بررسی اثرات پیش تخمیر و مدت زمان هوادهی در تصفیه پساب کشتارگاه

ایمان آژئیده جونقانی[۱]، علیرضا فضلعلی*[۲] و رضا داورنژاد[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه اراک
[۲] دانشیار دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه اراک
[۳] استادیار دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه اراک

(دریافت: ۹۶/۵/۲۵، پذیرش: ۹۷/۲/۲، نشر آنلاین: ۹۷/۲/۲)

چکیده

تصفیه پساب کشتارگاه‌های دام به دلیل برخورداری از بار آلی بسیار زیاد همواره پیچیده و پرهزینه است. پساب کشتارگاه صنعتی جونقان که به عنوان نمونه مورد ارزیابی قرار گرفته است نیز از این قاعده مستثنی نیست. در این مطالعه پس از ساخت پایلوت مورد نیاز، اثرات مدت زمان هوادهی و پیش‌تخمیر در تصفیه پساب کشتارگاه بررسی شد. نتایج نشان داد که پیش‌تخمیر (انبارش بی‌هوازی)، به طور قابل توجهی در تصفیه پساب نهایی تأثیرگذار است به نحوی که پس از حدود ۷ روز انبارش بی‌هوازی، میانگین حذف COD، حدودا ۵۴٪ به دست آمد که پس از آن و در واحد هوادهی که در مدت زمان‌های مختلف هوادهی گردید، میانگین حذف COD در بهترین شرایط ۹۸٪ به دست آمد. همچنین میزان حذف آمونیوم (NH_4) و فسفات (PO_4) بعد از هوادهی به مدت زمان ۷ ساعت که بهترین شرایط را دارا بود، به ترتیب ۹۶ و ۹۸/۵ درصد به دست آمد.

کلیدواژه‌ها: تصفیه پساب، پیش تخمیر، مدت زمان هوادهی، پساب با بار آلودگی بالا.

۱- مقدمه

نیاز به تصفیه پساب در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه بیشتر به این علت است که تخلیه پساب خام در جریان‌های آب و محیط زیست باعث آلودگی شدیدی می‌گردد. آب‌های زیرزمینی و خود زمین نیز از این آلودگی مستثنی نیستند. در کشورهای در حال توسعه یا به تعبیر امروز کشورهای جهان سوم، کمبود و فقدان افراد کارآمد و متخصص در بهره‌برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌ها باعث شده است تا به روش‌های کم‌هزینه‌تر که بهره‌برداری و نگهداری آن‌ها نیاز به تخصص زیادی ندارد توجه بیشتری مبذول گردد. توسعه روش‌های تصفیه پساب که از سال ۱۹۰۰ میلادی شروع گردید همواره با تکامل روش‌ها بر اساس انتظاری که انسان از تصفیه پساب داشته توأم بوده است (حسینیان، ۱۳۷۷).

پساب کشتارگاه دارای بار آلی بسیار زیاد، ذرات جامد معلق (SS)، روغن و چربی، نیتروژن و فسفات است (Merzouki و همکاران ۲۰۰۵)، که به دلیل غلظت بالای بار آلی و نیتروژن، معمولاً تصفیه بیولوژیکی این نوع پساب‌ها جهت حذف بار آلی زیاد، کارایی ویژه‌ای از خود نشان داده‌اند. فرآیندهای بی‌هوازی معمولاً بخش قابل ملاحظه‌ای از بار آلی پساب را کاهش می‌دهند، اما در کاهش نیتروژن ناتوان‌اند (Bassin و همکاران، ۲۰۱۲).

بعد از هیدرولیز بی‌هوازی و پیش‌تصفیه فیزیکی این نوع پساب، یک سیستم نیتریفیکاسیون/ دی‌نیتریفیکاسیون بر اساس تکنولوژی‌های هوازی می‌تواند الزامات محیط زیستی را تکمیل کند (Zhao و همکاران ۲۰۱۳).

کشتارگاه‌های دام از مراکز صنعتی اصلی تولید گوشت قرمز است، آب مصرفی در این مراکز برای شست و شوی لاشه‌ها بعد از پوست‌کنی و برای شست و شوی تجهیزات در حین و بعد از کشتار استفاده می‌شود (Taylor و Francis، ۲۰۰۴).

مصرف آب در این صنعت بسیار بالا است و مقدار پساب زیادی در حین عملیات تولید می‌شود (Kist و همکاران، ۲۰۰۹؛ United States Environmental Protection Agency، ۲۰۰۸).

کیفیت پساب کشتارگاه به فاکتورهایی چون واحد خون‌گیری، میزان آب مصرفی، نوع حیوان کشتار شده و نوع عملیات موجود بستگی دارد (MASSÉD و MASSE، ۲۰۰۰).

تحقیقات انجام شده در زمینه تصفیه پساب کشتارگاه‌ها خصوصاً با روش‌های ترکیبی، نشان از اهمیت کاربرد این روش‌ها

* نویسنده مسئول؛ شماره تماس: ۰۹۱۸-۸۶۱۴۸۶۷

آدرس ایمیل: iazhideh@gmail.com (ا. آژئیده جونقانی)، a-fazlali@araku.ac.ir (ع. فضلعلی)، redavarnejad@yahoo.com (ر. داورنژاد).

در تصفیه این نوع پساب‌ها می‌باشد. Sroka و همکاران در سال ۲۰۰۵ با استفاده از روش ترکیبی بی‌هوازی- اسمز معکوس، در یک زمان ماند ۳۶-۸ ساعت، به بازده حذف ۹۹/۸٪ برای COD[1] و ۹۹/۸۳٪ برای BOD[2] دست یافتند (Bohdziewicz و Sroka، ۲۰۰۵).

Miranda و همکاران[3] در سال ۲۰۰۵ با به کارگیری روش بی‌هوازی و با غلظت COD ورودی بین ۳۶۰۰-۱۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و در زمان ماند بین ۲۷-۱۸ ساعت، میزان ۹۲/۶۰-۷۰/۶۰ درصد از COD را از پساب حذف کردند (Miranda و همکاران، ۲۰۰۵).

کرد مصطفی‌پور و همکارانش در سال ۱۳۹۱ به بررسی و کاربرد فرآیند ترکیبی انعقاد شیمیایی و انعقاد الکتریکی در تصفیه پساب کشتارگاه دام و با استفاده از منعقد کننده شیمیایی پرداختند. نتایج کار آن‌ها نشان داد هر چقدر زمان انجام واکنش و همین طور پتانسیل الکتریکی، افزایش یابد، راندمان حذف COD و TSS[4]، بیشتر می‌شود. به طوری‌که با افزایش دوز منعقد کننده از ۲۵ به ۱۰۰ و همچنین افزایش پتانسیل الکتریکی از ۱۰ به ۴۰ ولت، بازده حذف COD و TSS، به ترتیب، ۸۳ و ۹۹ درصد به دست آمد (کرد مصطفی‌پور و همکاران، ۱۳۹۱).

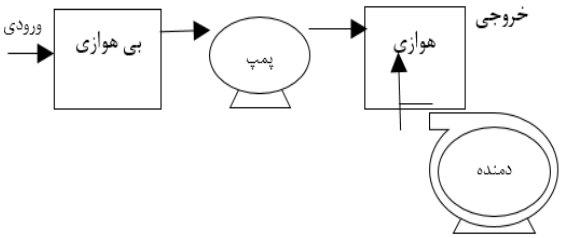
تکنولوژی استفاده از غشای اولترافیلتراسیون (UF) برای تصفیه پساب کشتارگاه توسط یوردانوف[5] در سال ۲۰۱۰ بررسی شد. بازده حذف TSS و چربی موجود در پساب به ترتیب ۹۸ و ۹۹ درصد به دست آمد. همچنین بازده حذف COD، حدودا ۹۴٪ به دست آمد (Yordanov، ۲۰۱۰). روش انعقاد و لخته‌سازی توسط آمودا و همکارش[6] در سال ۲۰۰۶ و در مقیاس آزمایشگاهی برای حذف فسفر، TSS و COD، از پساب کشتارگاه استفاده شد. در کار آن‌ها از منعقد کننده‌های فریک کلراید، فریک سولفات و آلوم استفاده شد. نتایج نشان داد اگر چه آلوم در حذف فسفر و TSS مؤثر بود اما در کاهش COD و فریک سولفات مؤثرتر بود. نتایج نشان داد ماکسیمم راندمان حذف فسفر، TSS و COD به ترتیب ۳۴، ۶۵ و ۹۸ درصد می‌باشد (Amuda و Alade، ۲۰۰۶).

در این تحقیق هدف بررسی اثر پیش تخمیر و مدت زمان هوادهی در حذف آلاینده‌ها از پساب می‌باشد. ضمناً علاوه بر بررسی حذف COD به بررسی حذف آمونیوم و فسفات نیز پرداخته شد که در پژوهش‌های گذشته مورد ارزیابی قرار نگرفته بود. اهمیت حذف این آلاینده‌ها از پساب به این دلیل است که این ترکیبات با ورود به محیط، اکسیژن موجود را به مصرف رسانده و باعث مرگ و میر موجودات آبزی خواهند شد. بنابراین حذف این آلاینده مضر از پساب نیز حائز اهمیت خواهد بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- ساخت، راه‌اندازی و راهبری سیستم پایلوت

این سیستم شامل بخش‌های مختلف ازجمله مخزن خوراک (مخزن بی‌هوازی)، مخزن هوادهی و واحد ته‌نشینی و همچنین تجهیزات مکانیکی استفاده شده از قبیل پمپ دیافراگمی و دمنده می‌باشد. در شکل (۱) تصویر فرایند در مقیاس پایلوت مورد استفاده در این تحقیق نشان داده شده است. مخزن خوراک و راکتور هوادهی هر دو از جنس پلی‌اتیلن و حجم آن‌ها نیز به ترتیب ۱۲۰ و ۵۰ لیتر انتخاب و استفاده شد.



شکل ۱- طرح شماتیک استفاده شده در تصفیه پساب کشتارگاه

۲-۲- پساب ورودی به سیستم

پس از آن که مخزن خوراک را از پساب واقعی و تازه کشتارگاه پر کردیم، و بعد از آن که ۷ روز پیش تخمیر انجام گرفت، پساب اولیه توسط یک پمپ خوراک دیافراگمی به تانک هوادهی انتقال داده شد. لوله‌های انتقال از جنس پلی‌اتیلن با قطر ۰/۲۵ اینچ انتخاب شده است. دبی پساب ورودی به کمک یک شیر قابل تنظیم می‌باشد و پساب اضافی به مخزن خوراک برگشت داده می‌شود. پساب ورودی به سیستم، از پساب خروجی از واحد کشتار کشتارگاه صنعتی جونقان و پس از آشغال‌گیری تهیه شد. مشخصات خوراک ورودی مورد نظر در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات پساب ورودی به سیستم

ردیف	پارامتر	مقدار(mg/L)
۱	COD	۳۱۱۶ - ۳۵۳۰
۲	pH	۷/۶۵
۳	NH_4	۱۰۵ – ۱۴۰
۴	PO_4	۳۱ – ۴۹

1. Chemical Oxygen Demand
2. Biochemical Oxygen Demand
3. Miranda et al.
4. Total Suspended Solid
5. Yordanov et al.
6. Amuda et al.

۲-۳- شرح بخش پیش تخمیر

همان‌طور که اشاره شد حجم مخزن خوراک (بی‌هوازی) ۱۲۰ لیتر بود. حجم بالای تانک بی‌هوازی به این دلیل انتخاب شد چون برای هوادهی پساب بعد از مرحله بی‌هوازی، با توجه به این که در ۳ مرحله نمونه را هوادهی می‌کردیم (یعنی در مدت زمان‌های ۳، ۵ و ۷ ساعت)، نیاز به حدود ۱۱۵ لیتر از همان پساب جهت انجام این کار وجود داشت. در این مرحله به مدت ۷ روز پیش تخمیر صورت گرفت و پس از آن میزان تغییرات COD، (NH_4) و (PO_4) مشاهده و ثبت شد.

۲-۴- شرح بخش هوادهی سیستم

نوع هوادهی استفاده‌شده در این سیستم دیفیوزری می‌باشد. به منظور توزیع یکنواخت هوا در هر دو بخش مخزن، هوای مورد نیاز توسط یک دمنده با توان ۷۰ lit/min تأمین می‌گردید و به وسیله سنگ هوای آکواریوم به داخل پساب تزریق می‌شد. برای هوادهی از تعدادی سنگ هوای مکعب مستطیلی استفاده شد. هر دو سنگ هوا توسط شیلنگ‌های هوا به شیرهای قرار داده شده در مسیر جهت تنظیم هوا، وصل شد و هوای ورودی به حوض توسط این شیرها تنظیم می‌شد تا سرتاسر حوض به طور یکنواخت هوادهی شود. مخزن نیز شامل دو قسمت بود که در یک سمت مخزن از پایین هوادهی می‌شد و در بخش دیگر هوادهی از بالا انجام می‌گرفت. هدف از انتخاب راکتور دو مرحله‌ای، افزایش بازده سیستم به علت هوادهی در دو مرحله می‌باشد (حسنی و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۵- مشخصات محصول خروجی مورد نظر

به منظور بررسی عملکرد روش استفاده شده در این پژوهش، ابتدا درصد حذف آلاینده‌ها تعیین گردید و سپس پارامترهای مورد سنجش در پساب خروجی با معیارها و استانداردهای زیست‌محیطی سازمان حفاظت محیط زیست ایران و رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی برای دفع یا استفاده مجدد از پساب‌ها مقایسه گردید (سازمان حفاظت محیط زیست ایران، ۱۳۷۸؛ WHO ۱۹۸۹).

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی اثرات پیش تخمیر

اولین مرحله سیستم ترکیبی مورد استفاده در این مطالعه جهت تصفیه پساب کشتارگاه، پیش‌تصفیه به روش بی‌هوازی بود. پساب (خوراک) قبل از پمپ شدن به تانک هوادهی به مدت ۷ روز در تانک بی‌هوازی ذخیره شد و مورد ارزیابی قرار گرفت. هدف از پیش‌تصفیه در این پژوهش کاهش غلظت چربی‌ها، روغن و مهم‌تر از آن کاهش غلظت COD بود. با توجه به کاهش غلظت COD در این مرحله، در تانک هوادهی نیاز به هوادهی کمتر می‌باشد و در نتیجه راکتور مورد استفاده نیز دارای حجم کمتری خواهد بود. در جدول (۲)، مشخصات پساب قبل و بعد از تانک بی‌هوازی ارائه شده و اثرات پیش تخمیر قابل مشاهده است. در طول مدت زمان ۷ روز پیش تخمیر، طی مرحله هیدرولیز مواد آلی پیچیده پساب شکسته شده و به مواد آلی محلول تبدیل می‌شود. سپس طی مرحله اسیدی شدن و تولید استات توسط میکروارگانیسم‌های اسیدساز، این مواد آلی ساده حاصل از هیدرولیز به اسیدهای چرب فرار (VFA[1]) تبدیل می‌شوند. بعد از ۷ روز پیش تخمیر عمده COD قابل انحلال به شکل VFA در می‌آیند که عمدتاً شامل استات، مقداری بوتیرات و ایزو بوتیرات می‌شود (Gungor و همکاران، ۲۰۰۹).

دلیل کاهش COD نیز همین مسئله می‌باشد و بخشی از ترکیبات آلی در این مرحله به VFA و CO_2 تبدیل می‌شود. اسیدهای چرب به ویژه بوتیریک اسید، در این مرحله نمکی شده و در حین فعل و انفعال باکتری‌های بی‌هوازی به تولید فسفات می‌انجامد که به همین دلیل غلظت فسفات در این مرحله افزایش پیدا کرد. که این نتیجه در بررسی‌های محققان قبلی نیز به دست آمده است (Jia و همکاران،۲۰۱۲؛ McCue و همکاران، ۲۰۰۳).

نرخ رشد باکتری‌های حذف‌کننده فسفر بسیار کندتر از باکتری حذف‌کننده COD می‌باشد و اگر این باکتری‌ها در شرایط عادی در مخزن هوازی قرار گیرند، هیچ فعالیت مفیدی نخواهد داشت. به همین سبب وجود یک بخش بی‌هوازی در ابتدای فرآیند لازم است که در این پژوهش نیز این کار صورت گرفت.

جدول ۲- مشخصات پساب قبل و بعد از پیش تخمیر

پارامتر	پساب کشتارگاه قبل از تصفیه	پساب کشتارگاه پیش‌تصفیه شده
COD (mg/L)	۳۱۱۶ - ۳۵۳۰	۱۴۲۰ - ۱۶۶۰
NH_4 (mg/L)	۱۰۵ - ۱۴۰	۱۹۵ - ۲۳۶
PO_4 (mg/L)	۳۱ - ۴۹	۳۵ - ۵۸
pH	۷/۶۵	۶/۸۹

۳-۲- بررسی اثرات مدت زمان هوادهی

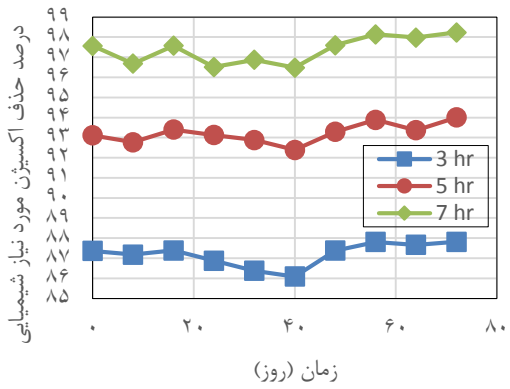
همان‌طور که گفته شد در این پژوهش، هوادهی در سه زمان ماند ۳، ۵ و ۷ ساعت بررسی شد. برای بررسی اثرات مدت زمان هوادهی روی حذف آلاینده‌ها، بدین طریق عمل شد که پس از ۱۰ بار نمونه‌گیری، ابتدا هفت روز پیش‌تخمیر روی نمونه‌ها صورت گرفت و پس از آن هوادهی در سه زمان ماند ذکر شده اعمال شد. بنابراین در تمامی نمودارهای ارائه شده، نقاط مشخص شده بیانگر این است که ابتدا یک هفته پیش تخمیر صورت گرفته و سپس

هوادهی انجام شده است. به همین منظور در نمودار افقی از پارامتر زمان (روز) استفاده شده است.

۳-۲-۱- بررسی میزان حذف COD در طول مدت زمان هوادهی

همان‌طور که در شکل (۲) نیز مشاهده می‌شود با افزایش مدت‌زمان هوادهی از ۳ به ۷ ساعت، میزان حذف COD نیز بیشتر می‌شود. و این اثر زمان‌ماند را به‌خوبی نمایان می‌کند که هر چقدر مدت‌زمان هوادهی بیشتر باشد، بازده تصفیه نیز بیشتر می‌شود. همان‌طور که از شکل نیز پیداست در زمان ماند ۳ ساعت درصد حذف بالا و حدود ۸۷٪ می‌باشد که این به دلیل پیش‌تصفیه‌ای است که قبل از آن صورت گرفت. البته مشخصات پساب خروجی که بعد از هوادهی در زمان‌ماندهای ۳ و ۵ ساعت به دست آمد، استانداردهای لازم را جهت تخلیه به آب‌های سطحی و یا استفاده مجدد نداشت. اما بعد از هوادهی نمونه به مدت ۷ ساعت، درصد حذف COD مقدار مطلوبی شد و حدود ۹۸٪ به دست آمد. که علت این مسأله این بود که پساب هر چه مدت زمان بیشتری در راکتور هوادهی بماند، میکروارگانیسم‌ها فرصت بیشتری برای مصرف مواد آلی پساب داشته و میزان کاهش COD بیشتر می‌شود (Belmonte و همکاران، ۲۰۰۹).

به دلیل بار آلی زیاد در مرحله ششم (نمونه ششم)، بازده حذف COD در هر سه زمان‌ماند در این مرحله کمتر از مراحل دیگر می‌باشد. مرحله اول (اولین نقطه روی نمودار) بعد از یک هفته پیش تخمیر و هوادهی نمونه می‌باشد.



شکل ۲- نمودار درصد حذف COD بعد از هوادهی در سه زمان ماند

۳-۲-۲- بررسی میزان حذف NH_4 در مدت‌زمان هوادهی

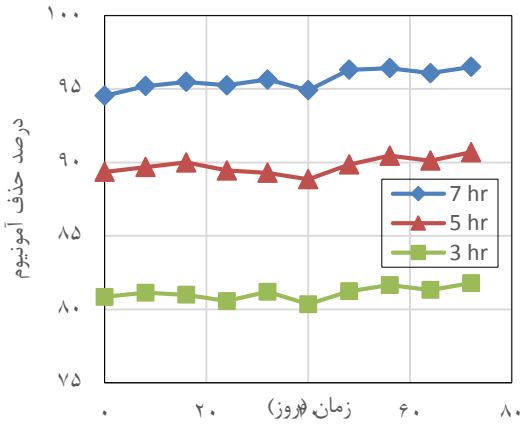
نمودار درصد حذف NH_4 در شکل (۳) ارائه شده است. بیشترین بازده حذف آمونیوم همان‌طور که از شکل پیداست، مربوط به بیشترین زمان هوادهی است. که این به دلیل بهبود در نیتریتی کردن جمعیت باکتری‌ها (نیتریفیکاسیون)، توسط گرانول‌های هوازی است که پس از تجزیه پساب توسط باکتری‌ها به وجود می‌آید (Abdullah و همکاران، ۲۰۱۱؛ Liu و همکاران، ۲۰۱۵).

در واقع هر چقدر زمان هوادهی بیشتر باشد، باکتری‌های نیتریتی کننده بیشتری در پساب می‌مانند و تبدیل آمونیوم به شکل مطلوبی صورت می‌گیرد (Tsuneda و همکاران، ۲۰۰۳).

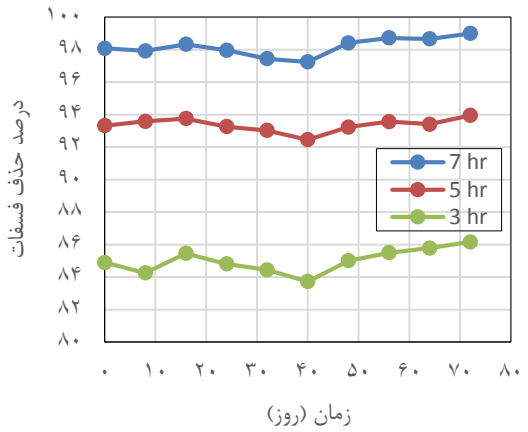
۳-۲-۳- بررسی میزان حذف PO_4 در مدت‌زمان هوادهی

در یک نمونه آب یا پساب، فسفات‌ها به دو صورت محلول و غیرمحلول وجود دارند و اهمیت وجود آن نیز به دلیل اهمیت حضور فسفر به لحاظ صنعتی و حیاتی است. باکتری‌های حذف‌کننده فسفر برای عملکرد خود نیاز به یک منبع کربن آلی دارند. این باکتری‌ها دارای فیزیولوژی پیچیده‌ای هستند و فرآیند حذف توسط این باکتری‌ها بسیار جالب است، زیرا نخست باکتری حذف‌کننده فسفر، فسفر را به صورت پلیمر معدنی یا آلی در بدن خود ذخیره می‌کنند. نرخ رشد باکتری‌های حذف‌کننده فسفر بسیار کندتر از باکتری حذف‌کننده COD می‌باشد و اگر این باکتری‌ها در شرایط عادی در مخزن هوازی قرار گیرد، هیچ فعالیت مفیدی نخواهد داشت.

به همین سبب وجود یک بخش بی‌هوازی در ابتدای فرآیند لازم است که در این پژوهش نیز این کار صورت گرفت. اکنون و پس از تجمع باکتری‌ها، با هوادهی نمونه نسبت به حذف آن‌ها از پساب اقدام صورت گرفت که همان‌طور که از شکل (۳) تا (۷) نیز نمایان است، هرچقدر میزان هوادهی بیشتر شد، درصد حذف این آلاینده هم افزایش یافت.



شکل ۳- نمودار درصد حذف NH_4 در سه مدت‌زمان هوادهی



شکل ۴- نمودار درصد حذف PO_4 در مدت‌زمان هوادهی

۴- نتیجه‌گیری

در این مطالعه به منظور تصفیه پساب حاصل از کشتارگاه، از پیش تخمیر به عنوان یک عامل کلیدی استفاده شد. نتایج نشان داد که به عنوان یک عمل تصفیه خود به خودی، لازم است پیش تخمیر بر روی پساب کشتارگاه انجام گیرد که در این صورت مزایایی در پی خواهد داشت. ازجمله این که باعث کاهش حجم هوادهی می‌شود که در این صورت منجر به کاهش حجم راکتور مورد استفاده می‌گردد که همین امر سبب کاهش هزینه‌های عملیاتی خواهد شد. علاوه بر این پیش تخمیر همچنین باعث کاهش اکسیژن مورد نیاز شیمیایی شده و آن را تبدیل به اسیدهای چرب فرار (VFA) می‌کند که این عمل جهت حذف آمونیوم و فسفات بسیار ضروری است. علاوه بر اثرات پیش تخمیر در این تحقیق همچنین، به دنبال یافتن یک زمان‌ماند بهینه و مناسب نیز در حوض هوادهی بودیم که پس از انجام آزمایش‌ها، مدت زمان ۷ ساعت هوادهی درون راکتور به عنوان یک زمان ماند مناسب به دست آمد. در این زمان ماند علاوه بر کاهش غلظت آلاینده‌ها در خروجی، الزامات محیط زیستی پساب تصفیه شده جهت مصارف مختلف که هدف اصلی این مطالعه بود نیز رعایت شد. میزان حذف COD به عنوان یک آلاینده مضر طی این بررسی در بهترین حالت یعنی در زمان ماند ۷ ساعت، حدود ۹۸٪ و در بدترین حالت این مقدار ۸۷٪ بود که در زمان‌ماند ۳ ساعت به دست آمد. پساب کشتارگاه به روش‌های مختلفی مورد تصفیه قرار گرفته و نتایج متفاوتی به دست آمده است که در مقایسه با تحقیق فوق از نظر هزینه روش‌های پرهزینه‌تری محسوب می‌شوند و در عملکرد نیز پیچیدگی‌های بیشتری دارند. طبق مقالات گزارش شده، Millamena برای تصفیه پساب کشتارگاه از روش اکسیداسیون پیشرفته استفاده کرد و بازده حذف COD، مقدار ۵۸٪ به دست آمد (Millamena، ۱۹۹۲).

تکنولوژی استفاده از غشای اولترافیلتراسیون (UF) برای تصفیه پساب کشتارگاه توسط Yordanov و همکارش بررسی شد. آن‌ها بازده حذف TSS و چربی موجود در پساب را به ترتیب ۹۸ و ۹۹ درصد به دست آوردند. همچنین بازده حذف COD در کار آن‌ها، حدود ۹۴٪ به دست آمد (Yordanov، ۲۰۱۰).

کریمی و همکارانش از بیوراکتور غشایی (MBR) برای تصفیه پساب کشتارگاه استفاده کردند. در یک مدت زمان کارکرد ۳۳ روزه، غلظت‌های خروجی COD و BOD، به ترتیب ۱۷۱ و ۶۹ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد و بالاترین راندمان حذف COD و BOD در کار این محققان، به ترتیب ۹۹ و ۹۶ درصد به دست آمد (کریمی و صادقی، ۱۳۹۲).

۵- قدردانی

نتایج این مقاله حاصل طرح پژوهشی در قالب پایان‌نامه بوده که با حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه اراک به انجام رسیده است. لازم می‌دانیم از این معاونت، جهت همکاری صمیمانه‌شان تشکر و قدردانی نماییم.

۶- مراجع

حسنی ا ح، جاوید ا ح، ترابیان ع، حسینیان س م، حیات‌بخش ا، "بررسی عملکرد سیستم‌های هوادهی (لجن فعال) با بستر ثابت در تصفیه پساب‌های با بار آلودگی بالا"، علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۱ (۴)، زمستان ۱۳۸۸.

حسینیان س م، "اصول طراحی تصفیه‌خانه‌های پساب شهری و پساب صنعتی"، چاپ اول، انتشارات آینده‌سازان، ۱۳۷۷.

سازمان حفاظت محیط زیست ایران، "ضوابط و استانداردهای زیست‌محیطی"، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست ایران، تهران، ۱۳۷۸، ۵-۶.

کرد مصطفی‌پور، ف، بذرافشان ا، فرزادکیا م، اونق ک، جعفری منصوریان ح، "کاربرد فرآیند ترکیبی انعقاد شیمیایی- انعقاد الکتریکی در تصفیه پساب کشتارگاه دام"، مجله سلامت و محیط، ۵ (۴)، پاییز ۱۳۹۱، ۴۲۶-۴۱۵.

کریمی ک، صادقی م، "تصفیه پساب کشتارگاه به وسیله بیوراکتور غشایی"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۹۲.

Abdullah N, Ujang Z, Yahya A, "Aerobic granular sludge formation for high strength agro-based wastewater treatment", Bioresour Technol, 2011, 102 (12), 6778-678.

Amuda OS, Alade A, "Coagulation/flocculation process in the treatment of abattoir wastewater", Desalination, 2006, 196 (1-3).

Bassin JP, Kleerebezem R, Dezotti M, Van Loosdrecht MCM, "Simultaneous nitrogen and phosphate removal in aerobic granular sludge reactors

operated at different temperatures", Water Res, 2012, 46 (12), 3805-3816.

Belmonte M, Vázquez-Padín JR, Figueroa M, Franco A, Mosquera-Corral A, Campos JL, Méndez R, "Characteristics of nitrifying granules developed in an air pulsing SBR", Process Biochem, 2009, 44 (5), 602-606.

Bohdziewicz J, Sroka E, "Integrated system of activated sludge-reverse osmosis in the treatment of the wastewater from the meat industry", Process Biochem, 2005, 40 (5), 1517-1523.

Gungor K, Muftugil MB, Ogejo JA, Knowlton KF, "Prefermentation of liquid dairy manure to support biological nutrient removal", Biores Technol, 2009, 100 (7), 2124-2129.

Jia Y, Gao C, Zhang L, Jiang G, "Effects of Pre-fermentation and Influent Temperature on the Removal Efficiency of COD, NH_4-N and PO_4 in Slaughterhouse Wastewater by Using SBR", Energy Procedia, 2012, 16, 1964-1971.

Kist L, Moutaqi T, Machado E, "Cleaner production in the management of water use at a poultry slaughterhouse of Vale does Taquari", Brazil: A case study .J, Clean. Prod, 2009, 17, 1200-1205.

Liu Y, Kang X, Li X, Yuan Y, "Performance of aerobic granular sludge in a sequencing batch bioreactor for slaughterhouse wastewater treatment", Bioresource Technology, 2015, 190, 487-491.

MASSÉ DI, MASSE L, "Characterization of wastewater from hog slaughterhouses in Eastern Canada and evaluation of their in-plant wastewater treatment systems", Journal of Canadian Agricultural Engineering, 2000, 42 (3).

McCue T, Shah R, Vassiliev I, Liu YH, Eremektar FG, Chen Y, Randall AA, "Evaluation of influent pre-fermentation as a unit process upon biological nutrient removal", Water Sci. Technol, 2003, 47 (11), 9-15.

Merzouki M, Bernet N, Delgenès JP, Benlemlih M, "Effect of prefermentation on denitrifying phosphorus removal in slaughterhouse wastewater", Bioresour Technol, 2005, 96 (12), 1317-1322.

Millamena OM, "Ozone treatment of slaughterhouse and laboratory wastewaters", Aquacultural Engineering, 1992, 11 (1), 23-31.

Miranda LAS, Henriques JAP, Monteggia LO, "A full-scale UASB reactor for treatment of pig and cattle slaughterhouse wastewater with a high oil and grease content", Brazilian Journal of Chemical Engineering, 2005, 22 (4), 601- 610.

Taylor and Francis Group, "Waste treatment in the Food Processing industry", Second Edition, 2004, 65-80.

Tsuneda S, Nagano T, Hoshino T, Ejiri Y, Noda N, Hirata A, "Characterization of nitrifying granules produced in an aerobic upflow fluidized bed reactor", Water Res, 2003, 37 (20), 4965-4973.

United States Environmental Protection Agency. "Development document for the proposed effluent limitations guidelines and standards for the meat and poultry products industry point source category", Washington DC, USA, 2008, EPA-821-B-01-007.

WHO, "Health Guidelines for the use of Wastewater in Agriculture and Aguaculture", Technical Report Series 778, 1989, 38-40, Geneva.

Yordanov D, "Preliminary study of the efficiency of ultrafiltration treatment of poultry slaughterhouse wastewater", Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2010, 16 (6), 700-704.

Zhao Y, Huang J, Zhao H, Yang H, "Microbial community and N removal of aerobic granular sludge at high COD and N loading rates", Bioresource Technology, 2013, 143, 439-446.

University of Tabriz

Journal of Civil and Environmental Engineering
Volume 49 (2020), Issue 4 (Winter), 15-20

EXTENDED ABSTRACT

Study of the Effect of Pre- Fermentation and Duration of Aeration in Slaughterhouse Wastewater Treatment

Iman Ajideh Jouneqani, Alireza Fazlali*, Reza Davarnejad

Chemical Engineering Department, Arak University, Arak, Iran

Received: 16 August 2017; **Accepted:** 21 April 2018

Keywords:
Wastewater Treatment, Pre-Fermentation, Duration of Aeration, Highly polluted Wastewater.

1. Introduction

Slaughterhouse waste contains many organic matters, suspended solid particles (SS), oil and lipid, nitrogen and phosphate and biological infiltration of these pastes for removing much organic matters has special efficiency because of high concentration of organic load and nitrogen (Merzouki et al., 2005). The aim of the present study is to examine the effect of pre-fermentation and duration of aeration on removing the pollutant from waste containing COD, ammonium and phosphate.

2. Methodology

This investigation was done in pilot scale which included two parts as anaerobic and aerobic. Feed tank and aeration reactor were both of polyethylene and their volume were chosen as 120 and 50 liters, respectively. After filling the feed tank with real and fresh wastewater of Slaughterhouse and after 7 days pre-fermentation, the wastewater was transferred to aeration tank through a diaphragm feed pump and was aerated in 3, 5 and 7 h. Mean COD of the input to the feed tank was also 3306.

3. Results and discussion

In table 1, characteristics of wastewater before and after anaerobic tank and pre-fermentation effects can be observed. After 7 days of pre-fermentation, major dissoluble COD is transformed into VFA which mostly contains acetate, some butyrate and isobutyrate (K Gungor et al., 2009). Given the reduction in the concentration of COD in pre-fermentation step, less aeration is needed in aeration tank and as a result the reactor can be used in less volume.

Table1. Characteristics of wastewater before and after the pre-fermentation

parameter	Wastewater of slaughterhouse before the infiltration	Pre-infiltrated wastewater of Slaughterhouse
COD (mg/L)	3116-3530	1420-1660
NH_4 (mg/L)	105-140	195-236
PO_4 (mg/L)	31-49	35-58
pH	7.65	6.89

* Corresponding Author
E-mail addresses: iazhideh@gmail.com (Iman Ajideh Jouneqani), a-fazlali@araku.ac.ir (Alireza Fazlali), redavarnejad@yahoo.com (Reza Davarnejad).

In Fig. 1, 2 and 3, effects of aeration duration on removing COD, NH_4 and PO_4 have been presented, respectively. As seen in the figures, as the aeration duration is increased from 3 to 7, removing extent of three pollutants is also increased, showing the effect of staying time which as increases, infiltration output is also increased (Belmonte et al., 2009).

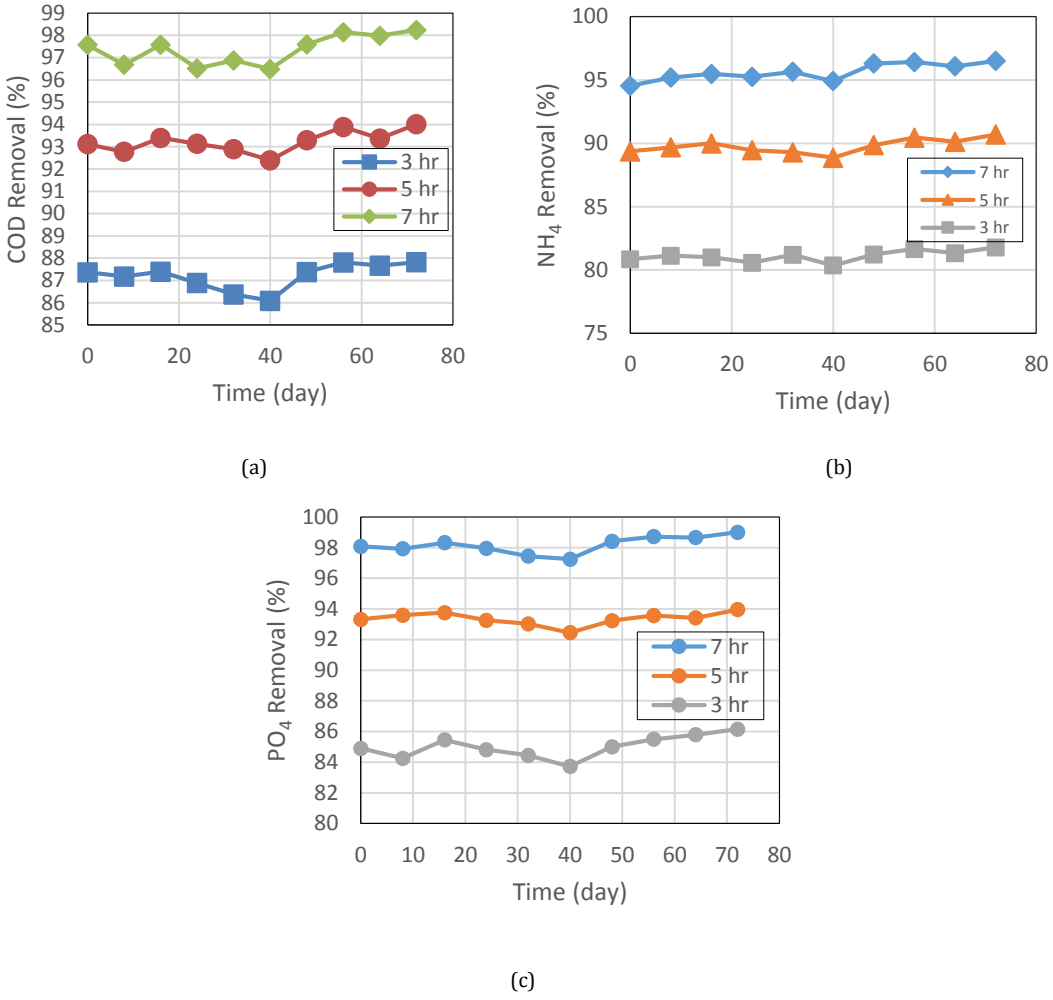


Fig. 1. Effects of aeration duration on removing a) COD, b) NH_4 and c) PO_4

4. Conclusion

Results showed that pre-fermentation should be done on the wastewater of slaughterhouse as a spontaneous infiltration and it has some advantages. The advantages include: it reduces the operation costs, reduces the required chemical oxygen and transforms it into VFA[1] which is so necessary for removing ammonium and phosphate. In addition to the effects of pre-fermentation, in the present study we also try to find and optimum staying time in aeration pool. After the tests, 7 h aeration inside the reactor was obtained as a proper staying time.

1. Volatile fatty acid

5. References

Belmonte M, Vázquez-Padín JR, Figueroa M, Franco A, Mosquera- Corral A, Campos JL, Méndez R, "Characteristics of nitrifying granules developed in an air pulsing SBR", Process Biochem, 2009, 44 (5), 602-606.

K Gungor, MB Muftugil, JA Ogejo, KF Knowlton, "Prefermentation of liquid dairy manure to support biological nutrient removal", Biores Technol, 2009, 100 (7), 2124-2129.

Merzouki M, Bernet N, Delgenès JP, Benlemlih M, "Effect of prefermentation on denitrifying phosphorus removal in slaughterhouse wastewater", Bioresour Technol, 2005, 96 (12), 1317-1322.