Archive of SID

پژوهشی

فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مازندران
سال پانزدهم شماره ۴۷ فصل تابستان سال ۱۳۸۴

بررسی کیفیت لجن تصفیه‌خانه فاضلاب شهر سرکان و مقایسه آن با استانداردهای زیست محیطی جهت استفاده مجدد در سال ۱۳۸۰

مهدی فرزادکیا (Ph.D.)* حشمت ا... طاهرخانی (Ph.D.)**

چکیده

سابقه و هدف : در حال حاضر عدم پایش کیفی لجن‌های خروجی از تصفیه خانه‌های فاضلاب کشور در اغلب موارد موجب راه‌یابی آن‌ها به صورت خام به طبیعت و بروز مشکلات زیست- محیطی شده است. تصفیه خانه فاضلاب شهر سرکان در استان همدان در شمار تصفیه خانه‌هایی است که لجن‌های دفعی آن غالبا بدون هیچ کنترل بهداشتی به عنوان کود برای مصارف کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف اصلی این تحقیق، مطالعه کیفی لجن خروجی از تصفیه خانه فاضلاب سرکان و مقایسه آن با استانداردهای زیست- محیطی استفاده مجدد از لجن می‌باشد. در این راستا مشکلات موجود تصفیه خانه و راه‌کارهای اصلاحی آن نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

مواد و روش‌ها : این تحقیق به مدت ۱۲ ماه در طول سال ۱۳۸۰ بر روی لجن‌های دفعی تصفیه خانه سرکان انجام شد. در این طرح شاخص‌های تثبیت نظیر pH، نسبت جامدات فرار به کل جامدات (VS/TS)، سرعت ویژه جذب اکسیژن (SOUR)، شناورسازی(Floatation)، رنگ و بوی لجن و خصوصیات زیست شناختی لجن شامل تعیین محتمل‌ترین تعداد کلی فرم (Coliform) و کلی فرم‌های مدفوعی (FC) و شمارش تعداد تخم انگل، ارزیابی و تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها : میانگین سالانه پارامترهای (VS/TS) و SOUR در لجن‌های دفعی تصفیه خانه به ترتیب برابر ۰/۷۳ و ۳/۳۷ $mg0_2/gr.vs.h$ بود. لجن‌های خروجی غالبا به رنگ قهوه‌ای تیره با بوی تعفن و دارای pH خنثی بوده که در مدت کوتاهی شناور می شدند. میانگین تراکم کلی فرم مدفوعی در گرم جامدات خشک این لجن‌ها $۸/۹۷ \times ۱۰^{۷}$ و میانگین تعداد تخم انگل در چهار گرم جامدات خشک لجن‌های دفعی در چهار فصل سال، ۲۵۱ برآورد گردید.

استنتاج : لجن‌های دفعی از این تصفیه خانه، لجن‌هایی خام و تثبیت نشده هستند که کیفیت میکروبی آنها پایین تر از کلاس B مقررات میکروبی USEPA می‌باشد. بنابراین دفع و یا استفاده مجدد از این لجن‌ها در کشاورزی، به شدت، سلامت و بهداشت عمومی مردم را به خطر می‌اندازد. از این رو بایستی تثبیت این لجن‌ها قبل از دفع، مورد تاکید قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی : تصفیه فاضلاب شهری، تثبیت لجن، دفع و استفاده مجدد لجن

* استادیار گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی همدان
** دانشیار گروه انگل شناسی دانشگاه علوم پزشکی همدان
✉ همدان : دانشگاه علوم پزشکی همدان، دانشکده بهداشت

تاریخ دریافت : ۸۲/۱۲/۲ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۸۳/۳/۲۷ تاریخ تصویب: ۸۳/۱۰/۲۳

E mail: mehdi_farzadkia @ yahoo. Com

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-04-19]

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مدیریت لجن در طرح‌های تصفیه فاضلاب به دو بخش تصفیه و دفع بهداشتی تفکیک می‌گردد. مجموعه اقدامات انجام شده در قالب این دو بخش، زمینه‌های کمینه‌سازی، پالایش، دفع و یا استفاده مجدد از لجن‌ها را فراهم می‌آورد. تصفیه و دفع بهداشتی لجن، همزمان با اجرای طرح‌های تصفیه فاضلاب در اغلب کشورهای پیشرفته نظیر آمریکا و اروپا مورد توجه قرار گرفته(۱)، حال آن که متاسفانه در اکثر تصفیه خانه‌های کشور ما به این بخش توجه کافی نشده است.

در حال حاضر فقدان مدیریت اصولی بر لجن‌های دفعی از تصفیه خانه‌های فاضلاب در کشور موجب شده که در بیش‌تر موارد این لجن‌ها به صورت خام و تثبیت نشده به محیط راه یافته و خسارات زیادی را بر سلامت انسان و منابع محیط زیست وارد نمایند. آلودگی میکروبی و شیمیایی منابع آب، خاک و محصولات کشاورزی و شیوع بیماری‌های انگلی و مسمومیت‌های شیمیایی از عوارض دفع و یا استفاده غیربهداشتی از فاضلاب خام و یا لجن‌های آن می‌باشد.

مطالعات انجام شده توسط فرزادکیا و همکاران در سال ۱۳۷۷ بر روی چهار تصفیه خانه فاضلاب در شهر تهران که به روش هوادهی گسترده لجن فعال کار می‌کردند، نشان داد که این لجن‌ها در اکثر موارد، خام و تثبیت نشده به محیط دفع می‌شوند(۲). نتایج تحقیقات دیگر در سال ۱۳۷۹ بر روی لجن‌های دفعی از تصفیه خانه‌های فاضلاب اصفهان توسط تکدستان و همکاران (۱۳۷۹) نیز نشان داد که هاضم‌های بی‌هوازی تصفیه خانه شاهین شهر تنها قادر به تامین مقررات کاهش پاتوژن در کلاس B سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) هستند، در صورتی که هاضم‌های بی‌هوازی تصفیه‌خانه جنوب، هیچیک از معیارهای استفاده مجدد را تامین نمی‌نمایند(۳).

دراین‌تحقیق وضعیت‌تثبیت‌وکیفیت لجن‌های دفعی از تصفیه خانه فاضلاب سرکان مورد بررسی و مطالعه قرارگرفته است. درحال حاضر تنها تصفیه خانه فاضلاب شهری استان همدان در شهر سرکان از توابع شهرستان تویسرکان قرار دارد. این تصفیه خانه در سال ۱۳۶۲ برای جمعیتی معادل ۱۰۰۰۰ نفر احداث شد، اما اکنون جمعیت ٤٥۰۰ نفری این شهر را پوشش می‌دهد. روش تصفیه فاضلاب در این تصفیه خانه، سیستم لجن فعال با هوادهی گسترده بوده(٤) که روش متداول برای تصفیه فاضلاب شهری در اجتماعات کوچک می‌باشد(٥).

شیوه طراحی این فرایند به گونه‌ای است که در صورت عملکرد بهینه از بازده مطلوبی برای تصفیه فاضلاب و لجن‌های تولیدی برخوردار است(٥). در زمان این‌مطالعه، تصفیه خانه مزبور بدون حضوریک گرداننده متخصص بهره‌برداری شده وفاقد نظارت‌های لازم جهت راهبری بهینه بود. از این‌رو حصول‌کیفیت بهداشتی برای پس‌آب و لجن‌های تولیدی در آن بسیار مورد تردید قرار داشت. بررسی اجمالی پس‌آب‌های خروجی از این تصفیه خانه توسط مهردادی و همکاران در سال ۱۳۷۸ نیز این موضوع را تاییدمی‌نمود(۳). درخصوص لجن‌های خروجی تصفیه خانه که عمدتا به عنوان کود در اراضی کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند، تا کنون هیچ تحقیقی انجام نشده است. درصورتی که این لجن‌ها خام و تثبیت نشده باشند، دفع و یا استفاده مجدد از آن‌ها می‌تواند مشکلات بهداشتی زیادی را به دنبال داشته باشد(٦). براین اساس، هدف از انجام این تحقیق بررسی وضعیت تثبیت و کیفیت میکروبی لجن‌های خروجی از این تصفیه خانه و مقایسه آن با استانداردهای زیست-محیطی‌استفاده مجدد ازلجن می‌باشد. درطول این تحقیق مسایل و مشکلات موجود این تصفیه خانه و راه‌کارهای اصلاحی آن نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-04-19]

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش ها

این تحقیق به مدت ۱۲ ماه از فروردین تا اسفند ماه ۱۳۸۰ بر روی لجن‌های دفعی از تصفیه خانه فاضلاب سرکان انجام شد. در این طرح، لجن از دسته لجن‌های زیست- شناختی (لجن فعال فرآیند هوادهی گسترده) بوده و نمونه‌برداری از آن به صورت لحظه‌ای و با فواصل ماهیانه و از حوض ته‌نشینی ثانویه انجام گرفت.

جهت تعیین درجه تثبیت لجن پارامترهای کل جامدات (T.S)[1] ، جامدات فرار (V.S)[2] ، سرعت ویژه جذب اکسیژن (SOUR)[3] ,pH ، رنگ، بو و وضعیت فلوتاسیون یا شناورسازی لجن، مورد مطالعه قرار گرفته و با معیارهای سنجش درجه تثبیت، مقایسه شدند.

به منظور مطالعه کیفیت زیست‌شناختی لجن‌های دفعی، تعیین شاخص‌های میکروبی تراکم کلی فرم کل (TC)[4] و کلی فرم‌های مدفوعی (FC)[5] و نیز شمارش تخم انگل‌ها مشتمل بر آسکاریس، توکساکارا، تریکوسفال، اکسیور، هیمنولپیس نانا، تنیا و ترماتودها مورد توجه قرار گرفت. چگونگی تحلیل شاخص‌های انتخابی در بررسی درجه تثبیت و کیفیت میکروبی لجن به ترتیب در مراجع (۸،۷) به تفضیل درج شده است.

کلیه آزمایش‌ها براساس رهنمودهای موجود در کتاب روش‌های استاندارد برای آزمایش‌های آب و فاضلاب (سال ۱۹۹۵، بخش آزمایش‌های اختصاصی لجن) و در آزمایشگاه بهداشت محیط دانشکده بهداشت انجام گردید(۹). جهت مقایسه شاخص‌های کمی لجن‌های دفعی با مقادیر مجاز آن در مراجع معتبر (۸،۷) از نرم‌افزار SPSS و آزمون آماری T-TEST استفاده شد.

یافته‌ها

مشاهدات عملی انجام شده در این تصفیه خانه بر روی نمونه‌های لجن دفعی نشان داد که لجن‌های تولیدی این تصفیه‌خانه دراکثر شرایط متعفن با رنگ‌قهوه‌ای تیره تا کاملا سیاه بودند و لجن‌های دفعی به جز یک نمونه، در مدت کوتاهی دچار فلوتاسیون یا شناورسازی شدند.

میانگین و انحراف معیار نتایج آنالیزهای انجام شده بر روی نمونه‌های لجن دفعی به صورت ماهیانه در قالب چهارفصل از سال ۸۰ در جداول شماره ۱ و۲ آورده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که میانگین سالانه نسبت VS/TS در لجن‌های خروجی تصفیه خانه ۰/۷۳ بوده که این مقدار اختلاف معنی‌داری با مقادیر مجاز در لجن‌های تثبیت شده (حداکثر۰/۶) (۷) دارد (P<۰/۰۰۳).

میانگین سالانه SOUR در لجن‌های خروجی ۳/۳۷mg0_2/gr.vs.h بود که این میزان اختلاف‌معنی‌داری با مقادیر مجاز درلجن‌های تثبیت شده(۲mg0_2/gr.vs.h) (۷) دارد (P<۰/۰۱۳).

pH نمونه‌های لجن عمدتا حدود ۷ بود که پس از مدتی نگهداری در آزمایشگاه به زیر ۷ سقوط می‌کرد.

میانگین محتمل‌ترین تعداد کلی‌فرم مدفوعی در گرم جامدات خشک لجن‌های دفعی در چهار فصل سال $۸/۹۷\times۱۰^{۷}$ بود که این مقدار اختلاف فاحشی با مقرارت کلاس A داشته و نیز اختلاف معنی‌داری با مقادیر کلاس B مقررات USEPA (۸) دارد(P<۰/۰۰۸۵). میانگین محتمل‌ترین تعدادتخم انگل‌در ٤ گرم جامدات خشک لجن‌های دفعی در چهار فصل سال ۲۵۱ بود که این مقدار اختلاف معنی‌داری با مقرارت کلاس A، USEPA (۸) دارد (P<۰/۰۰۰۱).

1. Total Solids
2. Volatile Solids
3. Specific Oxygen Uptake Ratio
4. Total Coliform
5. Fecal Coliform

www.SID.ir
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-04-19]

Archive of SID

جدول شماره ۱ : نتایج آزمایش‌ها بر روی لجن دفعی از تصفیه خانه فاضلاب سرکان در فصول بهار و تابستان ۱۳۸۰

ردیف	شرح	واحد	بهار		تابستان	
			میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
۱	TS	%	۰/۹۱	۰/۰۳	۱/۱۱	۰/۱۱
۲	VS/TS	—	۰/۷۳	۰/۰۳	۰/۷۵	۰/۰٤
۳	SOUR	$mgo_2/gr.vs.h$	۳/۰۵	۰/۱٤	۳/۳۷	۰/۳٦
٤	pH	—	۷/۱۳	۰/۱۰	۷/۲٦	۰/۱۵
۵	TC	MPN/gr.ds	$۲/۸۳\times۱۰^{۸}$	$۱/۵۹\times۱۰^{۸}$	$٤/۰۷\times۱۰^{۸}$	$۳/۷٦\times۱۰^{۸}$
٦	FC	MPN/gr.ds	$٤/٦۷\times۱۰^{۸}$	$۲/۳۷\times۱۰^{۷}$	٤×۱۰^{۷}	$۳/٦۷\times۱۰^{۷}$
۷	تخم انگل	OVA/4gr.ds	۲۵۱	٦٦/۷۳	٤۱۱	۱۵٤/۲۳

جدول شماره ۲ : نتایج آزمایش‌ها بر روی لجن دفعی از تصفیه خانه فاضلاب سرکان در فصول پاییز و زمستان ۱۳۸۰

ردیف	شرح	واحد	پاییز		زمستان	
			میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
۱	TS	%	۱/۰٦	۰/٤۵	۰/٦۵	۰/۱٤
۲	VS/TS	—	۰/۷۵	۰/۰۳	۰/٦۹	۰/۰۳٦
۳	SOUR	$mgo_2/gr.vs.h$	۳/۷۳	۰/۱۷	۳/۳٤	۰/۳۹
٤	pH	—	۷/٦۰	۰/٤۱	۷/۰٦	۰/۱۱
۵	TC	MPN/gr.ds	$۱/۸۷\times۱۰^{۸}$	$۳/٤۸\times۱۰^{۸}$	$۹/۳\times۱۰^{۸}$	$۹/۳\times۱۰^{۸}$
٦	FC	MPN/gr.ds	$۵/۱۲\times۱۰^{۷}$	$٦/۵٦\times۱۰^{۷}$	$۲/۰۱\times۱۰^{۸}$	$۳/۰۲\times۱۰^{۸}$
۷	تخم انگل	OVA/4gr.ds	۲۳۲	۱۵/۱۸	۱۱۲	۵۲/٦۲

بحث

الف - بررسی وضعیت تثبیت لجن‌های دفعی

- نسبت VS/TS : نسبت VS/TS از حدود ۰/۷۵ برای لجن‌های خام تا حدود ۰/٦۰ برای لجن‌های تثبیت شده تغییر می‌کند(۷). مقایسه میانگین سالانه نسبت VS/TS درلجن‌های خروجی تصفیه‌خانه(۰/۷۳) موید عدم تثبیت لجن در این تصفیه خانه می‌باشد.

- میزان SOUR : میانگین SOUR در لجن‌های تثبیت شده هوازی حدود $mg0_2/gr.vs.h$ ۲ می‌باشد(۷)، وجود میانگین SOUR برابر $mg0_2/gr.vs.h$ ۳/۳۷ بیانگر عدم تثبیت لجن در شرایط هوازی می‌باشد.

- تغییرات pH : وجود و یا رسیدن pH به زیر ۷ نشانگر عدم تثبیت لجن می‌باشد(۷،۱۰). pH نمونه‌های لجن عمدتا حدود ۷ بود که پس از مدتی نگهداری در آزمایشگاه به زیر ۷ سقوط می‌کرد.

جمع‌بندی نتایج آنالیزهای کمی انجام شده و مقایسه آنها با حدود مجاز در لجن‌های تثبیت شده حاکی از آن است که، لجن‌های دفعی این تصفیه خانه در شرایط کاری فعلی تثبیت نشده هستند. این نتیجه به وسیله مشاهدات کیفی نیز به صورت زیر مورد تایید قرار گرفت:

- رنگ و بو : لجن‌های تثبیت شده به روش هوازی دارای رنگ‌قهوه‌ای روشن و بدون بوی تعفن هستند(۱۰). لجن‌های تولیدی این تصفیه خانه در اکثر شرایط متعفن با رنگ قهوه‌ای تیره تا کاملا سیاه بودند این ویژگی‌ها کاملا با خصوصیات لجن‌های تثبیت شده هوازی در تناقض است.

- فلوتاسیون : بروز این پدیده یکی از علل اصلی انجام فرآیند دنیتریفیکاسیون است که با مصرف نیترات

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-04-19]

www.SID.ir

Archive of SID

و تبدیل آن به نیتریت و در نهایت گاز ازت همراه می‌باشد. این پدیده که در شرایط انوکسیک ظهور می‌کند نشان دهنده وجود ترکیبات آلی اکسید نشده در لجن و عدم تثبیت آن در شرایط کاری تصفیه خانه می‌باشد(۱۱،۷). لجن‌های مورد آزمایش به جز یک نمونه در مدت کوتاهی دچار فلوتاسیون یا شناورسازی شدند.

نتایج تحقیقات تکدستان و همکاران در سال ۱۳۷۹ نیزنشان دادکه لجن‌های دفعی ازتصفیه‌خانه‌های فاضلاب جنوب اصفهان همانند تصفیه‌خانه مورد مطالعه خام و تثبیت نشده هستند، اما لجن‌های خروجی از تصفیه‌خانه شاهین شهر از شرایط بهتری برخوردار هستند(۳).

ب- ارزیابی قابلیت دفع و استفاده مجدد لجن‌های دفعی

درحال حاضر هیچگونه استاندارد و مقرارت خاصی از طرف سازمان حفاظت محیط زیست کشور برای دفع و استفاده مجدد از لجن‌های خروجی از تصفیه خانه‌های فاضلاب ارائه نشده است(۱۲). از این‌رو جهت بررسی قابلیت دفع و استفاده مجدد از این لجن‌ها بایستی استانداردهای معتبر سایر کشورها نظیر استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا USEPA را مورد توجه قرار داد (۱۳،۱٤).

این سازمان، لجن‌های فاضلاب را براساس شاخص‌های میکروبی آنها نظیر تراکم کلی فرم مدفوعی، ویروس‌ها و تخم انگل‌ها به دوکلاس AوB تقسیم کرده و استفاده مجدد از هر یک از این کلاس‌ها را برای مصارف خاصی مجاز می‌داند.

- در مقررات کاهش پاتوژن در کلاس A کنترل و تقلیل کلی فرم مدفوعی، سالمونلا، تخم انگل و ویروس‌ها تا حدود مجاز ضروری است. در این کلاس تراکم کلی‌فرم مدفوعی کم‌تر از MPN/g.ds ۱۰۰۰، تراکم سالمونلا کم‌تر از MPN/4g.ds ۳ ، تراکم ویروس‌های روده‌ای PFU/4g.ds ۱ و تراکم تخم انگل کم‌تر از OVA/4g.ds ۱ تعیین شده است. لجن فاضلاب در این کلاس هیچ محدودیتی جهت استفاده مجدد و یا محل دفع ندارد.

- مقررات کاهش پاتوژن درکلاس B تنها به‌شاخص تراکم کلی‌فرم مدفوعی کم‌تراز MPN/g.ds ۲×۱۰^{۶} محدود می‌گردد و این لجن‌ها تنها برای احیا اراضی نامرغوب و یا کاربرد در جنگل‌ها مناسب هستند(۱۳).

- نتایج به دست آمده از آزمایش‌های کلی فرم مدفوعی و شمارش تخم انگل‌ها بر روی نمونه‌های لجن در چهار فصل نشان دادکه میانگین محتمل‌ترین تعداد کلی‌فرم مدفوعی در ٤ گرم جامدات خشک لجن‌های خام $۸/۹۷ \times ۱۰^{۷}$ و میانگین محتمل‌ترین تعداد تخم انگل در چهار گرم جامدات خشک لجن‌های خام ۲۵۱ بود. این مقادیر اختلاف فاحشی با مقرارت کلاس A داشته و نیز اختلاف معنی‌داری با مقادیر کلاس B مقررات USEPA دارد. از این رو دفع یا استفاده مجدد از این لجن‌ها به هر شکل مغایر با اصول حفاظت محیط زیست بوده و مخاطرات بهداشتی زیادی را در پی دارد.

نتایج تحقیقات فرزادکیا و همکاران در سال ۱۳۷۷ بر روی تعدادی از تصفیه خانه‌های فاضلاب شهر تهران نیز نشان داد که تصفیه‌خانه‌های شوش و صاحبقرانیه همانند تصفیه خانه سرکان قادر به تامین استانداردهای زیست- محیطی استفاده مجدد از لجن نیستند، اما تصفیه خانه‌های قیطریه و اکباتان توانستند استاندارد کلاس B مقررات USEPA را تامین کنند(۲).

ج- مسایل و مشکلات موجود در تصفیه خانه

- عدم وجودکارکنان متخصص و برنامه‌بهره‌برداری و نگهداری مطلوب از واحدهای تصفیه خانه

- راهبری نامطلوب واحدهای تصفیه‌خانه، نظیر خاموش کردن هواده‌ها و یا از مدار خارج کردن بعضی از واحدها

- فرسودگی و از کارافتادگی برخی از تاسیسات و تجهیزات نظیر پمپ‌ها و هواده‌ها

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-04-19]

www.SID.ir

Archive of SID

- عدم وجود بسترهای لجن خشک کن به تعداد کافی
- عدم انجام آزمایش‌های معمول جهت شناسایی کیفیت پس‌آب و لجن‌های خروجی از تصفیه‌خانه

د- ارائه راه‌کارهای اصلاحی.

- عدم کاربرد این لجن‌ها به عنوان کود در اراضی کشاورزی به خصوص در مزارع سبزی‌کاری
- تا رسیدن به شرایط مطلوب در این تصفیه‌خانه، می‌توان استفاده از فرآیندهای ساده و ارزان تثبیت لجن نظیر روش آهک‌زنی را مورد مطالعه قرار داد(۱۵).
- ایجادشرایط مناسب جهت‌راهبری بهینه واحدهای مختلف تصفیه فاضلاب
- جهت استفاده مجدد از لجن در زمینه‌های کشاورزی، توجه به مقررات‌کاهش پاتوژن از ضروریات است. لذا مسؤولین تصفیه‌خانه‌ها باید در جهت شناخت و اجرای دقیق این استانداردها و معیارها نهایت سعی خود را مبذول دارند(٦).

سپاسگزاری

از همکاری بی‌دریغ جناب آقای دکتر حسین محجوب دانشیار محترم گروه آمارحیاتی و سرکار خانم فراست حبیبی کارشناس محترم گروه‌انگل‌شناسی دانشگاه علوم پزشکی همدان درانجام این تحقیق، صمیمانه تشکر می‌شود.

فهرست منابع

1. Lue-Hing C, Zenz DR, Tata P. ***Municipal Sewage Sludge Management a Reference Text on Processing, Utilization and Disposal.*** Lancaster:Technomic Publishing Company; 1998.

۲. فرزادکیا مهدی. بررسی وضعیت تثبیت و قابلیت استفاده مجدد لجن در چهار تصفیه خانه کوچک فاضلاب شهر تهران. ***مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی همدان***، ۱۳۸۱: شماره ۲: صفحات ۵۵-٦۲.

۳. تکدستان افشین، موحدیان عطار حسین، بینا بیژن. بررسی شاخص‌های بهداشتی لجن هضم شده تصفیه خانه‌های‌فاضلاب‌اصفهان‌ومقایسه‌آنها با استانداردهای زیست- محیطی برای استفاده مجدد. ***مجله آب و فاضلاب***، ۱۳۷۹ : شماره ۳٦ : صفحات ۲۵-۱۸ .

٤. مهردادی ناصر، قارداشی علی. بررسی عملکرد تصفیه تصفیه خانه فاضلاب شهر سرکان. ***مجله آب و فاضلاب***، ۱۳۷۹: شماره ۳٤: صفحات ٤۳- ٤۷.

5. Crites R.Tchobanoglous G. ***Small and Decentralized Wastewater Management Systems.*** New York: McGraw Hill; 1998.
6. Wegner G. The Benefits of Biosolids from a Farmers Perspective. Proceedings, The Future Direction of Municipal Sludge Management. ***WEF Specialty Conference Portland:*** 1992; pp. 39-44.
7. Bruce AM. Sewage Sludge Stabilization and Disinfection. hichester:***Water Research Center/Ellis Horwood Limited;*** 1984.
8. U.S. Environmental Protection Agency. Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage sludge. ***EPA*** 625/R-92-013; Revised October 1999.
9. APHA, AWWA,WPCF.***Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater,*** 19th ed. Washington DC:APHA NW;1995.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-04-19]

www.SID.ir

Archive of SID

10. Metcalf and Eddy.***Wastewater Engineering; Treatment, Disposal, Reuse,*** 3rd ed. New York: McGraw-Hill; 2003.

11. Nelson KL, Cisneros BJ, Tchobanoglous G, Darby JL. Sludge accumulation, characteristics and pathogen inactivation in four primary waste stabilization ponds in central Mexico. ***Water Research.*** 2004; 38(1): 111-127.

۱۲. فرزادکیا مهدی. معیارهای بهداشتی استفاده مجدد از لجن فاضلاب شهری در زمین. *مجله آب و محیط زیست*، ۱۳۷۸: شماره ۳٤: صفحات ۳۳- ۳۸.

13. U.S.Environmental Protection Agency. Process Design Manual-Land Application of Sewage Sludge and Domestic Septage. ***EPA***/625/R-95/001; 1995.

14. U.S. Environmental Protection Agency. 40 CFR Part 257. Standards for the use and disposal of sewage sludge; final rules. ***Federal Reg*** 1993; 58(32): 9248.

15. U.S. Environmental Protection Agency. Biosolids Technology.Fact sheet:Alkaline Stabilization of Biosolids. ***EPA***/832-F-00-052; 2000.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2024-04-19]

www.SID.ir