اثر لجن فعال و کمپوست در حذف آمونیاک از پساب بخش کک‌سازی کارخانهٔ ذوب آهن اصفهان

حسین قنواتی[۱] گیتی امتیازی[۲]

(دریافت ۸٤/٦/۸ پذیرش ۸٤/۱۰/۳)

چکیده

حذف آمونیاک از پسابهای صنعتی به دلیل آسیبهای شدیدی که این مادهٔ سمّی به محیط زیست و موجودات زنده بالاخص انسان می‌رساند، بسیار حائز اهمیت است. پساب بخش کک‌سازی ذوب آهن اصفهان حاوی مقادیر بالای آمونیاک و فنل می‌باشد. پساب مورد استفاده در این تحقیق حاوی آمونیاک به میزان ۱۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. به منظور حذف آمونیاک، از لجن فعال و کمپوست استفاده شد. از محیطهای مصنوعی نیز برای مقایسهٔ میزان حذف آمونیاک با پساب استفاده گردید. بیشترین میزان حذف آمونیاک مربوط به استفادهٔ همزمان لجن فعال و کمپوست به همراه مواد معدنی و گلوکز با پیش تیمارکلرور کلسیم به میزان ۳۸/۷ درصد از پساب و ۷۵/۷ درصد از محیط مصنوعی می‌باشد. کارایی بالای لجن فعال و کمپوست در پسابهای با درصد آمونیاک و میزان سمی بودن کم، کاملاً نمایان است. در مجموع به دلیل کارآیی مناسب و هزینه‌های پایین روش می‌توان از آن در حذف آمونیاک پسابهای صنعتی استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: *پساب صنعتی، لجن فعال، کمپوست، حذف آمونیاک، پساب کک‌سازی.*

۱- کارشناس ارشد میکروبیولوژی، دانشگاه اصفهان- ghanavatih@Yahoo.com
۲- استاد بخش میکروبیولوژی، دانشگاه اصفهان

Removal of Ammonium from Ammonium-Contaminated Effluent of Isfahan Steel Company (ESCO) by Activated Sludge and Compost

Hossein Ghanavati [1], Giti Emtiazi [2]

Abstract

Removal of ammonium is very important due to its toxicity to the environment and human being. The wastewater of Isfahan Steel Company (ESC) Contains high concentration of phenol (maximum 3000 mg/l) and ammonium (maximum 2000 mg/l). Therefore its effluent In the range of 1400 mg/l was used in this study as a feed. Synthetic wastewater also used for the comparison of removal efficiency. The bioremediation of ammonium in wastewater treatment of Isfahan Steel Company is very low. In this study activated sludge and compost were used to remove ammonium from effluent of Steel Company and synthetic wastewater. The results showed the maximum removal of ammonium by using activated sludge and compost in combination with mineral salts and glucose and $CaCl_2$ in the effluent of ESC and synthetic wastewater were found 38.7% and 75.7% of respectively. The application of activated sludge and compost in effluents containing low ammonium and toxicity is very significant. Overall, due to considerable efficiency and low cost, this process could be used for ammonium removal in industrial wastewater.

Keywords: *Industrial Wastewater, Activated Sludge, Compost, Removal of Ammonium, Effluent.*

1- Grade. Student of Microbiology, University of Isfahan- ghanavatih@Yahoo.com
2- Professor, Department of Microbiology, University of Isfahan

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

کارخانهٔ ذوب آهن از بخشهای مختلفی تشکیل شده است که بسته به فرآیندی که در هر قسمت صورت می‌گیرد و نیز متناسب با محصولات تولید شده در هر بخش، پساب صنعتی با خصوصیات ویژه‌ای تولید می‌کند که حاوی مواد سمّی و آلاینده‌های خاصی می‌باشد.

از این میان، پساب بخش کک‌سازی حاوی میزان زیادی آلاینده‌هایی چون آمونیاک و فنل می‌باشد. مقدار فنل پساب بین ۰/۲ تا ۳ گرم در لیتر متغیر است و تا حدود بسیار زیادی(نزدیک به صفر) توسط سیستم حذف کنندهٔ موجود در کارخانه پایین می‌آید. مقدار آمونیاک این پساب بین ۰/۲ تا ۲ گرم در لیتر متغیر است ولی این سیستم کارآیی چندانی برای حذف آمونیاک پساب ندارد.

طبق آزمایشهای انجام شده، باکتری‌های هتروتروف موجود در لجن و کمپوست قادر به حذف آمونیاک از پسابها می‌باشند. هتروتروف‌ها، هم توسط فرآیند نیتریفیکاسیون و هم به صورت جذبی این عمل را انجام می‌دهند. بیشتر میکروارگانیسم‌ها قادر به تثبیت ازت نیستند و نیتروژن مورد نیاز خود را به صورت آمونیاک، نیترات و یا اسیدهای آمینه از طریق فرآیند جذبی به دست می‌آورند. آمونیاک توسط آنزیم گلوتامات دهیدروژناز و یا در شرایط کمبود نیتروژن توسط آنزیم گلوتامین سنتتاز-گلوتامین سنتاز جذب می‌شود. نیتروژن جذب شده از طریق فرآیند جذبی، بیومس سلولی باکتری‌ها را تشکیل می‌دهد و تنها زمانی آزاد می‌شود که سلول‌ها دچار مرگ یا لیز شوند. این فرآیند توسط طیف وسیعی از میکروب‌ها انجام پذیر است[۱].

لجن فعال به خاطر غنی بودن از لحاظ باکتریایی و حضور طیف گسترده‌ای از باکتری‌ها در آن، برای حذف آمونیاک از پسابها مناسب می‌باشد و در بسیاری از نقاط دنیا از آن به منظور حذف آمونیاک استفاده می‌شود[۲]. لجن فعال حاوی باکتری‌های نیتریفیکاتور اتوتروف و هتروتروف و نیز باکتری‌هایی است که فرآیند جذبی آمونیاک را به خوبی انجام می‌دهند و لذا در فرآیند حذف آمونیاک می‌توان از آن استفاده نمود [۳،۴و۵].

کمپوست نیز می‌تواند به خاطر داشتن مواد آلی لازم برای رشد هتروتروف‌ها و غنی بودن آن از لحاظ میکروارگانسیم‌ها برای حذف آمونیاک از پسابها مفید باشد [۶ و۷].

هدف اصلی این تحقیق پایین آوردن میزان آمونیاک پساب بخش کک‌سازی ذوب آهن اصفهان می‌باشد.

۲- مواد و روشها

به منظور بررسی میزان حذف آمونیاک از پساب با استفاده از لجن فعال و کمپوست، مواد معدنی K_2HPO_4 به مقدار ۲ گرم در لیتر، $MgSO_4$ به میزان ۰/۴ گرم در لیتر و $FeCl_3$ به مقدار ۰/۰۰۰۱ گرم در لیتر به پساب مورد بررسی اضافه شد [۳]. برای این کار از ارلن‌های ۲۵۰ میلی‌لیتری استفاده شد. در این روش مقدار ۷۰ میلی‌لیتر از پساب در هر ارلن ریخته می‌شود. نمونهٔ پساب کارخانهٔ ذوب آهن اصفهان بدون اتوکلاو به این ارلن‌ها اضافه گردید، زیرا امکان داشت که در اثر حرارت بالا، محتویات پساب از جمله آمونیاک، فنل و سیانید به دلیل فرّار بودن تغییر کنند. در هر یک از این آزمایشها، شرایط مختلف رشد لجن و کمپوست به منظور حذف آمونیاک از پساب، مورد بررسی قرار گرفت. در برخی از نمونه‌ها مواد غذایی شامل مواد معدنی همراه با گلوکز به میزان ۱۰ گرم در لیتر، به منظور حذف جذبی آمونیاک توسط هتروتروف‌ها به پساب اضافه گردید (مواد معدنی به کار رفته در بخش تهیهٔ محیطهای مصنوعی شرح داده شده است) [۸].

به هر ۷۰ میلی‌لیتر از هر نمونه مورد بررسی، مقدار ۱ میلی‌لیتر لجن اضافه شد. مقدار کمپوست افزوده شده به نمونه‌های مورد بررسی ۱ درصد بود. به بعضی از نمونه‌ها نیز بذر (کمپوست به اضافهٔ لجن) اضافه گردید.

میزان آمونیاک در نمونه‌های مورد بررسی، در ابتدای کار بعد از اضافه شدن لجن و کمپوست اندازه‌گیری شد و به عنوان مقدار اولیه ثبت گردید. اندازه‌گیری‌های بعدی در فواصل زمانی ۲۴ ساعته و به مدت ۳ تا ۴ روز انجام گرفت. ارلن‌ها با درپوش پنبه‌ای بر روی لرزاننده[1] با دمای ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد و دور ۱۴۰ دور در دقیقه قرار داده شدند [۵].

در برخی از نمونه‌ها تأثیر زئولیت و $CaCl_2$ به عنوان پیش‌تیمار، بر روی میزان حذف آمونیاک مورد بررسی قرار گرفت [۳و۸]. پیش‌تیمار زئولیت تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر در قیف ریخته شد و سپس نمونهٔ پساب از این ستون زئولیتی عبور داده شد [۸ و۹]. پیش‌تیمار $CaCl_2$ ابتدا به میزان ۲ گرم در لیتر در نمونه‌ها حل شد و سپس نمونه‌ها سانتریفوژ گردید. این پیش‌تیمار قبل از مواد دیگر به پساب افزوده شد [۳].

در محیطهای مصنوعی نیز حذف آمونیاک مورد بررسی قرار گرفت. محیط مصنوعی ساخته شده شامل مواد معدنی $(NH_4)_2SO_4$ (بسته به میزان آمونیاک پساب مورد بررسی)، K_2HPO_4، ۲ گرم در لیتر ، $MgSO_4$، ۰/۴ گرم در لیتر و $FeCl_3$، ۰/۰۰۰۱ گرم در لیتر بود. محیطهای مصنوعی باید به گونه‌ای تهیه شوند که مقدار آمونیاک آن با میزان آمونیاک پساب مورد بررسی، یکسان باشد. pH محیط مصنوعی نیز مانند pH پساب برابر ۷/۵تنظیم شد. میزان لجن و کمپوست اضافه شده و نیز شیوه انجام آزمایشها و زمان اندازه‌گیری

[1] Shaker

Archive of SID
www.SID.ir

همانند روش حذف آمونیاک توسط لجن و کمپوست از پساب می‌باشد.

معرف نسلر بر طبق "استاندارد متد" ساخته شد و منحنی استاندارد آن رسم گردید [۱۰] (شکل ۱). موادی چون فنل ، گلوکز و مواد معدنی، تأثیری در اندازه‌گیری آمونیاک توسط معرف نسلر ندارد. عدم تأثیر این مواد بر روی اندازه‌گیری آمونیاک با انجام آزمایش تأیید شده است. از آن جا که با گذشت زمان خطا در میزان جذب رخ خواهد داد، لذا ضروری است که بلافاصله پس از افزودن معرف نسلر میزان جذب اندازه‌گیری شود.

۲-۱- مکانهای نمونه‌برداری

نمونهٔ لجن فعال از بخش فاضلاب انسانی اصفهان تهیه گردید. مکان نمونه‌برداری حوضچهٔ لجن فعال بود و در فصل زمستان در بهمن و اسفند ماه از این مکان نمونه‌برداری شد. نمونهٔ کمپوست از کمپوست‌سازی اصفهان تهیه گردید. نمونه‌ها از مرحلهٔ نهایی فرآیند تهیهٔ کمپوست و در فصل زمستان (بهمن و اسفند) تهیه شد. نمونهٔ پساب از بخش کک‌سازی ذوب آهن اصفهان تهیه گردید.

۳- نتایج و بحث

هر کدام از نقاط نشان داده شده در نمودارهای مربوط به لجن و کمپوست به کار برده شده در پساب و محیط مصنوعی، میانگین ۳ تکرار می‌باشند.

۳-۱- نتایج حاصل از تأثیر لجن و کمپوست بر روی میزان حذف آمونیاک از پساب

تیمارهای مختلف انجام شده، در قسمت راهنمای شکل ۲ که مربوط به حذف آمونیاک پساب توسط لجن و کمپوست، در حضور و نیز عدم حضور گلوکز و مواد معدنی است، نشان داده شده است

تفسیر شکل ۲ به شرح زیر می‌باشد:

در نمونهٔ شاهد حذفی صورت نگرفت. میزان حذف آمونیاک در نمونهٔ پساب حاوی بذر (لجن و کمپوست) و مواد غذایی (گلوکز و مواد معدنی)، ۵۳۰ میلی‌گرم در لیتر، معادل ۴۰/۵ درصد میزان آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز بود. میزان حذف آمونیاک در نمونهٔ پساب حاوی لجن و مواد غذایی (گلوکز و مواد معدنی)، ۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر، معادل ۳۴/۵ درصد میزان آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز بود و میزان حذف آمونیاک در نمونهٔ پساب حاوی کمپوست و مواد غذایی (گلوکز و مواد معدنی)، ۴۲۰ میلی‌گرم در لیتر، معادل ۳۲ درصد میزان آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز بود.

همان طور که از اعداد فوق بر می‌آید، بالاترین میزان حذف، مربوط به نمونهٔ پساب حاوی بذر (لجن و کمپوست) و مواد غذایی (گلوکز و مواد معدنی) می‌باشد. در بقیهٔ نمونه‌ها حذف چندانی صورت نگرفته است.

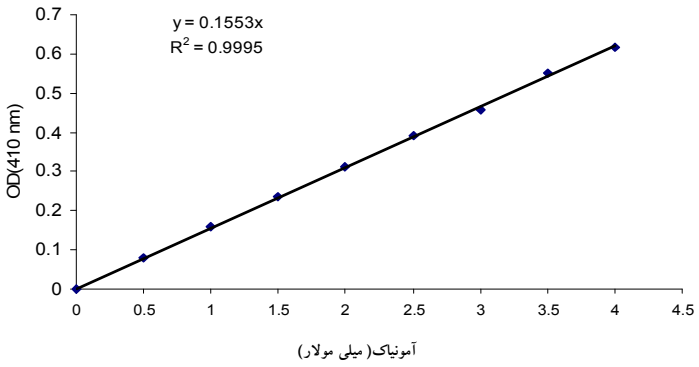
جانگ و همکاران[1] در سال ۲۰۰۴ از لجن فعال در حذف آمونیاک و ترکیبات نیتروژن‌دار دیگر (۴۰ میلی‌گرم در لیتر) استفاده کردند که کل میزان آمونیاک طی شش روز از سیستم حذف گردید[۵]. پچیا و همکاران[2] در سال ۲۰۰۲ از کمپوست برای حذف آمونیاک استفاده نمودند [۷].

عمرانی و همکاران، در سال ۲۰۰۴ از یک سیستم بیوفیلتری با استفاده از کمپوست، در حذف آمونیاک از پسابی به غلظت ۳۷ گرم در لیتر استفاده کردند که حذف آمونیاک در این سیستم به طور کامل صورت گرفت[۶].

۳-۲- نتایج حاصل از تأثیر متقابل گلوکز و مواد معدنی بر میزان حذف آمونیاک از پساب

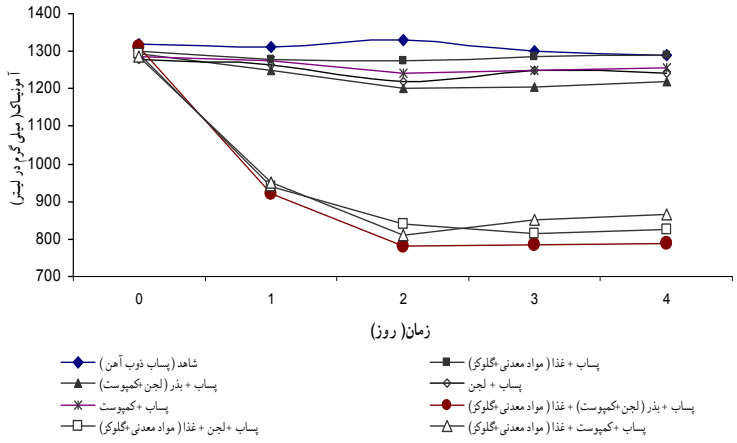
نتایج تأثیر مخمر لجن و کمپوست بر روی پساب ذوب آهن در

[1] Jung et al.
[2] Pecchia et al.

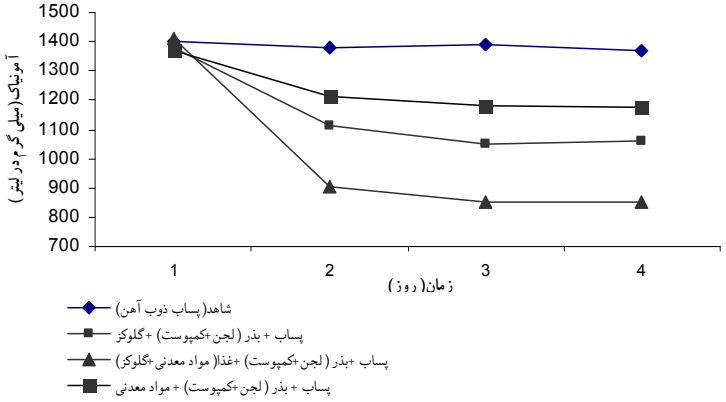


شکل ۱- منحنی استاندارد آمونیاک

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲- حذف آمونیاک پساب توسط لجن و کمپوست



شکل ۳- تأثیر مواد معدنی و گلوکز بر روی حذف آمونیاک از پساب

شکل ۳ نشان داده شده است. تیمارهای مختلف انجام شده در قسمت راهنمای شکل ۳ که مربوط به تأثیر مواد معدنی و گلوکز بر روی حذف آمونیاک پساب است، نشان داده شده است.

تفسیر شکل ۳ به شرح زیر می‌باشد:

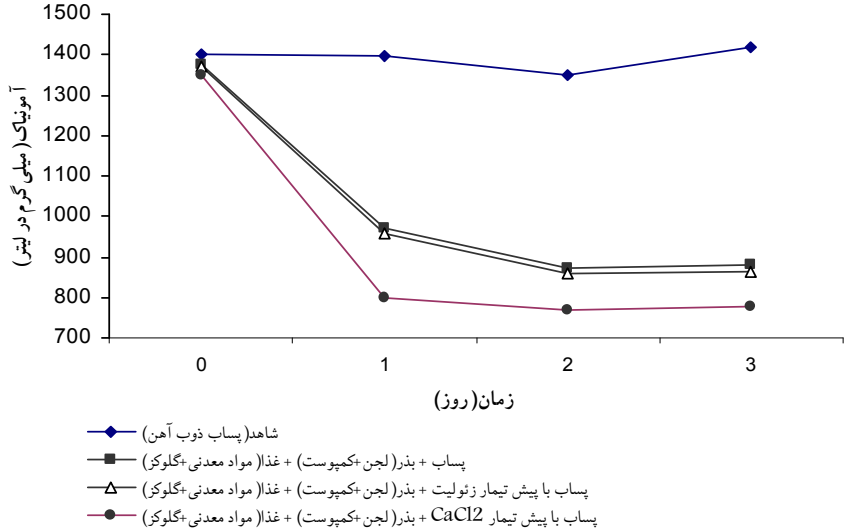
در نمونهٔ شاهد حذفی صورت نگرفت. همان طور که در نمودار مشخص است مواد معدنی یا گلوکز، به تنهایی اثر چندانی بر روی میزان حذف آمونیاک ندارند، در حالی که استفادهٔ همزمان از این دو ماده افزایش قابل‌توجهی را در میزان حذف آمونیاک نشان می‌دهد. میزان حذف آمونیاک در نمونهٔ پساب حاوی بذر (لجن و کمپوست) و مواد غذایی (گلوکز و مواد معدنی)، ۵۶۲ میلی‌گرم در لیتر، معادل ۳۹/۸ درصد میزان آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز بود. میزان حذف آمونیاک در نمونهٔ پساب حاوی بذر و گلوکز ، ۳۳۰ میلی‌گرم در لیتر، معادل ۲۳/۹درصد میزان آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز بود و میزان حذف آمونیاک در نمونهٔ پساب حاوی بذر و مواد معدنی، ۱۹۰ میلی‌گرم در لیتر، معادل ۱۳/۹ درصد میزان آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز می‌باشد.

همان طور که از اعداد فوق بر می‌آید، بالاترین میزان حذف، مربوط به نمونهٔ پساب حاوی بذر (لجن و کمپوست) و مواد غذایی(گلوکز و مواد معدنی) می‌باشد. افزایش میزان تلقیح لجن فعال و کمپوست تأثیری در میزان حذف آمونیاک نداشت.

۳-۳- نتایج بررسی تأثیر زئولیت و کلرور کلسیم بر میزان حذف آمونیاک توسط لجن و کمپوست

نتایج از تأثیر لجن و کمپوست بر روی پساب ذوب آهن در شکل ۴ نشان داده شده است. تیمارهای مختلف انجام شده در قسمت راهنمای نمودار شکل ۴ که مربوط به تأثیر زئولیت و کلرور

www.SID.ir



شکل ۴- تأثیر زئولیت و کلرور کلسیم بر روی میزان حذف آمونیاک از پساب

کلسیم بر حذف آمونیاک از پساب است، نشان داده شده است.

تفسیر شکل ۴ به شرح زیر می‌باشد:

در نمونهٔ شاهد حذفی صورت نگرفت. میزان حذف آمونیاک در نمونهٔ پساب با پیش‌تیمار کلرور کلسیم، حاوی بذر و مواد غذایی، ۵۸۰ میلی‌گرم در لیتر، معادل ۴۳درصد میزان آمونیاک موجود، در مدت زمان یک روز بود. میزان حذف آمونیاک در نمونهٔ پساب با پیش‌تیمار زئولیت، حاوی بذر و مواد غذایی، ۵۱۰ میلی‌گرم در لیتر، معادل ۳۷/۲درصد میزان آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز بود. میزان حذف آمونیاک در نمونهٔ پساب حاوی بذر و مواد غذایی، ۵۰۵ میلی‌گرم در لیتر، معادل ۳۶/۷درصد میزان آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز بود. به این ترتیب کلرور کلسیم به میزان ۷۵ میلی‌گرم در لیتر، میزان حذف آمونیاک را بهبود بخشیده است، در حالی که افزایش میزان حذف آمونیاک توسط زئولیت بسیار ناچیز و قابل چشم‌پوشی می‌باشد.

عمادی و همکاران در سال ۲۰۰۱ و اتال و همکاران[1] در سال ۲۰۰۳ از زئولیت به منظور حذف آمونیاک از پساب استفاده کرده‌اند [۹ و ۱۱].

یورگن سان[2] و ویترلی[3] در سال ۲۰۰۳ از زئولیت موسوم به کولیپتیلولیت به منظور حذف آمونیاک از پساب استفاده نموده‌اند. مقدار آمونیاک پساب مورد بررسی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر از آمونیاک پساب به این روش حذف گردید [۸].

[1] Otal
[2] Jorgenson
[3] Weatherley

۳-۴- نتایج حاصل از بررسی تأثیر کلرور کلسیم بر میزان حذف آمونیاک از پساب

نتایج تأثیر لجن و کمپوست بر روی پساب ذوب آهن در شکل ۵ نشان داده شده است. تیمارهای مختلف انجام شده در قسمت راهنمای شکل ۵ که مربوط به تأثیر کلرور کلسیم بر میزان حذف آمونیاک از پساب است، نشان داده شده است.

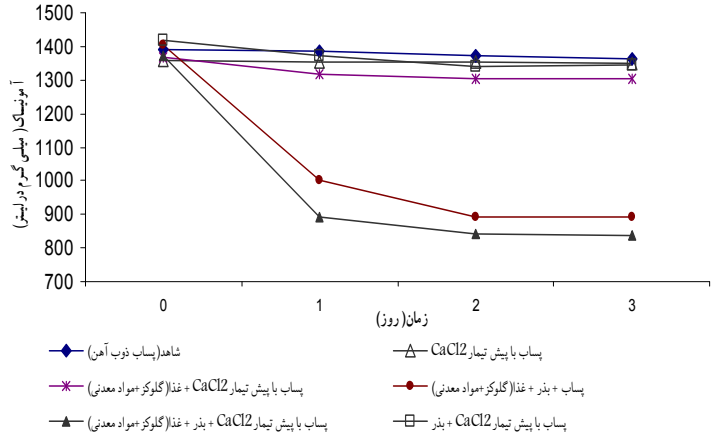
تفسیر شکل ۵ به شرح زیر می‌باشد:

در نمونهٔ شاهد حذفی صورت نگرفت. میزان حذف آمونیاک در نمونهٔ پساب با پیش‌تیمار کلرور کلسیم، حاوی بذر و مواد غذایی، ۵۳۰ میلی‌گرم در لیتر، معادل ۳۸/۷درصد میزان آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز بود. میزان حذف آمونیاک در نمونهٔ پساب حاوی بذر و مواد غذایی، ۵۱۲ میلی‌گرم در لیتر، معادل ۳۶/۵درصد میزان آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز بود. همان طور که از اعداد بالا برمی‌آید، تیمار اولیهٔ نمونهٔ پساب با کلرور کلسیم، میزان حذف آمونیاک را افزایش داده است.

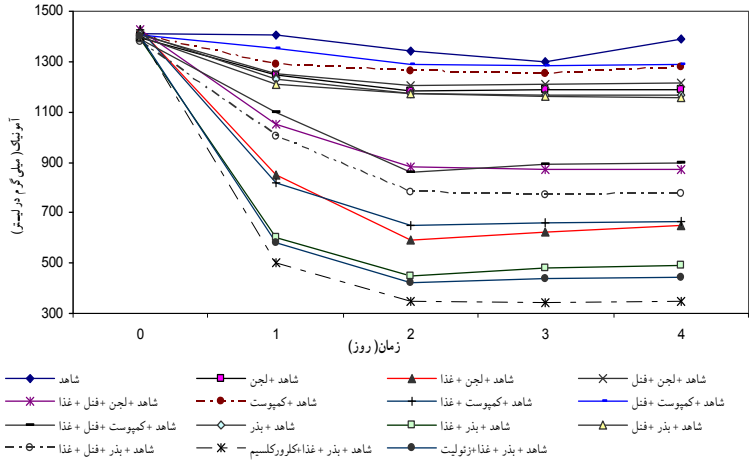
۳-۵- نتایج حاصل از میزان حذف آمونیاک از محیط مصنوعی توسط لجن و کمپوست

نتایج تأثیر لجن و کمپوست بر روی محیط مصنوعی حاوی میزان آمونیاک مساوی با میزان آمونیاک پساب در شکل ۶ نشان داده شده است. محیط پایه، شامل مواد معدنی و آمونیاک می باشد. تیمارهای مختلف انجام شده در قسمت راهنمای شکل ۶ که مربوط به حذف آمونیاک از محیط مصنوعی توسط لجن و کمپوست می‌باشد، نشان داده شده است.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل۵- تأثیر کلرور کلسیم بر میزان حذف آمونیاک از پساب



شکل ۶- میزان حذف آمونیاک توسط لجن وکمپوست از محیط مصنوعی

تفسیر شکل۶ به شرح زیر می‌باشد:

در نمونهٔ شاهد حذفی صورت نگرفت. میزان حذف آمونیـاک در محیط پایه حاوی لجن، ۲۱۳ میلی‌گرم در لیتر، معـادل ۱۵/۲درصـد آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز بود. میزان حـذف آمونیـاک در محیط پایه حاوی لجن و مـواد غـذایی، ۸۳۵ میلـی‌گـرم در لیتـر، معادل ۵۸/۶درصد آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز بود.

میزان حذف آمونیاک در محیط پایـه حـاوی لجـن و فنـل، ۱۹۷ میلی‌گرم در لیتر، معادل ۱۴درصد آمونیاک موجود، در مـدت زمـان دو روز بود. میزان حذف آمونیاک در محیط پایه حاوی لجن، فنـل و مواد غذایی، ۵۴۸ میلی‌گرم در لیتر، معادل ۳۸/۴درصد آمونیاک در مدت زمان دو روز بود. میزان حذف آمونیاک در محیط پایـه حـاوی کمپوست، ۱۴۵ میلـی‌گـرم در لیتـر، معـادل ۱۰/۳درصـد آمونیـاک موجود، در مدت زمان دو روز بود.

میزان حذف آمونیاک در محـیط پایـه حـاوی کمپوسـت و مـواد غذایی، ۷۷۷ میلی‌گرم در لیتر، معادل ۵۴/۴درصد آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز بـود. میـزان حـذف آمونیـاک در محـیط پایـه حاوی کمپوست و فنل، ۱۱۶ میلی‌گـرم در لیتـر، معـادل ۸/۲درصـد آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز بود.

میزان حذف آمونیاک در محـیط پایـه حـاوی کمپوسـت، فنـل و مواد غـذایی، ۵۳۰ میلـی‌گـرم در لیتـر، معـادل ۳۸درصـد آمونیـاک موجود، در مدت زمان دو روز بود. میزان حذف آمونیـاک در محـیط پایه حاوی بذر، ۲۴۰ میلی‌گرم در لیتر، معـادل ۱۷درصـد آمونیـاک موجود، در مدت زمان دو روز بود. میزان حذف آمونیـاک در محـیط پایه حاوی بذر و مواد غذایی، ۹۴۰ میلی‌گرم در لیتر، معـادل ۶۷/۶ درصد آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز بود.

میـــزان حذف آمونیاک در محیط پایه حـــاوی بذر و فنل، ۲۳۰

Archive of SID
www.SID.ir

میلی‌گرم در لیتر، معادل ۱۶/۴درصد آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز بود و میزان حذف آمونیاک در محیط پایه حاوی بذر، فنل و مواد غذایی، ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر، معادل ۴۳/۵درصد آمونیاک موجود، در مدت زمان دو روز بود.

در محیط مصنوعی نیز بیشترین میزان حذف آمونیاک مربوط به نمونهٔ محیط پایه حاوی بذر و مواد غذایی بود که تا ۶۷/۶درصد میزان آمونیاک موجود را حذف کرد. بعد از آن، نمونهٔ حاوی لجن و مواد غذایی در درجهٔ دوم بود که تا ۵۶/۸درصد میزان آمونیاک را حذف کرد و سومین حذف کنندهٔ خوب، نمونهٔ کمپوست و مواد غذایی بود که تا ۵۴/۴درصد میزان آمونیاک موجود را کاهش داد. منظور از مواد غذایی در همهٔ نمونه‌ها، گلوکز و مواد معدنی می‌باشد و هر جا که حذف آمونیاک به میزان بالایی صورت گرفته است، یکی از عوامل مؤثر، حضور مواد غذایی مورد نیاز باکتری‌های لجن و کمپوست بوده است. حضور فنل، در نمونه‌هایی که فنل به صورت مصنوعی اضافه شده است، باعث کاهش در میزان حذف آمونیاک گردیده است که این مسأله نشان دهندهٔ تأثیر بازدارنده این ماده بر روی رشد میکروارگانیسم‌ها می‌باشد.

۳-۶- مقایسهٔ میزان حذف آمونیاک توسط لجن و کمپوست در پساب و محیط مصنوعی

میزان حذف آمونیاک در محیط مصنوعی و پساب توسط تیمارهای انجام شده به وسیلهٔ لجن و کمپوست در شکل ۷ با هم مقایسه شده است.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که درصد حذف در تیمارهای انجام شده توسط لجن و کمپوست بر روی پساب بین ۳۲ تا ۴۳ بوده است. در محیطهای مصنوعی لجن و کمپوست توانایی بیشتری در حذف آمونیاک دارند و بیشترین مقدار حذف (۷۵/۷درصد) مربوط به استفاده از بذر (لجن+کمپوست)+کلرورکلسیم در محیط مصنوعی می‌باشد. استفاده از لجن و کمپوست در حذف آمونیاک از پسابهای با درصد آمونیاک پایین، بسیار مفید است و همچنین در پسابهای با میزان آمونیاک بالا نیز حذف به میزان قابل توجهی صورت می گیرد.

۴- نتیجه گیری

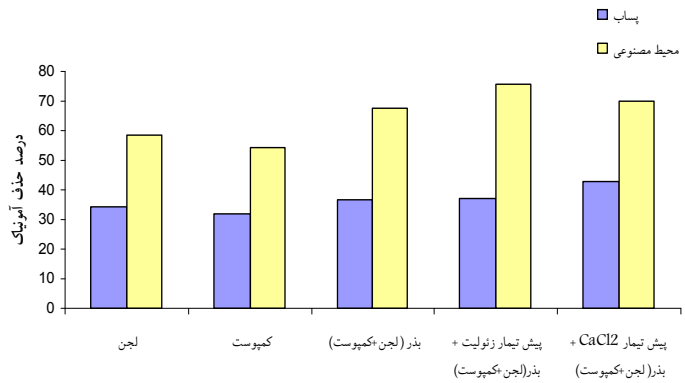
۴-۱- حذف آمونیاک توسط لجن

لجن دارای طیف گسترده‌ای از پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها می‌باشد. در لجن فعال، باکتری‌های نیتریفیکاتور و دنیتریفیکاتور و طیف وسیعی از سایر میکروارگانیسم‌ها یافت می‌شود [۲و۳]. به دلیل وجود این تنوع زیستی، می‌توان از لجن در حذف مواد سمّی و زائد مانند آمونیاک استفاده نمود. مطالعات زیادی در مورد حذف آمونیاک از پسابها توسط لجن فعال صورت گرفته است [۵و۱۲]. در این تحقیق مقدار آمونیاک پساب ۱۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود و با استفاده از لجن فعال این میزان تا ۳۵ درصد (۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر) طی مدت زمان دو روز کاهش یافت. در محیط مصنوعی نیز حذف به میزان ۵۸/۶ درصد، معادل ۸۳۵ میلی‌گرم در لیتر بود و حذف آمونیاک در حضور فنل در این محیط مصنوعی به میزان ۳۸/۴ درصد، معادل ۵۴۸ میلی‌گرم در لیتر، در مدت زمان دو روز صورت گرفت.

۴-۲- حذف آمونیاک توسط کمپوست

در کمپوست نیز مانند لجن فعال طیف گسترده‌ای از میکروارگانیسم‌های هتروتروف و نیز اتوتروف وجود دارند که قادر به حذف آمونیاک می‌باشند [۱۳]. لذا می‌توان از کمپوست برای حذف آمونیاک از پسابها استفاده نمود [۶و۷].

در این تحقیق از کمپوست در حذف آمونیاک پساب کارخانهٔ ذوب آهن اصفهان استفاده گردید. مقدار آمونیاک مورد بررسی ۱۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود که با استفاده از کمپوست و با حضور گلوکز در مدت زمان دو روز، حذف آمونیاک تا ۳۲ درصد (معادل ۴۲۰ میلی‌گرم در لیتر) صورت گرفت.



شکل ۷- مقایسه حذف آمونیاک توسط لجن و کمپوست

Archive of SID
www.SID.ir

۴-۳- دلایل کارآیی پایین میزان حذف جذبی آمونیاک توسط لجن و کمپوست

به دلیل سمّی بودن پساب کارخانهٔ ذوب آهن اصفهان، به واسطهٔ وجود موادی همچون آمونیاک و فنل با درصد بالا و نیز سیانید (که از ممانعت کننده‌های فرآیند فسفوریلاسیون اکسیداتیو می‌باشد)، حذف آمونیاک با استفاده از لجن و کمپوست کارآیی چندانی نداشت. این مواد سمّی همگی از عوامل منفی‌ای هستند که کارآیی سیستم حذف آمونیاک را پایین می‌آورند. همچنین، حذف آمونیاک با فرآیند جذبی، اشباع‌پذیر است و هنگامی که منبع نیتروژن مورد نیاز برای رشد و تشکیل بیومس سلولی اشباع شود میکروارگانیسم‌ها دیگر قادر به جذب آمونیاک نیستند. برای ساخت ۱ گرم باکتری، مقدار ۰/۰۸ گرم نیتروژن مورد نیاز است، لذا در میزان جذب آمونیاک محدودیت وجود دارد [۴].

میزان بالاتر جذب آمونیاک توسط لجن و کمپوست در محیطهای مصنوعی فاقد مواد سمّی، تأییدکنندهٔ اثر بازدارنده مواد سمّی موجود در پساب می‌باشد.

۴-۴- استفاده از پیش‌تیمارهای کلرور کلسیم و زئولیت

به منظور حذف آمونیاک از پسابها از سیستم تبادل یونی محتوی زئولیت استفاده می‌گردد [۸، ۹ و ۱۱].

در این تحقیق به منظور حذف آمونیاک از پساب کارخانهٔ ذوب آهن اصفهان، از زئولیت استفاده شد ولی با این روش، حذفی صورت نگرفت. عواملی که باعث عدم حذف آمونیاک توسط زئولیت می‌شوند را می‌توان در عدم کارآیی زئولیت مصرفی و نیز عدم کارآیی زئولیت در پسابهای حاوی غلظتهای بالای آمونیاک مانند پساب مورد بررسی (۱۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک) ذکر نمود.

از عوامل فلوکه کننده (فلوکولانت‌ها) نیز در کاهش میزان آمونیاک استفاده می‌شود [۳]. در این تحقیق از کلرور کلسیم به عنوان فلوکولانت استفاده گردید که کاربرد این ماده باعث بهبود کاهش آمونیاک از پساب، به میزان ۵/۴ درصد (معادل ۷۵ میلی‌گرم در لیتر) شد.

۴-۵- استفادهٔ توأم از لجن و کمپوست

در تعدادی از نمونه‌ها از لجن و کمپوست به صورت توأم استفاده شد که به دلیل طیف گسترده‌ای از میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه نیاز بیشتر به جذب آمونیاک برای رشد، شاهد افزایش بیشتر در حذف آمونیاک نسبت به حالتی که از لجن یا کمپوست به صورت جداگانه استفاده می‌شد، بودیم. در نمونه‌های بررسی شده با استفاده از لجن و کمپوست، بیشترین میزان حذف آمونیاک پساب، مربوط به استفادهٔ توأم از لجن و کمپوست همراه با گلوکز و مواد معدنی با کمک پیش‌تیمار کلرور کلسیم بود که تا ۴۳درصد آمونیاک پساب را حذف نمود.

۴-۶- تأثیر گلوکز و مواد معدنی بر میزان حذف آمونیاک توسط لجن و کمپوست

افزودن مواد معدنی به پساب به دلیل تأمین مواد معدنی مورد نیاز میکروارگانیسم‌ها، میزان رشد آنها را افزایش خواهد داد. گلوکز به عنوان منبع کربن و انرژی برای میکروارگانیسم‌ها عمل نموده و حضور آن علاوه بر تأمین منبع کربن و انرژی، باعث ایجاد نیاز به نیتروژن بیشتر و در نتیجه جذب آمونیاک از محیط می‌شود و لذا القاگر حذف آمونیاک از پساب توسط میکروارگانیسم‌ها، از طریق فرآیند جذبی می‌باشد.

در این تحقیق استفاده از گلوکز و مواد معدنی در حذف آمونیاک پساب توسط لجن و کمپوست، کارآیی این سیستم را بسیار بالا برد؛ لجن و کمپوست بدون این مواد کارآیی بسیار پایینی در حذف آمونیاک از پساب دارند.

۵- قدردانی

از مسؤلان کارخانه ذوب آهن اصفهان به خصوص مسئولان بخش تحقیقات و فناوری قدردانی می‌شود.

۶- مراجع

1- Knowles, R. (2000). *Nitrogen cycle, Encyclopedia of microbiology,* 20th Ed., 3, 379-391.
2- Bitton, G. (1999). *Activated sludge process*, In: Wastewater microbiology, 2nd Ed., John Wiley and Sons, New York, 169-365.
3- Bitton, G. (1999). *Fundamental of microbiology*, In: Wastewater microbiology, 2nd Ed., John Wiley and Sons, New York, 1-88.
4- Gallert, G., and Winter, J. (2005). "Bacterial Metabolism in Wastewater Treatment Systems." *J. Environ. Biotech*., 3, 1-48.

Archive of SID
www.SID.ir

5- Jung, J., Miyanaga, K., Tanji, Y., and Unno, H. (2004). "Nitrogenous Compounds Transformation by the Sludge Solubilization Under Alternating Aerobic and Anaerobic Conditions." *J. Biochem. Engin*., 21, 207-212.
6- Omrani, G., Safa, M., and Ghafghazy, L. (2004). "Utilization of Biofilter for Ammonia Elimination in Composting Plant. Pakistan." *J. Biol., Sci.,* 7, 2009-2013.
7- Pecchia, J. A., Keener, H. M., and Michel, J. F. C. (2002). "Effects of Recycled Compost Rate on Ammonia and Dry Matter Loss During Dairy Manure Composting." *J. American, Soc, Agr, Engin*, 8, 21-34.
8- Jorgensen, T. C., and Weatherley, L. R. (2003). "Ammonia Removal from Wastewater by Ion Exchange in the Presence of Organic Contaminants." *J. Water, Res.*, 37, 1723-1728.
9- Otal, E., Arenas, L. F. V., Moreno, N., Querol, X., Parapar, J. V., and Pereira, C. F. (2003). "Application of Zeolitized Coal Fly Ashes to the Depuration of Liquid Wastes." *International Ash Utilization Symposium*, Center of Applied Energy Research, University of Kentucky, USA.
10- Greenbery, A. E., Trussell, R. R., and Clesceri, L. S. (1985). *Standard Methods: For the examination of water and wastewater*, 16th Ed., American Public Health Association.
11- Emadi, H., Nezhad, J. E., and Pourbagher, H. (2001). "In Vitro Comparison of Zeolite (Clinoptilolite) and Activated Carbon as Ammonia Absorbants in Fish Culture." *Naga, The ICLARM Quarterly,* 24, 18-20.
12- Mann, A., Espinosa, L. M., and Stephenson, T. (1998). "A Comparison of Floating and Sunken Media Biological Aerated Filters of Nitrification." *J. chem. Technol. Biotechnol*., 72, 273-279.
13- Martinotti, M. G., Puppo, M., Varese, G. C., Gaotier, E., and Bertolotto, A. (1999). "Phenotypic and Functional Characterization of the Microbial Communities Isolated from a Compost." Proc., *Seventh International Waste Management and Landfill, Symposium Environmental Sanitary Engineering Centre*, Sardinia, Cagliari, Italy.

Archive of SID

www.SID.ir