مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره سیزدهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۹، صفحات ۴۸۵ تا ۴۹۴

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

بررسی ارتباط بین قلیائیت فاضلاب ورودی و عملکرد واحد بافل‌دار بی هوازی تصفیه خانه فاضلاب و ارائه راهکار جهت افزایش میزان قلیائیت فاضلاب ورودی

عبدالمطلب صید محمدی، قربان عسگری، رضا شکوهی، پرستو شهبازی*
گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۷/۲۲
تاریخ ویرایش: ۹۹/۰۹/۱۵
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۱۸
تاریخ انتشار: ۹۹/۰۹/۳۰

واژگان کلیدی: تصفیه فاضلاب صنعتی، راکتور بافل دار بی هوازی، قلیائیت، همدان

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
Shahbazi199175@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به اهمیت قلیائیت در تنظیم pH و نقش بافری آن، در این مطالعه، تاثیر قلیائیت فاضلاب ورودی بر کارایی واحد بافل‌دار بی هوازی و تعیین بهترین ماده شیمیایی برای تامین قلیائیت فاضلاب مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی: این مطالعه جهت تعیین رابطه بین قلیائیت فاضلاب ورودی و راندمان حذف پارامترهای COD، BOD_5 و TSS در تصفیه خانه انجام شد. برای تعیین ماده قلیای بهینه جهت تامین قلیائیت سیستم های بی هوازی، چهار ماده شیمیایی رایج NaOH، $Ca(OH)_2$، Na_2CO_3 و MgO انتخاب گردید و با استفاده از جارتست و روش طراحی آزمایشات یک فاکتور در زمان (One Factor At Time (OFAT)) مورد بررسی قرار داده شد.

یافته‌ها: براساس نتایج حداکثر راندمان حذف پارامترهای COD، BOD_5 و TSS به‌ترتیب برابر با ۶۲، ۶۶/۶ و ۷۱/۲ درصد در قلیائیت ۱۲۶۰ $mgCaCO_3/L$ به‌دست آمد همچنین، دوز بهینه جهت تامین یک واحد قلیائیت توسط $Ca(OH)_2$, Na_2CO_3 و MgO به‌ترتیب ۰/۵۳ mg/L، ۰/۵۴ و ۰/۳ در زمان تماس ۵ min و میزان اختلاط ۱۵۰ rpm و برای NaOH ۰/۳۵ mg/L در زمان ۳ min و اختلاط ۱۰۰ rpm به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد عملکرد راکتور بافل دار بی هوازی ارتباط زیادی با تامین قلیائیت ورودی به راکتور دارد و استفاده از MgO می تواند به‌عنوان یک ماده قلیایی مناسب جهت خنثی سازی فاضلاب های اسیدی و تامین قلیائیت سیستم ABR مورد توجه قرار گیرد.

Please cite this article as: Seid Mohammadi A, Asgari Gh, Shokoohi R, Shahbazi P. Investigating the relationship between the alkalinity of the influent wastewater and the performance of the anaerobic unit of the wastewater treatment plant and providing a solution to increase the alkalinity of the influent wastewater. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(3):485-94.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-27]

مقدمه

امروزه با گسترش صنایع، افزایش مصرف آب و نیز محدودیت منابع آبی، جمع آوری فاضلاب‌های صنعتی و تصفیه آن، اهمیت دو چندانی پیدا کرده است. با توجه به وجود آلاینده‌های مختلف میکروبی و شیمیایی در فاضلاب، تخلیه آن به شکل تصفیه نشده می‌تواند منجر به آلودگی محیط زیست شده و خطرات سوء بهداشتی برای انسان ایجاد نماید لذا لزوم تصفیه فاضلاب با هدف تامین استانداردهای موجود در زمینه استفاده مجدد از فاضلاب مورد تاکید فراوان قرارگرفته است (۱، ۲). استفاده از فرایندهای بی‌هوازی بدلیل کارایی بالا در حذف بار آلی می‌تواند به طور موثری در تصفیه فاضلاب موثر واقع گردد (۳). در میان انواع سیستم‌های بی‌هوازی با سرعت بالا، سیستم ABR به دلیل ساختار هیدرولیکی منحصربه فرد، مقاومت در برابر شوک‌های سمی، زمان ماند هیدرولیکی کم، زمان ماند جامدات بالا، عدم نیاز به پتوی لجن، بازیابی گاز متان، امکان ارتقای آن در افزایش توان تصفیه و .... در تصفیه انواع فاضلاب بویژه فاضلاب‌های صنعتی مورد توجه قرارگرفته است (۶-۴). عوامل محیطی از جمله pH، اکسیژن محلول، تغییرات بارگذاری جریان، دما، غلظت مواد آلی، مواد آلی غیرمحلول، قلیائیت، مواد مغذی، ماکرونوترینت‌ها، ترکیبات سمی و غیرآلی، زمان ماند جامدات و سولفات بر عملکرد فرایندهای بیولوژیکی بی‌هوازی تاثیرگذار بوده و کارایی فرایند به شدت به عوامل فوق بستگی دارد (۷). بهره برداری و نگهداری مناسب از فرایندهای بی‌هوازی مستلزم درک بهتر عوامل موثر بر ثبات فرایندهای بیولوژیکی بوده لذا لزوم مطالعه عوامل موثر برکارکرد فرایندهای بیولوژیکی بی‌هوازی حائز اهمیت بسیار است. در میان پارامترهای تاثیرگذار بر عملکرد سیستم‌های بی‌هوازی، قلیائیت به دلیل ایفای نقش بافری بسیار مهم تلقی می‌گردد. مقدار pH فاضلاب در راکتورهای بی‌هوازی، به واکنش بی‌کربنات–دی اکسید کربن سیستم بافری، اسیدهای فرار و آمونیاک تولید شده در طی فرایند بستگی دارد لذا مقدار ظرفیت بافری موجود در راکتور باید کافی باشد تا از اسیدی شدن راکتور پیشگیری گردد (۸). JingRui و همکاران در سال ۲۰۱۶ تاثیر قلیائیت و HRT را در حذف COD در راکتورهای بافل‌دار بی‌هوازی مورد بررسی قرار داده و ضمن بیان افزایش پیوسته قلیائیت در طول فرایند، نشان دادند که در غلظت COD برابر با mg/L ۵۰۰۰ با افزایش قلیائیت از mg $CaCO_3$/L ۱۰۰۰-۱۳۰۰ بازده حذف COD از ۴۰/۵ درصد به ۸۷/۵ درصد افزایش یافت (۹). براساس نتایج مطالعه Mata-Alvarez و همکاران مقدار قابل قبول قلیائیت در فاضلاب ورودی به سیستم بی‌هوازی در محدوده mg$CaCO_3$/L ۲۰۰۰-۴۰۰۰ قرار داشته و نسبت اسیدهای آلی فرار به قلیائیت باید کمتر از ۰/۳ گردد (۱۰). ازآن جایی‌که در غالب فاضلاب‌های تولید شده در صنایع میزان قلیائیت فاضلاب بسیار کمتر از مقدار توصیه شده است لذا استفاده از ترکیبات تامین کننده قلیائیت نظیر آهک، سنگ آهک، سود سوزآور، بیکربنات سدیم، نانو ذرات اکسید منیزیم و ... که منجر به افزایش pH فاضلاب ورودی به راکتور بی‌هوازی می‌گردد می‌بایست مورد توجه قرار گیرد (۱۱). استفاده از هر یک از ترکیبات شیمیایی فوق بسته به نوع و ترکیب فاضلاب، مسائل بهره برداری و نگهداری، در دسترس بودن ترکیبات، هزینه و ... متفاوت است. هدف این مطالعه تعیین ارتباط بین قلیائیت فاضلاب ورودی و راندمان حذف آلاینده‌ها توسط واحد ABR و معرفی ماده قلیایی مناسب جهت تامین قلیائیت واحدهای بی‌هوازی است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع توصیفی تجربی بوده و به صورت مقطعی و به مدت شش ماه از فروردین لغایت شهریور ۹۸ در محل تصفیه خانه شهرک صنعتی و به روش نمونه گیری مداوم (Continues Sampling) انجام پذیرفت. نمونه‌های مورد نظر از ورودی و خروجی واحد ABR تصفیه خانه (نمونه‌های مورد نظر جهت تعیین قلیائیت بهینه از ورودی به واحد بی‌هوازی و قبل از اضافه نمودن ماده قلیایی توسط

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-27]

پرسنل تصفیه خانه) تهیه شد. آزمایش‌های مورد نظر در محل آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان انجام پذیرفت.

مشخصات واحد ABR: واحد مذکور دارای ۶ اتاقک و حجم m^3 ۱۰۰۰ (طول m ۲۰، عرض m ۱۰، ارتفاع m ۵) است که در نسبت طول به عرض m ۲ و ارتفاع به عرض m۰/۵ با هدف جداسازی فازهای تجزیه بی‌هوازی، بازیافت گاز متان، امکان ارتقا در افزایش توان تصفیه از جهت حذف مواد آلی مغذی مورد استفاده قرار گرفته است. میانگین زمان ماند هیدرولیکی این واحد h ۱، میزان بارگذاری آلی $kgCOD/m^3.d$ ۱/۰۹ و سرعت جریان روبه بالای m/h ۰/۵۶-۰/۳۷ است. در این واحد فاضلاب توسط دو لوله in ۲ پلی اتیلن که در عمق m ۶ و به طول m ۸ از پایین کار گذاشته شده و به صورت شعاعی با زاویه °۳۰ قرار گرفته‌اند به سایر اتاقک‌ها وارد می‌گردد. با توجه به اهداف این پژوهش مراحل کار جهت رسیدن به اهداف در دو مرحله به صورت مجزا انجام پذیرفت.

مرحله اول: بررسی تاثیر قلیائیت ورودی بر کارایی سیستم ABR:

در این مرحله از انجام آزمایش‌ها، نمونه‌ها به حجم L ۵ به صورت لحظه‌ای برداشت و جهت آنالیز به آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت منتقل گردید. تعداد ۲۲ نمونه از فاضلاب ورودی و خروجی از واحد بی‌هوازی تصفیه خانه اخذ گردید. به منظور نمونه برداری از ظروف پلاستیکی استفاده و نمونه‌ها در مدت زمان کمتر از h ۲ به آزمایشگاه جهت انجام آزمایش‌ها انتقال داده شد. سپس آنالیزهای مورد نظر شامل تعیین COD (به روش رفلکس بسته رنگ سنجی)، BOD_5 (از روش مانومتریک و با استفاده از BOD متر و انکوباتور)، TSS (اختلاف بین جامدات کل و جامدات محلول) و قلیائیت (تیتراسیون به کمک اسید سولفوریک N ۰/۰۲) نمونه فاضلاب ورودی و خروجی از واحد بی‌هوازی انجام شد. اندازه‌گیری pH و دما در محل نمونه‌گیری به ترتیب با استفاده pH متر و دماسنج جیوه‌ای انجام پذیرفت. اندازه‌گیری اکسیژن مورد نیاز شیمیایی توسط دستگاه COD متر و اسپکتروفتومتر مدل Dr 5000 صورت گرفت. همچنین میزان بارگذاری آلی مطابق معادله ۱ محاسبه گردید.

$$OLR= (Q\times CODin)/ V_r \quad (1)$$

پارامترهای معادله فوق به ترتیب ذیل هستند:

OLR: بارگذاری آلی بر حسب $kgCOD/m^3.d$

Q: دبی بر حسب m^3/d

CODin: میزان اکسیژن مورد نیاز شیمیایی ورودی به راکتور برحسب kg

V_r: حجم مفید راکتور بر حسب m^3

مرحله دوم: تامین قلیائیت فاضلاب

این مرحله به کمک دستگاه جارتست و با استفاده از چهار ماده شیمیایی متداول NaOH، Na_2CO_3، $Ca(OH)_2$ و نانو ذرات MgO با استفاده از روش یک فاکتور در زمان (One Factor At Time (OFAT)) انجام گردید. با استفاده از این روش نوع و دوز ماده شیمیایی، میزان اختلاط و زمان تماس بهینه تعیین شد. در این مرحله تعداد ۴ نمونه هر کدام به حجم L ۲۰ از فاضلاب ورودی به تصفیه خانه و در مجموع ۲۲۴ آزمایش انجام گرفت. نمونه‌ها در کمتر از h ۲ به آزمایشگاه شیمی دانشکده بهداشت همدان جهت انجام آزمایش‌های مورد نظرانتقال داده شد.

جهت تعیین دوز بهینه: چهار ماده خنثی‌ساز به طور جداگانه در دستگاه جارتست مورد آزمایش قرار گرفتند. به‌طوری که غلظت متغیر و سایر پارامترها از جمله: زمان تماس و میزان اختلاط ثابت در نظر گرفته شدند. آزمایش به این صورت انجام پذیرفت که در ۶ بشر دستگاه جارتست L ۱ نمونه فاضلاب خام ریخته شد (در تعیین میزان بهینه کلیه متغیرها یک بشر به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد). سپس از خنثی‌ساز $Ca(OH)_2$ در دامنه غلظت (g/L ۲ -

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-27]

۱)، ماده شیمیایی Na_2CO_3 در دامنه غلظت (g/L ۲-۱/۵)، ماده شیمیایی NaOH در دامنه غلظت (g/L ۲-۱) و ماده شیمیایی MgO در دامنه غلظت (g/L ۱-۰/۵) تهیه و برای هر خنثی‌ساز به صورت جداگانه (متناسب با میزان خنثی سازی آن ماده) (۱۲) به هر بشر اضافه گردید و دستگاه به مدت min ۱ و سرعت چرخش rpm ۱۰۰ روشن شد. بعد از اتمام زمان مذکور pH نمونه‌ها سنجش و براساس بهترین pH و قلیائیت به‌دست آمده دوز بهینه انتخاب شد. جهت تعیین زمان تماس بهینه نیز غلظت بهینه آن ماده در هر بشر ریخته و در زمان‌های تماس ۱، ۲، ۳، ۴، min ۵ و سرعت چرخش rpm ۵۰ بررسی شد و بهترین زمان تماس با توجه به قلیائیت و pH اندازه‌گیری شده تعیین گردید. همچنین جهت تعیین بهترین میزان اختلاط به صورت جداگانه برای هر خنثی‌ساز، فاکتورهای ثابت که شامل غلظت بهینه ماده خنثی‌ساز و زمان تماس بهینه بود در نظر گرفته شد و سپس جارتست طبق مقادیر rpm ۱۵۰-۲۵ به عنوان متغیر تنظیم و درنهایت قلیائیت و pH نمونه‌ها سنجش شد. میزان اختلاطی که توانست قلیائیت مورد نظر و pH بهینه را تامین نماید به عنوان میزان اختلاط بهینه در نظر گرفته شد. در پایان میزان قلیائیتی که متناسب با عملکرد سیستم‌های بی‌هوازی در شرایط بهینه از نظر غلظت، زمان تماس و میزان اختلاط بهینه به‌دست آمد به عنوان قلیائیت بهینه در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است قلیاها در دو حالت جامد (پودر یا پرک) و محلول در آزمایش مورد بررسی واقع شدند که با توجه انحلال پذیری بسیارخوب سود و انحلال پذیری کمتر سایر قلیاها می‌توان گفت بهره‌گیری از شکل محلول سبب گردید در روند افزایش تامین قلیائیت و عملکرد سیستم ABR بهبود حاصل شود. به منظور تعیین ماده قلیایی مناسب، مقدار لجن ایجاد شده پس از اضافه شدن هریک از مواد اندازه‌گیری شد. کلیه آزمایشات براساس کتاب استاندارد متد برای آزمایش‌های آب و فاضلاب انجام گرفت (۱۳). جهت نمایش تصویری داده‌ها از نرم افزار Excel و جهت آنالیزآماری داده‌ها از آزمون‌های آماری شاپیروویلک (Shapiro-Wilk) و ضریب همبستگی پیرسون با استفاده از نرم افزار SPSS16 استفاده شد.

یافته‌ها

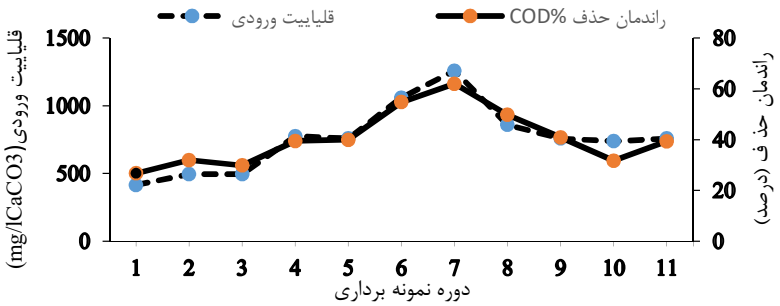
- بررسی مشخصات فاضلاب ورودی و خروجی از واحد ABR و تعیین ارتباط بین قلیائیت فاضلاب ورودی و کارایی سیستم:

نتایج حاصل از آزمایش‌های فاضلاب ورودی و خروجی سیستم ABR با میانگین زمان ماند هیدرولیکی h۱ و میزان بارگذاری آلی $kgCOD/m^3.d$ ۱/۰۹ در جدول ۱ ارائه شده است. مطابق نتایج جدول فوق‌الذکر میانگین pH ورودی و خروجی از سیستم ABR ۹/۲۴±۶/۰ و ۰/۱۷± ۷ بوده که به دلیل افزایش قلیائیت خروجی نسبت به ورودی pH خروجی همواره بالاتر از ورودی بود. همچنین نتایج، افزایش دمای فاضلاب خروجی نسبت به ورودی را نشان می‌دهد که این مسئله در خروجی راکتورهای بی‌هوازی قابل انتظار است. براساس جدول ۱ بیشترین راندمان حذف مربوط به TSS به میزان ۴۱/۴ درصد و کمترین راندمان مربوط به TDS به میزان ۲۲/۸ درصد است. میانگین راندمان حذف آلاینده‌ها بیانگر کاهش راندمان حذف BOD_5 نسبت COD در طول دوره پژوهش است. نتایج آزمایش‌های انجام شده درخصوص تاثیر قلیائیت فاضلاب ورودی بر راندمان حذف COD، BOD_5 و TSS در نمودارهای ۱ تا ۳ نشان داده شده است. براساس نتایج ارائه شده در نمودارهای فوق‌الذکر قلیائیت فاضلاب ورودی به راکتور بی‌هوازی در محدوده $mgCaCO_3/L$ ۴۱۶-۱۲۶۰ بوده و با افزایش قلیائیت از ۴۱۶ به ۱۲۶۰ راندمان حذف پارامترهای فوق‌الذکر به ترتیب از ۲۶، ۱۰/۷، ۱۶ درصد به ۶۲، ۶۶/۶، ۷۱/۲ درصد افزایش یافت. نتایج آزمون همبستگی پیرسونپیوستگی قوی میان قلیائیت و میزان حذف پارامترهای COD، BOD_5 و TSS نشان می‌دهد (به ترتیب r = ۰/۹۵۶، r = ۰/۹۵۱، r = ۰/۹۳۷ و sig=.000).

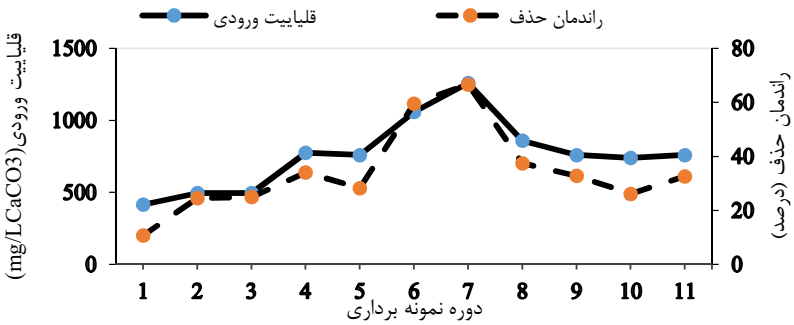
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-27]

جدول ۱- مشخصات فاضلاب ورودی و خروجی از واحد ABR

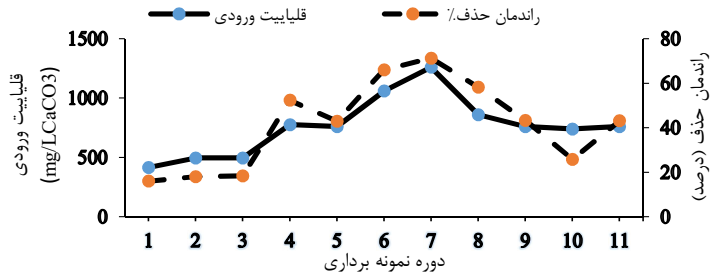
مشخصه	واحد	فاضلاب ورودی		میانگین	فاضلاب خروجی	
		میانگین	انحراف معیار		انحراف معیار	راندمان حذف (درصد)
COD	(mg/L)	۱۷۰۱/۷	۱۱۹/۴	۱۰۰۸/۳	۱۹۱/۷	۴۰/۶
BOD_5	(mg/L)	۵۳۱/۳	۱۷۳/۱	۳۵۰/۲	۱۴۴/۷	۳۴/۳
TS	(mg/L)	۳۱۷۵/۶۳	۷۳۱/۹۱	۲۲۱۵/۹	۵۱۷/۶	۲۹/۷
TSS	(mg/L)	۹۹۱/۱	۴۲۲/۳۹	۵۳۹/۸	۲۰۷/۸	۴۱/۴
TDS	(mg/L)	۲۱۹۳	۶۰۷/۷	۱۶۷۶	۴۴۸/۱	۲۲/۸
pH	-	۶/۹	۰/۲۴	۷	۰/۱۷	-
دما	^0C	۲۱/۵	۲/۲۱	۲۳/۵	۱/۸	-
قلیائیت	mg $CaCO_3$/L	۷۷۱/۲	۲۶۷/۷	۹۲۶/۷	۲۴۰/۶	-



نمودار ۱- تاثیر قلیائیت فاضلاب ورودی بر راندمان حذف COD در راکتور ABR



نمودار ۲- تاثیر قلیائیت فاضلاب ورودی بر راندمان حذف BOD_5 در راکتور ABR



نمودار ۳- تاثیر قلیائیت فاضلاب ورودی بر راندمان حذف TSS در راکتورABR

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-27]

- بررسی و مقایسه چهار ماده قلیایی رایج NaOH، Na_2CO_3، $Ca(OH)_2$ و MgO جهت تامین قلیائیت واحد بی‌هوازی

جهت تعیین نوع و مقدار بهینه ماده شیمیایی جهت تامین قلیائیت فاضلاب چهار ماده قلیایی NaOH، Na_2CO_3، $Ca(OH)_2$ و MgO با درصدهای خلوص مشخص که در جدول ۲ ارائه شده است مورد بررسی قرار گرفت. مطابق جدول فوق‌الذکر در زمان تماس min ۵ و میزان اختلاط rpm ۱۵۰ از نظردوز مصرفی قلیا، MgO با کمترین دوز (۰/۳ mg/L) و Na_2CO_3 با بیشترین دوز (۰/۵۴ mg/L) قلیائیتی معادل $1 mgCaCO_3/L$ را تامین نمودند. نتایج نشان داد حداقل زمان تماس و میزان اختلاط مورد نیاز برای تولید یک واحد قلیائیت از میان قلیاهای مذکور مربوط به سود سوزآور با مقادیر min ۳ و rpm ۱۰۰ بوده که در دوز mg/L ۰/۳۵ به‌دست آمد. جدول ۳ نتایج حاصل از مقادیر و هزینه‌های مورد نیاز جهت تامین حداقل قلیائیت مورد نیاز واحد بی‌هوازی ($2000 mgCaCO_3/L$) را نشان می‌دهد. مطابق نتایج ارائه شده از نظر میزان مصرف ماده قلیایی و همچنین هزینه سالیانه MgO (اکسید منیزیم) نسبت به سایر مواد اولویت دارد. قابل ذکر است که در این مطالعه میزان لجن تولید شده در فرایند اندازه گیری شد و یافته‌های حاصل میزان لجن تولیدی برای هر یک از مواد Na_2CO_3، $Ca(OH)_2$، MgO و NaOH را به ترتیب ۲۰ mL/L، ۷۰ mL/L، ۵۰ mL/L و ۹۰mL/L نشان داد.

بحث

کنترل و پایش همیشگی فرایند تصفیه به ویژه در مواردی که از تصفیه بیولوژیکی جهت تصفیه فاضلاب استفاده می‌شود امری ضروری است. زیرا تغییر پارامترهای مختلف مثل pH، بارآلی، دما، قلیائیت و... می‌تواند بر عملکرد سیستم‌های بیولوژیکی تاثیرگذار باشد. با توجه به

جدول ۲- دوز، زمان تماس و اختلاط بهینه جهت تامین یک واحد قلیائیت بر حسب کربنات کلسیم

نوع قلیا	درصدخلوص	دوز (mg/L)	میزان اختلاط بهینه(rpm)	زمان تماس بهینه (min)
$Ca(OH)_2$	۹۵	۰/۵۳	۱۵۰	۵
NaOH	۹۸	۰/۳۵	۱۰۰	۳
Na_2CO_3	۹۸	۰/۵۴	۱۵۰	۵
MgO	۹۷	۰/۳	۱۵۰	۵

جدول ۳- برآورد و مقایسه هزینه ناشی از تامین حداقل قلیائیت مورد نیاز واحد ABR توسط چهارماده قلیایی رایج Na_2CO_3، $Ca(OH)_2$، MgO و NaOH

مواد	مصرفی درسال (تن)	قیمت واحد به ازای هر تن (ریال)	هزینه سالیانه (ریال)
MgO	۱۵۱/۲	۲۵۰۰۰۰۰۰	۳۷۸۰۰۰۰۰۰
Na_2CO_3	۲۷۲/۱۶	۳۱۰۰۰۰۰۰	۸۴۳۶۹۶۰۰۰۰
NaOH	۱۷۶/۴	۳۵۰۰۰۰۰۰	۶۱۷۴۰۰۰۰۰۰
$Ca(OH)_2$	۲۶۷/۱۲	۱۵۰۰۰۰۰۰	۴۰۰۶۸۰۰۰۰۰

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-27]

آزمایش‌های انجام شده در آزمایشگاه و یافته‌های حاصل (نمودارهای ۱ تا ۳)، بیشترین راندمان حذف COD و BOD_5 در حداکثر قلیائیت موجود (mg $CaCO_3$/L ۱۲۶۰) به‌دست آمد زیرا با افزایش قلیائیت ورودی شرایط برای میکروارگانیسم‌های متان‌زا مساعد شده و در نتیجه عملکرد راکتور بهبود می‌یابد. نتایج مطالعه Kispergher و همکاران نیز نشان داد که با افزایش قلیائیت راندمان حذف COD افزایش یافته به طوری‌که در مطالعه ذکر شده حداکثر راندمان حذف COD به میزان ۵۶/۶ درصد در قلیائیت mg $CaCO_3$/L ۴۰۰۰ به‌دست آمد که با نتایج این مطالعه همخوانی داشت (۱۴). نتایج مندرج در جدول ۱ نشان دهنده کاهش راندمان حذف BOD_5 نسبت COD در راکتور بی‌هوازی است که احتمالا ناشی از حضور ترکیبات آلی مقاوم از جمله سولفیدها، تانن‌ها، رزین‌های اسیدی، اسیدهای چرب زنجیره طولانی، برخی فلزات سنگین و ترکیبات هالوژنه شده، ترکیبات مشتق لیگنین در جریان فاضلاب ورودی است که به سختی مورد تجزیه زیستی توسط باکتری‌ها قرار می‌گیرد که ترکیبات فوق با ایجاد سمیت و اسیدی نمودن محیط راکتور، منجر به افت و یا عدم فعالیت میکروارگانیسم‌ها و به‌خصوص متان‌زاها شده و افت کارایی سیستم را سبب می‌گردند. براساس نتایج به‌دست آمده از این مطالعه با افزایش قلیائیت مقدار مواد جامد معلق در خروجی سیستم ABR کاهش یافته است که علت این امر ناشی از پایداری سیستم، عدم شسته شدن ذرات معلق سبک و بیومس غیرزنده لجن و درنهایت ته‌نشینی مناسب جامدات بود. نتایج حاصل از حذف پارامتر TSS در این مطالعه با مطالعه Yousefi و همکاران تطابق ندارد طبق مطالعه ذکر شده در خروجی واحد بی‌هوازی TSS افزایش می‌یابد در حالی‌که در این مطالعه حذف TSS ۴۱/۴ درصد به‌دست آمد (۱۵). علت افزایش قلیائیت در فاضلاب خروجی نسبت به ورودی را می‌توان ناشی از تشکیل HCO_3 به دلیل واکنش بین OH^- و CO_2 در طی فرایند تجزیه بی‌هوازی دانست همچنین ترکیب گاز آمونیاک ایجاد شده در اثر تجزیه مولکول‌های نیتروژن‌دار مانند پروتئین‌ها و ترکیب آن با گاز دی اکسید کربن و تشکیل NH_4-HCO_3 یکی دیگر از علل افزایش ظرفیت بافری و قلیائیت درخروجی واحد بی‌هوازی است. مطالعات Assadi و همکاران نیز افزایش ۲۰۰۰-۱۰۰۰ واحدی قلیائیت در فاضلاب خروجی نسبت به ورودی را نشان می‌دهد که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد (۱۶). نتایج حاصل از تامین ماده قلیایی بهینه نشان داد که NaOHدر زمان تماس و میزان اختلاط کمتری قادر به تولید یک واحد قلیائیت بر حسب $CaCO_3$ است که علت آن می‌تواند به قدرت انحلال‌پذیری هر یک از این مواد مرتبط باشد به‌طوری‌که در فشار یک اتمسفر و در دمای ^0C ۲۰ میزان انحلال‌پذیری NaOH، Na_2CO_3، $Ca(OH)_2$ و MgO در محلول‌های آبی به ترتیب ۱۰۹، ۲۱/۵، ۰/۱۷۳ و g/100mL ۰/۰۰۸۶ است. مصرف بیش از حد سود سوزآور می‌تواند به سرعت pH جریان را به بیش از ۱۲ برساند، خطراتی که در غلظت‌های بالا توسط سدیم هیدروکسید ایجاد می‌گردد موارد احتیاطی بسیاری را برای بهره برداران تصفیه خانه‌های فاضلابی که با این ماده مواجه‌اند فراهم می‌آورد به‌طوری‌که وجود حداقل تجهیزات محافظت شخصی و ایستگاه‌های شستشوی فوری را در محل تصفیه خانه ضروری می‌نماید. یکی دیگر از مواردی که کاربرد سود را نسبت به اکسید منیزیم محدود می‌نماید نقطه انجماد ^0C ۴/۴ است که استفاده از آن را به آب و هوای گرم و یا مخازن گرمایشی نیازمند می‌کند (۱۷). استفاده از کلسیم هیدروکسید (آهک) نیز به دلایلی از قبیل زمان اثر متوسط، میزان مصرف بیشتر و افزایش میزان لجن که هزینه‌های مربوط به نگهداری و دفع لجن را افزایش داده و در موارد شدید منجر به انسداد خطوط تصفیه می‌گردد با محدودیت‌های بیشتری نسبت به MgO مواجه است. همچنین استفاده از ماده قلیایی آهک به دلیل حضور ناخالصی‌هایی از جمله سولفات کلسیم نامحلول می‌تواند مشکلاتی از قبیل سایش بیش از حد دریچه‌ها و پمپ‌ها

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-27]

را ایجاد نماید علاوه بر آن افزایش مواد معلق در فاضلاب و تولید گرد و غبار در زمان مصرف منجر به تحریک تحمل ناپذیر گلو و بینی می‌گردد از دیگر مشکلات استفاده از آهک است. استفاده از کربنات سدیم نیز به دلایلی از جمله تولید کف فراوان با محدودیت‌هایی مواجه است. از بزرگ‌ترین مزایای استفاده از اکسید منیزیم می‌توان به غیرخورنده بودن، توانایی ترسیب یون‌های فلزات سنگین، حذف موثر فسفر و حداقل اثرات زیست محیطی به دلیل عدم تشکیل محصولات جانبی مضر اشاره نمود (۱۸). علاوه بر مزایای عنوان شده حضور اکسید منیزیم به عنوان ماده قلیایی تامین کننده قلیائیت سیستم ABR مزایایی دیگری نیز دارد که از جمله می‌توان به میزان مصرف کمتر، تولید قلیائیت پایدارتر و قیمت ارزان‌تر نسبت به NaOH و Na_2CO_3 اشاره نمود. اکسید منیزیم علاوه بر اینکه نقش مهمی در خنثی‌سازی فاضلاب‌های اسیدی دارد به دلیل خاصیت جذب تخریبی، ماده امیدبخشی به عنوان جاذب است (۱۷، ۱۹). از کاستی‌های این پژوهش می‌توان به پایش پتانسیل اکسیداسیون و احیا و میزان بیوگاز تولید شده در فرایند و تاثیر سایر عوامل شیمیایی احتمالی موجود در فاضلاب بر عملکرد راکتور اشاره نمود که در این تحقیق به دلیل نبود امکانات میسر نشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که عملکرد راکتور بافل‌دار بی‌هوازی در حذف COD، BOD_5، TSS ارتباط زیادی با تامین قلیائیت فاضلاب ورودی به راکتور دارد به‌طوری‌که با افزایش و کاهش قلیائیت، کارایی سیستم ABR احتمالا به دلیل ایجاد بهبود و اختلال در شرایط متان‌زاها، افزایش و کاهش یافت. در زمینه تعیین ماده قلیایی بهینه نیز می‌توان گفت استفاده از اکسیدمنیزیم (MgO) به دلایلی از جمله توانایی بیشتر در تامین قلیائیت در دوز کمتر، سازگار بودن با محیط زیست، ایمنی در بهره برداری و نگهداری، هزینه پایین‌تر و کمک به فرایند تصفیه ضمن تولید لجن کم نسبت به سایر قلیاهای مورد بررسی در اولویت است.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. کد کمیته اخلاق IR.UMSHA.REC.1397.1011. است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه با عنوان "بررسی عوامل تاثیرگذار بر کارایی سیستم ABR تصفیه خانه فاضلاب و تنظیم pH فاضلاب ورودی به حوضچه بی‌هوازی" در مقطع کارشناسی ارشد در رشته بهره برداری و نگهداری از تاسیسات بهداشتی شهری در سال ۱۳۹۹ و کد۹۸۰۱۲۰۳۲۳ است که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی وخدمات بهداشتی، درمانی همدان اجرا شده است. نویسندگان مقاله از شرکت شهرک‌های صنعتی استان همدان به دلیل حمایت مالی، کارشناسان آزمایشگاه شیمی محیط دانشکده بهداشت و پرسنل تصفیه خانه فاضلاب به دلیل همکاری دلسوزانه درانجام این تحقیق سپاسگزاری می‌نمایند.

References

1. Zazouli M, Ghahramani E, Ghorbanian AlahAbad M, Nikouie A, Hashemi M. Survey of activated sludge process performance in treatment of agghala industrial town wastewater in Golestan Province in 2007. Iranian Journal of Health and Environment. 2010;3(1):59-66 (in Persian).
2. Elias SA, Alderton D, Bliznak V, Cochran K, DellaSala DA, Funiciello F, et al. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. New York: Elsevier; 2018.
3. Vyas M, Modhera B, Vyas V, Sharma A. Performance forecasting of common effluent treatment

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-27]

plant parameters by artificial neural network. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2011;6(1):38-42.
4. Reynaud N, Buckley C. The anaerobic baffled reactor (ABR) treating communal wastewater under mesophilic conditions: a review. Water Science and Technology. 2016;73(3):463-78.
5. Torabian A, Abtahi SM, Amin MM, Momeni SA. Operation of an anaerobic baffled reactor for sulfate removal of Amirkabir industrial estate wastewater. Journal of Water and Wastewater. 2010;21(74):19-26 (in Persian).
6. Aqanaghad M, Moussavi G. Performance evaluation of fixed and rotating bed anaerobic baffled reactors for municipal wastewater treatment. Iranian Journal of Health and Environment. 2016;9(3):421-32 (in Persian).
7. Yang B, Xu H, Wang J, Yan D, Zhong Q, Yu H. Performance evaluation of anaerobic baffled reactor (ABR) for treating alkali-decrement wastewater of polyester fabrics at incremental organic loading rates. Water Science and Technology. 2018;77(10):2445-53.
8. Calicioglu O, Shreve MJ, Richard TL, Brennan RA. Effect of pH and temperature on microbial community structure and carboxylic acid yield during the acidogenic digestion of duckweed. Biotechnology for Biofuels. 2018;11(1):1-19.
9. JingRui Z, Gefu Z, Xiaofang P, Ajay Kumar J, Lin L, Xu H, et al. Effects of hydraulic retention time and influent alkalinity on the performance of bio-electrochemical system assisted anaerobic baffled reactor. Desalination and Water Treatment. 2016;57(53):25399-410.
10. Mata-Alvarez J. Biomethanization of the Organic Fraction of Municipal Solid Wastes. London: IWA Publishing; 2002.
11. Tchobanoglous G, Burton FL, Stensel HD. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. New York: McGraw Hill; 2003.
12. Driscoll T, Kartik J. Industrial Wastewater Management, Treatment and Disposal. New York: McGraw-Hill; 2008.
13. APHA, AWWA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington DC: American Public Health Association; 1989.
14. Kispergher EM, D'Aquino CA, Costa Junior LCd, Mello TCd, Weinschutz R, Mathias AL. Effect of organic load and alkalinity on dairy wastewater biomethanation. Engenharia Agricola. 2017;37(4):820-27.
15. Yousefi Z, Yazdani Cherati J, Movahedi M, Kariminejad F. Effect of organic loading rate on the performance of anaerobic process in treatment of pulp and paper mill effluents. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2015;25(131):136-50 (in Persian).
16. Assadi A, Movahedyan H, Parvaresh A. Feasibility of an anaerobic baffled reactor (ABR) in treating starch industry wastewater. Journal of Water and Wastewater. 2007;18(1):77-85 (in Persian).
17. Jorfi S, Barzegar G, Ahmadi M, Soltani RDC, Takdastan A, Saeedi R, et al. Enhanced coagulation-photocatalytic treatment of Acid red 73 dye and real textile wastewater using UVA/synthesized MgO nanoparticles. Journal of Environmental Management. 2016;177:111-18.
18. Saiedi M, Karami M, Nemati R, Soleymani Z, Mehralian M, Moradi M. Evaluation of chitosan and magnesium oxide nanoparticles efficiencies in removal of direct blue 71 and turbidity. Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences. 2019;27(1):75-84 (in Persian).
19. Ghahramani E, Ghaneian M, Abouee Mehrizi E, Ghavami Z, Ahmadi K, Taghavi M, et al. Evaluate the efficiency and effectiveness of magnesium oxide nanoparticles in removal of reactive yellow 3 dyestuffs from aqueous. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. 2016;8(1):117-24 (in Persian).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-27]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

Investigating the relationship between the alkalinity of the influent wastewater and the performance of the anaerobic unit of the wastewater treatment plant and providing a solution to increase the alkalinity of the influent wastewater

Abdolmotaleb Seid Mohammadi, Ghorban Asgari, Reza Shokoohi, Parastoo Shahbazi*
Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Hamadan University of Medical Science, Hamadan, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 13 October 2020
Revised: 5 December 2020
Accepted: 8 December 2020
Published: 20 December 2020

Keywords: Industrial wastewater treatment, Anaerobic baffled reactor, Alkalinity, Hamadan

***Corresponding Author:**
Shahbazi199175@yahoo.com

ABSTRACT

Background and Objective: Considering the importance of alkalinity in pH regulation and its buffering role, in this study, the effect of inlet wastewater alkalinity on the efficiency of the anaerobic unit of the wastewater treatment plant. Moreover, a superior chemical compound in providing alkalinity to wastewater was investigated.

Materials and Methods: This study was performed in the treatment plant to determine the relationship between input alkalinity and removal efficiencies of COD, BOD_5 and TSS. In order to determine the optimal alkali material for superb anaerobic wastewater performance, four common chemical substances including, NaOH, Na_2CO_3, $Ca(OH)_2$ and MgO were selected and examined using One Factor At Time (OFAT) test method.

Results: According to the results maximum removal efficiencies were obtained 62, 66.6 and 71.2% for COD, BOD_5 and TSS, respectively under alkaline condition of 1260 mg/L $CaCO_3$. Furthemore, the optimal dose to supply one unit of alkalinity by Na_2CO_3, $Ca(OH)_2$ and MgO were 0.53, 0.54 and 0.3 mg/L, respectively. These values were obtained 5 min contact time and mixing rate of 150 rpm. However, for NaOH the optimal dose supply was obtained 0.35 mg/L for 3 min contact time and mixing rate of 100 rpm.

Conclusion: In conclusion, the performance of anaerobic baffled reactor is highly related to the supply of influent alkalinity to the reactor. In addition, the use of MgO can be considered as a suitable alkaline substance to neutralize acidic wastewater and provide alkalinity for ABR system.

Please cite this article as: Seid Mohammadi A, Asgari Gh, Shokoohi R, Shahbazi P. Investigating the relationship between the alkalinity of the influent wastewater and the performance of the anaerobic unit of the wastewater treatment plant and providing a solution to increase the alkalinity of the influent wastewater. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(3):485-94.

Copyright © 2020 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-27]