عملکرد راکتورهای ترکیبی در تصفیه فاضلاب کارخانه تولید تخته فیبر

حسین گنجي‌دوست[1*]، مهدي برقعي[2]، احمد بادکوبي[3]، بيتا آيتي[4]

۱- دانشیار بخش مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشیار دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی شریف

۳- استادیار بخش مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس

۴- دانشجوی دکترای بخش مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس

*** تهران، صندوق پستی ۱۴۳- ۱۴۱۱۵**

h-ganji@modares.ac.ir

(دریافت مقاله: بهمن ۱۳۸۲، پذیرش مقاله: بهمن ۱۳۸۳)

چکیده- راکتور ترکیبی[1]، آمیخته‌ای از دو سیستم UASB[2] و UAF[3] است و به دلیل مزایای بیشمار آن، تاکنون نتایج مؤثری را در تصفیه فاضلاب‌های مختلف شهری و صنعتی داشته است. از آنجا که تحقیقات قابل توجهی در رابطه با فاضلاب صنایع سلولزی ثبت نشده، لذا لزوم تحقیق در این زمینه احساس می‌شود.

بدین منظور از سیستم نمونه[4] ۷ لیتری با ۱۱ نقطه نمونه‌برداری از جنس پلکسی گلاس استفاده شد. پس از ۸ ماه تحقیق، کارایی حذف COD[5] از ۵۰ درصد به بیش از ۹۰٪ با نرخ بار آلی ۱ تا ۱۰ کیلوگرم بر متر مکعب در روز رسید. نتایج حاصل از مطالعه سیستم ناپیوسته نشان می‌دهد که ۹۲ درصد COD در نرخ بار آلی ۱۰ کیلوگرم بر متر مکعب در روز حذف می‌شود. همچنین با توجه به وجود بخش فیلتر، نیازی به قرار دادن بخش جدا کننده گاز، مایع و جامد که در طراحی UASB در نظر گرفته می‌شود، وجود ندارد و این بخش ضمن جداسازی سه فاز مذکور، نقش قابل قبولی در تصفیه فاضلاب دارد و هزینه طراحی و ساخت را نیز کاهش می‌دهد.

کلید واژگان: هیبرید، بی‌هوازی، فاضلاب، فیبر.

۱- مقدمه

فرایندهای بیولوژیکی یکی از روشهای متداول و به‌صرفه در تصفیه فاضلاب است. هدف عمده از تصفیه بیولوژیکی، استفاده از میکروارگانیسم‌ها برای تبدیل مواد آلی به محصولات دیگر، حذف یا کاهش مواد مغذی (نیتروژن و فسفر) و سایر آلاینده‌ها است.

سیستمهای بیولوژیکی از نظر محیط بیوشیمیایی به سه دسته اصلی هوازی، بی‌هوازی و ترکیبی (بی‌هوازی و هوازی) و از لحاظ نوع رشد به سه گروه معلق، چسبیده و ترکیبی تقسیم می‌شوند. هر یک از سیستمهای هوازی و

1 Hybrid Reactor
2. Upflow Anaerobic Sludge Blanket
3. Upflow Anaerobic Filter
4 Pilot
5. Chemical Oxygen Demand

Archive of SID

www.SID.ir

بی‌هوازی، محاسن و معایبی دارد اما برای تصفیه فاضلاب‌های صنعتی، محاسن سیستمهای بی‌هوازی بیشتر است. قابلیت بارگذاری بسیار بالاتر، مصرف کمتر مواد مغذی و انرژی (هوادهی)، تولید کمتر لجن و لذا کاهش مشکلات دفع آن، تولید بیوگاز با ارزش اقتصادی خوب، راه‌اندازی مجدد سریعتر پس از وقفه‌های طولانی، فضای کمتر مورد نیاز و هزینه‌های کمتر نگهداری و کاربری، برخی از مزایای این نوع سیستمها است.

با گذشت زمان و شناخت بیشتر فعالیت میکروارگانیسمهای بی‌هوازی و عوامل مؤثر بر رشد و عملکرد آنها، اصلاحاتی در سیستمها و راکتورها انجام و سیستمهای کاملتری طراحی و ساخته شد. بدین ترتیب، امکان تصفیه فاضلاب‌های صنعتی غلیظ نیز علاوه بر تولید بیوگاز فراهم شد. راکتورهای ترکیبی نمونه‌ای برگزیده از این دسته سیستمها است.

در کشوری مانند ایران که علاوه بر مشکل کم‌آبی، بیشتر فاضلابهای صنعتی به‌طور مستقیم یا پس از تصفیه ناقص در محیط و بویژه در آبها تخلیه شده و موجب ایجاد ضایعات جبران‌ناپذیری به اکولوژی می‌شوند، توجه خاص به تصفیه پسابها ضروری است. کارخانه فیبر ایران نیز یکی از صنایع آلوده کننده دریای خزر است که با تولید روزانه حدود ۷۰۰ متر مکعب پساب با pH اسیدی و بار به نسبت بالای COD و مواد جامد کل، تهدید جدی برای محیط زیست منطقه به شمار می‌آید.

با توجه به کیفیت و بار آلی پساب کارخانه و کارایی تصفیه، انتخاب روش مناسب تصفیه به منظور کاهش و حذف آلاینده ها قبل از ورود به دریاچه ضروری است. لذا سیستم ترکیبی به‌عنوان یکی از مناسبترین فرایندهای تصفیه در این تحقیق در نظر گرفته شده و نتایج حاصل از آن در مقیاس آزمایشگاهی در این مقاله ارائه می‌شود.

۲- راکتورهای ترکیبی

منظور از راکتور ترکیبی، ادغام و به‌کارگیری همزمان دو سیستم در غالب راکتوری واحد، برای دستیابی به عملکرد مطلوبتر و مناسبتر هر یک از سیستمها است. این اصطلاح بیشتر برای ترکیب دو سیستم UASB و UAF که اولین بار در سال ۱۹۸۴ مطرح شد، به‌کار می‌رود. حدود ۵۰-۳۰٪ از حجم پایینی راکتور را ناحیه UASB اشغال کرده که در آن لجن لخته‌ای یا گرانولی تشکیل می‌شود و تثبیت مواد آلی بیشتر در این ناحیه روی می‌دهد. بخش ۷۰-۵۰٪ بالایی راکتور را UAF تشکیل می‌دهد که از آکنه‌هایی برای افزایش بیومس پر شده است. این آکنه‌ها در گیر انداختن جامدات بستر لجن و جامدات خام ورودی مؤثر بوده و لخته سازی آنها را بهبود بخشیده و به بستر لجن برگشت می‌دهند. در واقع راکتور ترکیبی بهترین شکل از فناوریهای رشد معلق و چسبیده را در یک واحد جای داده است.

به نظر کرایویرو[1]، راکتور ترکیبی محاسن راکتورهای UASB و UAF را به طور همزمان دارد که برخی از آنها عبارتند از:

- مقاومت بیشتر نسبت به شوکهای بار آلی؛
- اندازه کوچک‌تر و بسیار اقتصادی در مناطقی که با کمبود فضا روبه‌رو هستند؛
- هزینه کمتر به‌دلیل زمان ماند کمتر ماند و بارهای آلی بالاتر؛
- امکان تصفیه فاضلاب‌های با قدرت و غلظت متفاوت (از نظر حجم و ترکیب) حتی فاضلابهای پروتئینی؛
- هزینه‌های پایین عملکرد و نگهداری به دلیل داشتن کمترین تعداد بخشهای متحرک.

از آنجا که در صنایعی مانند پتروشیمی، نساجی یا سلولزی، مواد آلی زیادی با محدوده تصفیه‌پذیری متفاوت وجود دارد، استفاده توأم از سیستمهای رشد چسبیده ومعلق، کمک زیادی به تصفیه این‌گونه فاضلابها خواهد کرد. زیرا سیستم با رشد معلق، با داشتن عمر لجن کوتاهتر، تأثیر بیشتری برحذف مواد آلی با تجزیه‌پذیری

1. Craveiro

Archive of SID
www.SID.ir

بالاتر دارد در حالی‌که سیستم با رشد چسبیده با عمر لجن طولانی‌تر، سوبسترات‌های پیچیده‌تری را تجزیه می‌کند. استفاده از حاملهای بیولوژیکی یا آکنه ها مانند حلقه‌های پلاستیکی با چگالی حدود ۱/۰۳ تا۱/۰۵، کمک زیادی به حمایت از رشد چسبیده می‌کند. لذا راکتور ترکیبی روش مناسبی برای حذف مجموعه‌ای از مواد آلی با تجزیه‌پذیری بیولوژیکی متفاوت است. تاکنون تحقیقات زیادی در این زمینه انجام شده است. در مقالات دهه اخیر، کارایی حذف COD در راکتور ترکیبی، بسیار بالا گزارش شده که برخی از نمونه‌های مهم در زیر آورده شده است:

در بررسی تجزیه پذیری پنتا کلرو فنل بسیار سمی و مقاوم در یک راکتور ترکیبی، ۹۷ درصد COD حذف شده است. کارایی شکسته شدن اسیدهای چرب فرار بترتیب برابر ۹۳، ۶۴ و ۷۴ برای اسید بوتیریک، پروپیونیک و پنتیک بوده که پس از ۲۱ ماه تحقیق، به علت فعالیت گرانولی، کارایی کلی حذف پنتا کلرو فنل به ۹۹ درصد رسیده است [۱].

در تحقیقات دیگری، عملکرد راکتور ترکیبی در دمای ۳۷ °C با فاضلاب مصنوعی ساخته شده از استات سدیم، گلوکز، مواد مغذی و عناصر کمیاب با COD برابر ۶ گرم در لیتر و نرخ بار آلی برابر ۱۵-۰/۵ کیلوگرم بر متر مکعب در روز، کارایی حذف COD برابر ۹۰-۸۰ درصد را به دنبال داشته است [۲].

در راکتور ترکیبی بررسی شده برای تصفیه فاضلاب حاصل از واحد تقطیر، کارایی حذف COD در HRT[1] ثابت ۶ ساعت و حداکثر بار آلی ۳۶ کیلوگرم COD بر متر مکعب در روز، به میزان ۸۰ درصد مشاهده شده است. نتیجه حاصل از این تحقیق، کارا بودن سیستم ترکیبی را در تصفیه فاضلاب‌های قوی بخصوص فاضلاب‌های مصرف شده در واحد تقطیر نشان می‌دهد [۳].

در تصفیه بی‌هوازی آبهای شستشوی حاصل از خالص‌سازی روغن زیتون با استفاده از راکتور ترکیبی، حذف بیش از ۸۹ درصد COD در نرخ بار آلی ۸ کیلوگرم بر متر مکعب در روز حاصل شده است. این راکتور، برای COD های مختلف، به‌منظور بررسی عکس‌العمل سیستم نسبت به فاضلاب های قوی وضعیف مطالعه و در نرخ ۱۷/۸ کیلوگرم COD بر متر مکعب در روز، ۷۲/۶ درصد از COD حذف شده است [۴].

مالاسپینا[2] و همکاران در تصفیه بی‌هوازی آب پنیر خام با استفاده از سیستم ترکیبی تحت شرایط مزوفیلیک، موفق به حذف ۹۸٪ از COD شده‌اند و COD محلول خروجی را به ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر رسانده‌اند [۵].

در بررسی تصفیه فاضلاب کشتارگاه با استفاده از راکتور ترکیبی در درجه حرارت °C ۳۵، بارهای مختلف ۵ تا ۴۵ گرمCOD بر لیتر در روز بررسی و حذف بیش از ۹۶ درصد از COD مشاهده شد، اما برای بارهای بیشتر، کارایی سیستم بسرعت کاهش پیدا کرده است [۶].

در مطالعه تجربی فنگ و چوئی[3]، برای مقایسه عملکرد چهار راکتور UASB، ترکیبی، بستر شناور و توسعه‌یافته، از لجن هاضم بی‌هوازی تصفیه خانه شهری استفاده و حذف فاضلاب مصنوعی محتوی شیر و ساکارز، مواد مغذی و فلزهای کمیاب بررسی شده است. در طی ۷۰ روز، بار حجمی COD بتدریج از مقدار اولیه ۱-۰/۵ به ۲۰ گرم بر لیتر در روز افزایش یافته است. در طی دوره راه‌اندازی نیز میزان COD از ۱۰۰۰-۵۰۰ به ۶۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر افزایش و زمان ماند هیدرولیکی از ۴۸-۲۴ ساعت به ۸ ساعت کاهش یافته است. راکتورها در نرخ بار حدود ۲۰ گرم بر لیتر در روز و در CODهای ۶۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۲۶۰۰ میلی گرم بر لیتر و زمان ماند هیدرولیکی ۸، ۵/۷ و ۳ ساعت بررسی شده‌اند. کاهش COD برای UASB و راکتورهای ترکیبی ۹۵٪ و برای بستر شناور و بستر توسعه یافته، برابر ۸۰٪ بوده است [۷].

1. Hydraulic Retention Time

2. Malaspina
3. Fang & Chui

Archive of SID
www.SID.ir

فنگ و وانگ[1] در طی ۲۶۵ روز، امکان حذف ذرات نشاسته از فاضلاب را در راکتور ترکیبی بررسی کرده‌اند. شرایط کار چنین بوده است: دمای ۳۷ °C و pH=۷/۲-۷/۵ با COD برابر ۵۰۰۰ میلی گرم بر لیتر، نرخ بار آلی برابر ۱۰ گرم COD بر لیتر در روز و زمان ماند هیدرولیکی برابر ۱۲ ساعت. علی‌رغم طبیعت نامحلول ذرات نشاسته، هیچ اثر معکوسی بر گرانول شدن بیومس وجود نداشته که احتمالاً به علت طبیعت تجزیه پذیری راحت آنها و شرایط کنترل و راه‌اندازی مناسب بوده است. اندازه‌گیریها نشان می‌دهند که فقط ۵/۸ درصد از COD در فاضلاب خروجی باقیمانده و ۸۲/۵ درصد از آن به متان و ۱۱/۷ درصد باقیمانده از آن به بیومس گرانولی با کارایی متوسط لجن ۰/۰۹ گرم VSS[2] بر گرم COD تبدیل شده است [۸].

در تصفیه بی‌هوازی تری کلرو اتیلن فاضلاب شهری در راکتور ترکیبی ۱۰/۴ متر مکعبی، بیش از ۷۰ درصد COD محلول حذف شده است [۹].

جوبرت و بریتز[3] خصوصیات عملکرد و اختلاط نمونه‌ای راکتور ترکیبی بی هوازی را برای تصفیه نوعی اسید چرب مصنوعی بررسی کرده و به ۹۰٪ حذف COD در pH برابر ۵ در نرخ ۱۵ کیلوگرم بر متر مکعب در روز و درجه حرارت ۳۷°C دست یافته‌اند [۱۰].

استروناچ[4] و همکاران با استفاده از راکتور ترکیبی ۴/۲۵ لیتری و بازگشت جریان به میزان ۵/۴ برابر خوراک، در ۲۷ درجه سانتیگراد، به ۹۶ درصد حذف COD در نرخ بارآلی ۰/۲۵ - ۰/۰۵ کیلوگرم COD بر متر مکعب در روز و SRT[5] برابر ۷ روز رسیده‌اند [۱۱].

با توجه به بررسیهای انجام شده، تاکنون تحقیقات چندانی در رابطه با کاربرد راکتورهای ترکیبی در تصفیه فاضلاب سلولزی انجام نشده است. لذا انجام این تحقیق به‌عنوان پژوهشی نو در مقیاس آزمایشگاهی لازم بود که نتایج آن در این مقاله بحث شده است.

۳- روش تحقیق، مواد و تجهیزات

برای تحقیق و بررسی تصفیه پذیری فاضلاب کارخانه فیبر ایران که کیفیت آن در جدول ۱ ارائه شده، از سیستم ترکیبی (شکل ۱) که مشخصات آن در جدول ۲ آمده، استفاده شد.

جدول ۱ متوسط پارامترهای پساب استفاده شده در تحقیق

پارامتر	مقدار (میلی‌گرم بر لیتر)*
pH	۵/۵
COD	۱۰۰۰۰
BOD_5[6]	۱۰۰۰
TS	۴۶۰۰
SS	۲۵۰۰

* بجز pH

شکل ۱ سیستم ترکیبی استفاده شده در تحقیق

1. Fang & Kwong
2. Volatile Suspended Solids
3. Joubert & Britz
4. Stronach
5. Solid Retention Time
6. Biological Oxygen Demand

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲ مشخصات سیستم نمونهٔ آزمایشگاهی

جنس	پلکسی گلاس دو جداره
ابعاد (cm)	۱۰×۱۰×۷۰
تعداد نقاط نمونه برداری	۱۱
حجم بخش UASB (لیتر)	۵
حجم بخش UAF (لیتر)	۱/۵ محتوی آکنه‌های پلی‌اتیلنی با متوسط چگالی ۰/۹۸ گرم بر سانتیمتر مکعب

هر دو هفته یکبار، مقدار مورد نیاز از پساب خروجی کارخانه به تهران منتقل شده و در آزمایشگاه مهندسی محیط‌زیست دانشگاه تربیت مدرس، پس از تعیین پارامترهای مختلف آن نظیر COD، pH، جامدات کل[1] و جامدات معلق[2]، تحت تصفیه بیولوژیکی در سیستم ترکیبی قرار می‌گرفت.

نکته قابل توجه اینکه به منظور تنظیم و کنترل دمای آب در ۳۵°C، این سیستم به صورت دو جداره ساخته شد.

در طی راه‌اندازی و افزایش بار، اندازه‌گیری و کنترل پارامترهای زیر انجام شده است:

- pH به منظور کنترل در محدوده مناسب ۶/۸–۷/۲ برای رشد میکروارگانیسم‌ها، با استفاده از سود و اسید فسفریک به‌طور روزانه تنظیم می‌شد.
- دبی به‌طور منظم و به گونه‌ای تنظیم می‌شد که اختلاط لازم در بخش UASB برای شناور کردن لجن‌ها را به‌وجود آورد.
- تنظیم مقدار مواد مغذی با استفاده از مخلوط اوره، دی پتاسیم هیدروژن فسفات، دی هیدروژن پتاسیم فسفات برای تأمین نسبت COD به نیتروژن به فسفر برابر ۳۵۰ به ۵ به ۱ انجام می‌شد.
- مقدار میکرونوترنیت برای تأمین عناصر کمیاب مورد نیاز شامل کبالت، آهن، روی، آلومینیوم، نیکل، منگنز، کلسیم، مس و منیزیم، تنظیم می‌شد.
- مقدار COD_s و کارایی حذف آن، به طور روزانه اندازه‌گیری می‌شد (با توجه به وجود برخی ذرات که در اندازه‌گیری COD خطا ایجاد می‌کرد، CODی محلول اندازه‌گیری شد).
- درجه قلیایی بودن خروجی سیستم، به صورت هفتگی اندازه‌گیری می‌شد.
- MLSS[3] و MLVSS[4] در پایان هر دوره افزایش بار آلی اندازه‌گیری می‌شد.
- بررسی میکروسکوپی به‌طور هفتگی انجام می‌شد.
- اسیدهای چرب فرار به‌طور هفتگی اندازه‌گیری می‌شد.

وسایل مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از:

- راکتور COD ساخت شرکت Hach
- اسپکتروفوتومتر ساخت شرکت Perkin Elmer مدل Lambda EZ 150
- pH متر ساخت شرکت Metrohm با نمایش دیجیتالی
- میکروسکوپ ساخت شرکت Meiji و بزرگنمایی حداکثر ۱۰۰۰ برابر برای مشاهده میکرو ارگانیسم‌ها
- میکروسکوپ ساخت شرکت Zeiss با بزرگنمایی حداکثر ۶۶ برابر برای مشاهده سطح گرانول
- دستگاه سانتریفوژ ساخت شرکت Sigmo به منظور جداسازی ذرات معلق کلوییدی از محلول
- ترازوی ساخت شرکت Sartorius با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم با حداکثر وزن قابل اندازه‌گیری ۱۶۰ گرم

نکته قابل ذکر اینکه کلیه آزمایشها بر اساس کتاب روشهای استاندارد[5] انجام شد [۱۲].

۴- بحث

با توجه به اهمیت راه‌اندازی، افزایش بار آلی و کنترل

1. Total Solids (TS)
2. Suspended Solids (SS)
3. Mixed Liquor Suspended Solids
4. Mixed Liquor Volatile Suspended Solids
5. Standard Methods

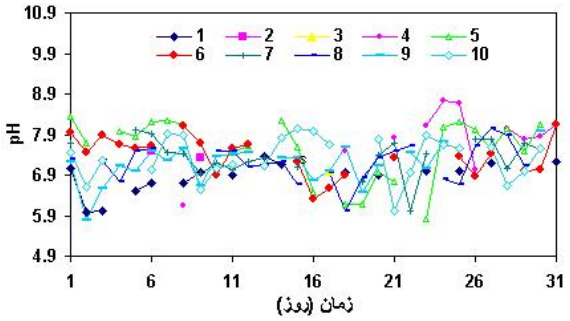
Archive of SID
www.SID.ir

پارامترها در راکتورهای ترکیبی که خود قسمتی از نتایج این تحقیق بوده، ابتدا بدین موضوع پرداخته و سپس کارایی حذف COD و سایر یافته‌ها در این تحقیق بحث شده است:

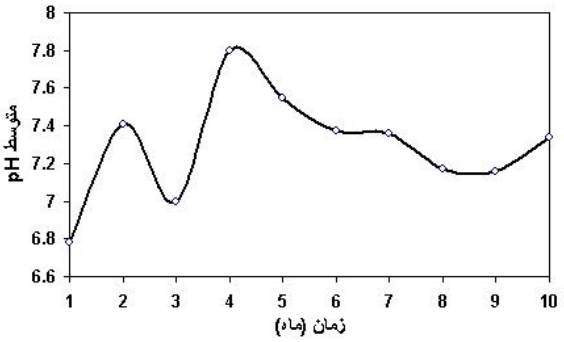
۴-۱- راه‌اندازی، افزایش بار و کنترل پارامترها

بعد از ساخت سیستم نمونه و تهیه مخلوط لجن سپتیک شهرک غرب، پهن گاوی، لجن فعال و محلول گلوکز، این مجموعه به مدت ۲۰ روز به حال خود رها شده و در این مدت فقط اندازه‌گیری pH انجام می‌شد. بعد از این مدت افزودن تدریجی فاضلاب فیبر و کاهش گلوکز، افزایش پله‌ای بار آلی آغاز شد و در طی مدت ۸ ماه، میزان COD ورودی به ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر رسید.

با توجه به اهمیت pH در عملکرد سیستم بی‌هوازی، اندازه‌گیری این پارامتر به‌طور روزانه انجام می‌شد. شکل ۲، تغییرات pH را در طی ده ماه بررسی سیستم فاضلاب فیبر در ساعت ۸ صبح هر روز قبل از افزودن هر گونه ماده تنظیم کننده pH نشان می‌دهد. در شکل ۳ میانگین pH در هر ماه آورده شده است. همانطور که در این شکل دیده می‌شود، pH سیستم چند بار افت داشته است. این افت در نتیجه افزودن بار آلی به سیستم بوده که البته بسرعت جبران شده است.



شکل ۲ تغییرات روزانه pH در سیستم ترکیبی در طی دوره تحقیق



شکل ۳ میانگین تغییرات ماهیانه pH در سیستم ترکیبی در طی دوره تحقیق

در طی این مدت ضمن تعیین درجهٔ قلیایی بودن، غلظت اسیدهای چرب فرار نیز اندازه‌گیری شده که به ترتیب در محدودهٔ مجاز کمتر از ۲۰۰۰ میلی‌گرم کربنات کلسیم بر لیتر و ۳۰۰۰-۳۰۰ میلی گرم اسید استیک بر لیتر بوده که شرایط مناسبی در سیستم بی‌هوازی است [۱۳].

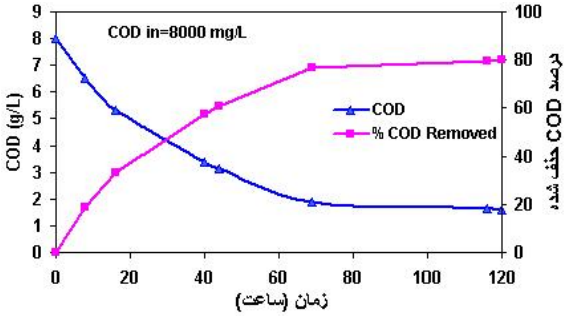
یکی از پارامترهای کنترل کننده در سیستم، نسبت TS به COD است. بر طبق نظر مراجع، نسبت ۲۰٪ در سیستم UASB مناسب است. این نسبت هر دو هفته یک‌بار برای خوراک تزریقی به سیستم اندازه‌گیری شده و در تمامی موارد در محدوده ۲۰ درصد مجاز بوده است.

۴-۲- عملکرد سیستم ترکیبی در حذف COD

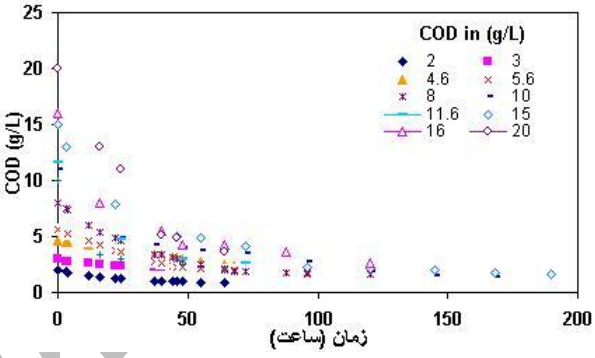
پس از تطبیق یافتن لجن با فاضلاب الیاف‌دار فیبر، کارایی حذف COD با بار آلی ۱ تا ۱۰ کیلوگرم COD بر مترمکعب در روز بررسی شد. نمونه‌ای از نتایج حاصل در شکل ۴ آورده شده است. مشاهده می‌شود که پس از حدود ۶۰ ساعت، کارایی حذف به مقدار ثابتی میل می‌کند.

شکل ۵ مجموعه بررسی‌ها را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که با گذشت زمان و انطباق سیستم، با وجود افزایش بار آلی، کارایی حذف نیز افزایش یافته به‌طوری که از حدود ۵۰٪ به بیش از ۹۰٪ رسیده است.

Archive of SID
www.SID.ir

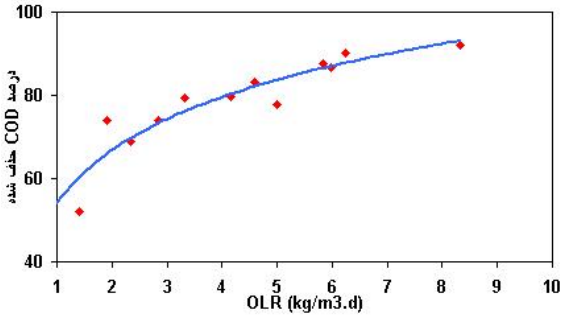


شکل ۴ کارایی حذف COD فاضلاب کارخانه فیبر با COD ورودی ۸۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر



شکل ۵ کارایی حذف COD فاضلاب کارخانه فیبر در بارهای آلی بررسی شده

شکل ۶، این مطلب را به‌صورت کارایی حذف COD بر حسب بار آلی ورودی نشان می‌دهد.

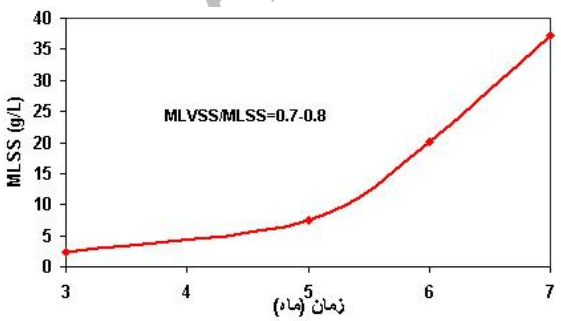


شکل ۶ تغییرات حذف COD نسبت به بار آلی فاضلاب کارخانه فیبر در سیستم ترکیبی

نکته قابل ذکر این است که خوراک تازه، پس از رسیدن کارایی به مقداری تقریباً ثابت، حذف اضافه می‌شد. افزایش کارایی حذف COD در سیستم ترکیبی با بار آلی بالا، بیانگر کارایی مناسبتر این نوع سیستم در شرایط پربار است. با توجه به تحقیقات سایر محققان، این سیستم کارایی حذف قابل قبولی برای تصفیه فاضلاب صنایع فیبری دارد. همچنین این سیستم با توجه به تحقیقات قبلی، در مقایسه با سایر روشها کارایی بهتری دارد به گونه‌ای که بر اساس نتایج حاصل از کاربرد دو سیستم فیلتر بی‌هوازی سری با جریان رو به بالا در تصفیه همین فاضلاب، بترتیب فقط ۳۰ و ۵۰ درصد و در مجموع ۶۵ درصد حذف COD برای ورودی mg/L ۴۰۰۰ به‌دست آمده است [۱۴]. در ضمن کاربرد دو سیستم در قالب یک راکتور و بخصوص بخش فیلتر، نیازی به قرار دادن بخش جدا کننده گاز، مایع و جامد (که در طراحی UASB در نظر گرفته می‌شود) ندارد و این بخش، ضمن جداسازی سه فاز مذکور، اثر قابل قبولی در تصفیه فاضلاب دارد و این هزینه طراحی و ساخت را کاهش می‌دهد.

۴-۳- تغییرات رشد لجن با گذشت زمان

شکل ۷ تغییرات MLSS لجن را در طی ۴ ماه تحقیق پس از انطباق سیستم نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود مقدار MLSS در بخش پایینی راکتور به بیش از ۱۵ برابر ـ نسبت به مرحله انطباق ــ افزایش یافته که برطبق مراجع مختلف، تا ۷۰ گرم بر لیتر نیز امکان‌پذیر است.



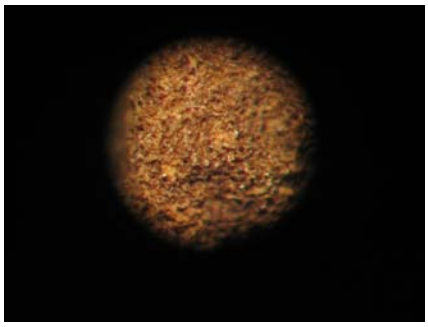
شکل ۷ تغییرات رشد لجن در طول ۴ ماه در سیستم ترکیبی فاضلاب کارخانه فیبر

Archive
www.SID.ir

۴-۴- بررسی میکروسکوپی

در طی دوره تحقیق، بررسی میکروسکوپی به‌طور منظم انجام می‌شد. میکروارگانیسم‌های اصلی باسیل‌ها و کوکسی‌ها بودند. ۸ ماه پس از اولین راه‌اندازی، گرانول‌ها در بخش UASB در حد قابل قبولی رشد یافتند. شکل ۸ و ۹ نمونه‌ای از گرانول‌های تشکیل شده با قطر حدود ۵ mm را در سیستم نشان می‌دهد. در بخش فیلتر نیز پس از این مدت، لایهٔ بیولوژیکی با متوسط ضخامت ۰/۴ mm در سطح آکنه‌ها تشکیل شده است.

شکل ۸ گرانول‌های مشاهده شده در سیستم ترکیبی



شکل ۹ سطح گرانول با بزرگنمایی ۶۶ برابر در سیستم ترکیبی

۵- نتیجه‌گیری

با توجه به موارد بحث شده در بخش نتایج، مشاهده می‌شود که این سیستم قابلیت حذف بیش از ۹۰ درصد از COD را در بار آلی ۱۰ کیلوگرم بر متر مکعب در روز دارد که حاکی از مناسب بودن راکتور ترکیبی برای تصفیه فاضلاب فیبر است. در ضمن با گذشت زمان و تطبیق شدن سیستم، با وجود افزایش بار آلی، کارایی حذف نیز افزایش یافته به‌طوری که از حدود ۵۰٪ به بیش از ۹۰٪ رسیده است.

همچنین با توجه به وجود بخش فیلتر، استفاده از بخش جدا کننده گاز، مایع و جامد ـ که در طراحی UASB در نظر گرفته می‌شود ـ ضروری نیست و این بخش، ضمن جداسازی سه فاز مذکور، اثر قابل قبولی در تصفیه فاضلاب دارد و هزینه طراحی و ساخت را نیز کاهش می‌دهد.

۶- منابع

[1] Montenegro de A., P.; Moreira Soares, H.; Filamena Zazoller, R; “Hybrid Reactor Performance in PCP Removal by Anaerobic Granules”; Water Science and Technology; 2001; Volume 44; Number 4; pp. 137-144.

[2] Hutnan, M.; Drtil, M.; Mrafkova, L.; Derco, J.; Buday, J.; "Comparison of Start-up and Anaerobic Wastewater Treatment in UASB, Hybrid and Baffled Reactor"; Bioprocess Engineering; 1999; Volume 21; Issue 5; pp. 439-445.

[3] Shivayogimath, C.B.; Ramanujam, T.K.; "Treatment of Distillery Spentwash by Hybrid UASB Reactor"; Bioprocess Engineering; 1999; Volume 21; Issue 3; pp. 255-259.

[4] Borja, R.; Alba, J.; Bank, C.J.; "Anaerobic Digestion of Wash Waters Derived from the Purification of Virgin Olive Oil Using a Hybrid Reactor Combining a Filter and a Sludge Blanket”; Process Biochemistry; Volume 31; Number 3; 1996; pp. 219-224.

[5] Malaspina, F.; Cellamare, C.M.; Stante, L.; Tilche, A.; " Anaerobic Treatment of Cheeze Whey With a Downflow Upflow Hybrid Reactor", Bioresource Technology; Volume 55; Number 2; 1996; pp. 131-139.

[6] Borja, R.; Banks, C.J.; Wang, Z.;

Archive of SID
www.SID.ir

"Performance of a Hybrid Anaerobic Reactor, Combining a Sludge Blanket and a Filter, Treating Slaughterhouse Wastewater"; Applied Microbioloy and Biotechnology; Volume 43; Issue 2; 1995; pp. 351-357.

[7] Fang, H.H.P.; Chui, H.K.; "Comparison of Start-up Performance of Four Anaerobic Reactors for the Treatment of High Strenght Wastewater"; Resour. Conserv. Recyl.; Volume 11; Number 1-4; 1994; pp. 123-138.

[8] Fang, H.H.P.; Kwong, T.S.; "Degredation of Starch Particulacein a Hybrid Reactor"; Water Science and Technology; Volume 30; Number 4; 1994; pp.97-104.

[9] Kimata, T.; Tada, M.; Tanaka, K.; Shinabe, K.; Shimizu, K.; "Anaerobic Treatment of Thermal Sludge Conditioning Liquor and Charactersitics of Granular Sludge Produced", Water Science and Technology; Volume 23; Number 7-9; 1991; pp. 1219-1228.

[10] Joubert, W.A.; Britz, T.J.; "The Performance and Mixing Characteristics of an Anaerobic Hybrid Reactor Treating a Synthetic Fatty Acid Containing Substrate"; Water Science and Technology; Volume 13, Number 2; 1987; pp. 63-68.

[11] Stronach, S.M.; Rudd, T.; Lester, J.N.; "Anaerobic Digestion Processes in Industrial Wastewater Treatment"; 1986; p. 118.

[12] APHA; AWWA; WEF; "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater"; 1995; 19th Edition; Washington D.C.; USA.

[۱۳] حسینیان، مرتضی؛ تصفیه بی‌هوازی فاضلابها: UASB؛ انتشارات فنی حسینیان؛ ۱۳۷۹.

[۱۴] جمعه خالدی، حسین؛ "کاربرد فیلترهای بی‌هوازی بالا رو در تصفیه بی‌هوازی-هوازی فاضلاب صنایع تولید فیبر"؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد؛ مهندسی عمران؛ محیط‌زیست؛ دانشگاه تربیت‌مدرس؛ زمستان ۱۳۸۰.

Archive of SID

www.SID.ir