بوتادین و اسیتیلن می‌توانند از فرآیند تجزیه نفتا نیز حاصل شوند. نفتا را نیز می‌توان به نوبه خود به گاز مصنوعی تبدیل نمود. آروماتیک‌ها همچون بنزن، تولوئن (متیل بنزن)، زایلن (دی‌متیل بنزن) می‌توانند در برخی واحدهای نفتی به طور طبیعی حاصل شده و یا با فعالیت‌های کاتالیتیک بر روی نفتا نیز حاصل شوند.

فرآیندهای ثانویه واحدهای پتروشیمی شامل مراحل همچون واکنش، بازیافت و خالص‌سازی (پالایش) می‌شود. در مرحله واکنش، مواد اولیه ورودی اغلب به صورت کاتالیستی در یک بستر ثابت و یا در یک دوغاب واکنش نشان می‌دهد. فرآیندهای دیگر شامل چگالش (میعان)، تصفیه، بازسازی، تقطیر و دیگر موارد می‌گردد.

۲-۳. پساب‌های تولیدی در صنعت پتروشیمی و چگونگی تصفیه آن

۲-۳-۱. چگونگی تولید پساب‌های پتروشیمی

ضایعات سیال گونه (فاضلاب) هر واحد پتروشیمی، که مواد شیمیایی حاصله از فرآیندهای نفتی است، مشتمل بر مواد خام، ناخالصی‌های موجود در مواد خام، مواد شیمیایی مورد استفاده برای دفع ناخالصی‌ها، کاتالیست‌ها، محصولات اصلی و جانبی مربوط به واکنش‌ها و فرآیندهای مختلف و مواد شیمیایی است که برای تولید دوباره کاتالیست‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. لازم به ذکر است که فرآیند تصفیه آب ورودی به بویلرها نیز می‌تواند در افزایش آلودگی پساب خروجی از واحدهای پتروشیمی دخیل باشند. به طور کلی فاضلاب‌های مربوط به واحدهای پتروشیمی مشتمل بر گروه‌های مختلف هیدروکربن‌ها، محصولات ناشی از فعالیت‌های مختلف هیدروکربن‌ها همچون الکل‌ها، آلدهیدها، کتون‌ها، استرها، اسیدها، بازها، نمک‌ها، ترکیبات فنولیکی به علاوه مقدار کمی از روغن‌های امولسیون می‌باشد.

باید توجه داشت که در مطالعات موردی مربوط به هر یک از واحدهای پتروشیمی، ارزیابی نوع مواد شیمیایی موجود در فاضلاب واحد مربوطه (هیدروکربنی یا آلهیدی) و قدرت آلاینده‌گی آنها باید مشخص شود. همچنین از دیگر مواردی که باید مورد ارزیابی قرار گیرد، آلی و یا معدنی بودن ترکیبات فاضلاب و مقدار نیاز آنها به تصفیه شیمیایی می‌باشد. در این مطالعات باید بر روی مواد شیمیایی با خواص سمی توجه خاصی مبذول نمود. از طرفی باید توجه داشت که برخی از آلاینده‌ها به صورت محلول در آب نبوده و می‌توان آنها را با استفاده از فرآیندهای ته‌نشینی و یا انعقاد و لخته‌سازی مجزا نمود.

۲-۳-۲. خصوصیات پساب‌های پتروشیمی

آنالیز و دسته‌بندی ترکیبات برای تعیین منشأ آلاینده‌ها و کنترل‌های تصفیه‌خانه لازم است. جهت کنترل آلودگی‌های کلی، مهندسی محیط زیست پارامترهایی را برای نشان دادن میزان آلودگی معرفی کرده است. این پارامترها شامل BOD، COD، رنگ، کدورت، ذرات جامد معلق، pH، نیتروژن کل و غیره می‌باشد. البته برخی اطلاعات اضافی کمیته نیز برای تعیین برخی مواد شیمیایی سمی ویژه نیاز می‌باشد. جدول (۱-۲) خصوصیات فاضلاب یکی از واحدهای پتروشیمی را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۲. خصوصیات فاضلاب یک واحد نمونه مطالعاتی پتروشیمی [۲]

پارامتر	مقدار
pH	۵/۳ - ۱۰
Total Solids	۱۹۵۶ - ۱۴۴۷۸ میلی گرم بر لیتر
COD	۹۴۷ - ۹۰۰۰ میلی گرم بر لیتر
BOD	۶۵۰ - ۵۸۰۰ میلی گرم بر لیتر
COD/BOD	۱/۴ - ۲
Total Ammoniacal-N	۱۵۰ - ۶۰۰ میلی گرم بر لیتر
PO ₄	نزدیک به ۱۵ میلی گرم بر لیتر
Oil & Grease	۸۵ - ۱۰ میلی گرم بر لیتر

۳-۳-۲. تأثیر پساب‌های پتروشیمی بر روی آب‌های سطحی و شبکه فاضلاب شهری و ضرورت تصفیه آن

هنگامی که فاضلاب خام واحدهای پتروشیمی به آب‌های سطحی و یا شبکه فاضلاب شهری تخلیه می‌شوند، بالانس اکولوژیکی آب‌های سطحی را تخریب کرده (تخلیه به آب‌های سطحی) و خطرات جدی را در بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب (تخلیه به شبکه فاضلاب) به وجود می‌آورند. این فاضلاب‌ها نه تنها حاوی مواد شیمیایی سمی خطرناک می‌باشند، بلکه ممکن است حاوی مواد شیمیایی فعال سطحی باشند، که باعث تشکیل کف‌های نامطلوبی در سطح جریان آب‌های سطحی شوند. از طرفی اگر این فاضلاب به شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهری تخلیه شود، برخی از مواد شیمیایی فعال سطحی در قسمت تصفیه بیولوژیکی مورد تصفیه قرار نگرفته و با عبور از این بخش موجب کف‌سازی‌های نامطلوبی در سطح جریان خروجی شوند. در صورت وجود ترکیبات اشتعال‌پذیر در فاضلاب، این امر می‌تواند به وجود آورنده خطراتی در شبکه فاضلاب گردد. pH پایین فاضلاب‌ها، شبکه فاضلاب و دیگر سازه‌های تصفیه‌خانه را تخریب خواهد کرد. از طرفی ذرات جامد معلق بالا و بارگذاری بیش از حد (شوک بارگذاری) ممکن است لوله‌های شبکه را مسدود کند. به علاوه شوک‌های بارگذاری در واحدهای تصفیه بیولوژیکی راندمان واحدها را کاهش داده و مواد شیمیایی سمی، فرآیند تصفیه را با مشکل مواجه می‌سازد (البته ممکن است یک تصفیه‌خانه برای شوک‌های بارگذاری سنگین و نیز برخی مواد شیمیایی سمی طراحی شده باشد).

لذا با توجه به موارد فوق‌الذکر، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که پساب تولیدی در واحدهای پتروشیمی از بار آلودگی بالایی برخوردار می‌باشد، به طوری که محدوده COD فاضلاب تولیدی در این واحدها به طور متوسط و مبتنی بر یک سری نمونه‌های آماری برابر با ۹۴۷ - ۹۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد (جدول ۲-۱)؛ که با توجه به این امر تخلیه مستقیم و بدون تصفیه این نوع فاضلاب‌ها به محیط پذیرنده (آب‌های سطحی و یا فاضلاب‌روها) می‌تواند مشکلات فراوانی را برای آن ایجاد نماید؛ که این امر لزوم تصفیه فاضلاب تولیدی در واحدهای پتروشیمی را ایجاب می‌نماید.

۳-۳-۲. تصفیه پساب‌های پتروشیمی

آلودگی‌های حاصل از واحد پتروشیمی از خود واحد شروع می‌شود. به طور معمول از چندین روش برای فرآیند تصفیه استفاده می‌شود. روش‌های معمول تصفیه شامل اسکرابینگ، جذب سطحی یا تقطیر می‌باشند. به عنوان نمونه (۱) بنزل می‌تواند توسط نیتروژن عریان‌سازی شود یا توسط کربن فعال جذب سطحی شود؛ (۲) بوتانل، بوتیل استات و اسید استیک نیز می‌توانند توسط کربن فعال جذب سطحی شوند؛ (۳) اسکرابینگ مرطوب CO₂ را از بخار H₂، در واحدهای حساس گاز حذف می‌کند؛ (۴) تقطیر اجازه بازیافت استالدهید را از محصول ونیل استات می‌دهد و غیره. فرآیندهای اکسیداسیون، تقطیر و کریستاله کردن نیز به وفور جهت تصفیه آلاینده‌ها در فاضلاب پتروشیمی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

جهت تعیین روشی مناسب و اقتصادی برای تصفیه فاضلاب‌های پتروشیمی باید مطالعات آزمایشگاهی و پایلوتی انجام شود. هوادهای ساده مقدار زیادی از بار BOD فاضلاب واحدهای پتروشیمی را کاهش می‌دهد. همچنین فاضلاب‌های آلی را می‌توان توسط سوزاندن از بین رود؛ لیکن برای فاضلاب‌های رقیق این روش هرگز روشی اقتصادی و سودمند نخواهد بود. از طرفی فاضلاب‌های سمی را می‌توان تغلیظ نموده و سپس فاضلاب تغلیظ شده را با فرآیند سوزاندن تصفیه نهایی نمود.

لازم به ذکر است که برای حذف آلاینده‌های آلی در فاضلاب‌های پتروشیمی اغلب از تصفیه شیمیایی استفاده نمی‌شود؛ لیکن تصفیه شیمیایی می‌تواند به عنوان پیش تصفیه‌ای برای حذف کلوئیدها بصورت ترسیب برخی از مواد محلول و کنترل pH قبل از تصفیه بیولوژیکی مورد استفاده قرار گیرد. از طرفی دیگر با توجه به مغذی بودن مواد آلی فاضلاب‌ها، فرآیندهای تصفیه بیولوژیکی به طور قابل توجهی در تصفیه پساب‌های مجتمع‌های پتروشیمی مورد استفاده قرار می‌گیرند. معمولاً فاضلاب واحدهای پتروشیمی قبل از هرگونه تصفیه‌ای نیاز به متعادل‌سازی دارند. در برخی فاضلاب‌ها تعدیل pH ممکن است قبل از تصفیه‌های بیولوژیکی نیاز باشد.

معمولاً فرآیندهای لجن فعال، برج اکسیداسیون، هوادهای گسترده و صافی‌های چکنده برای تصفیه بیولوژیکی استفاده می‌شوند. این فرآیندها با ته‌نشینی ثانویه ادامه یافته و لجن تولید شده فرآوری و سپس

برای تغلیظ و آبگیری و دفع به واحدهای بعد ارسال می‌گردد. البته بایستی در نظر داشت که برخی از فاضلاب‌ها ممکن است از نظر غلظت مواد مغذی (مقادیر کربن، نیتروژن و فسفر) ضعیف بوده و یا مقادیر آنها متناسب نباشند در این صورت با افزودن مواد آلی محلول، نیتروژن و یا فسفر می‌توان نقیصه فوق را رفع نمود.

میکروارگانیزم‌های متداولی که عامل تجزیه بیولوژیکی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری می‌باشند، ممکن است مستقیماً در تصفیه‌خانه فاضلاب پتروشیمی به کار نروند؛ لذا این ضرورت ایجاد می‌شود که میکروارگانیزم‌ها با محیط سازگار شوند؛ چرا که یک فرآیند تصفیه بیولوژیکی مناسب می‌تواند تا حدود ۹۹ درصد BOD را کاهش دهد [۲].

بخش عمده‌ای از فاضلاب ممکن است جهت تصفیه جداگانه یا پیش‌تصفیه قبل از تصفیه بیولوژیکی مورد تفکیک قرار گیرد. به عنوان مثال فاضلاب‌های حاصل از فرآیند خالص‌سازی بوتادین که حاوی کوپریک آمونیوم استات می‌باشد، به وسیله آب‌های قلیایی در دماهای بالاتر تصفیه می‌شوند. فاضلاب‌های خیلی قوی ممکن است تنها توسط لاگون تصفیه شده و یا اگر امکان‌پذیر باشد، قبل از هر گونه تصفیه‌ای با فاضلاب‌های شهری رقیق‌تر شود.

۲-۳-۵. برخی تجارب موجود در زمینه تصفیه پساب‌های پتروشیمی

۱. فاضلاب پتروشیمی شهر Gujarat به صورت بیولوژیکی و در یک حوض اکسیداسیون تغذیه‌شونده با مواد مغذی اضافه و توسط فرآیندهای هوادهی، متعادل‌سازی و ترقیق توسط آب، تصفیه می‌شود. این فرآیندهای تصفیه توسط یک مخزن ته‌نشینی ثانویه، برگشت لجن و بستر خشک‌کن ماسه‌ای تکامل می‌یابد. میکروارگانیزم‌های سازگار با فرآیند در حوض اکسیداسیون مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این واحد تصفیه پساب مشخص شده که در بارگذاری بیشتر از ۰/۵ کیلوگرم BOD یا ۰/۷۴۵ کیلوگرم COD بر روز بر ۱ کیلوگرم MLSS در غلظت‌های MLSS بین ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰