

# بررسی تصفیه پذیری شیرابه حاصل از محل های دفن بوسیله ممبران فیلتر

دکترعلی ترابیان، دکتر امیر حسام حسنی، روح اله محمودخانی

عضو هیئت علمی دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

عضو هیئت علمی دانشکده محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

دانشجوی دکترای مهندسی محیط زیست

## چکیده:

این مطالعه به منظور بررسی میزان تصفیه پذیری شیرابه حاصل از محل دفن تهران واقع در محل کهریزک بوسیله ممبران فیلتر انجام شده است. در این مطالعه شیرابه حاصل از محل دفن پسماند با عمر ۲ تا ۵ سال و میانگین اکسیژن مورد نیاز شیمیایی ۷۰۰۰۰ میلی گرم بر لیتر جهت تغذیه یک راکتور ممبران بیوراکتور (MBR) به حجم ۱۷۵ لیتر، رژیم جریان نیمه پیوسته و ممبران هالوفیبر از جنس پلی پروپیلن با اندازه روزنه ۰.۱ میکرون استفاده شده است. در این حالت راکتور با شرایط سن لجن برابر ۵۵ روز، زماند ماند هیدرولیکی ۱۵ روز، دمای ۲۱ درجه سانتی گراد، PH برابر ۱۰ و نرخ هوادهی ۰.۲۲ سی سی در ثانیه و اکسیژن محلول ۲ میلی گرم بر لیتر راه اندازی گردید و در این حالت COD خروجی راکتور به ۱۳۰۰ میلی گرم برلیتر رسید. در این مرحله به منظور افزایش راندمان تصفیه خروجی راکتور MBR از فیلتر اسمز معکوس (RO) عبور داده شد که در این حالت میزان کدورت نصف و خروجی به ۱۱۰۰ میلی گرم بر لیتر کاهش یافت. با توجه به مطالعات صورت گرفته در این خصوص نسبت کربن به ازت داخل ممبران بیوراکتور باید کمتر از ۱۰ باشد که در حال حاضر ۲۹۰ می باشد و میزان کیلوگرم اکسیژن مورد نیاز به کیلوگرم اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD) داخل راکتور جهت انجام واکنش بهینه ۱.۲ الی ۱.۵ باشد که در شرایط فوق برابر ۰.۰۴۴ می باشد که باید تامین گردد.

## واژه های کلیدی

تصفیه، شیرابه، پسماند، ممبران فیلتر، MBR

مقدمه:

## فرآیندهای غشایی

در سالهای اخیر روشهای قدیمی فیلتراسیون با فرآیندهای غشایی تکامل یافته‌اند، در این فرآیندها از غشاهای نیمه تراوا به عنوان عامل اصلی جداسازی استفاده می‌شود. فرآیندهایی که براساس انواع غشاء پی ریزی گردیده‌اند قادر به جداسازی مواد با اندازه‌های مختلف از سیال می‌باشند. میکروفیلتراسیون برای جداسازی ذرات بسیار کوچک، الترافیلتراسیون برای جداسازی ماکرومولکولها، ناتو فیلتراسیون برای جداسازی مولکولها و اسمز معکوس برای جداسازی یونها به کار گرفته می‌شوند. در جدول ۱-۱ دسته‌بندی مواد مختلف براساس اندازه و فرآیندهای ممکن به منظور جداسازی آنها نشان داده شده است.

ذرات درشت مانند شن، مو، آرد، گلبولهای قرمز و پاره‌ای از باکتریها که با چشم غیر مسلح با میکروسکوپ نوری قابل دیدن هستند و اندازه آنها بیش از چند میکرون تا حدود چند میلی‌متر است، بوسیله فیلتراسیون معمولی قابل جداسازی می‌باشند.

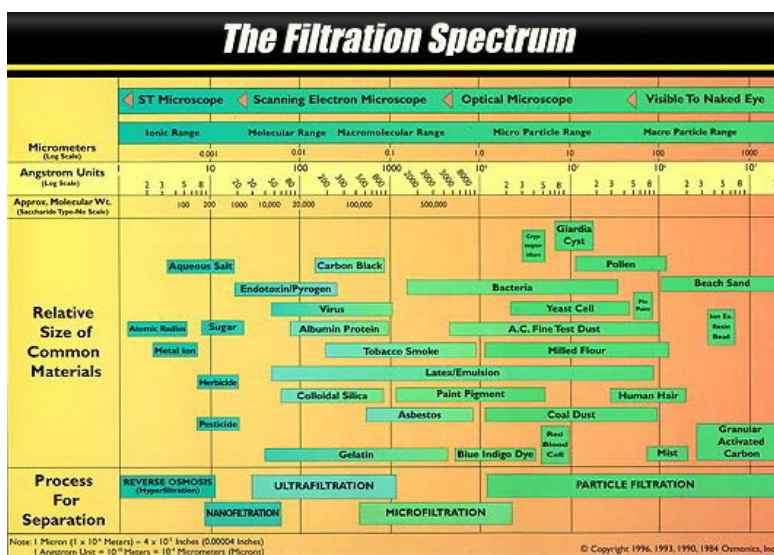
ذرات ریز مانند باکتریها، کلئیدها، رنگ‌دانه‌ها که با میکروسکوپ نوری یا میکروسکوپ الکترونی قابل مشاهده می‌باشند و اندازه آنها در حدود یک دهم تا یک میکرون است به وسیله میکروفیلتراسیون قابل جداسازی هستند.

برای جداسازی ویروس، پروتئین و سایر مولکولها با اندازه حدود یک صدم تا یک دهم میکرون می‌توان از الترافیلتراسیون استفاده نمود.

برای جداسازی مولکولها مانند گلوکز با اندازه‌های کمتر از یک صدم میکرون تا یون‌های حدود یک هزارم میکرون (یک نانومتر) می‌توان از

فرآیند نانوفیلتراسیون بهره جست و سرانجام ذرات کمتر از یک نانومتر یا در حدود چند آنگستریم مانند نمک محول در آب یا یونهای فلزی تک ظرفیتی توسط فرآیند اسمز معکوس قابل جداسازی می‌باشند.

جدول ۱-۱. فرآیندهای فیلتر سازی برای جداسازی انواع مواد ([www.gewater.com](http://www.gewater.com))



امروز شیرابه حاصل از پسماندها بدلیل ترکیب مختلف آن و وجود عناصر سمی و الاینده با نرخ مواد غیر قابل تجزیه بالا به عنوان یک مسئله که راهکارهای مختلف برای آن پیشنهاد شده ولی تا کنون روش مشخصی برای دستیابی به استانداردهای تخلیه به محیط و استفاده در کشاورزی بدست نیامده است. شهر تهران نیز پس از ۳۵ سال دفن پسماندها در محل دفن کهریزک و ایجاد صنایع کمپوست مختلف اقدام خاصی در این خصوص انجام نداده و این مسئله علاوه بر آلودگی شدید آبهای زیر زمینی موجب ایجاد دریاچه به حجم ۲۴۰۰۰۰ متر مکعب و مساحت ۱۶ هکتار شده است. در این مقاله با توجه به رشد روز افزون تکنولوژی در ساخت ممبران فیلترها و رشد روز افزون استفاده از سیستم های ممبران فیلتر، افزایش تولید، توجیه اقتصادی این فیلترها و رشد سیستم های کنترلی و اتوماسیون تصفیه خانه ها و راندمان بالای ممبران فیلترها در حذف موادمسمی و آلی قابل تجزیه و غیر قابل تجزیه و کیفیت بالای پساب خروجی از این روش برای تصفیه شیرابه استفاده شده است. بر اساس مطالعات انجام شده هر تن پسماند دارای ۶۰۰-۶۲۰ لیتر شیرابه می باشد و به طور متوسط از هر ۱۰ تن پسماند تولیدی ۱ متر مکعب شیرابه تولید می شود و با تولید ۴۵ هزار تن پسماند در کشور روزانه ۴۵۰۰ متر مکعب شیرابه در سطح کشور تولید می شود (بدون تصفیه مناسب) و با توجه به مصرف ۶۰۰ تن از پسماندها در تولید کمپوست در حدود ۶۰۰ متر مکعب شیرابه در صنایع کمپوست تولید می شود.

### مزایای فرآیندهای غشایی

فرآیندهایی که با استفاده از غشاء انجام می شوند دارای مزایای زیر می باشند:

با توجه به عدم نیاز به ایجاد تغییر فاز برای عمل جداسازی، در مصرف انرژی صرفه جویی می شود.

محفظه هایی که غشاها در داخل آن قرار می گیرند (مدولهای غشایی) دارای حجم بسیار کمی می باشند لذا نیازی به استفاده از فضای زیاد جهت انجام عملیات جداسازی وجود ندارد.

غشاها و نیز مدولهای غشایی را می توان به اشکال و اندازه های مختلف ساخت، لذا این قابلیت وجود دارد که با توجه به نیاز سیستم شکل هندسی غشاء و مدول و اندازه آنها را تغییر داد.

ضخامت غشاء بسیار کم است و لذا انتقال جرم در طول آن با سرعت انجام می شود؛ به همین دلیل فرآیندهای غشایی معمولاً سریعتر از سایر فرآیندهای جداسازی می باشند.

جداسازی توسط غشاها غالباً با راندمان بالاتری نسبت به سایر روشها انجام می شود.

فرآیندهای غشایی در دمای معمولی انجام می شود. بنابراین می توان از آنها در مورد محلولهای حساس به گرما بخصوص در صنایع غذایی، دارویی و بیوتکنولوژی به راحتی استفاده نمود.

بسیاری از جداسازی هایی که با استفاده از غشاها انجام می شوند با هیچ یک از دیگر روشها قابل دستیابی نیستند.

در مواقعی که برای انجام جداسازی استفاده از حلال یا ماده کمکی دیگری نیز نیاز باشد، میزان استفاده از آن ماده در فرآیندهای غشایی در مقایسه با سایر روشها کمتر است.

در بسیاری از روشهای جداسازی، جدا نمودن مواد از محلولهای بسیار دقیق (مثلاً محصولات حاصله در بیوتکنولوژی) با دشواری انجام می شود یا اصولاً انجام پذیر نیست در صورتیکه این کار توسط فرآیندهای غشایی به آسانی انجام می شود.

در بسیاری از فرآیندهای کلاسیک جداسازی، نیاز به اضافه نمودن ماده ای وجود دارد. این مواد که معمولاً از اجسام آلی می باشد، مشکلاتی را به وجود می آورند. در بسیاری از فرآیندهای غشایی این نیاز وجود ندارد.

فرآیند غشایی را می توان با توجه به کاربرد مورد نیاز، برای یک جداسازی ویژه طراحی و اجرا نمود.

در مورد فرآیندهای غشایی، پس از انجام آزمایشات مقدماتی و ساخت واحد راهنما در مقیاس کوچک، ساخت سیستم صنعتی ۱ به آسانی انجام می‌شود.

فرآیند غشایی را می‌توان با سایر روشهای جداسازی ترکیب نمود. استفاده همزمان از دو روش می‌تواند باعث کارایی سیستم گردد. در مقیاس جهانی، هزینه سرمایه‌گذاری به منظور تاسیس واحدهایی که با استفاده از غشاء جداسازی را انجام می‌دهند نسبت به بسیاری از دیگر روشها کمتر می‌باشد (مدائنی، ۱۳۸۱).

## اهمیت و ضرورت تصفیه با MBR

امکان پذیری تصفیه شیرابه بوسیله ممبران بیوراكتور (راندمان تصفیه در مقابل سایر روشها) تاثیر پارامترهای مختلف در فرایند تصفیه بیولوژیکی شیرابه (درجه حرارت، اکسیژن محلول، زمان ماند و سن لجن) تاثیر کیفیت پساب ورودی به داخل ممبران بیوراكتور (pH، یون کلر، سدیم، عناصر مغذی و ...) بر عملکرد آن (شناسایی پیش تصفیه های مورد نیاز)

شناسایی پارامترهای بازدارنده در فرایند تصفیه بیولوژیکی شیرابه بوسیله ممبران فیلترها. شناسایی تاثیر فرایندهای پیش تصفیه ممبران بیوراكتور مانند راکتورهای بی هوازی، انعقاد و لخته سازی و استفاده از نانوفیلترها و فیلترهای اسمز معکوس بر کیفیت پساب ورودی به راکتور و عملکرد ممبران بیوراكتور. شناسایی فرایندهای ضروری پس تصفیه با توجه به کیفیت پساب خروجی از ممبران بیوراكتور. بررسی فرایند نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون در ممبران بیوراكتور به عنوان اصل مهم در تصفیه

## روش و ابزار کار

سیستم جریان هیدرولیکی ممبران فیلتر به صورت SBR (راكتور ناپیوسته متوالی) و شامل مراحل پرکردن، واکنش و تخلیه است. در کلیه مراحل فوق عملیات هوادهی انجام می‌شود، درابتدای مرحله هوادهی به علت ایجاد فاز آنوکسیک یکی از هوادهی خاموش و یا با دبی حداقل فعالیت خواهد کرد. مرحله تخلیه که همراه فعالیت شستشوفیلتر می‌باشد توسط سیستم کنترلی مدیریت می‌شود.

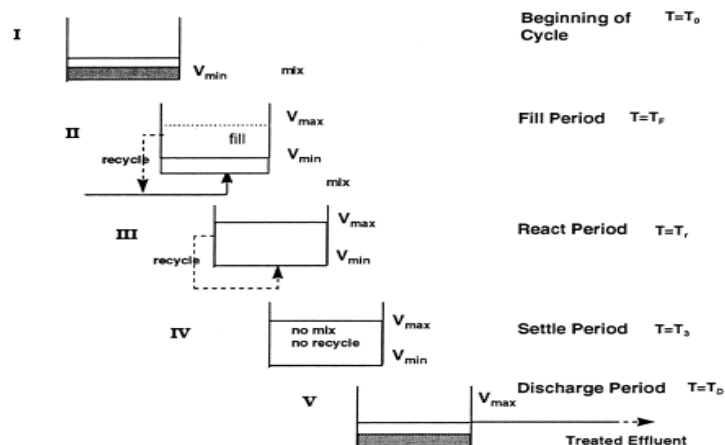


Fig. 1. Operational mode of the sequencing batch reactor.

## مهیا ساختن پایلوت

طرح پیشنهادی که یک ممبران نانو/ اولترافیلتر مستغرق در سیستم هوای لجن فعال می باشد. در واقع یک نوآوری در سیستم های هوای مستغرق می باشد که در تصفیه فاضلاب مورد استفاده قرار می گیرد. این راکتور ترکیبی از سیستم های هوای و بی هوای می باشد که با ایجاد شرایط هوای، آنوکسیک پیش بینی می شود علاوه بر حذف موادی کربنی بالای موجود در شیرابه ورودی موجب حذف نیتروژن و جامدات معلق (باراندمان بالا) و بعضی از فلزات سنگین نیز می گردد. در شکل ۱-۲ طرح شماتیک راکتور پیشنهادی تشریح گردیده است. در طرح پیشنهادی سعی بر آن بوده است که با مشابه سازی فرآیند باردن فو در یک راکتور ناپیوسته متوالی (SBR) با ممبران مستغرق علاوه بر کاهش سطح زمین و فضای مورد نیاز تصفیه خانه بتوان بازده مطلوبی از لحاظ حذف مواد کربنی، نیتروژن و سایر آلاینده ها بدست آورد. در راکتور پیشنهادی شامل ۲ سیلندر پلکسی گلاس با ظرفیت هر یک حدود ۲۰۰ لیتر و ممبران های از نوع هالوفیبر با قابلیت نفوذ گاز در آنها که به عنوان لایه های زیرین بیوفیلیم و لوازم هوادهی به کار برده می شود. به منظور ایجاد انعطاف پذیری در عملیات راهبری و با توجه به اینکه در این سیستم کنترل مراحل مختلف از اهمیت بسزایی برخوردار است از یک سیستم کنترل پی ال سی برای کنترل عملکرد راکتور ناپیوسته متوالی (مراحل پرکردن، واکنش، ته نشینی، تخلیه و استراحت) برای راهبری سیستم استفاده شده است که برنامه زمانی سیکلهای مختلف و زمان کار پمپ ها، الکترودها و شیرها را کنترل می کند. در این آزمایش ۲ ورودی دیجیتال برای اندازه گیری و سنجش سطح مایع و ورودی فاضلاب و ۸ خروجی دیجیتال برای فرمان به شیر های برقی پیش بینی شده است، شیرهای برقی مورد استفاده از نوع شیر موتوری دروازه ای (Gate Valve) می باشد و سیستم تولید هوا یک بلور با حداکثر فشار کار ۲۵۰ میلی بار می باشد. وبه منظور کنترل حجم هوای مورد استفاده از یک عدد کنتور حجمی گاز استفاده می شود. و سیستم توزیع هوا به صورت دیفیوزری دیکسی با صفحه لاستیکی ممبران (مدل Ecoflex 250 cv) است. سایر اطلاعات تکنیکی پایلوت نیز متعاقباً با توجه به امکانات موجود و شرایط تدارک و آماده سازی آن آن علام می گردد.

## مشخصات پایلوت:

بر اساس مطالعات اولیه در خصوص قابلیت تصفیه شیرابه در ایران و روشهای متداول تصفیه درجهان مانند جذب سطحی (کربن فعال)، ازن زنی، استفاده از اکسیژن خالص جهت هوادهی و ممبران فیلتر و روش های تصفیه تکمیلی مانند انعقاد و لخته سازی و اسمز معکوس، با توجه به توجیه اقتصادی و فنی در طراحی، ساخت و بهره برداری، از پایلوت با فرایند ممبران بیو راکتور به همراه انعقاد و لخته سازی با قابلیت هوادهی با نرخ انتقال اکسیژن (SOTE) بالا جهت تصفیه شیرابه استفاده گردید که مشخصات بیوراکتور در این مرحله شامل:

### بیوراکتور:

یک مخزن از جنس پلکسی گلاس با ضخامت ۱۰ میلی متری به ابعاد ۸۵\*۳۰\*۱۰۰ سانتیمتر و حجم ۲۵۰ لیتر که با احتساب ارتفاع آزاد بالای مخزن و حجم ممبران داخل مخزن دارای حجم مفید مخزن در حدود ۱۸۰ لیتر می باشد.

### دیفیوزر:

دیفیوزر دیسکی ممبرانی مدل اکوفلکس (۲ عدد) با نرخ هوادهی اپتیمم ۴ متر مکعب بر ساعت در عمق ۱ متر با راندمان انتقال اکسیژن ۱۰ درصد و حداقل فشار کار ۲۵ میلی بار، مهمترین قابلیت این دیفیوزر تامین بیشترین نرخ اکسیژن محلول داخل راکتور می باشد، دلیل انتخاب این نوع دیفیوزر رساندن اکسیژن محلول به بیشترین میزان ممکن می باشد به طوری که بتوان کاربرد اکسیژن خالص و یا ازن زنی را در این سیستم توجیه کند.

### ممبران فیلتر:

همانطور که در جدول زیر مشخص است ممبران مدل هالو فیبر با قطر روزنه حدود ۰/۱ تا ۰/۲ در دسته اولترا فیلترها و میکرو فیلترها قرار دارد که بر اساس اشل حذف مواد قادر به حذف همه باکتری ها، جلبکها، مواد قابل ته نشینی، کیستها و مقدار کمی از مواد کلوئیدی و اسید هیومیک می باشد، به همین دلیل بسیاری از مواد مانند ویروسها، کلوئیدها، نمک های آبی و یونها، مونومر های آلی کوچک، مواد سمی علف کش و حشره کش ها به راحتی از این فیلترها عبور می کند که دلیل اصلی عدم کارایی این فرایند (ممبران بیو راکتور) در حذف مواد آلی این مسئله می باشد، برای رفع این مشکل از فیلتر اسمز معکوس با قطر روزنه ۰/۰۰۱ میکرون استفاده شد که قابلیت حذف کلیه ویروسها، کلوئیدها، بیشتر مونومر های آلی کوچک و نیمی از نمک های آبی را دارد استفاده شده است (فیلتر اسمز معکوس مدل filmtech قابلیت حذف یون های فلزی و یون کلر را ندارد) پیش بینی می گردد استفاده از انعقاد و لخته سازی نرخ حذف مواد آلی توسط ممبران بیوراکتور را تا حد قابل توجهی افزایش دهد.

جنس فیلتر	پلی پروپیلن	دمای عملکرد فیلتر	۴-۴۵ درجه سانتیگراد
شکل خارجی و نوع	هالو فیبر مدل MR-lab	pH عملکرد فیلتر	۰-۱۴
قطر داخلی هر فیبر	۳۲۰-۳۵۰ میکرومتر	اندازه $a^*c^*b$	۳۸۰*۴۵۰*۲۵۰ mm
قطر خارجی هر فیبر	۴۰۰-۴۵۰ میکرومتر	مساحت ممبران	۴ متر مربع
اندازه روزنه ها	۰.۱-۰.۲ میکرومتر	فشار کار ممبران (مکش)	۰.۱-۰.۳ بار
دانسیته روزنه ها	۴۰-۵۰ درصد	دبی خروجی فیلتر	۵۰-۸۰ لیتر در ساعت
مقاومت تنش X	۱۲۰ مگا پاسکال		

### بلوور:

در مرحله اول یک بلوور با قدرت ۱ اسب بخار، فشار ۲۵۰ میلی بار جهت تامین فشار ۲ دیفیوزر با فشار ۲۵ میلی بار و فشار شستشور ممبران به میزان حداقل ۱۰۰ میلی بار و حجم هوای ۱۲۰ متر مکعب بر ساعت نصب گردید که در مرحله بعدی به علت حجم هوای مورد نیاز و لزوم کارکرد مداوم سیستم هوادهی بلوور دوم با قدرت ۲ اسب بخار، فشار ۳۲۰ میلی بار و حجم هوای ۱۹۰ متر مکعب بر ساعت جهت تامین هوای مورد نیاز راکتور نصب گردید.

### سیستم کنترل پایلوت:

سیستم کنترل پایلوت شامل سیستم کنترل PLC و سیستم اندازه گیری همزمان اکسیژن محلول، دما و پی اچ می باشد که قابلیت کنترل سیستم کل فرایند به صورت اتوماتیک را دارد.

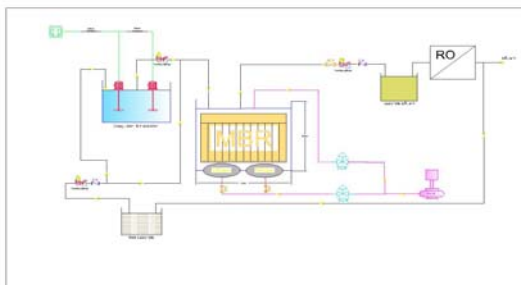
### روش کار پایلوت و تنظیم اولیه بیوراکتور:

**زمان ماند هیدرولیکی:** در مرحله اول با پیش بینی زمان ماند ۲۴ ساعت نتایج مناسبی در فرایند تصفیه به لحاظ فیزیکی، رنگ، پساب و راکتور، شاخص حجمی لجن بدست نیامد و در مراحل بعدی زمان ماند هیدرولیکی ۶ روز، ۹ روز و ۱۲ روز نیز استفاده گردید که کیفیت بهینه پساب خروجی در زمان ماند هیدرولیکی ۹ و ۱۲ روز بدست آمد.

**زمان ماند سلولی یا میکروبی:** در مرحله اول راکتور با زمان ماند میکروبی ۱۵ روز (با حجم لجن دفعی ۱۲ لیتر از داخل راکتور) راه اندازی گردید ولی مشکل اصلی این روش تولید کف زیاد و عدم کنترل کف در طی زمان راه اندازی با این سن لجن می باشد (طی ۱۴ روز راه اندازی راکتور با سن لجن ۱۵ روز میزان تولید کف کاهش نیافت) در مراحل بعدی سن لجن به ترتیب ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۴۵ روز افزایش یافت که نرخ تولید کف در سن لجن بالای ۳۰ قابل کنترل بوده و در سن لجن بالای ۴۰ روز (با حجم لجن دفعی به طور متوسط ۴-۴/۵ لیتر در روز) راندمان عملکرد راکتور در حد بهینه بوده است.

**دمای محیط:** در زمان انجام آزمایشات فوق الذکر ۲۱ درجه سانتیگراد و pH داخل راکتور در حدود ۶-۶/۵ می باشد. با در نظر گرفتن سن لجن ۴۰ روز زمان ماند هیدرولیکی ۹ روز میزان جامدات معلق مایع مخلوط (MLSS) به حدود ۵۸۰۰ میلی گرم بر لیتر می رسد. دلیل رشد اندک MLSS در شرایط فوق الذکر را می توان وجود میزان یون کلز بالا که مانع تشکیل لجن می باشد ذکر کرد. (نکته قابل توجه اینکه لجن موجود در راکتور با قطع جریان هوادهی به سرعت طی ۴-۵ روز از بین می رود)

**نرخ هوادهی:** بر اساس ظرفیت بلوور موجود (اندازه گیری نشده است) فرض می شود نرخ هوادهی توسط دیفیوزرها حدود ۶۰-۸۰ متر مکعب در ساعت می باشد. با توجه به میزان اکسیژن محلول در حدود ۲-۳ میلی گرم در داخل راکتور و زمان ماند هیدرولیکی و میکروبی به نظر می رسد که در صورت استفاده از ازن، اکسیژن خالص و نرخ هوادهی بالا، زمان ماند هیدرولیکی و میکروبی با توجه به COD بالای شیرابه ورودی تا حد بالایی کاهش یابد.



نمای شماتیک از پایلوت ساخته شده جهت بررسی تصفیه پذیری شیرابه

### مشخصات تکنیکی کارتریج معلق هالو فیبر:

از مشخصات اصلی هالو فیبر های پلی پروپیلنی با فیبر های بلند می توان به طول عمر بالا، مصرف انرژی پایین، احیا و شستشوی آسان، لجن تولیدی بسیار کم و هزینه های کم دفع اشاره نمود. و کاربرد اصلی آن در تصفیه فاضلاب های شهری و بازیافت فاضلابهای صنعتی می باشد.

Type	layer	Size (mm)	Membrane area (m <sup>2</sup> )	Pressure minus (mpa)	Ref. capability of flux(t/d)
Mr-lab	3	380*450*250	4	0.01-0.03 (0.1-0.3 bar)	0.5-0.8

### تجزیه و تحلیل داده ها و بحث درباره یافته ها:

#### مشخصات شیرابه مرکز دفن کهریزک:

بدلیل مصادف شدن با فصل سرما و کاهش درجه حرارت و به تبع آن کاهش قابل ملاحظه میزان تبخیر و شروع بارش نزولات جوی وسعت دریاچه افزایش خواهد یافت. و استفاده از روش تبخیر در فصول سرد عملا غیر ممکن خواهد شد. مضافا اینکه به دلیل تعطیلی پروژه های کودسازی و دفن کل زباله روزانه حدود ۷۵۰ متر مکعب شیرابه تولید و به دریاچه سرازیر می گردد.

عمق متوسط حدود ۱/۵ متر -

$$12 \text{ هکتار} = 120000 \text{ m}^2$$

مساحت دریاچه شیرابه

$$120000 * 1/5 = 180000 \text{ m}^3$$

حجم شیرابه



میزان تبخیر روزانه بدلیل مصادف شدن با فصل سرما در حال حاضر بسیار کم می باشد. و از سایر روشهای امحا بایستی استفاده شود.

این مشخصات در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱ مشخصات شیرابه در مرکز دفن کهریزک

Mg/lit	فاکتورهای مورد آزمایش
6	PH
43718	BOD5
66741	COD
75	NO3
654	PO4
19516	COLOUR
-	NH3
2236µm/cm	EC
3896	TURBIDITY
/d۶۰۰	VOLUM

متغیرهای اندازه گیری شده در تحقیق:

پارامترهای خروجی	COD پساب خروجی از MBR	COD پساب خروجی از RO	درصد حذف COD در MBR	درصد حذف COD در RO
سن لجن ۳۰ روز و زمان ماند ۶ روز	۱۶۰۰	۱۳۰۰	۹۷/۹	۹۸/۳
سن لجن ۴۰ روز و زمان ماند ۹ روز	۱۳۳۰	۱۱۰۰	۹۸/۳	۹۸/۶

آنچه که از جدول بالا و مطلبی که در یکی از مقالات در خصوص حذف ۳۵ درصد مواد آلی محلول غیر قابل تجزیه بیولوژیکی توسط سیستم RO آمده است می توان نتیجه گرفت که در حدود ۶۰۰ الی ۹۰۰ میلی گرم بر لیتر از COD موجود در شیرابه پسماند ایران به صورت محلول غیر قابل تجزیه بیولوژیکی است که با روش های متداول بیولوژیکی قابل حذف نیستند و برای حذف آنها باید در

مراحل بعدی از روش هایی مانند جذب سطحی و تبادل یونی استفاده گردد و یا سعی شود مراحل قبل با انجام تصفیه تکمیلی این مواد را حذف کرد.

#### پارامترهای طراحی ممبران بیو راکتور :

با توجه به نتایج بدست آمده تا این مرحله می توان پارامترهای طراحی ممبران بیو راکتور را جهت تصفیه شیرابه حاصل از محل های دفن مطابق جدول زیر بیان کرد:

ردیف	پارامتر طراحی	مقدار
۱	نرخ واکنش (ضریب K واکنش)	۰/۴۵۲ (عکس روز)
۲	زمان ماند هیدرولیکی	۹ روز
۳	زمان ماند میکروبی	۴۰-۴۵ روز
۴	سطح ممبران مورد نیاز جهت هر متر مکعب حجم راکتور	۰/۵ متر مربع (پیش بینی میگردد جهت ضریب اطمینان بیشتر و زمان ماند هیدرولیکی کمتر تا ۶ روز و زمان استراحت فیلتر این میزان ۰/۷ تا ۱ متر مربع افزایش یابد)
۵	نرخ هوای مورد نیاز	در حد اشبائ (تعیین خواهد شد)

نمونه	COD	PH	CL	TKN	PO4	NO2	NO3	SO4	DO	کدورت
ورودی	۷۰۰۶۶	۹	۹۴۳۳	۱۶۰	۶۵۴	ناچیز	۷۵	۵۰۰۰	۰	-
داخل		10							2, 4.5	-
خروجی	1300	10	-	-	14/8	1/88	76	2400		۶۰ (FAU)

● میزان MLSS داخل راکتور ۶۱۰۰ تا ۶۵۰۰ (mg/l)

● نرخ هوادهی در حدود ۰/۲۲/۰ الی ۰/۱۵/۰ سی سی در ثانیه محدود بوده است

- سن لجن ۵۰ روز زمان ماند هیدرولیکی ۱۵-۱۷ روز، دمای داخل راکتور ۲۱ درجه سانتیگراد
- میزان فلزات سنگین در خروجی مطابق جدول زیر
- ضریب واکنش (k) برابر ۴۵۲/۰ و ضریب بازدهی در حدود ۱/۰ می باشد.

Ni	pb	cu	cd	cr	پارامتر
۱۸/۰	۳۶/۱	۱۳/۰	ناچیز	ناچیز	مقدار
۲	۱	۱	۱/۰	۲	حد مجاز کشاورزی

### نتیجه گیری:

- خروجی راکتور جهت انجام تصفیه تکمیلی با ازن بررسی گردید و نتایج قابل قبول ارائه نگردید و COD تا ۱۱۰۰ کاهش یافت. تصفیه شیرابه با روش ازن زنی جهت تصفیه مناسب نیست
- خروجی راکتور جهت انجام تصفیه تکمیلی با RO بررسی گردید و نتایج قابل قبول ارائه نگردید و COD تا ۱۱۰۰ کاهش یافت البته کدورت تا ۳۰ FAU کاهش یافت. تصفیه شیرابه با روش ازن زنی جهت تصفیه مناسب نیست
- با نرخ اکسیژن محلول ثابت ۲ میلیگرم بر لیتر و رشد باکتری رشته ای گرم مثبت بنفش رنگ اسپوردار و ایجاد بالکینگ داخل راکتور خروجی COD راکتور به ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر رسید و تاثیر خاصی بر عملکرد راکتور ندارد.
- با افزایش نرخ اکسیژن محلول تا ۴.۵ میلی گرم بر لیتر نرخ حجمی تصفیه افزایش و زمان ماند هیدرولیکی کاهش یافت و تاثیر جزئی در راندمان تصفیه ایجاد نمود و COD خروجی به حدود ۱۳۰۰ میلی گرم بر لیتر رسید
- با انجام آزمایشات جارتست بر روی شیرابه خام رقیق شده کربنات سدیم و کربنات کلسیم تاثیری در تشکیل فلوک ندارد (به علت pH قلیایی شیرابه ورودی و راکتور) ولی افزودن کلرور فریک و آلوم به میزان ۶ میلی گرم بر لیتر به شیرابه رقیق شده به نسبت یک به ده در تشکیل فلوک موثر تر می باشد ولی این دو ماده در فعالیت ممبران به عنوان عامل مزاحم عمل میکنند.

- 1-Xuerui Lin, Chongyu LAN and Wensheng Shu, Treatment of Landfill Leachate by Subsurface-Flow Constructed Wetland: A Microcosm Test School of Life Sciences, Sun Yatsen (Zhongshan) University, Guangzhou 510275, China
- 2-Julie-Marie Pouliot , BIOLOGICAL TREATMENT OF LANDFILL LEACHATE, Department of Civil and Environmental Engineering Faculty of Engineering Science, 1999
- 3-Gilbert Y.S. Chana\*, Jie Changb, Tonni Agustiono Kurniawanc, Cheng-Xin Fud, Hong Jiange, Ying Jeb, Removal of non-biodegradable compounds from stabilized leachate using VSEPRO membrane filtration, *Desalination* 202 (2007) 310–317.
- 4-Roberto Canziani , Valeria Emondi, Massimiliano Garavaglia , Francesca Malpei , Eleonora Pasinetti , Gianluigi Buttiglieri, Effect of oxygen concentration on biological nitrification and microbial kinetics in a cross-flow membrane bioreactor (MBR) and moving-bed biofilm reactor (MBBR) treating old landfill leachate, *Journal of Membrane Science* 286 (2006) 202–212.
- 5-Michał Bodzek\*, Ewa Łobos-Moysa, Marlena Zamorowska, Removal of organic compounds from municipal landfill leachate in a membrane bioreactor, *Desalination* 198 (2006) 16–23.
- 6-Niina Laitinen\*, Antero Luonsi, Jari Vilen, Landfill leachate treatment with sequencing batch reactor and membrane bioreactor, *Desalination* 191 (2006) 86–91.
- 7-Tonni Agustiono Kurniawan, Wai-hung Lo, Gilbert YS Chan, Physico-chemical treatments for removal of recalcitrant contaminants from landfill leachate, *Journal of Hazardous Materials B* 129 (2006) 80–100
- 8-J.J. Schoeman\*, A. Steyn, M. Makgae, Evaluation of electro dialysis for the treatment of an industrial solid waste leachate, *Desalination* 186 (2005) 273–289.
- 9-Piotr Dydo, Marian Turek\*, Jerzy Ciba, Jolanta Trojanowska, Joanna Kluczka, Boron removal from landfill leachate by means of nanofiltration and reverse osmosis, *Desalination* 185 (2005) 131–137.
- 10-S. Lyko, T. Wintgens, T. Melin, Estrogenic trace contaminants in wastewater- possibilities of membrane bioreactor technology, *Desalination* 178 (2005) 95-105.
- 11-A.H. Robinson – Wehrle Environmental, Witney, Oxfordshire, UK, Landfill leachate Treatment, *Membrane Technology* June 2005.
- 12-A.C. Silva, M. Dezotti, G.L. Sant’Anna Jr. , Treatment and detoxification of a sanitary landfill leachate, *Chemosphere* 55 (2004) 207–214.
- 13-B.M. Jenkins , J.D. Mannapperuma , R.R. Bakker, Biomass leachate treatment by reverse osmosis, *Fuel Processing Technology* 81 (2003) 223– 246.
- 14-Won-Young Ahn\*, Moon-Sun Kang, Seong-Keun Yim, Kwang-Ho Choi, Advanced landfill leachate treatment using an integrated membrane process, *Desalination* 149 (2002) 109-114