بررسی تصفیه فاضلاب کارخانه فیبر بابلسر

دکتر سیمین ناصری [۱] ، دکترعلیرضامصدافی نیا [۱]، مهندس روشنک رضایی کلانتری [۲]

واژه های کلیدی : *فاضلاب صنعتی، فاضلاب کارخانه فیبرسازی، تصفیه بی هوازی، فیلتربی هوازی*

چکیده

فاضلاب های صنعتی در زمره عوامل مهم آلوده ساز محیط زیست تلقی می شوند که عموماً تصفیه پذیری آنها نیز مشکل است. یکی ازمنابع تولیدکننده فاضلاب صنعتی با آلودگی بسیار زیاد واحدهای سلولزی و ازجمله کارخانه فیبر بابلسر واقع در استان مازندران می باشد. پساب خروجی این کارخانه دارای بار آلی بسیار بالا و معادل جمعیتی آن در حدود ۲۶۰۰۰ نفر بار آلی COD و در حدود ۲۲۰۰۰ نفر بار آلی BOD_5 می باشد. قرار داشتن این کارخانه در داخل شهرستان بابلسر و در نزدیکی مصب رودخانه بابلرود مشکلات زیست محیطی بسیاری را بهمراه دارد.

مطالعه در زمینه بررسی تصفیه فاضلاب این کارخانه در دو بخش اساسی : شناسایی فاضلاب از لحاظ کمی و کیفی، و بررسی روش های تصفیه پذیری فاضلاب مذکور صورت پذیرفت. بخش اول مشتمل بر نمونه برداری و تجزیه و تحلیل نمونه ها و بخش دوم اجرای یک پایلوت آزمایشگاهی با استفاده از نتایج بخش اول و بررسی نتایج حاصله بوده است. آماده شدن پایلوت به مدت ۵۰ روز به طول انجامید و سپس بارهای آلی ۲ ، ۴ و ۸ کیلوگرم COD برمترمکعب در روز با زمان های ماند به ترتیب ۲۰ ، ۱۰ و ۵ روز به سیستم اعمال شد. میانگین نتایج کاهش COD در زمان های ماند فوق الذکر به ترتیب ۸۰/۳ ، ۸۱ و ۷۹ درصد بوده است. همچنین در مقادیر BOD و روغن نیز به میزان ۸۰ ، ۶۰ درصد کاهش مشاهده گردید.

سرآغاز

مشخصه کلی فاضلاب های صنعتی، وجود غلظت های زیاد مواد آلاینده است، بطوری که معـــادل جمعیتی آنها گاه بسیار قابل توجه می گردد. ضمن آنکه تنوع پارامترهای آلاینده از فاضلاب های شهری بسیار بیشتر است.

کارخانجات تولید فیبر از منابع تولیدکننده فاضلاب های صنعتی می باشند. در حال حاضر دو واحد تولید فیبر سخت در گیلان و مازندران در حال فعالیت هستند که واحد مازندران

۱- گروه بهداشت محیط ، دانشکده بهداشت وانستیتو تحقیقات بهداشتی ، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران. صندوق پستی ۶۴۴۶ - ۱۴۱۵۵ ، تهران ، ایران.

۲- گروه بهداشت محیط ، دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکی ساری ، ایران.

در شهرستان بابلسر در نزدیکی مصب رودخانه بابلرود واقع شده است.

در نگاره شماره (۱) روند تولید فیبر و نقاط تولید فاضلاب دراین کارخانه نشان داده شده است. با توجه به مشکلات زیست محیطی خاص که این کارخانه در منطقه استقرار خود بوجود می آورد ازقبیل : ایجاد مشکلات در امر شنا و قایقرانی در رودخانه بابلرود خصوصاً در داخل شهر، روغنی بودن فاضلاب به دلیل نشت روغن هیدرولیکی ناشی از دستگاه های قدیمی و ایجاد قشر سیاه رنگ روغنی در بعضی از فصول سال بر روی رودخانه و همچنین تولید بوی بد ناشی از این فاضلاب خصوصاً در فصول گرم سال وایجاد مزاحمت برای ساکنین منطقه. نیز با توجه به این که تاکنون در ایران، تحقیق خاصی در زمینه فاضلاب صنایع فیبرسازی انجام نشده است زمینه این تحقیق به این بررسی اختصاص یافت.

عواملی که معمولاً بر کیفیت فاضلاب خروجی از واحدهای صنعتی تاثیر می گذارند متعدد هستند به عبارت دیگر تغییرات بار فاضلاب خام می تواند ناشی از عواملی مانند تغییرات دما در فصول مختلف ، شرایط آب و هوایی منطقه، عمر دستگاه ها (۱۵) و فاکتورهای احتمالی نظیر تغییرات در فرآیندها و تکنولوژی باشد.

ترکیب اصلی فاضلاب این واحدها را ترکیبات مختلف سلولز و لیگنین تشکیل می دهند. عامل اصلی ایجاد رنگ وجود لیگنین و مشتقات آن (۵ و۸) و باندهای دوگانه آروماتیکی هستند(۵) همچنین لیگنین و مشتقات آن عامل اصلی محدودکننده در سیستم های تصفیه بی هوازی هستند. (۲۰) که می توانند با آمین ها و یا مواد پروتئینی ترکیب شده و به فرم قابل ته نشینی درآیند (۶) تجزیه و شکستن ترکیبات سلولزی و لیگنین توسط روش هـــای آنزیمی و استفاده از قارچ های تخریب کننده لیگنین امکان پذیر است (۲۳,۱۸,۱۷,۱۶,۱۳,۹,۷,۲).

تکنولوژی تصفیه بی هوازی در سالهای اخیر برای تصفیه فاضلاب بسیاری از صنایع چوبی استفاده می شود که در سال ۱۹۸۹ حداقل ۳۳ واحد تصفیه بی هوازی در صنایع خمیر، چوب و کاغذ در کشورهای مختلف مشغول به کار شـــدند این سیستم ها روش های UASB[1] و پروسه های تماسی و فیلترهای بی هوازی هستند (۱۱).

در یکی از این تحقیقات در سال ۱۹۸۹، یک سیستم تصفیه بی هوازی با بارآلی دو کیلوگرم BOD_5 بر مترمکعب در روز به میزان ۹۵-۹۰ درصد BOD_5 را حذف نمود (۴) و در تحقیقی دیگر در سال ۱۹۹۱ با بارآلی ۱۸ - ۱۶ کیلوگرم COD برمترمکعب در روز با زمان ماند حدود ۱/۵ روز، COD را به میزان ۹۰ - ۸۰ درصد حذف نمود (۲۱).

در طرحی که در یک تانک ۲۰ متر مکعبی در تورنتو اجرا شده با بار ورودی ۱۰ کیلوگرم COD بر مترمکعب در روز با زمان ماند دو روز نتایج خوبی را بهمراه داشته است (۲۲) تحقیقات

1- Upflow anaerobic sludge blanket

نشان داده است که استفاده از فرآیند بی هوازی بصورت لایه چسبیده با بسترهای منبسط شده[1] نیز می تواند روش بسیار موثری در حذف این گونه فاضلاب ها باشد(۱۴).

درایـــن مطالعه پایلوت فیلتر بی هوازی جهت کاهش بارآلی فاضلاب فیبر بابلسر در زمان های ماند مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

نمونه گیری و روش بررسی

مراحل تحقیق دراین مطالعه مشتمل بر دو بخش اساسی بوده است : در بخش اول چگونگی کمیت و کیفیت فاضلاب مورد نظر قرار گرفت و خصوصیات فاضلاب از لحاظ نوع آلودگی و دبی آلوده کننده ها مطالعه گردید. روش تحقیق دراین بخش براساس مطالعات توصیفی از نوع پژوهش کیفی بوده است (۱). در بخش اول مطالعه ، متغیر وابسته ، وضعیت کیفی فاضلاب و متغیرهای مستقل مشتمل بر پارامترهای شاخص آلودگی از قبیل PH, COD, BOD ، روغن، VSS, TSS, VS, TS دما و نیتروژن در فصول مختلف سال بوده است.

در بخش دوم ، بررسی براساس یک مطالعه تجربی صورت گرفت. در این بخش ، متغیر وابسته راندمان تصفیه و متغیرهای مستقل شامل پارامترهای شاخص آلودگی از قبیل COD,BOD و روغن بوده است (دراین مرحله، COD بعنوان پارامتر اصلی آلودگی فاضلاب صنعتی و به عنوان متغیر مستقل اساسی درنظر گرفته شد).

در بخش اول بررسی ، ابتدا به منظور مطالعه تغییرات ناشی از درجه حرارت و شرایط زمانی تقریباً در تمام ماه های فصل زمستان، بهار ، تابستان و یک ماه از پاییز از پساب خروجی کارخانه نمونه برداری شد، همچنین نمونه برداری هایی نیز خارج از برنامه تنظیم شده و بهنگام بروز تغییراتی در خط تولید صورت گرفت. آنالیز این نمونه ها نشان داد که در خط تولید تغییر خاصی، که موجب بروز تغییرات قابل توجه در کیفیت فاضلاب خروجی گردد صورت نمی گیرد و بنابراین تغییرات زمانی و یا کیفی در فاضلاب مطرح نمی باشد.

مطالعات بخش دوم مشتمل بر اجرای یک پایلوت به طریقه فیلتر بی هوازی بوده است. قبل از اجرای پایلوت، فاضلاب رقیق شده جهت بررسی تصفیه پذیری به طریقه بیولوژیکی ، تحت تاثیر هوادهی مستقیم قرار گرفت تا در مدت کوتاه نتیجه مشخص گردد و بعد از رضایت بخش بودن نتایج، عملیات پایلوت اجرا گردید. در طراحی پایلوت مورد نظر از فیلترهای بی هوازی استفاده شد. مهمترین دلایل از انتخاب این سیستم عبارت بودند از :

۱- وجود مواد محلول به میزان زیاد و مواد جامد به مقدار کم در فاضلاب. فیلترها برای این نوع فاضلاب ها مناسب تر هستند (۱۰ ، ۲۴).

۲- افزایش زمان ماندجامدات از طریق نگهداشتن و تثبیت جامدات بر روی دانه های تشکیل دهنده

1- Anaerobic attached film expanded bed.

بستر که منجر به بالابردن راندمان تصفیه می گردد (۱۲).

۳- عدم نیاز به سیستم برگشت جامدات ، به دلیل توقف جامدات در محیط بستر.

۴- امکان تصفیه مطلوب فاضلاب های نسبتاً رقیق تر دردمای معمولی، به دلیل تجمع غلظت زیاد جامدات فعال (۲۴).

۵- پایین تر بودن زمان شروع دراین فیلترها در مقایسه با سیستم رشد معلق بی هوازی (۱۹).

قابل ذکر است که این روش باتوجه به امکانات موجود می تواند به عنوان بهترین روش جهت تصفیه اینگونه فاضلاب ها مطرح گردد.

به کمک پایلوت فوق الذکر ، کارآیی حذف بار آلودگی فاضلاب در شرایط مختلف مورد بررسی قرار گرفت. وسایل مورد استفاده در بخش اول مطالعه را تجهیزات آزمایشگاهی لازم جهت تعیین مشخصات کیفی فاضلاب تشکیل می داد. در بخش دوم علاوه بر وسایل بخش اول ، از تجهیزات پایلوت نیز استفاده بعمل آمد. این پایلوت به صورت یک محفظه استوانه ای از جنس شیشه بیرنگ به ارتفاع ۰/۳۲ متر و حجم ۱۰ لیتر بود که تا ارتفاع ۰/۱۸ متری (حجم ۷ لیتری) از دانـــه های سرامیـــکی [1] پر شد (نگاره شماره ۲). دراین حالت درصد فضای پرشده توسط دانه های بستر ۴۲/۸ درصد وحجمی که فاضلاب در آن فضا قرار می گرفت حدود ۴ لیتر بود. دمای پایلوت توسط یک المنت حرارتی و ترموستات در ^{0}C ۳۷ تنظیم و حفظ شد. دهانه محفظه توسط یک درب پلاستیکی بسته شده و روی درب ، دو سوراخ جهت قرار گرفتن لوله های خروج گاز و ورود نمونه تعبیه گردید : لوله ورودی درون فاضلاب قرار گرفت تا از خروج گاز از طریق این لوله جلوگیری بعمل آید. و لوله دوم جهت خروج گاز به ظرف مرتبطه به منظور اندازه گیری میزان گاز حاصل از انجام فرایند ، متصل گردید. درون ظرف مرتبطه مذکور طبق روش استاندارد (۳)، ترکیبی از اسید سولفوریک و آب مقطر و سولفات سدیم ریخته شد تا امکان اندازه گیری حجم گاز تولیدی از طریق تغییر ارتفاع ناشی از فشار گاز در سطح ظرف فراهم باشد.

بعد از مدت ۵۰ روز که پایلوت آماده بهره برداری شد، بار آلی ۲ کیلوگرم COD برمترمکعب در روز با زمان ماند ۲۰ روز به سیستم اعمال گردید. این عمل به مدت ۴۰ روز تا رسیدن COD خروجی به یک مقدار نسبتاً پایدار ادامه یافت. میزان حذف در ابتدا حدود ۵۷ درصد بود که پس از مدتی درصد حذف افزایش یافت و بعد از حدود ۱۵ روز به بیش از ۷۰ درصد رسید و در همین حد ادامه یافت.

دراین حالت بار ورودی به سیستم را دو برابر و زمان ماند به نصف تقلیل داده شد در ابتدا سیستم وضعیت قبلی خود را حفظ نمود و میانگین حذف در حدود بیش از ۷۵ درصد باقی ماند ولی بعد از حدود ۶ روز این راندمان کاهش یافت و به حدود ۶۰ درصد رسید و پس از مدتی میانگین حذف به بیش از ۸۰ درصد و بعد از ۲۰ روز به بیش از ۸۵ درصد رسید و در همین حد ادامه یافت. پس از مدت ۳۵ روز بار ورودی به سیستم باز هم دو برابر و زمان ماند به ۵ روز تقلیل یافت. دراینن شرایط روند کاهشی در درصد حذف COD خروجی مشاهده گردید و بعد از

حدود ۱۰ روز به یک وضعیت نسبتاً پایدار رسید. پس از مدت ۲۴ روز به وضعیت کاملاً پایدار همراه با میانگین حذف COD بیش از ۷۵ درصد با زمان ماند ۵ روز رسید. در نگاره شماره ۳ روند این تحولات نشان داده شده است.

براساس نگاره شماره ۴ و مقایسه بین میانگین درصدهای حذف و زمان های ماند (HRT) مشاهده می گردد که میانگین درصد حذف با زمان ماند ۵ روز از ۲۱ نمونه گرفته شد حدود ۷۸/۸ درصد با زمان ماند ۱۰ روز از ۲۳ نمونه اخذ شده حدود ۸۱ درصد است که اختلاف ۲ درصد با توجه به زمان های ماند قابل صرفنظر کردن بوده و بپانگر اقتصادی تر بودن زمان ماند ۵ روز می باشد.

براساس نگاره شماره ۵ مشخص می شود که وضعیت سیستم هنگامی که زمان ماند ۵ روز بوده است حالت پایدارتری داشته و سیستم تحمل بار آلی بیش از ۸ کیلوگرم COD برمترمکعب در روز را با راندمان حدود ۸۰ درصد دارا بوده است. با توجه به نتایج حاصله مشخص می گردد که روش تصفیه به طریق فیلترهای بی هوازی قادر است بار آلودگی فاضلاب های صنایع سلولزی را به صورت موثر و مفید کاهش دهد. ضمن آنکه مطالعات و بررسی های کامل تری جهت رسانیدن فاضلاب به حد استانداردهای دفع به محیط ضرورت دارد.

یافته ها و گفتگو و بهره گیری پایانی

نتایج بخش اول این مطالعه مشتمل بر تعیین مشخصات کیفی فاضلاب بوده است که در شترنگه شماره ۱ ذکر شده اند.

میزان ازت آمونیاکی و نیتریت فاضلاب صفر، میزان کدورت آن در حدود۲۰۰۰ واحد J.T.U [1] و میزان فنل اندازه گیری شده در حدود ۱۸۰ میلی گرم در لیتر بوده است.

در بررسی تصفیه پذیری فاضلاب به طریقه هوازی نتایج مدرج در شترنگه شماره ۲ بدست آمد. مطالعه این نتایج مشخص نمود که این فاضلاب قابلیت تصفیه پذیری بیولوژیکی را دارد، اما با توجه به بالا بودن میزان COD فاضلاب هوادهی نمی تواند به عنوان یک روش اقتصادی مطرح گردد.

مشخصات و اطلاعات مربوط به راه اندازی پایلوت و بهره برداری از آن طی دوره عملیاتی شترنگه ۳ ارائه شده است.

1- Jackson turbidity unit

شترنگه ۱ - مشخصات فاضلاب کارخانه فیبر بابلسر

پارامترهای کیفی	میانگین (mg/l)	انحراف معیار (mg/l)	تعداد نمونه ها
$BOD_{5\,t}$ [1]	۲۵۲۷۳/۸	۲۴۱۱/۷۵	۹
$BOD_{5\,sol.}$ [2]	۲۲۰۷۳	۶۰۲	۲
COD_{t} [1]	۶۸۴۵۵	۶۸۲۳/۵	۱۱
$cod_{s\,sol.}$ [2]	۶۴۵۳۷	۷۷۳۲/۹	۸
COD (پس از حذف روغن)	۵۳۸۵۲	۳۵۵۷/۹	۵
TS	۴۵۶۱۸	۶۱۳۲/۸۷	۱۱
VS	۴۳۲۸۸	۶۵۳۹/۳۴	۱۱
TSS	۱۴۰۶/۹	۶۹۷/۱۹	۱۱
VSS	۱۱۲۱	۷۴۲/۳	۱۱
Oil	۱۲۹۴/۸	۵۸۵	۱۰
N(organic)	۶/۹۸	۰/۵۸	۳
PH	۳/۹۸	۰/۰۷۲	۱۱
Q	۳۸/۶۲ m^3/day	۱/۱۲ m^3/day	۲۱

شترنگه ۲ - نتایج حاصل از هوادهی فاضلاب خام رقیق شده

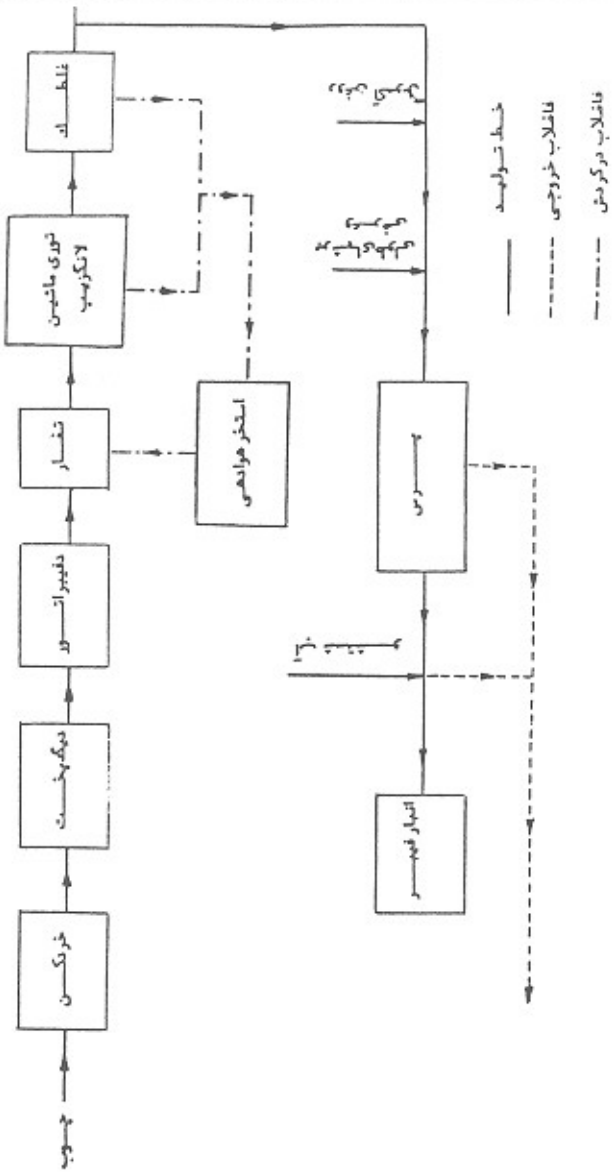
زمان / پارامتر	قبل از هوادهی	بعد از یک روز	بعد از ۲ روز	بعداز ۳ روز	بعداز ۴ روز	بعداز ۶ روز	بعداز ۷ روز
COD (میلی گرم در لیتر)	۱۹۳۹/۲	۱۵۳۶	۱۳۸۲/۴	۶۲۰/۸	۵۴۳	۳۸۴	۳۴۰
درصد حذف (٪)	-	۲۰/۸	۲۸/۷	۶۸	۷۲	۸۰/۲	۸۲/۵

1- Total

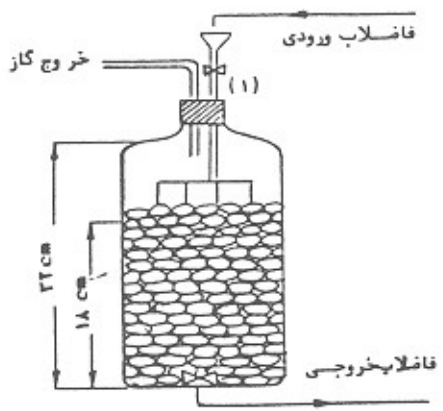
2- Soluble

شترنگه ۳ - مشخصات راه اندازی پایلوت و بهره برداری از آن طی دوره عملیاتی

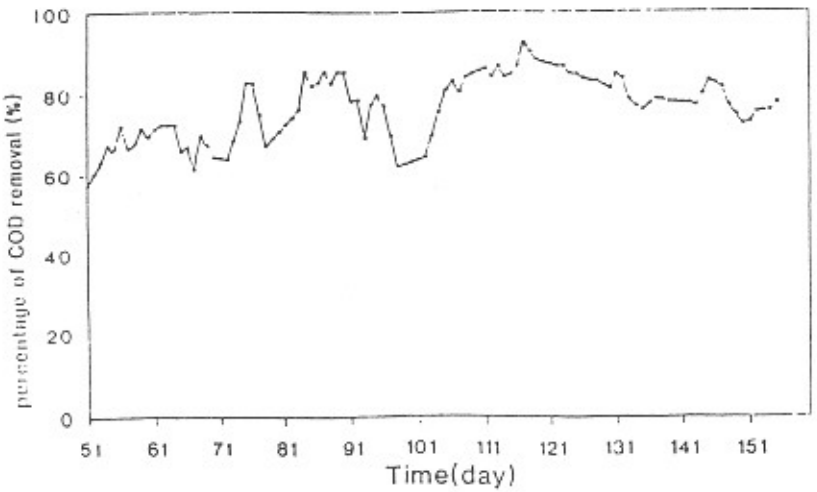
راه اندازی	COD ورودی (mg/l)	COD خروجی (mg/l)	بارگی Kg COD m^3/d	زمان ماند (روز)	درصد حذف (٪)	سایر مشخصات	تعداد نمونه ها
۱ - ۵	۴۶۰۰۰	۱۱۷۷۰ - ۱۱۰۶۶	۹/۲	۲۰	-	بدون تنظیم N و P	۱۱
۶ - ۱۰	"	۱۱۰۰۰ - ۶۰۱۰	۹/۱	"	-	"	۱۳
۱۱ - ۱۵	"	۶۰۱۰ - ۱۵۲۰۰	۴/۲	"	-	"	۱۳
۱۶ - ۲۰	"	۱۵۲۰۰ - ۲۰۰۰۰	۲/۱	"	-	"	۱۳
۲۱ - ۲۵	"	۲۰۰۰۰ - ۲۳۰۰۰	۱/۵	"	-	"	۱۱
۲۶ - ۳۰	۹۲۰۰۰	۲۳۰۰۰ - ۱۱۰۶۶	۴/۲	۴۰	۷۵	تنظیم P,N نسبت مصنعی لجن و فاضلاب ۱:۱۰۰	۱۱
۳۱ - ۳۵	"	۱۱۰۰۰ - ۶۰۱۰	۲/۱	۲۰	۸۷/۶ - ۷۳/۱		۱۳
۳۶ - ۴۰	"	۶۰۱۰ - ۱۵۲۰۰	۱/۵	۱۰	۹۳/۹ - ۸۳/۷	تنظیم P,N رقیق سازی با آب مقطر	۱۳
۴۱ - ۴۵	۱۳۵۰۰۰ - ۹۲۰۰۰	۱۵۲۰۰ - ۲۰۰۰۰	۱/۵	۵	۸۹/۹ - ۸۳/۷	"	۱۱



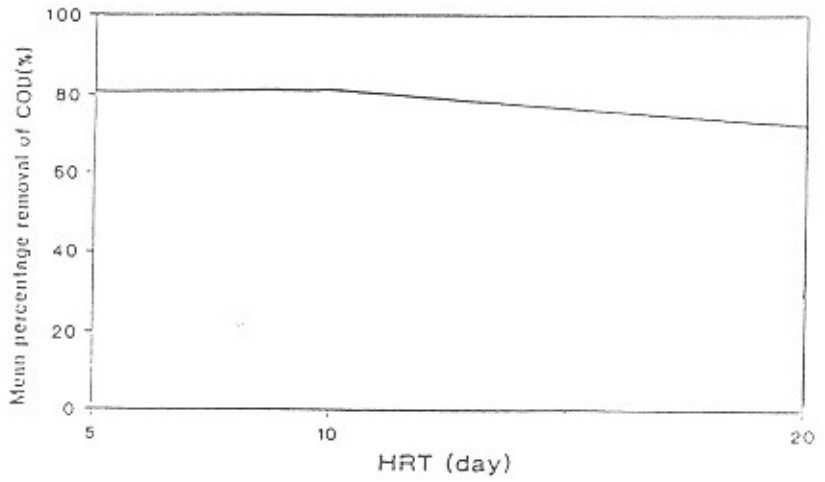
نگاره ۱ - روند تولید فیبر و محل های تولید فاضلاب



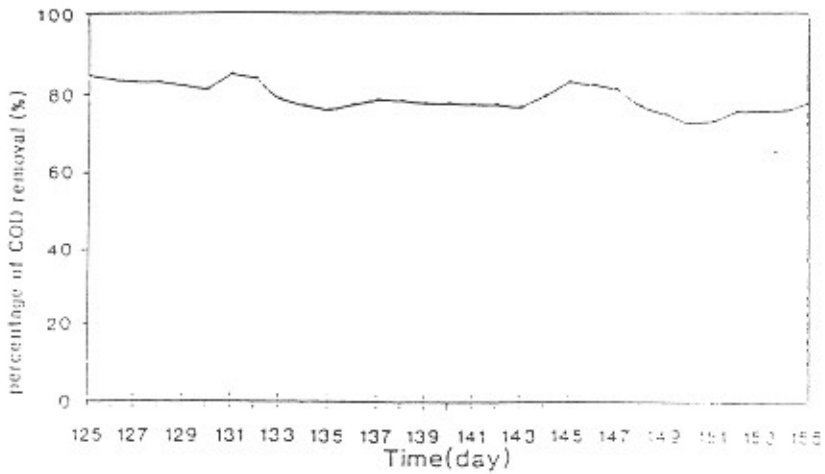
نگاره ۲ - مشخصات فیلتر مورد استفاده
1- Ceramic Packing



نگاره ۳ - نمودار درصد حذف COD برحسب زمان در کل مدت بهره برداری



نگاره ۴ - نمودار میانگین درصد حذف COD در HRT های متفاوت



نگاره ۵ - نمودار درصد حذف COD برحسب زمان (HRT = 5 روز)

کتابنامه

۱- زعیم ، م. « تحقیق در سیستم های بهداشتی » وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی. چاپ اول ، ۱۳۶۹ .

2- Alfani, F. and Cantarella , M. (1989): Biotechnology of waste treatment and exploitation, Ellis Horwood Publishl Lmited Chichester, England.

3- APHA, AWWA and WPCF (1985): Standard methods for the examination of water and wastewater , Sixtheenth Edition, A.A.W.

4- Blitz , E. (1989): Wastewater Tech. Collection, treatment Analysis of wastewater , Springer - verlag Belintteidelberg.

5- Ganozarczuk, J. (1971): Fate of lignin in activated sludge treatment of kraft effluents , proceeding of the 27th industria waste conference, Ann Arbor Science Publishers , United State of America.

6- Giuot , S.R. (1991): Effluent of NSSC spent liquor on granule formation and speiefic microbial activites in upflow anaerobic reactor , Wat. Sci. Tech., Vol. 24, No. 3/4 , pp. 139 - 148.

7- Kirk, T.K. (1995): Preparation and Microbial Decomposition of Synthetic 14C Lignins. Biochemistry , vol. 27, No.7 , pp: 2515 - 2519.

8- Knocke , W.R. (1987): Treatment of pulp and papermill wastewaters for potential water reuse . Proceeding of the 41th industrial waste conference, Ann Arbor Science Publisher, United States of America.

9- Koe, L.C.C., Ang, F.G. (1992): Bioaugmentation of anaerobic digestion with a biocatalytic addition: the bacterial nature of the biocatalytic, Wat. Res., Vol. 26, No.3 , pp. 389 - 392.

10- Laquidara, M.J., Ott, R.R. (1984): The treatment of apple processing wastewater by the anaerobic filter. Proceeding of the 38th industrial waste conference , Ann Arbor Science Publishers , United States of America, 1984, pp. 761 - 767.

11- Lettinga , G. (1991): Future perspectives for the anaerobic treatment of forest industry wastewaters, Wat. Sci. Tech. Vol. 24, No.3/4 , pp. 91-102.

12- Lynch, N. (1988): Bioaugmentation of stressed anaerobic filters with methanogenic enrichment cultures , procedding of the 42th industrial waste conference, Ann Arbor Science Publisher, United states of America 1988, pp. 255- 296.

13- Mittar , D., Khanna, P.K. (1992): Biobleaching of pulp and paper-mill effluents by phanerochate chrysosorium, J. Che. Tech. Biotech. Vol. 53,

pp. 81-92.

14- Morris, J.W., Jewell, W.J. (1982): Organic particulates removal with anaerobic attached - film expanded - bed proceeding of the 36th industrial waste conference , Ann Arbor Science Publishers, United States of America, 1982, pp. 621 - 630.

15- Olesz Kiewioz , J.A. (1976): Factors affection the raw waste loading & effluent quality in the wet process hardbord manufacturing industry, Prog. Wat. Tech. , UK. Pergamon, Vol. 8, No. 213 , pp. 219 - 228.

16- Othmer, K. (1981): Encylopedia of Chemical Technology, third Edition, John Wiley and Sons Inc., United States of America.

17- Patel , M.M. , Bhatt , R.M. (1992): Optimization of the alkaline peroxide pretreatment for the delignification of rice straw and its applications, J. Chem. Tech. Biotech. Vol. 53, pp: 253 - 263.

18- Rock well (1976) : Single cell proteins from cellulose and hydrocarbons, Noyes Data Corporation, United State of America.

19- Rozzi, A.(1989): Anaerobic treatment of olive mill effluents in polyurethane foam bed reactor, process Biochemistry, 1989, Vol. 24, No. 2, pp: 68 - 74,

20- Sierra - Alivariz , R., Lettinga , G. (1991): The methanogenic toxicity of wastewater Lignin related compounds, J. Chem , Tech. Biotech. Vol. 50, pp: 443 - 455.

21- Sote, M. (1991): Anaerobic biodegradability & toxicity of eucalyptus fiberboard manufacturing wastewater , J. Chem. Tech. Biotech. Vol. 52. pp: 163 - 176.

22- Tory, M.F. (1988): Anaerobic treatment of industrial wastewater. Noyes Data Corporation, United States of America.

23- Xin, L.Z. (1992): Cellulase activity of *Trichoderma reesi* immobilized on gauze covered with hydrophilic & hydrophobic copolymers, J. Chem Tech. Biotech. Vol. 54, pp. 129 - 133.

24- Young, J.C., McCarty, P.L. (1967): The anaerobic filter for waste treatment , Proceeding of the 22th industrial waste conference, Ann Arbor Science Publisher, pp. 559 - 574.