

ارزیابی و مقایسه ورود بار ناگهانی فنل و فورفورال در سیستم

لجن فعال متعارف (AS) و سیستم PACT

* سیمین ناصری
 ** علیرضا مصداقی نیا
 *** نعمت اله جعفرزاده

کلمات کلیدی:

لجن فعال، تکنولوژی پودر کربن فعال، بار ناگهانی فنل و فورفورال

چکیده:

در بررسی حاضر با استفاده از دو مدل نیمه صنعتی لجن فعال (AS) و کاربرد همزمان تصفیه بیولوژیکی و پودر کربن فعال (PACT)، ابتدا چگونگی تصفیه فاضلاب پالایشگاه نفت تهران در مدت دوازده ماه مورد مطالعه قرار گرفته، سپس به منظور تعیین نحوه پاسخگویی هر دو مدل فوق نسبت به ورود بار ناگهانی فورفورال و فنل به سیستمهای تصفیه فاضلاب، طی مدت سه ماه ضمن وارد کردن مقادیر مختلف فنل (۱۰ تا ۲۵۰ میلیگرم در لیتر) و فورفورال (۵۰ تا ۳۰۰ میلیگرم در لیتر)، تغییرات بازدهی حذف مواد آلی، زمان بازیافت سیستم و شاخصهای عملکردی هر دو سیستم، ارزیابی شده است.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که عملکرد سیستم PACT در تحمل بار ناگهانی مواد سمی (فنل و فورفورال) در مقایسه با سیستم AS، مناسب تر بوده است و نیز در تمام شرایط عملی، با استفاده از سیستم PACT بازدهی مطلوبتری حاصل خواهد شد.

* دانشیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

** استاد دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

*** عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اهواز

سراغاز:

فنل و فورفورال در فاضلاب بسیاری از صنایع شیمیایی و سلولزی از قبیل صنایع کاغذ سازی، پتروشیمی، پالایش نفت، و تولید روغنهای روان کننده وجود دارند. با توجه به تأثیر این مواد به عنوان مواد سمی در فرایندهای بیولوژیکی تصفیه فاضلاب، در مطالعات و بررسی سیستمهای تصفیه فاضلاب در این نوع صنایع، چگونگی تأثیر و روش مقابله با ورود بارهای ناگهانی فنل و فورفورال باید مورد توجه قرار گیرد.

در پالایشگاههای نفت، ترکیبات فنلی از فرایند کراکینگ^(۱) و واحد تولید بنزین، وارد فاضلاب میگردند (۱). فنل موجود در فاضلابهای صنعتی به عنوان یک ترکیب بازدارنده رشد بیولوژیکی مطرح می باشد و بررسیهای گوناگون نشان داده اند که امکان حذف این ماده در سیستمهای تصفیه بیولوژیکی فاضلاب، از طریق افزایش زمان ماند هیدرولیکی و یا به کمک باکتریهای جهش یافته^(۲)، وجود دارد (۳ و ۲).

ساندستروم^(۳) و همکاران در مطالعات خود نشان دادند که سیستمهای تصفیه لجن فعال، تا ۲۵۰ میلیگرم در لیتر فنل ورودی را تحمل می کنند و بازدهی حذف مواد آلی در آنها نیز در این شرایط تغییر نمی یابد، اما فنل ورودی تقریباً به میزان ۲۰ میلی گرم در لیتر حذف می شود (۴).

در همین مطالعه روشن شد که در صورت افزایش فنل تا ۵۰۰ میلی گرم در لیتر، بازدهی سیستم لجن فعال دچار کاهش کلی می گردد و چنانچه میزان فنل ورودی تا ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر افزایش یابد، باکتریها به صورت کامل از بین می روند و سیستم دچار وقفه طولانی می شود. بررسیهای بعدی نیز نشان داد که افزودن ۳۰۰، ۱۳۰۰ و ۳۵۰۰ میلی گرم در لیتر پودر کربن فعال (PAC)^(۳)، به ترتیب موجب حفظ بازدهی و پایداری سیستم لجن فعال در برابر ورود ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر فنل می گردد و حذف فنل نیز تا حد ۹۰٪ صورت می پذیرد (۵).

مطالعات دیگر مشخص کرد که با ورود فنل به سیستم لجن فعال، باکتریها به سرعت تأثیر می پذیرند و بازدهی حذف مواد آلی دچار کاهش می گردد (۶).

مورسن^(۵) و رهم^(۱) در ۱۹۸۷ نشان دادند که وجود PAC در سیستم لجن فعال و در شرایط محیط کشت مخلوط از

پسودوموناپتوریا و کریپتو کوکوس الینوس، امکان حذف ترکیبات فنلی تا ۹۹/۹٪ را فراهم می کند (۷).

همچنین مطالعات انجام شده در زمینه فورفورال که به عنوان یک حلال آروماتیک در تولید روغنهای روان کننده در پالایشگاههای نفت و تصفیه روغن، کاربرد فراوان دارد نشان می دهد که این ماده در مقادیر نسبتاً پایین، به راحتی توسط باکتریهای هوازی و بی هوازی تجزیه می شود و بویژه باکتریهای احیا کننده نیترات و تولید کننده متان قادرند به خوبی از این ماده به عنوان منبع کربن استفاده کنند (۸).

مطالعات در مورد فاضلاب صنایع کاغذسازی نشان داده است که باکتریهای متان ساز در محدوده غلظتهای بیش از ۱۰۰۰ میلیگرم در لیتر فورفورال، به سرعت نابود می شوند (۹) و باکتریهای تولید کننده اسید و مخمر بهترین تجزیه کنندگان فورفورال بوده و آن را به اسیدهای چرب، الکل، اسید استیک و هیدروکسی متیل فورات تبدیل می نمایند (۱۰). مطالعات انجام شده در مورد تصفیه فاضلاب پالایشگاههای نفت نشان داده است که کاربرد روش توأم لجن فعال^(۷) و پودر کربن فعال (PACT)^(۸)، گزینه مناسبی جهت مقابله با ورود بارهای ناگهانی مواد سمی و مواد بازدارنده از قبیل فنل و فورفورال است.

بررسیهای متعدد مشخص کرد که برای حذف فنل از فاضلاب پالایشگاههای نفت می توان از سیستم PACT با راندمان بیش از ۹۲٪ استفاده کرد (۱۱)، و این فرایند به دلیل توانایی حذف مواد سمی و بازدارنده رشد باکتریهای عامل نیتریفیکاسیون، علاوه بر افزایش بازدهی حذف بار آلی، میزان حذف ازت آمونیاکی را نیز بهبود می بخشد (۱۲).

از آنجا که مطالعات انجام شده در زمینه چگونگی تأثیر ورود بار ناگهانی فنل و فورفورال در سیستمهای تصفیه فاضلاب صنایع پالایش نفت ایران، بسیار اندک بوده است، در این پژوهش، میزان مقاومت فرایند لجن فعال متعارف (AS) و فرایند (PACT) در برابر مقادیر مختلف فنل و فورفورال در مقیاس پایلوت، مورد مقایسه قرار گرفته است.

روشها و مواد:

در این پژوهش، دو مدل نیمه صنعتی AS و PACT با

مقادیر مختلف فنل از ۱۰ تا ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، در جدول (۳)، بازدهی حذف دو سیستم در زمانهای مختلف پس از ورود مقادیر مختلف فورفورال از ۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر، در جدول (۴) و تغییرات COD ورودی و خروجی هر دو سیستم در زمانهای صفر تا ۱۶۸ ساعت پس از ورود حداکثر غلظت فنل و فورفورال در جدول (۵) نشان داده شده است. در جداول (۶) و (۷) نیز به ترتیب زمان بازیافت عملکرد اولیه هر دو سیستم پس از ورود غلظتهای مختلف فنل و فورفورال، بر حسب تغییرات COD و SVI^(۱) ارائه شده است. همچنین به عنوان نمونه در تصویر (۲) مقایسه نوسان بازدهی حذف COD و BOD₅ دو سیستم، در تصویر (۳) چگونگی کاهش COD و BOD₅ خروجی از سیستم PACT در مقایسه با سیستم AS، در تصویر (۴) تغییرات SVI هر دو سیستم در زمانهای مختلف پس از ورود ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر فنل مشخص شده است.

در تصاویر (۵) و (۶) به ترتیب تغییرات COD ورودی و خروجی و تغییرات SVI هر دو سیستم در زمانهای مختلف پس از ورود ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر فورفورال نشان داده شده است. همچنین تصویر (۷)، زمان بازیافت حذف COD و BOD₅ را پس از ورود بار ناگهانی فورفورال با مقادیر مختلف (۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در هر دو سیستم نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری:

داده‌های ارائه شده در جدول (۳) نشان می‌دهد که ورود فنل در محدوده ۱۰ تا ۸۰ میلی‌گرم در لیتر، اثر معنی‌داری بر بازدهی هیچ یک از دو سیستم AS و PACT در حذف COD فاضلاب ورودی ندارد. از سوی دیگر زمان بازیافت عملکرد هر دو مدل بر اساس ارقام ارائه شده در جدول (۶) نیز در این محدوده از فنل ورودی (۱۰ تا ۸۰ میلی‌گرم در لیتر) همواره کمتر از ۲۴ ساعت بوده است. در این محدوده غلظت فنل، شاخص حجم لجن (SVI) در هر دو سیستم نشان دهنده پایداری مناسب عملکرد آنها است (البته همواره سیستم PACT از شرایط مناسبتری برخوردار بوده است). پس از افزایش میزان فنل ورودی در محدوده ۱۲۵ تا ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت مشخصی در بازدهی سیستم AS بویژه از جنبه حذف COD و BOD₅ مشاهده گردیده و مقادیر SVI نیز به

مشخصات ارائه شده در جدول (۱) مورد استفاده قرار گرفتند. هر یک از دو مدل دارای تانک ته نشینی اولیه، حوض هوادهی با اختلاط کامل و هوادهی دیفوزیون، و تانک ته نشینی ثانویه بوده اند. یکی از دو مدل مجهز به وسایل ورود پودر کربن فعال گردید و بر روی هر دو مدل نیز مخزن ورودی فنل و فورفورال تعبیه شد، تصویر (۱).

هر دو مدل با استفاده از فاضلاب خام پالایشگاه نفت تهران (بامشخصات کیفی ارائه شده در جدول (۲) تغذیه و راه اندازی گردید و عملیات تصفیه تا مرحله یکنواختی و پایداری فرایندها ادامه یافت.

پس از رسیدن به پایداری لازم و تعیین بهترین غلظت پودر کربن فعال، مناسبترین زمان ماند هیدرولیک و زمان ماند جامدات (به ترتیب ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، ۱۰/۵ ساعت و ۵۵ روز برای سیستم PACT، و ۱۰ روز برای سیستم AS)، با وارد نمودن غلظتهای مختلف از فنل و فورفورال به صورت ورود ناگهانی^(۱)، چگونگی پاسخ هر دو سیستم مورد ارزیابی قرار گرفت و میزان حذف مواد آلی و زمان بازیافت در هر دو سیستم نیز مقایسه گردید. انجام تمام آزمایشات با استفاده از دو مرجع:

American society for testing and materials

(ASTM, 1991)

و روشهای استاندارد آزمایش آب و فاضلاب (۱۴)، صورت پذیرفت.

پودر کربن فعال استفاده شده در این مطالعه از بین ۵ نوع PAC با پایه چوب تولید ایران و پس از انجام آزمایشهای جذب سنجی، تعیین بهترین غلظت و زمان جذب، تعیین ایزوترم جذب، درصد خلوص و سایر معیارهای مورد نیاز، انتخاب گردید (۱۵).

فنل مورد استفاده ساخت شرکت (Merck) با درجه خلوص آزمایشگاهی، به صورت کریستال و با درجه خلوص ۹۹/۹۸٪، و فورفورال ساخت شرکت (Reidel) با درجه خلوص ۹۹٪ و به صورت مایع بوده است.

یافته‌ها:

نتایج مربوط به بررسی بازدهی هر یک از دو سیستم AS و PACT بر حسب COD خروجی در زمانهای مختلف و با ورود

در یک بررسی نهایی می توان نتیجه گرفت که براساس مقایسه ارقام به دست آمده در رابطه با بازدهی حذف COD و BODs در هر دو سیستم مورد مطالعه و در شرایط ورود فنل و فورفورال، اولاً خاصیت جذب پودر کربن فعال در حذف یا مقابله با ورود بار ناگهانی این مواد، عامل اصلی حفظ کارایی عملکرد سیستم PACT است و ثانیاً فرایند PACT علاوه بر تحمل ورود چنین بار ناگهانی، به دلیل شرایط مناسب زیستی فراهم آمده برای میکروارگانیسمهای موجود در فرایند لجن فعال می تواند مقدار زیادی از این مواد را نیز در اثر جذب فیزیکی و اکسیداسیون بیولوژیکی حذف نماید.

مطالعات انجام شده همچنین نشان داد که در شرایط ورود بار ناگهانی مواد سمی می توان با افزودن ناگهانی پودر کربن فعال، ورود مقادیر بیشتری از ترکیبات شیمیایی (شامل فنل و فورفورال) را در سیستم تحمل کرد. به عنوان مثال براساس یک تجربه انجام شده در همین پژوهش روشن شد که در صورت ورود بار ناگهانی ۶۵۰ میلی گرم در لیتر فنل و ۶۰۰ میلی گرم در لیتر فورفورال در سیستم، چنانچه تنها ۱۵٪ میزان پودر کربن فعال موجود در سیستم افزایش یابد، پایداری سیستم PACT به راحتی حفظ گردیده و بازدهی حذف COD و BODs به ترتیب ۹۸/۸۵ و ۹۹/۲۵ درصد خواهد بود.

بنابراین انجام بررسیهای بیشتر در این زمینه و تعیین وضعیت بهینه افزودن ناگهانی پودر کربن فعال در شرایط ورود بارهای ناگهانی با غلظتهای بالا، موضوعی است که باید به صورت دقیقتر در دستور کار مطالعات بعدی قرار گیرد.

سپاسگزاری:

از مشاورین ارجمند این تحقیق آقایان دکتر محمود شریعت استاد گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران و مهندس غازی عیدان ابراز امتنان می شود. این پژوهش با استفاده از اعتبارات پژوهشگاه صنعت نفت ایران و در محل آن پژوهشگاه انجام شده است. بدین وسیله از همکاریهای مسئولین محترم این پژوهشگاه قدردانی می گردد.

سرعت دچار تغییر می گردد که نشان دهنده شرایط نامناسب عملکرد این سیستم می باشد (جداول ۳ و ۵ و ۶ و تصاویر ۲ و ۴). زمان بازیافت کارایی اولیه سیستم فوق پس از ورود فنل به میزان ۱۲۵ تا ۲۵۰ میلی گرم در لیتر از حدود ۷ به بیش از ۱۶۸ ساعت افزایش می یابد. اما در همین شرایط سیستم PACT علاوه بر اینکه شرایط پایداری خود را حفظ کرده از نظر زمان بازیافت نیز دچار تغییرات چندانی نشده است و زمان برگشت سیستم به حالت پیش از ورود بار ناگهانی فنل کمتر از ۴۸ ساعت است (جداول ۵ و ۶ و تصویر ۳). بررسیها نشان می دهند که حذف فنل در سیستم به سرعت اتفاق افتاده و تنها پس از گذشت ۲۴ ساعت در سیستم AS و حدود ۹ ساعت در سیستم PACT با مقادیر ۲۵۰ میلی گرم در لیتر فنل ورودی، غلظت این ماده تا حد غیر قابل اندازه گیری کاهش می یابد. بر اساس نتایج به دست آمده می توان چنین استنباط نمود که پایه اصلی حفظ کارایی، عملکرد مناسبتر سیستم PACT در برابر ورود فنل در مقایسه با سیستم AS خاصیت جذب پودر کربن فعال می باشد. به عبارت دیگر در شرایط ورود مقادیر زیاد فنل، پودر کربن فعال به صورت یک انبارک موقت عمل کرده، پس از جذب سریع اولیه بتدریج محتویات خحل و فرج در اثر گرادیان غلظت در دسترس میکروارگانیسمها قرار می گیرند.

یافته های مربوط به ورود بار ناگهانی فورفورال در محدوده ۵۰ تا ۳۵۰ میلی گرم در لیتر به هر یک از دو سیستم AS و PACT نیز نشان دهنده نتایج مشابهی با ورود فنل بوده است. نتایج ارائه شده در جدول (۴) و تصاویر (۴ و ۷) نشان می دهد که با افزایش میزان فورفورال ورودی از ۵۰ به ۱۰۰ میلی گرم در لیتر، بازدهی حذف COD و BODs در سیستم AS پس از ۲۴ ساعت در حدود ۱۲ درصد کاهش یافته است در حالیکه در همین شرایط بازدهی حذف COD در سیستم PACT دچار هیچ کاهشی نگردیده است. نتایج ارائه شده در جدول (۷) و تصویر (۵) نیز نشان می دهد که در تمام مقادیر فورفورال ورودی، زمان بازیافت کارایی سیستم PACT به مراتب کمتر از سیستم AS بوده و به عنوان مثال در غلظت ۳۵۰ میلی گرم در لیتر فورفورال ورودی زمان بازیافت برای سیستم AS جهت حذف COD بیش از ۱۸۰ ساعت بوده و در همین حالت زمان بازیافت سیستم PACT تنها ۳۶ ساعت می باشد.

جدول ۱: مشخصات واحدهای مختلف دو مدل صنعتی مورد استفاده

ابعاد				شکل	تعداد	مشخصات
حجم مفید lit	ارتفاع m	عرض m	طول یا قطر m			
۶۰۰	۰/۶	۱	۱	مکعب	۱	مخزن ته نشینی اولیه
	۰/۲	۱	۱	هرم وارونه		
۲۷۱	۰/۳	۰/۷۴	۱/۲۲	مکعب مستطیل	۲	مخزن هوازنی
۶۷	۰/۲	-	۰/۶۵	استوانه	۲	مخزن ته نشینی ثانویه
۳۰	۰/۲۷	-	۰/۶۵	مخروط وارونه		
۱۲/۲۵	۰/۵	-	۰/۲۵	استوانه	۱	مخزن کربن فعال
۳	۰/۳۵	-	۰/۱۸	مخروط ناقص	۲	مخزن فتل و فورفوال
۴۰/۲	۰/۶۵	-	۰/۴	استوانه	۲	اکواریوم ماهی

کمپرسور هوا	۱	با ۲۰/۷ فوت مکعب در دقیقه هوای خروجی
تابلو برق	۱	سه فاز، ۵۰ آمپر، برق شبکه
اختلاف ارتفاع واحدها		$\Delta H = ۱/۸۳ \text{ m}$

جدول ۲ - مشخصات فاضلاب خام پالایشگاه تهران در دوره مطالعه

میلی گرم در لیتر						پارامترها
P.PO ₄	N.NH ₃	VSS	TSS	BOD ₅	COD	
۰/۸	۳/۳	۸۳	۱۳۵	۱۶۶	۲۷۹	داده‌های آماری
						میانگین
۰/۷۵	۲/۴	۳۵	۴۹	۲۸	۵۲	انحراف معیار
۱۳	۱۳	۲۰	۲۰	۱۴	۱۴	تعداد نمونه
۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	مدت بررسی (روز)

جدول ۳: تغییرات COD خروجی از هر دو سیستم در زمانهای مختلف پس از ورود مقادیر مختلف فنل

بیش از	۱۶۸	۱۴۴	۱۲۰	۹۶	۷۲	۴۸	۲۴	۱۲	۰	زمان، hr	
										فنل ورودی mg/l	
							۳۳/۲۵	۳۵	۳۴/۰	AS	۱۰
							۶	۶/۷۵	۴/۲	PACT	
							۳۶	۴۲/۵	۳۵	AS	۲۰
							۵/۴	۲/۵	۳/۹	PACT	
							۴۲/۵	۴۱/۲۵	۳۵	AS	۳۰
							۴/۲۵	۲/۷۵	۴/۵	PACT	
							۴۱/۲۵	۳۵/۵	۳۶/۵	AS	۴۰
							۳/۵	۵	۴/۳۵	PACT	
						۳۲/۵	۳۶/۸۵	۳۹/۷	۴۱/۸۵	AS	۸۰
						۲/۸	۴	۳/۵	۴/۶	PACT	
				۳۲/۵	۴۰	۴۲/۵	۵۱/۲۵	۴۰	AS	۱۲۵	
				۴/۵	۴/۷	۳/۹	۴	۴/۷۵	PACT		
				۳۹	۴۲/۵	۴۵	۴۸/۵	۳۳/۲	AS	۱۷۵	
				۴/۲۵	۳/۸	۴/۱	۵/۲۵	۳/۸۵	PACT		
۳۴	۴۶/۵	۴۸/۵	۵۴	۶۶/۵	۶۱/۵	۶۵/۵	۶۵/۸	۳۶	AS	۲۵۰	
۳	۳/۷	۳/۲۵	۳/۷۵	۳/۵	۳/۵	۶/۷۵	۸/۱۵	۴	PACT		

جدول ۴: بازدهی حذف COD هر دو سیستم در زمانهای مختلف پس از ورود مقادیر مختلف فورفورال (%)

۲۶۸	۱۲۰	۹۶	۷۲	۴۸	۲۴	۱۷	۹	۳	۰	زمان، hr	
										غلظت فورفورال ورودی mg/l	
-	-	-	-	-	۸۳/۵	۸۲/۵	۷۸/۵	۷۵/۴	۸۳/۳	AS	۵۰
-	-	-	-	-	۹۸/۶	۹۸/۳	۹۸	۹۶	۹۸/۱	PACT	
-	-	۸۲/۸	۸۲/۶	۸۰	۷۳/۵	-	۷۴	۷۲/۵	۸۳	AS	۱۰۰
-	-	-	۹۸/۷	۹۸/۵	۹۸/۴	-	-	-	۹۸	PACT	
۸۲/۶	۸۳	۸۲/۷	۸۲/۴	۷۷/۸	۷۳	-	۷۰	۷۰/۹	۸۲/۵	AS	۱۵۰
-	-	-	۹۸/۹	۹۹	۹۸/۲	-	-	-	۹۹/۱	PACT	
۸۲/۹	۸۲/۳	۷۸/۹	۷۵/۸	۶۹/۸	۶۸/۵	-	۶۶	۶۷	۸۲/۶	AS	۲۰۰
۹۸/۴	۹۸/۹	-	۹۸/۴	۹۸/۷	۹۸/۲	-	-	-	۹۸	PACT	
۷۵/۶	۷۳/۵	۷۲/۶	۶۹/۷	۶۸/۳	-	-	۶۳/۵	۶۵	۸۳/۷	AS	۳۵۰
۹۸/۴	۹۸/۳	-	۹۸/۷	۹۸/۴	۹۴/۶	-	-	-	۹۸	PACT	

جدول ۵: تغییرات COD ورودی و خروجی هر دو سیستم در زمانهای مختلف پس از ورود ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر فنل و فورفورال

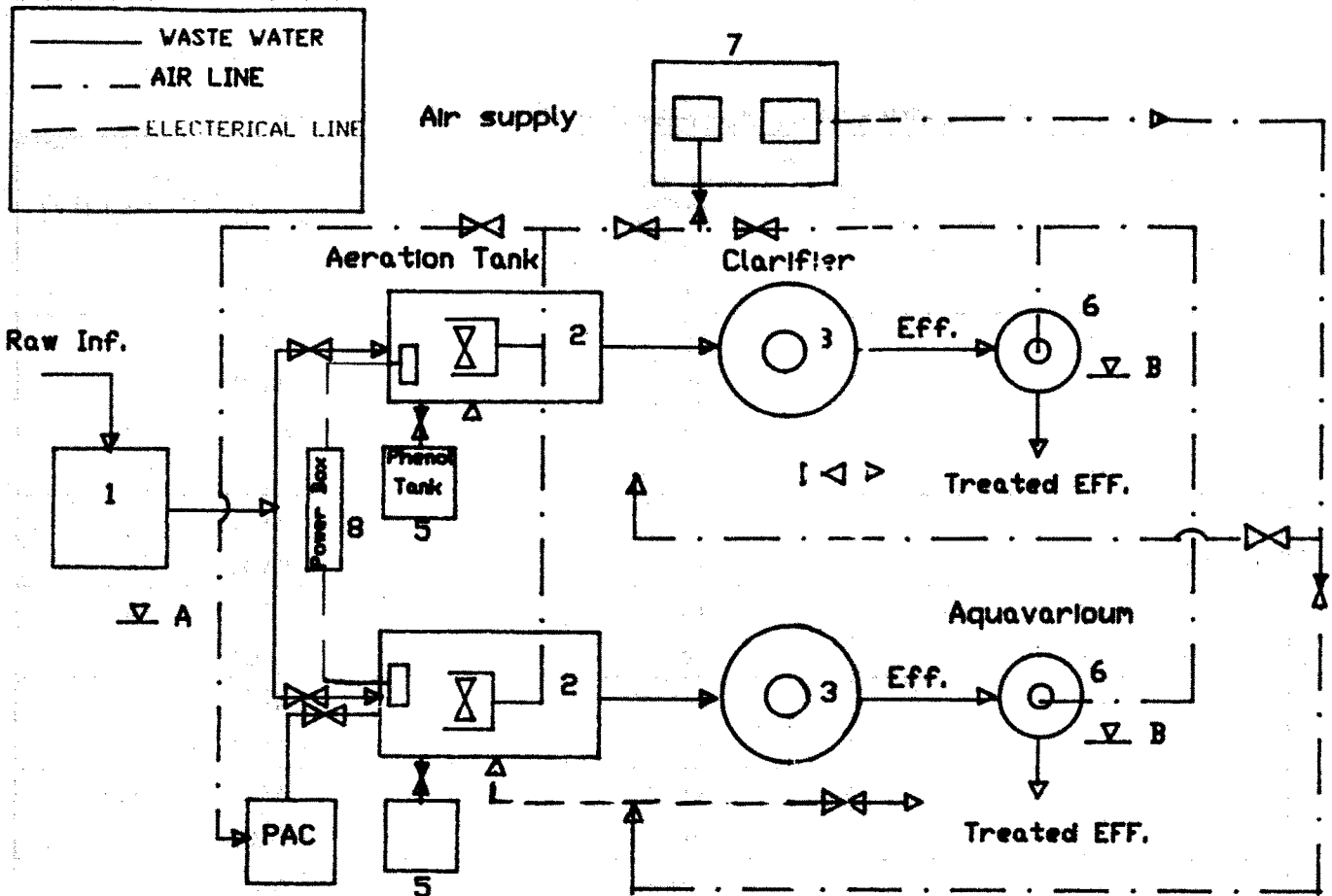
ورود فورفورال ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر		ورود فنل ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر		میزان COD ورودی mg/l	شرایط زمان hr
COD خروجی		COD خروجی			
PACT	AS	PACT	AS		
۳/۵	۳۸	۴	۳۶	۲۱۳	۰
۱۶/۵	۸۴	۲۴/۵	۸۴	۲۷۰	۳
۱۴	۸۵	۲۲/۵	۸۴/۵	۲۷۰	۶
۱۲/۵	۷۸/۵	۱۳/۵	۸۶/۵	۲۷۰	۹
۸/۵	۷۲	۸/۲	۶۵/۸	۲۱۵	۱۲
۷/۲۵	۷۰	۶/۷۵	۶۵/۵	۲۱۵	۲۴
۴/۱۵	۶۹	۳/۵	۶۱/۵	۲۰۵	۴۸
۳/۲۵	۶۴	۳/۵	۶۶/۳	۲۳۰	۷۲
۳/۵	۵۷	۳/۷۵	۵۴	۲۰۰	۹۶
۳	۴۸	۳/۲۵	۴۹	۲۱۰	۱۲۰
۳/۲۵	۴۷/۵	۳/۷۵	۴۶/۵	۲۲۰	۱۴۴
۳/۴۰	۴۵/۸	۳/۸	۳۶/۵	۲۰۰	بیش از ۱۶۸

جدول ۶: زمان بازیافت عملکرد هر دو سیستم پس از ورود فنل با غلظتهای مختلف

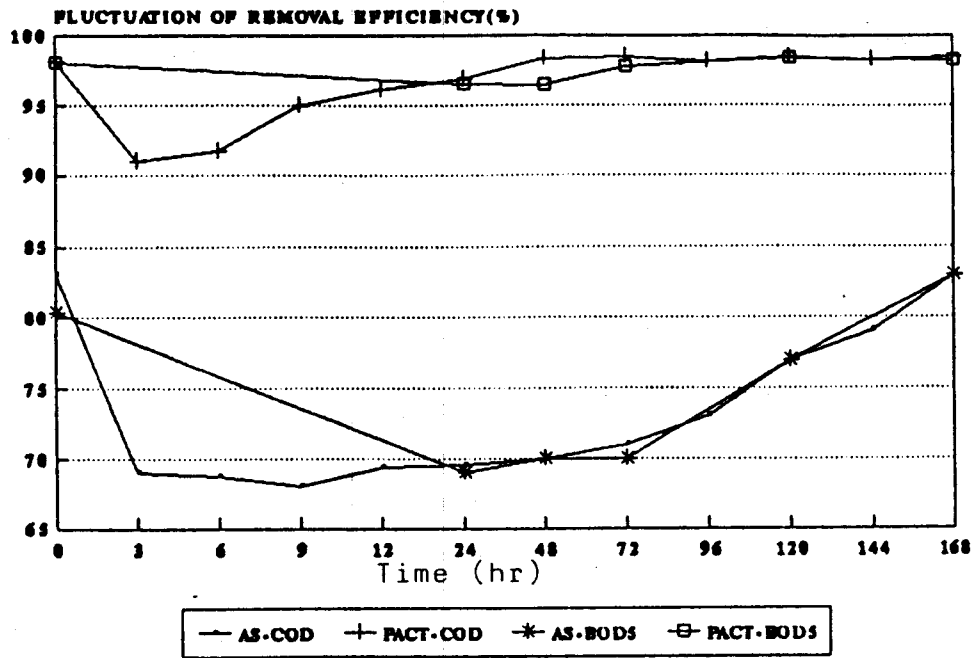
زمان بازیافت، hr			شرایط میزان فنل ورودی mg/l
SVI	BOD ₅	COD	
۲۴ پیش از	۲۴ پیش از	۳	AS ۱۰
۲۴	۲۴	۳	PACT
۲۴	۲۴	۳	AS ۲۰
۲۴	۲۴	۳	PACT
۲۴	۲۴	۶	AS ۳۰
۲۴	۲۴	۳	PACT
۲۴	۲۴	۹	AS ۴۰
۲۴	۲۴	۳	PACT
۴۸	۴۸	۲۴	AS ۸۰
۲۴	۲۴	۱۲	PACT
۷۲	۷۲	۷۲	AS ۱۲۵
۲۴	۲۴	۱۲	PACT
۷۲	۷۲	۷۲	AS ۱۷۵
۲۴	۲۴	۲۴	PACT
۱۶۸	۱۶۸	۱۶۸	AS ۲۵۰
۲۴	۲۴	۲۴	PACT

جدول ۷: زمان بازیافت عملکرد دو سیستم پس از ورود فورفورال با مقادیر مختلف

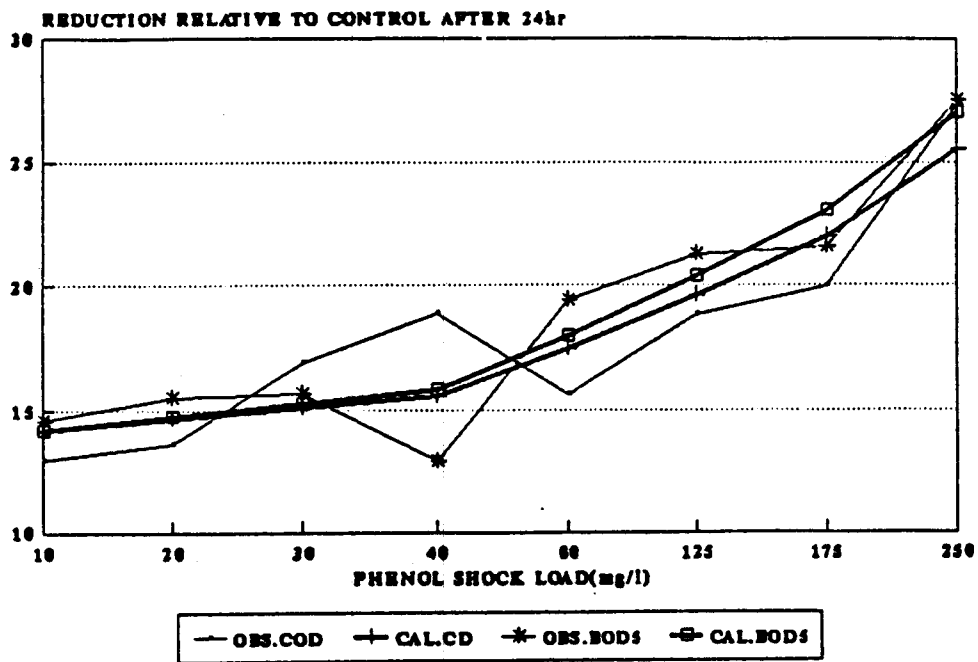
زمان بازیافت، hr			شرایط	
SVI	BOD ₅	COD	میزان فورفورال ورودی mg/l	
۲۴ پیش از	۲۴ پیش از	۱۷	AS	۵۰
۲۴	۲۴	۹	PACT	
۷۲	۷۲	۷۲	AS	۱۰۰
۲۴	۲۴	۱۶	PACT	
۱۲۰	۷۲	۷۲	AS	۱۵۰
۲۴	۲۴	۲۴	PACT	
۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰ پس از	AS	۲۰۰
۲۴	۲۴	۲۴	PACT	
۱۷۸ پس از	۱۶۸ پس از	۱۶۸ پس از	AS	۳۰۰
۳۰	۲۴	۲۴	PACT	
۱۹۰ پس از	۱۸۰ پس از	۱۸۰ پس از	AS	۳۵۰
۳۷	۳۶	۳۶	PACT	



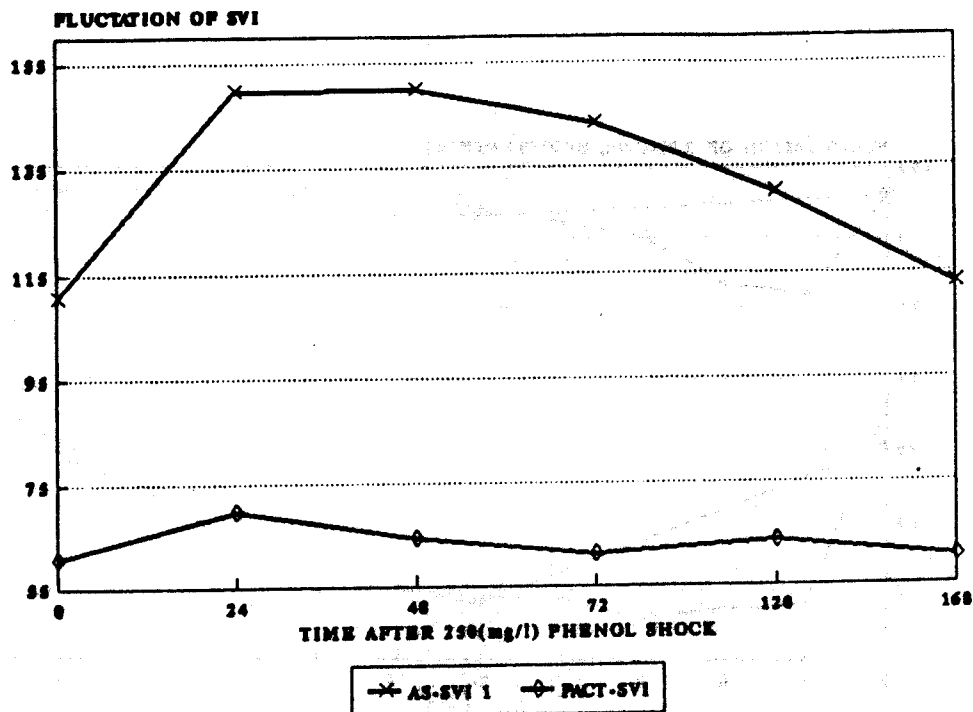
شکل شماره ۱: مشخصات مدل‌های نیمه صنعتی AS و PACT



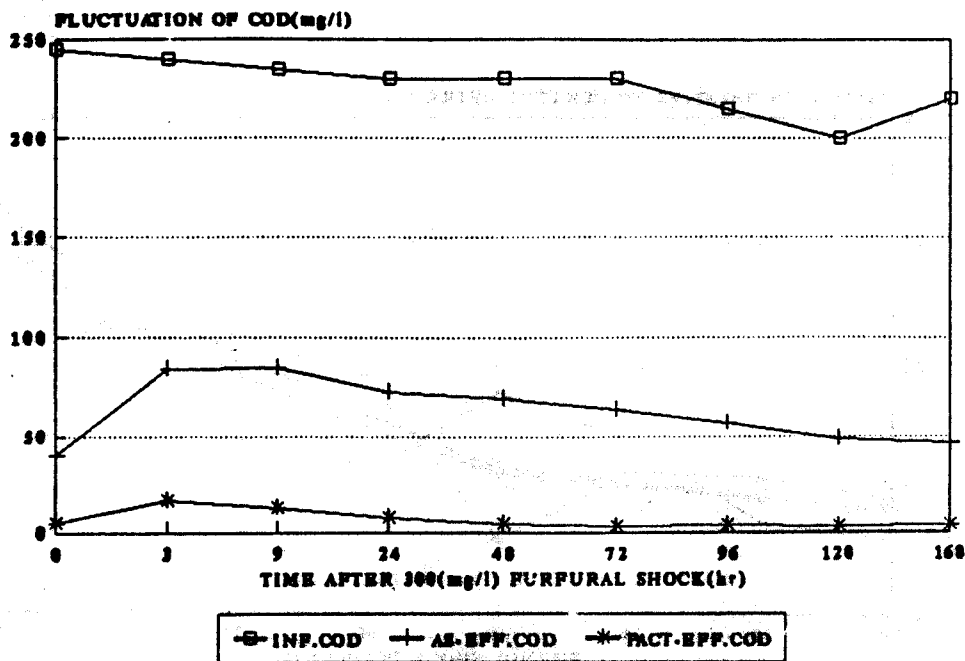
شکل شماره ۲: مقایسه نوسان بازدهی حذف COD و BOD₅ دو سیستم AS و PACT در زمانهای مختلف پس از ورود ۲۵۰ میلی گرم در لیتر فنل



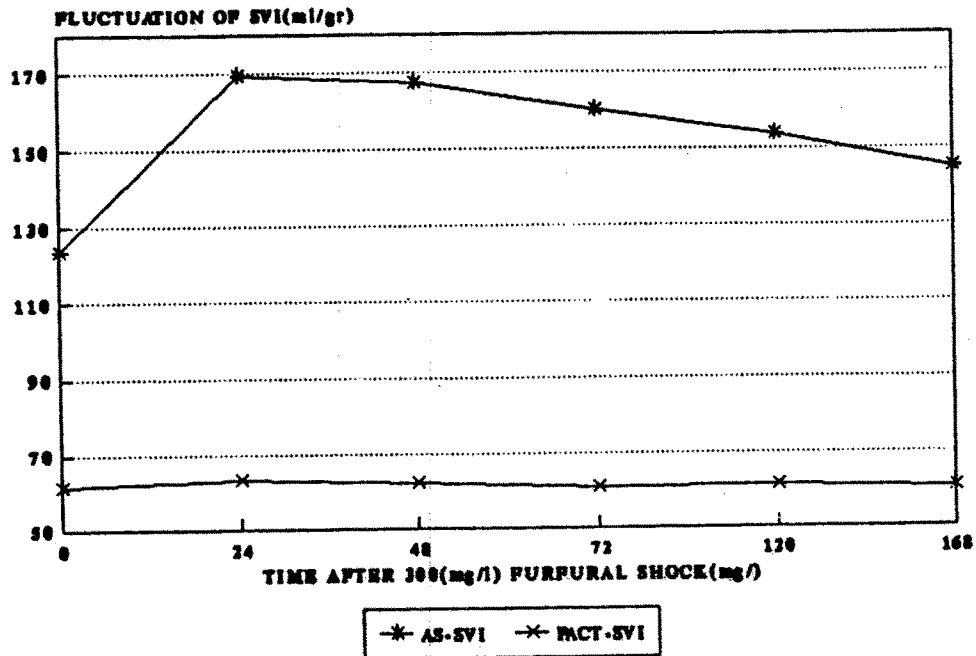
شکل شماره ۳: مقایسه کاهش COD، BOD₅ خروجی از سیستم PACT نسبت به سیستم AS، ۲۴ ساعت پس از ورود ۲۵۰ میلی گرم در لیتر فنل



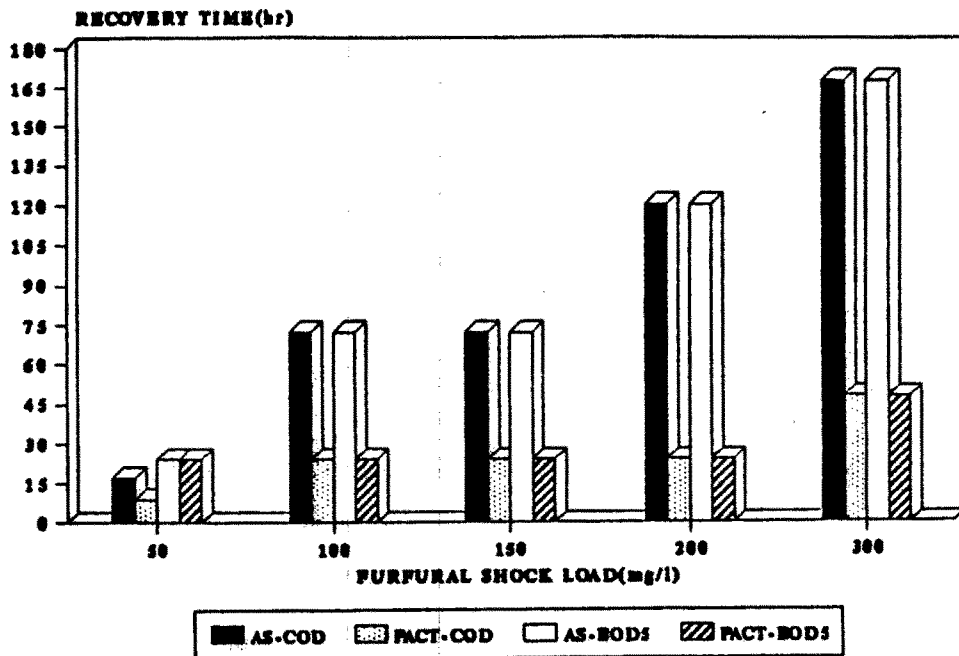
شکل شماره ۴: مقایسه تغییرات SVI در دو سیستم AS و PACT در زمانهای مختلف پس از ورود ۲۵۰ میلی گرم در لیتر فنل



شکل شماره ۵: مقایسه تغییرات COD ورودی و خروجی دو سیستم AS و PACT در زمانهای مختلف پس از ورود ۳۰۰ میلی گرم در لیتر فورفورال



شکل شماره ۶: مقایسه تغییرات SVI دو سیستم AS و PACT در زمانهای مختلف پس از ورود ۳۰۰ میلی گرم فورفورال



شکل شماره ۷: مقایسه زمان بازیافت حذف COD و BOD₅ دو سیستم AS و PACT پس از ورود بار ناگهانی فورفورال با مقادیر مختلف

یادداشتها:

- methanogenic conditions *Env. Toxicology and chem.* Vol. 9: 725-30.
- 9 - Benjamin, M. M., Woods, S. L., Ferguson, J. F. Anaerobic toxicity and biodegradability of pulp mill Waste constituents. *Water Research*, Vol. 18, No. 5: 601-7.
- 10 - Dejohn, P. B. et al. 1975. Treatment of refinery wastewaters with granular and PAC. 30th Purdue Industrial Waste conference, 216 - 232.
- 11 - Baglin, Y. et al. 1991. Treatment of phenolic wastewater by combined AS - PAC method *J. water treatment*, Vol. 6, No. 2: 109-122.
- 12 - Ng, S. A. et al. 1977. Nitrification enhancement in the AS - PAC process for the treatment of petroleum refinery, wastewaters *JWPCF*. Vol. 199, No. 4: 109-211.
- 13 - ASTM. 1991. Vol. 11, Philadelphia, USA.
- 14 - APHA, AWWA, WPCF (standard methods for examination of water and wastewaters) 1989. 17th edition.
- 15 - Nasser, S., Mesdaghinia, A., Djaafarzadeh. N. 1993. Evaluation of the isothermal adsorption of S. COD from Tehran oil refinery effluent by Iranian PAC. 8th Iranian National and 1st international Congress of chemistry and chemical Engineering, Sept. 1993, Shahid Beheshty University, Tehran, Iran.
1. Cracking
 2. Mutant bacteria
 3. Sundstrom
 4. Powdered Activated Carbon
 5. Morsen
 6. Rehm
 7. Activated Sludge
 8. Powdered Activated Carbon Technology
 9. Shock Load
 10. Sludge Volume Index
- منابع:
- 1 - Gallil, N., Rebhun, M., Brayer, Y. 1988. Disturbances and inhibition in biological treatment of wastewater from an integrated oil refinery, *Water Science and Technology*, Vol. 20, No. 10: 21-29
 - 2 - Christiansen, A.G, Sparker, W.P. 1982. Improving effluent quality of petrochemical wastewater with mutant bacterial culture. 37 th Purdue Industrial Waste conference.
 - 3 - Mckinney, D.W. 1972. *Microbiology for Sanitary Engineers*. McGraw - Hill book company Inc.
 - 4 - Sundstrom, D.W. et al. 1979. Response of biological reactors to the addition of PAC. *Water Research*, Vol. 13: 1225-31.
 - 5 - Ibid.
 - 6 - Gallil, N., Rebhun, M. 1987. Biotreatment inhibition by hazardous compounds in an integrated oil refinery, 42th Purdue Industrial Waste conference. 163-174.
 - 7 - Morsen, A., Rehm, H. J. 1987. Degradation of phenol by a mixed culture of *Pseudomonas*, *Water Research*.
 - 8 - Knigth, E. V. et al. 1990. Biodegradation of 2 - furaldehyde (furfural) under nitrate reducing and