Archive of SID

مقاله پژوهشی

بررسی کارآیی هاضم هوازی در تثبیت لجن تصفیه خانه فاضلاب شهر سرکان

دکتر مهدی فرزادکیا * ، نفیسه نوریه **

چکیده:

هضم هوازی متداولترین روش تثبیت مواد آلی لجن برای تصفیه خانه های کوچک فاضلاب به شمار می رود. هدف از این تحقیق ارزیابی کارآیی هاضم هوازی در مقیاس آزمایشگاهی جهت تثبیت لجنهای دفعی از تصفیه خانه فاضلاب شهر سرکان می باشد.

این تحقیق به مدت ۷ماه از مرداد تا اسفندماه ۱۳۸۰ در چهار مرحله مجزا بر روی لجنهای دفعی این تصفیه خانه انجام شد. عملیات هضم هوازی در داخل بیوراکتور به حجم ۳۰ لیتر در آزمایشگاه بهداشت محیط دانشکده بهداشت همدان انجام گرفت . در هرمرحله، ابتدا یک نمونه از لجنهای دفعی از تصفیه خانه فاضلاب سرکان آنالیز شده سپس نمونه های تهیه شده از بیوراکتور درطول سه هفته عملیات هضم هوازی مورد بررسی قرار گرفت. شاخصهای تثبیت و استفاده مجددلجن که در این نمونه ها تعیین شدند، پارامترهای نسبت جامدات فرار به جامدات کل (VS/TS)، درصد کاهش جامدات فرار، سرعت ویژه جذب اکسیژن (SOUR) و تعداد کلیفرمهای کل (TC) ومدفوعی (FC) بودند.

نتایج آزمایشات نشان دادکه مقادیر متوسط نسبت VS/TS ، SOUR و FC در لجنهای خروجی از این تصفیه خانه به ترتیب مقادیر ۰/۷۵٤ ،۳/۳۹۵ و $۱/۹۳\times۱۰^{۸}$ بودند. اندازه گیری شاخصهای تثبیت لجن در بیوراکتور مشخص کردکه میزان جامدات فرار (VS) بعد ازگذشت حداکثر ۱۱روز ٤۰ درصد کاهش داشته و نسبت (VS/TS) حداکثر در روز پانزدهم به کمتر از ۶۰ درصد رسیده است. همچنین مقدار (SOUR) نیز حداکثر بعد از گذشت ۱۷روز به کمتر از $۲mgo_2/gr.vs.h$ کاهش یافته است. میانگین تعداد کلی فرمهای مدفوعی پس از انجام مراحل هضم هوازی در لجنهای موجود در بیوراکتور پس از گذشت ۲۲ روز $۱/۰۸\times۱۰^{۶}$ تعیین شد.

این نتایج مشخص نمودکه لجنهای دفعی از تصفیه خانه فاضلاب سرکان‌خام‌و تثبیت نشده هستند و هاضم هوازی قادر است در مدت ۱۷ روز این لجنها را تثبیت نماید. با این وجود کیفیت میکروبی لجنهای موجود در هاضم پس از گذشت ۲۲ روز حداکثر در سطح کلاسB استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا قرار می گیرد. بر این اساس، لجنهای تثبیت شده در هاضم هوازی در نهایت قابلیت احیای خاکهای ضعیف و یا استفاده در اراضی جنگلی را داشته اما به هیچوجه نبایستی به عنوان کود در اراضی کشاورزی بکار گرفته شوند.

کلید واژه ها : تثبیت لجن / تصفیه خانه فاضلاب / هاضم هوازی لجن

مقدمه :

تثبیت و دفع بهداشتی لجن حاصل از تصفیه فاضلاب یکی از مشکلترین مسائل رشته مهندسی محیط زیست است. کارشناسان بر این عقیده اند که تأسیسات تصفیه لجن ۴۰ تا ۶۰ درصد هزینهٔ سرمایه گذاری اولیه و حدود ۵۰ درصد از هزینه راهبری تصفیه خانه های فاضلاب را به

* استادیار گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان

** کارشناسی بهداشت محیط

www.SID.ir

Archive of SID

خود اختصاص می دهند(۱).

متداولترین روشهای تثبیت لجن ، تجزیهٔ بیولوژیکی آن به دو صورت هضم بی هوازی و هضم هوازی است(۱). اگرچه هضم بی هوازی لجن دارای سابقهٔ طولانی تری است، لیکن به دلایل زیادی از قبیل بالا بودن هزینه های سرمایه گذاری اولیه و حساس بودن شرایط راهبری، روش هضم هوازی به ویژه در خصوص تصفیه خانه های کوچک فاضلاب تا ظرفیت ۰/۲مترمکعب در ثانیه بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (۴-۲).

ازجمله محدودیتهای هاضمهای هوازی لجن میتوان به مصرف زیاد انرژی در حدود ۲۰ تا ۴۰ کیلووات به ازای هر ۱۰۰۰ متر مکعب از فاضلاب در آنها اشاره کرد. این مسئله، کاربرد این هاضمها را به لحاظ اقتصادی بیشتر برای تصفیه خانه های کوچک توجیه نموده اما در سالهای اخیر استفاده از آنها در تصفیه خانه های بزرگتر نیز مورد توجه قرار گرفته است(۱).

از میان فرآیندهای تصفیه فاضلاب برخی از آنها نظیر لجن فعال با هوادهی گسترده بگونه ای طراحی شده اند که تثبیت هوازی لجن در طول فرآیند تصفیه فاضلاب انجام می گیرد. بدین ترتیب این تصفیه خانه ها نیازی به تأسیسات جداگانه ای برای تثبیت لجن ندارند . تجربه موجود از این قبیل تصفیه خانه ها نشان داده است که در اکثر موارد شرایط نامطلوب راهبری ، موجب عدم تثبیت لجن شده است(۵). تصفیه خانه فاضلاب شهرسرکان یکی از این موارد است که با وجود دارا بودن فرآیند هوادهی گسترده لجن فعال به دلیل مسائل و نواقص بهره برداری در امر تصفیه لجن ناکارآمد می باشد (۶).

نتایج آزمایش های مقدماتی بر روی لجنهای این تصفیه خانه نشان داد که در اکثر موارد این لجنها خام و تثبیت نشده اند. هدف از انجام این تحقیق ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهر سرکان در تثبیت لجنهای تولیدی و بررسی روند تثبیت لجن این تصفیه خانه در شرایط هضم هوازی در مقیاس آزمایشگاهی می باشد.

روش کار:

این مطالعه به مدت ۷ ماه از مرداد تا اسفند ماه ۱۳۸۰ در چهار مرحله در آزمایشگاه بهداشت محیط دانشکدهٔ بهداشت همدان انجام شد. روش کار در این تحقیق به سه بخش مجزا تقسیم گردید:

- **بررسی وضعیت تثبیت لجنهای تولیدی در تصفیه خانه :** جهت بررسی کیفیت لجن تولیدی در این تصفیه خانه تعداد چهار نمونه (در مراحل مختلف) از قسمت ورودی لجن برگشتی به حوض هوادهی تهیه شد. نمونه برداری بصورت لحظه ای در شرایط کار عادی تصفیه خانه انجام و نمونه ها در اسرع وقت به آزمایشگاه بهداشت محیط دانشکده بهداشت منتقل شد. به منظور تعیین کیفیت نمونه های لجن ، برخی از معیارهای سنجش درجه تثبیت و قابلیت استفاده مجدد لجن نظیر TS (جامدات کل) ، VS(جامدات فرار) ،SOUR (سرعت ویژه جذب اکسیژن)، رنگ، تعداد کلیفرمهای کل (TC) و مدفوعی (FC) و تخم انگلهای بارور به همراه فاکتورهای pH و دما مورد آزمایش قرار گرفت. کلیه آزمایشهای فوق بر اساس دستور العملهای کتاب روشهای استاندارد برای آزمایشهای آب و فاضلاب انجام شد(۷) و تنها شمارش تخم انگلهای بارور با روش پیشنهادی سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) انجام گرفت(۸). جهت ارزیابی عملکرد تصفیه خانه و بررسی تعیین درجه تثبیت و قابلیت استفاده مجدد لجن، نتایج این آزمایشها با معیارهای موجود در این زمینه مقایسه شد.

ـ بررسی روند تثبیت لجن در هاضم هوازی در مقیاس آزمایشگاهی: جهت بررسی روند تثبیت لجن در هاضم هوازی یک مخزن شیشه ای به حجم ۳۰ لیتر ساخته شد. عملیات هوادهی در این مخزن به طور دائمی توسط یک شبکه هوا پخشان متصل به یک کمپرسور انجام گرفت . این بخش نیز در چهار مرحله جداگانه انجام شد و ترتیب کار به گونه ای بود که ابتدا حدود ۳۰ لیتر از لجن دفعی تصفیه خانه برداشته و برای تخلیه به هاضم به آزمایشگاه منتقل گردید . سپس عملیات هوادهی و اختلاط لجن در داخل بیوراکتور شروع شد و این کار بدون وقفه حدود سه هفته ادامه یافت. جهت پایش و کنترل فرآیند، شاخصهایTS,VS,SOUR,pH و دما در طول دوره کاری بیوراکتور بصورت متوالی مورد آزمایش قرار گرفت و با معیارهای سنجش درجه تثبیت

www.SID.ir

Archive of SID

لجن مقایسه شد. به منظور ارزیابی وضعیت همبستگی روند تغییرات پارامترهای (VS/TS)، درصد کاهش جامدات فرار (VS) و مقدار (SOUR) نسبت به زمان، ضریب همبستگی پیرسون تعیین گردید.

ـ ارزیابی قابلیت استفاده مجدد از لجن هضم شده :

به منظور ارزیابی قابلیت استفاده مجدد از لجن هضم شده در هاضم هوازی شاخصهای میکروبی TC ، FC و تخم انگل مورد پایش قرار گرفت و با استانداردهای زیست محیطی USEPA در این خصوص مقایسه شد(۸).

جهت مقایسه نتایج حاصل از شاخصهای کمی با مقادیر مجاز از نرم افزارMinitab و آزمون آماری t- test استفاده گردید، همچنین جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج :

نتایج آزمایشهای لجن خام در چهار مرحله آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. این نتایج نشان می دهند که :

میانگین نسبت (VS/TS) در لجنهای دفعی تصفیه خانه ۰/۷۵۴۲ بوده که این مقدار اختلاف معنی داری با مقدار مجاز در لجنهای تثبیت شده (حداکثر ۰/۶) دارد (P‹۰/۰۰۳). میانگین میزان SOUR در لجنهای دفعی تصفیه خانه سرکان ۳/۳۹۵ mgo2/gr.vs.h می باشد که با مقدار مجاز در لجن های تثبیت شده (حداکثر ۲ mgo2/gr.vs.h) اختلاف معنی داری دارد (P‹۰/۰۱۳). بررسی شاخص کیفی رنگ لجن نشان داد که لجنهای تولیدی این تصفیه خانه عمدتاً رنگ قهوه ای تیره تا کاملاً سیاه داشتند. میانگین دانسیتهٔ کلیفرم مدفوعی در گرم جامدات خشک لجنهای دفعی $۸/۹۷ \times ۱۰^{۷}$ بودکه اختلاف معنی داری با مقدار (۲×۱۰^{۶} MPN/gr.ds) مربوط به کلاسB مقرراتUSEPA، دارد (P‹۰/۰۰۸).

- نتایج آزمایشهای انجام شده از ۴ مرحله بارگذاری لجن درهاضم هوازی در نمودارهای ۱ تا ۳ ارائه شده است.

جدول ۱: نتایج آزمایشهای انجام شده برروی لجن خام در ۴ مرحله

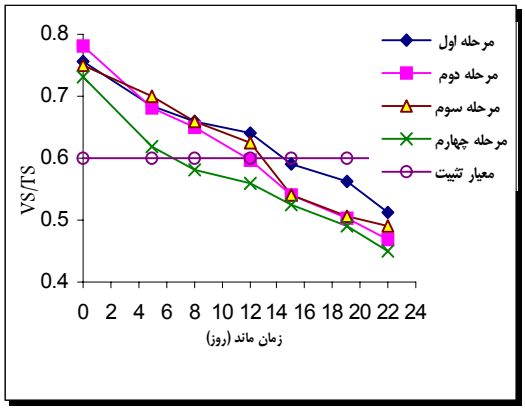
پارامتر	واحد	تاریخ انجام آزمایش				میانگین	انحراف معیار
		۸۰/۵/۱۵	۸۰/۷/۳	۸۰/۹/۶	۸۰/۱۰/۲۴		
TS	٪	۱/۰۹۹	۱/۵۸	۰/۸۰۲	۰/۴۹	۰/۹۹۳	۰/۴۶۴
VS/TS	-	۰/۷۵۷	۰/۷۸	۰/۷۵	۰/۷۳	۰/۷۵۴	۰/۰۲۱
SOUR	mgo_2/gr.vs.h	۳/۱۲	۳/۸۵	-	۳/۲۱۵	۳/۳۹۵	۰/۳۹۷
دما	^0C	۲۵/۸	۲۱	۱۱/۵	۷/۳	۱۶/۴	۸/۴۹
pH	-	۷/۴۳	۷/۸۸	۷/۸	۷/۱۵	۷/۵۷	۰/۳۴
TC	MPN/gr.ds	$۲/۸\times۱۰^{۸}$	$۸/۸۶\times۱۰^{۸}$	$۱/۶\times۱۰^{۸}$	$۶/۹۳\times۱۰^{۸}$	$۵/۰۵\times۱۰^{۸}$	$۳/۴۲\times۱۰^{۸}$
FC	MPN/gr.ds	$۸/۲\times۱۰^{۷}$	$۱/۲۷\times۱۰^{۸}$	$۱/۱۷\times۱۰^{۷}$	$۵/۵\times۱۰^{۸}$	$۱/۹۳\times۱۰^{۸}$	$۲/۴۳\times۱۰^{۸}$
*تعداد تخم انگل بارور	MPN/4gr.ds	۲۳۳۳	۱۱۶۱	۹۰۴	۷۱۳	۱۲۷۸	۷۲۸
رنگ	-	سیاه	سیاه	قهوه ای تیره	قهوه ای تیره	-	-

* تخم انگل شامل: آسکاریس، توکساکارا، تریکوسفال، اکسیور، هیمنولیپیس نانا، تنیا، ترماتودها

www.SID.ir

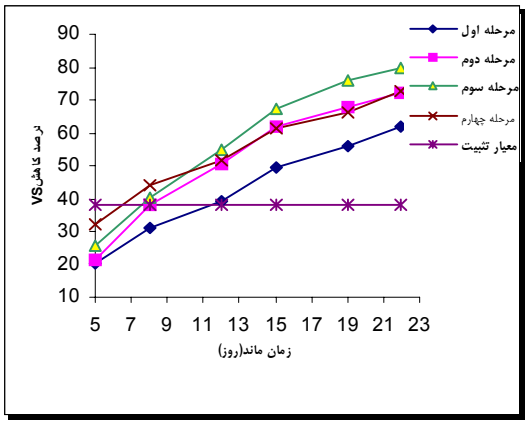
Archive of SID

نمودار ۱ نشان می دهد که نسبتVS/TS حداقل در روز هفتم و حداکثر در روز پانزدهم به مقدار مجاز رسیده است. میانگین نسبت VS/TS در روز پانزدهم هضم لجن ۰/۵۵۱۵ بوده که این مقدار اختلاف معنی داری با مقدار مجاز لجنهای تثبیت شده ندارد(P< ۰/۰۲۹۵).



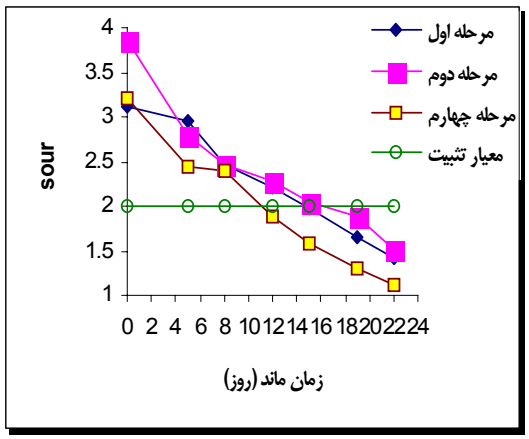
نمودار ۱ : روند تغییرات نسبت VS/TS در چهار مرحله هضم

درصد کاهش جامدات فرار (VS) نسبت به زمان در نمودار ۲ نشان می دهد که جامدات فرار بین زمان ماند شش تا یازده روز به میزان۳۸ درصد کاهش یافته اند. میانگین میزان کاهش جامدات فرار در روز یازدهم ۴۷ درصدبوده که این مقدار اختلاف معنی داری با مقادیر مجاز (حدود مجاز در لجنهای تثبیت شده) ندارد (P<۰/۰۳).



نمودار ۲ : تغییرات درصد کاهش جامدات فرار

تغییرات SOUR در نمودار ۳ نشان می دهد که این فاکتور حداقل در روز یازدهم و حداکثر در روز هفدهم به مقدار مجاز در لجنهای تثبیت شده رسیده است. میانگین SOUR در روز هفـــدهم هضـــــم لجـــن ۱/۷۶۳ ($mgo_2/gr.vs.h$) بوده که اختلاف معنی داری با مقدار مجاز در لجنهای تثبیت شده ندارد (P<۰/۱۲۵).



نمودار ۳ : روند تغییرات Sour در مراحل اول، دوم و چهارم هضم

نتـایج آزمایشـهای میکروبـی و انگلـی در چهـار مرحلـه بارگذاری، در جـداول ۲ تـا ۵ نیـز نشـان مـی دهدکـه میانگین کلیفرم مدفوعی در پایان روز بیست و دوم برابر با $۱/۰۸ \times ۱۰^{۶}$ بود. این مقـدار اخـتلاف معنـی داری بـا مقررات کاهش پاتوژن در کـلاس A (۱۰۰۰MPN/gr.ds) دارد(P<۰/۰۰۰۱) امـا اخـتلاف معنـی داری بـا مقـدار استانداردکلاسB(۲×۱۰^{۶}MPN/gr.ds)ندارد(P<۰/۰۳۳). میانگین میزان تخم انگل بارور در پایـان دوره هضـم در چهار مرحله برابر۹۹۶ در ۴ گرم از کـل جامـدات بـوده ، که اختلاف معنـی داری بـا مقـدار اسـتاندارد کـلاس A (۱ MPN/4gr.ds) دارد (P<۰/۰۰۰۱).

جدول۲: پارامترهای اندازه گیری شده در مرحله اول هضم هوازی لجن در راکتور هوازی

تاریخ آزمایش	TS ٪	pH	T °C	TC MPN/gr.ds	FC MPN/gr.ds	تخم انگل بارور MPN/4gr.ds
۸۰/۵/۱۵	۱/۰۹۹۶	۷/۴۳	۲۵/۸	$۲/۸\times۱۰^{۸}$	$۸/۲\times۱۰^{۷}$	۲۳۳۳
۸۰/۵/۲۰	۰/۹۶۷۲	۷/۲	۲۵/۴	$۱/۲۸۳\times۱۰^{۸}$	$۴/۸۶\times۱۰^{۷}$	—
۸۰/۵/۲۴	۰/۸۶۶۴۷	۶/۸	۲۵	$۸/۸۷\times۱۰^{۷}$	$۳/۳۹۵\times۱۰^{۷}$	—
۸۰/۵/۲۷	۰/۷۸۸۲۹	۶/۶	۲۵/۵	۳×۱۰^{۷}	$۲/۵۱۶\times۱۰^{۷}$	—
۸۰/۵/۳۱	۰/۷۰۹۶۲	۶/۸	۲۶/۱	$۱/۳۲\times۱۰^{۷}$	$۱/۱۹\times۱۰^{۷}$	—
۸۰/۶/۳	۰/۶۵۰۵	۶/۲	۲۵/۷	$۴/۲۱\times۱۰^{۶}$	$۳/۲۷\times۱۰^{۶}$	—
۸۰/۶/۷	۰/۶۱۹۴۵	۶/۲	۲۴/۵	۷×۱۰^{۵}	$۱/۰۲\times۱۰^{۶}$	۱۸۶۶
۸۰/۶/۱۱	۰/۵۵۵۸۹	۵/۸۷	۲۴	—	—	—

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳: پارامترهای اندازه گیری شده در مرحله دوم هضم هوازی لجن در راکتور هوازی

تاریخ آزمایش	TS ٪	pH	T ^0C	TC MPN/gr.ds	FC MPN/gr.ds	تخم انگل بارور MPN/4gr.ds
۸۰/۷/۳	۱/۵۷۹۲	۷/۸۸	۲۱	$۸/۸۶\times۱۰^{۸}$	$۱/۲۷\times۱۰^{۸}$	۱۱۶۱
۸۰/۷/۷	۱/۳۰۶۴	۷/۴۱	۲۲/۶	$۴/۲۳\times۱۰^{۸}$	$۶/۵۸\times۱۰^{۷}$	—
۸۰/۷/۱۰	۱/۱۷۲۱۵	۷/۲	۲۱/۸	$۲/۹۷۸\times۱۰^{۸}$	$۵/۳۱\times۱۰^{۷}$	—
۸۰/۷/۱۴	۱/۰۱۵۷۳	۷/۵۲	۲۰/۷	$۱/۸۲۳\times۱۰^{۸}$	$۳/۹۹۵\times۱۰^{۷}$	—
۸۰/۷/۱۸	۰/۸۶۲۵	۷/۰۲	۲۰/۵	$۱/۳۶۲\times۱۰^{۸}$	$۱/۶۹۹\times۱۰^{۷}$	—
۸۰/۷/۲۱	۰/۷۸۹۵۲	۶/۹۱	۲۰/۶	$۴/۲۵\times۱۰^{۶}$	$۴/۴۴\times۱۰^{۶}$	—
۸۰/۷/۲۵	۰/۶۸۹۵	۶/۸۳	۲۰/۸	$۱/۸۳\times۱۰^{۶}$	$۱/۲\times۱۰^{۶}$	۸۵۲

جدول ۴: پارامترهای اندازه گیری شده در مرحله سوم هضم هوازی لجن در راکتور هوازی

تاریخ آزمایش	TS ٪	pH	T ^0C	TC MPN/gr.ds	FC MPN/gr.ds	تخم انگل بارور MPN/4gr.ds
۸۰/۹/۶	۰/۸۰۲۰	۷/۸	۱۱/۵	$۱/۶\times ۱۰^{۸}$	$۱/۱۷\times۱۰^{۷}$	۹۰۴
۸۰/۹/۱۰	۰/۶۳۷۶	۷/۶	۱۸/۵	$۸/۲۲\times۱۰^{۷}$	$۷/۰۲\times۱۰^{۶}$	—
۸۰/۹/۱۳	۰/۵۴۳۲	۷/۴۲	۲۱/۸	$۶/۵۳\times۱۰^{۷}$	$۶/۱۶\times۱۰^{۶}$	—
۸۰/۹/۱۷	۰/۴۳۴۶	۷/۲	۲۱/۴	$۴/۵۸۲\times۱۰^{۷}$	$۳/۱۴\times۱۰^{۶}$	—
۸۰/۹/۲۰	۰/۳۶۴۷	۷/۰۱	۱۹/۶	$۱/۹۶\times۱۰^{۷}$	$۲/۹\times۱۰^{۶}$	—
۸۰/۹/۲۴	۰/۲۸۶۲	۶/۹۸	۲۱	$۷/۸۴\times۱۰^{۶}$	$۱/۹\times۱۰^{۶}$	—
۸۰/۹/۲۷	۰/۲۴۹۵	۶/۸	۲۳	$۵/۹۲\times۱۰^{۵}$	$۵/۰۱\times۱۰^{۵}$	۷۶۵

جدول۵: پارامترهای اندازه گیری شده در مرحله چهارم هضم هوازی لجن در راکتور هوازی

تاریخ آزمایش	TS ٪	pH	T ^0C	TC MPN/gr.ds	FC MPN/gr.ds	تخم انگل بارور MPN/4gr.ds
۸۰./۱۰/۲۴	۰/۴۹۰۸	۷/۱۵	۷/۳	$۶/۹۳\times۱۰^{۸}$	$۵/۵\times۱۰^{۸}$	۷۱۳
۸۰/۱۰/۲۶	۰/۴۰۲۰	۷/۵	۱۱/۳	$۴/۶۹\times۱۰^{۸}$	$۵/۵\times۱۰^{۸}$	—
۸۰/۱۰/۲۹	۰/۳۹۲۱	۷/۷	۱۸/۷	$۳/۰۳۷\times۱۰^{۸}$	$۲/۵۲\times۱۰^{۸}$	—
۸۰/۱۱/۲	۰/۳۴۱۶	۷/۲	۱۸/۵	$۲/۲۰۴\times۱۰^{۸}$	$۷/۹۴\times۱۰^{۷}$	—
۸۰/۱۱/۶	۰/۳۰۹۵	۷/۲۵	۱۸	$۸/۸\times۱۰^{۷}$	$۶/۳۱\times۱۰^{۷}$	—
۸۰/۱۱/۹	۰/۲۶۲۹	۷/۰۵	۱۸	$۵/۴۷\times۱۰^{۶}$	$۳/۴۹۵\times۱۰^{۷}$	—
۸۰/۱۱/۱۳	۰/۲۴۵۰	۶/۹۶	۱۸/۹	$۳/۱۹\times۱۰^{۶}$	$۱/۱۹\times۱۰^{۷}$	—
۸۰/۱۱/۱۶	۰/۲۱۶۳	۶/۷۳	۱۸/۷	$۱/۰۴\times۱۰^{۶}$	$۱/۵۸\times۱۰^{۶}$	۵۰۱

مقدار ضریب همبستگی میان مقادیر نسبتVS/TS و زمان ماند نشان داد که ارتباط میان آنها بسیار قوی و معکوس بوده است. در همه موارد ضریب همبستگی منفی وقدر مطلق آن $r > ۰/۹۷$ و $P<۰/۰۰۰۱$ بود. مقدار ضریب همبستگی میان مقادیر درصدکاهشVS و زمان ماند مشخص نمود که ارتباط آنها بسیار قوی و مستقیم بوده است. در همه موارد ضریب همبستگی مثبت و قدر مطلق آن $r>۰/۹۷$ و$P<۰/۰۰۰۱$ بود. مقدار ضریب همبستگی میان مقادیر SOUR و زمان ماند نشان داد که ارتباط آنها بسیار قوی ومعکوس بوده است. در تمام موارد ضریب همبستگی منفی و قدر مطلق آن $r >۰/۹۰$ و $P<۰/۰۰۳$ بود.

بحث:

بررسی وضعیت تثبیت و قابلیت استفاده مجدد از لجن تصفیه خانه : برخی از محققین لجنهای حاصل از تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال با هوادهی گسترده را در صورت عملکرد بهینهٔ سیستم تثبیت شده می دانند ، در صورتی که عده ای دیگر، لجنهای این سیستم را لجنهای خام دانسته و تثبیت آنها را قبل از دفع اجتناب ناپذیر می دانند(۹). نتایج آزمایشات انجام شده برروی نمونه های لجن دفعی این تصفیه خانه نشان داد که این لجنها هیچ یک از معیارهای تثبیت لجن نظیرنسبت VS/TS,SOUR و شاخص رنگ راندارند(۱۰).براین اساس این لجنهاخام و تثبیت نشده هستند. از جمله دلایل عدم تثبیت لجن در این تصفیه خانه شرایط نامطلوب راهبری می باشد که باعث مختل شدن روند تصفیه مطلوب فاضلاب و عدم تثبیت لجنهای تولید شده است.

نتایج آزمایشات میکروبی نمونه های لجن خروجی از تصفیه خانه حاکی از آن است که این لجنها هیچ یک از استانداردهای کلاسهای A و USEPA, B را تامین نکردند(۸،۱۱). بدین ترتیب کیفیت میکروبی لجنهای دفعی از این تصفیه خانه پایین تر از استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا بوده، در نتیجه دفع یا استفاده مجدد از این لجنها به هر شکل در طبیعت مغایر با اصول حفاظت محیط زیست می باشد.

- **بررسی روند تثبیت لجن در بیوراکتور هوازی** : بررسی نتایج ۴ مرحله بارگذاری هاضم هوازی مشخص نمود که میزان جامدات کل لجن در مراحل اول تا سوم بارگذاری بین ۸۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ میلی گرم در لیتر می باشد. این ارقام در حدود اعداد قابل قبول برای جامدات کل لجن در فرآیند لجن فعال با هوادهی گسترده قرار گرفته و مطالعه روند تثبیت لجن در این مراحل بیانگر وجود یک هماهنگی منطقی بین شاخصها، زمان و روند تثبیت می باشد. غلظت جامدات کل لجن در مرحله چهارم بارگذاری بر اساس اطلاعات بدست آمده

www.SID.ir

Archive of SID

حدود ۴۹۰۰ میلی گرم در لیتر بود. این عدد بسیار کمتر از میزان جامدات کل لجن دفعی در فرآیند هوادهی گسترده بوده و بیانگر عدم تغلیظ لجن در حوض ته نشینی می باشد . بر این اساس سرعت و روند تثبیت هوازی این لجن در مقایسه با سایر نمونه ها متفاوت بوده و دخالت آن در امر نتیجه گیری خطا ایجاد می نماید.

نتایج حاصل نشان دادکه پارامترهای اندازه گیری شده در طول فرآیند هضم در بیوراکتور در جهت تثبیت لجن پیشرفته اند. سرعت تثبیت در ابتدای عملیات بیشتر و با گذشت زمان کمتر شده است ،به عبارت دیگر فرآیند هضم هوازی با گذشت زمان کاملتر شده ولی سرعت تثبیت با گذشت زمان و کاهش میزان مواد آلی موجود کاهش یافته است.

بر طبق اهداف این مطالعه به منظور بررسی روند تثبیت و قابلیت استفاده مجدد از لجنهای هضم شده شاخصهای میکروبی و معیارهای تثبیت لجن مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. چنانچه در ادامه این مطالعه ، محققین محترم قصد ارزیابی تغییرات حجمی آب لجن به ازای واحدجرم ماده خشک و یا قابلیت ته نشینی لجن را نیز داشته باشند می توانند اندازه گیری شاخصهای SSVI,SVI و SST را هم مورد توجه قرار دهند.

ارزیابی قابلیت استفاده مجدد از لجن هضم شده : به منظور ارزیابی قابلیت استفاده مجدد از لجن هضم شده نتایج به دست آمده در طی هضم هوازی در بیوراکتور با مقررات کاهش پاتوژن و مقررات جذب ناقل USEPA مقایسه شده اند(۸) :

- مقایسه با مقررات کاهش پاتوژن : سازمان حفاظت محیط زیست ایالت متحده در بخش ۵۰۳ از مقررات زیست محیطی خود، لجنهای دفعی از تصفیه خانه های فاضلاب را با توجه به شاخصهای میکروبی و انگلی به دو کلاس A و B تقسیم کرده و روشهای دفع یا استفاده مجدد از هریک را مشخص نموده است(۸،۱۰،۱۲). هاضم موردنظر درهیچیک از مراحل، شرایط میکروبی کلاس A را تأمین نکرد اما توانست در تمامی مراحل درپایان روز بیست ودوم مقررات کاهش پاتوژن در کلاس B را برآورده نماید. بدین ترتیب لجنهای دفعی از این هاضم به عنوان کود در کشاورزی قابل مصرف نبوده و تنها می توانند برای اصلاح خاکهای نامرغوب و یا دفع در اراضی جنگلی بکار گرفته شوند.

- مقایسه با مقررات کاهش جذب ناقل : مقررات کاهش جذب ناقل برای لجن هضم شده به طریقه هوازی در هنگامی که درصد جامدات فرار در طول تثبیت لجن بیش از ۳۸ درصد کاهش یابد و یا هنگامی که سرعت جذب اکسیژن ویژه (SOUR) در $20^{o}c$ معادل و یا کمتر از $mgo_2/gr.vs.h$ ۲باشد، برآورده خواهد شد(۶).

این مطالعه مشخص کرد که هاضم هوازی در همه مراحل توانسته است مقررات جذب ناقل را در روز ۱۷ برآورده نماید.

نتیجه گیری کلی از این مطالعه گویای این واقعیت است که در حال حاضر لجنهای دفعی از تصفیه خانه فاضلاب سرکان به دلیل بهره برداری نامطلوب، خام و تثبیت نشده هستند. در صورتیکه عملیات هضم هوازی به خوبی در این سیستم انجام پذیرد، این لجنها در شرایط مناسب دما در زمان ماند حدود ۱۷ روز تثبیت شده و مقررات کاهش جذب ناقل را تامین می نمایند، اما برای رسیدن به کلاس B استاندارد USEPA، شرایط هضم هوازی حداقل بایستی به مدت ۲۲ روز برقرار باشد.

سپاسگزاری :

از همکاری صمیمانه آقای مهندس امیری عضو محترم هیأت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان در انجام آنالیزهای آماری کمال تشکر را داریم.

منابع :

1. Metcalf and Eddy Inc. Wastewater engineering; treatment, disposal, reuse. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1991.

۲. موحدیان عطار ح، مصداقی نیا ع، بینا ب. ارزیابی کارآیی و تعیین معیارهای عمده طراحی هاضم هوازی برای تثبیت لجن مخلوط فاضلاب. مجموعه مقالات سومین همایش کشوری بهداشت محیط.ج ۱. کرمان ، ۱۳۷۹ : ۱۷۱-۱۶۳.

۳. فرزادکیا م . ارائه الگوهای مناسب جهت تثبیت لجن فاضلاب شهر تهران . پایان نامه دکتری مهندسی بهداشت محیط . دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران ، ۱۳۷۷ .

4. United State Environmental Protection Agency. Process design manual for sludge treatment and disposal. EPA 625/1-79-011. Vol 1. 1979 Sep.

۵. فرزادکیا م .بررسی وضعیت تثبیت و قابلیت استفاده

www.SID.ir

Archive of SID

مجدد لجن در چهار تصفیه خانه کوچک فاضلاب شهر تهران. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان ، سال نهم،شماره۲، ۱۳۸۱ : ۶۲-۵۵ .

۶. مهردادی ن، شکوهی ر، علی قارداشی الف. بررسی عملکرد تصفیه خانه فاضلاب شهر سرکان . مجله آب و فاضلاب شماره ۳۴ ، ۱۳۷۹: ۴۷-۴۳.

7. American Public Health Association, AWWA, WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th ed. Washington DC: APHA NW, 1995.
8. United State Environmental Protection Agency. Control of pathogens and vector attraction in sewage sludge. Cincinnati: USEPA , 1999.
9. Benefield LD, Randall CW. Biological process design for wastewater treatment . Englewood Cliffs : Prentice-Hall , 1980 .
10. Bruce AM. Sewage sludge stabilization and disinfection. Chichester: Water Research Center/Ellis Horwood Limited, 1984.
11. Lue-Hing C, Zenz DR, Tata P. Municipal sewage sludge management a reference text on processing, utilization and disposal. Lancaster: Technomic, 1998.
12- United State Environmental Protection Agency. Environmental regulation and technology use and disposal of municipal wastewater sludge. Cincinnati: USEPA, 1984.

www.SID.ir