کارایی سیستم لجن فعال رشد معلق در حذف زیستی اسید فتالیک

دکترمقداد پیرصاحب*؛ دکتر علیرضا مصداقی نیا **

چکیده :

سابقه وهدف: *اسید فتالیک یکی از آلاینده‌های آلی سمی بوده که از طریق صنایع مختلف به محیط وارد می‌شود. حذف زیستی این آلاینده قبل از تخلیه فاضلاب می‌تواند نقش مهمی را در حفظ محیط زیست و سلامت انسان‌ها ایفا نماید. این پژوهش باهدف تعیین کارایی سیستم لجن فعال رشدمعلق درحذف زیستی اسیدفتالیک طراحی گردیده که درآن علاوه برغلظت، متغیر زمان ماند هیدرولیکی نیز بررسی گردید تا میزان بارگذاری حجمی مجاز و زمان ماند هیدرولیکی بهینه به‌دست آید.*

مواد و روش‌ها: *این تحقیق به روش توصیفی-تحلیلی روی ۱۴۴ نمونه پساب و ۲۳ نمونه لجن انجام گرفت که در آن سیستم لجن فعال رشد معلق در چهار زمان ماندهیدرولیکی۶،۱۲،۲۴و۴۸ساعت برای حذف زیستی اسید فتالیک با حجم حوض هوادهی۶ لیتر وحوض ته نشینی ۳ لیتر استفاده شد. مجموع غلظت* COD *ورودی به سیستم ۱۰۰۰میلی گرم در لیتر و همراه با گلوکز تنظیم شد. غلظت اسید فتالیک ورودی به سیستم۱۰ ,۲۰,۵۰،۱۰۰،۲۰۰و۵۰۰میلی گرم در لیتر بود.* COD , BOD_5 *وغلظت اسید فتالیک(با استفاده از دستگاه* HPLC-UV *درطول موج* nm ۲۱۰) *در پساب اندازه گیری شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس و آزمون تعقیبی شفه و نیز ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.*

یافته‌ها: *اسیدفتالیک در هر چهار زمان ماند هیدرولیکی توسط سیستم لجن فعال رشد معلق حذف گردید. میانگین میزان حذف اسیدفتالیک در زمان‌های ماند هیدرولیکی ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ساعت در غلظت ورودی*mg/l *۵۰۰-۱۰به‌ترتیب ۱۰/۵±۸۶/۷, ۲/۶± ۹۷/۵, ۰/۳± ۹۹/۶ و۰/۰۳±۹۹/۸ درصد بود. دراین زمان‌های ماند، میانگین میزان حذف* COD *به‌ترتیب۱۱/۶±۸۸/۶, ۳±۹۵/۵, ۰/۸۸± ۹۷/۴ و۰/۵±۹۸ درصد بود. میزان اسیدفتالیک لجن در این زمان‌های ماند و غلظت اسید فتالیک ورودی از* mg/kg *۳۲۰-۱۰۰ اندازه گیری شده است.*

بحث: *سیستم لجن فعال رشد معلق توانایی تحمل اسید فتالیک در زمان‌های ماند هیدرولیکی و غلظت‌های ورودی متغیر را دارد. میانگین میزان حذف اسید فتالیک و* COD *در زمان ماند ۲۴ و۴۸ ساعت حالت پایدارتری را نشان می‌دهد. بین میزان حذف اسید فتالیک و* COD *با زمان‌های ماند تفاوت معناداری به‌دست آمد. همچنین بین افزایش غلظت اسید فتالیک ورودی با میزان حذف این پارامترها در تمامی زمان‌های ماند ارتباط کاملاً معکوس و معناداری وجود داشت. میزان بارگذاری حجمی مجاز این سیستم در زمان‌های ماندهیدرولیکی۶، ۱۲ و ۲۴ساعت به ترتیب ۸۰، ۱۰۰ و* g/m^3d *۵۰۰ به‌دست آمد. لجن این سیستم توانایی جذب سطحی بالایی از اسیدفتالیک را دارامی‌باشد.*

کلید واژه‌ها : *اسید فتالیک ، حذف زیستی، فاضلاب،لجن فعال.*

---

* استادیار بهداشت محیط دانشکده بهداشت و عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه.

** استاد ومدیر گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران.

* **عهده‌دار مکاتبات:** کرمانشاه، دولت‌آباد، جنب‌بیمارستان‌فارابی، دانشکده بهداشت دانشگاه‌علوم‌پزشکی‌کرمانشاه، تلفکس: ۸۲۶۴۱۶۴-۰۸۳۱

مقدمه :

اسید فتالیک نقش مهمی را درآلودگی محیط زیست به‌عنوان اجزای فیبرهای پلی‌استر، فیلم‌ها و بطری‌های پلی‌اتیلن ترفتالات ایفا نموده است و در صنایع سلولوئید، دارویی و آرایشی کاربرد دارد و به‌عنوان تثبیت‌کننده مواد معطر به‌کارمی‌رود. فرمول شیمیایی آن $C_6H_4(COOH)_2$ است (۱و۲). استرهای اسید فتالیک در فهرست آلاینده‌های آلی سمی اولویت‌دار سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا قرار دارد و در دسته مواد زائد خطرناک طبقه‌بندی می‌شود (۳و۴). سمیت اسیدفتالیک هنوز به‌طور کامل مشخص نشده، ولی درموش‌های آزمایشگاهی برکلیه‌ها، کبدوغده تیروئید اثر سوء داشته و سبب اختلال در اندام تولیدمثل مردان گردیده است (۸-۵).

سالیانه میلیون‌ها تن اسیدفتالیک و استرهای آن به محیط تخلیه شده که به دلیل افزایش مصرف، این روند سیرصعودی دارد.این ماده آلی در محیط زیست خاصیت تجمع‌پذیری زیستی‌دارد و به‌کندی تجزیه می‌شود (۱۴-۹).

سیستم لجن فعال رشد معلق که متشکل از یک حوض هوادهی ,یک تانک ته‌نشینی وخط برگشت لجن است، سالیان متمادی برای تصفیه فاضلاب شهری و صنعتی استفاده شده واشکال اصلاح شده آن در حال توسعه است.

اسیدفتالیک در سیستم‌های تصفیه فاضلاب به‌طریقه هوازی و بی‌هوازی تجزیه شده که سرعت حذف بستگی به زنجیره هیدروکربنی استر آن و میزان حلالیت در آب دارد. هرچه طول این زنجیره بیشتر باشد، حلالیت کاهش می‌یابد و میزان حذف کمتر می‌شود. به طور کلی سرعت تجزیه بی‌هوازی این ترکیبات نسبت به تجزیه هوازی پایین‌تر است. میکروب‌های تجزیه‌کننده، استرهای اسیدفتالیک را به‌عنوان منبع کربن مورد استفاده قرار می‌دهند(۹ ,۱۰ و۱۷-۱۵). سیستم لجن فعال، اسیدفتالیک را به‌خوبی تحمل می‌کند و بعداز مدتی به‌آن خومی‌گیرد. این ترکیبات‌درکارکرد سیستم لجن فعال تأثیرسوئی‌ندارند و می‌توانند تاغلظت‌های۹۰۰mg/l راتحمل‌نمایند(۱۸).

استرهای اسیدفتالیک با زنجیره کوتاه در یک تصفیه‌خانه فاضلاب کارخانه کک به روش لجن فعال با زمان ماند هیدرولیکی هفت روز تا ۹۰ درصد حذف‌شده، ولی استرهایی با زنجیره طولانی راندمان حذف‌خیلی‌کمتری در همین زمان ماند داشته‌اند(۱۹).

نتایج آزمایش‌ها در یک واحد پایلوت تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال نشان‌داد که با میزان ورودی استرهای اسیدفتالیک ۱۰۰ میکروگرم در لیتر، میزان‌حذف ۹۷ - ۷۹ درصد قابل دستیابی است(۲۰). در آزمایش دیگری با همین ویژگی میزان حذف ۹۱-۷۱ درصد به‌دست آمده است (۳).

غلظت استرهای اسیدفتالیک در صنایع پلاستیک‌سازی و رنگ‌سازی حدود۱۰۰-۱۰ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر تا ۸۱۷ میلی‌گرم در لیتر نیز گزارش‌شده است (۳)، درحالی‌که در تحقیقات انجام‌شده غلظت‌های ورودی کمتر از ۱۰۰میکروگرم در لیتر بررسی گردیده است. دلیل عمده آن مطالعه رفتار تجزیه‌پذیری این ترکیب در مطالعات مذکور می‌باشد.

در این پژوهش کارایی سیستم لجن فعال رشد معلق در حذف زیستی اسیدفتالیک در غلظت‌های

واقعی این ترکیب و زمان‌های ماند هیدرولیکی متغیر بررسی شده‌است و میزان بارگذاری مجاز و زمان ماند هیدرولیکی بهینه انتخاب می‌شود.

مواد و روش‌ها :

روش انجام تحقیق با توجه به ماهیت آن برپایه داده‌های آزمایشگاهی از نوع مطالعات توصیفی- تحلیلی بوده که از آنالیز واریانس، آزمون تعقیبی شفه و نیز ضریب همبستگی پیرسون برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. برای بررسی عملکرد سیستم لجن فعال رشد معلق در حذف زیستی اسیدفتالیک، راکتوری با یک حوض هوادهی ویک حوض ته‌نشینی به‌ترتیب با حجم مفید شش و سه لیتر در مقیاس آزمایشگاهی ساخته شد. عمل هوادهی با استفاده از کمپرسور هوا صورت گرفت. برای توزیع یکنواخت هوا در کف حوض هوادهی پستانک‌هایی باروزنه‌ریز(با قطر mm ۰/۲)تعبیه شدند.

فاضلاب مصنوعی با استفاده از گلوکز (به‌عنوان منبع کربن جهت راه‌اندازی سیستم) درغلظت COD[1]، ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و افزودن نسبت مناسبی از نیتروژن و فسفر با مصرف کود شیمیایی(COD:N:P = ۱۰۰۰:۷:۱) از آب شهر ساخته شد و به سیستم لجن فعال تغذیه گردید. برای تأمین میکروب‌های فعال ابتدا مقداری لجن فعال تصفیه‌خانه فاضلاب شوش تهران اضافه‌شد. پس از رسیدن راکتور به شرایط حذف مناسب COD و خوگرفتن با اسیدفتالیک درچهار زمان ماند هیدرولیکی ۶ ,۱۲, ۲۴ و ۴۸ ساعت و با غلظت‌های متغیر اسید فتالیک (۱۰ ، ۲۰ ،۵۰ ، ۱۰۰ ، ۲۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و تنظیم COD کل با استفاده از گلوکز اقدام به بهره‌برداری از سیستم شد.

به‌منظور دستیابی به نتایج مطلوب، سیستم لجن فعال در هر غلظت و زمان ماند هیدرولیکی مربوطه شش مرتبه بارگذاری شد. ۱۴۴ نمونه پساب خروجی و ۲۳ نمونه لجن برای اندازه‌گیری اسید فتالیک موردآزمایش قرارگرفتند. در غلظت‌ها و زمان‌های ماند هیدرولیکی متغیر، درجه‌حرارت راکتور در تمام زمان انجام دادن تحقیق تقریباً ثابت و همان دمای محیط آزمایشگاه درنظرگرفته‌شد. اکسیژن محلول و درجه‌حرارت هرروز با استفاده ازدستگاه اکسیژن‌متر مدل 50B ساخت شرکت YSI آمریکا و pH با pHمتر مدل 520E کنترل‌می‌شد. چنانچه pH به کمتر از ۶ می‌رسید(در غلظت‌های بالای اسیدفتالیک pH به کمتر از ۳ می‌رسد)، با افزودن سود سوزآور، pH تا حدود ۷ تنظیم می‌گردید. پارامترهایCOD، BOD_5[2] و MLSS[3] سیستم با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد (۲۱).

برای اندازه‌گیری غلظت اسید فتالیک در پساب از دستگاه HPLC-UV مدلEurochrom 2000 شرکت Knäuer آلمان استفاده‌گردید. ستون مورد استفاده از جنسC۸ ,۵μm با ابعاد ۴/۶mm × ۱۵cm شرکت Waters آمریکا تهیه شد. طول موج انتخابی ۲۱۰nm

1. Chemical Oxygen Demand
2. Biochemical Oxygen Demand
3.Mixed Liquid Suspended Solid

بود و فاز متحرک ۶۵٪ متانول با درجه خلوص مخصوص HPLC ساخت شرکت Merck و ۳۵٪ آبی که ۰/۵٪ اسید فسفریک به آن اضافه شده بود، با فلوریت ۱ ml/min انتخاب گردید(۲۲). آب مورد استفاده برای دستگاه HPLC توسط سیستم Milli-Q شرکت Millipore تهیه‌شد. برای استخراج اسیدفتالیک از لجن، حلال متیلن‌کلراید و استاندارد داخلی دی‌متیل‌فتالات استفاده‌گردید(۲۱). میزان بازیافت دی‌متیل‌فتالات ۹۷-۹۲ درصد بود. اسید فتالیک مورداستفاده با درجهٔ خلوص ۹۸٪ از شرکت Merck تهیه‌گردید. برای ترسیم منحنی استاندارد اسیدفتالیک توسط دستگاه HPLC از غلظت‌های ۰/۱، ۰/۵، ۱، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اسید فتالیک استفاده‌شد.

یافته‌ها :

مقادیر میانگین و انحراف معیار اسیدفتالیک نمونه‌های خروجی ازسیستم برحسب زمان‌های ماند هیدرولیکی متغیر و نیز اسید فتالیک لجن در جدول۱ نشان‌داده‌شده‌است. میانگین و انحراف معیار درصد حذف اسید فتالیک وCOD برحسب زمان‌های ماند هیدرولیکی متغیر و تحلیل واریانس آن‌ها در جدول ۲ آورده شده و نتایج آزمون همبستگی غلظت اسید فتالیک ورودی با درصد حذف آن و شاخص‌های COD و BOD_5 خروجی از سیستم در این زمان‌های ماند متغیر در جدول ۳ ارائه شده است. نمودار۱ کروماتوگرام اسید فتالیک را با استفاده از دستگاه HPLC-UV نشان‌می‌دهد. معادله تعیین غلظت در ۵

جدول ۱- میزان غلظت اسید فتالیک خروجی و اسید فتالیک لجن بر حسب میزان غلظت اسید فتالیک ورودی در زمان‌های ماند هیدرولیکی مختلف.

متغیر / زمان ماند (ساعت) / غلظت اسیدفتالیک‌ورودی mg/l	میانگین اسید فتالیک , mg/l				اسید فتالیک لجن ,mg/kg			
	۴۸	۲۴	۱۲	۶	۴۸	۲۴	۱۲	۶
۱۰	۰/۰۲±۰/۰۰۳	۰/۰۲۵±۰/۰۰۵	۰/۰۴±۰/۰۱	۰/۱۵±۰/۰۳	۱۰۰	۱۱۰	۱۱۹	۱۲۷
۲۰	۰/۰۳±۰/۰۰۴	۰/۰۳ ±۰/۰۰۴	۰/۶۸±۰/۱۵	۰/۵۴±۰/۱۴	۱۱۶	۱۲۶	۱۳۴	۱۴۷
۵۰	۰/۰۶۵±۰/۰۴	۰/۰۶۵±۰/۰۱	۰/۴۶±۰/۱۱	۴±۰/۳	۱۲۹	۱۳۸	۱۴۷	۱۶۴
۱۰۰	۰/۱۸±۰/۰۵	۰/۲±۰/۰۳۵	۱/۵±۰/۳	۱۵±۱/۸	۱۸۷	۲۰۹	۲۳۴	۲۵۷
۲۰۰	۰/۴۵±۰/۱۱	۰/۷±۰/۱۳	۱۰±۱/۴	۴۵±۶/۵	۲۱۶	۲۳۷	۲۴۹	۲۶۸
۵۰۰	۱/۱ ±۰/۱۸	۵±۰/۶	۳۵±۴	۱۵۰±۲۱	۲۸۹	۲۹۷	۳۱۳	---

جدول۲- میزان درصد حذف اسید فتالیک و COD در زمان‌های ماند هیدرولیکی مختلف .

زمان / پارامتر	۴۸ ساعت	۲۴ ساعت	۱۲ ساعت	۶ ساعت	کل	P-Value	زمان ماندهایی که در سطح P<۰/۰۵ با هم اختلاف معنا داری دارند.
اسیدفتالیک	۹۹/۸±۰/۰۳	۹۹/۶±۰/۳	۹۷/۵±۲/۶	۸۶/۷±۱۰/۵	۹۵/۹±۷/۶	۰/۰۰۱	زمان۶ساعت بابقیه
COD	۹۸±۰/۵	۹۷/۴±۰/۸۸	۹۵/۵±۳	۸۸/۶±۱۱/۶	۹۴/۹±۷	۰/۰۰۱	زمان۶ساعت بابقیه

جدول۳- نتایج آزمون همبستگی غلظت اسید فتالیک ورودی با درصد حذف آن و پارامترهای COD و BOD_5 خروجی از سیستم در زمان‌های ماند هیدرولیکی متغیر.

زمان / پارامتر (مقادیر p و r)	۴۸ ساعت		۲۴ساعت		۱۲ساعت		۶ساعت		کل	
	r	P-Value	r	P-Value	r	P-Value	r	P-Value	r	P-Value
اسیدفتالیک	-۰/۶۲	۰/۰۰۱	-۰/۹۷	۰/۰۰۱	-۰/۹۵	۰/۰۰۱	-۰/۹۲	۰/۰۰۱	-۰/۴۱	۰/۰۰۱
COD	-۰/۳۴	۰/۰۴	-۰/۶۱	۰/۰۰۱	-۰/۹۷	۰/۰۰۱	-۰/۹۹	۰/۰۰۱	-۰/۵۲	۰/۰۰۱
BOD_5	-۰/۶۱	۰/۰۰۱	-۰/۷	۰/۰۰۱	-۰/۶۸	۰/۰۰۱	-۰/۹۸	۰/۰۰۱	-۰/۴۵	۰/۰۰۱

مرتبه تکرارپذیری نسبت به سطح زیر منحنی C=۰/۰۵۵۶A-۰/۰۹۱۲ با ضریب همبستگی r=۰/۹۹۹۹ و نسبت به‌ارتفاع C=۰/۰۱۰H-۰/۰۷۷۸ باضریب همبستگی r= ۰/۹۹۹۹۹ است.

نمودارهای ۲ و ۳ به‌ترتیب تغییرات COD و BOD_5 پساب سیستم لجن فعال رشد معلق را برحسب‌غلظت‌اسید فتالیک ورودی در زمان‌های‌ماند هیدرولیکی۶, ۱۲, ۲۴ و ۴۸ساعت منعکس‌می‌نمایند.

میزان اسیدفتالیک در لجن حاصله ۳۲۰mg/kg- ۱۰۰ می‌باشد. غلظت MLSS حوض هوادهی در کلیه زمان‌های ماند هیدرولیکی حدود ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، ثابت نگهداری شد.

نمودار۱- کروماتوگرام اسید فتالیک با استفاده از دستگاه HPLC-UV

غلظت نمونه: ۱۰ µg/ml فلوریت: ۱ml/min

طول موج: ۲۱۰nm حجم نمونه: ۱۰۰ µl

نمودار۲- تغییرات COD پساب سیستم لجن فعال رشد معلق برحسب اسید فتالیک ورودی در زمان‌های ماند هیدرولیکی ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ساعت.

نمودار۳- تغییرات اسید فتالیک خروجی سیستم لجن فعال رشد معلق بر حسب اسید فتالیک ورودی در زمان‌های ماند هیدرولیکی ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت.

بحث :

یافته‌های این پژوهش نشان‌داد که سیستم لجن فعال رشد معلق به‌خوبی تغییرات غلظت اسیدفتالیک را در غلظت‌های ورودی mg/l ۵۰۰-۱۰ در تمامی زمان‌های ماند هیدرولیکی تحمل‌نموده‌است. میانگین میزان حذف این ترکیب و COD در زمان ماند هیدرولیکی۱۲ ساعت حالت نسبتاً پایدار و در زمان‌های ۲۴ و۴۸ ساعت حالت پایدارتری را با توجه به انحراف معیارهای به‌دست‌آمده نشان داده که میزان حذف در این دو زمان ماند اخیر تقریباً نزدیک به‌هم می‌باشد. بین میزان حذف اسید فتالیک و COD با زمان‌های ماند هیدرولیکی تفاوت معناداری وجود داشت. هرچند میزان حذف اسید فتالیک و COD در زمان ماند ۴۸ ساعت بیش از زمان‌های دیگر بود، ولی فقط تفاوت معناداری بین زمان ماند ۶ ساعت با سایر زمان‌ها حاصل‌شده‌است. به‌عبارت‌دیگر، تفاوت معناداری در حذف زیستی این ترکیب و COD در زمان‌های ماند ۱۲, ۲۴ و ۴۸ ساعت وجود ندارد. Petterson میزان حذف این ترکیب را ۹۱- ۷۱درصد (۳)و Petrasek وهمکاران میزان حذف آن را ۹۷-۷۹ درصد بیان نموده‌اند(۲۰). در این پژوهش میزان حذف اسید فتالیک در زمان ماند هیدرولیکی ۶ و ۱۲ ساعت در دامنه میزان حذف مطالعات فوق بوده، ولی در زمان‌های ماند ۲۴ و۴۸ ساعت از حداکثر مقادیر حذف گزارش‌شده در این مطالعات بیشتر می‌باشد. دلیل عمده این اختلاف افزایش زمان ماند هیدرولیکی دراین پژوهش بوده که سبب افزایش میزان حذف گردیده است(سایر مطالعات مشابه در زمان ماند ۶و۱۲ ساعت انجام شده‌اند).

ارتباط کاملاً معکوس و تفاوت معناداری بین افزایش غلظت اسیدفتالیک ورودی با میزان حذف این ترکیب در تمامی زمان‌های ماند هیدرولیکی وجود داشت. به‌عبارت دیگر، با افزایش غلظت این ترکیب در فاضلاب‌ورودی، میزان حذف کاهش‌یافته‌است. البته این همبستگی معکوس در زمان

ماند ۴۸ ساعت مقدار کمتری را نشان داده که بیان‌کننده پایداری این زمان در برابر افزایش غلظت می‌باشد. همین ارتباط معکوس و تفاوت معنادار درخصوص COD وBOD_5 خروجی مشاهده می‌شود. با این وصف علاوه بر زمان ماند ۴۸ ساعت در زمان ماند ۲۴ ساعت این همبستگی معکوس برای هر دو شاخص وجود دارد و در زمان ماند ۱۲ ساعت فقط در موردBOD_5 مقدار کمتری را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد که تا غلظت اسید فتالیک ورودی ۲۰ میلی‌گرم درلیتر، زمان ماند هیدرولیکی ۶ ساعت و تا غلظت ورودی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، زمان ماند ۱۲ ساعت، میانگین درصد حذف بالایی از این ترکیب را ایجاد می‌کند. از طرف دیگر، زمان ماند هیدرولیکی ۲۴ ساعت به‌راحتی شوک‌های بار را تا غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر تحمل می‌کند؛ بنابراین میزان بارگذاری حجمی مجاز اسیدفتالیک برای طراحی سیستم لجن فعال رشد معلق در زمان ماند هیدرولیکی ۶ ساعت ۸۰g/m^{3}d , در ۱۲ساعت ۱۰۰g/m^{3}d و در زمان‌ماندهیدرولیکی ۲۴ساعت ۵۰g/m^{3}dخواهدبود.

بیشترین میزان اسیدفتالیک لجن در زمان ماند ۶ ساعت به‌دست آمده که نشان می‌دهد زمان کافی برای تجزیه زیستی این ترکیب که در روی لجن جذب سطحی‌شده وجودندارد. Petrasek و همکاران میزان استرهای اسید فتالیک را در لجن سیستم لجن فعال رشد معلق ۶-۱۵۳mg/kg اندازه‌گیری نموده‌اند (۲۰). گستره این ترکیب در لجن به‌دست‌آمده از این تحقیق، مقادیر بیشتری را نشان می‌دهد (۱۰۰-۳۲۰mg/kg) . دلیل عمده تفاوت نتایج حاصله اعمال غلظت‌های بیشتر اسید فتالیک ورودی به سیستم در این پژوهش می‌باشد.

تشکر و قدردانی :

از جناب‌آقای‌مهندس علی محمدی مسئول آزمایشگاه میکروبیولوژی محیط و سرکار خانم قصری مسئول آزمایشگاه شیمی محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران که در تهیه مواد و امکانات مورد نیاز این پژوهش نهایت همکاری را مبذول‌داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

References:

1. Kleerebezem RO. Anaerobic treatment of phthalates microbiological and technological aspects, WU disseration: thesis no. 2697; 1999.
2. Young LY, Cerniclia C. Microbial transformation and organic chemicals. New York: Wilky- liss; 1995, P. 27-74, 317-387.
3. Petterson J W. Industrial wastewater treatment technology. 2nd ed. Boston: Butterworth; 1985, P. 303-360.
4. Watts RJ. Hazardous wastes. New York: John and Sons; 1998.

5. Tienpont B, David F, Vanwalleghem F and Sandra P. Pyrolysis – CGC- MS for the determination of PVC traces in sludge sample. University of Gent, Department of Organic Chemistry; 2000.
6. McDowell DC, Metcalfe CD. Phthalate esters in sediments near a sewage treatment plant outflow in Hamilton. J Great Lakes 2001; 27(1): 3-9.
7. Penalver A, Pocrull E, Borrull F, Marce RM. Determination of phthalate esters in water samples by solid–phase mieroextraction and gas chromatography with mass spectrometric detection. J Chromatography A 2000; 872: 191-201.
8. WHO. Guidelines for drinking water quality: health criteria and other supporting information. Vol 2, 2nd ed. Geneva: WHO; 1996, P. 530-540.
9. Bitton G. Wastewater microbiology. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons; 1999, P. 387-411.
10. ICON. Phthatates in urban wastewater and sewage sludge. London: Report 2001, P. 1-10.
11. CEPI. Environmental effects (phthalate). London: Report 2000, P. 1-3.
12. Gibson DT. Microbial degradation of organic compounds. New York: Marcel Denker; 1984, P. 371-397.
13. EPA. Soakaway for wastewater proves effective. London: Report 2001.
14. Environmental Australia. State of knowledge Reper: air toxics and indoor air quality in Australia. 2001, P. 1-5.
15. Jianlong W, Lujun C, Hanchang S, yi Q. Microbial degradation of phthalic acid esters. J Chemosphere 2000; 41(8):1245-1248.
16. Scholz N. Biodegradation and bioaccumulation of phthalate esters. Report of ECPI. 1998.
17. Shelton DR, Boyd SA, Tiedje JM. Anaerobic biodegradation of phthalic acid esters in sludge. J Environ Sci Technol 1984; 18:83-97.
18. Ry T. The response of activated sludge process of hazardous organic wastes. J Hazard Waste Mater 1991; 8/3:245-256.
19. Jianlong W, Ping L, yi Q. Biodegradtion of phthalic acid esters by acclimated activated sludge. J Environ Int 1996; 22(6): 737-741.
20. Petrasek AC, Kugelman IJ, Austern BM, Pressley TA. Fate of toxic organic compounds in waste water treatment plants. J WPCF 1983; 55(10):1275-1285.

21. PNA and AWWA. Standard methods for the examination of water and wastewater, 19th ed. NewYork: McGraw-Hill; 1995, P. 6.84-6.97.

22. UNEP, ILO and WHO . International programme on chemical safety: environmental programme criteria 189. Report of Di-n-butyl phthalate; 1997, P. 1-15.

23. Kambia K, Dine T, Gressier B, Germe AF, Luykx M, Brunet C, et al. High performance liquid chromatography method for the determination of di(2-ethylhexyl) phthalate in total parenteral nutrition and plasma. J Chromatography B 2001; 755: 297-303.

24. Dean J. Analitical chemistry handbook. New York: McGraw – Hill; 1995, P. 4.1-4.99.