بررسی تاثیر سیستم NFT با بستر زئولیت، بستر چیپس چوب، بستر خرده آجر،بر روی BOD،COD پساب

احمد یاوری ۱، پیام نجفی ۲، ویلما بایرام زاده ۳، عاطفه اژدری ۴
۱-دانشجوی دکتری شیمی و حاصلخیزی خاک دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان(خوراسگان)، ۲-دانشیار گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان(خوراسگان)، ۳- استادیارگروه صنایع چوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۴-کارشناسی ارشد پیدایش و رده بندی خاکدانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان(خوراسگان)

چکیده
تصفیه بیولوژیکی فاضلاب یکی از متداول ترین و مقرون به صرفه ترین روشهای تصفیه فاضلاب در دنیا است. در این تحقیق از سیستم Nutrient Film Technique برای رفع آلودگی پساب پوند ۸ پالایشگاه اصفهان استفاده شد. پنج تیمار پساب بدون گیاه و بستر، پساب با گیاه و بدون بستر، پساب با گیاه و بستر زئولیت و پساب با گیاه و بستر خرده چوب و پساب با گیاه و بستر خرده آجر در شرایط بی هوازی و هوازی در این سیستم مورد بررسی قرار گرفت. گیاه مورد استفاده برگ بو بود. در هر تیمار ۴۰ لیتر پساب به مدت ۷۲ ساعت در سیستم جریانیافت و در زمان های ۰، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت از پساب در حال گردش نمونه برداری انجام شد تا پارامترهای مورد نظر مربوط به کیفیت پساب اندازه گیری شود.نتایج نشان داد که سیستم NFT با وجود سادگی و کم هزینه بودن می تواند در اصلاح کیفیت پساب صنعتی بخصوص در کاهش بارآلی موثر باشد و باعث کاهش BOD۵ تا ۴۳ درصد در تیمار پساب با گیاه و بستر خرده آجر در زمان ۷۲ ساعت, کاهش COD تا ۶۵ درصد در تیمار پساب با گیاه و بدون بستر در زمان ۷۲ ساعت شده است.

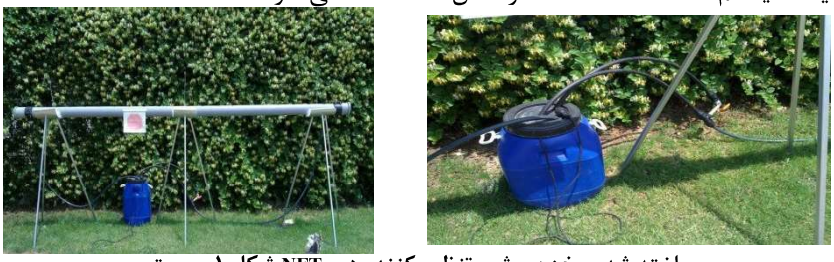
واژه‌گان کلیدی: پساب؛ Nutrient film technique؛ بستر.

مقدمه
پیشگیری از ایجاد فاضلاب امکان پذیر نیست و با توجه به رشد ۳/۱ درصدی جمعیت ایران، هر ساله حدود ۵۰ میلیون متر مکعب به حجم فاضلاب تولیدی اضافه می شود، بنابراین باید از روش هایی استفاده شود که ضمن جلوگیری از آلوده شدن آب ها، میزان انتشار آن در محیط زیست کاهش یابد. این روش ها شامل کاهش حجم فاضلاب، بازگرداندن، بازیافت و استفاده مجدد از فاضلاب می باشد (شایگان و افشاري، ۱۳۸۳). استفاده مجدد از فاضلاب های تصفیه شده به عنوان یک منبع ارزشمند آب برای مصارف مختلف از جمله کشاورزی، آبیاری فضای سبز و بیابان زدایی و سایر مصارف غیر آشامیدنییکی از اهداف مهم تصفیه فاضلاب است. (میران زاده و محمودی، ۱۳۸۱).

روش های فیزیکی و شیمیایی بسیاری برای تصفیه فاضلاب وجود دارد اما روشهای بیولوژیکی بسیاری اوقات راهکارهای آسان، دایمی، ارزان، موثر و غیر آلاینده را برای پالایش و آلودگی زدایی فراهم می آورند (مسلمی و همکاران، ۱۳۸۴). روشهای بیولوژیکی علاوه بر اینکه کم هزینه و موثرتر می باشند، سازگاری بیشتری با محیط زیست دارند (طلایی و همکاران، ۱۳۸۸).سیستم NFT که اولین بار توسط کوپر (۱۹۷۶) پیشنهاد شد، یکی از روش های کشت بدون خاک است. در این روش ریشه های گیاه در مجاری باریک و طویل قرار می گیرند. ریشه هابه طور مستقیم در معرض محلول غذایی برای تامین آب، مواد غذایی و اکسیژن هستند. محلول غذایی بصورت کم عمق جریان دارد. ارتفاع محلول غذایی جاری شده در کانال معمولا نبایدبیش از چند میلی متر تا حداکثر یک سانتی متر باشد و قسمت عمده تارهای کشنده ریشه گیاهان، نباید در محلول غذایی غوطه ور شود. حرکت محلول غذایی بصورت مداوم بوده و بازیافت می شود. این محلول بوسیلهپمپ در سرتاسر کانال های کشت جریان مییابد. این کانال ها به گونه ای قرار می گیرد که داراییک شیب جزیی باشد تا به کمک نیروی ثقل امکان جریان پیدا کردن محلول غذایی در کانال ایجاد شود. برای ایجاد شیب از پایه های استفاده می شود که کانال ها روی آن قرار می گیرد. کانال ها تا حد امکان باید محصور باشد و فقط با ایجاد شکاف های در وسط آنها فضای مورد نیاز برای رشد گیاه فراهم شود. برای جلوگیری از تبخیر و تعرق و ممانعت از ورود نور، دور تا دور نهال های گیاهی پوشش یافته است. درون فضای کانال هوا وجود دارد اما به دلیل محصور بودن کانال و میزان رطوبت زیاد، ریشه های گیاه از رطوبت مورد نیاز برای رشد خود برخوردار هستند. این وضعیت باعث تامین مقادیر کافی اکسیژن در منطقه رشد ریشه ها می گردد.

مواد و روش‌ها

برای انجام آزمایش یک سیستم NFT ساخته شد که در شکل ۱ مشاهده می شود.



ساخته شده،مخزن و شیر تنظیم کننده دبیNFT شکل ۱ سیستم

این آزمایش شامل ۵ تیمار بود. تیمار اول پساب پوند ۸ بدون گیاه و بستر، تیمار دوم پساب پوند ۸ با گیاه و بدون بستر، تیمار سوم پساب پوند ۸ با گیاه و بستر زئولیت و تیمار چهارم پساب پوند ۸ با گیاه و بستر خرده چوب و تیمار پنجم پساب پوند ۸ با گیاه و بستر خرده آجر. در هر تیمار ۴۰ لیتر فاضلاب به مدت ۷۲ ساعت در سیستم جریان یافت و در زمان های صفر (پساب ورودی)، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت از پساب در محل گردش در سیستم نمونه برداری انجام می شد. در تمام مراحل و تیمارها دبی جریان پساب ۵/۱ لیتر در دقیقه و سرعت جریان آن ۴۴ سانتیمتر در ثانیه تنظیم شده بود. پساب مورد نیاز برای انجام این آزمایش از پوند ۸ پالایشگاه اصفهان برداشته شد. گیاه برگ بو مورد نیاز نیز خریداری شد. درختچه های خریداری شده ۳ ساله بوده و ارتفاعی بین ۶۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر داشتند. زئولیت مورد استفاده در تیمار سوم مخلوطی از زئولیت میانه و سمنان بود.

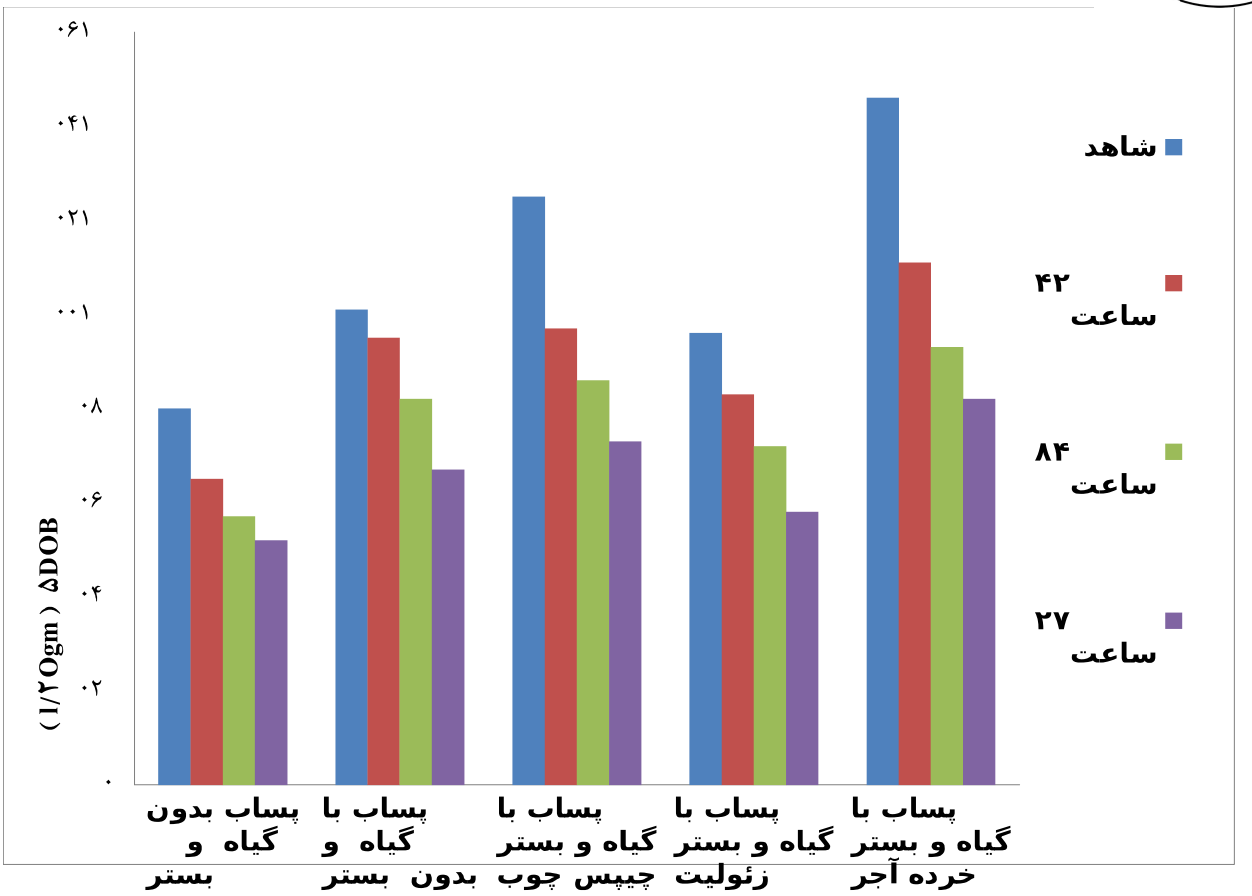
این آزمایش در دو مرحله هوازی و بی هوازی انجام شد:

در مرحله بی هوازی در طول تمام تیمارها محل ورود و خروج لوله های پلی اتیلن به داخل مخزن عایق بندی شده بودند تا از ورود و خروج هوا به داخل مخزن جلوگیری شود. ابتدا در تیمار اول ۴۰ لیتر پساب بدون حضور گیاه و بدون بستر در سیستم و در شرایط بی هوازی به مدت ۷۲ ساعت جریان یافت. از پساب ورودی و سپس در زمان های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت از پساب در حال جریان نمونه برداری شد تا پارامترهای مورد نظر مربوط به کیفیت پساب اندازه گیری شده و تاثیر سیستم NFT بر روی اصلاح کیفیت پساب در شرایط بی هوازی و در زمان های ماند مختلف مشخص شود. به منظور ایجاد شرایط بی هوازی تمام سوراخ های ایجاد شده روی لوله که محل قرارگیری گیاه بودند مسدود شده بودند.پس از گذشت ۷۲ ساعت و آخرین نمونه برداری سیستم تخلیه و کاملا شستشو شد. در تیمار دوم مجددا ۴۰ لیتر پساب در مخزن ریخته و در حضور گیاه در سیستم جریان یافت. در این تیمار ۲۰ گیاه برگ بو در سوراخ های ایجاد شده در روی لوله قرار گرفت. ریشه های گیاهان قبل از قرار گرفتن در لوله ی کشت کاملا شستشو شدند. پساب به مدت ۷۲ ساعت در حضور گیاه در سیستم جریان یافت و در زمان های ۰، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت از پساب نمونه برداری شد تا تاثیر گیاه در زمان های مختلف ماند در شرایط بی هوازی بر روی پارامتر های کیفی پساب مشخص شود. در تیمار سوم نیز پس از شستشوی سیستم، مجددا ۴۰ لیتر پساب همراه با ۲۰ عدد گیاه و زئولیت به عنوان بستر در شرایط بی هوازی به مدت ۷۲ ساعت در سیستم NFT جریان یافت. زئولیت در سرتاسر کف لوله کاشت قرار گرفت. نمونه برداری در زمان های ۰، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت انجام شد و نمونه ها به منظور بررسی پارامترهای کیفی مورد نظر به آزمایشگاه ارسال شد. این تیمار به منظور بررسی تاثیر زئولیت به عنوان بستر بر اصلاح کیفیت پساب در زمان های ماند مختلف در شرایط بی هوازی انجام شد.

در تیمار چهارم و پنجم نیز ۴۰ لیتر پساب به مدت ۷۲ ساعت در حضور ۲۰ عدد گیاه و با بستر خرده چوب و خرده آجر جریان داشت. خرده چوب و خرده آجر استفاده شده در این تیمار ها نیز قبل از قرار گرفتن در سیستم شستشو داده شدند. و همانند زئولیت برای جلوگیری از حرکت آن در سیستم در درون توری پلاستیکی قرار گرفت. نمونه برداری از پساب ورودی و پساب در حال گردش در سیستم در زمان های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت انجام و پارامترهای مورد نظر به منظور بررسی تاثیر خرده چوب و خرده آجر به عنوان بستر در سیستم NFT در زمان های ماند مختلف و در شرایط بی هوازی اندازه گیری شد.در مرحله هوازی تمامی تیمارها، نحوه و مراحل انجام آزمایش و نمونه برداری مشابه با مرحله ی بی هوازی بود با این تفاوت که به منظور تبادل گازی در طول انجام تمامی تیمارها محل ورود و خروج لوله های پلی اتیلن به مخزن عایق بندی نشده بود و امکان تبادل گازی درون مخزن با محیط اطراف وجود داشت.

نتایج و بحث

در تیمار پساب بدون گیاه و بستر، مقدار BOD_5در نمونه های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب با راندمان حذف ۱۸، ۲۸ و ۳۵ درصد کاهش می یابد. در تیمار پساب با گیاه و بدون بستر نیز مقدار BOD_5 با گذشت زمان کاهش می یابد و راندمان حذف در ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب ۵، ۱۸ و ۳۳ درصد بوده است. در تیمار پساب با گیاه و بستر چیپس چوب نیز مقدار BOD_5 با گذشت زمان کاهش یافته و راندمان حذف در ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب ۲۲، ۳۱ و ۴۱ درصد، بوده است. در تیمار پساب با گیاه و بستر زئولیت نیز مقدار BOD_5با گذشت زمان کاهش یافته و راندمان حذف در ۲۴ و ۴۸ و ۷۲ ساعت به ترتیب ۱۳،۲۵ و ۳۹ درصد بوده است. در تیمار پنجم و بستر خرده آجر نیز روند کاملا کاهشی است و در ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب ۲۳، ۳۶ و ۴۳ درصد بوده است.



در طول ۷۲ ساعت در تیمارهای مختلف در شرایط هوازی BOD_5شکل ۲. تغییرات

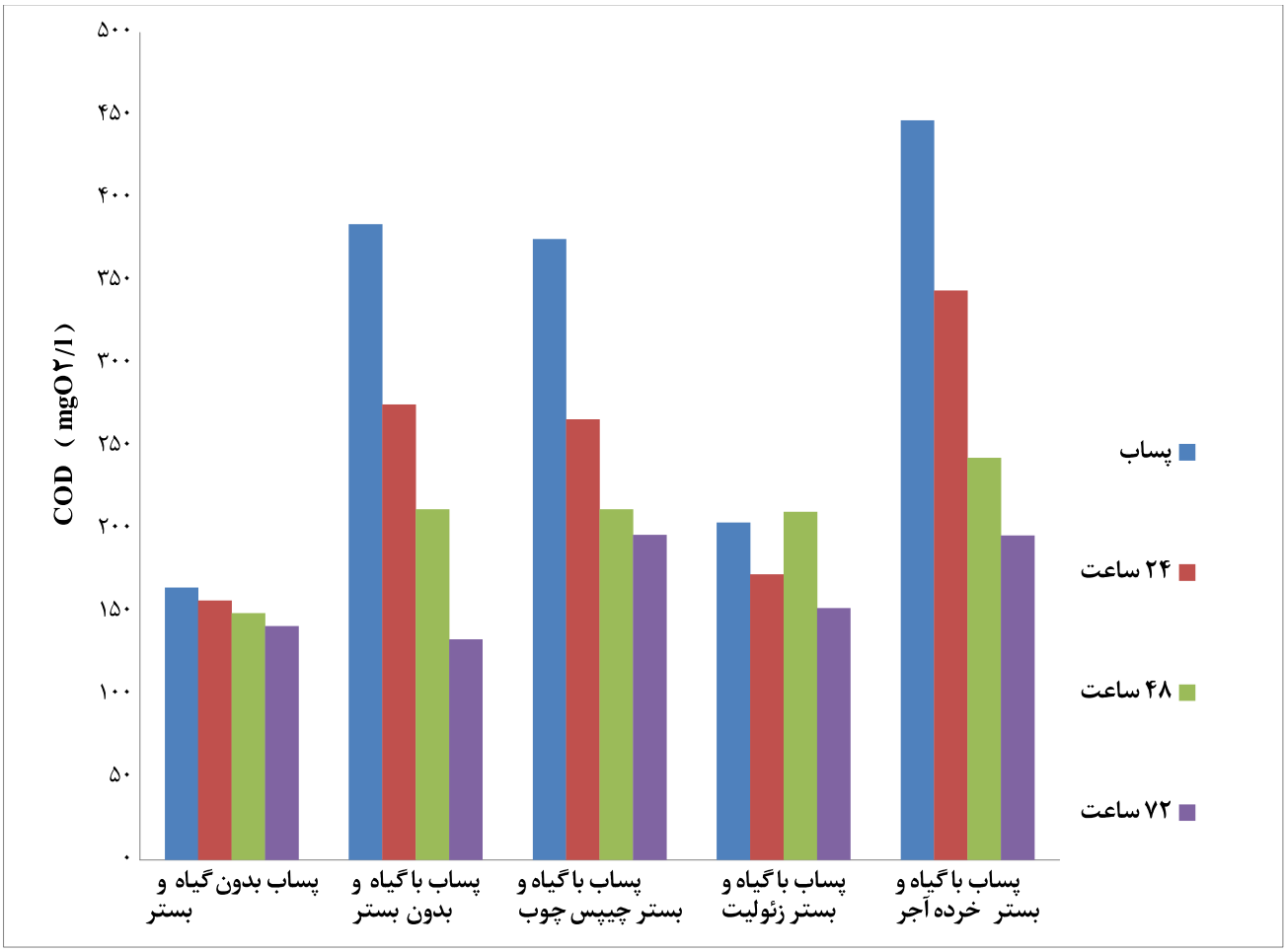
(%) در طول ۷۲ ساعت در شرایط هوازی BOD_5 جدول ۱. راندمان حذف

زمان نمونه برداری	راندمان حذف (درصد)				
	تیمار اول	تیمار دوم	تیمار سوم	تیمار چهارم	**تیمار پنجم**
۲۴ساعت	۱۸.۷۵	۵.۹۴	۲۲.۴۰	۱۳.۵۴	۲۳.۹۷
۴۸ساعت	۲۸.۷۵	۱۸.۸۱	۳۱.۲۰	۲۵.۰۰	۳۶.۳۰
۷۲ساعت	۳۵.۰۰	۳۳.۶۶	۴۱.۶۰	۳۹.۵۸	۴۳.۸۴

بنابراین همانطور که ملاحظه می شود، در تمام تیمارها بیشترین راندمان حذف پس از ۷۲ ساعت بدست آمده. همچنین تیمار پساب با گیاه و بستر خرده آجر بیشترین راندمان حذف BOD_5 را با ۴۳ درصد در بین تیمارها داشته است و بدترین عملکرد مربوط به تیمار پساب با گیاه می باشد.

بررسی تغییرات (COD)

همانطور که در شکل ۳ و جدول ۲ مشاهده می شود، در تیمار فاضلاب بدون گیاه و بستر مقدار COD با گذشت زمان کاهش می یابد. راندمان حذف در این تیمار در زمان های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب ۲۶، ۴۰ و ۵۸ درصد بوده است. در تیمار فاضلاب با گیاه و بدون بستر نیز COD با گذشت زمان کاهش یافته است. راندمان حذف در این تیمار پس از گذشت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب ۱۹، ۳۸ و ۵۰ درصد بوده است. در تیمار فاضلاب با گیاه و بستر زئولیت نیز مقدار COD با گذشت زمان کاهش یافته و راندمان حذف در زمان های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بترتیب ۳۳، ۷۶ و ۷۸ درصد بوده است. در تیمار فاضلاب با گیاه و بستر خرده چوب مقدار CODدر ۲۴ ساعت افزایش یافته سپس در زمان های ۴۸ و ۷۲ ساعت کاهش یافته است ولی باز هم نسبت به شاهد بیشتر بوده، بنابراین حذف صورت نگرفته است.



در طول ۷۲ ساعت در تیمارهای مختلف در شرایط هوازی COD شکل ۳. تغییرات

جدول ۲.راندمان حذف CODدر طول ۷۲ ساعت در شرایط هوازی (%)

زمان نمونه برداری	راندمان حذف (درصد)				
	تیمار اول	تیمار دوم	تیمار سوم	تیمار چهارم	تیمار پنجم
۲۴ساعت	۴.۷۴	۲۸.۳۵	۲۹.۰۳	۱۵.۳۶	۲۳.۰۳
۴۸ساعت	۹.۴۸	۴۴.۸۸	۴۳.۵۶	۳.۱۹-	۴۵.۶۳
۷۲ساعت	۱۴.۲۸	۶۵.۳۲	۴۷.۶۴	۲۵.۳۷	۵۶.۱۴

همانطور که مشاهده می شود، تیمار پساب با گیاه پس از ۷۲ ساعت بیشترین راندمان حذف COD را در بین تیمارهای مختلف داشته است.

نتایج نشان داد که سیستم NFTبا وجود سادگی و کم هزینه بودن می تواند در اصلاح کیفیت پساب صنعتی بخصوص در کاهش بارآلی موثر باشد.

نتایج نشان می دهد استفاده از زئولیت و خرده چوب و خرده آجر به عنوان بستر در سیستم NFTمی تواند در اصلاح کیفیت پساب صنعتی موثر باشد به طوری که بیشترین کاهش هدایت الکتریکی و بیشترین راندمان حذف BOD۵ و بیشترین راندمان حذف ازت آمونیومی، بیشترین راندمان حذف ازت کل و بیشترین راندمان حذف فسفر کل در حضور بستر خرده آجر بدست آمده است. همچنین این دو در حذف جامدات معلق موفق بوده اند. بطور کلی سیستم NFT در حضور بستر خرده آجر در کاهش مواد مغذی عملکرد بهتری داشته است.

نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش زمان ماند پساب در سیستم NFT بر روی اصلاح کیفیت پساب تاثیر مثبت داشته و باعث افزایش راندمان حذف می شود به طوری که بیشترین راندمان حذف در BOD۵در زمان ۷۲ ساعت و CODدر زمان ۷۲ ساعت و ازت آمونیوم و ازت کل در زمان ۷۲ ساعت و فسفر در زمان ۴۸ ساعت و Oilدر زمان های ۴۸ و ۷۲ ساعت و آهن و مس در زمان ۷۲ ساعت به دست آمده است.بطور کلی سیستم NFT ساخته شده در حضور گیاه و بستر زئولیت و خرده آجر در شرایط تبادل گازی بهترین عملکرد را در اصلاح کیفیت داشته است.

منابع

شایگان ج، افشاری ع. ۱۳۸۳. بررسی وضعیت فاضلاب های شهری و صنعتی در ایران. مجله آب و فضلاب، ۴۹: ۶۹-۵۸.

میران زاده م ب، محمودی س. ۱۳۸۱. بررسی تعداد تخم نماتودها در فاضلاب ورودی و پساب خروجی از تصفیه خانه فاضلاب شهرک شوش تهران ۷۹-۱۳۷۸. مجله آب و فاضلاب، ۴۲: ۳۶-۳۲.

مسلمی م ر، وثوقی م، پاک ع. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر عوامل محیطی بر راندمان حذف بیولوژیکی آلاینده های نفتی از خاک و تعیین شرایط بهینه عملکردی. مجله آب و فاضلاب، ۵۵: ۲۳-۱۵.

طلایی ا ر، طلایی م ر، جعفرزاده حقیقی فر ن. ۱۳۸۸. بهینه سازی حذف بیولوژیکی فاضلاب های حاوی گازوییل شناور بر روی سطح آب به روش تاگوچی. مجله آب و فاضلاب، ۷۱: ۶۸-۵۷.

Cooper, A. ۱۹۷۶. Nutrient Film Technique of growing Crops. First published, London : Grower Books, pp ۳۳.

Abstract

The crisis of lack of water and lack of new available water sources beside the pollution of water in both surface and underground that cause by evacuation of urban wastewater is one of the major problems of most countries. Prevention of wastewater production is not possible. So, application of treat wastewater is one of the appropriate sources of using water. Although this method cause less pollution in water sources and reduce the spreading of wastewater into the environment. Wastewater biofiltration is one the major and usual methods in the world that seems more adaptability with environment. One the new method was Nutrient Film Technique. In present research, this method was used for treatment of pond۸ wastewater. five treatments included, wastewater without plant and bed, wastewater with plant and without bed, wastewater with plant and zeolite as a bed and wastewater with plant and fragments of wood in two condition namely, aerobic environments were used. In each treatment, ۴۰ Lit of

wastewater was recycling in system and sampling was done in different treatments of time namely ۰, ۲۴, ۴۸ and ۷۲ hours from recycling wastewater in the system to evaluate qualitative parameters of sewage.