علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره سیزدهم، شماره دو، تابستان ۹۰

بررسی کارایی راکتور ناپیوسته متوالی (SBR) در تصفیه فاضلاب در شرایط مختلف بهره برداری و راهبری

افشین تکدستان[۱]

Afshin_ir@yahoo.com

ناصر مهردادی [۲]

علی ترابیان [۳]

علی اکبر عظیمی[۳]

غلامرضا نبی بیدهندی [۲]

تاریخ دریافت:۸۶/۴/۵ **تاریخ پذیرش:۸۶/۵/۱**

چکیده

بسیاری از کشورهای صنعتی ونیمه صنعتی تجربه استفاده از راکتور ناپیوسته متوالی (SBR) جهت تصفیه فاضلاب های شهری و صنعتی را با موفقیت پشت سر گذاشته اند . سادگی ، انعطاف پذیری و مقرون به صرفه بودن این روش تصفیه بیولوژیکی باعث اهمیت استفاده از آن در تصفیه فاضلاب شهری و صنعتی شده است.هدف از این تحقیق ارزیابی کارایی راکتور ناپیوسته متوالی در تصفیه فاضلاب شهری در شرایط مختلف بهره برداری و راهبری می باشد.

برای انجام مطالعه از دو عدد راکتور ناپیوسته متوالی استوانه ای شکل، از جنس پلکسی گلس، به حجم ۲۰ لیتر ، استفاده شد. . جهت تغذیه راکتور از فاضلاب مصنوعی با COD=600وBOD5=420 میلی گرم بر لیتر استفاده شد. راکتور در پنج زمان ماند سلولی ۵ ، ۱۰،۱۵ ، ۲۰ و ۲۵ روز بهره برداری شد.

پس از ایجاد شرایط پایدار در راکتورها در طول ۸ ماه تحقیق، نمونه برداری و آزمون پارامترهایی از قبیل COD ، BOD ، MLSS ، MLVSS ، MLNVSS ، PH ، DO ، SV1 ، SOUR وF/M انجام یافت.

---

۱ - استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط و عضو مرکز تحقیقات فناوریهای زیست محیطی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز(نویسنده مسئول)

۲ - استاد دانشکده محیط زیست گروه مهندسی محیط زیست- دانشگاه تهران

۳ - عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر –گروه مهندسی عمران محیط زیست

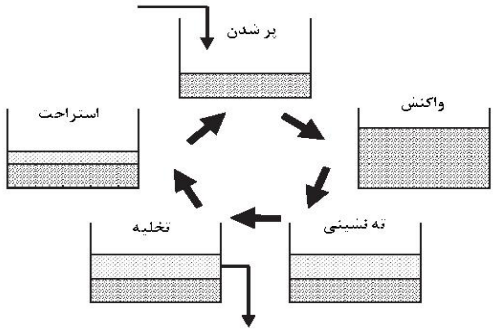
نتایج نشان داد که در بین زمان ماند سلولی مختلف (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ روز) در زمان ماند سلولی ۱۰ روز بهترین بازده حذف COD (۹۵٪) بدون مشکلات پدیده بالکینگ ، پدیده نوک سوزنی فلوک و همچنین تولید کف و رشد پراکنده ایجادگردید. در این زمان ماند سلولی SVI=90 ml/g بود . در این زمان ماند سلولی سیتم در فاز کاهش رشد بهره برداری شد و F/M=0.25 1/d بود. در زمان ماند سلولی پایین تر از ۵ روز بازده حذف مواد آلی به دلیل ایجاد کف سفید پرحجم ناشی از پایین بودن MLSS و همچنین ایجاد لخته ریز به دلیل رشد پراکنده پایین بودو خاصیت ته نشینی لجن(SVI=60 ml/g) پایین بود وبنظرمی رسد سیتم در فاز رشدلگاریتمی بهربرداری شد و F/M=1.8 1/d بود. در زمان ماند سلولی بیش از ۲۵ روز نیز پدیده بالکینگ رشته ای تشدید یافت و بازده سیتم به دلیل خاصیت بد ته نشینی لجن (SVI=215 ml/g) پایین بود و لجن به دلیل رشد بیش از حد میکروارگانیسم های رشته ای به راحتی ته نشین نمی شد.در این شرایط F/M=0.05 1/d بود.

با افزایش زمان ماند سلولی (بالاتر از ۲۰روز) به دلیل ورود به فاز خودتخریبی ، و افزایش باکتری های غیر فعال و پیر، نرخ مصرف اکسیژن پایین و میزان SOUR به ۷ میلی گرم اکسیژن در ساعت به ازای هرگرم مواد معلق فرار رسید. اما در زمان سلولی پایین (۵ روز) به دلیل فاز رشد لگاریتمی ، و افزایش باکتری های فعال و جوان نرخ مصرف اکسیژن بالاو میزان SOUR به ۲۲ میلی گرم اکسیژن در ساعت به ازای هرگرم مواد معلق فرار رسید.

واژه های کلیدی: SBR ، زمان ماند سلولی ، نرخ مصرف اکسیژن ، رشد میکروارگانیسم ها، SVI.

مقدمه

راکتور ناپیوسته متوالی (SBR) یکی از فرآیندهای هوازی تصفیه فاضلاب است که بدلیل پایین بودن هزینه و بازده مطلوب در حذف آلاینده‌ها در سال های اخیر جهت تصفیه فاضلاب های شهری و صنعتی کاربرد فراوانی یافته است.این فرآیند دارای ۵ مرحله پر شدن، واکنش، ته نشینی، تخلیه پساب و لجن مازاد و مرحله سکون می‌باشد. شکل ۱ راکتور SBR را در هر یک از مراحل بهره برداری یاد شده طی یک سیکل زمانی کامل نشان می‌دهد (۱،۲و۳).



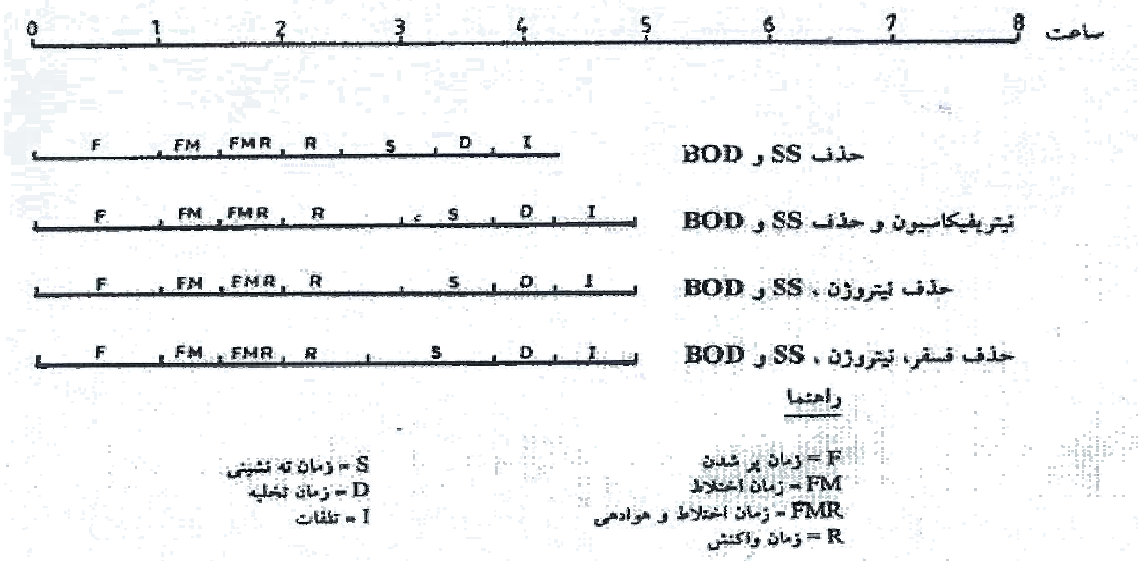
شکل ۱- مراحل بهره برداری از یک راکتور ناپیوسته متوالی در طی یک سیکل زمانی(۱)

سیستم‌های SBR به علت مزایای زیاد خود، به عنوان جایگزینی برای سیستم‌های متعارف جهت تصفیه بیولوژیکی فاضلاب های خانگی و صنعتی عمل می‌کنند. چنان که با ساختار فیزیکی بسیار ساده، از نظر عملیاتی جهت رسیدن به اهداف تصفیه، انعطاف پذیری زیادی دارند. از دیگر مزایای آن ها، می‌توان هزینه احداث پایین، بازده بالا، عدم نیاز به تانک ته‌نشینی، راهبری آسان و... را نام برد. در نتیجه استفاده از این نوع راکتورها، برای تصفیه فاضلاب صنایع و اجتماعات کوچک به سرعت درحال افزایش است . از SBR جهت تصفیه پیشرفته فاضلاب به منظور حذف ازت و فسفر نیز استفاده می شود. سیستم‌های SBR علاوه بر بازده بسیار بالا در حذف کربن، توانایی قابل توجهی نیز در حذف نیتروژن در فرایند دنیتریفیکاسیون دارند. یعنی قادر به کاهش آلودگی ناشی از کربن و نیتروژن به میزان ۹۵ تا ۹۸٪ می‌باشند (۴، ۵ و ۶).

طی ۲۵ سال اخیر بیش از ۱۳۰۰ واحد SBR در امریکا، کانادا و اروپا به طور موفقیت آمیزی استفاده شده اند. خصوصاً این که تعداد واحدهای SBR در شمال آمریکا به

سرعت در حال رشد است. بسیاری از این تأسیسات برای اجتماعات کوچک بافاضلاب تولیدی کم تر از یک میلیون گالن در ساعت استفاده شده است. البته کیفیت پساب خروجی واحدهای بزرگ تر SBR برای فاضلاب بیش از ۲۳۰ میلیون گالن در روز که در دوبلین و ایرلند به کار رفته است، مشابه واحدهای کوچک تر می‌باشد(۷ و۸).

راهکار پیشنهادی SBR برای هر یک از اهداف متداول که در کیفیت پساب وجود دارد در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲-راهبردهای بهره برداری از SBR جهت اهداف مختلف دستیابی به کیفیت پساب(۷)

در سیستم تصفیه بیولوژیکی با رشد معلق از جمله SBR با افزایش زمان ماند سلولی و کاهش F/M میزان بازده حذف مواد آلی افزایش یافته، اما با کاهش بیش از حد F/M احتمال رشد میکروارگانیسم های رشته ای افزایش می یابد. با افزایش سن لجن به دلیل افزایش باکتری های غیر فعال و افزایش خودتخریبی میکروارگانیسم ها، میزان جذب اکسیژن ویژه (SOUR) کاهش می یابد.

در زمینهٔ عملکرد سیستم‌های SBR تحقیقات متعددی درایران و جهان انجام گرفته است. محسنی و همکاران در سال ۱۳۸۰ فاضلاب کارخانهٔ شیر را با استفاده از یک راکتور SBR در مقیاس پایلوت، با حجم مفید ۲۲/۵ لیتر مورد تصفیه قرار دادند که بازده حذف COD ۹۰٪ بود (۹) .

در سال ۱۳۸۰ علوی مقدم، تصفیهٔ فاضلاب های صنایع غذایی و صنایع نوشابه‌سازی را با استفاده از راکتور SBR با حجم مفید ۴ لیتر آزمایش کرد، نتایج حاصل حاکی از بازدهی مناسب این سیستم درخصوص تصفیهٔ چنین فاضلاب هایی است. به طوری که بازدهی سیستم درخصوص تصفیهٔ فاضلاب صنایع غذایی در تمام حالت‌ها بیش از ۹۲ ٪ بود (۱۰).

M.Cssellasو همکاران، در سال ۲۰۰۲ با استفاده از ۴ راکتور SBR با گنجایش ۲ لیتر و با میزان اکسیژن محلول بین ۲ تا ۵ میلی گرم در لیتر دریافتند که SBR ، می‌تواند علی رغم تغییرات زیاد در COD و نیتروژن ورودی، پساب با کیفیت بالا تولید کند.

T.Dockorn و همکاران در سال ۲۰۰۱، سه سیستم پایلوت (راکتور اختلاط کامل و راکتور پیستونی و SBR) را جهت بررسی تأثیر نوع راکتور در بازده حذف COD با سنین مختلف لجن مورد بهره‌برداری قرار داند. نتایج نشان داد که وقتی سن لجن بیشتر باشد، غلظت COD در پساب خروجی کم تر می‌گردد. بازده حذف COD در SBR با زمان

ماند سلولی ۲۰ روز، به میزان ۱۲-۷٪ بیش از مقدار حذف شده در واحدهای با جریان پیوسته صورت گرفت(۱۱).

بررسی‌های انجام شده در سن لجن ۵، ۱۰و۴۰ روز در درجه حرارت بین ^{o} ۲۵-۲ نشان داد که وقتی سن لجن و درجه حرارت افزایش پیدا کند و شرایط اختلاط از اختلاط کامل به جریان پیستونی نزدیک شود، غلظت COD در پساب خروجی کاهش می یابد. ضمناً در زمان ماند سلولی کم تر و درجه حرارت پایین، پایداری SBR در مقایسه با واحدهای جریان پیوسته بیشتر است(۱۲).

helmerich و همکارانش در سال ۲۰۰۰، از یک راکتور منقطع کوچک جهت تصفیه فاضلاب در مقیاس کامل استفاده کردند. در این تحقیق پساب خروجی تصفیه خانه SBR، با استانداردهای تخلیه مقایسه گردید. در این مطالعه بازده حذف COD، BOD_5، نیتروژن وفسفر کل به همراه پارامترهای بهره‌برداری همچون تخلیه لجن و SVI بررسی گردید(۱۳).

هدف از این تحقیق ارزیابی کارایی راکتور ناپیوسته متوالی لجن فعال در شرایط مختلف بهره برداری از قبیل زمان ماند سلولی مختلف، نسبت های مختلف غذا به میکروارگانیسم (F/M) در حذف COD وTSS و میزان لجن تولیدی می باشد.

مواد و روش ها

برای انجام مطالعه از دو عدد راکتور ناپیوسته متوالی استوانه ای شکل، از جنس پلکسی گلس، به حجم ۲۰ لیتر که توسط سیستم on-line کنترل می شود، استفاده شد. برای هوادهی راکتور از یک دیفیوزر عمقی از نوع غشایی با اندازه حباب یک تا سه میلی متر مدل ECOFLEX 250CV ساخت شرکت دیفیوزر تک آمریکا به قطر ۲۵۵ میلی متر استفاده شد. برای اطمینان از توزیع یکنواخت هوا به ویژه در نرخ های هوادهی کم، یک عدد همزن با تیغه دو پره صاف به طول ۶۰ سانتی متر که ۳۰ سانتی متر در داخل فاضلاب فرو رفته است با دور ۷۰-۵۰ دور در دقیقه در بالای راکتورها نصب شد. از آن جا که در سیستم راکتورهای ناپیوسته متوالی کنترل مراحل مختلف عملیات با زمان اهمیت به سزایی دارد، به منظور تنظیم مراحل مختلف و همچنین اندازه گیری و ثبت داده های غلظت اکسیژن محلول، درجه حرارت و PH از یک سیستم رایانه ای به همراه متعلقات مربوط استفاده شد.

شکل ۳ و ۴ به ترتیب شماتیک سیستم و نمای کلی راکتورهایSBR را نشان می دهد. برنامه ریزی عملیات سیستم از طریق نرم افزار کنترلر انجام می شود. این نرم افزار قادر به کنترل و ثبت کلیه عملیات سیستم می باشد. با توجه به نوع و مشخصات فاضلاب خام مورد استفاده طول دوره های کاری برای هر دو راکتور یکسان و به این ترتیب انتخاب شد. پر شدن ۳ دقیقه، هوادهی ۴ ساعت، ته نشینی یک ساعت و ۴۵دقیقه و تخلیه ۱۲ دقیقه. در عمل مدت زمان لازم برای پر شدن کوتاه تر و حدود یک دقیقه و ۱۰ ثانیه می باشد.

جهت راه اندازی راکتور SBR ابتدا از بذر (Seed) لجن فعال برگشتی تصفیه خانه فاضلاب اکباتان که هیچ مشکل بهره برداری از قبیل بالکینگ، کف و پدیده نوک سوزنی و ... نداشت، به حجم تقریبی ۳ لیتر برای هر یک از راکتورهای پایلوت SBR که دارای حجم ۲۰ لیتر بود استفاده شد و به راکتور فاضلاب مصنوعی با COD مختلف اضافه گردید. مثلاً جهت تغذیه راکتور از ۴۰ گرم شیر خشک صنعتی در ۱۰۰ لیتر آب شهر با مشخصات زیر استفاده شد:

میزان COD = ۶۰۰ میلی گرم بر لیتر

میزان BOD_5 = ۴۲۰ میلی گرم بر لیتر

میزان ازت نیتراتی = ۴/۷ میلی گرم بر لیتر

میزان ازت آلی = ۳۰ میلی گرم بر لیتر

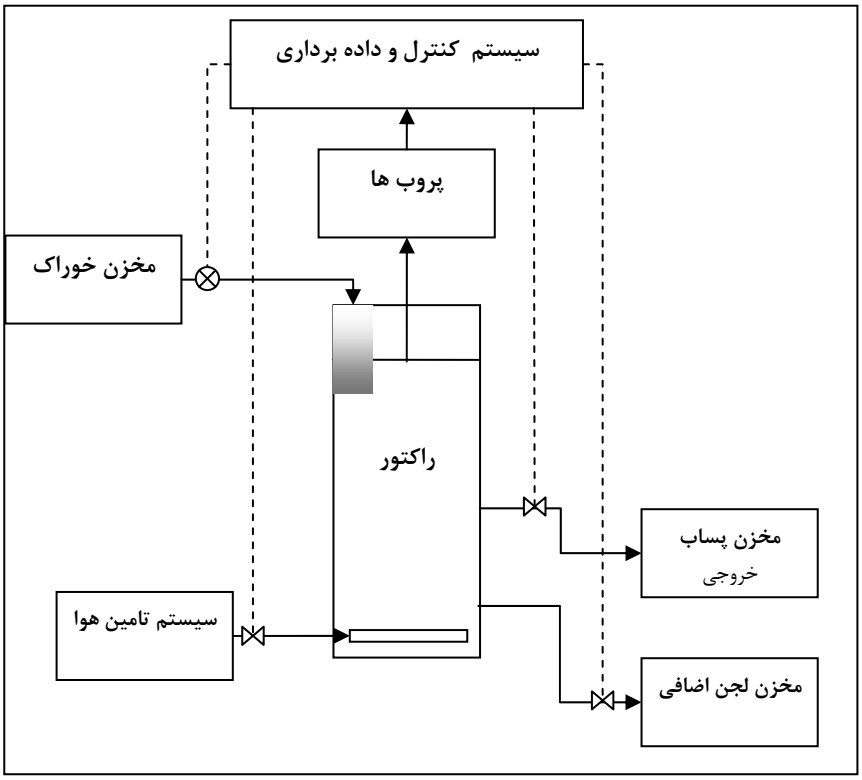
میزان TKN = ۳۰/۷ میلی گرم بر لیتر

میزان فسفر =۱۰/۵ میلی گرم بر لیتر

پس از ایجاد شرایط پایدار در راکتورها در خلال ۸ ماه تحقیق، نمونه برداری و آزمون پارامترهایی از قبیل COD ، BOD ، MLSS ، MLVSS ، MLNVSS ، درصد جامدات خشک لجن، SV1 ، F/M ، SOUR و در نهایت Y و K_d انجام یافت. راکتور در پنج زمان ماند سلولی ۵،

۱۰، ۱۵، ۲۰، و ۲۵ روز بهره برداری شد. روش نمونه برداری و انجام آزمایش ها طبق رهنمودهای مندرج در کتاب استاندارد متد سال ۱۹۸۳انجام گرفت(۱۴).

لازم به ذکر است که در این تحقیق درجه حرارت توسط هیتر قابل تنظیم اکواریم در حد ۲۵ درجه سانتی گراد و اکسیژن محلول نیز در حد ۱/۵ تا ۲/۲ میلی گرم در لیتر در راکتورها حفظ شد.



شکل ۳- شماتیک سیستم راکتورهای ناپیوسته متوالی

شکل ۴- نمای کلی پایلوت راکتورهای ناپیوسته متوالی

نتایج

نتایج تعیین کارایی راکتور ناپیوسته متوالی (SBR) در شرایط مختلف بهره برداری در زمان ماندهای مختلف سلولی مطابق جدول ۱ می باشد. همان طور که در جدول مشاهده می شود وضعیت ته نشینی در سن لجن ۵ روز به دلیل رشد

پراکنده میکروارگانیسم ها پایین بود. در سن لجن بیش از ۲۰ روز نیز به دلیل پایین رفتن بیش از حد F/M رشد میکروارگانیسم های رشته ای همراه با کف قهوه ای افزایش یافته در نتیجه خاصیت ته نشینی لجن کاهش می یابد . اما در سن لجن ۱۰ و ۱۵ روز میکرو ارگانیسم ها در فاز کاهش رشد عمل کرده در نتیجه لخته مناسب با خاصیت ته نشینی خوب تشکیل می شود. با افزایش سن لجن به دلیل افزایش خودتخریبی میکروارگانیسم ها درصد وزن خشک لجن کاهش یافته و میزان آب لجن افزایش می یابد.

جدول۱- تاثیر زمان ماند سلولی برSVI، درصد وزن خشک لجن و بازده حذفCOD و F/M

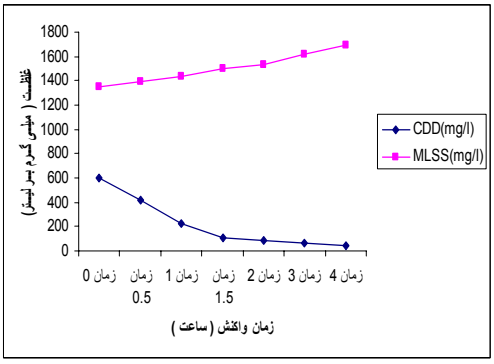
بازده حذف COD (٪)	وضعیت ته نشینی لجن	F/M (1/d)	درصدآب لجن (٪)	درصدوزن خشک لجن(٪)	SVI (ml/g)	زمان ماند سلولی(روز)
۶۰	بد (رشد پرکنده)	۱/۸	۹۸/۴۴	۱/۵۶	۶۴	۵
۹۵	خوب	۰/۲۵	۹۸/۸	۱/۲	۹۰	۱۰
۹۲	تقریبا خوب	۰/۱۷	۹۹/۴	۰/۶	۱۸۰	۱۵
۹۰	بد (بالکینگ)	۰/۰۹	۹۹/۵۳	۰/۴۶	۲۱۵	۲۰
۸۴	بد (بالکینگ)	۰/۰۵	۹۹/۶۵	۰/۳۵	۲۴۰	۲۵

بحث و نتیجه گیری

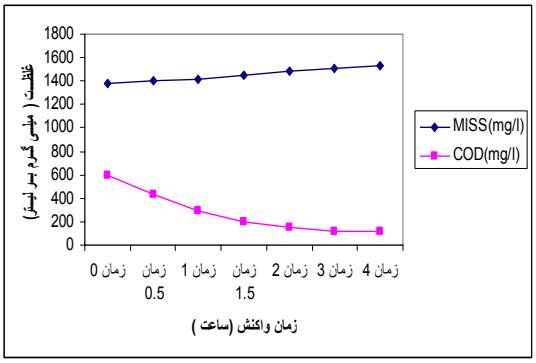
در این تحقیق موارد زیر بحث می شوند:

۱- روندتغییرات COD , MLSS در زمان ماند سلولی مختلف

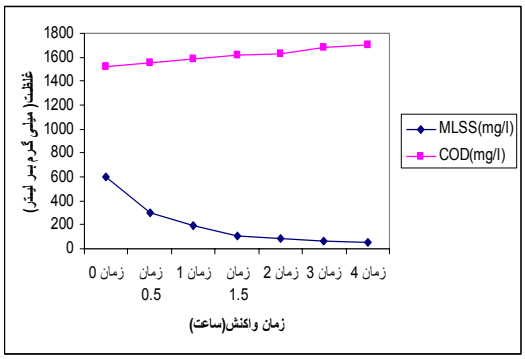
ابتدا تأثیر زمان ماند سلولی بر بازده حذف COD و تولید بیومس (MLSS) بررسی گردید. یعنی با میزان COD برابر ۶۰۰ میلی گرم بر لیتر تغییرات COD , MLSS در چهار زمان ماند سلولی ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵روز بررسی شد که مطابق نمودارهای ۱تا ۵ می‌باشد. همان طور که در نمودارها مشاهده می شود با افزایش زمان واکنش، غلظت COD کاهش یافته اما غلظت MLSS افزایش می یابد. این مسئله در زمان ماند سلولی ۱۰ و ۱۵ روز به دلیل کارکرد مناسب راکتور بهتر اتفاق می افتد. تحقیقات helmerich و همکاران نیز در سال۲۰۰۱ همانند نتایج فوق بوده به طوری که در سن لجن ۱۵ روز میزان COD از ۱۰۰۰ به ۶۴ میلی گرم در لیتر کاهش یافت، در صورتی که میزان MLSS از ۲۵۶۰ به ۳۳۰۰ افزایش یافت(۱۳و۱۵).



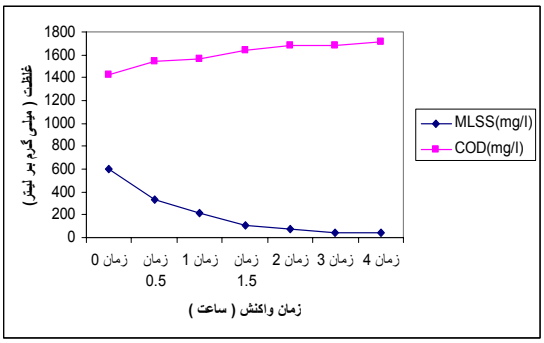
نمودار ۱- روند تغییرات COD , MLSS در زمان ماند سلولی ۵ روزه



نمودار ۲- روند تغییرات COD , MLSS در زمان ماند سلولی ۱۰ روز



نمودار ۳- روند تغییرات COD , MLSS در زمان ماند سلولی ۱۵ روز



نمودار ۴- روند تغییرات COD , MLSS در زمان ماند سلولی ۲۰ روز

۲- تاثیر زمان ماند سلولی مختلف بر بازده حذف COD

نمودار ۶ تاثیر زمان ماند مختلف سلولی بر بازده حذف COD را نشان می دهد.در زمان ماند سلولی ۱۰ روز چون میکروارگانیسم‌ها در فاز کاهش رشد یا فاز ثابت رشد قرار دارند، بازده حذف COD بهبود یافته و تقریباً به ۹۵٪ رسید. در این فاز SVI برابر ۹۰ میلی لیتر بر گرم محاسبه شد و لجن به خوبی ته نشین شد. چون میکروارگانیسم‌های رشته‌ای و فلوک ساز در حالت تعادل مناسب بوده در نتیجه پساب زلال حاصل می گردد. در زمان ماند سلولی ۲۵ روز رشد باکتری های رشته ای به دلیل پایین بودن زیاد F/M بالا بوده و SVI به حد ۲۴۰ ml/g رسیده و ته نشینی لجن به خوبی انجام نمی گیرد.

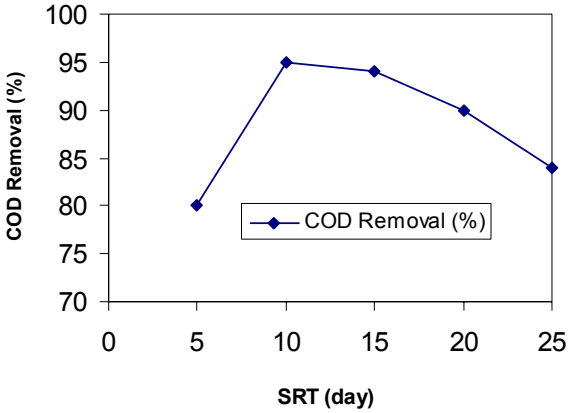
T.Dockorn و همکاران نیز در سال ۲۰۰۱ دریافتند که با افزایش سن لجن تا یک محدوده خاص بازده حذف COD ، BOD و مواد مغذی به سرعت افزایش می یابد (۱۱).

۳- تاثیر زمان ماند سلولی مختلف بر درصد وزن خشک لجن

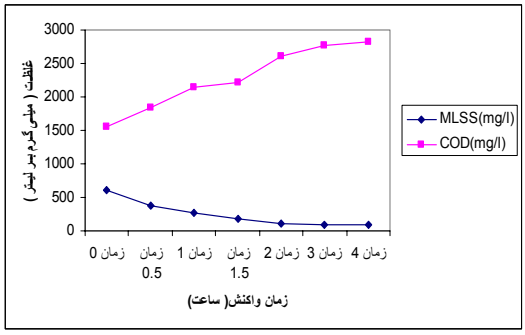
نمودار۷ تاثیر زمان ماند سلولی مختلف بردرصد وزن خشک لجن را نشان می دهد. با افزایش سن لجن درصد جامدات خشک لجن کاهش و درصد آب لجن افزایش می یابد . چون در زمان ماند سلولی بیش از ۲۰ روز ، سیستم وارد فاز خود تخریبی شده در نتیجه لاشه میکرورگانیسم ها که درصد قابل توجه آن را مواد آلی تشکیل می دهد به دلیل آب دوست بودن (هیدروفیل) درصد آب لجن افزایش می یابد(۱۶). بنابراین در سن لجن ۵ روز درصد جامدات خشک به ۱/۵۶٪ و در سن لجن ۲۵ روز به ۰/۳۵٪ کاهش می یابد. Bitton نیز در سال ۲۰۰۲ دریافت که بیش از ۹۰٪ لجن ثانویه (بیومس) از جنس آلی است و مواد آلی به دلیل خاصیت هیدروفیلی، لجن آب بیشتری را به خود جذب می کند (۲).

۴-تاثیر زمان ماند سلولی مختلف بر SVI

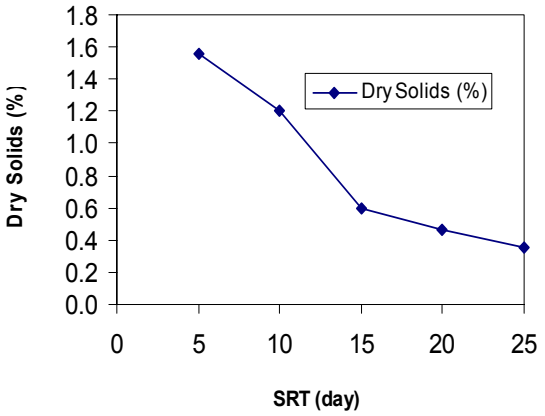
نمودار ۸ تاثیر زمان ماند سلولی مختلف بر SVI را نشان می دهد. با افزایش سن لجن شاخص حجمی لجن (SVI) به دلیل رشد میکروارگانیسم های رشته ای افزایش می آید به طوری که در سن لجن ۲۵ روز به ۲۴۰ میلی لیتر بر گرم می رسد. اما در سن لجن ۱۰ روز میزان SVI به۹۰ میلی لیتر بر گرم می رسد که در محدوده مطلوب ۷۰ تا ۱۲۰ میلی لیتر برگرم از نظر خاصیت مناسب ته نشینی می باشد (۱۸).



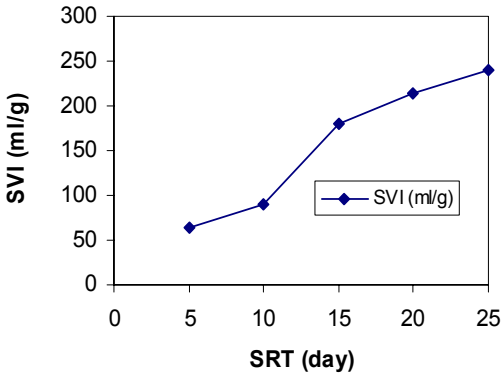
نمودار ۵- روند تغییرات MLSS , COD در زمان ماند سلولی ۲۵ روز



نمودار ۶- تاثیر زمان ماند سلولی مختلف بر بازده حذف COD



نمودار۷- تاثیر زمان ماند سلولی مختلف بردرصد وزن خشک لجن



نمودار۸- تاثیر زمان ماند سلولی مختلف بر SVI

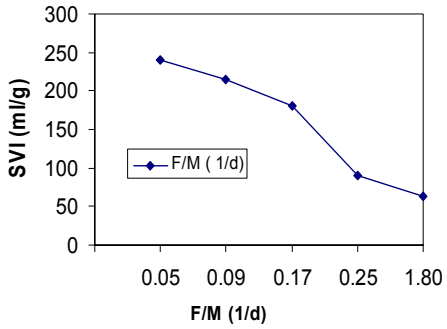
۵- تغییرات SVI در نسبت های مختلف F/M

نمودار۹ تغییراتSVI در نسبت های مختلف F/M را نشان می دهد. هر چه زمان مـانـد سلـولـــی زیـاد می شود میـــزان F/M کاهش یافتـه در نتیجه میکروارگانیسم هـا وارد فاز خودخوری شده بنابراین لاشه میکروارگانیسم ها که بیش از ۹۰٪ آن را موادآلی تشکیـــل می دهـد افـــزایش می یابـد، لذا درصـــد آب لجـــن بیشتر می شود به عبارت دیگر در صـد وزن خشک لجن با افزایش زمان ماند سلولی کاهش مـی یابـد (۱۸).

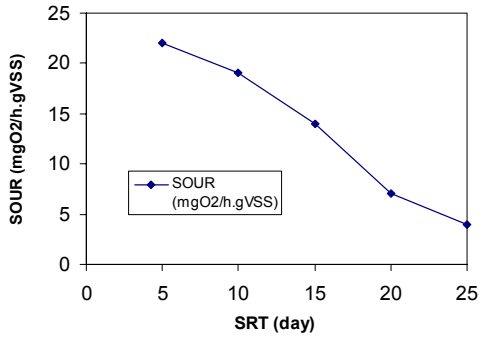
۶- تغییرات SOUR در زمان های مختلف ماند سلولی

نمودار۱۰ تغییرات SOUR در زمان مـانـد مختلـف سلولی را نشان می دهد. همان طور کـه در نمـودار مشاهـــده می شود، با افزایش زمان ماند سلولی به دلیل این کـه درصـد باکتری های غیر فعال (پیر) و مرده (فاز خـودتخریبی) نسـبت به باکتری های فعال (جوان) افزایش می یابـد، در نتیجـه نـرخ مصـــرف اکســـیژن و متعاقـــب آن SOUR (mg/h.gVSS) کاهش می یابد. به طوری که میزا ن SOUR در سن لجـن ۵ روز ۲۲ اما در سن لجن ۲۵ روز به ۴ میلـی گـرم اکسـیژن در ساعت به ازای هر گرم جامدات معلق فـرار مـی رسـد. لازم بـه ذکر است که غلظت اکسیژن محلول در داخل راکتـور در تمـام شرایط بین ۱/۵ تا ۲ میلی گرم در لیتر حفـظ شـد.Geradi و همکاران در سال ۲۰۰۶ نرخ مصرف اکسیژن و میزان SOUR را در شرایط مختلف بهره برداری راکتـور لجـن فعـال مطـابق

جدول ۲ نشان دادند. از طرفی نتایج تحقیقات نشان داد که در سیستم لجن فعال با زمان مانـد سـلولی بـالاتر نظیـر هـوادهی گسترده میزان SOUR کم تر از سیستم متعارف لجن فعـال می باشـد کـه دلیـل آن ایجـاد فـاز خـودتخریبی در سیسـتم هوادهی گسترده می باشد (۵و ۱۹).



نمودار۹ – تغییرات SVI در نسبت های مختلف F/M



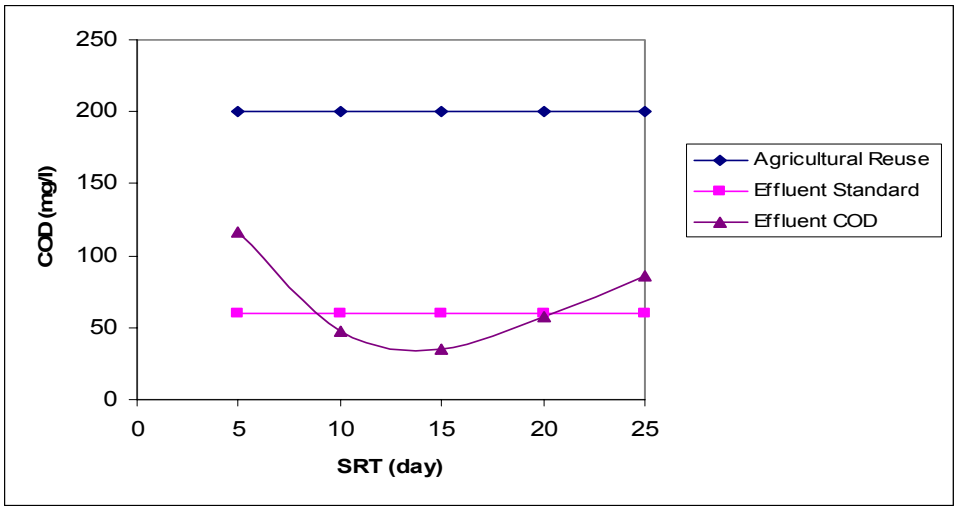
نمودار۱۰ – تغییرات SOUR در زمان ماند مختلف سلولی

جدول ۲-نرخ مصرف اکسیژن و میزان SOUR در شرایط مختلف(۵)

اهمیت	نرخ مصرف اکسیژن	SOUR(mg/h.gVSS)
مقدار جامدات راکتور برای بار BOD کافی نیست	بالا	بالاتر از ۲۰
حذف BOD خوب و لجن خوب ته نشین می شود	نرمال	۲۰-۱۲
جامدات راکتور خیلی بالاست یا حضور مواد سمی	پایین	پایین تر از ۱۲

۷- مقایسه COD پساب خروجی بـا اسـتاندارد دفـع و استفاده مجدد

همان طور که در نمودار ۱۱ مشاهده می شـود در زمـان ماند سلولی ۱۰ و ۱۵ روز حداکثر بازده حـذف COD حاصـل می شود. در این زمان ماندهای سلولی استاندارد دفع پساب بـه آب های پذیرنده و استفاده مجدد در کشاورزی طبق استاندارد محیط زیست ایران تامین می گردد. در زمان ماند سلولی ۵ روز به دلیل رشد پراکنده میکروارگانیسم ها و در زمان ماند سـلولی بیش از ۲۵ روز به دلیل رشـد میکروارگانیسـم هـای رشـته ای بازده حذف COD کاهش می یابد.



نمودار ۱۱- مقایسه COD پساب خروجی در زمان های ماند مختلف سلولی با استاندارد دفع و استفاده مجدد از پساب در کشاورزی سازمان محیط زیست ایران

سپاس گزاری

در پایان از مرکز تحقیقات آب وزارت نیرو به خاطر حمایت مالی و از آزمایشگاه دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران به خاطر انجام آزمایش ها تقدیر می گردد.

منابع

1. Metcalf and Eddy (2003).Wastewater engineering: Treatment, Reuse and Disposal .New York, USA .McGraw Hill.Chapter11.
2. Bitton.G.(2005)-Wastewater Microbiology – Wiley-liss، Inc. Chapter 4.
3. Imura.M; Suzuki.E; Kiato.T; Iwai.S.(1993) Advanced Treatment of domestic wastewater Using SBR Activated sludge process. Vol: 28 No: 10 ، pp: 267-274
4. Vauriante.P; Hailemarin.D; Kautia.E (1993) Organic carbon and Nutrient removal from wastewater of single houses and small separate establishments، using a simple SBR-water science & technology. vol: 28، No: 10، pp:243-249
5. Gerardi, Michael H.(2006). Wastewater bacteria.Wiley-Inerscience,AJohn Wiley And Sons, INC., Publishion. Chapter 9
6. Purac,G. (1997). "SBR A compact alternative for wastewater" world water and environmental engineering vol 20. no. 8 p.16
7. EPA. (1999) "wastewater technology fact sheet sequencing batch reactors" united stares environmental protection agency. 832-F-99-073
8. EPA، (2005) "sequencing batch reactor (SBR) to combat against the bulking sludge".

۹. انوشیروان محسنی و همکاران (۱۳۸۰). تصفیهٔ بیولوژیکی فاضلاب کارخانه شیر پاستوریزه ساری با روش SBR ، مجلهٔ آب و فاضلاب، شمارهٔ ۳۹، صفحات ۲۸-۳۲

۱۰. سید محمد رضا علوی مقدم و همکاران (۱۳۷۷) تصفیهٔ فاضلاب های صنایع غذایی با استفاده از روش

راکتور ناپیوستهٔ با عملیات متوالی (SBR)، مجلـهٔ آب و فاضلاب، شمارهٔ ۲۸، صفحات ۲۱-۱۲.

11. Dockhorn. T. etal, (.2001) Comporative investigations on COD-removal in sequeneing batch reactors and continuous flow plants , water science and technology, Vol. 43, No. 3, pp. 45–52.
12. Tsagarakis., K. P. etal. (2000). Small municipal wastewater treatment Plants in Greece, Water Science and Technology, Vol. 41, No. 1, pp. 41-48.
13. Helmerich, B; Schreff, D; Wilder, P. A. (2000) Full scale experiences with small sequencing batch reactor plants in Bavaria, Water Science and Technology Journal, vol 41, No 1.
14. A.P.H.A; A.W.W.A; W.P.C.F(.1983) Standard Method for the Examination of water& Wastewater 19th Edition- A.P.H.A.N.W- Washington D.C
15. Sheker.R.E; aris R.M; shieh W.K(1993) the effluent of full strategies on SBR performance under nitrogen deficiency and rich condition- water sience & technology - Vol: 28; No:10 pp: 259-266
16. Arora، M.L، et al (1985). "Technology evaluation of sequencing batch reactors" J. WPCF vol 57. No: 8 p867.

۱۷. تکدستان الف و ترابیان ع (۱۳۸۶) بررسی کاهش تولید لجن مازاد بیولوژیکی در راکتور ناپیوسته متوالی (SBR) توسط اکسیداسیون بخشی از لجن به وسیله کلر .دهمین همایش کشوری بهداشت محیط – دانشگاه همدان-ایران - آبان ۱۳۸۶ pp ۲۴-۳۰.

۱۸. تکدستان الف و ترابیان ع. عظیمی ع (۱۳۸۵). روش های کاهش تولید لجن بیولوژیکی در فرایندهای هوازی تصفیه فاضلاب. اولین همایش ملی بهره برداری در بخش آب و فاضلاب. شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور ۲و۳ اسفند ۱۳۸۵ pp ۲۳۴-۲۴۰.

19. Schmidtke، N.W. and topnik،B.H (1984) "Design and performance assessment of three sequencing batch reactor sewage treatment plants in canada،" draft report prepared for the wastewater tech. center environ protection ser.، Canada.