دوفصلنامهٔ هیدروفیزیک

دورهٔ هفتم، شمارهٔ دوم (پاییز و زمستان ۱۴۰۰)؛ صفحات:۲۵-۱۷

مقالهٔ پژوهشی

DOR: 20.1001.1.24767131.1400.7.2.3.6

درصد همانندی: ۴٪

بررسی تأثیر میدان مغناطیسی ثابت بر راندمان حذف COD از منابع آب در سیستم تصفیه اربال

هومن قهرمان زاده[۱]، سارا اله یاری بیک[۲*]، امیرحسین جاوید[۳]، امیرحسام حسنی[۴]

[۱]گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

ghahremanzadeh@ut.ac.ir

[۲*]نویسنده مسئول،گروه علوم دریایی، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

s.allahyari@srbiau.ac.ir

[۳]گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

a.javid@srbiau.ac.ir

[۴]گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

ahhassani@srbiau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۰۸ **تاریخ پذیرش:**۱۴۰۰/۱۲/۲۲

چکیده:

با توجه به نیاز روزافزون انسان به تصفیه منابع آب و استفاده مجدد از آن، بهبود عملکرد روش‌های تصفیه آب و افزایش راندمان آن بسیار موردتوجه قرار دارد. استفاده از راکتور اربال برای حذف COD به‌وسیلهٔ لجن فعال در گذشته در تحقیقات متعدد توصیه شده است. علاوه‌براین، پیدا کردن روش‌ها و ابزار جدید به‌منظور افزایش بازده این سیستم بسیار موردتوجه است. در این مقاله تأثیر وجود میدان مغناطیسی در راکتور اربال و تأثیر آن بر راندمان حذف COD بررسی شده است. بدین منظور در گام نخست با راه‌اندازی یک پایلوت در ابعاد آزمایشگاهی و رساندن آن به شرایط پایدار، راندمان سیستم در حذف COD در شرایط ایده‌آل به‌دست آمد. در ادامه دو میدان مغناطیسی با شدت‌های مختلف (۰/۸mT و ۱/۵ mT) در پایلوت ایجاد شد. این آزمایش در مدت ۱۰۰ روز انجام شد و در یک دوره ۸۰ روزه به‌منظور مشاهده تفاوت بین وجود و نبود میدان مغناطیسی در راندمان حذف COD نمونه‌برداری انجام شد. پس از تحلیل نتایج تفاوت معناداری در خروجی راکتور پس از اعمال میدان مشاهده شد و راندمان راکتور حدود ۷٪ بهبود پیدا کرد. البته لازم به بیان است، تفاوت چندانی در خروجی‌های به‌دست‌آمده از دو میدان مغناطیسی با شدت‌های مختلف مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: میدان مغناطیسی؛ لجن فعال؛ اربال؛ حذف COD

۱. مقدمه

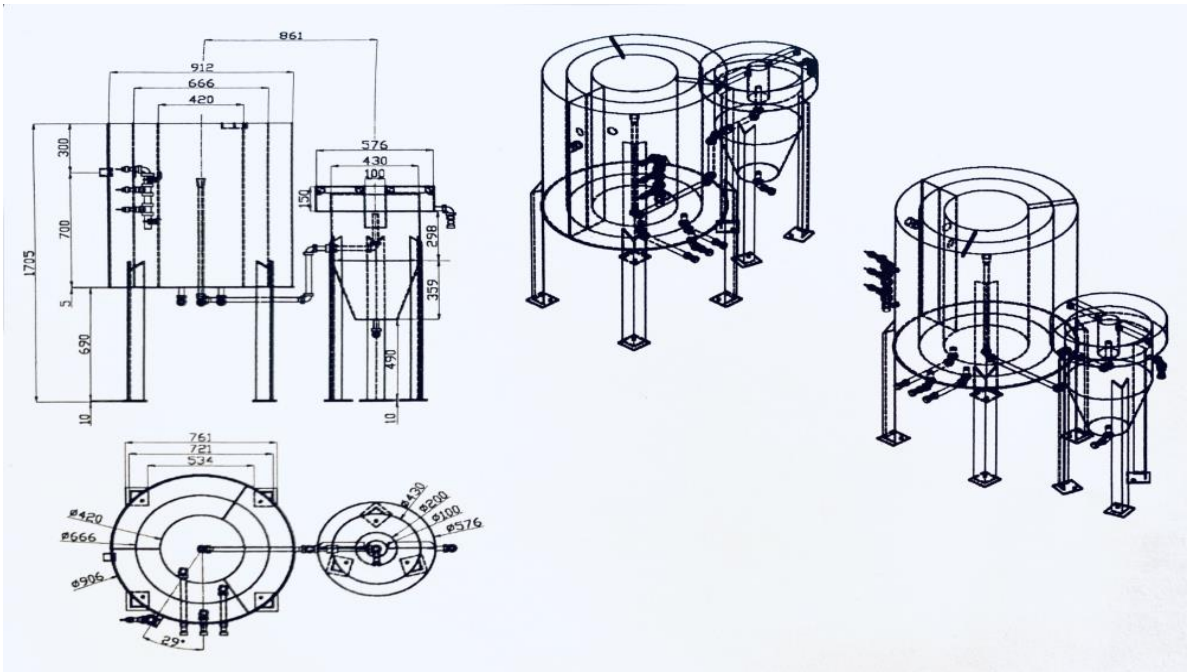
افزایش جمعیت جهان و کاهش منابع آب آشامیدنی، نگرانی‌هایی را در بارهٔ تأمین آب آشامیدنی موردنیاز کشورهای مختلف در سراسر جهان به وجود آورده است و کمبود آب که درنتیجه افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی شدت پیدا می‌کند، سبب شده است تأمین آب بهداشتی موردنیاز مردم به یکی از مشکلات اساسی جهان امروز تبدیل شود. امراض ناشی از آلودگی منابع آب، روزانه سبب کشته شدن هزاران و شاید ده‌ها هزار نفر از مردم جهان می‌شود. این در حالی است که امکان بازیافت آب دسترسی به یک منبع مناسب برای مصارف گوناگون را فراهم خواهد آورد. فرایند حوضچه هوادهی، امروزه به‌طور گسترده در تصفیه فاضلاب شهری و صنعتی در سراسر جهان استفاده می‌شود. راکتور اربال[۱] یک فرایند بیولوژیکی متشکل از سه کانال متحدالمرکز است. راکتور اربال، به‌عنوان یک فرایند لجن فعال بهبودیافته، مزایای متعددی را نسبت به روش‌های معمولی دارد که عبارت‌اند از: ارائه قابلیت اطمینان بالاتر در فرایند، ارائه عملیات ساده‌تر، نیاز به انرژی کمتر نسبت به هوادهی طولانی، سازگاری بیشتر برای حذف مواد مغذی، ارائه پساب با کیفیت بالاتر و ارائه مقاومت در برابر تغییرات بار آلودگی بدون تأثیر قابل‌توجهی بر کیفیت پساب. باوجوداین، این راکتور محدودیت‌ها و نقاط ضعفی دارد که شامل: نیاز به ساختار و فضای بیشتری، نیاز به انرژی هوادهی بیشتر نسبت به سیستم لجن فعال کاملاً مخلوط (CMAS)[۳] و دارای افزایش ظرفیت کارخانه بسیار پیچیده‌تر نسبت به سایر روش‌هاست [۱]. برخلاف تعداد زیادی از فرایندهای حذف بیولوژیکی، در فرایند اربال که در یک مخزن اکسیداسیون اتفاق می‌افتد، هم‌زمان هر دو فرایند نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون، به دلیل تناوب مناطق بی‌هوازی و هوازی در امتداد کانال‌های سری در جریان است [۲]. بااین‌حال، در یک راکتور اربال، مقادیر مختلف اکسیژن محلول (DO) معمولاً از کانال بیرونی به درونی با کنترل مستقل ورودی هوادهی برای هر کانال تشکیل می‌شوند. مقدار DO در کانال بیرونی اغلب شرایط انوکسیک را فراهم می‌کند [۳]. مقدار DO در کانال‌های داخلی و میانی بیشتر از نیاز اکسیژن برای حذف COD[۲] و مواد آلی باقی مانده است [۴] و شرایط هوازی را برای راکتور مهیا می‌کند. با توجه به سطوح DO[۴] طبقه‌بندی‌شده، نه‌تنها در یکی از کانال‌ها، بلکه در سه کانال، راندمان حذف COD بسیار بیشتر و پایدارتر از سیستم‌های تک کاناله است. در گذشته در تحقیقات علمی بسیاری، کارایی بالای سیستم اربال در حذف COD به اثبات رسیده و به آن اشاره شده است [۵-۱۱]. درنتیجه این موضوع بسیار اهمیت دارد که راهکاری برای بهبود راندمان این سیستم پیدا کنیم. با توجه به تحقیقات صورت گرفته، ازآنجایی‌که اثر زیستی مغناطیسی، سازگار با محیط‌زیست و عملی است، فرایند حوضچه اکسیداسیون مغناطیسی بهبودهایی را در مورد عملکرد راکتور، به‌ویژه با کاهش لجن تولیدشده، نشان می‌دهد. همچنین این تحقیقات نشان داده‌اند که میدان مغناطیسی ساکن نتیجه‌ای مثبت بر روی لجن فعال اعمال می‌کند و تأثیر مثبتی بر رشد زیست توده و تجزیه زیستی مواد آلی دارد [۱۲]. یائو و همکاران [۱۳]، در یک مطالعه، یک حامل مغناطیسی با میدان مغناطیسی سطحی ۴ میلی تسلا را، برای ارزیابی اثر زیستی مغناطیسی تقویت شده بر نیتریفیکاسیون و نیترات‌زدایی در راکتورهای بیوفیلم ناپیوسته متوالی (SBBR)[۵] توسعه دادند. آن‌ها دریافتند که فعالیت‌های اکسیداسیون آمونیاک و نیتریت در راکتور حامل میدان مغناطیسی در مقایسه با راکتورهای غیرمغناطیسی بهبود یافته است. در مطالعه دیگری، لیو و همکاران [۱۴] فرایندهای لجن فعال استاندارد و لجن فعال مغناطیسی را در مورد حذف آلاینده‌ها مقایسه کردند. نتایج نشان داد که افزودن پودر مغناطیسی (Fe_3O_4) تأثیر منفی بر رشد لجن فعال نداشتند. برخلاف فرایند لجن فعال استاندارد، فرایند لجن فعال در حاوی پودر مغناطیسی راندمان حذف بیشتری در حذف نیتروژن آمونیوم داشت و میانگین راندمان حذف کل نیتروژن به ترتیب در دو فرایند حدود ۳۷/۵ و ۴۲/۳ درصد بود. لیو و همکاران [۱۵] تأثیر افزودن میدان مغناطیسی در راکتور ناپیوسته متوالی (SBR)[۶] را بر جامعه میکروبی و عملکرد راکتور ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که راکتور SBR حاوی لجن فعال مغناطیسی راندمان حذف آمونیاک نیتروژن

و COD را به ترتیب ۷/۷٪ و ۴/۷٪ بالاتری در مقایسه با راکتور SBR معمولی بدون میدان مغناطیسی دارد؛ بنابراین، حضور میدان مغناطیسی تأثیر بسزایی در حذف آلاینده‌های یادشده دارد. البته این بدان معنی نیست که همیشه با افزایش میدان مغناطیسی، تأثیرات مثبت در روند راکتورهای تصفیه بیولوژیکی مشاهده شود. به‌عنوان‌مثال، جی و همکاران [۱۲] اثر میدان مغناطیسی را بر عملکرد لجن فعال در تصفیه فاضلاب بررسی کرند. این نتایج نشان داد که سازگاری لجن فعال و فعل‌وانفعالات تجزیه زیستی آلاینده آلی در میدان مغناطیسی تحریک شده است که به بهبود عملکرد تصفیه فاضلاب منجر می‌شود. تجزیه بیولوژیکی ترکیبات آلی در میدان مغناطیسی این پتانسیل را داشت که تنها پس از دو روز به حالت پایدار برسد. درصد حذف ترکیبات آلی در ابتدا افزایش یافت ولی همان‌طور که به آن اشاره شد، سپس با افزایش شدت میدان مغناطیسی به ۲۰ میلی تسلا، کاهش یافت. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر میدان مغناطیسی ساکن ضعیف بر روند حذف COD در راکتور ارباله برای اولین بار در کشور روی لجن فعال و در سطح بین‌المللی روی راکتور ارباله انجام شد. برای دست‌یابی به این مهم، از یک پایلوت آماده در آزمایشگاه دانشگاه علوم تحقیقات استفاده شد و پس از بازسازی و نوسازی نمونه مورداستفاده قرار گرفت. در ادامه دو میدان با شدت‌های متفاوت (۰/۸ و ۱/۵ میلی تسلا) بر سیستم اعمال شد. این تحقیق در یک بازه ۱۰۰ روزه انجام پذیرفت و بیش از ۸۰ روز نمونه‌برداری صورت گرفت تا به‌وضوح تفاوت ایجادشده در راکتور یادشده در اثر افزودن میدان مغناطیسی قابل‌لمس باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. راه‌اندازی راکتور

در این تحقیق از یک پایلوت در ابعاد آزمایشگاهی که قبلاً ساخته شده است، استفاده شده است [۱۶]. نقشه فنی پایلوت در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱. نقشه فنی راکتور ارباله استفاده‌شده در تحقیق

با توجه به فرسوده شدن پایلوت ابتدا این سیستم بازسازی و با توجه به تحقیقات صورت گرفته پیشین روی این پایلوت [۱۶، ۱۷] و تحقیقات روی پایلوت مشابه [۶، ۱۸، ۱۹] اقدام به طراحی فاکتورهای دیگر مانند دبی ورودی، بار آلاینده ورودی، زمان ماند و ... شد. حجم کل راکتور که شامل ۳ کانال دوار است، درمجموع ۴۴۰ لیتر است. در شکل ۲ نمونه طرح نمایش داده شده است. در این پژوهش زمان ماند ۲۰ ساعت تعیین شد و با توجه به زمان ماند و حجم راکتور دبی ورودی که توسط یک پمپ آب با قابلیت تعیین دبی ورودی است، به میزان ۲۲ لیتر بر ساعت تنظیم شد. همچنین به‌منظور تأمین ورودی راکتور از مخزنی با ظرفیت ۵۰۰ لیتر استفاده شد. لازم به یادآوری است که حوضچه ته‌نشینی نمونه حجمی معادل ۸۸ لیتر دارد که با توجه به دبی ورودی زمان ماند آن ۴ ساعت است.

شکل ۲. تصویر راکتور ارتال پس از راه‌اندازی

۲-۲. عملیات هوادهی و غذادهی راکتور

به‌منظور هوادهی و تأمین اکسیژن راکتور از چهار سنگ هوا آکواریوم برای کانال بیرونی، سه سنگ هوا برای کانال میانی و سه سنگ برای کانال درونی، تعبیه شد. این ۱۰ سنگ از طریق شیلنگ تبدیل به دو پمپ هوا متصل شدند و در مسیر آن‌ها شیر تنظیم هوا نصب شد تا DO مجموعه برحسب نیاز تنظیم شد. DO هر سه کانال به‌صورت روزانه به‌وسیلهٔ دستگاه پرتابل DO متر اندازه‌گیری شد. DO در طول تحقیق در کانال بیرونی ۰/۱±۰/۴ میلی‌گرم بر لیتر، در کانال میانی ۰/۲±۰/۹ و در کانال درونی ۶/۵±۲/۰ به‌صورت ثابت نگه داشته شد. همچنین در طول انجام این پروژه دمای محیط آزمایشگاه روی ۲۴ سانتی‌گراد تنظیم شد. در رابطه با لجن فعال راکتور، در ابتدای تحقیق ۱۰۰ لیتر لجن فعال پس از تهیه از تصفیه‌خانه فاضلاب تهران به راکتور منتقل شد. پس‌ازآن به مدت ۵ روز سیستم در حالت ناپیوسته (Batch) کار کرد و غذادهی به آن به‌صورت دستی انجام پذیرفت. از روز ششم تحقیق فاضلاب ورودی با دبی ۲۲ لیتر بر ساعت وارد راکتور شد. این فاضلاب از نوع مصنوعی بوده و به‌منظور تأمین COD ورودی در فاضلاب، از ملاس چغندرقند خوراکی استفاده شد و مقدار COD ورودی به‌صورت یک روز در میان (با پر کردن تانکر ۵۰۰ لیتری و اضافه کردن ملاس) اندازه‌گیری شده است. در طول تحقیق میانگین COD ورودی ۵۱۱ میلی‌گرم بر لیتر بود که در نمونه‌های مختلف در بازه ۵۵۰-۴۹۱ میلی‌گرم قرار داشت.

۲-۳. ایجاد میدان مغناطیسی

در این تحقیق به‌منظور بررسی میدان مغناطیسی بر عملکرد سیستم ارتال، دو میدان با شدت‌های ۰/۸ و ۱/۵ میلی تسلا محیا شد. برای ایجاد میدان ثابت شدت ۰/۸ میلی تسلا از ۱۰۰ عدد آهن‌ربا نئودیومی N35 با ابعاد ۴۰*۱۰*۴ میلی‌متر و به‌منظور ایجاد میدان با شدت ۱,۵ میلی تسلا از ۱۰۰ آهن‌ربا نئودیومی N35 با ابعاد ۴۰*۱۲*۸ میلی‌متر استفاده شد که به‌صورت یکنواخت روی سطوح ۳ کانال نصب شد تا میدانی تقریباً یکنواخت در طول ۳ کانال ایجاد نماید. در این تحقیق به دلیل عدم وجود اطلاعات دقیق در رابطه با میدان ایجادشده به‌وسیلهٔ آهن‌رباهای مذکور، ابتدا آهن‌رباها نصب شد و پس‌ازآن شدت میدان به‌وسیلهٔ دستگاه میدان سنج پرتابل مدل (Hi-3604 Esco Technology Company) سنجش شد.

۳. تئوری و محاسبات

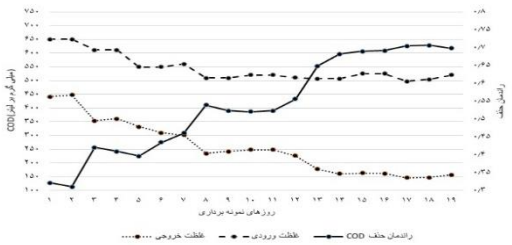
۳-۱. آنالیز داده‌ها

در این پژوهش که از زمان شروع به راه‌اندازی پایلوت تا زمان از کارانداختن آن حدود ۱۰۰ روز به طول انجامید، در

یک بازه ۸۰ روزه نمونه‌برداری انجام شد. با توجه به محدودیت‌های زمانی و اقتصادی به‌صورت یک روز در میان از مخزن ورودی و همین‌طور خروجی راکتور نمونه‌برداری صورت گرفت و پس از گذراندن از صافی، COD آن آنالیز شد. مقادیر مربوط به COD نمونه‌ها از روش استاندارد متد [۲۰] در آزمایشگاه دانشکده محیط‌زیست دانشگاه علوم تحقیقات به دست آمد.

۳-۲. رسیدن راکتور به شرایط پایدار

راکتور ارباب و یا هر راکتور لجن فعال دیگری پس از راه‌اندازی نیاز به زمان جهت رسیدن به شرایط پایدار را دارد و نتایج پایلوت قبل از رسیدن به شرایط پایدار قابل استناد نیست. زمان رسیدن پایلوت به شرایط پایدار همیشه ثابت و قابل پیش‌بینی نیست و با توجه به فاکتورهایی مانند زمان ماند بهینه، تغذیه راکتور، میزان هوادهی، دمای محیط پایلوت و همین‌طور میزان لجن فعال اضافه‌شده به راکتور نسبت به حجم آن متغیر است. خوشبختانه با توجه به دو تحقیق انجام‌شده روی این نمونه در گذشته [۱۶- ۱۷] از همان ابتدا راه‌اندازی از مقادیر بهینه به‌دست‌آمده در تحقیقات گذشته استفاده شد، به همین دلیل زمان رسیدن راکتور به شرایط پایدار به حداقل رسید. در این تحقیق ۲۹ روز زمان نیاز بود تا سیستم و خروجی راکتور به شرایط پایدار برسد و نتایج به‌دست‌آمده در این ۲۹ روز فقط برای اطلاع از شرایط پایداری راکتور بود و از نتایج به‌دست‌آمده از این دور برای ارزیابی راندمان راکتور و مقایسه آن با شرایط راکتور در حضور میدان مغناطیسی استفاده نشد. همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده از ابتدای شروع به کار راکتور راندمان شروع به افزایش است و رفته‌رفته نتایج و راندمان حذف راکتور به بازه ثابتی محدود می‌شود که این مهم نشان از شرایط پایدار راکتور دارد.

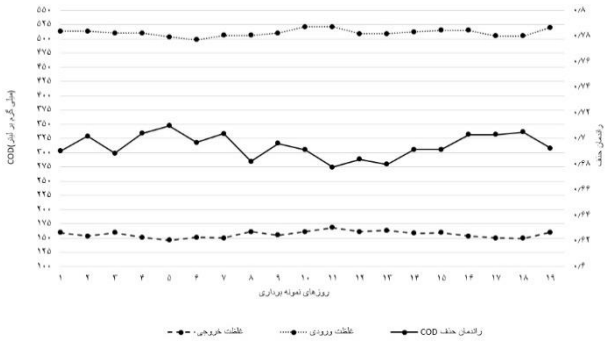


شکل ۳. داده‌های مربوط به رسیدن راکتور به شرایط پایدار

۴. یافته‌ها

۴-۱. عملکرد و بازدهی راکتور در شرایط عادی

بعد از رسیدن راکتور به شرایط پایدار در یک دوره حدوداً ۴۰ روزه به‌صورت یک روز در میان به‌جز ایام تعطیل (۱۹ روز) اقدام به نمونه‌برداری از مخزن ورودی راکتور و خروجی راکتور شد که درمجموع تعداد این نمونه‌ها به ۱۹ عدد برای هر کدام رسید. در شکل ۴ این مقادیر به نمایش در آمده است.



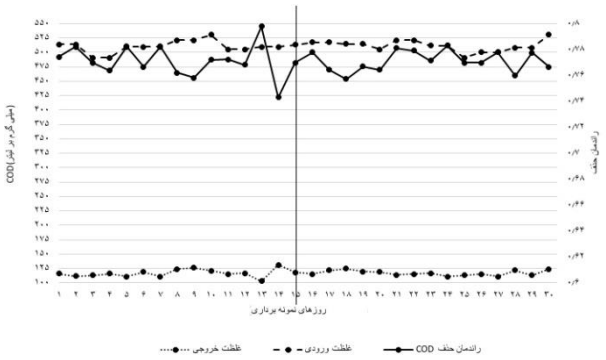
شکل ۴. غلظت COD ورودی، خروجی و راندمان حذف COD راکتور در شرایط عدم حضور میدان مغناطیسی

در این بازه زمانی میانگین غلظت COD در فاضلاب ورودی به راکتور ۵۰۳ میلی‌گرم بر لیتر و همین‌طور میانگین غلظت خروجی COD در راکتور، ۱۵۶ میلی‌گرم بر لیتر است. علاوه‌براین راندمان حذف COD در راکتور ارباب موردمطالعه به عدد قابل‌قبول ۷۰/۴٪ دست پیدا کرد. حال پس از نمونه‌برداری و دست پیدا کردن به نتایج قابل‌قبول

میدان مغناطیسی بیان‌شده در قبل را به راکتور اعمال می‌کنیم تا به بررسی تغییرات به وجود آمده در راکتور بپردازیم.

۴-۲. عملکرد و بازدهی راکتور در حضور میدان مغناطیسی

در این مرحله دو میدان مغناطیسی با شدت‌های ۰/۸ و ۱/۵ میلی تسلا را که در قبل به نحوه ایجاد آن اشاره شد به راکتور اضافه شد و در هر مرحله به مدت یک ماه برای هرکدام اقدام به نمونه‌برداری می‌کنیم که با توجه به یک روز در میان بودن ایام نمونه‌برداری و وجود ایام تعطیل درمجموع ۳۰ روز نمونه‌برداری در یک بازه ۶۰ روزه انجام گرفت. در شکل ۵ نتایج به‌دست‌آمده از این نمونه‌برداری‌ها نمایش داده شده است. زمان تغییر میدان از ۰/۸ و ۱/۵ میلی تسلا با خط عمودی نمایش داده شده است.

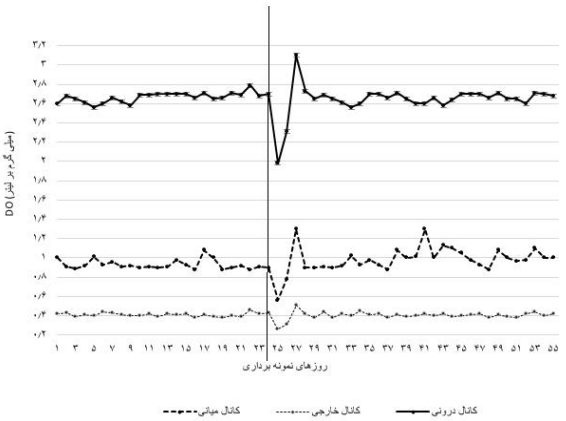


شکل ۵. غلظت COD ورودی، خروجی و راندمان حذف COD راکتور در شرایط حضور میدان مغناطیسی

راندمان حذف COD در راکتور با وجود میدان مغناطیسی ۰/۸ میلی تسلا به‌طور میانگین ۷۷/۴٪ و با وجود میدان مغناطیسی ۱/۵ میلی تسلا ۷۷/۲٪ بود. همان‌طور که مشخص است با اعمال میدان مغناطیسی ساکن به راکتور چیزی در حدود ۷٪ راندمان راکتور در حذف COD بهبود پیدا کرد که با توجه به قابل‌قبول بودن راندمان حتی قبل از اعمال میدان، عدد قابل‌توجهی به‌حساب می‌آید. علاوه‌براین همان‌طور که مشخص است تغییر قابل‌توجهی در خروجی راکتور در دو میدان با شدت‌های مختلف مشاهده نشد.

۴-۳. تغییرات در اکسیژن محلول (DO)

غلظت اکسیژن محلول در راکتور یکی از مهم‌ترین فاکتورها در رابطه با راندمان راکتور و میزان رشد ذرات میکروبیولوژیک در لجن فعال راکتور است [۲۱]. به همین دلیل داده‌های مربوط به DO در هر یک از سه کانال راکتور بررسی شد. بعد از رسیدن راکتور به شرایط پایدار درمجموع ۵۵ روز در یک بازه ۷۰ روزه (تمام ایام به‌جز جمعه‌ها و ایام تعطیل رسمی) اقدام به اندازه‌گیری میزان DO راکتور شد. در شکل ۶ مقادیر اندازه‌گیری شده DO در هر یک از سه کانال نمایش داده شده است و زمان اعمال میدان مغناطیسی با خط عمودی نمایش داده شده است.



شکل ۶. غلظت DO در سه کانال خارجی، میانی و درونی راکتور

همان‌طور که قبلاً به آن اشاره شد، میزان اکسیژن ورودی به راکتور در هر کانال از طریق شیرهای کنترل نصب‌شده در مسیر شیلنگ‌های متصل به سنگ‌های هوادهی به‌صورت ثابت نگه داشته شد. میانگین DO در کانال خارجی ۰/۳۸ میلی‌گرم بر لیتر، در کانال میانی ۰/۹۳ میلی‌گرم بر لیتر و در کانال درونی ۲/۶۵ میلی‌گرم بر لیتر است. نکته قابل‌توجه در نتایج حاصل‌شده، افت ناگهانی میزان DO در هر سه کانال پایلوت دو روز پس از اعمال میدان مغناطیسی بود که با افزایش میزان هوادهی، میزان DO به سطح قبل بازگردانده شد. این افت DO در پایلوت نشان از افزایش رشد و سوخت‌وساز ذرات میکروبیولوژی و افزایش حجم آن‌ها در راکتور ارتبال دارد

که این مهم می‌تواند توجیهی برای افزایش راندمان حذف COD در راکتور باشد.

۵. بحث

در نتایج به‌دست‌آمده، تأثیر مثبت اعمال میدان مغناطیسی بر عملکرد راکتور در حذف COD کاملاً مشهود است. به‌منظور درک بهتر از تأثیر میدان مغناطیسی بر لجن فعال در جدول شماره ۱ نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق با چند تحقیق مشابه دیگر مقایسه شد. در تحقیق‌های مشابه نوع راکتورها متفاوت بوده ولی تمام آن‌ها از نوع لجن فعال هستند. علاوه‌براین روش ایجاد میدان مغناطیسی در این تحقیقات متفاوت است اگرچه تمام آن‌ها میدان مغناطیسی ساکن به وجود می‌آورند.

جدول ۱. مقایسه نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق با تحقیق‌های مشابه

تحقیق	لیو و همکاران [۱۴]	یائو و همکاران [۱۳]	جی و همکاران [۱۲]	نتایج این تحقیق
روش اعمال میدان مغناطیسی	افزودن پودر مغناطیسی	میدان مغناطیسی سطحی	استفاده از نانو ذرات مغناطیسی	استفاده از تعداد زیادی آهن‌ربا
نوع راکتور موردمطالعه	راکتور لجن فعال ساده	SBBR	SBR	Orbal
تغییرات در راندمان راکتور	۲٪+ حذف COD	۶٪+ حذف COD ۸٪+ حذف نیتروژن کل	۱۵٪+ حذف COD	۶٪+ حذف COD

با یک نگاه کلی به نتایج تحقیقات انجام‌شده، تأثیر چشمگیر حضور میدان مغناطیسی بر لجن فعال و افزایش راندمان حذف آلاینده‌ها، به‌وضوح قابل‌مشاهده است.

۶. نتیجه‌گیری

تجزیه بیولوژیکی فاضلاب به عوامل متعدد فرایند، مانند ترکیب فاضلاب، دما، هوادهی، رژیم جریان، زنده ماندن لجن فعال و وجود اجزای سمی مانند داروها بستگی دارد. معیارهای محدودکننده برای دفع فاضلاب به علاقه زیاد برای اجرای رژیم‌های تصفیه پیشرفته منجر می‌شود. روش‌های جدید برای بهبود فرایند تصفیه بیولوژیکی موجود نیازی به بازسازی کامل یا تغییرات اساسی فناوری تصفیه کنونی ندارد. با توجه به کاربرد اقتصادی و زیست‌محیطی تصفیه مغناطیسی به‌عنوان جایگزینی برای بهبود تجزیه بیولوژیکی فاضلاب، هزینه سرمایه آهنرباها یا مصرف برق برای کویل‌های الکترومغناطیسی باید با صرفه‌جویی در هزینه‌های عملیاتی به دلیل زمان کوتاه راه‌اندازی و کاهش برق مقایسه شود، در مطالعات آزمایشگاهی حاضر از آهنربای تخت استفاده شد که می‌تواند با کویل های مغناطیسی جایگزین شود. به‌طورکلی روش استفاده‌شده در این تحقیق در مقایسه با روش‌های مرسوم ازجمله نانوذرات در مواردی ازجمله: دسترسی راحت‌تر، شرایط نگه‌داری راحت‌تر در پایلوت، ارزان‌تر بودن و اندازه‌گیری راحت‌تر میدان برتری دارد. علاوه‌براین نانوذرات و پودرهای مغناطیسی در شرایط محیطی مختلف و همچنین در طول زمان به‌منظور پایدار ماندن شدت میدان نیاز به رسیدگی بیشتر و افزودن دوباره این مواد به لجن فعال راکتور دارند، درصورتی‌که با تجهیز کردن راکتورهای تصفیه به آهن‌رباهای قوی با میدان ثابت مانند این تحقیق برای مدت‌زمان طولانی میدان موردنظر در راکتور را برقرار می‌کنند. درحالی‌که اثرات بیولوژیکی میدان مغناطیسی قوی، بالاتر از ۱ تسلا، به‌نسبت خوب مطالعه شده است، گزارش‌های کمتری برای اثرات در میدان مغناطیسی ضعیف‌تر یافت می‌شود که شاید ناشی از نو بودن این موضوع در زمینه تأثیر میدان مغناطیسی بر عملکرد تصفیه فاضلاب است و هنوز میزان بهینه میدان مغناطیسی و به عبارتی کمترین میزان میدان برای شروع به تأثیرات بر عملکرد میکروارگانیزم‌ها یافت نشده است. با توجه به واکنش متفاوت گونه‌های مختلف میکروبی، مطالعات اولیه آزمایشگاهی برای هر مورد، برای یافتن قدرت میدان مغناطیسی کارآمد و زمان

قرار گرفتن مناسب در مورد عوامل فرایند تجزیه بیولوژیکی واقعی، بسیار مهم است. در آزمایش‌های انجام‌شده تفاوت بین راکتور معمولی اربال و راکتور با میدان مغناطیسی به‌وضوح مشاهده شد. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، پس از اعمال میدان مغناطیسی ۰/۸ میلی تسلا به راکتور، بازده حذف COD ۷٪ افزایش یافته است، همچنین در مطالعه حاضر تغییر معنی‌داری بین نتایج استفاده از میدان ۰/۸ میلی تسلا و ۱/۵ میلی تسلا مشاهده نشد. ازنظر کاربرد فناوری در سطح نیمه‌صنعتی، تحریک دوره‌ای لجن فعال را می‌توان با گردش مجدد از طریق یک ستون جداگانه که به‌وسیلهٔ یک سیم‌پیچ الکترومغناطیسی احاطه شده است، ایجاد کرد. ایده دیگر، پرورش میکروارگانیسم های هدف روی حامل‌های بیوفیلم متحرک در یک بیوراکتور جداگانه در نمایش میدان مغناطیسی مداوم، بدون نیاز به تغییرات ساختاری در تصفیه‌خانه است. این یافته‌ها زمینه‌های تحقیقاتی امیدوارکننده‌ای را، با تمرکز ویژه بر تأثیر میدان مغناطیسی بر فعالیت آنزیمی و زنده ماندن میکروارگانیسم‌های هدف که قادر به حذف آلاینده‌های صنعتی خاص قبل از دفع پساب هستند، باز می‌کند.

سپاسگزاری

با تشکر از مدیریت آزمایشگاه دانشکده محیط‌زیست دانشگاه علوم تحقیقات که با در اختیار گذاشتن پایلوت و دیگر وسایل مربوطه برای آنالیز عملکرد پایلوت، در به ثمر رسیدن این تحقیق کمک نمودند.

مراجع

[1] Metcalf, Eddy. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. 4th edition. New York: McGraw-Hill; 2003.

[2] Hao X, Doddema HJ, van Groenestijn JW. Conditions and mechanisms affecting simultaneous nitrification and denitrification in a Pasveer oxidation ditch. Bioresource Technology.1997; 59:207–215.

[3] Park HD, Regan JM, Noguera DR. Molecular analysis of ammonia-oxidizing bacterial populations in aerated-anoxic Orbal processes. Water Science and Technology. 2002; 46:273–280.

[4] Daigger G, Littleton H. Mechanism for Simultaneous Nitrification / Denitrification and Biological Phosphorus Removal in Orbal Oxidation Ditch es and Their Full-Scale Application. 2001; Corpus ID: 33875542.

[5] Drew RJ, Greeff AM. Nitrogen elimination by rapid alternation of aerobic/ “anoxic” conditions in “Orbal” activated sludge plants. Water Resources.1973; 7(8): 1183-94.

[6] Burrows L, West JR, Forster CF, Martin A. Mixing studies in an Orbal Activated Sludge System. Water SA 2001; 27(1): 79-84.

[7] Zhou X, Guo X, Han Y, Liu J, Ren J., Wang Yu., Guo Y. Enhancing nitrogen removal in an Orbal Oxidation Ditch by optimization of oxygen supply: practice in a full-scale municipal wastewater treatment plant. Bioprocess and Biosystems Engineering. 2012; 35:1097–1105.

[8] Yong Q, Chi Zh, Bing L, Ji L, Xiaoyuan Zh, Yanchen L, Peng L Xia, H. Optimal Surface Aeration Control in Full-Scale Oxidation Ditches through Energy Consumption Analysis. Water.2018; 10(7): 945-52.

[9] Wang X, Chen T, Jin P, Zhang A, Gao Ch, Qi X, Zhang Y. Enhanced total nitrogen removal performance in a full scale Orbal Oxidation Ditch by a novel step aeration mode. Bioresource technology. 2019; 294(2): 122228.

[10] Wang X, Gao Ch, Jin P, Zhang Y, Xie Y, Chen T, Zhang A. Nitrogen removal performance and bacterial community in a full-scale modified Orbal Oxidation Ditch with internal nitrate recycle and bio carriers. Journal of Water Process Engineering.2020; 40:101791.

[11] Coco K, Agbewornu D, Adyel T, Zhai J. Optimizing nitrogen removal in a hybrid oxidation ditch. Journal of Environmental and Chemical Engineering 2021; 9(4).

[12] Ji Y, Wanga Y, Sun J, Yan T, Li J, Zhao T, Yin X, Sun, Ch. Enhancement of biological treatment of wastewater by magnetic field. Bioresource Technology. 2010; 101:8535–40.

[13] Yao C, Lei HY, Yu Q, Li SP, Li HL, Chen K, Zhang XH. Application of magnetic enhanced bio-effect on nitrification: a comparative study of magnetic and non-magnetic carriers. Water Science and Technology. 2013; 6:1280-87.

[14] Liu ZM, Liang Z, Wu SG, Liu F. Treatment of municipal wastewater by a magnetic activated sludge device. Journal of Desalination and Water Treatment. 2015; 53:909-18.

[15] Liu Y, Li J, Guo W, Ngo HH, Hu J, Gao MT. Use of magnetic powder to effectively improve the performance of sequencing batch reactors (SBRs) in municipal wastewater treatment. Bioresource Technology 2017; 148:135-9.

[۱۶] سید مظفری آرش. بررسی عملکرد سیستم لجن فعال به روش اربال [پایان‌نامه کارشناسی ارشد]. تهران: دانشگاه علوم تحقیقات؛ ۱۳۸۵.

[۱۷] اسددخت علیرضا. تصفیه فاضلاب‌های با بار آلی بالا توسط سیستم لجن فعال اوربال [پایان‌نامه کارشناسی ارشد]. تهران: دانشگاه آزاد واحدعلوم تحقیقات؛ ۱۳۹۲.

[18] Gao SY, Peng YZ, Wang SY, Yan J. Novel strategy of nitrogen removal from domestic wastewater using pilot Orbal Oxidation Ditch. Res. Environmental Science. 2006; 18(5):833-39.

[19] Zilles JL, Peccia J, Noguera DR. Microbiology of Enhanced Biological Phosphorus Removal in Aerated—Anoxic Orbal Processes. Water Environment Research. 2002; 74: 428-36.

[20] Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23th edition. Washington DC, USA: Water Works Association; 2017.

پی‌نوشت

1. orbal
2. chemical oxygen demand
3. completely mixed activated sludge system
4. dissolved oxygen
5. Sequencing batch biofilm reactor
6. Sequencing batch reactor