

امکان سنجی حذف نیتروژن آمونیاکی از فاضلاب با استفاده از فرآیند لجن فعال واجد بستر ثابت اصلاح شده با نانو تیوبهای کربن چند لایه

رضا براتی رشوانلو^۱، عباس رضایی^{۲*}، هوشیار حسینی^۳، حمید رضا تشییعی^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

^۲ دانشیار گروه بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

^۳ دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

^۴ استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

نشانی نویسنده مسئول: تهران، بزرگراه جلال آل احمد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده پزشکی، گروه بهداشت محیط

E-mail: rezaee@modares.ac.ir

وصول: ۹۲/۱۲/۱۱، اصلاح: ۹۳/۴/۱۷، پذیرش: ۹۳/۴/۲۴

چکیده

زمینه و هدف: غلظت بالای نیترات در منابع آب آشامیدنی می تواند باعث ایجاد عوارض و بیماریهایی نظیر متهموگلوبینمیما در اطفال و مشکلات زیست محیطی مانند اتروفیکاسیون می گردد. روشهای بیولوژیکی مختلفی جهت حذف نیترات از منابع آب توسعه یافته است. هدف از این مطالعه بررسی حذف نیتروژن آمونیاکی فاضلاب با استفاده از روش تلفیقی لجن فعال و بسترهای ثابت (IFAS) اصلاح شده با نانو تیوب کربن چند لایه می باشد.

مواد و روشها: آزمایشات بصورت پیوسته و در مقیاس آزمایشگاهی با ارزیابی راندمان راکتور لجن فعال با بستر ثابت اصلاح شده با نانو تیوب کربن چند لایه صورت گرفت و تأثیر وجود نانو تیوب کربن چند لایه بر کارایی فرآیند با تغییر زمان ماند هیدرولیکی و غلظت آمونیوم ورودی بررسی شد.

یافتهها: نتایج نشان داد که وجود نانو تیوب کربن چند لایه در بستر اصلاح یافته منجر به تسریع در لجن سازی اولیه شده و همچنین منجر به افزایش حذف آمونیوم از فاضلاب های با غلظت کم (۲۵ میلی گرم بر لیتر) و متوسط (۴۰ میلی گرم بر لیتر) می گردد.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج اخذ شده، وجود نانو تیوب کربن چند لایه در بستر راکتور تلفیقی لجن فعال و رشد چسبیده می تواند راندمان راکتورهای IFAS متداول را در حذف آمونیوم افزایش دهد.

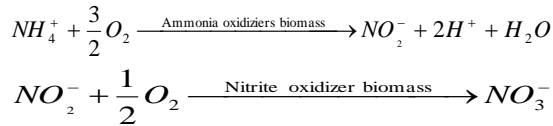
واژه های کلیدی: نیتروژن آمونیاکی، نانو تیوب کربن چند لایه، IFAS، لجن فعال

مقدمه

نیتروژن در آب و فاضلاب است. پساب خروجی بسیاری از تصفیه خانه های فاضلاب شهری حاوی مقادیر زیادی از نیترات است که بر اساس استانداردهای موجود جهت تخلیه به محیط زیست، نیاز به تصفیه دارند. استاندارد

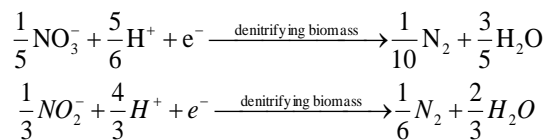
نیتروژن یکی از ترکیبات موجود در فاضلاب است که به اشکال آلی و غیر آلی مطرح می گردد. در میان ترکیبات مختلف نیتروژنه، نیترات پایدارترین حالت

مرحله مجزای نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون انجام می‌شود. در مرحله نیتریفیکاسیون نیتروژن آلی و آمونیاک موجود در فاضلاب به یون‌های نیتريت و نیترات بصورت زیر اکسید می‌شوند:



در مرحله دنیتریفیکاسیون بیولوژیکی، مطابق

معادله ذیل نیترات تولید شده طی فرآیند نیتریفیکاسیون تحت شرایط غیرهوازی به گاز نیتروژن تبدیل می‌گردد.



فرآیندهای متداول بیولوژیکی حذف نیترات شامل لودزاک- اتینگر اصلاح شده، باردنفو (سیستم چهار مرحله‌ای) و سیستم تلفیقی لجن فعال و بسترهای ثابت (IFAS) می‌باشد. در فرایند I مزایای مربوط به فرآیندهای رشد چسبیده به سایر مزایای لجن فعال افزوده شده است. فرآیند لجن فعال دارای انعطاف پذیری و کارایی بالایی در تصفیه فاضلاب می‌باشد و از طرف دیگر فرآیندهای رشد ثابت پایداری بیشتری دارند و در برابر شوک‌های آلی و هیدرولیکی مقاومت زیادی دارند، لذا با قرار دادن بسترهای رشد ثابت در داخل حوض هوادهی فرآیند لجن فعال، این دو مزیت را بصورت توأم خواهیم داشت (۶). به منظور نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون بیولوژیکی در فرآیند تلفیقی لجن فعال و بسترهای ثابت می‌توان از سیستم رشد چسبیده یا معلق استفاده نمود که سیستم‌های رشد چسبیده نتایج مطلوبتری را برای دنیتریفیکاسیون نشان داده است. شن و ماسه، پلی وینیل کلراید، پلی یورتان و سنگ آهک بعنوان بسترهای رشد چسبیده ای تابحال در مقیاسهای آزمایشگاهی، پالوت و میدانی برای دنیتریفیکاسیون به کار گرفته شده است (۷). خواص چسبندگی میکروارگانیسم‌ها به هر یک از بسترهای فوق متفاوت است. در این راستا به منظور افزایش سطح تماس

نیترات در پساب خروجی فاضلاب جهت تخلیه به آبهای سطحی و تخلیه به چاه جاذب، به ترتیب ۵۰ و ۱۰ میلی گرم در لیتر بر حسب نیترات مطرح شده است (۱). سازمان بهداشت جهانی، میزان مجاز نیترات در آب آشامیدنی را ۵۰ میلی گرم در لیتر بر حسب نیترات تعیین نموده است (۲). در صورتی که پساب‌های حاوی مقادیر زیاد نیترات وارد اکوسیستم‌های آبی شود، اثرات نامطلوبی را بر جای می‌گذارد لذا پسابهایی که نیترات بالایی دارند را قبل از تخلیه به محیط زیست باید تصفیه نمود (۳). ایجاد بیماری‌ها و عوارض خاص برای انسان که باعث به مخاطره انداختن سلامت کودکان، زنان باردار و جنین در حال رشد و برخی افرادی که نقایص آنزیمی دارند می‌شود (۴) و اتریفیکاسیون در منابع آب سطحی از مشکلات مطرح ناشی از مقادیر زیاد نیترات در منابع آب می‌باشد. تکنولوژی‌های مختلفی جهت حذف نیترات از آب و فاضلاب پیشنهاد شده است. این روشها شامل فرآیندهای شیمیایی و فیزیکی از جمله استفاده از فلزات احیاء کننده، استفاده از آنزیم‌ها، مبادله کننده‌های یونی، اسمز معکوس، الکترودیالیز، جذب سطحی و روشهای بیولوژیکی می‌باشند. با توجه به مشکلات مربوط به روشهای شیمیایی و فیزیکی از جمله هزینه‌های عمومی زیاد، هزینه‌های تولید انرژی و تولید لجن مازاد در حجم بالا، روشهای بیولوژیکی ترجیح داده می‌شوند (۵). اصلاح سیستم‌های بیولوژیکی جهت افزایش کارایی آنها توسط بسیاری از محققان مورد بررسی قرار گرفته است. معمولاً اصلاح به دو صورت ساختاری و فرآیندی صورت می‌گیرد. در اصلاح ساختاری از ترکیب فرآیندها و واحدهای مختلف استفاده میشود که در خصوص لجن فعال، این اصلاح از طریق تلفیق با بسترهای ثابت انجام می‌پذیرد. در صورتیکه در گزینه اصلاح فرآیندی، مکانیسم زیستی حائز اهمیت است. بهبود چسبندگی میکروارگانیسم‌ها به بستر و ارتقاء فیلم ثابت در این گروه قرار دارد. بطور معمول، حذف نیتروژن از فاضلاب در دو

تیوب کربن استفاده گردید. بدین منظور دو راکتور با ظرفیت ۱۳ لیتر مورد استفاده قرار گرفت. ۳۰٪ حجمی راکتور با بستر ثابت از پلی کربنات با سطح $100 \text{ m}^2/\text{m}^3$ پر شد. در کف راکتور سیستم هوادهی دیفیوژری به منظور تأمین شرایط رشد باکتریهای، اختلاط و هوادهی استفاده گردید. قبل از راه اندازی، MLSS فرایند در حدود 2500 mg/l از لجن تصفیه خانه فاضلاب شهری تامین گردید. بدین منظوره هریک از دو راکتور ابتدا ۲ لیتر و به فاصله های زمانی چند روز نیز ۵/۵ لیتر لجن فعالی که فرصت ته نشین شدن به آن داده شده بود اضافه گردید. در شرایط مذکور راکتور در مدت ۶ هفته با زمان ماند هیدرولیکی ۲۴ ساعت بهره برداری گردید. بعد راه اندازی اولیه، راکتور در زمان ماندهای هیدرولیکی ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ ساعت و در شرایط دمای 25 ± 1 درجه سانتی گراد بهره برداری گردید.

روش سنجش شاخصهای مورد ارزیابی

کلیه آزمایشات مورد نظر نظیر آمونیوم، نیترات، COD و pH طبق روش های استاندارد متد (آزمایشات استاندارد آب و فاضلاب) صورت گرفت (۱۰).

یافته ها

تغییرات MLSS در راکتورهای دارای مدیا اصلاح شده و سیستم معمول در شکل ۱ ارائه شده است. با توجه به تغییرات MLSS در زمان راه اندازی سرعت تولید میزان بالاتری از دانسیته مواد معلق فرار و توده سلولی میکروبی در راکتور دارای بستر اصلاح شده با نانو تیوب کربن نسبت به راکتور معمولی (مدیا) وجود دارد. برگشت لجن در این سیستم به صورت دوره ای انجام پذیرفت. به منظور برآورد صحیح میزان توده سلولی میکروبی تولید شده، آزمایشات سنجش پروتئین، MLVSS، DNA و هتروتروف پلیت کانت در ابتدا و انتهای دوره بهره برداری مورد بررسی قرار گرفت. جدول ۲ و ۳ به ترتیب میزان MLVSS، DNA، پروتئین و HPC موجود در

و احتمالاً افزایش چسبندگی میکروارگانیسم ها از بسترهای اصلاح شده استفاده می گردد. در این تحقیق نانو تیوبهای کربن چند حلقه ای بدین منظور پیشنهاد شده است. یکی از مهمترین ویژگی فیزیکی نانو تیوب کربن، سطح مخصوص بسیار زیاد آن می باشد. سطح ویژه مطلوب ($700 - 1000 \text{ g/m}^2$) و استحکام زیاد از ویژگیهای بارز گزارش شده این مواد است (۸). هدف از انجام این پژوهش بررسی حذف آمونیوم از فاضلاب سنتتیک با استفاده از روش تلفیقی لجن فعال و بسترهای ثابت (IFAS) اصلاح شده با نانو تیوب کربن چند لایه می باشد.

مواد و روشها

مواد و معرف های اصلی مورد استفاده از تولیدات شرکت مرک و زیگما بودند.

خصوصیات فاضلاب ورودی

فاضلاب ورودی به راکتور، واجد COD برابر ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر، غلظت اولیه آمونیوم ۲۵، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی گرم بر لیتر و pH آن در محدوده $7/2 - 6/8$ بوده است. جدول ۱ ترکیبات فاضلاب سنتتیک مورد استفاده در تحقیق را ارائه نموده است.

پوشش بستر با نانو تیوب کربن

پوشش دهی نانو تیوب کربن چند لایه به بستر در اتاق مه پاش طی دو مرحله ذیل انجام شده است. الف) آماده سازی بستر: شامل شستشو سطح بستر توسط تولوئن و چربی زدایی و در ادامه بستر تا دمای ۵۰ درجه سانتی گراد حرارت داده میشود. ب) پوشش دهی: پوشش دهی با ایجاد خلاء و بار دار نمودن ذرات نانو تیوب کربن در حضور امواج مافوق صوت صورت گرفت (۹).

مشخصات پایلوت

در این مطالعه به منظور حذف ترکیبات آمونیوم از سیستم تلفیقی لجن فعال و رشد چسبیده اصلاح با نانو

جدول ۱: مواد مصرفی جهت تهیه فاضلاب سنتتیک

ترکیب	مقدار (میلی گرم بر لیتر)
دکستروز	۵۰۰
کلرید آمونیوم	۴۲، ۱۰۴، ۲۰۸، ۳۱۶ و ۴۲۴
پتاسیم دی هیدروژن فسفات	۱۲
کلرید کلسیم	۱۸
سولفات منیزیم	۲۴
آب شهری با حداکثر نیترات به میزان ۱۴ میلی گرم بر لیتر	-

جدول ۲: میانگین شاخص های MLSS، MLVSS، DNA، پروتئین و HPC توده سلولی در راکتور اصلاح شده با نانو تیوب کربن در مقایسه با راکتور معمولی در ابتدای دوره بهره برداری

پارامتر	HPC	پروتئین	DNA	MLSS	MLVSS
راکتور اصلاح شده	۳۵۵۸	۲/۲۳	۱۸۱/۹۳	۱۰۹۶	۶۹۹/۹۵
IFAS معمول	۳۲۵۸/۳	۱/۷۲	۱۴۳/۲۲	۸۱۷/۳۳	۵۱۹/۰۴

جدول ۳: میانگین شاخص های MLSS، MLVSS، DNA، پروتئین و HPC توده سلولی در راکتور اصلاح شده با نانو تیوب کربن در مقایسه با راکتور معمولی در انتهای دوره بهره برداری

پارامتر	HPC	پروتئین	DNA	MLSS	MLVSS
راکتور اصلاح شده	۷۳۹۹	۷/۶۶	۶۴۱/۵۵	۳۵۲۶	۲۲۷۷
IFAS معمول	۶۰۹۴	۵/۵۷	۴۶۵/۹۹	۲۵۶۶	۱۶۵۴

IFAS اصلاح شده با نانو تیوب کربن بالاتر از راکتور IFAS معمولی می باشد.

در این مرحله با لحاظ زمان ماند هیدرولیکی ۱۲ ساعت به عنوان زمان بهینه برای نیتریفیکاسیون دینیتریفیکاسیون بیولوژیکی در نظر گرفته شد. نتایج اثر بارگذاری های مختلف آمونیوم در سیستم مورد ارزیابی در نمودار ۳ ارائه شده است.

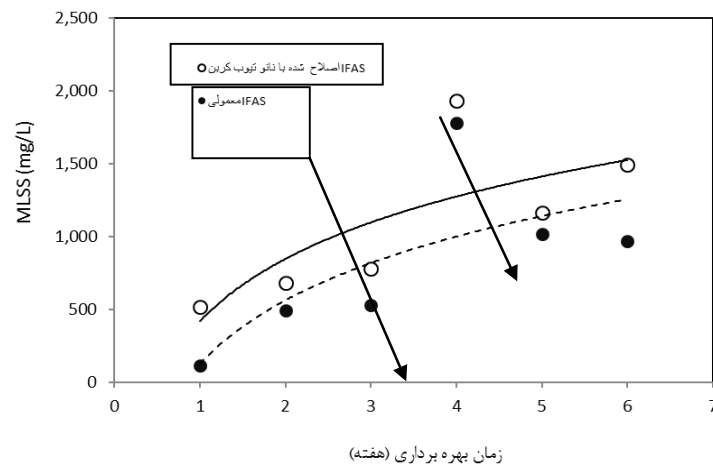
میزان نیترات خروجی از دو راکتور در زمان ماند هیدرولیکی ۱۶ ساعت و بارگذاری های مختلف در شکل ۴ ارائه شده است.

بحث

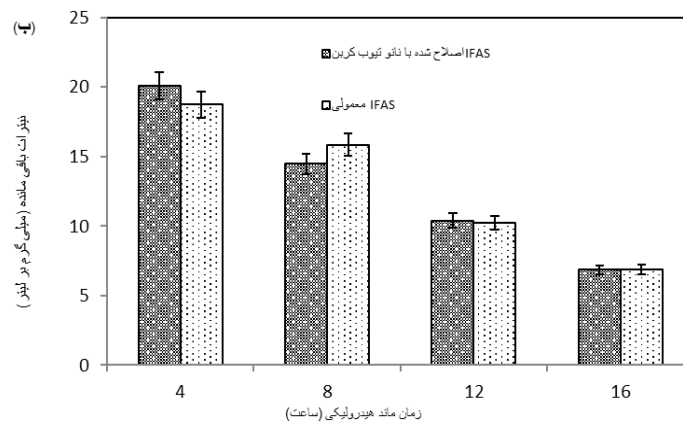
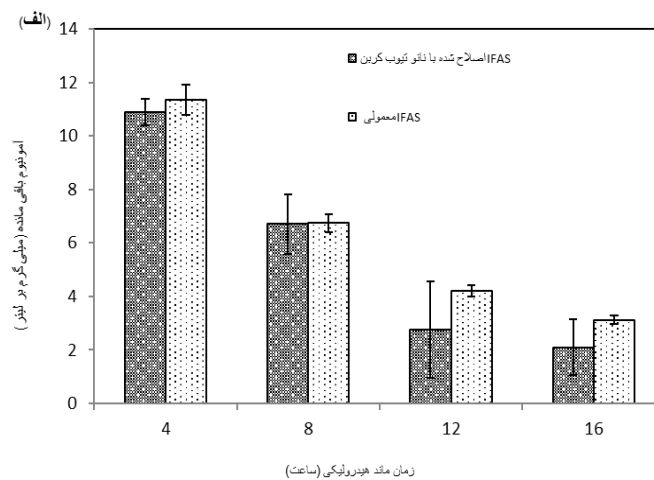
نوع بستر مورد استفاده، الگوی سیستم هوادهی و نوع آن، غلظت ورودی نیتروژن آمونیاکی، شکل حوضچه و پروفیل هیدرولیکی جریان بطور معمول شاخص هایی هستند که جهت طراحی یک سیستم به منظور انجام عملیات تصفیه بایستی در نظر گرفته شوند. در صورت در نظر نگرفتن شاخصهای مذکور و یا عدم طراحی صحیح

راکتور IFAS اصلاح شده با نانو تیوب کربن و راکتور معمولی را در ابتدا و خاتمه دوره بهره برداری را نشان می دهد.

در مرحله بعد، غلظت آمونیوم خروجی در زمان های ماند هیدرولیکی (HRT)، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ ساعت با توجه به بار آمونیوم ورودی ۲۵ میلی گرم بر لیتر مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج حاصله مقادیر آمونیوم خروجی از دو راکتور در زمانهای ماند هیدرولیکی ۱۲ ساعت در حد استاندارد تخلیه به آبهای سطحی می باشد. اما در زمان ماند هیدرولیکی ۱۲ ساعت، خروجی راکتور حاوی مدیا اصلاح شده با نانو تیوب کربن در حد استاندارد ولیکن خروجی راکتور معمولی بالاتر از میزان استاندارد است و همچنین در زمان ماند هیدرولیکی کمتر از ۸ ساعت خروجی دو راکتور خارج از حد استاندارد بوده است (شکل ۲- الف). غلظت های نیترات خروجی دو راکتور، در زمان های ماند هیدرولیکی ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ ساعت، در محدوده استاندارد می باشد (شکل ۲- ب) ولی راندمان حذف در راکتور



شکل ۱: تغییرات MLSS در راکتورهای دارای مدیا اصلاح شده و سیستم معمول

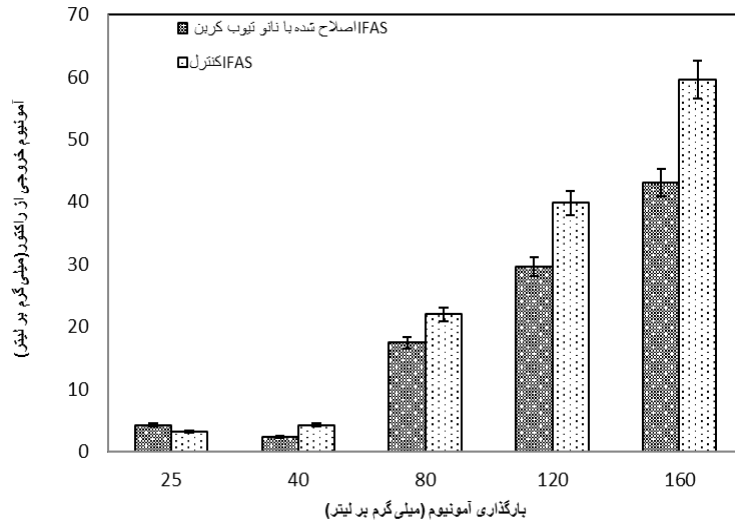


شکل ۲: میزان آمونیموم (الف) و نیترات (ب) خروجی از راکتوردو راکتور با بارگذاری آمونیموم ۲۵ میلی گرم بر لیتر در زمان های ماند هیدرولیکی ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ ساعت

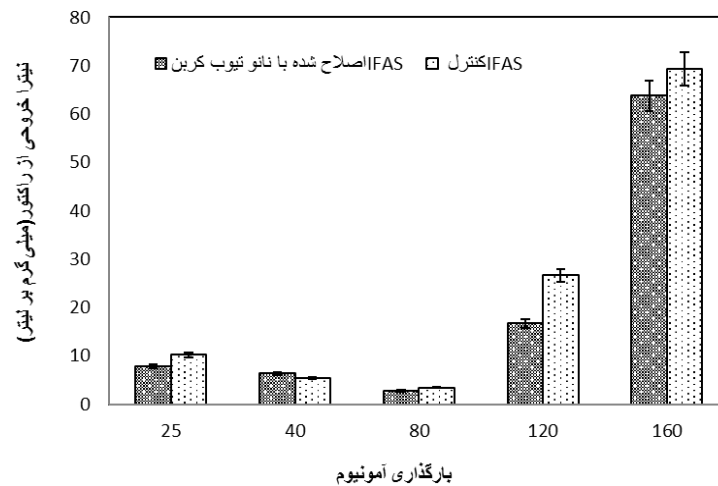
نتایج دوره راه اندازی فرایند لجن فعال تلفیقی نشان می دهد که وجود نانو تیوب کربن چند لایه در بستر، روند تولید بیوفیلم را تسریع می نماید. علت افزایش سرعت لجن سازی به ماهیت فیزیکی و ماهیت هیدروفیلیک/هیدروفوبیک نانو تیوب کربن مرتبط است.

آنها، امکان بروز مشکلات جدی در سیستم می باشد (۱۱). در این مطالعه با توجه به تشابه کلیه معیارها، تأثیر نوع بستر بر عملکرد فرایند بیولوژیکی در حذف غلظت های مختلف آمونیموم مورد مطالعه قرار گرفت.

بررسی اثر اصلاح سیستم تلفیقی



شکل ۳: میزان آمونیم خروجی از راکتور در زمان ماند هیدرولیکی ۱۶ ساعت و بارگذاری های مختلف



شکل ۴: میزان نیترات خروجی از راکتور در زمان ماند هیدرولیکی ۱۶ ساعت و بارگذاری های مختلف (۱۶۰ و ۱۲۰، ۲۵، ۴۰، ۸۰ میلی گرم بر لیتر)

بهبتر از محیط‌های غیرمتخلخل انجام می‌گیرد و در اینگونه محیطها رشد باکتریهای دنیتریفایر بهتر و بیشتر انجام می‌گیرد (۱۲). مطالعات انجام شده توسط راجاپاکس، فوگلار و سالیلینگ تأیید کننده این موضوع است که افزایش سطح و تخلخل بستر باعث تماس بهتر باکتری با بستر و افزایش سرعت نیتریفیکاسیون- دنیتریفیکاسیون می‌شود (۱۴-۱۲). نتایج مقایسه بیومس چسبیده به بستر دو راکتور در طول دوره بهره برداری (جداول ۲ و ۳) نیز نتایج مشابه ای داشته است.

بررسی اثر زمان ماند هیدرولیکی

در سیستم های بیولوژیکی، تعیین زمان ماند

از مزایای نانو تیوب کربن چند لایه، سطح نسبتاً بالا نسبت به حجم و وجود خلل و فرج بالا می‌باشد که این امر تثبیت بهتر باکتریها را ممکن و در نهایت انتظار می‌رود فعالیت نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون دارای سرعت بالاتری باشد. باتوجه به خصوصیتی که نانو تیوب کربن چند لایه، بستر مناسب برای تثبیت باکتریهای نیتریفایر و دنیتریفایر و استفاده از آن در فرآیند نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون با سیستم راکتوری بستر چسبیده مورد انتظار می‌باشد. مطالعه انجام شده توسط راجاپاکس (Rajapakes) نشان داده است که دنیتریفیکاسیون در محیطهای متخلخل به علت فراهم کردن سطح فعال بیشتر

نتایج حاصله که در شکل ۳ ارائه شده است نشان می‌دهد که با انتخاب زمان ماند هیدرولیکی ۱۲ ساعت و افزایش میزان بارگذاری آمونیوم تا ۴۰ میلی گرم بر لیتر (فاضلاب با غلظت متوسط)، راکتور دارای مدیا اصلاح شده با نانو تیوب کربن چند لایه با راندمان بیشتری (۹۴ درصد) نسبت به راکتور معمولی (۹۲ درصد)، قادر است آمونیوم و نیترات را به کمتر از حد استاندارد کاهش دهد اما در غلظتهای بالاتر (۸۰ میلی گرم بر لیتر و بالاتر) از این مقدار به دلیل تولید مقادیر زیاد آمونیوم و نیترات در خروجی از راکتور امکان استفاده از این زمان ماند برای حذف آمونیوم وجود ندارد. مطالعه انجام شده توسط ورتووسک (Vrtovsek) با استفاده از راکتور بستر ثابت با یک بستر توده سلولی ویژه (مخلوط PVC و نانو تیوب کربن چند لایه پودری) برای تصفیه آبهای زیرزمینی نیز نتایج مشابهی را نشان داده است (۲۰). در مجموع می‌توان نتیجه گیری نمود که در بارگذاری آمونیوم به میزان ۸۰ میلی گرم بر لیتر (فاضلاب غلیظ) با وجود افزایش زمان ماند هیدرولیکی تا ۱۶ ساعت اگرچه راکتور نمونه و معمولی توانایی کاهش آمونیوم و نیترات را تا حد استاندارد زیست محیطی دارند اما وجود نانو تیوب کربن چند لایه تأثیر قابل ملاحظه‌ای در راندمان نداشته است.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد: (۱) بستر اصلاح شده با نانو تیوب کربن چند لایه، در بهبود فرایند بیولوژیکی حذف ترکیبات نیتروژنه اثرگذار بوده و بستری مناسبی جهت رشد و تشکیل بیوفیلم را فراهم نموده است. (۲) زمان ماند هیدرولیکی فاکتور مهمی در بهره برداری سیستم های تلفیقی لجن فعال و رشد چسبیده به شمار می‌رود. در مطالعه فوق زمان ماند هیدرولیکی بهینه برابر ۱۲ ساعت در حذف آمونیوم و بارگذاری ۲۵ میلی گرم بر لیتر تعیین گردید. (۳) در زمان ماند هیدرولیکی بهینه غلظت آمونیوم خروجی در بارگذاری های ۲۵ تا

هیدرولیکی بهینه همواره به عنوان یکی از فاکتورهای مهم بهره برداری مورد توجه قرار گرفته می‌باشد به گونه ای که با افزایش آن هزینه تجهیزات افزایش و کارایی سیستم کاهش می‌یابد و با کاهش بیش از حد زمان ماند هیدرولیکی، غلظت آمونیوم در خروجی افزایش می‌یابد. همچنین زمان ماند هیدرولیکی بهینه در هر سیستمی می‌تواند کاملاً مستقل باشد (۱۵ و ۱۶). بررسی مقایسه پاسخ های دو راکتور به لحاظ تأثیر زمان ماند هیدرولیکی در سطوح معرفی شده شامل زمان های ماند، ۸، ۱۲ و ۱۶ ساعت با بارگذاری ۲۵mg/l (مشابه فاضلاب رقیق) در شکل ۲ نشان داده شده است. بررسی متون علمی نشان می‌دهد که یکی از ویژگیهای سیستمهای تلفیقی تصفیه فاضلاب راهبری در زمان ماند هیدرولیکی کمتر در عین دستیابی به نتایج مطلوب در مقایسه با سیستمهای رشد معلق است (۱۷ و ۱۸). لذا چهار زمان ماند، ۸، ۱۲ و ۱۶ ساعت در این پژوهش مدنظر قرار گرفت. کاهش آمونیوم تا زیر استاندارد با استفاده از نانو تیوب کربن چند لایه طی زمان ماند هیدرولیکی ۱۲ ساعت به دست آمده است در صورتی که در نمونه معمولی زمان ماند هیدرولیکی مطلوب ۱۶ ساعت بوده است که زمان ماند هیدرولیکی ۱۶ ساعت، یک زمان ماند متداول و رایج در بسیاری از سیستمهای تصفیه زیستی به شمار می‌رود. کمیت زمان ماند به دلیل تأثیر بر حجم تأسیسات به لحاظ اقتصادی یک پارامتر مهم به شمار می‌رود که هرچه کمتر باشد، اقتصادی تر بوده و امکان تصفیه حجم بیشتری فاضلاب در زمان کمتر وجود دارد. مطالعه انجام شده توسط گودینی و همکاران نیز نتایج مشابهی را نشان داده است (۱۹). نتایج این مطالعه نیز حاکی از آن است که راکتور واجد بستر اصلاح شده با نانو تیوب کربن با زمان ماند کوتاهتری می‌تواند در جهت کاهش میزان آمونیوم تا حد استاندارد های زیست محیطی و در فاضلابهای رقیق استفاده شود.

بررسی اثر بارگذاری آمونیوم

۸۰ به طور قابل توجهی برای هر دو راکتور مورد مطالعه کاهش یافت و بیشترین میزان کاهش آمونیوم در باگذاری ۸۰ میلی گرم بر لیتر به طور مشابه برای هر دو راکتور معمول و اصلاح شده صورت پذیرفت.

References

1. Ghafari S, Hasan M, Aroua MK, Bio-electrochemical removal of nitrate from water and wastewater: A review. *Bioresour Technol*, 2008; 99(10): 3965-74.
2. World Health Organization, Guidelines for drinking water quality, 2004;1(3): 417-20.
3. Foglar L, Vukovic M. High nitrate removal from synthetic wastewater with the mixed bacterial culture, *Bioresour Technol*, 2005; 96: 879-88.
4. Pekdemir T, Kacmazoglu EK, Keskinler B, Algur OF. Drinking water denitrification in a fixed bed Packed Biofilm Reactor. *Envir Sci*, 1998; 22: 39-45.
5. Ergas SJ, Reuss AF. Hydrogenotrophic of drinking water using a hollow fiber membrane bioreactor. *J Water Sup*, 2001; 161-71.
6. Weerapperuma D, de Silva V, Seeta VK. Achieving advanced wastewater treatment standards with IFAS. *WEFTEC*, 2005: 1945-58.
7. Cang Y, Roberts DJ, Clifford DA. Development of cultures capable of reducing perchlorate and nitrate in high salt solutions. *Water Res*, 2004; 38(14-15):3322-30.
8. Ugrate D, Chatelain A, de Heer WA. Nanocapillarity and chemistry in carbon nanotubes. *Science*, 1996; 274(5294): 1897-9.
9. Koshio A, Yudasaka AM, Zhang M, Iijima S. A simple way to chemically react single-wall carbon nanotubes with organic materials using ultrasonication, *Nano Lett*, 2001; 1: 361-363.
10. APHA, AWWA, WEF: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2004.
11. Weerapperuma D, de Silva V, Seeta VK, Achieving advanced wastewater treatment standards with IFAS. *WEFTEC*, 2005.
12. Rajapakes JP, Scutt JE. Denitrification with natural gas and various new growth media. *Wat Res*, 1999;33(18):3723-34.
13. Foglar L, Sipos L, Bolf N. Nitrate removal with bacterial cells attached to quartz sand and zeolite from salty wastewaters. *World J. Microbiol Biotechnol*, 2007;23(11):1595-603.
14. Saliling WJB, Westerman PW, Losordo TM. Wood chips and wheat straw as alternative biofilter media for denitrification reactors treating aquaculture and other wastewaters with high nitrate concentrations. *Aquacultur Eng*, 2007;37(3):222-33.
15. Hongyan LI, Zhang Y, Yang M, Kamagata Y. Effects of hydraulic retention time on nitrification activities and population dynamics of a conventional activated sludge system. *Front Environ Sci Eng* 2013; 7(1): 43-48.
16. Pekdemir T, Kacmazoglu EM, Keskinler B, Algur OF. Drinking Water Denitrification in a Fixed Bed Packed Biofilm Reactor. *Tr J Eng Environ Sci*, 1998; 22: 39-45.
17. Wang Q, Fen C, Zhao Y, Hao C. Denitrification of nitrate contaminated groundwater with a fiber-based biofilm reactor. *Bioresour Technol*. 2009; 100: 2223-7.
18. Metcalf L, Eddy HP. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse*. 4th Edition. Mc Graw-Hill Inc. 2004.
19. Godini H, Rezaee A, Beyranvand F, Jahanbani N, Removal of nitrate by denitrifying bacteria supported with activated carbon in a fluidized bed reactor. *Yafte J*, 2012, 14(2): 15-27.
20. Vrtovsek J, Ros M. Denitrification of groundwater in the biofilm reactor with a specific biomass support material. *Acta Chim Slov*, 2006; 53:396-400.

The possibility of ammonium nitrogen removal from wastewater through the process of modified integrated fixed film activated sludge (IFAS) with multiwall carbon nanotubes

Reza Barati Rashvanloo,

MSc student of Engineering Occupational Health, Medical Science, Tarbiyat Moddares University, Tehran, Iran.

Abass Rezaee,

Associate Professor of Environmental Health, Medical Science, Tarbiyat Moddares University, Tehran, Iran.

Hoshyar Hosseini,

Ph.D. Student of Engineering Environmental Health, Medical Science, Tarbiyat Moddares University, Tehran, Iran.

Hamid Reza Tashyi'ee

Assistant Professor of Engineering Environmental Health, Faculty of Public Health, Islamic Azad University, Tehran Medical Science Branch, Tehran, Iran.

Received:02/03/2014, Revised:08/07/2014, Accepted:15/07/2014

Corresponding Author:

Medical Science, Tarbiyat
Moddares University, Tehran, Iran
rezaee@modares.ac.ir

Abstract

Background: High nitrate concentration in water resources can create some diseases such as methemoglobinemia in children and environmental problems like eutrophication. Nowadays, different biological methods have developed for nitrate removal from water resources. This study aimed to examine ammonium nitrogen removal via modified integrated fixed film activated sludge (IFAS) using multiwall carbon nanotubes.

Materials and Methods: The experiments were performed to evaluate efficiency of modified IFAS using carbon nanotube in laboratory scale with continues form. The effect of multiwall carbon nanotubes on sufficiency of process with retention time and ammonium concentration was studied.

Results: The results showed that applied multiwall carbon nanotubes in modified IFAS can lead to an acceleration in primary sludge production and ammonium removal from low and middle concentrations wastewater.

Conclusion: According to the obtained results, utilizing the multiwall carbon nanotubes as medium in an IFAS can improve the efficiency of the system for ammonium removal.

Key Words: Ammonum nitrogen; Multiwall carbon nanotubes, IFAS, Activated sludge