فصلنامه علمی تخصصی مدیریت، حسابداری و اقتصاد ، دوره ۶ ، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، ص ۱۳۰-۱۴۷
ISSN: 2588-3992
http://www.Tajournals.com

بررسی تاثیر بازچرخانی شیرابه بر تصفیه پذیری شیرابه تولیدی در مراکز دفن زباله

حسین روستائی۱، لعبت تقوی*۲ و روح الله محمودخانی۳

۱-کارشناسی ارشد رشته علوم و مهندسی محیط زیست، گروه علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران ایران.

۲-دانشیارگروه علوم محیط زیست و جنگل، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقاتتهران، ایران (نویسنده مسئول) Taghavi_Lobat@yahoo.com – l.taghavi@srbiau.ac.ir

۳-استادیارگروه علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران ایران

* نویسنده مسئول: دکتر لعبت تقوی

چکیده

زمینه پژوهش:تجزیه زباله می تواند در طول فاز عملیاتی لندفیل سرعت داده شود. یکی از معمول ترین تکنیک افزایش سرعت تجزیه، بازچرخانی شیرابه است، به گونه ای که شیرابه در سرتاسر پسماند، بازچرخانی شده و دراین صورت با تصفیه و انتشار به محیط زیست مقابله می کند. با این حال تاثیر این بازچرخانی باید در مطالعات تجربی مورد آنالیز و بحث قرار گیرد. هدف پژوهش: بر همین اساس مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر بازچرخانی شیرابه بر تصفیه پذیری شیرابه تولیدیدر مراکز دفن زباله انجام شد. روش پژوهش:در این پژوهش تلاش شد با یک رویکرد کل نگر به بررسی تاثیر بازچرخانی شیرابه بر تصفیه شیرابه ها در شهرداری کرج پرداخته شود. این پژوهش، از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت تحقیق از نوع مطالعات توصیفی- تحلیلی بود که برای جمع آوری اطلاعات مورد نظر از روش آزمایشگاهی استفاده شد. همچنین رویکرد کلی در این مطالعه بهره گیری از سیستم بازچرخانی شیرابه بود که در سه راکتور به موازی مورد بررسی قرار گرفت. در راکتور اول تعداد لایه های بکارگرفته شده دو مورد بوده اما در راکتورهای دوم و سوم پنج مورد و از سویی در راکتور دوم از پسماندهای تازه و در راکتور سوم از پسماندهای قدیمی بهره گرفته شد.یافته های پژوهش: یافته های این تحقیق با بهره گیری از آزمون آنالیز واریانس داده ها نشان داد که به ترتیب راکتورهای سوم، دوم و اول در تصفیه شیرابه از کارآمدی بهتری برخوردار هستند. همچنین نتایج آنالیز واریانس، اختلاف معناداری را میان راکتورهای اول با راکتورهای دوم و سوم نشان داد($P<0.05$).

واژگان کلیدی: شیرابه، بازچرخانی شیرابه، تصفیه ، مراکز دفن زباله.

فصلنامه علمی تخصصی مدیریت، حسابداری و اقتصاد ، دوره ۶ ، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، ص ۱۳۰-۱۴۷
ISSN: 2588-3992
http://www.Tajournals.com

مقدمه

دفن زباله یک روش رایج برای دفع زباله های شهری است. در اغلب محل های دفن زباله های معمولی (بهداشتی) به عنوان مکان های طراحی شده برای دفع زباله بدون هیچ گونه فرآیند تجزیه زباله می توان اشاره داشت که تنها مجهز به لایه زیرین و پوشش بالای سطح و همچنین امکانات تصفیه گاز برای به حداقل رساندن تأثیرات بر محیط زیست و سلامت عمومی هستند. با این حال، در محل های دفن زباله معمولی، فرایندهای تجزیه بیولوژیکی پسماند به دلیل عدم وجود شرایط مطلوب به ویژه رطوبت، کند می شود(لائو و همکاران[1] ۲۰۲۱)، با عنایت به این امر باید نسبت به رفع این مسئله از طریق اتخاذ سازوکارهای کم هزینه و مقرون بصرفه اقدام نمود. یکی از شیوه های مطلوب در این مسیر، بهره گیری از اصل بازچرخانی شیرابه ها می باشد که می تواند به نوبه خود به تصفیه مطلوب تر شیرابه نیز کمک نماید(کومار و ریدی[2] ۲۰۲۱). شیرابه حاوی بسیاری از مواد آلی و معدنی و سایر آلاینده های موجود در محل های دفن زباله است. بنابراین، شیرابه تولید شده توسط محل دفن زباله باید قبل از تخلیه به محیط زیست پردازش شود تا مسائل زیست محیطی مربوط به آن را بتوان مدیریت و کنترل نمود(لی و همکاران[3] ۲۰۲۰)، با این حال، بسیاری از محل های دفن زباله هیچ گونه تصفیه خانه شیرابه ندارند، که عمدتاً به دلیل سیستم دامپینگ باز و هزینه های بالا در فرآیند تصفیه است. در نتیجه، شیرابه ممکن است محیط زیست را آلوده کند(آرومولاران و سارتاج[4] ۲۰۲۱).

شیرابه، که محصول تجزیه زباله های آلی است، از ترکیبات شیمیایی مختلف، ترکیبات آلی و میکروارگانیسم هایی که عامل بیماری زا هستند، تشکیل شده است. این مواد می توانند منجر به کاهش کیفیت محیط زیست، به ویژه آلودگی خاک و آب های زیرزمینی و همچنین مشکلات بهداشت عمومی شوند(ایکسینگ و همکاران[5] ۲۰۲۰). شیرابه به طور بالقوه برای مدت طولانی محیط زیست را آلوده می کند، زیرا شیرابه هنوز در صورت عدم تصفیه مناسب برای دهه ها یا حتی قرن ها تولید می شود(فنگ، چن و ژنگ[6] ۲۰۲۰).

یکی از روش های جایگزین مدیریت شیرابه، مدیریت در محل است، که در آن شیرابه با جریان مجدد شیرابه به یک توده زباله تصفیه می شود. این روش به توده پسماند اجازه می دهد تا به عنوان یک بیوراکتور عمل کند. تحقیقات در مورد محل های دفن پسماند که به عنوان بیوراکتور استفاده می شوند بیش از ۲۰ سال در راکتورهای مقیاس آزمایشگاهی، لیسیمترهای[7] مقیاس آزمایشی و محل های دفن پسماند در مقیاس کامل انجام شده است. این نشان می دهد که واکنشگرهای زیستی قادر به کنترل فرآیند تجزیه پسماند در محل های دفن پسماند هستند و خطرات طولانی مدت برای انسان و محیط زیست را به حداقل می رسانند(چامم، فیلنر و زائیری[8] ۲۰۲۰؛ اوکتیاوان، باگوس پریامبادا و پوروانو[9] ۲۰۲۰).

گردش مجدد شیرابه ها (بازچرخانی شیرابه) در محل های دفن پسماند می تواند مزایای مختلفی را به همراه داشته باشد(فو، ژائو و لیئو[10] ۲۰۱۹). از جمله مزایای بازچرخانی می توان به امکان افزایش رطوبت پسماند، تسریع تجزیه بیولوژیکی، کاهش زمان مورد نیاز برای تثبیت، کاهش حجم کل و غلظت شیرابه ای که پس از بسته شدن محل دفن پسماند باید پردازش شود، افزایش میزان و میزان تولید گاز، سرعت بخشیدن به رشد جمعیت های میکروبی، افزایش توزیع مواد مغذی و آنزیم ها، رقیق

[1] Luo et al.
[2] Kumar & Reddy
[3] Li et al.
[4] Aromolaran & Sartaj
[5] Xing et al.
[6] Feng, Chen & Zheng
[7] lysimeters
[8] Chamem Fellner & Zairi
[9] Oktiawan, Bagus Priyambada & Purwono
[10] Fu, Zhou & Lyu

کردن موادی که مانع تجزیه می شوند (بازدارنده ها)، بازیافت و توزیع باکتری های متانوژنیک، ذخیره شیرابه ها و افزایش تبخیر شیرابه، داشته باشد(لی پی و همکاران[۱۱]۲۰۲۱).

باید به این موضوع توجه داشت که شیرابه ممکن است که حاوی غلظت بالای چندین آلاینده خطرناک به صورت همزمان باشد. ترکیب شیرابه محل های دفن بسته به ویژگی های خاک، الگوی ریزش باران، طبیعت مواد زاید جامد و سن مکان دفن تغییر می نماید(ژانگ و همکاران[۱۲]۲۰۲۰). با افزایش سن مکان دفن غلظت مواد مقاوم در برابر تجزیه زیستی با وزن مولکولی بالا مانند ترکیبات هیومیک و فلوویک افزایش می یابد که به نوبه خود باعث می شود در فرآیند بازچرخانی شیرابه به عنوان یک متغیر مهم چالش برانگیز باشد(ایکزو وهمکاران[۱۳]۲۰۲۰). از سویی دیگر به دلیل ترکیب متفاوت شیرابه در مکان های دفن، تا کنون روش یکنواختی برای تصفیه آن ارائه نشده است(پودر وهمکاران[۱۴]۲۰۲۰).

یک محل دفن زباله بی هوازی بیولوژیکی، شکل تغییر یافته محل دفن پسماند است که در آن مرطوب سازی پسماندها با گردش مجدد شیرابه یا همان بازچرخانی شیرابه، برای بهینه سازی تجزیه پسماند، تصفیه شیرابه و کاهش آثار زیست محیطی صورت می گیرد (هویان و همکاران[۱۵]۲۰۲۱). محققان متعدد مزایای گردش مجدد شیرابه ها را در حین عملیات دفن زباله از جمله تسریع تجزیه و تثبیت زباله، افزایش دفن زباله عنوان نموده اند. تولید گاز، ته نشینی سریع، تصفیه شیرابه و کاهش هزینه ها از جمله مهمترین مزایای عملیات بازچرخانی شیرابه ها می باشد اما متاسفانه توجه مطلوبی به این امر نشده است.(ما، لی و لی[۱۶] ۲۰۲۱).

شیرابه ها، پس از اتمام دفن پسماند های جامد شهری، باید به طور پایدار مدیریت و کنترل شوند تا از پیامدهای منفی بر محیط زیست و سلامت عمومی جلوگیری شود. راهکارهای متعددی از سوی پژوهشگران برای تصفیه شیرابه ها ارائه شده است اما هزینه های اجرای این طرح برای تمامی لندفیل ها یا ممکن نیست و یا باید پیش از این در طراحی های اولیه نکاتی در این خصوص مد نظر قرار می گرفت(جیانگ و همکاران[۱۷]۲۰۲۱)، بر همین اساس است که عملیات بازچرخانی شیرابه ها بخصوص در سال های اخیر به عنوان یکی از راهکارهای مناسب برای تصفیه شیرابه ها در اغلب کشورها حتی کشورهای توسعه یافته در دستور کار قرار گرفته است(بی سی و همکاران[۱۸]۲۰۲۱)، اما در این زمینه مطالعات تجربی متعددی به چشم نمی خورد و بر همین اساس درک ما از چگونگی، میزان و سناریوهایی که برای تعداد بازچرخانی می تواند مد نظر قرار بگیرد محدود است(ریتژوزکی، کوچتا[۱۹]۲۰۲۱؛ دینگ و همکاران[۲۰]۲۰۲۱). بازچرخانی شیرابه در محل های دفن پسماند به طور فزاینده ای در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه مورد استفاده قرار می گیرد، زیرا اجرای آن ساده و ارزان است.یکی از نکات حائز اهمیت و مهم در حوزه بازچرخانی شیرابه آن است که آلاینده های آلی (در فرایند های تقاضای اکسیژن شیمیایی یا تقاضای بیولوژیکی اکسیژن می توانند تا حدودی با استفاده از بازچرخانی شیرابه از بین بروند و تخریب شوند (چامم، فیلنر و زائیری[۲۱]۲۰۲۰)، نکته آخر آن که: لزوم بهره گیری از بازچرخانی شیرابه در آن است که اغلب کشورهای کمتر توسعه یافته و در حال توسعه با توجه به ارزان و ساده بودن عملیات دفن زباله، ترجیح می دهند از این روش نسبت به سایر روش های دیگر بهره گیرند(فنگ و همکاران[۲۲]۲۰۲۰)، اما با این حال مطالعات تجربی محدودی در این زمینه در ایران وجود دارد. هرچند روش بازچرخانی شیرابه می تواند عملکرد مطلوبی را

[1] Lippi et al. [1]
[1] Zeng et al. [2]
[1] Xue et al [3]
[1] Podder et al. [4]
[1] Huyan et al. [5]
[1] Ma, Li & Li [6]
[1] Jiang et al. [7]
[1] Bisi et al. [8]
[1] Ritzkowski & Kuchta [9]
[2] Ding et al [0]
[2] Chamem Fellner & Zairi [1]
[2] Feng et al. [2]

فصلنامه علمی تخصصی مدیریت، حسابداری و اقتصاد ، دوره ۶ ، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، ص ۱۳۰-۱۴۷
ISSN: 2588-3992
http://www.Tajournals.com

به همراه داشته باشد و از سوی کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه نیز تعقیب می گردد، اما در ایران بررسی ها نشان می دهد که به طور جدی در این زمینه با فقدان مطالعات تجربی روبرو بوده و همین خلاء مطالعات تجربی بویژه با تغییری که به هر حال در سال های اخیر در زمینه میزان تولید پسماندها، انواع و ترکیبات آن صورت گرفته است، باعث شده است تا دانش ما در زمینه عملکرد بازچرخانی شیرابه به طور مبهم و غیر روشن باقی بماند و بر همین اساس مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر بازچرخانی شیرابه بر تصفیه پذیری شیرابه تولیدی در مراکز دفن زباله انجام شد.

ادامه این مقاله بدین شرح است: در بخش دوم از مقاله نسبت به ارائه مطالعات انجام شده پیشین در این خصوص اقدام شده است. در بخش سوم روش شناسی تحقیق ارائه گردیده و در بخش چهارم نتایج حصل از بررسی و مقایسه داده های گردآوری شده به تفکیک راکتورهای مورد اندازه گیری. در نهایت در بخش پنجم نسبت به بحث و مقایسه یافته ها پرداخته و در این زمینه پیشنهادهایی نیز ارائه شده است

۲. مروری بر ادبیات تحقیق

سوابق مطالعاتی در این پژوهش به دو بخش تقسیم بندی گردید. بخشی مربوط به مطالعات انجام شده در داخل کشور می باشد و بخشی به مطالعات انجام شده در خارج از کشور اختصاص یافته است. برای اجتناب از اطاله کلام در ادامه به طور خلاصه، نسبت به این مطالعات اشاره شده است که می توان در جدول شماره ۱ و ۲ آن را مشاهده نمود

جدول ۱: مطالعات انجام شده در داخل، عنوان، نویسنده و نتایج از این یافته ها

عنوان	نویسنده و سال	یافته های پژوهش
مدل‌سازی و بهینه‌سازی فرایند انعقاد-لخته‌سازی شیرابه لندفیل با استفاده از روش سطح پاسخ	خجسته پور و همکاران (۱۳۹۹)	نتایج نشان داد که آزمایشات تطبیق تحت شرایط بهینه منجر به حذف COD، TSS، کدورت و قلیائیت به ترتیب برابر ۶۶/۷۹٪، ۸۸/۶۱٪، ۹۷/۵۳٪ و ۶۷/۸۹٪ شد. بررسی‌های آماری آنالیز واریانس (ANOVA و P-value) نشان داد که مدل‌ها برای ارائه داده‌های تجربی مناسب و در تمامی مدل‌ها، مقدار R^2بیشتر از ۰/۹۹ بود. مقادیر P-value نیز نشان داد که اثرات درجه دوم و درجه دوم کاهش یافته در غلظت کلرید آهن و pH انعقاد معنی‌دار بوده است.
مقایسه میان تصفیه پذیری بی هوازی شیرابه حاصل از محل دفن پسماند شهری حاوی سوبسترای کل و محلول در چند مرحله و با بهره گیری از چند راکتور	شکوه و همکاران (۱۳۹۸)	نتایج نشان می دهد که فرایندهای بی هوازی با نرخ بالا می تواند در تصفیه شیرابه جوان موثر باشد. مقدار بیوگاز تولید شده در راکتورهای ۱ تا ۴ به ترتیب ۲۵، ۸۶، ۲۱ و ۹۳ لیتر بود. همچنین نرخ بیشینه تولید بیوگاز در راکتورهای ۱ و ۳ ناچیز و در راکتورهای ۲ و ۴ به ترتیب ۰/۵ و ۰/۵۴ لیتر به ازای هر گرم COD حذف شده به دست آمد.
بررسی تصفیه پذیری شیرابه پسماند با هدف در کاهش بار آلی در بیوراکتور بی هوازی دومرحله ای به صورت جریان پیوسته،	قنبری آزادپاشکی و همکاران (۱۳۹۷)	نتایج آزمایش ها نشان داد که مناسب ترین بارگذاری ۲،۰۵ kg COD/m3.day می باشد که در آن راندمان حذف COD راکتور اول، دوم و کل سیستم (مجموع دو مرحله ای اختلاط کامل) به ترتیب ۸۰، ۶۵،۱ و ۹۳٪ بدست آمد. راندمان حذف BOD در کل سیستم نیز برابر ۹۲٪ حاصل شد. با این حال نیتروژن آمونیاکی و قلیائیت در راکتور بی هوازی دو مرحله ای به ترتیب ۳۹ و ۱۴،۹٪ افزایش یافت. حداکثر درصد متان در راکتورهای اول و دوم به ترتیب ۷۶ و ۸۰٪ بود. یافته ها نشان می دهد از فرایند دو مرحله ای بی هوازی می توان به عنوان فرایندی موثر برای بهبود تخریب پذیری و همچنین حذف مواد آلاینده آلی استفاده کرد.
شبیه سازی و ارزیابی اثرات عملیات بازچرخانی شیرابه بر روی مراکز دفن در مقیاس پایلوت	حیدریان (۱۳۹۵)	در این تحقیق با توجه به اندازه گیری پارامترهای ذکر شده، مشخص شد که میزان COD و BOD5 به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافته است و ظرفیت نگهداری شیرابه در لندفیل ارزیابی و محاسبه گردید.

ISSN: 2588-3992
http://www.Tajournals.com

بازبازچرخانی شیرابه در پسماند های جامد شهر شیراز در آزمایشگاه	اسکندری (۱۳۹۵)	اندازه‌گیری مقادیر COD نمونه‌ها نشان داد که در انتهای آزمایش مقدار اکسیژن خواهی شیمیایی نمونه هوادهی شده به شیرابه، به‌تقریب برابر با همین مقدار در نمونه شاهد بوده است. همچنین اندازه‌گیری مقادیر BOD نیز نشان از کاهش چشمگیر اکسیژن خواهی بیولوژیک در هر دو نمونه داشت. مقدار BOD نمونه هوادهی شده در انتهای آزمایش بیشتر از نمونه شاهد بود. نسبت COD به BOD نیز برای نمونه هوادهی شده به شیرابه همواره کمتر از ۲ بود، اما برای نمونه شاهد در انتهای آزمایش برابر با ۵/۲ بود. این مسئله نشان دهنده تقدم تصفیه شیمیایی بر تصفیه بیولوژیک برای نمونه شاهد است. بررسی مقادیر pH نیز نشان داد که هر دو نمونه¬هوادهی شده ونمونه شاهد در محدوده اسیدی قرار دارند. نتایج این پژوهش بیان کرد که هوادهی به شیرابه افزون بر بهبود کیفیت شیرابه و کاهش خطرات زیست محیطی آن،باعث افزایش پارامترهای مقاومتی نسبت به نمونه ساده نیز می‌شود.
بررسی کاهش بار آلی شیرابه پسماند شهری توسط گرافن در محیط متخلخل اشباع	خزائی و همکاران (۱۳۹۵)	شرایط بی هوازی در طول کل انجام آزمایش حاکم بوده است. پارامترهای اندازه گیری شده شامل COD، pH، EC، TDS و دبی شیرابه خروجی و همچنین ارتفاع پیزومترهای قرار داده شده در ارتفاع های مختلف ستون ها است. نتایج حاکی از آن است که نانوذرات گرافن تاثیر قابل ملاحظه ای بر کاهش بار آلی شیرابه پسماند های شهری ندارند. همچنین این مواد موجب کاهش نرخ گرفتگی در محیط های متخلخل شده که این امر می‌تواند ناشی از ایجاد اثر سمیت سلولی بر باکتری ها بوده و موجب کاهش رشد و تکثیر آنها در محیط های متخلخل شوند.
تعیین اثربخشی بازچرخانی و بررسی عملکرد روش دفن نیمه هوازی پسماندهای شهری	احمدی فر و سرتاج (۱۳۸۷)	در این تحقیق، راندمان تصفیه پذیری COD شیرابه در اثر بازچرخانی در پایلوت نیمه هوازی ۹۳ درصد اندازه گیری شد. راندمان حذف TSS) کل مواد معلق)، (TDS کل مواد محلول) و TS) کل مواد) در نیمه هوازی به ترتیب ۸۱، ۶۸ و ۶۹ درصد اندازه گیری شد. با استفاده از محل های دفن نیمه هوازی با بازچرخانی شیرابه، علاوه بر تسریع در پایدار شدن پسماندهای درون محل دفن، می توان شیرابه را نیز تا حدود زیادی تصفیه نمود.

در جدول ۲ نیز نسبت به ارائه خلاصه ای از سوابق بدست آمده از مطالعات خارج از ایران اشاره شده است. در این بخش نیز از گزارش روش تحقیق اجتناب و به ارائه نتایج بسنده شده است. خواننده می تواند جهت مطالعه دقیق روش شناختی پژوهش های مورد اشاره، به منابع پیوست شده مراجعه و از فرایند کار آن ها آگاهی یابد. نتایج در این بخش در جدول ۲ ارائه شده است:

جدول ۲ : مطالعات انجام شده در خارج، عنوان، نویسنده و نتایج از این یافته ها

عنوان	نویسنده و سال	یافته های پژوهش
بهبود قابلیت تصفیه و ثبات فرآیند از طریق تجزیه بیهوازی دو مرحله ای ضایعات مواد غذایی با ترکیب اسیدوژنز حالت جامد و متانوژنز/بازچرخانی شیرابه	دینگ و همکاران[۲۳] (۲۰۲۱)	برای بهبود قابلیت تصفیه و ثبات فرآیند با استفاده از ضایعات مواد غذایی بسیار جامد به عنوان ماده اولیه از طریق تجزیه بی هوازی، یک سیستم دو مرحله ای متشکل از یک تجزیه کننده حالت جامد مرحله اول (مرحله ۱؛ ۲ لیتر) و مرحله دوم تجزیه کننده حالت جامد مایع (مرحله ۲؛ ۱,۴ لیتر) ایجاد شده و در حالت نیمه پیوسته برای ۹۹ روز انجام شده است. انتقال شیرابه غنی از اسید از مرحله ۱ به مرحله ۲ عملکرد بالای متان ۳۹۳,۰ را تضمین می کند، در حالی که بازچرخانی پساب مایع بازدارنده را به مرحله ۱ می رساند. افزایش بیشتر بارگذاری ضایعات مواد غذایی باعث بی ثباتی سیستم گردیده است. افزایش قابلیت بازدارندگی و افزایش مولکول های آزاد آمونیاک، از نظر هم افزایی اثرات بازدارندگی خاص بر اسیدوژنز ضایعات مواد غذایی در مرحله ۱ را ایجاد گردیده است. باتوجه به نتیجه

[2] Ding et al [3]

		گیری، سیستم دو مرحله ای با بارگذاری ضایعات مواد غذایی بالاتر و بازده انرژی، از تجزیه بی هوازی حالت جامد یک مرحله ای پیشی گرفت.
اثـر انسـداد سیسـتم جمـع آوری و حذف شیرابه بر بازچرخانی شـیرابه و پایداری شیب محل دفن پسماند	فنگ و همکاران[۲۴] (۲۰۲۰)	. نتایج نشان داد که با افزایش سطح انسداد که با افزایش سطح شیرابه مشخص می شود، فشار آب منافذ زیر صفحه تزریق چاه با بازچرخانی شیرابه به طور معنی داری افزایش می یابد و باعث کاهش مقدار شیب فاکتور ایمنی می شود. در چنین شرایطی، شیب محل دفن پسماند که توسط پسماند های بسیار ناهمسانگرد ایجاد می شود، بیشتر دچار بی ثباتی می شود. برای جلوگیری از این نوع شیب، فشار تزریق ایمن چاه های بازچرخانی عمودی برای طیف وسیعی از ترکیبات پارامترها شامل ناهمسانگردی زباله، سطح انسداد و فاصله عقب نشینی از سطح شیب پیشنهاد شد. این دستورالعمل طراحی شده می تواند برای کنترل فشار تزریق در برنامه های بازچرخانی شیرابه استفاده شود و به درک بهتر ثبات شیب یک محل دفن پسماند بیوراکتور کمک کند.
مهـار آمونیـاک تخریـب پسـماند در محل های دفن پسماند براساس یـک نتیجه احتمالی از بازچرخانی شیرابه	چمیم و همکاران[۲۵] (۲۰۲۰)	به منظور کاهش آلودگی شیرابه های آلی و افزایش تولید سطح گاز دفن پسماند در بخش مورد بررسی، نفوذ آب شیرین (باران) باید افزایش یابد و بازچرخانی شیرابه یا بقایای تصفیه شده حاصل از آن باید حذف شود.
میزان اثربخشی بازپرخانی شـیرابه را بر هضم بی هوازی حالت جامد	ایکسینگ و همکاران[۲۶] (۲۰۲۰)	نتایج نشان داد که ریفلاکس مداوم منجر به عملکرد متان تجمع پایین تر (۵/۵۶ لیتر کیلوگرم) در مقایسه با ریفلاکس متناوب (۷۸/۵۰ لیتر در کیلوگرم) ، ناشی از اثر شستشو و توزیع ضعیف تر در لایه پایین تر است. با توجه به تجزیه و تحلیل میکروبی، باکتریدها، پروتئین باکتریهاو متانوژن استیل (حداقل ۵۵٪) نقشمهمی در تولید متان در همه نمونه ها داشته است.نتایج نشان می دهد که چرخش شیرابه می تواند شرایط پایداری برای عملکرد متان فراهم کند. با این حال، طرح های راکتور دو لایه که نمی توانند توزیع مطلوب در لایه پایین را تضمین کنند، عملکرد متان کم تری دارند.
تأثیر فرکانس بازچرخـانی شـیرابه در تبدیل کربن و نیتروژن در یک محـل دفن پسماند راکتورهای نیمه هوازی	لو و همکاران[۲۷] (۲۰۱۹)	نتایج نشان داد که تخریب کل نیتروژن، نیتروژن آمونیوم، اکسیژن خواهی شیمیایی و کل کربن آلی را می توان با استفاده از یک مدل شاخص چند جمله ای مرکب درجه دوم توصیف کرد. افزایش فرکانس بازچرخانی شیرابه در یک محل دفن پسماند راکتورهای نیمه هوازی باعث حذف آلاینده های کربنی و نیتروژنی از راکتور می شود. علاوه بر این، هر چه فرکانس بازچرخانی بیشتر باشد، کربن و نیتروژن باقیمانده در فاز جامد کمتر است و میزان گازدهی بالاتر. یک فرکانس مناسب بازچرخانی باعث تثبیت شیرابه محل دفن پسماند می شود.
تصفیه شیرابه کامل درجا بـا افـزودن هیدروکسـیل آمـین[۲۸]در محـل دفـن پسـماند بازچرخـانی هـوازی - بـی هوازی	یو و همکاران[۲۹] (۲۰۱۹)	نتایج نشان داد که گروه تصفیه هیدروکسیل آمین دارای حذف نیتروژن کل بالا و کارایی همزمان نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون بودند. توالی توان بالا نشان داد که علاوه بر این هیدروکسیل آمین باعث افزایش فراوانی نیتروزوموناس[۳۰]در بخش هوازی می شود. با این حال، نیتریت تجمع پیدا نکرد زیرا کارایی اکسیداسیون نیتریت باکتری های اکسید کننده نیتریت بالاتر از بازده اکسیداسیون آمونیاک نیتروزوموناس بود. علاوه بر این، متیلوکلدوم

[2] Feng et al
[2] Chamem et al
[2] Xing et al.
[2] Luo et al
[2] hydroxylamine
[2] Yu et al
[3] Nitrosomonas
[4]
[5]
[6]
[7]
[8]
[9]
[0]

		باکتری غالب در محل دفن پسماند بازچرخانی هوازی - بی هوازی بود.
اثر بازچرخانی شیرابه بر پایداری بیولوژیکی پسماندهای جامد شهری در شرایط نیمه-خشک	حسین و آل-امین[31] (۲۰۱۹)	نتایج نشان داد که مقادیر pH و رسانایی الکتریکی به وضوح در فصل بارندگی نوسان داشتند، در حالی که در فصل خشک مقادیر با همبستگی نزدیک بین پارامترهای کلرید و رسانایی الکتریکی به طور پیوسته کاهش یافت. این مطالعه نشان داد که به نظر می رسد محل دفن پسماند راکتور با بازچرخانی شیرابه موثرترین گزینه در حذف مواد آلی با ٪۹۸ کارایی حذف در مقایسه با ٪۵۸ کارایی حذف در یک محل دفن بهداشتی باشد. تفاوت اصلی بین گزینه های بازچرخانی و غیر بازچرخانی از طریق کیفیت شیرابه تعیین شد.
بررسی آنالیز نظری تصفیه پسماندهای جامد شهری توسط بازچرخانی شیرابه در شرایط بی هوازی و هوازی	ون تورنهوت و همکاران[32] (۲۰۱۸)	فرآیندهای کنترل نشان داد که کارایی تصفیه بیشتر تحت تأثیر نحوه انتشار واکنش دهنده های مهم از طریق پسماندهای جامد شهری در طول تصفیه است. انتشار همگن تر یعنی اکسیژن یا متانوژن ها میزان کل کربن تجزیه شده را افزایش داد. حذف کربن قابل تجزیه در شرایط هوازی بالا است، با این حال، سرعت ثابت هیدرولیز پایین تر است که نشان می دهد هیدرولیز به طور ذاتی در شرایط هوازی افزایش نمی یابد. فرآیندهای کنترل همچنین نشان داد که حذف نیتروژن از طریق نیتریفیکاسیون[33]و دنیتریفیکاسیون[34]متوالی در شرایط هوازی تا زمانی که کربن زیست تخریب پذیر کافی در پسماندهای جامد شهری وجود داشته باشد قابل قبول است. نشان داده شد که مسیرهای اصلی حذف کربن و نیتروژن برای نظارت بر اثربخشی تصفیه در مقیاس میدانی مهم هستند.
تأثیر افزایش شوری بر تولید بیوگاز در محل های دفن پسماند با بازچرخانی شیرابه مبتنی بر یک مطالعه مدل در مقیاس آزمایشگاهی	اوگاتا و همکاران[35] (۲۰۱۶)	به بررسی پرداختند. برای این کار غلظت نمک mS/cm^{-1} ۲۱ رسانایی الکتریکی[36](EC) تصفیه پسماند را تحت تأثیر قرار نداد، اما غلظت نمک mS/cm^{-1} ۳۵ رسانایی الکتریکی مانع تولید CH_4 گردید. غلظت نمک بالاتر mS/cm ۸۰ رسانایی الکتریکی نه تنها تولید CH_4 و CO_2، بلکه تخریب ترکیبات آلی را نیز مهار می کند. ترکیبات باکتریایی و اولیه توسط شوری زیاد تحت تأثیر قرار گرفت. شوری زیاد توانست فشار انتخابی بر جوامع باکتریایی وارد کند و در نتیجه ساختار جامعه باکتری را تغییر دهد. آمونیوم باعث مهار قوی و غالب تولید بیوگاز در محدوده غلظت نمک این مطالعه شد. کنترل کیفیت، به ویژه سطح آمونیوم، برای ارتقا تخریب زیستی پسماند در محل های دفن پسماند با بازچرخانی شیرابه ضروری شناخته شد.
تأثیر تصفیه هوازی مقدماتی بر تاثیر تثبیت سازی پسماند در شرایط بازچرخانی شیرابه	سوچوسکا و همکاران[37] (۲۰۱۴)	نتایج تحقیقات نشان داد که بازچرخانی شیرابه تجزیه پسماند های هوازی و تصفیه نشده را تشدید می کند. تولید متان در راکتور با پسماند های تثبیت نشده و تصفیه نشده با بازچرخانی ٪۲۸ بیشتر بود؛ و در راکتور با پسماند های تصفیه شده هوازی، تولید متان ٪۲۴ بیشتر از راکتورهای بدون بازچرخانی بود. یافته مهم این مطالعه این بود که تصفیه هوازی پسماند ها قبل از دفن پسماند به طور موثری میزان انتشار آلاینده ها در شیرابه و بیوگاز حاصل از پسماند را کاهش می دهد و در دسترس بودن میکروارگانیسم های متان برای بسترهای آلی را از مواد آلی دشوار برای تجزیه افزایش می دهد.

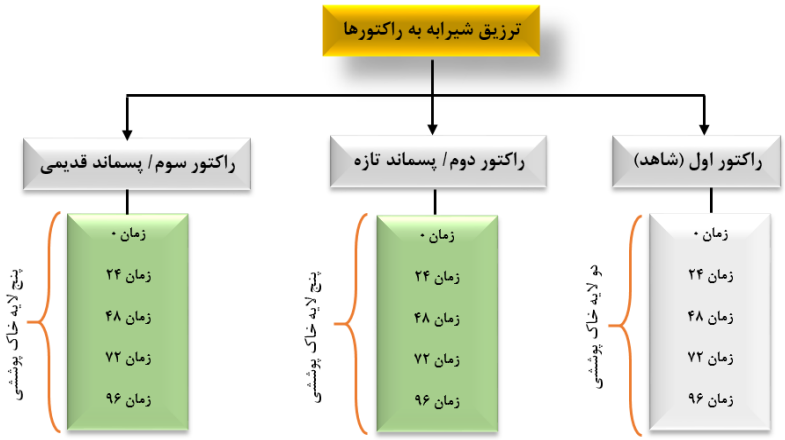
1 Hussain & Al-Ameen
2 van Turnhout et al
3 nitrification
4 denitrification
5 Ogata et al
6 electrical conductivity
7 Suchowska et al

فصلنامه علمی تخصصی مدیریت، حسابداری و اقتصاد ، دوره ۶ ، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، ص ۱۳۰-۱۴۷
ISSN: 2588-3992
http://www.Tajournals.com

۳. روش تحقیق

ماهیت تحقیق: این پژوهش از نظر هدف کاربردی، از نوع بررسی به صورت میدانی (در قالب یک شبیه سازی لندفیل پسماندهای شهری) و از لحاظ تحلیل داده ها از نوع توصیفی-تحلیلی بود که در آن اثربخشی بازچرخانی شیرابه در راکتورهای با تعداد لایه خاک پوششی متفاوت مورد بررسی قرار می گیرد. این مطالعه از نظر ماهیت و روش تحقیق به صورت توصیفی و از طبقه تحلیل بوده است.

فرآیند و شیوه اجرای تحقیق: در این تحقیق از یک راکتور در واقع شبیه سازی لندفیل پسماندهای شهری بهره گرفته شد. در این راکتور با قراردادن پوکه، شن و ماسه در پایین راکتور، و در فضای دوم لایه های پسماند و در نهایت پوشش خاک رس(دو لایه پسماند جامد تازه و دو لایه خاک)، عملیات دفن پسماند در لندفیل شبیه سازی شده و پس از آن شیرابه تولیدی که از انتهای راکتور خارج می گردد پس از نمونه برداری پارامترهای BOD ، COD، EC و pH، از طریق پمپ مجددا در فواصل زمانی ۲۴ ساعت در راکتور و لایه های زباله بازچرخانی شده و مقادیر پارامترهای مذکور در زمان های صفر، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت اندازه گیری می گردد. سپس از همین شیرابه (به میزان ۶۰ لیتر) مجددا به راکتور دوم (با ۵ لایه خاک و پسماند جامد تازه) تزریق شده و پس از ۲۴ ساعت به وسیله پمپ و لوله از بالای راکتور درون آن تغذیه شده و پس از خروج از انتهای راکتور مجددا پارامترهای BOD ، COD، EC و pH، اندازه گیری شد(در راکتور دوم). این عملیات حداقل در چهار نوبت چرخش شیرابه درون راکتور انجام گردید و در انتها مقادیر BOD ، COD، EC و pH، اندازه گیری شده با هم مقایسه و تجزیه تحلیل گردید(زمان این اندازه گیری ها به ترتیب در زمان ۰، در زمان ۲۴ ساعت، در زمان ۴۸ ساعت و در زمان ۷۲ ساعت و ۹۶ ساعت بوده است). شایان ذکر است در این پژوهش شیرابه تولیدی و مراحل بازچرخانی مشابه با راکتور اول، در راکتور سوم (با ۵ لایه خاک و پسماند جامد قدیمی) نیز انجام شد اما با لایه های پسماند قدیمی و مراحل تکرار گردید تا نحوه عملکرد پسماندهای قدیمی بر میزان کاهش بار آلی شیرابه نیز در مقایسه با پسماندهای تازه دفن شده مقایسه شود که این موضوع ازاین جهت اتفاقی جدید و متفاوت از مطالعاتی است که تاکنون انجام شده است. به عبارتی مراحل مطابق با شکل ۱ به شرح ذیل بوده است:



شکل ۱: فرآیند ها و زمان اندازه گیری ها در راکتورهای

شایان ذکر است که به منظور افزایش تعداد نمونه ها نسبت به انجام سه مرتبه ای این گام ها اقدام شد. یعنی هر یک از این راکتورها در سه مرتبه به طور کامل تمامی فرایندها را اجرا نموده و اندازه گیری های لازم صورت گرفته است. بر همین است در هر یک از راکتورها در واقع تعداد ۱۵ اندازه گیری صورت پذیرفت و مجموعه دیتاها در این مطالعه برابر با ۴۵ نمونه بوده است.

فصلنامه علمی تخصصی مدیریت، حسابداری و اقتصاد ، دوره ۶ ، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، ص ۱۳۰-۱۴۷
ISSN: 2588-3992
http://www.Tajournals.com

شیوه نمونه گیری: نمونه های شیرابه از مرکز دفن مواد زائد شهری شهر کرج (البته به طور آزمایشگاهی در راکتورهای در نظر گرفته شده) برداشت گردید. نمونه ها در ظروف پلاستیکی به حجم ۴ لیتر جمع آوری و در دمای ۴ درجه سانتی گراد به آزمایشگاه منتقل شد و میزان BOD ، COD، EC و pH، مورد آنالیز قرار گرفت.

شیوه آنالیز داده ها: در این تحقیق از دو رویکرد آمار توصیفی و استنباطی به منظور تحلیل داده ها بهره گرفته شد. همچنین در بخش آنالیز داده از آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) برای مقایسه میان راکتورها استفاده شد. آزمون یا تحلیل واریانس یک طرفه برای آزمون مقایسه میانگین یک متغیر کمی در بین بیش از دو گروه مستقل استفاده می شود. در حقیقت این آزمون تعمیم یافته همان آزمون T دو نمونه مستقل است و دارای همان پیش فرض ها می باشد و تنها تفاوت این است که میانگین متغیرهای کمی در بیش از دو گروه مستقل با هم مقایسه می شوند.

۴. یافته ها

۴. ۱. نتایج آمار توضیفی

در این تحقیق هر یک از راکتورها در سه مرحله یا در سه نوبت مورد اندازه گیری مجدد قرار گرفته اند تا تعداد داده های به دست آمده افزایش پیدا کرده و از نظر آماری امکان مقایسه وجود داشته باشد. در هر یک از این نوبت ها، اندازه گیری شاخص ها در پنج بازه زمانی اقدام گردید. نتایج اندازه گیری شاخص ها در نوبت اول تا سوم برای راکتور شماره ۱ در جدول ۳ گزارش شده است

جدول ۳ : نتایج اندازه گیری شاخص ها در نوبت اول، دوم و سوم با راکتور شماره ۱

نوبت سنجش	زمان بندی	حجم ورودی Lit	حجم خروجی Lit	pH-R1	EC-R1	COD-R1 ppm	BOD-R1 ppm
۱	h=۰	۶۰	----	۵/۸	۱۰۱۱۲	۲۱۰۰۰	۱۲۶۰۰
۱	h=۲۴	----	۳۴	۵/۸۵	۱۰۲۵۰	۲۰۴۰۰	۱۲۱۰۰
۱	h=۴۸	۳۴	۱۷/۵	۵/۹۲	۱۰۳۶۰	۱۹۸۲۰	۱۱۷۰۰
۱	h=۷۲	۱۷/۵	۱۴	۵/۹۳	۱۰۴۸۰	۱۹۱۰۰	۱۱۱۰۰
۱	h=۹۶	۱۴	۱۱/۵	۵/۹۸	۱۰۵۵۰	۱۸۶۰۰	۱۰۸۰۰
۲	h=۰	۶۰	----	۵/۸	۱۰۱۱۲	۲۰۹۹۰	۱۲۶۰۰
۲	h=۲۴	----	۳۴/۵	۵/۹	۱۰۳۰۰	۲۰۳۰۰	۱۲۲۰۰
۲	h=۴۸	۳۴/۵	۱۸/۲	۵/۹۲	۱۰۳۸۰	۱۹۸۵۰	۱۱۸۰۰
۲	h=۷۲	۱۸/۲	۱۷/۹	۵/۹۴	۱۰۴۷۰	۱۹۲۰۰	۱۱۱۵۰
۲	h=۹۶	۱۷/۹	۱۱/۸	۵/۹۷	۱۰۵۴۰	۱۸۵۰۰	۱۰۷۵۰
۳	h=۰	۶۰	----	۵/۸	۱۰۱۵۰	۲۱۰۰۰	۱۲۶۰۰
۳	h=۲۴	----	۳۵/۲	۵/۹	۱۰۲۸۰	۲۰۳۰۰	۱۲۳۰۰
۳	h=۴۸	۳۵/۲	۱۷/۳	۵/۹۳	۱۰۳۶۰	۱۹۷۲۰	۱۱۷۵۰
۳	h=۷۲	۱۷/۳	۱۴/۶	۵/۹۶	۱۰۴۶۰	۱۹۱۵۰	۱۱۲۰۰
۳	h=۹۶	۱۴/۶	۱۱/۹	۶	۱۰۵۳۰	۱۸۳۰۰	۱۰۸۵۰

همان طور که در جدول ۳ نشان داده شده است، مشخص می باشد که در هر بازه زمانی که از بازچرخانی می گذرد تا چه اندازه شاهد کاهش میزان حجم خروجی شیرابه بوده و از سویی دیگر در شاخص های مورد نظر چه تغییراتی صورت گرفته است. یافته ها نشان می دهد که مقدار COD و BOD کاهش قابل توجهی را داشته اند اما مقدار pH و EC هر دو در بازه های زمانی متعدد

فصلنامه علمی تخصصی مدیریت، حسابداری و اقتصاد ، دوره ۶ ، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، ص ۱۳۰-۱۴۷
ISSN: 2588-3992
http://www.Tajournals.com

افزایش نسبی را گزارش نموده اند. نتایج اندازه گیری شاخص ها در نوبت اول تا سوم برای راکتور شماره ۲ در جدول ۴ گزارش شده است:

جدول ۴ : نتایج اندازه گیری شاخص ها در نوبت اول، دوم و سوم با راکتور شماره ۲

نوبت سنجش	زمان بندی	حجم ورودی Lit	حجم خروجی Lit	pH-R2	EC-R2	COD-R2 ppm	BOD-R2 ppm
۱	h=۰	۶۰	----	۵/۸	۱۰۱۱۲	۲۱۰۰۰	۱۲۶۰۰
۱	h=۲۴	----	۳۵	۵/۹	۱۰۴۰۰	۲۰۱۵۰	۱۱۸۰۰
۱	h=۴۸	۳۵	۱۶	۶/۲	۱۰۶۵۰	۱۹۴۰۰	۱۱۱۰۰
۱	h=۷۲	۱۶	۱۳/۸	۶/۴	۱۰۸۰۰	۱۸۷۰۰	۱۰۶۰۰
۱	h=۹۶	۱۳/۸	۱۱	۶/۵	۱۰۹۵۰	۱۷۹۸۰	۱۰۲۰۰
۲	h=۰	۶۰	----	۵/۸۵	۱۰۱۱۲	۲۱۰۰۰	۱۲۵۹۰
۲	h=۲۴	----	۳۴	۵/۹	۱۰۴۲۰	۲۰۱۰۰	۱۱۷۰۰
۲	h=۴۸	۳۴	۱۷/۹	۶/۴	۱۰۶۴۰	۱۹۲۰۰	۱۱۰۵۰
۲	h=۷۲	۱۷/۹	۱۷/۵	۶/۵	۱۰۸۸۰	۱۸۷۰۰	۱۰۵۵۰
۲	h=۹۶	۱۷/۵	۱۱/۴	۶/۵۵	۱۱۰۱۰	۱۸۰۰۰	۱۰۲۱۰
۳	h=۰	۶۰	----	۵/۸	۱۰۱۱۰	۲۱۰۰۰	۱۲۵۸۰
۳	h=۲۴	----	۳۶	۵/۹	۱۰۳۶۰	۲۰۲۵۰	۱۱۶۵۰
۳	h=۴۸	۳۶	۱۸	۶/۱۵	۱۰۶۳۰	۱۹۱۵۰	۱۱۱۵۰
۳	h=۷۲	۱۸	۱۵/۲	۶/۳۳	۱۰۷۷۰	۱۸۶۰۰	۱۰۶۲۰
۳	h=۹۶	۱۵/۲	۱۱/۶	۶/۶	۱۰۹۴۰	۱۷۹۶۰	۱۰۲۸۰

تفاوت راکتور اول با راکتور دوم در تعداد لایه های بکارگرفته شده است. در این راکتورها از پسماند های تازه و با تعداد پنج لایه خاک بهره گرفته شده است. در این بخش مطابق با نتایج درج شده در جدول شماره ۴ می توان بیان داشت که مشاهده می شود که نسبت به راکتور اول، مقدار شاخص های pH و EC در سطح بالاتری قرار گرفته اند. به عبارتی بازچرخانی با شرایط راکتور دوم که برگرفته از پنج لایه می باشد به مراتب نتایج قابل قبول تری را به همراه خواهد داشت. برخلاف شاخص های پیشین در این بخش مقدار COD و BOD در سطح به مراتب پایین تری نسبت به راکتور اول قرار گرفته اند. این مهم نشان می دهد که بازچرخانی می تواند بسیار مفیدی را ارتباط با تصفیه شیرابه ها داشته باشد و هر چه این بازچرخانی از نظر تعداد و تعداد لایه های بکار رفته بیشتر باشد می تواند نتایج مقبول تری را به همراه داشته باشد. نتایج اندازه گیری شاخص ها در نوبت اول تا سوم برای راکتور شماره ۳ در جدول ۵ گزارش شده است:

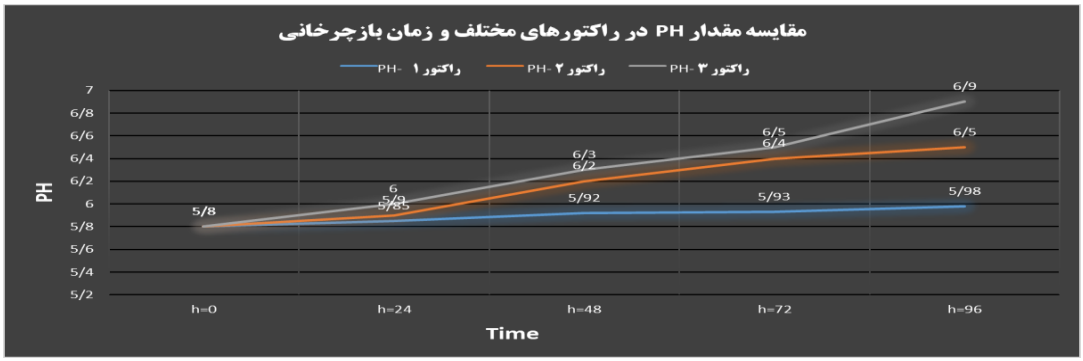
جدول ۵ : نتایج اندازه گیری شاخص ها در نوبت اول، دوم و سوم با راکتور شماره ۳

نوبت سنجش	زمان بندی	حجم ورودی Lit	حجم خروجی Lit	pH-R2	EC-R2	COD-R2 ppm	BOD-R2 ppm
۱	h=۰	۶۰	----	۵/۸	۱۰۱۱۲	۲۱۰۰۰	۱۲۶۰۰
۱	h=۲۴	----	۳۴	۶	۱۰۲۰۰	۱۹۸۵۰	۱۱۵۰۰
۱	h=۴۸	۳۴	۱۴	۶/۳	۱۰۴۵۰	۱۹۱۰۰	۱۰۹۰۰
۱	h=۷۲	۱۴	۱۳	۶/۵	۱۰۷۰۰	۱۸۳۰۰	۱۰۱۵۰
۱	h=۹۶	۱۳	۹	۶/۹	۱۱۰۵۰	۱۷۴۵۰	۹۸۰۰
۲	h=۰	۶۰	----	۵/۷۵	۱۰۱۱۲	۲۱۰۰۰	۱۲۶۰۰
۲	h=۲۴	----	۳۳	۶/۱	۱۰۳۲۰	۱۹۷۰۰	۱۲۰۰۰
۲	h=۴۸	۳۳	۱۴/۵	۶/۴	۱۰۷۰۰	۱۹۲۰۰	۱۰۹۳۰
۲	h=۷۲	۱۴/۵	۱۲	۶/۷	۱۰۹۰۰	۱۸۴۵۰	۱۰۱۱۰

فصلنامه علمی تخصصی مدیریت، حسابداری و اقتصاد ، دوره ۶ ، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، ص ۱۳۰-۱۴۷
ISSN: 2588-3992
http://www.Tajournals.com

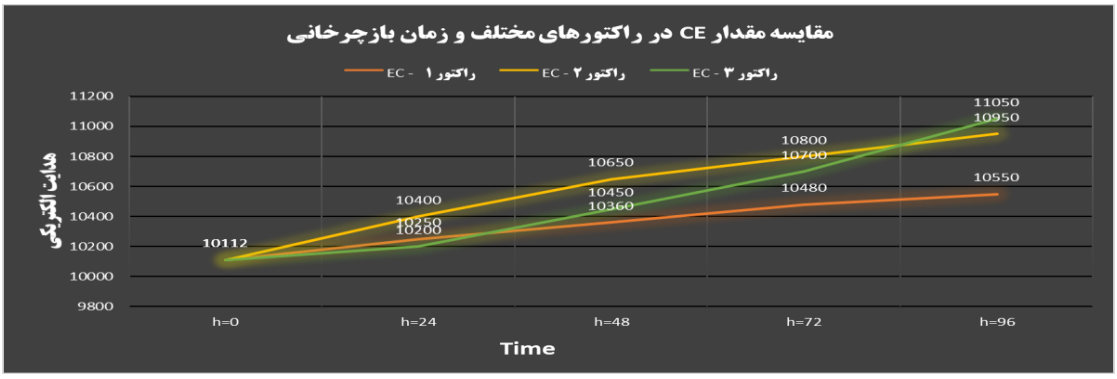
۲	h=۹۶	۱۲	۸/۸	۶/۹	۱۱۱۰۰	۱۷۵۰۰	۹۸۳۰
۳	h=۰	۶۰	----	۵/۷۵	۱۰۱۱۲	۲۱۰۰۰	۱۲۶۰۰
۳	h=۲۴	----	۳۳	۶/۱	۱۰۳۲۰	۱۹۷۰۰	۱۲۰۰۰
۳	h=۴۸	۳۳	۱۴/۵	۶/۴	۱۰۷۰۰	۱۹۲۰۰	۱۰۹۳۰
۳	h=۷۲	۱۴/۵	۱۲	۶/۷	۱۰۹۰۰	۱۸۴۵۰	۱۰۱۱۰
۳	h=۹۶	۱۲	۸/۸	۶/۹	۱۱۱۰۰	۱۷۵۰۰	۹۸۳۰

در این بخش راکتورسوم مشابه با همان راکتورها بوده است اما تفاوت در پسماندهای قدیمی بوده که در لایه های پنجگانه بکارگرفته شده است. مطابق با جدول شماره ۵ مشاهده می شود که بکارگیری پسماندهای قدیمی تر می تواند نتایج به مراتب بهتری را در برداشته باشد. این مهم ناشی از چگالی بالاتری است که این پسماندها دارند و می توانند فیلترهای مناسب تری را محقق نمایند. همچنین شاخص های pH و EC در سطح بالایی قرار گرفته اند و از سویی دیگر مشاهده می شود که به مقدار بسیار قابل توجهی نسبت به COD و BOD کاسته شده است. در ادامه راکتورهای سه گانه به تفکیک نوبت ها مورد بررسی قرار گرفته اند. در شکل ۲می توان تفاوت شاخص pH را در بین راکتورها مشاهده نمود:



شکل ۲ : روند تغییرات pH در شیرابه هر سه راکتور به تفکیک زمان بازچرخانی

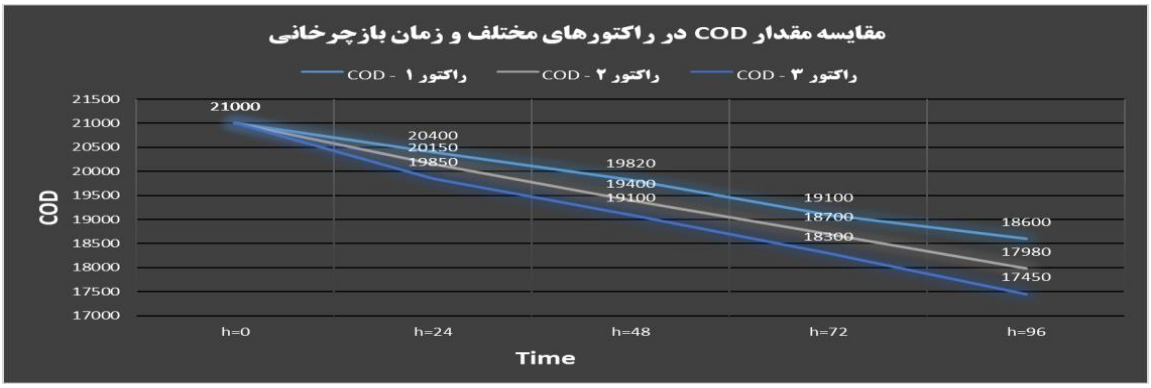
نتایج درج شده در شکل ۲ نشان می دهد که مقدار pH به ترتیب برای راکتور اول، راکتور دوم و راکتور سوم، در سطح بالاتری قرار گرفته است. بویژه هر چه زمان ها رو به افزایش بوده است مشاهده می شود که راکتور سوم به مراتب فاصله بیشتری را با دو راکتور دیگر نشان داده است.



شکل ۳ : روند تغییرات CE در شیرابه هر سه راکتور به تفکیک زمان بازچرخانی

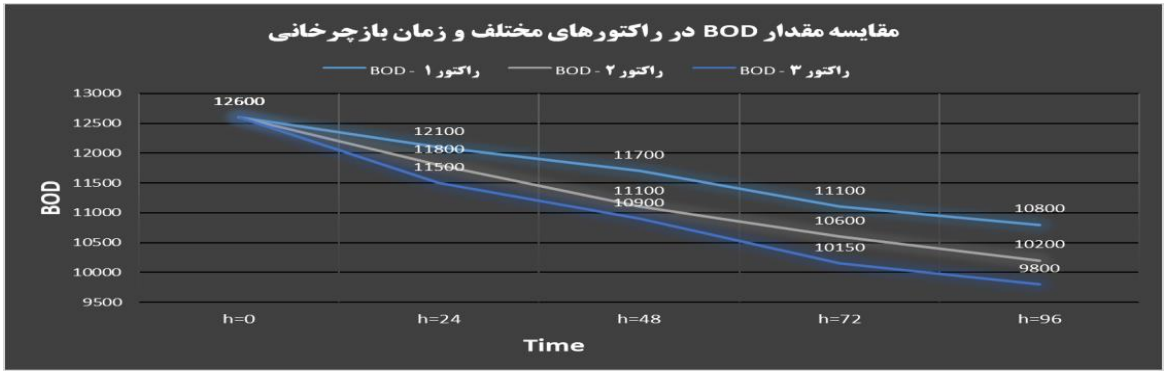
در این بخش نیز مطابق با نتایج نشان داده شده در شکل ۳ روشن می گردد که راکتورهای دوم و سوم با گذشت زمان در بازچرخانی ها فاصله زیادی را نسبت به راکتور اول نشان داده اند.

فصلنامه علمی تخصصی مدیریت، حسابداری و اقتصاد ، دوره ۶ ، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، ص ۱۳۰-۱۴۷
ISSN: 2588-3992
http://www.Tajournals.com



شکل ۴ : روند تغییرات COD در شیرابه هر سه راکتور به تفکیک زمان بازچرخانی

مطابق با شکل شماره ۴ مقدار COD همان طور که پیش تر نیز عنوان گردیده بوده بـه طـور نزولـی بـوده اسـت و در ایـن رونـد مشاهده می شود که راکتور سوم به مراتب کارایی بهتری را نسبت به دو راکتور دیگر داشته است. به نوبـه خـود راکتـور دوم نیـز عملکرد بهتری را نسبت به راکتور اول نشان داده است.



شکل ۵ : روند تغییرات BOD در شیرابه هر سه راکتور به تفکیک زمان بازچرخانی

در نهایت با عنایت به نتایج مقایسه ای ترسیم شده در در ارتباط با BOD نیز می توان مشاهده نمود که راکتور سوم بهتر از دو راکتور دیگر عمل کرده است و در این بخش نیز راکتور دوم عملکرد بهتری را نسبت به راکتور اول داشته است. بـر ایـن اسـاس مشخص می گردد که بهره گیری از پسماند های قدیمی تر می تواند به تفصیه شیرابه کمک بیشتری را نماید. نتایج ارائـه شـده در این بخش برای نوبت اول در هر سه راکتور بوده است که همان طورکه پیش تر از این نیز نشـان داده شـده نوبـت هـای دیگـر نیـز همین نتایج را داشته اند.

۴. ۲. نتایج آمار استنباطی

با بهره گیری از آزمون استنباطی در این بحش به این سوال پاسخ داده شد که آیا این تفاوت ها از نظر آمـاری نیـز معنـادار بوده اند و یا خیر. یکی از روش های مهم برای مقایسه میانگین ها در بین بیش از دو گروه، استفاده از پراکندگی بین دو یا چنـدین گروه و مقایسه آن با پراکندگی درون گروه ها است. با استفاده از تحلیل آنالیز واریانس یک طرفه امکان مقایسه مقدار یک شـاخص در بین چندین گروه وجود دارد. با توجه به آماره های جدول آنالیز واریانس اگر نسبت مقدار میانگین مربعات خطای درون گروهـی (مجموع مربعات اختلاف مقادیر هر گروه از میانگین گروه)، با مقدار میانگین مربعات خطا بین گروهی (مجموع مربعات اختلاف هـر گروه از میانگین کل)، دارای اختلاف زیادی باشد نشان دهنده نقش عامل را در تغییر میانگین گروه ها نشان می دهد. در ارتباط بـا آنالیز واریانس پیش فرض هایی وجود دارد که باید رعایت شده باشد: متغیر عامل باید مقادیر صحیح داشته باشد (در مطالعه حاضـر

فصلنامه علمی تخصصی مدیریت، حسابداری و اقتصاد ، دوره ۶ ، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، ص ۱۳۰-۱۴۷
ISSN: 2588-3992
http://www.Tajournals.com

تفکیک گروهی یعنی تصفیه شیرابه به سه روش متفاوت یعنی سه نوع راکتور متفاوت، دارای کد گذاری گسسته می باشند لذا شرط مورد نظر صادق است). نمرات گزارش شده در هر گروه باید از توزیع نرمال برخوردار باشند (بررسی این مهم از طریق آزمون کولموگروف- اسمیرنوف انجام شد و نتایج در این بخش نشان داد که مقدار سطح معناداری P>0.05 بزرگ تر از ۰/۰۵ بوده که موید نرمال بودن توزیع داده ها بوده است لذا این پیش شرط نیز مورد بررسی و تایید قرار گرفت). در نهایت شرط سوم آن که گروه ها باید از جمعیتی با واریانس برابر انتخاب شده باشند(این مهم در ادامه از طریق آزمو لوین اندازه گیری شده است، مقدار سطح معناداری آزمون لوین موید این امر بوده که برابری واریانس ها در سه گروه مورد نظر در ارتباط با نمرات شاخص های چهارگانه مورد تایید قرار گرفته شده است). با عنایت به برقرار بودن شروط این آزمون، در ادامه نتایج آزمون آنالیز واریانس ارائه شده است (جدول ۶):

دول ۶: نتایج آزمون انالیز واریانس به تفکیک هر یک از شاخص های اندازه گیری

		مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معناداری
pH	آزمون بین گروهی	۱/۶۷۶	۲	۰/۸۳۸	۹/۳۶۸	۰/۰۰۰
	آزمون درون گروهی	۳/۷۵۶	۴۲	۰/۰۸۹		
	مقدار مجموع	۵/۴۳۲	۴۴			
EC	آزمون بین گروهی	۵۷۳۶۴۰	۲	۲۸۶۸۲۰	۳/۲۲۲	۰/۰۴۰
	آزمون درون گروهی	۳۷۳۸۷۸۹	۴۲	۸۹۰۱۹		
	مقدار مجموع	۴۳۱۲۴۲۹	۴۴			
COD	آزمون بین گروهی	۲۶۱۶۳۲۴	۲	۱۳۰۸۱۶۲	۸/۰۷۸	۰/۰۰۸
	آزمون درون گروهی	۵۰۹۴۵۲۶۷	۴۲	۱۲۱۲۹۸۳		
	مقدار مجموع	۵۳۵۶۱۵۹۱	۴۴			
BOD	آزمون بین گروهی	۳۸۰۳۴۹۸	۲	۱۹۰۱۷۴۹	۱۰/۴۷۳	۰/۰۰۷
	آزمون درون گروهی	۳۲۲۹۳۶۱۳	۴۲	۷۶۸۸۹۶		
	مقدار مجموع	۳۶۰۹۷۱۱۱	۴۴			

مطابق با نتایج درج شده در جدول ۶ مشاده می شود که حداقل در یکی از سه روش مورد نظر از نظر آمار اختلاف معناداری در میانگین نمرات وجود دارد. یعنی بین نتایج بدست آمده از راکتورهای سه گانه با یکدیگر از نظر آماری اختلاف معناداری وجود دارد(P<0.01). بر این اساس در ادامه به منظور تعیین جزء به جزء اختلاف ها میان گروه های مختلف از آزمون تعقیبی بهره گرفته شده(جدول ۷):

جدول ۷ : نتایج آزمون تعقیبی به تفکیک هر یک از شاخص های اندازه گیری

Dependent Variable	(I) راکتورها	راکتورها (J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
pH	۱	۳	-۰/۴۷۰۰۰	۰/۱۰۹	۰/۰۰۰	-۰/۷۲۰	-۰/۲۲۰
	۲	۳	-۰/۱۹۱	۰/۱۰۹	۰/۱۵۳	-۰/۴۴۱	۰/۰۵۹
EC	۱	۳	-۲۴۸/۰۰	۱۰۸/۹۵	۰/۰۴۱	-۴۹۷/۳۵	۱/۳۵۰
	۲	۳	-۱۸/۰۰	۱۰۸/۹۵	۰/۹۸۰	-۲۶۷/۳	۲۳۱/۳
COD	۱	۳	۵۸۸/۶۷	۴۰۲/۱۶	۰/۰۲۶	-۳۳۱/۸	۱۵۰۹/۱
	۲	۳	۲۵۲/۶۷	۴۰۲/۱۶	۰/۷۵۶	-۶۶۷/۸	۱۱۷۳/۱

ISSN: 2588-3992
http://www.Tajournals.com

BOD	۱	۳	۷۰۲/۰۰	۳۲۰/۱۹	۰/۰۱۲	-۳۰/۸	۱۴۳۴/۸
	۲	۳	۲۴۷/۳۳	۳۲۰/۱۹	۰/۶۵۹	-۴۸۵/۵	۹۸۰/۲

مطابق با نتایج درج شده در جدول ۷ نتایج مقایسات درون گروهی به روش آزمون تعقیبی نشان می دهد که اختلاف معنادار میان میانگین های راکتورهای دوم و سوم با راکتور اول قابل مشاهده است($p<0.01$). به عبارتی میانگین نمرات بدست آمده از راکتورهای مورد نظر با راکتور سوم فرق داشته اما تفاوت معناداری میان میانگین های راکتورهای دوم و سوم ازنظر آماری، مشاهده نشده است. این به این معنا نبوده که تفاوت وجود ندارد بلکه از نظر آماری این تفاوت معنادار نبوده است. با عنایت به یافته های پژوهش هر چه تعداد مرتبه بازچرخانی شیرابه بیشتر می شود مشاهده می گردد که در عمل تصفیه بهتری در ارتباط با شیرابه ها قابل مشاهده است. برآیند تمامی نوبت ها و راکتورهای سه گانه نشان می دهد که اولویت بندی برای توانایی در تصفیه شیرابه ها به شرح ذیل می باشد:

راکتور شماره ۱ > راکتور شماره ۲ > راکتور شماره ۳

۵. بحث و نتیجه گیری

مبتنی بر یافته های بدست آمده از این تحقیق می توان بیان داشت که بهره گیری از بازچرخانی های چند مرتبه ای بسیار می تواند کمک کننده باشد و در تصفیه شیرابه تاثیر بسیار قابل توجهی را به همراه دارد. یکی از نکات قابل توجه در این میان آن بود که بهره گیری از چندین لایه و چندین بازچرخانی به طور توام کارایی به مراتب بالاتری را به همراه خواهد داشت. از سویی دیگر نیز یافته های این تحقیق دلالت بر این امر دارد که بهره گیری از پسماندهای قدیمی موضوعی موثر در بهبود کیفیت تصفیه شیرابه خواهد بود. با این حال تفاوت بهره گیری از پسماندهای تازه و پسماندهای قدیمی از نظر آماری همان طور که در این تحقیق نشان داده شده است معنادار نمی باشد با این حال یافته های توصیفی در این مطالعه نشان می دهند که بهره گیری از این نوع پسماندها یعنی پسماندهای قدیمی می تواند در بهبود تصفیه شیرابه کمک کننده باشد. یافته های مورد اشاره در این تحقیق با نتایج گزارش شده در مطالعات شکوه و همکاران (۱۳۹۸) از همسویی و همخوانی برخوردار می باشد. شکوه و همکاران (۱۳۹۸) نیز در مطالعه خود در چند مرحله و با بهره گیری از چند راکتور به مقایسه میان تصفیه پذیری بی هوازی شیرابه حاصل از محل دفن پسماند شهری پرداختند. همسو با یافته های پژوهش نشان داده شد که تغییرات چندانی در راکتور اول pH مشاهده نشد و البته در دیگر راکتورها نیز این مهم مشهود بوده البته در۲ راکتور دیگر مقدار pH به حدود ۸/۳ رسید یعنی افزایش داشته است که علت آن حل شدن مقداری از مواد موجود در خاک رس در شیرابه بوده است. غلظت COD اولیه در راکتورهای ۱ تا ۴ به ترتیب ۷۲۰۹۰، ۶۶۷۱۰، ۸۹۵۰۱ و ۷۷۷۶۰ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد به عبارتی دیگر کاهش نشان داده شده است و این مهم همسو با یافته های این تحقیق می باشد. همچنین میزان حذف COD در راکتورهای ۲ و ۴ به ترتیب ۹۶ و ۹۷ ٪ به دست آمد. این نتایج نشان می دهد که فرایندهای بی هوازی با نرخ بالا می تواند در تصفیه شیرابه جوان موثر باشد. این مهم نیز در تحقیق حاضر مشهود بوده البته باید دقت داشت که در تحقیق حاضر بازچرخانی بر روی راکتوری که حاوی پسماند قدیمی بوده، توانست نتایج مطلوبی را به همراه داشته باشد که ناشی از چگالی و تراکم بالاتری بوده است که در ارتباط با پسماندهای قدیمی وجود داشته است و بر همین اساس بازچرخانی بر روی آن توانست میزان COD و BOD را کاهش دهد. از دیگر مطالعات می توان به مطالعه قنبری آزادپاشکی و همکاران (۱۳۹۷) اشاره داشت. قنبری آزادپاشکی و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه خود نسبت به بررسی تصفیه پذیری شیرابه پسماند با هدف در کاهش بار آلی در بیوراکتور بی هوازی دومرحله ای به صورت جریان پیوسته، اقدام نمودند. خروجی اولین راکتور بی هوازی وارد راکتور دوم می شد به عبارتی بازچرخانی ترکیبی صورت گرفت. نتایج آزمایش ها نشان داد که راندمان حذف COD راکتور اول، دوم و کل سیستم (مجموع دو مرحله ای اختلاط کامل) به ترتیب ۸۰، ۶۵،۱ و ۹۳٪ بدست آمد. راندمان حذف BOD در کل سیستم نیز برابر ۹۲٪ حاصل شد. با این حال نیتروژن آمونیاکی و قلیائیت در راکتور بی

ISSN: 2588-3992
http://www.Tajournals.com

هوازی دو مرحله ای به ترتیب ۳۹ و ۱۴,۹٪ افزایش یافت. یافته ها نشان می دهد از فرایند دو مرحله ای بی هوازی می توان به عنوان فرایندی موثر برای بهبود تخریب پذیری و همچنین حذف مواد آلاینده آلی استفاده کرد. این مهم با یافته های بدست آمده از این تحقیق از همسویی و همخوانی برخوردار می باشد. در پژوهش دیگری که توسط حیدریان (۱۳۹۵) انجام شد، به شبیه سازی و ارزیابی اثرات عملیات بازچرخانی شیرابه بر روی مراکز دفن در مقیاس پایلوت گردید. عملیات بازچرخانی با حجم ورودی ۱۰۰ لیتر شیرابه مورد ارزیابی قرار گرفته و پارامتر های کیفی شیرابه اعم از COD، BOD5، pH، EC و میزان ظرفیت نگهداری شیرابه در لندفیل در هر ۲۴ ساعت اندازه گیری شد. در این تحقیق با توجه به اندازه گیری پارامترهای ذکر شده، مشخص شد که میزان COD و BOD5 به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافته است و ظرفیت نگهداری شیرابه در لندفیل ارزیابی و محاسبه گردید. این مهم همسو با یافته های تحقیق حاضر می باشد و با آن همخوانی و سازگاری دارد. اسکندری (۱۳۹۵) نیز به بررسی بازچرخانی شیرابه در پسماند های جامد شهر شیراز در آزمایشگاه پرداخت. اندازه‌گیری مقادیر COD نمونه‌ها نشان داد که در انتهای آزمایش مقدار اکسیژن خواهی شیمیایی نمونه هوادهی شده به شیرابه، به‌تقریب برابر با همین مقدار در نمونه شاهد بوده است. همچنین اندازه‌گیری مقادیر BOD نیز نشان از کاهش چشمگیر اکسیژن خواهی بیولوژیک در هر دو نمونه داشت. مقدار BOD نمونه هوادهی شده در انتهای آزمایش بیشتر از نمونه شاهد بود. نسبت COD به BOD نیز برای نمونه هوادهی شده به شیرابه همواره کمتر از ۲ بود، اما برای نمونه شاهد در انتهای آزمایش برابر با ۵/۲ بود. اسکندری (۱۳۹۵) مبنی بر این مهم تایید نمود که بازچرخانی شیرابه در تصفیه شیرابه ها می تواند سودمند باشد که از این منظر به طور کلی با یافته های بدست امده از پژوهش حاضر دارای همخوانی و همسویی می باشد. از دیگر مطالعات می توان به مطالعه انجام شده توسط احمدی فر و سرتاج (۱۳۸۷) اشاره داشت. آن در مطالعه خود به تعیین اثربخشی بازچرخانی و بررسی عملکرد روش دفن نیمه هوازی پسماندهای شهری اقدام نمودند. پارامتر های کیفی شیرابه اعم از COD، TSS، pH،TS،TDS و همچنین دمای پایلوت در زمان های مناسب اندازه گیری شد. در این تحقیق، راندمان تصفیه پذیری COD شیرابه در اثر بازچرخانی ۹۳ درصد اندازه گیری شد. احمدی فر و سرتاج (۱۳۸۷) بر اساس یافته های خود عنوان می دارند که با استفاده از محل های دفن نیمه هوازی با بازچرخانی شیرابه، علاوه بر تسریع در پایدار شدن پسماندهای درون محل دفن، می توان شیرابه را نیز تا حدود زیادی تصفیه نمود. بر همین اساس روشن است که یافته های گزارش شده در مطالعه احمدی فر و سرتاج (۱۳۸۷) با نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر از همخوانی برخوردار می باشد. مبتنی بر یافته های بدست آمده از مطالعه چمیم و همکاران[3] (۲۰۲۰) روشن می گردد که بازچرخانی شیرابه می تواند به تصفیه شیرابه کمک کند که نشان می دهد نتایج بدست آمده از تحقیق آن ها از یافته های گزارش شده در این تحقیق حمایت می نماید.

پیشنهاد برآمده از تحقیق

در این مطالعه دو پیشنهاد ارائه شده است که مبتنی بر یافته های این تحقیق بوده است: به طور کلی یافته ها در این تحقیق از این گزاره حمایت می نماید که ایجاد لندفیل‌های مهندسی بهداشتی دفن پسماند با توجه به روش‌های نوین به منظور جلوگیری از انتشار آلودگی و رعایت مباحث زیست محیطی، ضروری است و روش بازچرخانی شیرابه علاوه بر جلوگیری از آسیب‌رساندن به محیط زیست منجر به افزایش تولید بیوگاز می‌شود. مبتنی بر همین امر و با عنایت به یافته های این تحقیق بهره گیری از لندفیل هایی چندلایه که بتواند تصفیه بیشتری را ایجاد نماید، می تواند در کیفیت تصفیه شیرابه کمک کننده باشد. از دیگر پیشنهادهایی این تحقیق پیاده سازی این سیستم بویژه در بخش هایی است که دارای پسماندهای قدیمی می باشد چرا که یافته های این تحقیق نشان می دهد بهره گیری از این نوع پسماندهای در فرآیند بازچرخانی می تواند به مراتب موجب بهبود نتایج در تصفیه شیرابه ها گردد.

[3] Chamem et al [8]

مراجع

- احمدی فر؛ مهدی و سرتاج؛ مجید .(۱۳۸۷). تعیین اثربخشی بازچرخانی و بررسی عملکرد روش دفن نیمه هوازی پسماندهای شهری. *همایش ملی مدیریت پسماند*. ۱ (۴): ۹۲-۷۸.
- اسکندری، مهناز .(۱۳۹۵). *مدلسازی هوادهی به شیرابه و بازچرخش آن در زبالههای جامد شهر شیراز در آزمایشگاه*. پایان نامه کارشناسی ارشد، در رشته مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست. دانشگاه پیام نور.
- حیدریان، حسین؛ عظیمیان، محمدرضا و میرزایی، علی .(۱۳۹۵). شبیه سازی و ارزیابی اثرات عملیات بازچرخانی شیرابه بر روی مراکز دفن در مقیاس پایلوت، *دومین کنفرانس علوم، مهندسی و فناوری های محیط زیست*، تهران، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.
- خجسته پور مهدی، قنبری آزاد پاشاکی سعید، ابراهیمی نیک محمدعلی، روحانی عباس (۱۳۹۹). مدل‌سازی و بهینه‌سازی فرایند انعقاد-لخته‌سازی شیرابه لندفیل با استفاده از روش سطح پاسخ. مجله مهندسی بهداشت محیط. ۱۳۹۹; ۷ (۴) :-۴۵۵ ۴۷۶
- خزائی، آتوسا؛ غضبان، فریدون و صفری، ادوین .(۱۳۹۵). *بررسی کاهش بار آلی شیرابه پسماند شهری توسط گرافن در محیط متخلخل اشباع*. پایان نامه برای دریافت کارشناسی ارشد. مهندسی محیط زیست -موادزائد جامد.
- شکوه علیرضا، صفری ادوین، سید حسین هاشمی و عبادی تقی. (۱۳۹۸). مقایسه میان تصفیه پذیری بی هوازی شیرابه حاصل از محل دفن پسماند شهری حاوی سوبسترای کل و محلول. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۱(۱)، ۳۸-۳۱.
- قنبری آزادپاشکی سعید، خجسته پور مهدی، ابراهیمی نیک محمدعلی و روحانی عباس (۱۳۹۷). بررسی تصفیه پذیری شیرابه پسماند در بیوراکتور بی هوازی دومرحله ای به صورت جریان پیوسته. فصلنامه مهندسی بهداشت محیط، ۵ (۳): ۲۸۶-۲۹۸.
- Al-Ameen, J. (2019). Effect of Leachate Recirculation on Biological Stability of Municipal Solid Waste Under Simi-Arid Conditions. *Al-Qadisiyah Journal for Engineering Sciences*, *12*(2), 79-83.
- Aromolaran, A., & Sartaj, M. (2021). Enhancing biogas production from municipal solid waste through recirculation of blended leachate in simulated bioreactor landfills. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-16.
- Bisi, M., Groppi, M., Martalò, G., & Travaglini, R. (2021). Optimal control of leachate recirculation for anaerobic processes in landfills. *Discrete & Continuous Dynamical Systems-B*, *26*(6), 2957.
- Chamem, O., Fellner, J., & Zairi, M. (2020). Ammonia inhibition of waste degradation in landfills–A possible consequence of leachate recirculation in arid climates. *Waste Management & Research*, *38*(10), 1078-1086.
- Ding, L., Chen, Y., Xu, Y., & Hu, B. (2021). Improving treatment capacity and process stability via a two-stage anaerobic digestion of food waste combining solid-state acidogenesis and leachate methanogenesis/recirculation. *Journal of Cleaner Production*, *279*, 123644.
- Feng, S. J., Chen, Z. W., & Zheng, Q. T. (2020). Effect of LCRS clogging on leachate recirculation and landfill slope stability. *Environmental Science and Pollution Research*, *27*(6), 6649-6658.
- Feng, S., Hong, X., Wang, T., Huang, X., Tong, Y., & Yang, H. (2019). Reutilization of high COD leachate via recirculation strategy for methane production in anaerobic digestion of municipal solid waste: Performance and dynamic of methanogen community. *Bioresource technology*, *288*, 121509

- Fu, W., Zhou, A., & Lyu, F. (2019). A coupled hydro-mechanical-biodegradation model for municipal solid waste in leachate recirculation. *Waste Management*, *98*, 81-91.
- Huyan, Z., Cui, C., Luo, X., & Jiang, X. (2021). Evaluation of leachate recirculation effect on the acceleration of waste mineralization process by using a coupled numerical model. *Advances in Civil Engineering*, *2021*.
- Jiang, X., Lv, H., Cui, C., & Huyan, Z. (2021). Numerical Model of Leachate Recirculation in Bioreactor Landfills with High Kitchen Waste Content. *Water*, *13*(13), 1750.
- Kumar, G., & Reddy, K. R. (2021). Effects of leachate recirculation system variables on long-term bioreactor landfill performance using coupled thermo-hydro-bio-mechanical model. *International Journal of Geomechanics*, *21*(5), 04021059.
- Li, C., Tao, Y., Fang, J., Li, Q., & Lu, W. (2020). Impact of continuous leachate recirculation during solid state anaerobic digestion of Miscanthus. *Renewable Energy*, *154*, 38-45.
- Lippi, M., Ley, M. B. R. G., de Pinna Mendez, G., & Junior, R. A. F. C. (2020). Recirculation as the form of destination of the Concentrate originated from the Treatment of leachate in landfills by Membrane Processes. *Ciência e Natura*, *42*, 56.
- Luo, L., Kaur, G., Zhao, J., Zhou, J., Xu, S., Varjani, S., & Wong, J. W. (2021). Optimization of water replacement during leachate recirculation for two-phase food waste anaerobic digestion system with off-gas diversion. *Bioresource Technology*, *335*, 125234.
- Luo, Z., Chen, W., Wen, P., Jiang, G., & Li, Q. (2019). Impact of leachate recirculation frequency on the conversion of carbon and nitrogen in a semi-aerobic bioreactor landfill. *Environmental Science and Pollution Research*, *26*(13), 13354-13365.
- Ogata, Y., Ishigaki, T., Nakagawa, M., & Yamada, M. (2016). Effect of increasing salinity on biogas production in waste landfills with leachate recirculation: a lab-scale model study. *Biotechnology Reports*, *10*, 111-116.
- Oktiawan, W., Bagus Priyambada, I., & Purwono, P. (2020, August). Challenges and Opportunities in implementing leachate recirculation in Indonesia: technical aspects. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 202, p. 05001).
- Podder, A., Reinhart, D., & Goel, R. (2020). Integrated leachate management approach incorporating nutrient recovery and removal. *Waste Management*, *102*, 420-431.
- Ritzkowski, M., & Kuchta, K. (2021). Influence of moisture content and leachate recirculation on oxygen consumption and waste stabilization in post aeration phase of landfill operation. *männlich*, *773*.
- Sohoo, I., Ritzkowski, M., & Kuchta, K. (2021). Influence of moisture content and leachate recirculation on oxygen consumption and waste stabilization in post aeration phase of landfill operation. *Science of The Total Environment*, *773*, 145584.
- Suchowska-Kisielewicz, M., Jedrczak, A., & Sadecka, Z. (2014). The influence of preliminary aerobic treatment on the efficacy of waste stabilisation under leachate recirculation conditions. *Cogent Engineering*, *1*(1), 980027.
- Van-Turnhout, A. G., Brandstätter, C., Kleerebezem, R., Fellner, J., & Heimovaara, T. J. (2018). Theoretical analysis of municipal solid waste treatment by leachate recirculation under anaerobic and aerobic conditions. *Waste Management*, *71*, 246-254.
- Xing, T., Kong, X., Dong, P., Zhen, F., & Sun, Y. (2020). Leachate recirculation effects on solid- state anaerobic digestion of Pennisetum hybrid and microbial community analysis. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, *95*(4), 1216-1224.

ISSN: 2588-3992
http://www.Tajournals.com

- Xue, W. J., Cui, Y. H., Liu, Z. Q., Yang, S. Q., Li, J. Y., & Guo, X. L. (2020). Treatment of landfill leachate nanofiltration concentrate after ultrafiltration by electrochemically assisted heat activation of peroxydisulfate. *Separation and Purification Technology*, *231*, 115928.
- Yu, Y., Li, M., Dai, X., Meng, F., Qi, X., Hou, J., ... & Xi, B. (2019). In situ mature leachate treatment with hydroxylamine addition in the Aerobic-Anaerobic Recirculation Landfill. *Science of the Total Environment*, *696*, 134084.
- Zeng, Y., Cheng, Y., He, D., & Pan, X. (2020). Recent advances in municipal landfill leachate: A review focusing on its characteristics, treatment, and toxicity assessment. *Science of The Total Environment*, *703*, 135468.