مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره دوم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۸۸، صفحات ۲۸۴ تا ۲۹۵

بررسی کارایی راکتور بافلدار بی هوازی اصلاح شده MABR در حذف نیتروژن از فاضلاب

مهدی اشراقی[۱]، بیتا آیتی[۲]، حسین گنجی دوست[۳]

نویسنده مسئول: تهران، تقاطع بزرگراه چمران و آل احمد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی و مهندسی *ayati_bi@modares.ac.ir*

دریافت: ۸۸/۰۶/۱۹ پذیرش: ۸۸/۰۹/۱۷

چکیده

زمینه و هدف: *ترکیبات نیتروژن در فاضلاب عمدتا به چهار صورت آلی، آمونیاکی، نیترات و نیتریت می باشند. غلظت نیتروژن کل در فاضلاب شهری معمولا در محدوده ۲۵ تا ۴۵ میلی گرم در لیتر بر حسب نیتروژن قرار دارد که مهم ترین مشکل در مورد با آن، میزان تمایل اکسیژن خواهی و اثرات بهداشتی آن است. راکتور بافلدار غیر هوازی، سیستمی است که در آن ردیف هایی از بافل ها برای هدایت جریان فاضلاب وجود دارند.*

روش بررسی: *در این تحقیق ۹ ماهه، جهت انجام نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون هم‌زمان، از یک راکتور بافلدار بی هوازی اصلاح شده به ابعاد ۱۵×۳۰×۱۰۴ سانتی‌متر و حجم مفید ۱۵ لیتر با هشت بخش استفاده گردید که در بافل هفتم اقدام به هوادهی شد تا طی آن آمونیاک در یک محیط هوازی به نیتریت و نیترات اکسید گردد.*

یافته ها: *دنیتریفیکاسیون تقریبا به طور کامل در دو بخش ابتدایی راکتور بافلدار بی هوازی و به ترتیب با راندمان ۶۰ تا ۸۴ درصد حذف نیتروژن نیتراتی تا بخش چهارم اتفاق افتاد. هم‌چنین حذف بار نیتروژن ورودی در شرایط ورود شوک بار نیتروژن (۴ برابر میزان آخرین غلظت نیتروژن ورودی به راکتور) پس از گذشت یازده روز به شرایط اولیه بازگشت. جهت بررسی و پردازش اطلاعات دریافت شده در طی تحقیق، از روش شبکه عصبی مصنوعی نیز استفاده گردید به طوری که میزان خطای مشاهده شده در ۱۰ مورد آزمایش فرضی کمتر از ۱۵ درصد بود.*

نتیجه گیری: *راکتور بافلدار بی هوازی تا غلظت ورودی ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر قابلیت رساندن غلظت نیتروژن نیتراتی موجود در فاضلاب به حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران (۵۰ میلی گرم بر لیتر برحسب نیترات و ۱۰ میلی گرم بر لیتر برحسب نیتروژن) را دارا می باشد.*

واژگان کلیدی: نیتریفیکاسیون، دنیتریفیکاسیون، راکتور بافلدار بی هوازی اصلاح شده(MABR)

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس
۲- دکترای محیط زیست، استادیار دانشکده محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس
۳- دکترای محیط زیست، استاد دانشکده محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

نیتروژن به چهار صورت، آمونیاکی، آلی (پروتیین ها، اوره و ...)، نیتریتی و نیتراتی در فاضلاب یافت می شود. غلظت نیتروژن کل در فاضلاب خام در محدوده ۲۰ تا ۸۵ میلی گرم در لیتر متفاوت است که ۶۰ درصد به صورت نیتروژن آلی، نزدیک به ۴۰ درصد به شکل نیتروژن آمونیاکی و کم‌تر از ۱ درصد در اشکال نیترات و نیتریت می باشد (۱). نیتروژن از دو طریق طبیعی یا مصنوعی وارد محیط زیست آبی می گردد. منابع طبیعی شامل نزولات جوی، غبارات هوا و رواناب‌های غیر شهری (آب تجمع یافته در شاخ و برگ درختان در مواقع بارندگی که به آن برگاب اطلاق می گردد و بعد از رسیدن به زمین به صورت رواناب جریان می یابد) می‌باشد و منابع مصنوعی از فعالیت های انسانی ناشی شده و شامل رواناب‌های شهری، فاضلاب های خانگی، زهاب های کشاورزی (ناشی از مصرف کودهای ازته)، پساب های صنعتی و شیرابه مراکز دفن زباله است (۲). مشکل اصلی در مورد حضور ترکیبات نیتروژن‌دار در فاضلاب تخلیه شده به محیط، مصرف اکسیژن محلول آب است که برای اکوسیستم آبی و زندگی آبزیان خطرات زیادی را ایجاد می نماید. همچنین نیترات و نیتریت در قسمت های ابتدایی روده کوچک به سرعت جذب و پس از ورود به خون منجر به تبدیل هموگلوبین به متهموگلوبین می‌شود. توانایی عبور نیترات از جفت و تشکیل مقادیر کشنده متهموگلوبین در جنین موش های صحرایی به اثبات رسیده است. علاوه بر آن در معده بر اثر واکنش نیتریت با سایر ترکیبات پایدار نیتروژن مانند آمین و آمیدهای نوع دوم و سوم موجود در مواد غذایی، ترکیبات نیتروزآمین ایجاد می‌شود (۳). لذا طی ۷۰ سال گذشته فرایندهای مختلفی از جمله نیتریفیکاسیون، دنیتریفیکاسیون، نوار هوا، نقطه شکست کلر و تبادل یونی در حذف نیتروژن از آب و فاضلاب به کار گرفته شده اند. این روش ها دارای هزینه بالایی بوده، نیازمند افزودن مواد شیمیایی هستند و ممکن است تولید ترکیبات سمی نمایند که به همین دلیل کاربرد روش های تصفیه بیولوژیکی مطرح می شود.

طراحی راکتور بافل‌دار بی‌هوازی(Anaerobic Baffled Reactor) از سال ۱۹۸۰ توسعه یافت که چندین مزیت بر سیستم‌های دیگر شامل سازگاری بهتر با شوک های آلی و هیدرولیکی، زمان ماند میکربی زیادتر، تولید لجن کم تر و قابلیت جداسازی فازهای متفاوت دارد. مزیت اخیر باعث تغییر مکان در جمعیت های میکربی می‌شود که حفاظت در مقابل مواد سمی و مقاومت در مقابل تغییر شرایط زیست محیطی مانند pH و دما را افزایش می‌دهد (۱). ساختار فیزیکی این راکتور امکان اصلاحات مهمی همانند افزودن یک مرحله هوازی تکمیلی را می‌دهد که در نتیجه قابلیت تصفیه فاضلاب‌های سخت که به طور مرسوم نیاز به چندین واحد برای حذف دارند افزایش می یابد و سرانجام کاهش قابل ملاحظه‌ای در هزینه‌های سرمایه‌گذاری صورت می‌گیرد (۴). در سال ۱۹۸۱، بافل های عمودی جهت تصفیه فاضلاب حاوی درصد بالای جامدات به راکتور اضافه شدند تا توانایی راکتور در حفظ جمعیت بالای متانوژن های کند رشد افزایش یابد. در یک نرخ ثابت از بارگذاری اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، که($۱/۶Kg/m^3.d$)(COD) باایجاد این بافل ها میزان تولید گاز متان از ۳۰ به بیش از ۵۵ درصد افزایش یافته است (نرخ تولید گاز متان در این حالت برابر با$۰/۳۴\ m^3/KgVSS$ بوده است) (۱). در ادامه برخی تحقیقات صورت گرفته در رابطه با حذف نیتروژن و کاربرد راکتور بافلدار بی‌هوازی ارایه شده است:

Shaowei و همکاران حذف هم‌زمان نیتروژن وCOD با استفاده از راکتور بیوفیلم غشا کربنی هوادهی شده را بررسی کردند. این راکتور در زمان ماند هیدرولیکی ۲۰ ساعت مورد استفاده قرار گرفت و حتی در زمان های ماند کوتاه تر تا ۱۲ ساعت نیز به خوبی کار نمود. راندمان های حذف COD، نیتروژن آمونیاکی(NH_4^+-N) و نیتروژن کل (TN) به ترتیب به ۸۶ ، ۹۴ و ۸۴ درصد رسید (۵).

Aslan و Dahab در مطالعه ای نیترات سازی و نیترات زدایی فاضلاب حاوی آمونیاک با استفاده از راکتورهای بیوفیلمی با

Archive of SID
www.SID.ir

بستر سیال شده را انجام دادند. متوسط راندمان حذف نیتروژن آمونیاکی در نرخ بارگـذاری ۰/۹ و ۱/۲ $kgNH_4\text{-}N/m^3.d$ به ترتیب برابر ۹۹/۲ و ۹۰/۱ درصد بود. همچنین غلظت $NO_x\text{-}N$ $(NO_2\text{-}N+NO_3\text{-}N)$ در محدوده ۳۳۰ -۲۲۷ میلی گرم بر لیتر بر حسـب نیتروژن تنظیم (نـرخ بارگذاری نیتروژن $kg/m^3.d$ ۰/۴-۰/۰۸) و دبـی فاضلاب ورودی بـه اندازه ای که راندمان حذف نیتروژن به نزدیکی ۹۰٪ برسد، افزایش داده شد. در نرخ بارگـذاری $kg/m^3.d$ ۰/۰۸، غلظت نیتروژن نیتراتی و نیتریتی در فاضلاب خروجی به ترتیب برابر ۳ و ۰/۹ میلی گرم برلیتر بود. در راکتور بیوفیلم با بسـتر سـیال شـده نیترات ساز و در کم‌ترین میـزان نرخ بارگذاری نیتـروژن، راندمان حذف ۹۸٪ برای $NO_x\text{-}N$ به دسـت آمد. در هر دو راکتور ودر دمای ۱∓۲۱ درجه سـانتی گراد راندمان حـذف نیتروژن کل بیشـتر از ۹۳٪ بود (۶).

در تحقیق Morita و همکاران از یک بیوراکتور ۳۰ محفظه‌ای جهـت حـذف نیتـروژن از فاضـلاب تولیـدی از قسـمت گوگردزدایـی و حاوی آمونیاک یک نیروگاه حرارتی اسـتفاده شـد. راندمان حذف نیتروژن کل ورودی و اتانول تزریق شده جهت نیترات زدایی به سیستم به ترتیب ۹۵ و ۹۸/۴ درصد بود و غلظـت نیتروژن کل در خروجی بـه کمتر از ۹ میلی گرم بر لیتر رسید (۷).

در تحقیق پاکزاد شهابی در رابطه با نقش پلیمر طبیعی کیتوزان در افزایش سـرعت گرانولسـازی در ABR در راکتور شاهد، ابتـدا در بـار آلـی $kg/m^3.d$ ۱/۳۳ (COD = ۴۰۰۰ mg/L) حذف ۶۵ درصد مشـاهده شـد که با افزایش آن تا $kg/m^3.d$ ۵ (COD = ۱۵۰۰۰ mg/L) سـیر صعـودی تـا ۸۳ درصد ادامه یافت. در راکتور حاوی پلیمر کیتوزان، در بار آلی $g/m^3.d$ ۱/۳۳ (COD = ۴۰۰۰ mg/L) درصد حذف ۶۵ مشاهده شد که با افزایش بارآلی تا $kg/m^3.d$ ۶ (COD = ۱۸۰۰۰ mg/L) بهبود حذف تا ۹۶ درصد در سیسـتم حاصل گردید. هر یک از ۴ محفظـه درون راکتورها در حذف COD روند یکسـانی در میزان مشـارکت داشـتند به طوری که حدود ۶۰-۴۰٪ حذف در محفظـه اول، ۵۰-۳۰٪ حذف در محفظه دوم ،۴-۳٪ حذف در محفظه سـوم و ۳-۱٪ حذف در محفظـه چهارم در هر دو راکتور مشـاهده شـد. در راکتور حاوی پلیمر کیتوزان در زمان ماند هیدرولیکی ۲۴، ۴۸و ۷۲ ساعت به ترتیب میانگین حذف COD برابـر ۸۶/۹، ۹۳/۸ و۹۴/۶ درصـد و در راکتور شـاهد ۷۴/۳، ۸۰/۸ و ۸۱ درصد حاصل شد (۸).

چاوشـا و همکارانش عملکرد راکتور ABBR را در تصفیه فاضـلاب مصنوعی تهیه شـده از ملاس مورد بررسـی قرار دادنـد. در این تحقیق در زمان ماند هیدرولیکی ۱۶ سـاعت تاثیـر افزایش بار آلی در راندمان حذف بررسـی گردید. با افزایـش بار آلی از ۴/۵ بـه ۹، کاهش راندمان حذف از ۹۱ به ۸۸ مشاهده شـد. هم‌چنین بررسی زمان ماند هیدرولیکی نشـان داد با کاهش زیـاد در زمان ماند، کارایـی راکتور به دلیل کاهش زمان تماس بین زیست توده و فاضلاب کاهش می‌یابـد(۹).

بـا توجه بـه نتایج حاصـل از قابلیت خوب سیسـتم راکتور بافـل‌دار در تصفیـه فاضلاب هـای گوناگون، هـدف از این تحقیق بررسی قابلیت و کارایی آن در مقیاس آزمایشگاهی در حذف نیتروژن اسـت که در انتها نیز جهت پردازش داده‌های دریافت شـده، اقدام به بررسـی رابطه احتمالـی موجود بین اطلاعـات دریافت شـده در طی تحقیق با اسـتفاده از روش شـبکه‌عصبی گردید.

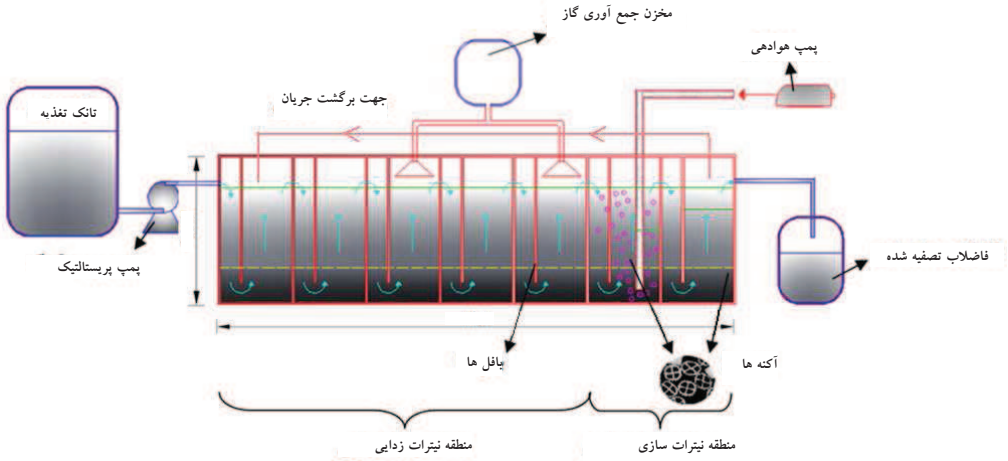
مواد و روش ها

در این تحقیق پس از انجام مطالعات کتابخانه ای، راکتوری به حجم کلی ۲۰ لیتر شامل ۸ بخش هم اندازه که به وسیله بافل‌های عمودی از یکدیگر جدا شده بود، ساخته شد (شکل ۱).

جهـت راه اندازی سیسـتم پس از انتقال لجن فعال برگشـتی تصفیه خانه فاضلاب شهرک اکباتان با افزودن مواد مغذی مورد نیـاز به منظور رشـد باکتری های بی هوازی و تامین نسـبت COD/N/P معادل ۳۵۰/۵/۱ به آن فرصت داده شـد تا میزان غلظـت مواد جامد معلق بـه حد ۶-۴ گرم بر لیتر برسـد. در

Archive of SID
www.SID.ir

این مدت به صورت روزانه پارامترهای میزان اکسیژن محلول، قلیاییت و pH کنترل شدند. بعد از بی هوازی شدن لجن، به میزان ۸ لیتر (تقریبا یک سوم حجم کلی راکتور) از آن به درون راکتور منتقل و مابقی حجم توسط محلول گلوکز با mg/L ۵۰۰۰ میلی گرم بر لیتر افزایش یافت و طبق مطالعات انجام گرفته، میزان نسبت C/N بهینه برابر ۱۰ انتخاب گردید. جهت تامین نیتروژن نیتراتی از نیترات سدیم به صورت پودر و جهت



شکل ۱: شماتیک سیستم مورد استفاده در تحقیق و بخش های مختلف آن

COD = ۵۰۰ پر گردید. مواد ریز مغذی مورد استفاده شامل کلرید کلسیم (۷/۳۴ g/L)، کلرید کبالت (۰/۵ گرم بر لیتر)، کلرید منگنز (۲/۵ گرم بر لیتر)، سولفات آهن (۵ گرم بر لیتر)، سولفات منیزیم (۰/۱ گرم بر لیتر)، سولفات مس (۰/۲ گرم بر لیتر) و سولفات روی (۲/۲ گرم بر لیتر) بودند.

در راکتور اصلاح شده ABR جهت داشتن محیط هوازی به منظور رشد باکتری های نیتریفایر در بخش هفتم راکتور اقدام به هوادهی شد و به میزان ۳۵ درصد حجم آن از آکنه‌های kaldnes جهت افزایش سطح جهت رشد چسبیده میکروارگانیسم ها استفاده گردید. مشخصات حامل های بیوفیلم در جدول ۱ آمده است. هم‌چنین جهت احیا نیترات و نیتریت تولید شده در بخش هوازی، جریان با نسبت ۲۰۰٪ به بخش بی هوازی برگشت داده شد. نکته قابل ذکر این که زمان ماند هیدرولیکی استفاده شده در این تحقیق ۴۸ ساعت بود. بعد از گذشت ۲ هفته از راه اندازی راکتور که میزان تغییرات pH و راندمان حذف COD تقریبا ثابت شد، میزان بار ورودی به راکتور به مرور افزایش یافت. میزان COD ورودی به راکتور از ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر شروع و بعد از مدت ۲۰۰ روز، به تامین نیتروژن آمونیاکی از آمونیاک مایع ۹۶٪ با نسبت ۱۰ به ۱ آمونیاک به نیترات سدیم استفاده گردید. به موازات میزان نیتروژن ورودی به راکتور از mg/L ۲۰ آغاز و به ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر افزایش یافت (شکل ۲). تمامی آزمایش‌ها انجام شده طبق دستورالعمل کتاب روش‌های استاندارد آزمایش‌ها آب و فاضلاب بوده است (۱۰).

در هر مرحله افزایش بار، پارامترهای MLSS (روش D۲۵۴۰)، MLVSS (روش E۲۵۴۰)، BOD و COD نیز اندازه گیری شد که نسبت های MLVSS/MLSS و COD/BOD_5 به ترتیب در محدوده ۰/۷۴ تا ۰/۷۹ و ۰/۷ تا ۰/۸ قرار داشت.

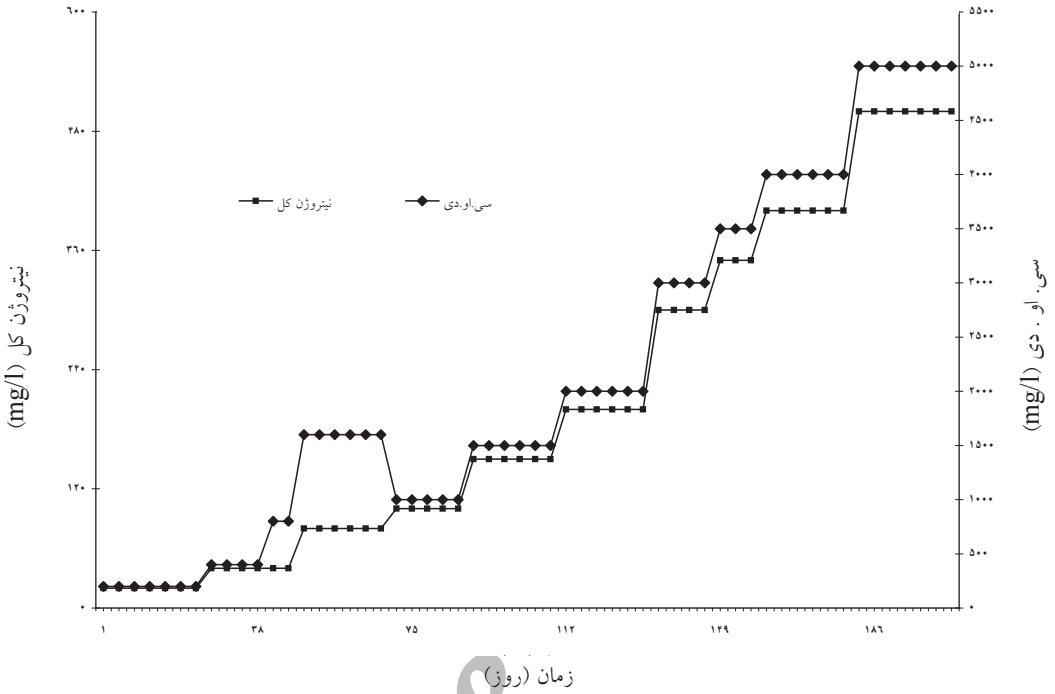
جدول ۱: مشخصات حامل های بیوفیلمی مورد استفاده

پارامتر	مقدار
قطر اسمی (mm)	۹/۱
طول اسمی (mm)	۷/۲
چگالی (kg/m^3)	۱۵۰
سطح ویژه رشد بیوفیلم (m^2/m^3)	۵۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

اسپکتروفتومتر ساخت شرکت Hach، مدل DR۴۰۰۰ جهت سنجش و اندازه گیری یون های نیترات و نیتریت به ترتیب با شماره‌های ۸۰۳۹ و ۸۱۵۳ با برنامه های ۲۵۳۰ و ۲۶۰۰، توزین مواد شیمیایی مصرفی، بوته‌های چینی و کاغذهای صافی از جمله تجهیزات و دستگاه های آزمایشگاهی مورد استفاده در طی تحقیق بودند. جهت تشخیص میکروارگانیسم‌های موجود



شکل ۲: نحوه افزایش بار آلی و بار نیتروژن در طی تحقیق

اسپکتروفتومتر ساخت شرکت Perkin Elmer مدل Lambda EZ ۱۵۰ دیجیتالی جهت تعیین میزان جذب و COD و طیف جذبی آلاینده ها و میزان غلظت، COD راکتور ساخت شرکت Hach با ۱۶ جا لوله‌ای جهت اندازه‌گیری COD به روش ۵۲۲۰ B، pH متر ساخت شرکت Metrohm با الکترود دیجیتالی، BOD متر ساخت شرکت WTW مدل Oxi Top از نوع مانومتریک با قابلیت اندازه‌گیری هم زمان ۱۲ نمونه BOD به روش B۵۲۱۰ ، اندازه گیری اکسیژن محلول توسط DO متر ساخت شرکت Crison مدل OXI۴۵، سانتریفوژ ساخت شرکت Sigma به منظور جداسازی ذرات معلق و کلوییدی از محلول، میکروسکوپ نوری دو چشمی ساخت شرکت Zeiss با بزرگ نمایی حداکثر ۱۰۰۰ برابر و ترازو ساخت شرکت Sartorius با دقت ۰/۰۰۱ گرم با حداکثر وزن قابل اندازه‌گیری ۱۶۰ گرم جهت در راکتور بعد از کشت دادن آنها نیز از روش تست سریع استفاده گردید.

در انتها نیز جهت پردازش داده ها، اقدام به بررسی رابطه احتمالی موجود در بین اطلاعات حاصل از آزمایشات تحقیق شد. جهت بررسی و پردازش داده های عددی روش های متفاوتی وجود دارد و از آن جمله می توان به شبکه های عصبی مصنوعی، منطق فازی و الگوریتم ژنتیک اشاره نمود که در این تحقیق از روش اول استفاده گردید.

یافته ها

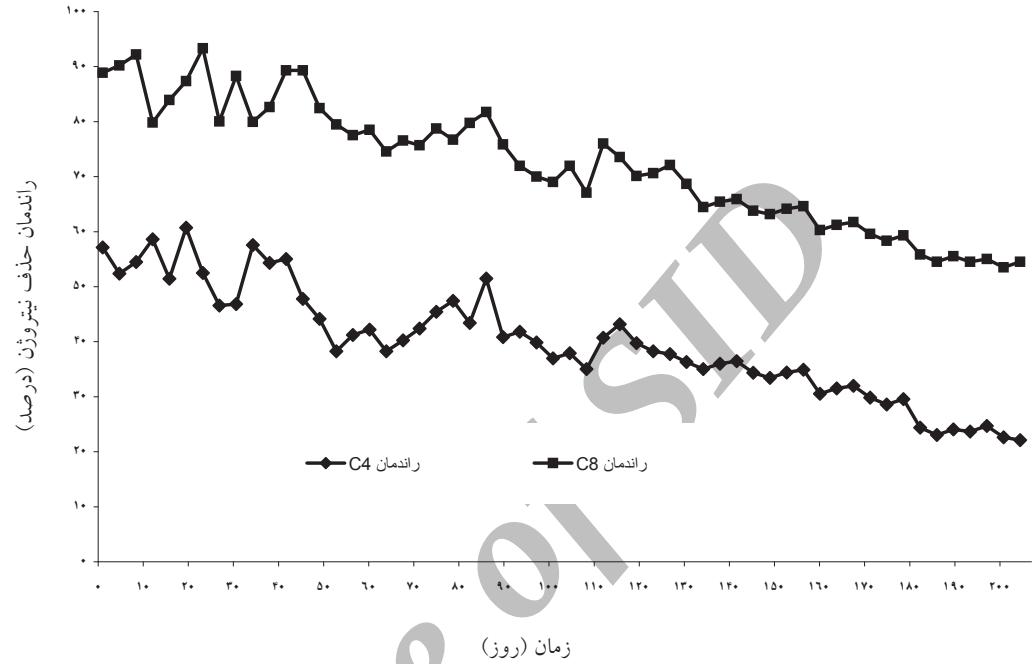
تاثیر افزایش بار آلی

در ابتدا در بار نیتروژن $kg/m^3.d$ ۰/۰۱ و بار آلی $kg/m^3.d$ ۰/۱ متوسط حذف ۸۴ درصد مشاهده شد. نتایج حاصل از این شرایط دارای تغییرات زیادی بود به گونه ای که بیشترین راندمان حذف در

Archive
www.SID.ir

روز ۲۳ به میزان ۹۱ درصد مشاهده شد. پس از آن درصد حذف با شیب کمی کاهش یافت به گونه ای که در انتهای روز ۸۶ راندمان حذف ۸۱٪ حاصل شـد و این روند نزولی با شیبی ملایم و تقریبا یکنواخت تا روز ۲۰۰ ادامه یافت (شکل ۳).

نیتـروژن ورودی باعث افزایش فعالیـت باکتری‌های نیتریفایر (۱۱) و دنیتریفایـر (۱۲) و در نتیجه افزایش موقتی حذف TN می گردد. در ضمن بیشـتر حذف تا در محفظه های اول اتفاق افتاده که طبق نتایج تحقیقات دیگر معمولا اختلاف راندمان در



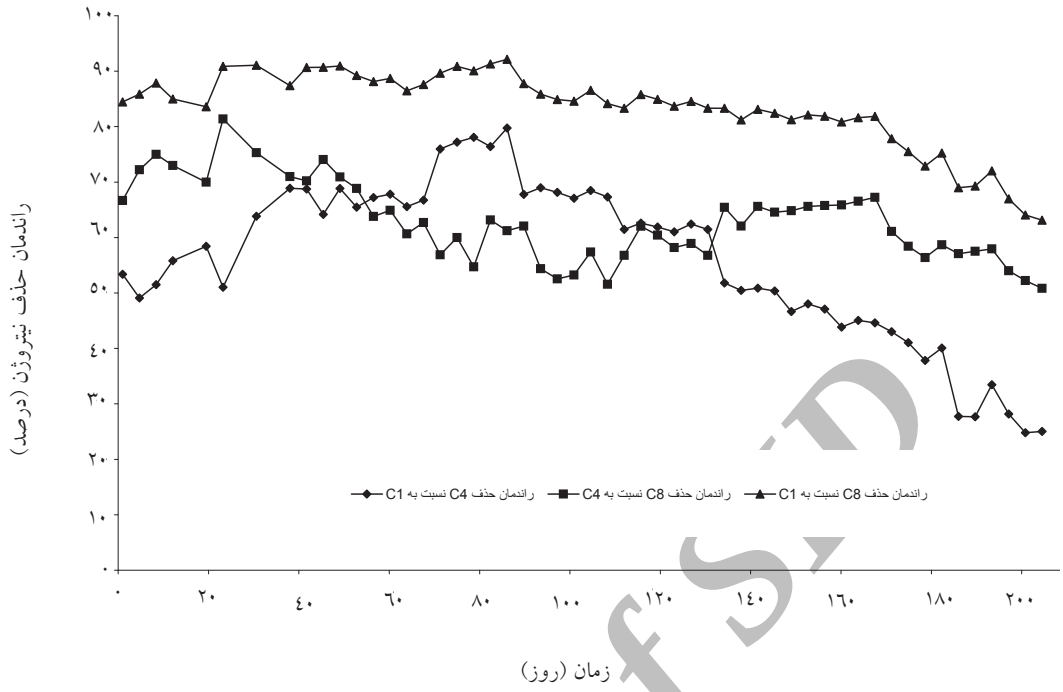
شکل ۳: مقایسه راندمان حذف نیتروژن نیتراتی در غلظت های مختلف راکتور

راندمان حذف در محفظه‌های راکتور

در هر بارگذاری پس از پایدار شـدن سیستم، درصد مشارکت هر یک از محفظه های اول (C۱)، چهارم (C۴) و هشتم (C۸) راکتور مورد بررسـی قرارگرفت که نتایج آن در شـکل ۴ ارایه شده اسـت. همان گونه که ملاحظه می شـود، راندمان حذف منطقه بی هوازی راکتور (راندمان حذف C۴ نسـبت به C۱ در محـدوده میانی و از روز ۵۰ تـا ۱۳۰) از میزان راندمان حذف منطقه هوازی (راندمان حذف C۸ نسـبت به C۴) بیشـتر شده که دلیل آن می تواند کاهش میزان نیترات تولید شده در منطقه هوازی باشد که با برگشت به منطقه بی هوازی به گاز نیتروژن احیا می گردد و لذا میزان راندمان حذف در این منطقه افزایش می یابد. همچنین مشـاهده می شود که مقادیر حذف نیتروژن پـس از هر مرحله افزایش بـار ورودی، کمی افزایش و مجددا کاهش می یابد تا به مقدار پایداری برسـد زیرا افزایش غلظت محفظه‌های اول بیشـتر بـوده و در محفظه‌هـای انتهایی تعدیل می‌شود که یکی از مزایای چند قسمتی بودن این راکتور اسـت (۴). She نیز در بررسی مشارکت محفظه های راکتور بافل‌دار بی‌هوازی در حذف COD به نتایج مشـابهی رسـیده اسـت به طوری که بیشـترین حذف در دو راکتور ۹۰ لیتری ۴ محفظه‌های در دو بخش اول مشاهده شده است (۱۳).

خباز نیز در بررسی عملکرد راکتور ۵ محفظه ای به ۶۵٪ بیشترین راندمان حذف COD (حدود ۸۶٪) در محفظه اول دست یافته است (۱۴) این مشاهدات دلیلی بر دو فازی بودن سیستم می‌باشد. فعالیت هیدرولیز و اسیدسازی در محفظه اولی بیشترین مقدار را دارد و در محفظه های دیگر تقریبا ثابت است. فعالیت متان زایی در اتاقک های میانی زیاد و در اتاقک آخری کاهش می‌یابد و فاز متانزایی که کندترین مرحله هضم

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۴: میزان راندمان حذف محفظه های مختلف راکتور نسبت به یکدیگر

است، محدودکننده سرعت واکنش در سیستم های بی‌هوازی است (۹). مقادیر متوسط راندمان حذف نیتروژن بر حسب نیترات در شکل ۵ نشان داده شده است.

مطابق قوانین آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، استاندارد غلظت نیتروژن در آب های آشامیدنی ۴۵ میلی گرم بر لیتر (بر حسب نیترات) و مطابق مصوبات سازمان حفاظت محیط زیست

شکل ۵: متوسط راندمان حذف نیتروژن در غلظت های متفاوت نیتروژن ورودی به راکتور

Archive of SID
www.SID.ir

ایران این میزان ۵۰ میلی گرم بر لیتر (برحسب نیترات) و ۱۰میلی گرم بر لیتر (برحسب نیتروژن) می باشد. با توجه به شکل ملاحظه می گردد که تا غلظت ورودی ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر، غلظت نیتروژن نیتراتی باقی مانده در پساب تصفیه شده توسط سیستم کم‌تر از حد استاندارد بوده و این راکتور قابلیت رساندن غلظت نیتروژن نیتراتی موجود در فاضلاب به حد استاندارد را دارا می باشد.

اثر شوک بار آلی در کارایی سیستم

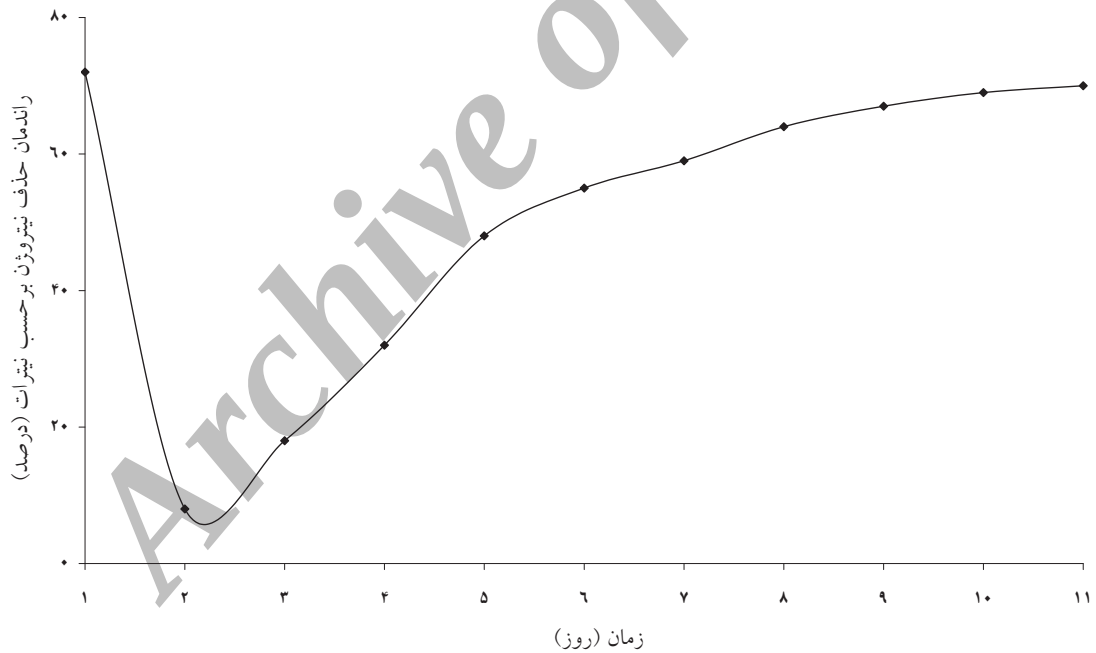
در ادامه تحقیق، اثر اعمال شوک با TN ورودی معادل ۲۰۰۰ میلی گرم بر لیتر (بیش از چهار برابر مقدار آخرین بار ورودی به سیستم) بررسی شد. همان طور که در شکل ۶ ملاحظه می گردد، راندمان حذف نیتروژن ورودی پس از ۱۱ روز به میزان قبل از اعمال شوک بازگشت که بیانگر قابلیت خوب شوک‌پذیری سیستم است.

نیتروزوکوکوس و نیتروزوسپیرا و اکسیدکننده های نیتریت متعلق به جنس های نیتروباکتر، نیتروسپیرا و یا نیتروکوکوس بودند.

با توجه به تست های بیوشیمیایی انجام شده کلیه باکتری‌های دنیتریفایر گرم منفی بوده و بیانگر جداسازی یک نوع پسودوموناس و سایر باکتری هایی نیتریفایر از نوع گرم مثبت بودند.

نتایج حاصل از کاربرد شبکه عصبی

با استفاده از ۸۰٪ اطلاعات بدست آمده در طی تحقیق، شبکه آموزش داده شد که با استفاده از آن، مابقی اطلاعات دریافت شده در طی دوره، پردازش و میزان راندمان حذف نیتروژن پیش‌بینی شد (جهت اطمینان از صحت نتایج، اطلاعات ورودی به شبکه کلا به صورت تصادفی انتخاب شدند). مقادیر راندمان حذف به دست آمده از شبکه با مقادیر مشاهده شده در طی



شکل ۶: راندمان حذف TN پس از اعمال شوک

نتایج حاصل از تست های بیوشیمیایی

نتایج حاصل از انجام تست های افتراقی جهت تشخیص باکتری‌های جدا شده از محیط کشت، بیانگر وجود باکتری‌های اکسیدکننده آمونیاک متعلق به جنس های نیتروزوموناس،

دوره مقایسه گردیدند که نتایج در شکل ۷ نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می شود، میزان خطا در ۸ مورد آزمایش فرضی، کمتر از ۱۵ درصد است.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲ : مقایسه نتایج تحقیق حاضر و تحقیقات مشابه

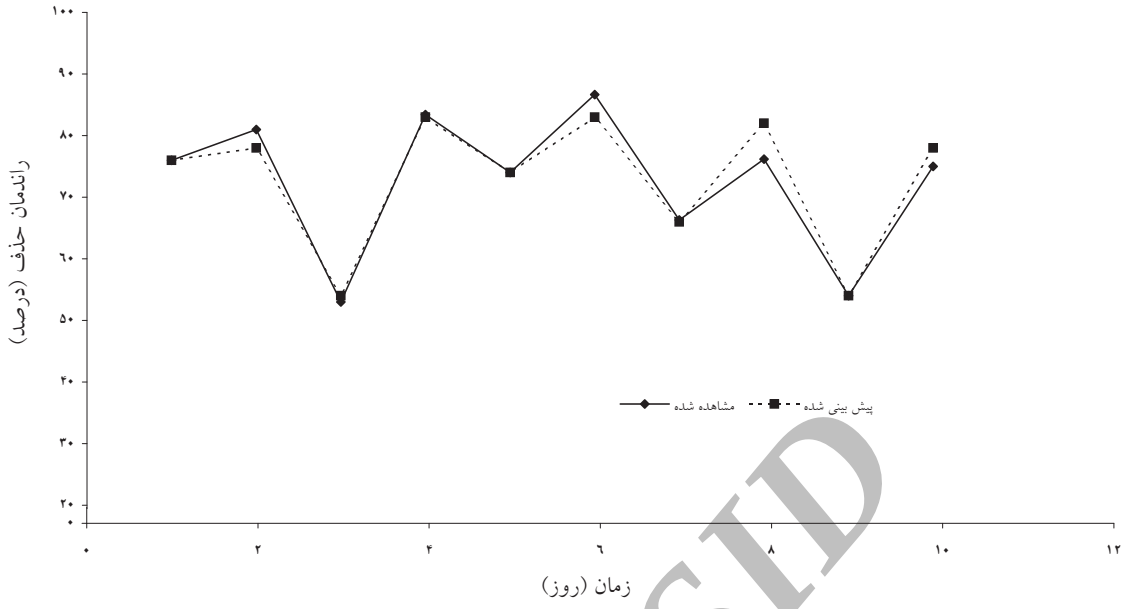
مرجع	نوع فاضلاب	نوع راکتور	زمان ماند (ساعت)	نیتروژن ورودی	بیشترین راندمان حذف (درصد)
(۲)	شهری	liquid–solid circulating fluidized bed bioreactor (LSCFB)	۰/۰۸۱-۰/۳۹۵	۰/۵۴ kg N/m^3.d	۷۰ ± ۱۱(TN)
(۵)	گلوکز و کلرید آمونیوم	carbon-membrane aerated biofilm reactor (CMABR)	۸-۲۰	۴۹-۱۰۲ mgN/L	۸۴(NH$_4$Cl-N),
(۶)	آمونیاک و نیترات	fluidized-bed biofilm (FBBR)	۲۰	۰/۲۵ kgN/m^3.d	۹۸(NO_x-N)
(۱۵)	گلوکز، پروتئین	anaerobic baffled reactor (ABR)	۲۰	۱۰۰۰mgNO_3/L	۸۲(NO_3-N)
(۱۶)	شهری	submerged membrane bioreactor (MBR)	-	۲۲-۴۹ mgN/L	۹۹(NH_4^+-N) ۹۰(TN)
(۱۷)	اوره	anaerobic anammox co-culture reactor (AANC)	۲۴	۰/۳۵ g $(NH_2)_2CO$–N/L.d	۱۰۰$(NH_2)_2$CO-N
تحقیق حاضر	گلوکز، نیترات سدیم و آمونیاک	anaerobic baffled reactor (ABR)	۴۸	۰/۰۲-۲kgN/m^3.d	۹۱(NO_3-N) ۸۹ (NO_2-N)

بحث و نتیجه گیری

راکتور ABR قابلیت خوبی در حذف نیتروژن از فاضلاب شهری داشته و تا غلظت ورودی ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر قادر به کاهش نیتروژن نیتراتی موجود در فاضلاب به حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران (۵۰ میلی گرم بر لیتر برحسب نیترات و ۱۰ میلی گرم بر لیتر برحسب نیتروژن) است.

جهت مقایسه، تحقیق های مشابه انجام گرفته در مورد حذف نیتروژن از فاضلاب با استفاده از راکتورهای مختلف و پارامترهای هیدرولیکی متفاوت در جدول ۲ ارایه شده است. در این جدول منظور از راندمان حذف، بیشترین میزان حذف نیتروژن بر اساس ترکیبات اشاره شده از فاضلاب ورودی است.

www.SID.ir



شکل ۷: مقایسه مقادیر راندمان حذف ارایه شده از شبکه عصبی با میزان مشاهده شده در آزمایش ها

Archive of SID

منابع

1. Halling-Sorensen B, Jorgensen SE. The removal of nitrogen compounds from wastewater, Elsevier, Amsterdam; New York, 1993
2. Chowdhury N, Nakhla G, Zhu J. Load maximization of a liquid–solid circulating fluidized bed bioreactor for nitrogen removal from synthetic municipal wastewater, Chemosphere 2008; 71: 807-815
3. Waki M, Yokoyama H, Ogino A, Suzuki K, Tanaka Y. Nitrogen removal from purified swine wastewater using biogas by semi-partitioned reactor, Bio-resource Technology 2008; 99: 5335-5340
4. Tyson A, Kerry H. Water Quality for private water systems, College of Agricultural & Environmental Sciences, 1989
5. Shaowei H, Sun C, Zhang J, Wang T. Simultaneous removal of COD and nitrogen using a novel carbon-membrane aerated biofilm reactor, Environmental Sciences 2008; 20: 142-148
6. Aslan S, Dahab M. Nitritation and denitritation of ammonium-rich wastewater using fluidized-bed biofilm reactors, Journal of Hazardous Materials 2008; 156 (1-3): 56-63
7. Morita M, Uemoto H, Watanabe A Nitrogen-removal bioreactor capable of simultaneous nitrification and denitrification for application to industrial wastewater treatment. .Biochemical

www.SID.ir

Engineering, 2008; 41 (1): 59-66
8. Pakzad Shahbi M. Role of natural polymers in increasing granulation in anaerobic baffled reactors, M.Sc. Thesis, Engineering Dept., Tarbiat Modares Univ . 2008 (in Persian).
9. Chavosha N. Evaluation of performance characteristics of anaerobic biofilm baffled reactors (ABBR) in industrial wastewater treatment, Sharif Univ. of Technology 2006 (in Persian).
10. APhA/AWWA/WEF, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Washington DC, USA, 2005
11. Yuan L, Yan-Qiu Zhang, Yi Ding, Dan-Li Xi Biological nutrient removal using an alternating of anoxic and anaerobic membrane bioreactor (AAAM) process, Desalination 2008; 221(1-3): 566-575
12. Schryver P, Verstraete W .Nitrogen removal from aquaculture pond water by heterotrophic nitrogen assimilation in lab-scale sequencing batch reactors, Bioresource Technology 2009; 100 (3): 1162- 1167
13. She Z, Zheng X. Granule development and performance in sucrose fed anaerobic baffled reactors, Journal of Biotechnology 2005; 122: 1198-1208
14. Khabaz M.S. Examination of olive wastewater treatment using sequencing ABR and ASFF, M.Sc. Thesis, Sharif Univ. of Technology 2002 (in Persian).
15. Barber W, Salvi S, Stuckey D. Characterization of soluble residual chemical oxygen demand (COD) in anaerobic wastewater treatment effluents, Water Research, 1999; 33:2510-2499
16. Xia S, Guo J, Wang R. Performance of a pilot-scale submerged membrane bioreactor (MBR) in treating bathing wastewater, Bioresource Technology 2008; 99: 6834-6843
17. Chamchoi N, Nitisoravut S, Schmidt J.E. Inactivation of ANAMMOX communities under concurrent operation of anaerobic ammonium oxidation (ANAMMOX) and denitrification. Bioresource Technology 2008; 99: 3331-3336

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation of Nitrogen Removal Efficiency from Wastewater using Modified Anaerobic Baffled Reactor (MABR)

Eshraghi M. , *Ayati B. , Ganjidoust H.
Civil Engineering Department, Environmental Engineering Division, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Received 10 September 2009; Accepted 8 December 2009

ABSTRACT

Backgrounds and Objectives: Nitrogen compounds in wastewater are mainly in four types of organic, ammonia, nitrite and nitrate. Total nitrogen concentration in municipal wastewater is usually within 25 to 45 mg/L as nitrogen. The most important problem with nitrogen is its oxygen demand and human health effect.
Materials and Methods: Anaerobic Baffled Reactor (ABR) is a system in which baffles are used to direct wastewater flow. During 9 months study, a 15 liter modified ABR (104*30*15 cm) with eight baffled compartments was used for nitrification-denitrification processes. In the seventh compartment, the wastewater was aerated to oxidize ammonia to nitrite and nitrate.
Results: Denitrification was done in the first four compartments with removal efficiency from 60 to 84 percent for nitrite and nitrate, respectively. During the shock loading study (4 times of the last influent), a sharp decrease in nitrogen removal rate was observed which was then returned to the previous efficiency after 11 days. Artificial neural network was used to evaluate and process the data in which the observed error in 10 patterns was less than 15 percent.
Conclusion: Anaerobic baffled reactor with an influent of up to 200 mg/L has capability to remove total nitrogen concentration to less than the standard level of Iranian Department of Environment of 50 mg/L as nitrate and 10 mg/L as nitrogen.

Key words: Nitrification, Denitrification, Modified Anaerobic Baffled Reactor (MABR), COD

Archive of SID

*** Corresponding Author**: *ayati_bi@modares.ac.ir*
Tel: +98 21 8288 3328, ***Fax:*** +98 21 8288 4914

www.SID.ir