تصفیه تکمیلی فاضلاب کشتارگاه در برکه‌های ماکروفیت

حشمت‌ا... آقارضی*

چکیده

برکه‌های ماکروفیت یکی از روشهای تصفیه تکمیلی است که پس از مرحله تصفیه اولیه و یا ثانویه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مطالعه تصفیه فاضلاب مجتمع تولید و بسته‌بندی گوشت زیاران مورد بررسی قرار گرفته است. در این مجتمع علاوه بر واحد کشتار، واحدهای صنعتی زهتابی، سالامبورسازی و تبدیل مازاد فعالیت دارند. فاضلابهای تولیدی پس از جمع‌آوری به حوض بیهوازی هدایت می‌شوند. زمان ماند حوض مذکور ۷ روز است. بعد از این حوض، ۴ حوض متوالی وجود دارد که زمان ماند فاضلاب در مجموع آنها ۱۵ روز می‌باشد. این حوضها بسته به دما به صورت هوازی یا دوزیستی عمل می‌کند. فاضلاب بعد از خروج از حوضچه‌های مذکور وارد یک حوض ماکروفیت می‌شود. مساحت کل حوض ماکروفیت ۱۷۰۸ مترمربع، مساحت گیاهکاری شده ۷۶۲ متر مربع، زمان ماند حدود یک روز، عمق متوسط ۰/۳۵ متر و گیاه لویی [1]، به اسم علمی تیفا لاکسمانیّ [2] می‌باشد. این روش در حذف موادمعلق ، BOD,COD ،ازت و سولفید راندمان خوبی را نشان داده است.

واژه‌های کلیدی : برکه ماکروفیت (تالاب حاوی گیاهان آبزی)، COD ، تیفا لاکسمانی و تصفیه تکمیلی برکه

مقدمه

تخلیه فاضلاب به محیط زیست دارای استانداردهای خاصی می‌باشد. برای فاضلابهایی که قابلیت تصفیه‌پذیری بیولوژیکی دارند گاهی ممکن است سیستم تصفیه بیولوژیکی فاضلاب (تصفیه اولیه و ثانویه) نتواند پساب خروجی را از نظر مواد مغذی، BOD و COD به استاندارد برساند. لذا باید سیستم تصفیه را اصلاح کرد یا اینکه یک مرحله تصفیه تکمیلی برای حذف پارامترهای مورد نظر قرار دهیم. یکی از این روشها استفاده از حوضهای ماکروفیت می‌باشد. ازاین حوضها بعد از هر روش تصفیه‌ای مثل لجن فعال، صافی چکنده، دیسکهای

* عضو هیات علمی مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان مرکزی

1-Cattile
2-Typha laxmanni

بیولوژیکی چرخان، لاگون و غیره می‌توان استفاده کرد. در این حوضها می‌توان گیاهان ریشه در آب، شناور و مستغرق را کشت کرد. ماکروفیتها مقدار زیادی مواد مغذی (ازت و فسفر) و فلزات سنگین از قبیل کادمیوم، مس، جیوه و روی را جذب می‌کنند [۱] . از گیاهان بن در آب که استعمال بیشتری دارند می‌توان گونه‌های مختلف نی معمولی (بولراش [1] به اسم علمی اسکریپوس[2]) نی شنی (رید [3] به اسم علمی فراگمیتس [4]) و لویی (به اسم علمی تیفا لاکسمانی) را نام برد. از گیاهان شناور گونه‌های مختلف عدسک آبی [5] و از گیاهان معلق هیاسین آبی و سنبل ایرانی [6] بیشتر استفاده می‌شوند [۲ ، ۳ و ۴] .

موضوع این مقاله ارزیابی استفاده از حوضهای ماکروفیت با گیاه لویی در حذف NH_3, PO_4, SS , S, BOD, COD و تغییرات pH می‌باشد. این حوض بعد از لاگونهای بیهوازی قرار دارد.

تولید و تصفیه فاضلاب مجتمع

مجتمع تولید و بسته‌بندی گوشت زیاران در ۹۰ کیلومتری جاده تهران ـ قزوین قرار دارد. در این مجتمع واحدهای کشتارگاه ، زهتابی ، سالامبورسازی و واحد تبدیل مازاد فعالیت دارند. واحد زهتابی روزانه حدود ۵۰۰ کیلوگرم نمک به فاضلاب وارد می‌کند. سالامبورسازی در حدود ۷۰۰ کیلوگرم نمک، ۷۰۰ کیلوگرم آهک، ۱۰۰ کیلوگرم اسید سولفوریک ، ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم ، ۵۰ کیلوگرم بی‌سولفیت سدیم، ۱۵۰ کیلوگرم اروبون و ۶۰۰ کیلوگرم سولفور سدیم به فاضلاب وارد می‌کند. هر یک از این واحدها ممکن است بطور مستقل کار کنند. از این رو کمیت و کیفیت فاضلاب می‌تواند بسیار متغیر باشد . میزان دبی کل از ۵۰۰ تا ۷۰۰ مترمکعب در روز متغیر است و متوسط آن در این طرح ۶۰۰ مترمکعب در روز فرض شده است .فاضلابهای مذکور بعد از جمع‌آوری به پنج حوض بیهوازی دوزیستی بطور متوالی هدایت می‌شوند. عمق متوسط هر یک از حوضها ۲ متر است. زمان ماند در حوضها به ترتیب ۷ ، ۴ ، ۴ ، ۴ و ۴ روز می‌باشد. از این ۵ حوض ، سه حوض آخر با افزایش دمای هوا و فاضلاب بصورت اختیاری عمل می‌کنند. بعد از این حوضها برای پالایش بیشتر پساب، از حوض ماکروفیت استفاده شده است. این حوض حاوی گیاه لویی می‌باشد. مساحت کل آن ۱۷۰۸ متر مربع، مساحت گیاهکاری شده ۷۶۲ متر مربع، زمان ماند حدود یک روز، عمق ۰/۳۵ متر، BOD ورودی ۳۵/۵ گرم بر مترمربع در روز و بار هیدرولیکی ۰/۳۵۱ مترمکعب بر مترمربع در روز می‌باشد.

روشهای آزمایشگاهی

از فاضلاب خام خروجی از آخرین لاگون (ورودی به حوض ماکروفیت) و خروجی از حوض ماکروفیت نمونه‌برداری انجام گرفت و برای نمونه‌برداری از ظروف پلاستیکی تمیز استفاده شد. نمونه‌برداری بطور تصادفی صورت گرفت. تعداد نمونه‌ها ۱۱ فقره و زمان نمونه‌برداری از آبان ۱۳۷۲ تا اردیبهشت ۱۳۷۳ بوده است. نمونه‌ها در آزمایشگاه مرکز آب و انرژی دانشگاه صنعتی شریف آزمایش شدند. روشهای آزمایش با توجه به کتاب استاندارد متد انجام شده است [۵]. آمونیاک به روش تقطیر، نیترات به روش آلیاژ دوارد، فسفات به روش کلرید قلع، سولفید به روش یدومتری ، مواد معلق با کاغذ صافی و در حرارت ۱۰۳ تا ۱۰۵ درجه سانتیگراد ، COD به روش تقطیر برگشتی و BOD به روش اکسیژن محلول اندازه‌گیری شده‌اند. میانگین نتایج حاصل از اندازه‌گیری در جدول ۱ آورده شده‌است .

نتایج و بحث

در بررسی حذف آمونیاک مشخص شد که به علت اینکه نیتریفیکاسیون یک فرایند بیولوژیکی است و متأثر از دما می‌باشد، وقتی دمای هوا کاهش می‌یابد میزان حذف آمونیاک کم می‌شود. در این برکه درو نکردن گیاهان و

1-Bulrash 2-Scripus
3-Reed 4-phragmites
5-Duckweed 6-Water hyacinth

ریزش آنها به درون برکه در فصل زمستان باعث افزایش سطح جذب آمونیاک شده است . همچنین خاشاک گیاهان به عنوان یک بستر ثابت برای رشد باکتریها و جلبک عمل کرده و حذف آمونیاک افزایش می‌یابد. بعد از اینکه گیاهان پوسیده شدند (اواخر زمستان و اوایل بهار) میزان آمونیاک در خروجی حوض افزاش می‌یابد. دلیل این امر آزاد شدن آمونیاک از بافت گیاهی می‌باشد.

در بیشتر موارد حذف آمونیاک به صورت واکنش درجه اول صورت می‌گیرد ، یعنی با افزایش غلظت ورودی به حوض، حذف هم بیشتر انجام می‌شود. حذف آمونیاک در این برکه بطور متوسط ۳ گرم بر مترمربع در روز بود .با افزایش دما در بهار و شروع رشد گیاه ، میزان حذف آمونیاک زیاد می‌شود.

حذف فسفات

هر چه به آخر پاییز نزدیک می‌شویم چون گیاه پیر شده و فسفات را جذب نمی‌کند، میزان آن در برکه رو به افزایش می‌رود .درو نکردن گیاهان و ریزش آنها سطح جذب را افزایش می‌دهد و فسفات در خروجی کاهش می‌یابد. از طرفی مساعد شدن زمینه برای رشد جلبکها (عدم وجود سایه و وجود بستر ثابت رشد) باعث افزایش جذب فسفات می‌شود. عامل دیگری که در حذف فسفات اهمیت دارد pH است. در pH بالای ۸ انحلال نمک فسفات کاهش می‌یابد و ته نشینی انجام می‌شود. جلبکها با مصرف دی‌اکسید کربن، pH محیط را افزایش می‌دهند و فسفات در خروجی حوض کم می‌شود. با پوسیده شدن گیاهان ، فسفات جذب شده روی سطح آنها و آنچه قبلاً جذب بافت گیاهی شده بود آزاد می‌شود .لذا در اوایل بهار افزایش فسفات در خروجی مشاهده می‌گردد ولی با شروع رشد گیاه و جذب فسفات میزان آن کاهش می‌یابد. عامل دیگر در حذف فسفات ،ظرفیت تبادل یون خاک می‌باشد. با اشباع شدن ظرفیت تبادل یونی خاک حذف فسفات کاهش می‌یابد .کاهش pH باعث می‌شود فسفاتهای جذب شده روی خاک هم به صورت محلول درآمده و از حوض خارج شوند.

حذف COD

در برکه، گیاهان به صورت صافی عمل می‌کنند و تمام مواد معلقی که عمدتاً جلبکها می‌باشند و از حوضهای ما قبل به برکه می‌آیند جذب جدار ساقه گیاهان می‌شود. از طرفی وجود سایه باعث نابودی جلبکها می‌شود. در زمستان که گیاهان خزان می‌کنند رشد جلبکها در روی خاشاک باعث افزایش COD در خروجی از حوض می‌شود. همچنین پوسیده شدن گیاهان خود منجر به افزایش COD می‌گردد. در این برکه بطور متوسط ۴ گرم بر مترمربع در روز کاهش COD مشاهده شد.

جدول شماره ۱ : مشخصات فاضلاب ورودی و خروجی در حوضهای بی‌هوازی ، دوزیستی و ماکروفیت

پارامترها	COD	BOD	NH3-NH4	PO_4- P	SS	S	pH	Q m^3/d
فاضلاب ورودی به حوض بیهوازی mg/L	۱۵۱۷±۷۶۴	۱۲۶۴±۳۰۰	۸۸±۴۹	–	۶۷۶±۲۵	–	۹/۴±۱/۷	۶۰۰
خروجی از آخرین لاگون mg/L	۱۶۳±۵۹	۱۰۱±۳/۴	۱۱۶/۶	۲۸/۴±۸/۹	۱۹/۷±۱۵	۹/۳±۷/۵	۷/۵±۰/۲۴	۶۰۰
که همان ورودی به حوض ماکروفیت است $gr/m^3.d$	۵۷/۴±۲۱	۳۵/۵±۱/۱	۴۱±۵/۹	۹/۶±۲/۵	۷±۵/۲	۳/۳±۲/۶	۷/۵±۰/۲۴	۶۰۰
خروجی از حوض ماکروفیت	۵۳±۲۰	۲۵±۸	۳۸±۵	۱۱±۳/۶	۵/۵±۳/۴	۱/۴۴±۱	۷/۸±۰/۲۱	

حذف BOD

در برکه ، حذف BOD همواره صورت می‌گیرد. کاهش ناگهانی درجه حرارت به طور سریع حذف BOD را کم می‌کند. حذف BOD به صورت واکنش درجه یک می‌باشد. افزایش زمان ماند حذف را افزایش می‌دهد. با ریزش گیاهان به درون برکه و رشد جلبکها حذف افزایش می‌یابد. همزمان با پوسیده شدن گیاهان در اواخر زمستان و اوایل بهار BOD در سیستم بالا میرود و در واقع حذف کم می‌شود. در بهار با افزایش دمای هوا، BOD در خروجی حوض کم می‌شود. در این برکه بطور متوسط ۱۰ گرم بر مترمربع در روز حذف BOD انجام شده است.

حذف سولفید

در فرایندهای بیولوژیکی غلظت زیاد سولفید یک عامل باز دارنده می‌باشد. سولفید هیدروژن بستگی به pH دارد و در pH های قلیایی بهتر اکسید میشود. به نظر می‌رسد فعالیت باکتریهای گوگرد و باکتریهای نیتریفای کننده معکوس هم عمل می‌کنند. با افزایش حذف آمونیاک حذف سولفید کاهش می‌یابد.

حذف مواد معلق و pH

برکه حاوی گیاه در حذف مواد معلق خوب عمل می‌کند. لایه‌های ژلاتینی باکتری که در جدار ساقه گیاهان تشکیل می‌شود باعث جذب مواد معلق می‌شود. در این برکه حداکثر بار ورودی ۱۸/۳ گرم بر مترمربع در روز بوده که ۱۲/۸ آن حذف شده و کمترین بار ورودی ۲ گرم بر مترمربع در روز بوده که ۱/۲ آن حذف شده است. در بعضی موارد به علت ریزش گیاهان در برکه و همچنین رشد جلبکها، مواد معلق افزایش یافته است.

pH فاضلاب خام همواره قلیایی است ولی ضمن عبور از لاگونهای متوالی کاهش می‌یابد. در برکه به علت وجود جلبکها و جذب دی‌اکسید کربن ، pH همواره نسبت به خروجی از لاگون افزایش کمی را نشان می‌دهد .میانگین pH ورودی به برکه ۷/۵ و خروجی ۷/۷۵ بود.

نتیجه گیری

بطور کلی استفاده از حوضهای ماکروفیت برای افزایش میزان تصفیه بعد از روشهای مختلف تصفیه بیولوژیکی مناسب می‌باشد.همچنین در اجتماعات کوچک می‌توان فاضلاب را بعد از یک پیش تصفیه مثل ته نشینی به این حوضها وارد کرد. مزیت این حوضها در این است که جهت بهره‌برداری به نیروی متخصص، انرژی الکتریکی و قطعات مکانیکی احتیاج نمی‌باشد، هزینه ساخت اولیه کم می‌باشد و از گیاهان تولید شده هم می‌توان در تغذیه دام، تولید کود و تولید بیوگاز استفاده کرد.

منابع و مراجع :

1- Gersberg, R. M., Elkins, B. V., and Goldman, C. R. (1983)." *Nitrogen Removal in Artificial Wetland*". Wat. Res., Vol. 17, No. 9, PP. 1009-1024.

2- Gersberg, R. M., Elkins, B. V., and Goldman, C. R. (1984)." *Use of Artificial Wetland to Remove Nitrogen from Wastewater.*" Journal of WPCF, Vol. 56, No. 2.

3- Gersberg, R. M., Elkins, B. V., and Lyon, S. R. (1986)." *Role of Aquatic Plants in Wastewater Treatment by Artificial Wetland.*", Wat. Res., Vol. 20, No. 3, PP. 363-368.

4- Sidwick, J., and Holdom , R. (1987)." *Biotechnology of Waste Treatment and Exploitation.*" Holdom Eallis Horwood Limited.

5- APHA(1992)."Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.",18th ed. APHA, AWWA, WEF.