

# تعیین کارایی سیستم MBBR در کاهش COD فاضلاب شهری و مقایسه آن با سیستم لجن فعال متعارف

محمد گلشاهی<sup>۱</sup>، مهرداد فرخی<sup>۲</sup>، شاهین محمد نژاد<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد آب و فاضلاب محیط‌زیست دانشگاه آزاد اسلامی تهران غرب، شرکت آب و فاضلاب شهری استان گیلان

<sup>۲</sup> استاد مهندسی بهداشت محیط مرکز تحقیقات سلامت در حوادث و بلایا، دانشگاه علوم بهزیستی و توان بخشی، تهران، ایران

<sup>۳</sup> استاد دانشگاه آزاد اسلامی تهران غرب، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۹/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۲۴

## چکیده

**زمینه و هدف:** مزیت‌های سیستم رشد چسبیده نسبت به رشد معلق شامل راهبری راحت‌تر، راندمان بالا در مقابل شوک بار، افزایش غلظت آلاینده‌ها و تولید لجن کمتر می‌باشد. به دلایل فوق سیستمی که مزایای هر دو سیستم رشد معلق و چسبیده را داشته باشد تحت عنوان راکتور بیوفیلمی با بستر متحرک (MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor) طراحی گردید که حاوی آکنه‌هایی متحرک درون راکتور هستند و بکارگیری آن روز بروز در جهان در حال گسترش است. هدف این تحقیق مقایسه بین سیستم لجن‌فعال متعارف و MBBR در کاهش COD (chemical oxygen demand) فاضلاب شهری است.

**مواد و روشها:** پایلوت مورد مطالعه در قسمت آشغالگیر تصفیه خانه فاضلاب شهر رشت نصب گردید. در این پروژه ابتدا پایلوت با استفاده از دو راکتور فلزی موازی MBBR پر شده از آکنه‌های لوله خرطومی محافظ سیم برق (HDPE) با درصد پرشدگی ۴۵٪ به صورت غوطه‌ور و راکتور لجن فعال متعارف بعنوان شاهد، شروع بکار نمود. نمونه‌برداری جهت بررسی راندمان حذف COD از انتهای هر راکتور در زمانهای ماند ۵، ۸ و ۱۲ ساعت آغاز شد و در هر مرحله میزان TSS، DO و MLSS نیز تعیین می‌گردید. مطالعه کاملاً<sup>۱</sup> در شرایط محیطی و در درجه حرارت بین ۱۳ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد انجام شد.

**یافته‌ها:** راندمان حذف COD در زمان ماند ۵، ۸، ۱۲ ساعت به ترتیب ۷۷.۸٪، ۸۸٪ و ۹۰٪ بدست آمد، توده بیولوژیکی در این زمان‌ها به ترتیب ۶۱۵۳، ۹۸۳۳ و ۱۰۵۳۳ میلی‌گرم در لیتر شد. SRT (sludge retention time) به ترتیب ۲۱، ۴۶ و ۶۹ روز بود. از آنجایی که راندمان سیستم در حذف COD در دو زمان ماند ۸ و ۱۲ ساعت نزدیک به هم می‌باشند، می‌توان با انتخاب کمترین زمان ماند، بیشترین ظرفیت هیدرولیکی سیستم را بکار گرفته و موجب صرفه‌جویی بیشتر در مصرف انرژی هواها و یا میکسر شد. لذا زمان ماند ۸ ساعت به عنوان زمان ماند بهینه انتخاب گردید. در حالت بهینه سیستم MBBR دارای راندمان ۲۰٪ بیشتر از لجن فعال متعارف شد.

**نتیجه‌گیری:** در سیستم MBBR چون توده سلولی روی سطح مدیا باقی می‌ماند احتیاجی به برگشت لجن نمی‌باشد که این امر موجب کاهش حجم حوض ته‌نشینی و نیز صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌گردد. بنابراین استفاده از سیستم MBBR دارای راندمان حذف COD بیشتری نسبت به لجن فعال متعارف در تصفیه خانه فاضلاب شهرستان رشت می‌باشد.

**کلید واژه‌ها:** فاضلاب شهری، راکتور بیوفیلمی با بستر متحرک (MBBR)، حذف COD، بیوفیلیم

\* استاد مهندسی بهداشت محیط مرکز تحقیقات سلامت در حوادث و بلایا، دانشگاه علوم بهزیستی و توان بخشی، تهران، ایران  
ایمیل: mfarakhikhb@yahoo.com - شماره تماس: ۰۹۱۲۱۹۶۹۲۷۴

## مقدمه

امروزه با روند توسعه جمعیت، ابلاغ استانداردهای سخت گیرانه و ابداع روش های نوین تصفیه فاضلاب نیاز به ایجاد تجهیزات در تصفیه خانه های قدیمی به لحاظ کمی و کیفی در دستور کار قرار گرفته است. این روند از اواسط دهه ۸۰ میلادی به ویژه برای برکه های تثبیت و لاگون های هوادهی، شروع و با توسعه فناوری در هواده ها و تجهیزات مکانیکی به اوج خود رسید. با این حال تاکنون تفکر حاکم بر ارتقاء، بیشتر بر مبنای ارتقاء کیفی برنامه ریزی گردیده است ولی توسعه جمعیت، الزام ارتقاء کمی را نیز ضرورتی انکارناپذیر ساخته است.<sup>۱</sup> تحقیق جامعی در زمینه یک دوره ۵ ساله تأثیر سیستم های هوادهی با حباب ریز در آمریکا بررسی و در سال ۱۹۸۹ ارائه شده است. در این گزارش بر صرفه جویی در مصرف انرژی تأکید شده و پیشنهاد گردیده است که سیستم های هوادهی سطحی به سیستم دیفیوزری حباب ریز تبدیل شوند.<sup>۲</sup> از اواسط دهه ۹۰ میلادی، تبدیل برکه های تثبیت و لاگون های هوادهی به سیستم لجن فعال و یا تلفیق سیستم های رشد چسبیده و رشد معلق آغاز شد. در اواسط این دهه سیستم های ارتقاء متناسب با سیستم لجن فعال نیز معرفی گردیدند. مشهورترین این فرآیندها (Integrated Fixed Activated Sludge) IFAS و MBBR بر مبنای تلفیق رشد چسبیده با رشد معلق هستند. فرآیندهای جدید ارتقاء علاوه بر افزایش کیفیت پساب تصفیه شده خروجی، قابلیت افزایش ظرفیت تصفیه پذیری را نیز به سیستم می دهند.<sup>۳</sup> در سالهای اخیر تصفیه فاضلاب های شهری با تجزیه بیولوژیکی یکی از فرایندهای مهم مدیریت بیولوژیکی زائدات علی الخصوص زمانی که فاضلاب حاوی مواد با تجزیه پذیری بالا می باشد. اهمیت پیدا کرده است.<sup>۴</sup> اخیراً راکتورهای با فیلم ثابت بیولوژیکی برای تصفیه فاضلاب های شهری و صنعتی مورد قبول بوده اند که این راکتورها معمولاً بعد از تصفیه فیزیکی مثل ته نشینی برای

حذف جامدات یا شناورسازی برای حذف روغن ها بکار گرفته می شود که اجازه چسبیدن و رشد میکروارگانیسم ها را می دهد.<sup>۵</sup> سیستم رشد ثابت دارای چهار مزیت عمده در برابر سیستم های متداول در دسترس هست، که راهبری راحت تر، راندمان بالا در مقابل شوک بار، افزایش غلظت های آلاینده ها و تولید لجن کمتر و انرژی مورد نیاز بهره برداری کمتر از جمله مزایای این سیستم ها هست. به دلایل مذکور ایده سیستمی هیبریدی که مزایای هر دو سیستم رشد معلق و رشد چسبیده را داشته باشد تحت عنوان راکتور بیوفیلمی با بستر متحرک طراحی گردید.<sup>۶</sup> راکتورهای بیوفیلمی که حاوی آکنه های متحرک درون راکتور هستند، شامل افزودن مدیاهای سیلندری کوچک پلی اتیلنی که دارای دانسیته  $0.96 \text{ g/cm}^3$  در حوضچه های هوادهی یا غیر هوادهی شده برای رشد لایه بیولوژیکی است، هست. مواد بستر ممکن است ۲۵ تا ۵۰ درصد حجم حوضچه را پر کنند.<sup>۷</sup> MBBR که در این تحقیق مدنظر قرار گرفته است برای اولین بار توسط یک شرکت نروژی در سال ۱۹۸۸ برای احداث یک واحد تصفیه کوچک مورد استفاده قرار گرفت.<sup>۸</sup> عملکرد MBBR در تصفیه پساب های لینی<sup>۹</sup>، پساب کاغذ خردکن<sup>۱۰</sup>، و پساب چپس سبب زمینی، مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج تصفیه مطلوب بوده است.<sup>۱۱</sup> در راکتورهای MBBR از تمام فضای راکتور استفاده می شود و مشکل انسداد، افت فشار و نیاز به شستشوی معکوس در این سیستم دیده نمی شود.<sup>۱۲</sup> شکل و ساختار این راکتورها در عملکرد راکتور بسیار مؤثر هستند.<sup>۱۳</sup> کاربرد راکتورهای MBBR در تصفیه فاضلاب های حاوی فنل نشان می دهد که این راکتورها قابلیت تصفیه فنل تا غلظت  $220 \text{ mg/L}$  را داشته و در مقابل تغییرات ناگهانی دبی پساب و غلظت مواد سمی بسیار پایدارند.<sup>۱۴</sup> مقایسه عملکرد یک سیستم لجن فعال و یک واحد MBBR برای تصفیه پساب شهری نشان می دهد که راندمان حذف COD و آمونیم در واحد لجن فعال نسبت به MBBR به ترتیب ۸ و ۶ درصد پایین تر بوده و این به دلیل غلظت توده

یک شبکه سیمی برای جلوگیری از خروج مدیا از حوض هوادهی استفاده شد. برای تأمین هوای موردنیاز سیستم از یک بلونر با قدرت ۱۲۰ مترمکعب در ساعت استفاده و همچنین جهت توزیع یکنواخت هوا از دو عدد دیفیوزر در کف حوض هوادهی استفاده شد. نمایی از پایلوت مورد استفاده در شکل شماره ۲ نشان داده شده است. به منظور استفاده بهتر از نتایج، مطالعه در شرایط محیطی تصفیه خانه انجام شد و از هیچ گونه وسیله ای برای ثابت نگه داشتن دما و سایر پارامترها استفاده نشد. فاضلاب ورودی به تصفیه خانه مخلوطی از فاضلاب بهداشتی و فاضلاب سطحی بود و به همین دلیل غلظت ورودی آن پایین بود (BOD حدود ۸۰ میلی گرم در لیتر). بنابراین به منظور بالا بردن بار آلی ورودی با اضافه کردن روزانه حدود ۲۵۰-۳۰۰ گرم گلوکز در مخزن ۵۰۰ لیتری، سعی می شد تا مقدار BOD فاضلاب داخل مخزن در حدود ۲۵۰-۳۰۰ میلی گرم در لیتر حفظ شود. برای تشکیل بهتر و سریع تر بیوفیلم در شروع عملیات از لجن برگشتی تصفیه خانه فاضلاب رشت به عنوان بذر استفاده شد. بر اساس تجربیات به دست آمده از نتایج سایر تحقیقات انجام شده و همچنین زمان ماندهای معمول در طراحی تصفیه خانه های فاضلاب شهری آزمایشات در سه زمان ماند ۵ و ۸ و ۱۲ ساعت انجام و در هر زمان ماند پارامترهای زیر در هر دو پایلوت محاسبه می شد:

SVI (Sludge volume index) DO (Dissolved oxygen) – BOD- COD- SRT- T (Temperature)- MLSS (Mixed Liquor suspended solids).

سیستم در زمان ماند ۵ ساعت راه اندازی شد. با توجه به دبی زیاد فاضلاب و فرصت کمی که به آکنه ها برای تشکیل بیوفیلم داده میشد و همچنین اکسیژن محلول زیاد در شروع راه اندازی سیستم، بیوفیلم خیلی دیر تشکیل شد بنابراین راندمان سیستم مطلوب نبود، ولی پس از ۲۰ روزه دلیل درجه حرارت بالای محیط (در حدود ۳۰ درجه سانتی گراد) سیستم تثبیت شده و راندمان هم افزایش یافت.

زیستی بالاتر در واحد MBBR می باشد و به دلیل عدم احتیاج به لجن برگشتی، واحد MBBR برای تصفیه پساب شهری، به خصوص در تصفیه خانه های کوچک، ارجحیت دارد.<sup>۱۵</sup> بررسی اثر شکل و اندازه حامل ها در این نوع بیوراکتورها نشان می دهد که مادامی که سطح جانبی حامل ها ثابت باشد، شکل و اندازه آن ها در شدت تصفیه فاقد اهمیت است.<sup>۱۶</sup> هدف کاربردی این تحقیق ارتقاء سیستم های تصفیه بیولوژیکی فاضلاب شهری و افزایش ظرفیت تصفیه خانه فاضلاب رشت با استفاده از سیستم MBBR بدون نیاز به ازدیاد حجم راکتور در جهت صرفه جویی اقتصادی می باشد.

## مواد و روش ها

پایلوت در تاریخ ۹۲/۵/۲۰ در محل تصفیه خانه فاضلاب رشت راه اندازی شد و به مدت ۹ ماه مورد بهره برداری قرار گرفت. برای تعیین کارایی راکتورهای بیوفیلمی در تصفیه فاضلاب شهری از دو پایلوت با پوشش رنگ هر کدام شامل بخش هوادهی به حجم ۱۲۰ لیتر و قسمت ته نشینی، یکی به عنوان راکتور MBBR و دیگری به عنوان شاهد (بدون مدیا) استفاده شد. راکتور شاهد جهت مقایسه نتایج سیستم MBBR با سیستم لجن فعال معمولی ساخته شد که نتایج با آن مقایسه می گردید. در پایلوت اصلی از لوله خرطومی برق به ابعاد ۱/۵ در ۲/۵ سانتی متر که شکل ظاهری آن به صورت استوانه موج دار می باشد (شکل شماره ۱) به عنوان مدیا استفاده شد. این مدیا شباهت زیادی به مدیای از نوع Floccor-rmp دارد و به دلیل فراوانی و ارزان تر بودن مورد استفاده قرار گرفت (جدول شماره ۱). مشخصات مدیای مورد استفاده را نشان می دهد. مدیاها تا ۴۵ درصد حجم خالی راکتور پر شدند. فاضلاب خام توسط یک پمپ کف کش از قسمت آشغال گیر تصفیه خانه به یک مخزن ۵۰۰ لیتری انتقال و از آنجا توسط پمپ تزریق با دبی مشخص به قسمت هوادهی و سپس وارد ته نشینی می شد. از

آزمایش‌ها بر اساس نشریه ۱۳۸۳-۲۸۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و راهنمای نمونه‌برداری و آزمایش‌های لازم تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور سال ۱۳۸۲ و همچنین کتاب استاندارد متد چاپ سال ۲۰۰۵ انجام شد.



شکل ۱: تصویر مدیای مورد استفاده

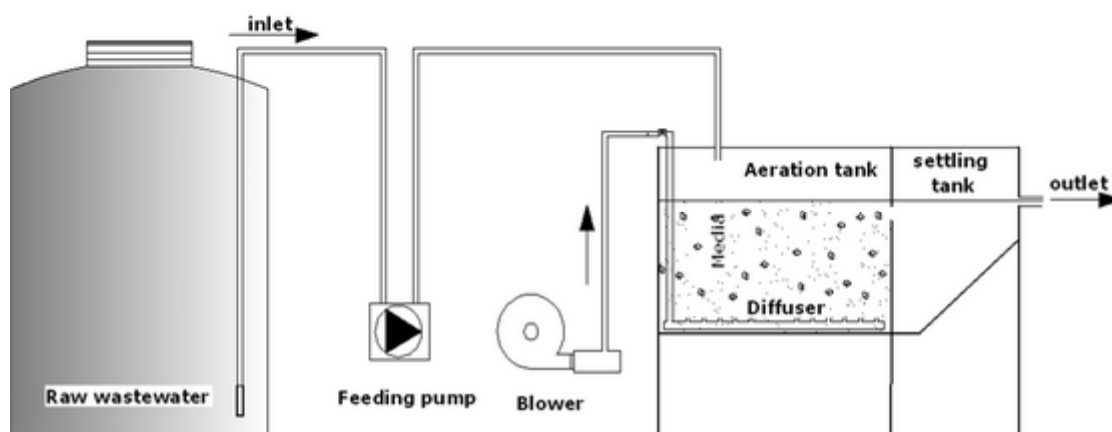
## یافته‌ها

### زمان ماند ۵ ساعت

در این مرحله دوزینگ پمپ روی عدد ۲۴ لیتر در ساعت و زمان ماند ۵ ساعت تنظیم گردید و پارامترهای ورودی و خروجی اندازه‌گیری شد. در زمان ماند ۵ ساعت، متوسط COD ورودی  $439.28 \text{ mg/L}$  و خروجی با مدیای آن  $98.12 \text{ mg/L}$  و متوسط خروجی شاهد  $145 \text{ mg/L}$ ، در حالت با مدیا دارای راندمان حذف  $77.8\%$  و در حالت بدون مدیا  $65\%$  راندمان حذف داشتیم. در این حالت راکتور با مدیا نسبت به راکتور شاهد  $12.75\%$  افزایش راندمان داشت. در این زمان پارامترهای زیر به منظور کنترل فرایند اندازه‌گیری شد  
 $MLSS=820(\text{mg/l}), SRT=28\text{day}, F/M=0.12, SVI=73$   
 $T=30$  و  $DO=5\text{mg/l}$ ,

جدول ۱: مشخصات مدیای مورد استفاده

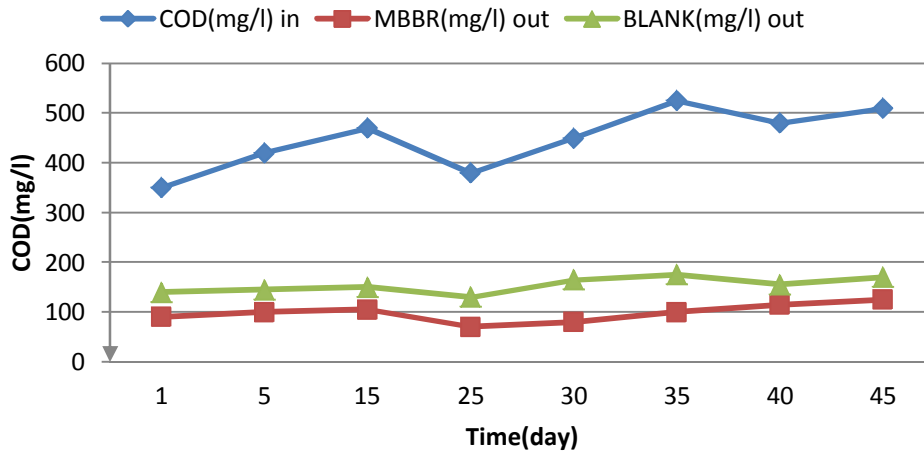
نوع آکنه	خرطومی برق
جنس	HDPE
رنگ	خاکستری
ارتفاع	۲/۵Cm
قطر	۱/۵ cm
سطح ویژه مؤثر	$100 \text{ m}^2/\text{m}^3$
تعداد آکنه	۵۵۰۰
شکل	استوانه‌ای موج‌دار
دانسیته ( $\text{g/cm}^3$ )	۰/۹۶



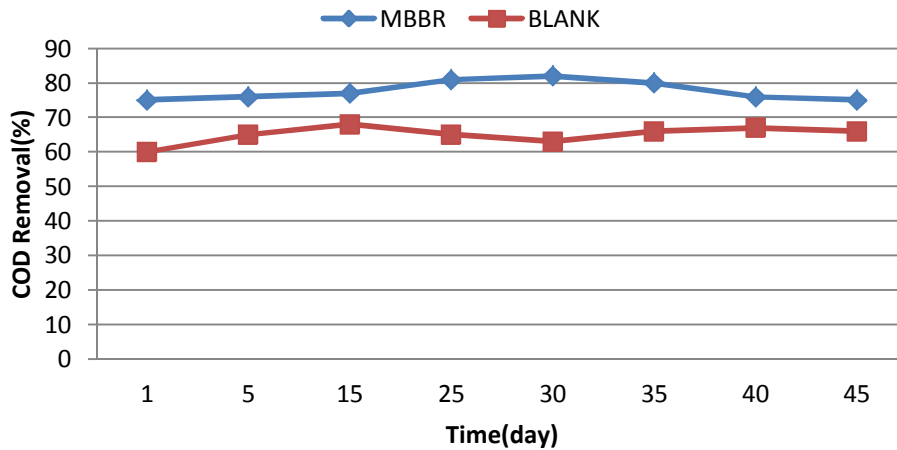
شکل ۲: فلودیاگرام جریان تصفیه

تعیین کارایی سیستم MBBR در کاهش COD فاضلاب شهری و مقایسه آن با سیستم لجن فعال متعارف

نمودارهای زمان ماند فوق به قرار زیر است.



نمودار ۱: COD ورودی و مقایسه تغییرات COD خروجی راکتور MBBR با راکتور شاهد در زمان ماند ۵ ساعت



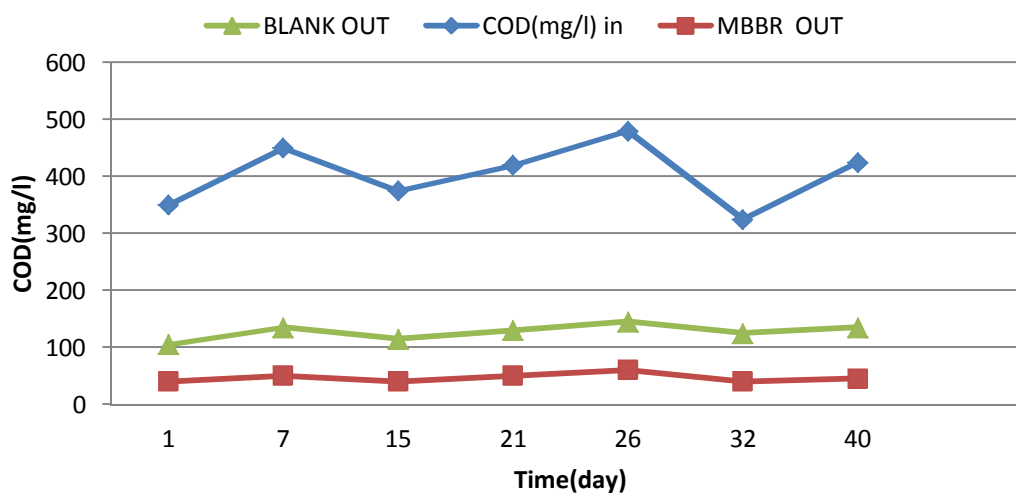
نمودار ۲: راندمان حذف COD راکتور MBBR و مقایسه آن با شاهد در زمان ماند ۵ ساعت

خروجی اندازه‌گیری شد در زمان ماند ۸ ساعت متوسط فاضلاب ورودی  $127.75 \text{ mg/L}$  و خروجی با مدیای آن  $6 \text{ mg/L}$  و خروجی شاهد این زمان،  $127 \text{ mg/L}$  بود

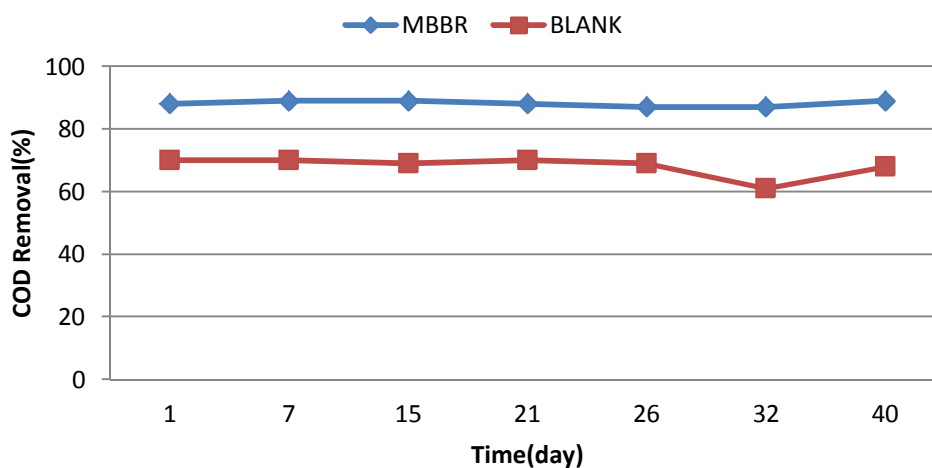
### زمان ماند ۸ ساعت

در این مرحله دوزینگ پمپ روی عدد ۱۵ لیتر در ساعت و زمان ماند ۸ ساعت تنظیم گردید و پارامترهای ورودی و

راندمان حذف با مدیای سیستم در این زمان ماند، ۸۸٪ و زمان ماند 88،  $SVI=88$ ،  $F/M=0.088$ ،  $MLSS=2550(mg/l)$  بدون مدیا، ۶۸٪ بوده که افزایش ۲۰٪ راندمان حذف راکتور با مدیا نسبت به شاهد از بدیهیات این زمان ماند بود. در این نمودارهای زمان ماند فوق به‌قرار زیر است:



**نمودار ۳:** COD ورودی و مقایسه تغییرات COD خروجی راکتور MBBR با شاهد در زمان ماند ۸ ساعت

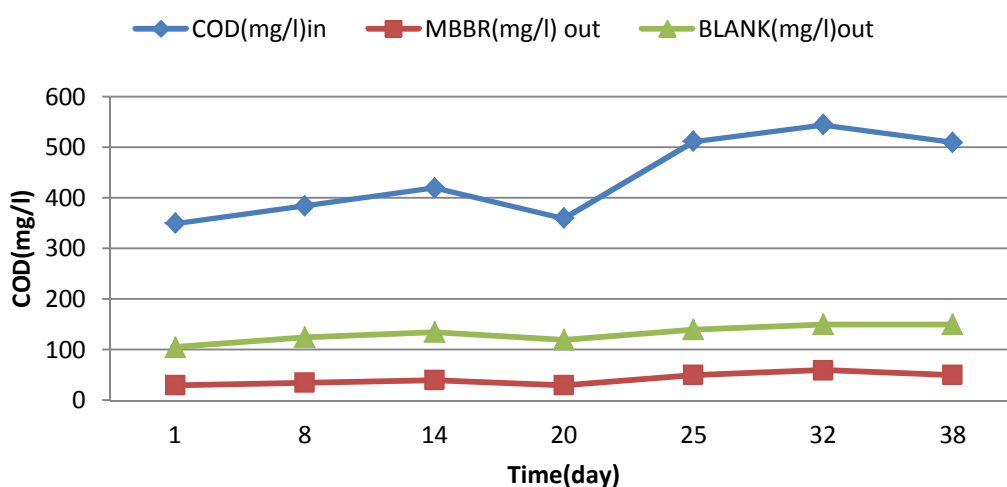


**نمودار ۴:** راندمان حذف COD راکتور MBBR و مقایسه آن با شاهد در زمان ماند ۸ ساعت

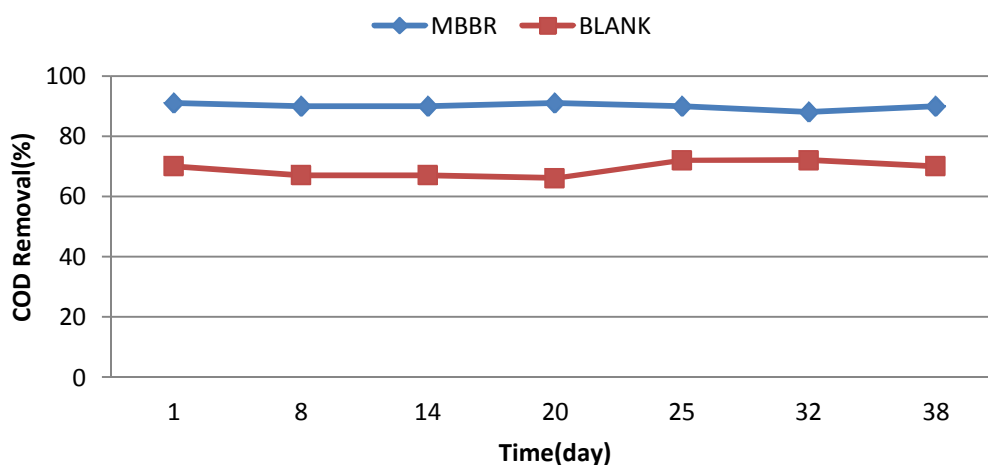
### زمان ماند ۱۲ ساعت

در این مرحله دوزینگ پمپ روی عدد ۱۰ لیتر در ساعت و زمان ماند ۱۲ ساعت تنظیم گردید و پارامترهای ورودی و خروجی اندازه گیری شد. در زمان ماند ۱۲ ساعت، متوسط فاضلاب ورودی  $439.28 \text{ mg/L}$ ، خروجی با مدیا،  $42 \text{ mg/L}$ ، خروجی شاهد  $132 \text{ mg/L}$  راندمان حذف با مدیا  $90\%$ ،

راندمان حذف شاهد  $69\%$  و افزایش راندمان  $21\%$  راکتور با مدیا نسبت به راکتور شاهد از مشخصه های این زمان ماند. در این زمان ماند  $SVI=110$ ،  $F/M=0.046$ ،  $T=18$  و  $DO=3 \text{ mg/l}$ ،  $SRT=69 \text{ day}$ ،  $MLSS=3200 \text{ (mg/l)}$  بود. نمودارهای زمان ماند فوق به قرار زیر است.



نمودار ۵: COD ورودی و مقایسه تغییرات COD خروجی راکتور MBBR با شاهد در زمان ماند ۱۲ ساعت



نمودار ۶: راندمان حذف COD راکتور MBBR و مقایسه آن با شاهد در زمان ماند ۱۲ ساعت

## بحث

در زمان ماند ۵ ساعت با توجه به اینکه شروع کار در این زمان بود و مقدار دبی نیز زیاد بود بیوفیلیم کمی دیر تشکیل شد که یکی از دلایل این امر اکسیژن محلول زیاد بود که سبب ایجاد لایه برشی و کنده شدن بیوفیلیم می شد. آکنه‌ها در این زمان ماند به علت سبکی شان بیشتر در سطح شناور بودند. از طرفی چون این زمان در فصل تابستان انجام گرفت و متوسط درجه حرارت محیط به ۳۰ درجه می رسید، فعالیت میکروارگانیسم‌ها زیاد شده و همین امر سرعت تشکیل بیوفیلیم را بهبود بخشید. در زمان ماند ۸ ساعت با کاهش اکسیژن محلول و نیز کاهش نسبت غذا به میکروارگانیسم، سیستم به حالت تثبیت رسیده و لایه بیوفیلیم تشکیل شده ضخیم تر گردید و در نتیجه، راندمان به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش پیدا کرد. در زمان ماند ۱۲ ساعت بازم به ضخامت لایه بیوفیلیم اضافه گردید طوری که آکنه‌ها به علت وزن زیادشان در عمق غوطه‌ور شدند و راندمان به دلیل بالا رفتن میزان توده بیولوژیکی، افزایش پیدا کرد. با توجه به اینکه راندمان درصد حذف در زمان ماند ۸ ساعت به میزان ۸۸٪ و در زمان ماند ۱۲ ساعت ۹۰٪ هست، در زمان ماند ۸ ساعت فاضلاب بیشتری وارد سیستم می شود، یعنی با حجم ثابت و مصرف انرژی کمتر فاضلاب بیشتری تصفیه می شود و همچنین استانداردهای مورد نیاز محیط زیست را نیز تأمین می کند به همین دلیل زمان ماند ۸ ساعت به عنوان

زمان ماند بهینه انتخاب شد. در این زمان ماند راکتور MBBR نسبت به شاهد ۲۰٪ افزایش راندمان داشت. در تحقیقی به وسیله NGO.H.H, GO W با مدیای پلی آورتان با COD ورودی ۴۰۰ انجام شد راندمان حذف برای فسفر ۱۰۰ بود.<sup>۱۷</sup> در تحقیقی که بر روی شیرابه زباله انجام شد با COD ورودی ۱۰۰۰ راندمان حذف COD ۹۱ درصد شد.<sup>۱۸</sup> جنس آکنه‌ها در این تحقیق لوله PVC بود. در تحقیق دیگری که بر روی آفت کش‌ها با آکنه Anoxkalnes انجام شد راندمان حذف

۸۵ درصد بود.<sup>۱۹</sup> در تحقیقی که در سال ۲۰۰۲ انجام شد استفاده از راکتور MBBR در تصفیه پساب کارخانه خمیر کاغذ راندمان حذف COD ۸۵ تا ۹۵ درصد بود.<sup>۲۰</sup> استفاده از این سیستم در صنایع چاپ در مقیاس آزمایشگاهی و در زمان ماند ۵ ساعت دارای راندمان ۸۵ تا ۹۵ درصد برای BOD بود.<sup>۲۱</sup> استفاده از این سیستم در صنایع لبنی دارای راندمان ۸۰ درصد و در صنایع فرآوری گوشت دارای راندمان ۵۰ تا ۷۰ درصد در حذف BOD را نشان داد. نوع مدیاهای مورد استفاده در این تحقیقات از جنس Anoxkalnes بود.<sup>۲۲</sup> در تحقیقی برای تصفیه آنیلین از یک واحد تصفیه لجن فعال با زمان ماند ۱۳ ساعت و زمان ماند سلولی ۱۳ روز راندمان حذف ۹۵ را نشان داد.<sup>۲۳</sup> در تصفیه فاضلاب شهری با COD ورودی ۲۳۱ راندمان حذف ۹۲ درصد را نشان داد. مدیای استفاده در این تحقیق از نوع Flocor-RMP بود.<sup>۲۴</sup>

راکتور راه اندازی شده برای تصفیه فاضلاب خروجی از کشتارگاه در مقیاس صنعتی، در یک مورد راندمان ۹۰ درصد و در مورد دیگر راندمانی حدود ۶۰ درصد داشته است.<sup>۲۵</sup> از سیستم MBBR در تصفیه فاضلاب خروجی کارخانه چوب و کاغذ استفاده شده است. در این تحقیق در مقیاس صنعتی دو سیستم MBBR به همراه یک ته نشینی اولیه و در طی شش ماه عملکرد سیستم، راندمان حذف ۷۶ درصد برای COD و ۸۷ درصد برای BOD داشته است.<sup>۲۶</sup> در تحقیق دیگری برای تولید کاغذ دارای راندمان ۶۵٪ برای COD نشان داد.<sup>۲۷</sup>

با مقایسه نتایج به دست آمده از این تحقیق با سایر تحقیقات انجام گرفته مشاهده می شود که در تحقیقات دیگر به علت نوع ترکیب فاضلاب (صنعتی و یا شهری) و میزان غلظت ورودی، درصد پرشدگی راکتور، نوع مدیای به کاررفته و شرایط محیطی پایلوت که همگی از عوامل مؤثر بر سیستم MBBR بوده و در راندمان سیستم تأثیر دارند، دارای نتایج متفاوتی می باشند. در این تحقیق با توجه به اینکه نوع فاضلاب از نوع شهری بوده و

سطح داخلی مدیا بیشتر از سطح خارجی آن بود که دلیل آن، وجود نیروهای برشی بیشتر در سطح خارجی هست. ۴- زیاد بودن هوادهی موجب کنده شدن بیوفیلم تشکیل شده می‌گردد. ۵- در سیستم MBBR به دلیل اینکه توده سلولی در سطح مدیا باقی میماند نیاز به برگشت لجن نمی‌باشد که این امر موجب کاهش حجم حوض ته‌نشینی و صرفه‌جویی انرژی می‌گردد. ۶- سیستم نسبت به شوکهای ایجاد شده بسیار مقاوم هست. ۷- استفاده از سیستم فوق در تصفیه‌خانه فاضلاب رشت مناسب است به شرط اینکه با تفکیک فاضلاب بهداشتی و فاضلاب سطحی، بار آلی ورودی بالا رود، در غیر این صورت سیستم MBBR دربار آلی کم همان‌طور که قبلاً تحقیق شده بود، توجیه اقتصادی ندارد.<sup>۲۸</sup>

فاضلاب ورودی مخلوطی از فاضلاب بهداشتی و سطحی و بسیار رقیق بود و به‌منظور اخذ نتایج بهتر و راندمان بیشتر از مواد سنتتیکی استفاده گردید که در نهایت با افزایش زمان ماند و افزایش لایه بیوفیلم تشکیل شده روی مدیاها، در زمان ماند ۱۲ ساعت ۹۰٪ کاهش COD را شاهد بودیم.

## نتیجه‌گیری

با توجه به مطالب گفته شده می‌توان به نتایج زیر دست‌یافت. ۱- استفاده از سیستم MBBR با مدیای لوله خرطومی برق نسبت به لجن فعال معمولی در حذف COD فاضلاب راندمان بیشتری را نشان می‌دهد. ۲- با افزایش زمان ماند سیستم، راندمان نیز بالا رفت. ۳- تشکیل بیوفیلم در

## منابع

- Jeyanayagam S. True confessions of the biological nutrient removal process. *Florida Water Res J* 2005; 1:37-46.
- Benfield LD, Randall CW. Biological process design for wastewater treatment. Prentice Hall Series in Environmental Sciences: Prentice hall; 1981.
- Park TJ. petrochemical wastewater treatment with aerated submerged fixed-film reactor (ASFFR) under high organic loading rate. *Water Sci Technol* 1996; 34(10): 9-16.
- Arceivala SJ, Asolekar SR. Wastewater treatment for pollution control and reuse: Tata McGraw-Hill Education; 2006.
- Brower JB, Barford CC. Biological fixed-film systems. *Water Environ Res* 1997;69(4):487-500.
- Arcangeli J-P, Arvin E. Modelling of toluene biodegradation and biofilm growth in a fixed biofilm reactor. *Water Sci Technol* 1992;26(3-4):617-26.
- Stensel DH, Tchobanglous G, Burton FL. Wastewater engineering-treatment, disposal, and reuse. McGraw-Hill New York; 2003.
- Hosseiny S, Borghei S. Modelling of organic removal in a moving bed biofilm reactor (MBBR). *Scientia Iranica*. 2002;9(1):53-8.
- Rusten B, Ødegaard H, Lundar A. Treatment of dairy wastewater in a novel moving bed biofilm reactor. *Water Sci Technol* 1992;26(3-4):703-11.
- Broch-Due A, Andersen R, Kristoffersen O. Pilot plant experience with an aerobic moving bed biofilm reactor for treatment of NSSC wastewater. *Water Sci Technol* 1994;29(5-6):283-94.
- Ødegaard H, Rusten B, Westrum T. A new moving bed biofilm reactor-applications and results. *Water Sci Technol* 1994;29(10-11):157-65.
- Hosseini SH, Borghei S. The treatment of phenolic wastewater using a moving bed bio-reactor. *Process Biochem* 2005;40(3):1027-31.
- Andreottola G, Foladori P, Ragazzi M, Tatano F. Experimental comparison between MBBR and activated sludge system for the treatment of municipal wastewater. *Water Sci Technol* 2000;41(4-5):375-82.
- Ødegaard H, Gisvold B, Strickland J. The influence of carrier size and shape in the moving bed biofilm process. *Water Sci Technol* 2000;41(4-5):383-91.
- Andreottola G, Foladori P, Ragazzi M, Tatano F. Experimental comparison between MBBR and activated sludge system for the treatment of municipal wastewater. *Water Sci Technol* 2000;41(4-5):375-82.
- Ødegaard H. Advanced compact wastewater treatment based on coagulation and moving bed biofilm processes. *Water Sci Technol* 2000;42(12):33-48.
- Ødegaard H, Gisvold B, Strickland J. The influence of carrier size and shape in the moving bed biofilm process. *Water Sci Technol* 2000;41(4-5):383-91.

18. Guo W, Ngo H-H, Dharmawan F, Palmer CG. Roles of polyurethane foam in aerobic moving and fixed bed bioreactors. *Bioresource Technol* 2010;101(5):1435-9.
19. Chen S, Sun D, Chung J-S. Simultaneous removal of COD and ammonium from landfill leachate using an anaerobic-aerobic moving-bed biofilm reactor system. *Waste Manage* 2008;28(2):339-46.
20. Chen S, Sun D, Chung J-S. Treatment of pesticide wastewater by moving-bed biofilm reactor combined with Fenton-coagulation pretreatment. *J Hazard Mater* 2007;144(1):577-84.
21. Broch-Due A, Andersen R, Opheim B. Treatment of integrated newsprint mill wastewater in moving bed biofilm reactors. *Water Sci Technol* 1997;35(2-3):173-80.
22. Andreottola G, Foladori P, Ragazzi M, Villa R. Dairy wastewater treatment in a moving bed biofilm reactor. *Water Sci Technol* 2002;45(12):321-8.
23. Grabas M. Organic matter removal from meat processing wastewater using moving bed biofilm reactors. *Environ Protect Eng* 2000;26(1-2):55-62.
24. Gheewala SH, Annachhatre AP. Biodegradation of aniline. *Water Science and Technology*. 1997;36(10):53-63.
25. Andreottola G, Foladori P, Ragazzi M, Villa R. Dairy wastewater treatment in a moving bed biofilm reactor. *Water Sci Technol* 2002;45(12):321-8.
26. Hosseini SH, Borghei S. The treatment of phenolic wastewater using a moving bed bio-reactor. *Process Biochem* 2005;40(3):1027-31.
27. Ayati B, Ganjidoust H, Fattah MM. Degradation of aromatic compounds using moving bed biofilm reactors. *J Environ Health Sci Eng* 2007;4(2):107-12.
28. Jahren SJ, Rintala JA, Ødegaard H. Aerobic moving bed biofilm reactor treating thermomechanical pulping whitewater under thermophilic conditions. *Water Res* 2002;36(4):1067-75.
29. Farrokhi M, Alizadeh H, Safari M, Alijani S, Monsef H, Azimi AA. Improvement of Diluted Municipal Wastewater Treatment Using the Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR). *J Appl Environ Biol Sci* 2014;4(2):36-47.

# Determine Performance System MBBR in Reduction COD Sewage and Comparison with Conventional Activated Sludge System

Mohammad Golshahi<sup>1</sup>, Mehrdad Farrokhi<sup>2\*</sup>, Shahin Mohammadnejad<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Islamic Azad University Branch West Tehran, IRAN

<sup>2</sup>Research center for Health in Disaster and Emergencies, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

<sup>3</sup>Faculty of Islamic Azad University Branch West Tehran, IRAN

\* E-mail: mfarokhikhb@yahoo.com

Received: 12 Dec 2016 ; Accepted: 14 Mar 2017

## ABSTRACT

**Background& Objective:** The advantage of Attached growth to the suspended growth systems Includes easier administering, high efficiency against shock loads, increasing concentration so contamination stand produce less sludge. For the above reasons the design of a system that benefits both suspended and attached growth system moving bed biofilm reactor may benefit (MBBR) was designed including acne that removing into the reactor and it sue is expanding day by day in the world. Objective in study Comparison between conventional activated sludge and MBBR system is the reduction of COD in sewage.

**Materials and Methods:** Studied at the Screener pilot wastewater treatment plant was installed in Rasht. In this project at first pilot on use of two reactor metal parallel (MBBR)chock- full of Acne duct shielded wire the percentage filling %45 to immerse and activated sludge reactor as a witness to beginning started. Sampling was conducted to checking efficiency removal COD of end each reactors in retention times 5,8,12 hours began and in every stage amount TSS, DO, MLSS, were determined. This Study purely was in environmental conditions and temperatures between 13 and 27c. **Results:** Removal efficiency of COD in retention times of 5,8,12 hours, were %77.8, %88, %90 respectively. Biological mass and SRT in these retention times were 6153,9833,10533 mg/L 21, 46 and 69 days respectively. In state of optimum (MBBR) system, the efficiency was 20% more than conventional activated sludge.

**Conclusion:** It is concluded that COD removal efficiency of (MBBR) system is greater than conventional activated sludge in waste water treatment plant of city of Rasht.

**Keywords:** Sewage, MBBR, COD Removal, Biofilm.