بررسی عملکرد تصفیه بیولوژیکی و تاثیر زمان های ازن زنی بر پس آب مجتمع صنعتی گوشت مشهد

رامین رهبری[1]، محمد جواد وریدی[2*]، علی شریف[2]، مهدی نصیری محلاتی[3]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۰۷

چکیده

در این مطالعه میزان عملکرد سیستم تصفیه بیولوژیکی مجتمع صنعتی گوشت مشهد و اثر زمان های مختلف ازن زنی بر خصوصیات پس آب حاصل از استخرهای هوادهی شونده مورد بررسی قرار گرفت. میزان عملکرد تصفیه بیولوژیکی در کاهش BOD_5[1]، COD[2] و پروتئین به ترتیب ۹۶/۳۵، ۸۶/۳۷ و ۵۴/۵۶ درصد محاسبه شد که عملکرد بالای سیستم تصفیه بیولوژیکی را در کاهش این متغیرها نشان می دهد. برای تکمیل عملکرد تصفیه بیولوژیکی و کاهش هر چه بیشتر BOD_5 و COD ، با نمونه برداری از استخرهای هوادهی شونده، پس آب حاصل طی زمان های ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه تحت فرآیند ازن زنی قرار گرفت. مقادیر BOD_5 بعد از این زمان ها به ترتیب ۴۵۰، ۳۱۵، ۲۹۰، ۱۹۲/۵ و ۱۷۷/۵ میلی گرم بر لیتر بدست آمد که از لحاظ آماری فقط بعد از زمان ۱۲۰ دقیقه اختلاف معنی دار مشاهده نشد و این نشان می دهد که برای کاهش BOD_5 تا ۹۰ دقیقه ازن زنی اثرات مطلوبی در پی دارد. مقادیر COD بعد از همین تیمارهای زمانی به ترتیب ۳۹۷۰/۹، ۳۶۵۴/۴، ۳۳۴۴/۴، ۲۶۹۷/۸ و ۲۶۱۰/۱ میلی گرم بر لیتر محاسبه شد که از نظر آماری بین تمامی تیمارهای اعمال شده اختلاف معنی دار وجود داشت و نشان می دهد که هر چه زمان تماس با ازن بیشتر باشد در کاهش COD موثر خواهد بود. بعد از ۳۰ دقیقه ازن زنی نسبت BOD_5/COD از ۰/۱۱۳ به ۰/۰۸۶ کاهش و بعد از آن به آرامی تقلیل یافت. که ثابت می کند موادآلی قابل تجزیه در ۳۰ دقیقه اول با ازن اکسید می شوند.

واژه های کلیدی: ازن، تصفیه بیولوژیکی، پسآب گوشت،BOD، COD

مسؤول مکاتبات: mjvaridi@um.ac.ir

[1] Biochemical Oxygen Demand
[2] Chemical Oxygen Demand

۱-مقدمه

کشتارگاه ها و واحدهای فرآوری گوشت حجم زیادی پس آب تولید می کنند. مقدار مصرف آب برای کشتار هر حیوان بر اساس نوع آن و فرآیندی که در صنعت بر روی آن بکار برده می شود متغیر است و در حدود ۱ تا ۸ متر مکعب می باشد (۱۳). بر اساس تحقیقات مختلف، بیشتر این آب با حجمی حدود ۰/۴ تا ۳/۱ متر مکعب برای کشتار هر حیوان به صورت فاضلاب دفع می شود (۱۴، ۱۶). آلاینده هایی که در داخل پس آب صنایع فرآوری گوشت وجود دارند بر اساس فصل، روز و شیفت کاری متغیر هستند (۱۵). پس آب حاصل از این صنایع به علت خصوصیات خاص و محتوای قابل ملاحظه ای از مواد آلی و معدنی که دارا هستند به سختی تصفیه و قابل مصرف می شوند (۱، ۳، ۹). ازن زنی روش قابل اطمینانی برای تصفیه پس آب های حاوی ترکیبات دیر تجزیه بوده و برای پس آب صنایع نساجی، چرم سازی و پتروشیمی قابل کاربرد می باشد (۶). ازن با قابلیت اکسیدکنندگی بالا، در تصفیه آب و پس آب برای کاهش رنگ، COD و مواد آلی قابل تجزیه با موفقیت استفاده شده است(۲، ۱۱). ازن موجب تجزیه اکسیداتیو بسیاری ترکیبات آلی و معدنی می گردد. در آب محلول است و سریعا به اکسیژن تجزیه می شود و بقایای سمی و بوی نامطبوع بجا نمی گذارد. ازن یک ضدعفونی کننده قوی می باشد. ازن بر خلاف کلر آلاینده ثانویه سرطان زا ایجاد نمی نماید. واکنش های ازن بسیار سریع هستند و زمان تماس کمتری نیاز دارد در نتیجه حجم زیادی را می توان براحتی تصفیه نمود. ازن ۲۵ مرتبه از اسید هیپوکلریک، ۲۵۰۰ مرتبه از هیپوکلریت و ۵۰۰۰ بار از کلرآمین ها موثرتر می باشد. همه این ویژگی ها موجب کاربرد بیش از پیش ازن در تصفیه پسآب و آب آشامیدنی شده است (۱۹). ازن به عنوان ضدعفونی کننده در بسیاری از کشورهای اروپایی، آمریکا و ژاپن استفاده می گردد. از سال ۱۹۰۶ در کشور فرانسه ازن در تصفیه آب به کار برده می شود. با توجه به نتایج حاصل از بررسی عملکرد تصفیه خانه مجتمع صنعتی گوشت مشهد، می توان نتیجه گرفت که عملکرد سیستم هوادهی شونده در کاهش COD و BOD پایین بوده و تحقیقات بیشتری در این زمینه مورد نیاز می باشد. جهت بهبود عملکرد این بخش از تصفیه، فرآیند ازن زنی مورد مطالعه قرار گرفت.

۲-مواد و روش ها

۲-۱-مواد اولیه

نمونه های پس آب از تصفیه خانه مجتمع صنعتی گوشت مشهد تهیه و در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شد. این نمونه ها از ورودی و خروجی سیستم تصفیه بیولوژیکی جهت ارزیابی عملکرد این بخش و استخرهای هوادهی شونده جهت بررسی تاثیر ازن بر خصوصیات پس آب تهیه شدند. مواد شیمیایی مورد نیاز از دو شرکت مرک و سیگما تهیه گردید. ازن مورد استفاده در این تحقیق توسط دستگاه ازن ساز KED-A08-20 ساخت شرکت ازن آب تولید گردید. این دستگاه اکسیژن هوا را گرفته و آن را تبدیل به ازن می کند. مقدار ازنی که این دستگاه می تواند تولید کند ۵-۲ پی پی ام می باشد.

۲-۲-آزمون های انجام شده

متغیرهای اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی در پنج روز[۱]، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی[۲]، نسبت BOD_5/COD، pH و درصد پروتئین بر طبق روشهای استاندارد تعیین شدند (۱۰). برای بررسی اثر ازن، زمان های ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه به عنوان تیمارهای مورد نظر انتخاب شده و تاثیر ازن بر خصوصیات پس آب تهیه شده از بخش هوادهی شونده تصفیه خانه مجتمع صنعتی گوشت مشهد مورد مطالعه قرار گرفت. تحقیق مشابهی توسط چانگ[۳] و همکاران (۲۰۰۸) بر

[۱] BOD_5
[۲] COD
[۳] Chang

روی پس آب حاصل از واحد تولید کک از زغال سنگ انجام شد که در آن زمان های ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ دقیقه به عنوان تیمارهای مورد نظر برای ازن زنی انتخاب شدند. در تحقیق دیگری که در مورد اثر ازن بر فاضلاب تصفیه شده خانگی صورت گرفت زمان های ۰، ۲۰، ۴۰، ... و ۱۶۰ دقیقه به عنوان تیمارهای مورد نظر انتخاب شدند (۸).

۲-۳-تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایش ها در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد. میانگین ها با نرم افزار MstatC و بر اساس آزمون دانکن و آزمون t در سطح ۵ درصد ($p<0/05$) مقایسه شدند. نمودارها با نرم افزار Microsoft Excel ترسیم گردیدند.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-بررسی عملکرد سیستم تصفیه بیولوژیکی

میزان عملکرد سیستم بیولوژیکی در کاهش متغیرهای BOD_5، COD، BOD_5/COD، pH و درصد پروتئین در جدول ۱ آورده شده است. مقدار BOD_5 ورودی و خروجی تصفیه بیولوژیکی به ترتیب ۶۷۵۰ و ۳۲۳ میلی گرم بر لیتر بدست آمد. از نظر آماری اختلاف بین این دو عدد معنی دار بوده و عملکرد سیستم در کاهش این متغیر ۹۵/۲۱ درصد محاسبه گردید که کارایی مطلوب این سیستم را در کاهش BOD_5 نشان می دهد. در تحقیقی که کایکستا[۱] و همکاران (۲۰۰۲) در مورد تصفیه پس آب کشتارگاه با استفاده از رآکتور UASB[۲] مجهز به سیستم جداسازی سه فازه انجام دادند میزان کاهش BOD_5 را ۹۵ درصد گزارش کردند. در پژوهش دیگری که با استفاده از رآکتور UASB انجام شد میزان کاهش BOD_5 پس آب کشتارگاه حدود ۸۵ تا ۹۰ درصد گزارش گردید (۴). مقادیر COD ورودی و خروجی سیستم بیولوژیکی به ترتیب ۱۹۷۲۹ و ۳۵۷۹ میلی گرم بر لیتر به دست آمد که از نظر آماری کاهش COD معنی دار بوده و عملکرد سیستم در کاهش این متغیر ۸۱/۸۶ درصد محاسبه گردید. با اینکه عملکرد تصفیه بیولوژیکی نسبتا بالا می باشد اما خروجی سیستم همچنان COD بالایی دارد که مطلوب نمی باشد. کایکستا و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیق خود میزان کاهش COD را توسط رآکتور UASB، ۷۷ تا ۹۱ درصد گزارش کردند. سابد[۳] و همکاران (۱۹۸۷) در تصفیه پس آب کشتارگاه با استفاده از سیستم UASB دانه ای میزان کاهش این متغیر را در محدوده ۵۵ تا ۸۵ درصد به دست آوردند. در تحقیق دیگری میزان عملکرد بیورآکتور غشایی با جریان مخالف در کاهش COD پس آب کشتارگاه بیشتر از ۹۰ درصد محاسبه گردید (۷). ترکیان[۴] و همکاران(۲۰۰۳) نشان دادند که با یک سیستم تصفیه بی هوازی مناسب می توان پس آب کشتارگاه را به طور رضایت بخشی تصفیه نمود مخصوصا اگر از رآکتورهای UASB استفاده شود. آنها میزان کاهش COD را با همین روش ۷۵ تا ۹۰ درصد به دست آوردند. نیکولاوا[۵] و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیقی بر روی پس آب کشتارگاه، میزان عملکرد سیستم تصفیه AFBR[۶] را در کاهش BOD_5 و COD به ترتیب ۷۳ و ۷۷ درصد گزارش کردند. وانگ[۷] و همکاران (۲۰۰۷) تصفیه پس آب کشتارگاه و اثر مفید لاگون های هوادهی شونده SBR[۸] را مورد مطالعه قرار دادند. آنها گزارش کردند که اگر لاگون های هوادهی شونده به صورت متوالی قرار گیرند کارایی سیستم به طور قابل ملاحظه ای افزایش می یابد. در این بررسی میزان کاهش BOD_5 توسط لاگون های هوادهی شونده، تحت شرایط زمان ماندگاری طولانی و اکسیژن رسانی مناسب، ۹۹ درصد گزارش شد. در حالیکه

[۱] Caixeta
[۲] Upflow Anaerobic Sludge Blanket
[۳] Sayed
[۴] Torkian
[۵] Nikolaeva
[۶] Anaerobic fixed bed reactor
[۷] Wang
[۸] Sequencing batch reactor

میزان کاهش COD ۹۶ تا ۹۸ درصد ذکر گردید. مقادیر نسبت BOD_5/COD، ورودی و خروجی سیتم بیولوژیکی به ترتیب ۰/۳۴ و ۰/۰۹ به دست آمد که از نظر آماری کاهش معنی داری داشت که نشان می دهد کاهش BOD_5 نسبت به COD در طی این فرآیند با سرعت بیشتری صورت گرفته است. با توجه به جدول ۱ مقادیر pH ورودی و خروجی تصفیه بیولوژیکی به ترتیب ۷/۲۰ و ۸/۰۸ به دست آمدند که افزایش این پارامتر در طی تصفیه بیولوژیکی معنی دار بود. به دلیل فعالیت جلبک های موجود در سطح استخرها و تولید نیتروژن آمونیاکی از پروتئین، این افزایش منطقی می باشد (۱). کایکستا و همکاران (۲۰۰۲) مقادیر pH را برای ورودی و خروجی رآکتور تصفیه به ترتیب ۷ و ۸/۵ گزارش کردند و بیان کردند که پس آب کشتارگاه دارای خاصیت بافری بوده و با وجود روند افزایشی، مقادیر pH در محدوده نزدیک خنثی باقی می ماند. مقادیر درصد پروتئین ورودی و خروجی تصفیه بیولوژیکی به ترتیب ۰/۴۶ و ۰/۲۱ به دست آمد که از نظر آماری تفاوت معنی داری داشتند. عملکرد این بخش در کاهش پروتئین ۵۴/۵۶ درصد محاسبه گردید.

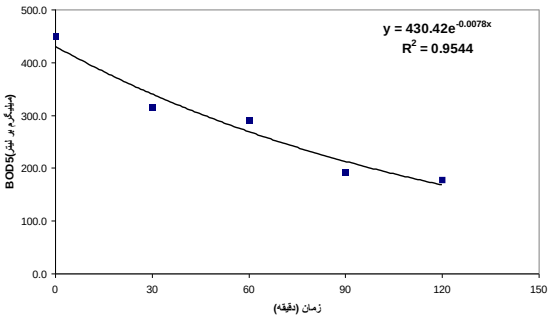
جدول۱. خصوصیات پس آب ورودی و خروجی سیستم تصفیه بیولوژیکی (± انحراف معیار)

مراحل تصفیه بیولوژیکی	BOD_5	COD	BOD_5/COD	درصد پروتئین	pH
ورودی سیستم	a۶۳۸/۴ ± ۶۷۵۰	a۱۰۵۲/۲ ± ۱۹۷۲۹	a۰/۰۳ ± ۰/۳۴	a۰/۱۱ ± ۰/۴۶	۷/۲۰ ± ۰/۲ a
خروجی سیستم	b۱۰۲/۶ ± ۳۲۳	b۷۱/۱ ± ۳۵۷۹	b ۰/۰۳ ± ۰/۰۹	b۰/۰۹ ± ۰/۲۱	b۰/۱۳ ± ۸/۰۸

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون t، $p < ۰/۰۵$). ± مقادیر نشان دهنده خطای استاندارد است.

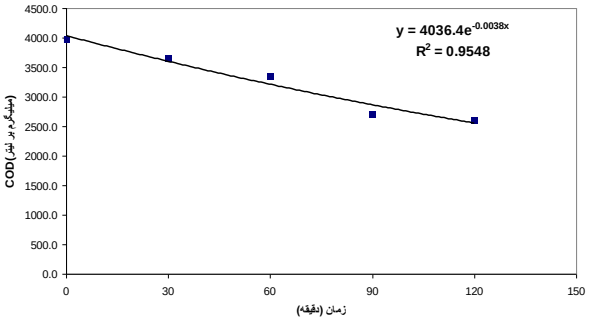
۳-۲-بررسی تغییر خصوصیات پس آب طی فرآیند ازن زنی

میزان تغییرات BOD_5 پس آب حاصل از بخش هوادهی شونده، در طی زمان های مختلف ازن زنی در جدول ۲ آورده شده است. مقدار BOD_5 بعد از زمان های ازن زنی ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه به ترتیب ۴۵۰، ۳۱۵، ۲۹۰، ۱۹۲/۵ و ۱۷۷/۵ میلی گرم بر لیتر به دست آمد. از لحاظ آماری بین نتایج حاصل از سطوح زمانی ۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه اختلاف معنی دار وجود دارد اما بین نتایج حاصل از زمان ۱۲۰ دقیقه اختلاف معنی داری وجود ندارد. در تحقیقی که بر روی پس آب حاصل از کارخانه تولید کک از زغال سنگ انجام شد، در طی ۶۰ دقیقه ازن زنی مقدار BOD_5 از ۸۳۳ به ۹۶ میلی گرم بر لیتر کاهش یافت. البته بیشترین کاهش در طی ۲۰ دقیقه ابتدایی ازن زنی رخ داد که نشان می دهد شکستن مواد دیر تجزیه در طی زمان ۲۰ دقیقه ازن زنی صورت گرفته و بعد از آن یکسری ترکیبات جانبی از اکسید کنندگی ازن حاصل می شوند که شامل اسیدهای آلی سخت اکسید شونده هستند. گزارشات مشابهی از مطالعات سینگ و همکاران و سو و همکاران گزارش شده است (۶). روند کاهش BOD_5 در طی زمان های مختلف ازن زنی در شکل ۱ نشان داده شده است.



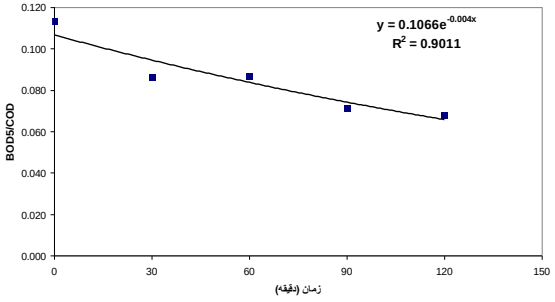
شکل۱. روند تغییرات BOD_5 طی زمان های مختلف ازن زنی

مقادیر COD پس آب مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است. COD نمونه برداشته شده از بخش هوادهی شونده، بعد از فرآیند ازن زنی در زمان های ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه به ترتیب ۳۹۷۰/۹، ۳۶۵۴/۴، ۳۳۴۴/۴، ۲۶۹۷/۸ و ۲۶۱۰/۰ میلی گرم بر لیتر بود. از نظر آماری بین تمام تیمارهای اعمال شده اختلاف معنی دار وجود داشت که نشان دهنده اثر مطلوب افزاش زمان ازن زنی در کاهش COD می باشد. در تحقیقی که جیان لی گونگ و همکاران (۲۰۰۸) بر روی فاضلاب شهری تصفیه بیولوژیکی شده انجام دادند تاثیر ازن را در زمان های ۰، ۲۰، ۴۰، ... و ۱۲۰ دقیقه بر روی COD پس آب حاصل بررسی کرده و روند کاهشی را در طی این زمان ها گزارش کردند. روند کاهش COD در طی فرآیند ازن زنی نشان می دهد که ازن ساختمان ترکیبات آلی را تغییر داده و آنها را از طریق اکسیداسیون مستقیم به مواد واسطه ای تبدیل می کند. ازن به تنهایی نمی تواند مواد آلی را به آب و دی اکسید کربن تبدیل کند. روند تغییرات COD در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل۲. روند تغییرات COD طی زمان های مختلف ازن زنی

کمیت های مربوط به نسبت BOD_5/COD، در جدول ۲ آورده شده است. مقدار این نسبت بعد از فرآیند ازن زنی در زمان های ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه به ترتیب ۰/۱۱۳، ۰/۰۸۶، ۰/۰۸۷، ۰/۰۷۱ و ۰/۰۶۸ به دست آمدند که از نظر آماری فقط بعد از ۶۰ دقیقه تفاوت معنی دار مشاهده نشد در مورد بقیه تیمارها اختلاف معنی دار بود. چانگ و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقات خود بر روی پس آب کارخانه تولید کک نشان دادند که بعد از ۲۰ دقیقه ازن زنی نسبت BOD_5/COD از ۰/۵۲ به ۰/۱ کاهش یافته و سپس ثابت مانده است که نشان می دهد بیشتر مواد آلی قابل تجزیه در این نوع پس آب در ۲۰ دقیقه ابتدایی توسط ازن اکسید می شوند وادامه ازن زنی تا ۶۰ دقیقه تاثیر چندانی نداشته است. علت تفاوت نتایج دوتحقیق متفاوت بودن خصوصیات پس آب های مورد مطالعه و غلظت ازن مورد استفاده می باشد. روند تغییرات این نسبت در شکل ۳ آورده شده است.



شکل۳. روند تغییرات BOD_5/ COD طی زمان های مختلف ازن زنی

جدول ۲. روند تغییرات پارامتر های تحت بررسی طی زمان های مختلف ازن زنی

زمان ازن زنی (دقیقه)	BOD_5	COD	BOD_5/COD
۰	۴۵۰ ± ۱۰/۰۰ a	۳۹۷۰/۹ ± ۵۰/۹۴ a	۰/۱۱۳ ± ۰/۰۰۱ a
۳۰	۳۱۵ ± ۱۵/۰۰ b	۳۶۵۴/۴ ± ۱۴/۳۸ b	۰/۰۸۶ ± ۰/۰۰۴ b
۶۰	۲۹۰ ± ۱۰/۰۰ c	۳۳۴۴/۴ ± ۶۴/۳۸ c	۰/۰۸۷ ± ۰/۰۰۵ b
۹۰	۱۹۲/۵ ± ۱۲/۵۰ d	۲۶۹۷/۸ ± ۱۷/۸۱ d	۰/۰۷۱ ± ۰/۰۰۴ c
۱۲۰	۱۷۷/۵ ± ۷/۵۰ d	۲۶۱۰/۰ ± ۴۲/۵۰ e	۰/۰۶۸ ± ۰/۰۰۲ d

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن، $p < ۰/۰۵$). ± مقادیر نشان دهنده خطای استاندارد است.

۴-نتیجه گیری

بررسی عملکرد سیستم تصفیه بیولوژیکی نشان داد که مقادیر BOD_5 ، COD، BOD_5/COD و درصد پروتئین بعد از این فرآیند کاهش معنی دار، و پارامتر pH افزایش معنی داری داشتند. که BOD_5 بیشترین میزان کاهش (۹۵/۲۱ درصد) را داشت. میزان تغییرات BOD_5 پس آب حاصل از بخش هوادهی شونده، در طی زمان های مختلف ازن زنی نشان داد که ازن زنی تا ۹۰ دقیقه در کاهش BOD_5 تاثیر مثبت داشته اما بعد از آن تاثیر چندانی ندارد. میزان کاهش COD بعد از زمان های ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه کاملا معنی دار بود که اثر مطلوب زمان های بالای ازن زنی را در کاهش این متغیر نشان می دهد. البته می توانیم با افزایش غلظت ازن تولیدی در پس آب اثر زمان های مختلف را مورد مطالعه قرار دهیم. بررسی نسبت COD /BOD_5 بعد از زمان های مختلف ازن زنی نشان داد که فقط بعد از ۶۰ دقیقه اختلاف معنی دار وجود ندارد در بقیه زمان های اعمال شده کاهش نسبت COD /BOD_5 معنی دار بود که نشان می دهد کاهش BOD_5 نسبت به COD با سرعت بیشتری صورت گرفته و ازن مواد اکسید شونده توسط میکروارگانیزم ها را بیشتر از مواد اکسید شونده شیمیایی تحت تاثیر قرار داده است. با توجه به نتایج بدست آمده از فرآیند ازن زنی می توان گفت که این روش، متغیرهای نشان دهنده آلودگی پس آب را تا حد معنی داری کاهش داده است.

۵-سپاس گزاری

مراتب تشکر و سپاس خود را از همکاری و مساعدت مدیریت و کارشناسان مجتمع صنعتی گوشت مشهد در انجام این پژوهش اعلام می نمائیم.

۶-منابع

1. Arauzo, M. 2003. Harmful effects of on-ionised ammonia on the zooplankton community in a deep waste treatment. Water Res. 37: 1048-1054

2. Arslan, I. and Balcioglu, I.A. 2001. Advanced oxidationof raw and biotreated textile industry wastewater with O_3, H_2O_2/UV-C and their sequential application. Journal of Chem. Technol. Biotechnol. 76: 53-60
3. Bohedziewicz, J. and Seroka, E. 2005. Integrated system of activated slugh-reverse osmosis in the treatment of the wastewater from the meat industry. Process Biochem, 40: 1517-1523
4. Dague, R.R., Pidaparti, S.R. 1992. Anaerobic sequencing batch treatment of swine wastes. In: Proceeding of 46th purdue industrial waste conference , Chelsea , PP. 751-823
5. Caixeta, C.E.T., Cammarota, M.C., Xavier, A.M.F. 2002. Slaughterhouse wastewater treatment: evaluation of a new three-phase separation system in a UASB reactor. Bioresource Technolog, 81: 61-69
6. Chang, E.-E., Hsing, H.-J., Chiang, P.-C., Chen, M.-Y., Shing, J.-Y. 2008. The chemical and biological characteristics of coke-oven wastewater ozonation. Journal of Hazardous Materials, 156: 560-567
7. Fuchs, W., Binde, H., Mavrias, G. and Braun, R. 2003. Anaerobic treatment of wastewater with high organic content using a stirred tank reactor coupled with a membrane filteration unit. Journal of Water Research, 37: 902-908
8. Gong, J., Liu, Y., Sun, X. 2008. O_3 and UV/O_3 oxidation of organic constituents of biotreated municipal wastewater. Water Research 42: 1238-1244
9. Greenberg, A.E., Trussell, T.R., Clesceri, L.S. 1985. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. 16TH Edition. Franson, M.A.H. APHA. AWWA. WPCF
10. Nikolaeva, S., Sanchez, S., Borja, S., Travieso, L., Weiland, P. and Milan, Z. 2002. Treatment of piggery waste by anaerobic fixed bed reactor and zeolit bed filter in a tropical climate: a pilot scale study. Process Biochem 38: 405-409
11. Ning, P., Bart, H.-J., Jiang, Y., de Hann, A. and Tien, C. 2005. Treatment of organic pollutants in coke plant wastewater by the method of ultrasonic irradiation, catalytic oxidation, and activated sludg, Journal of Sep. Purif Technol, 41: 133-139.
12. Sayed, S., Van Campel, L. and Lettinga,L. 1987. Anaerobic treatment of slaughterhouse waste using a granular sludge UASB reactor. Journal of Biol. Wastes, 21: 213-226
13. Shultheisz, Z., Karpati, A. 1984. The improvement of meat processing technology and management of water supplied from the viewpoint of pollution. In: Hollo, J. (Ed), Food Industries and the EnviromentInt.
14. Stebor, T.W., Berndt, C.L., Marman, S., Gabriel,R. 1990. Operating experience: anaerobic treatment at packerland packin. In proceeding of 44 th purdue industrial waste conference, Chelsea, PP. 825-834.
15. Sroka, E., Kamfliskib, W. and Bohdziewicz, J. 2004. Biological treatment of meat industry wastewater. Desalination, 162: 85-91
16. Tritt, W.P., Schuchardt, F. 1992. The anaerobic treatment of slaughterhouse wastewater in fixed bed reactor. Bioresource Technol, 41: 207-210
17. Torkian, A., Eqbali, A. and Hashemian, S. 2003. The effect of organic loading rate on the performance of UASB reactor treating slaughterhouse effluent. Journal of Resources Conservat Recyc, 40: 1-11
18. Upadhyay, K. and Srivastava, J.K.2017. APPLICATION OF OZONE IN THE TREATMENT OF INDSTRIAL AND MUNICIPAL WASTEWATER. Journal of Industrial Pollution Control.178
19. Wang, X., Wang, L., Liw, Y. and Duan, W. 2007. Ozonation pretreatment for ultrafiltration of secondary effluent. Journal of Member Sci. 287: 187-191