

وزارت نیرو

شرکت آب و فاضلاب شیراز

معاونت برنامه ریزی و بهبود مدیریت

کمیته تحقیقات

بررسی اثر سلکتور های اناکسیک سه مرحله ای بر روی پدیده تورم لجن و
افزایش راندمان ته نشینی در سیستم SBR

تهیه کننده و محقق طرح :

دکتر پرویز منجمی

تابستان ۱۳۸۸

بررسی اثر سلکتور های اناکسیک سه مرحله ای بر روی پدیده تورم لجن و افزایش راندمان ته

نشینی در سیستم SBR

مهسا هادیپور، هلیا شرفی، پرویز منجمی،.....

خلاصه

برای بررسی اثر سلکتور روی تورم توده بیولوژیکی در حوضچه های ته نشینی ثانویه تصفیه خانه شهر شیراز بررسی هایی صورت گرفت که شرح آن در این مقاله آورده شده است و بررسی های متعدد دیگری که عمدتاً به صورت continues می باشد انجام خواهند گرفت . این مقاله شرح مختصری از این که سیستم SBR چیست را بیان می کند و سپس به بررسی اثر سلکتور اناکسیک بر روی پدیده تورم لجن در فاضلاب شهر شیراز به روش SBR می پردازد و در پایان نتایج به دست آمده ارائه می گردد.

مقدمه

امروزه با توجه به رشد جمعیت ، روزانه حجم زیادی پساب شهری تولید می شود که برای تخلیه آن به محیط و یا استفاده مجدد از آن ، باید ابتدا پساب تولید شده مورد تصفیه قرار گیرد. در نتیجه هزینه زیادی صرف احداث و راه اندازی تصفیه خانه ها می شود. برای تصفیه فاضلاب از روشهای مختلف فیزیکی ، شیمیایی و بیولوژیکی استفاده می شود. فرآیند بیولوژیکی، یکی از روشهای مهم و متداول تصفیه فاضلاب است. هدف از تصفیه بیولوژیکی فاضلاب ، منعقد کردن و حذف مواد جامد کلوئیدی که ته نشین نمی شوند و نیز تثبیت مواد آلی است. در مورد فاضلاب شهری ، هدف اصلی کاهش میزان مواد آلی و در بیشتر موارد مغذی از قبیل نیتروژن و فسفر است. روشهای بیولوژیکی بیشتر در مورد حذف مواد آلی که بصورت محلول و یا در محدوده اندازه مواد کلوئیدی هستند، کارآیی دارند.(Metcalf and Eddy,2003)

روش لجن فعال ، معمولترین تکنولوژی مورد استفاده در تصفیه بیولوژیکی فاضلاب است. این روش شامل دو مرحله است، مرحله بیوشیمیایی (حوضچه هوادهی) و مرحله فیزیکی (زالال ساز ثانویه). در حوض هوادهی ، کربن آلی، آمونیاک و فسفات ، بوسیله لجن فعال از فاضلاب حذف می شوند. باکتریهای موجود در روش لجن فعال ، تحت شرایط محیطی مناسب، باعث حذف موادآلی و مواد مغذی موجود در فاضلاب می شوند (Martins et al.,2004) توانایی توده لجن فعال در تولید لخته های منسجم که به راحتی ته نشین شده و از پساب تصفیه شده جدا می شود، مشخص کننده راندمان سیستم تصفیه پساب است. لجن با خصوصیات ته نشینی مناسب ، همچنین باعث کاهش در هزینه های لازم برای گرفتن آب لجن و دفع آن می شود. ولی توده بیولوژیکی حاصل مخصوصاً در رژیم هیدرولیکی اختلاط کامل همواره دارای این خصوصیات مناسب نیست. خصوصیات ته نشینی لجن معمولاً توسط پارامتر SVI (sludge volume index) که بیان کننده حجم اشغال شده توسط واحد جرم توده بیولوژیکی است، بیان می شود.

حجم شدن لجن ، واژه بکار رفته برای بیان رشد بیش از اندازه باکتری فیلامنتوس ، یک مشکل معمول در روش لجن فعال است(Martins et al.,2004) و بیان کننده حالتی است که ته نشینی و تغلیظ به کندی

$$F/M$$

انتخابگر بیولوژیک ، یک حوضچه کوچک (با زمان تماس ۲۰ تا ۶۰ دقیقه) یا یک سری حوضچه است که در آن فاضلاب ورودی با لجن برگشتی تحت شرایط هوازی ، anoxic و بی هوازی مخلوط می شود (Matcalf and Eddy, 2003) این حوضچه قبل از حوض هوادهی اصلی قرار می گیرد. Selector ، کاربردهای دیگری نیز دارد، به عنوان مثال، یکی از کاربردهای ثانویه آن حذف فلزات است (Su et al., 1995).

کاربرد selector در لجن فعال بسیار معمول است بعلا مزایای زیادی که حاصل سرمایه گذاری کم برای ساخت یک راکتور با حجم نسبتاً کم است. با بهبود ته نشینی لجن ، گنجایش تصفیه لجن فعال ، بعلا غلظت بیشتر MLSS موجود ، ممکن است افزایش یابد (Metcalf and Eddy, 2003). بنابراین بررسی تاثیر selector در تصفیه فاضلاب از اهمیت خاصی برخوردار است. در این تحقیق selector اناکسیک مورد استفاده بررسی قرار می گیرد. ناگفته نماند که مکانیسم کار selector و عللی که باعث رشد باکتریهای رشته ای می شود، بسیار پیچیده است.

آزمایشها بصورت batch و در سیستم SBR انجام شد. دو راکتور هر کدام به حجم ۴ لیتر و با نسبت floc loading های اولیه متفاوت در نظر گرفته شد که برای متغیر قراردادن floc loading ، حجم MLSS اولیه موجود در راکتور متغیر داده شد. سپس زمان تغذیه هوازی که نشان دهنده زمان ماند در selector است نیز در هر یک از راکتورها متغیر قرار داده شد . به این منظور، پساب مورد نظر با دبی های مختلف و در نتیجه با زمان های تغذیه متفاوت وارد راکتورها گردید. این زمانها عبارتند از صفر، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ دقیقه ، با متغیر قرار دادن دو پارامتر floc loading اولیه و زمان ماند در selector ، پارامترهای مختلف از قبیل شاخص حجمی

مطالعات مختلف نشان داده که در سیستم اختلاط کامل، رشد باکتری های فیلامینتوس غالب است. در حالیکه در راکتور plug flow ته نشینی لجن بسیار میباشد. (chadoba et al., 1973a) تفاوت این دو سیستم، اختلاف در نحوه تغذیه ماده آلی به سیستم است به این صورت که غلظت ماده آلی در طول سیستم اختلاط کامل همواره کم است در صورتیکه غلظت ماده آلی در ابتدای سیستم plug flow بسیار بالاست.

از آنجا که کنترل و راهبری سیستم SBR (sequencing batch reactor) آسانتر از سیستم اختلاط کامل است در این پروژه از سیستم SBR استفاده شده است. با تغییر دادن زمان در سیستم SBR می توان از آن برای شبیه سازی سیستم اختلاط کامل و نیز pug flow استفاده کرد. به این صورت که اگر پساب بصورت لحظه ای وارد راکتورها شود، مشابه تغذیه در حالت plug flow می باشد اما اگر پساب را در مدت زمان بیشتر مثلا ۱۵ یا ۳۰ دقیقه وارد راکتورها کرد و سپس تغذیه را قطع کرده ولی هوادهی را ادامه می دهیم، مانند آن است که ابتدا پساب وارد سلکتور آناکسیک با زمان ماند کم شود و سپس پسابی که تا حدی مورد تصفیه فرا گرفته و غلظت آن کاهش یافته وارد حوضچه هوادهی اصلی گردد. با افزایش مدت زمان تغذیه، سیستم بیشتر به حالت Comolete mix نزدیک می شود زیرا در سیستم اختلاط کامل نیز غلظت ماده آلی در راکتور کم است. قبلا ذکر شد که زمان ماند در seledctor بین ۲۰ تا ۶۰ دقیقه است که البته در مقالات این زمان را ۱۰ تا ۶۰ دقیقه عنوان کرده اند که با توجه به این موضوع، در این پایان نامه زمانهای ۲۰، ۳۰، ۴۰، به عنوان زمان ماند seledctor در نظر گرفته شده است. تغذیه آنی (زمان صفر) برای شبیه سازی سیستم plug flow در نظر گرفته شده.

هدف از انجام این تحقیق ، بررسی کارایی selector هوازی تحت شرایط $\frac{f}{m}$ (*floc loading*) یا

$COD/MLSS$ متفاوت هوادهی در selector است . پارامتر (*floc loading*) عبارتست از نسبت ماده غذایی

به میکروارگانیزمهای موجود در راکتور و یا به عبارت دیگر نسبت $COD/MLSS$ اولیه از آنجا که در این

پارامتر واحد زمان در نظر گرفته نمی شود ، بنابراین در ادامه از این پارامتر استفاده شده ، به این صورت که

(*floc loading*) اولیه در دو راکتور متفاوت در نظر گرفته شده است ، به این منظور از دو راکتور از جنس

پلکسی گلاس به حجم ۴ لیتر استفاده شد . آزمایشات در سیستم batch و در مقایس آزمایشگاهی انجام شد .

برای هوادهی راکتورها از پمپ اکواریوم استفاده شده که توسط لوله های پلاستیکی و سنگ هوا، اکسیژن لازم

برای انجام واکنشهای و نیز اختلاط راکتور فراهم می گردد . برای ایجاد فرایند آنوکسیک در سلکتور نیز از یک

همزن الکتریکی همراه با یک ورق یونولیت برای جلوگیری از ورود هوا استفاده شد. با متغییر قرار دادن دو

پارامتر $\frac{f}{m}$ اولیه و مدت زمان اختلاط در selector به شرح زیر ، فاکتورهای تصفیه مورد بررسی قرار گرفت .

دو راکتور با $\frac{f}{m}$ اولیه 0.3,0.4, مدت زمان تغذیه آنوکسیک در selector عبارت اند از 0,20,30,40.

مواد و روش ها

در این سیستم یک ظرف از جنس پلکسی گلاس به حجم ۴ لیتر بعنوان راکتور بکار رفته ، که برای هوادهی آن

از پمپ آکواریوم و سنگ هوا استفاده شده تا اکسیژن مخلوط همواره بالاتر از $2\text{mg}/1$ باشد . DO توسط

دستگاه DO meter مورد اندازه گیری قرار گرفت که نتایج بدست آمده نشان داد که DO در هر سه راکتور

همواره بیشتر از $2\text{mg}/1$ بود. یک ظرف به حجم حدود ۱۰ لیتر بعنوان تغذیه بکار رفته که برای انتقال پساب از

منبع به درون راکتور از شیر آکواریوم استفاده شده است.

مراحل انجام کار به شرح زیر است :

در ابتدا برای تأمین $COD/MLSS$ اولیه ، مقدرا مشخصی لجن درون هر یک از راکتورها ریخته شد .

مقدار مشخصی پساب با دبی های مختلف و در نتیجه با زمانهای تغذیه متفاوت از صفر تا ۴۰ دقیقه ، وارد راکتورها گردید . در طول مدت تغذیه ، در راکتور با استفاده از همزن شبیه سازی سلکتور آنوکسیک انجام شد . این مدت زمان ، بیان کننده مدت زمان ماند پساب درون **seledctor** است .

پس از ورود پساب به درون راکتورها ، تغذیه قطع شده و هوادهی برای مدت مشخصی انجام یافت . که نشان دهنده مدت زمان هوادهی پساب در حوضچه هوادهی (راکتور اختلاط کامل) بعد از **seledctor** است . مدت زمان یک مرحله کامل در حدود ۴ ساعت است .

بعد از این مدت هوادهی قطع شده و به مخلوط اجازه داده می شود تا ته نشین شود. این مرحله در حدود ۳۰ دقیقه است .

پس از ته نشینی ، پساب رویی برای انجام آزمایشات تخلیه می گردید .

SVI (شاخص حجمی لجن) بعد از ۴ ساعت تعیین شد .

MLSS نیز در فواصل مشخصی اندازه گیری شد .

کوتاهترین زمان تغذیه می تواند نشان دهنده گرادیان ماده غذایی در سیستم جریان نهر گونه **plug flow** باشد . سیستم با طولانی ترین زمان تغذیه می تواند با یک سیستم **seledctor** اختلاط کامل همراه با غلظت کم ماده غذایی محلول در راکتور اختلاط کامل (حوضچه هوادهی) بعدی مقایسه شود.

مراحل یک چرخه کامل در سیستم جریان نهر گونه **plug flow** باشد . سیستم با طولانی ترین زمان تغذیه با یک سیستم **seledctor** اختلاط کامل همراه با غلظت کم ماده غذایی محلول در راکتور اختلاط کامل (حوضچه هوادهی) بعدی مقایسه شود.

تأمین floc loading اولیه درون راکتورها :

در روش کار توضیح داده شد که سه راکتور با سه floc loading اولیه مورد آزمایش قرار گرفت . به این صورت که بعد از اندازه گیری MLSS لجن برگشتی تصفیه خانه فاضلاب ، برای تأمین floc loading مورد نیاز در سه راکتور و با توجه به مقدار پساب که برای تغذیه در نظر گرفته شده بود و میزان ماده غذایی حاصل از آن و COD پساب خروجی ته نشینی اولیه، نسبت توده بیولوژیکی مورد نیاز تعیین شد و حجم لازم توده بیولوژیکی محاسبه گشت . این میزان لجن درون هر یک از راکتورها ریخته شد و بسته به مراحل مختلف ، مقدار مشخص پساب با دبی های مختلف و در نتیجه با زمانهای تغذیه متفاوت وارد راکتورها گردید . مقدار floc loading اولیه در واحدهای شماره ۱، ۲، به ترتیب در حدود 0.3, 0.4 در نظر گرفته شد . در بخش های بعدی دو راکتور بصورت زیر معرفی می شوند :

Reactor1 floc loading=0.3

Reactor2 floc loading=0.4

تغذیه راکتورها در زمانهای متفاوت :

قبلا توضیح داده شد که برای هر راکتور ، چهار زمان تغذیه (که نشان هنده زمان ماند در selector آنوکسیک است) در نظر گرفته شد . این زمان ها عبارتند از صفر (تغذیه آنی) ، 20, 30, 40 دقیقه . مراحل فوق برای یکی از راکتورها بعنوان مثال ، راکتور شماره یک با floc loading اولیه 0.3 به شرح زیر است :

۱- تغذیه در مدت صفر دقیقه (تغذیه آنی) : در این مرحله 1 لیتر پساب بصورت یکجا و لحظه ای وارد راکتور می گردد .

۲- تغذیه در مدت 20 دقیقه : 1 لیتر پساب با دبی $50\text{cc}/\text{min}$ و در نتیجه در مدت 20 دقیقه وارد راکتورها می گردد که نشان دهنده selector با زمان ماند 20 دقیقه است .

۳- تغذیه در مدت 30 دقیقه : 1 لیتر پساب با دبی $33\text{cc}/\text{min}$ و در نتیجه در مدت 30 دقیقه وارد راکتورها می گردد که نشان دهنده selector با زمان ماند 30 دقیقه است .

۴- تغذیه در مدت 40 دقیقه : 1 لیتر پساب با دبی $25\text{cc}/\text{min}$ و در نتیجه در مدت 40 دقیقه وارد راکتورها می گردد که نشان دهنده selector با زمان ماند 40 دقیقه است .

لازم به ذکر است که هر یک از مراحل فوق برای هر یک از راکتورها به دفعات مختلف تکرار شد تا نتیجه حاصل از آن بر روی توده بیولوژیکی موجود در هر راکتور بررسی شود که نتایج حاصل در بخشهای بعدی به تفکیک ارائه شده است .

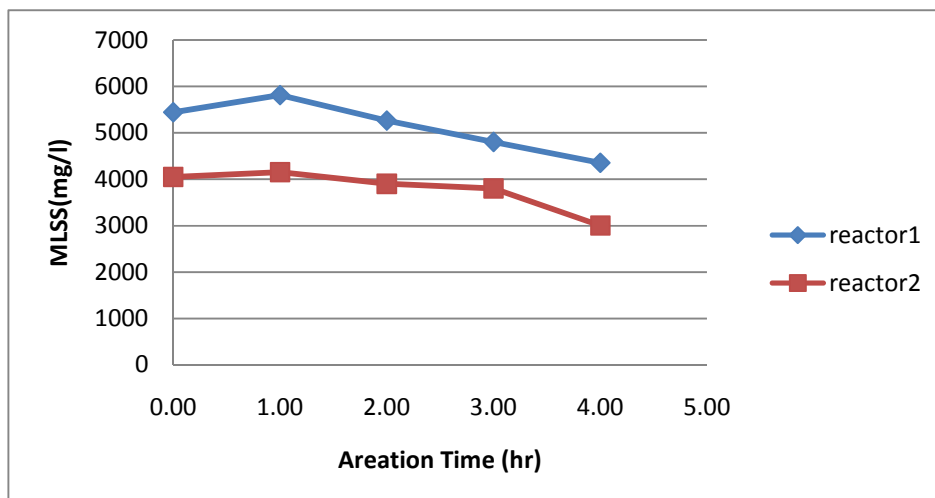
نتایج

تغییرات MLSS درون راکتورها:

در اولین مرحله ، پساب به صورت آنی وارد راکتورها شد (زمان تغذیه صفر در نظر گرفته شد) . به منظور بررسی درون راکتور ها ، تغییرات MLSS در مدت ۴ ساعت هوادهی در دو راکتور با floc loadingهای مختلف اندازه گیری شد این عمل چند مرتبه تکرار گردید . میانگین نتایج بدست آمده برای هر دو راکتور در جدول ۱ و نیز نمودارهای آن در شکل ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱ - تغییرات MLSS برحسب زمان هوادهی در هر دو راکتور در تغذیه آبی

Aeration Time (hr)	MLSS(mg/l)	
	reactor1	reactor2
0.00	5440	4050
1	5810	4150
2	5260	3900
3	4800	3800
4	4350	3000



شکل ۱ - نمودار تغییرات MLSS برحسب زمان هوادهی در هر دو راکتور در تغذیه آبی

با بررسی نمودار راکتور اول مشاهده می شود که توده بیولوژیکی در ابتدا افزایش می یابد ولی بعد از مدتی و با کاهش مواد مغذی به تدریج کاهش می یابد.

در نمودار راکتور دوم نیز مشاهده می شود که توده بیولوژیکی بعد از افزودن مواد غذایی ابتدا افزایش می یابد و بعد از گذشت مدتی و با کاهش نسبی مواد غذایی موجود در راکتور توده بیولوژیکی مجدداً کاهش می یابد. البته در راکتور دوم سرعت کاهش نسبت به راکتور اول کمتر است

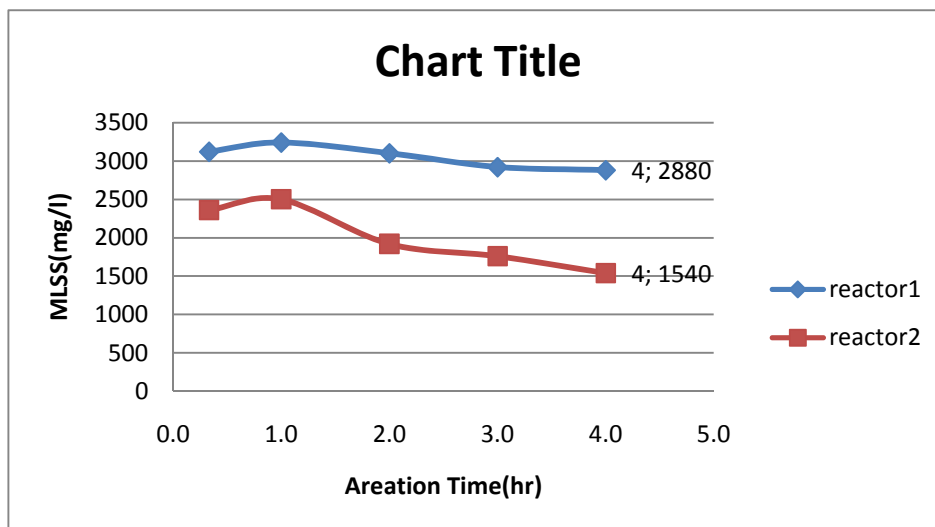
با بررسی این دو نمودار مشاهده می شود که نرخ افزایش غلظت توده بیولوژیکی در راکتور اول یعنی راکتوری که دارای کمترین مقدار **floc loading** و به عبارت دیگر بیشترین حجم توده بیولوژیکی هست بیشتر می باشد. نرخ کاهش در این حالت نیز بیشتر از راکتور دو می باشد.

در مرحله بعدی یک لیتر پساب با دبی 50 cc/min و در مدت ۲۰ دقیقه به توده بیولوژیکی موجود در هر دو راکتور اضافه گردید.

تغییرات MLSS راکتورها در زمانهای ۲۰ دقیقه و ۱، ۲، ۴، ۳ ساعت از شروع تغذیه اندازه گیری شد و این عمل چند بار تکرار گردید که میانگین نتایج بدست آمده در جدول ۲ ارائه شده است. نمودار تغییرات MLSS راکتور ها در تغذیه به مدت ۲۰ دقیقه نیز در شکل ۲ آورده شده.

جدول ۲- تغییرات MLSS برحسب زمان هوادهی در هر دو راکتور در تغذیه به مدت ۲۰ دقیقه

Aeration Time(hr)	MLSS(mg/l)	
	reactor1	reactor2
0.3	3120	2360
1	3240	2500
2	3100	1920
3	2920	1760
4	2880	1540



شکل ۲- نمودار تغییرات MLSS برحسب زمان هوادهی در هر دو راکتور در تغذیه به مدت ۲۰ دقیقه

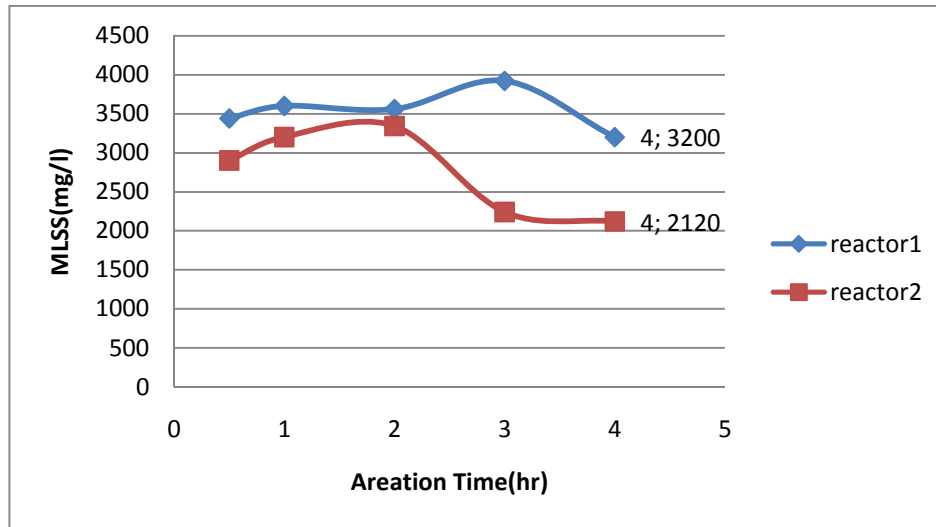
در مرحله بعد یک لیتر پساب با دبی 33 cc/min و در مدت ۳۰ دقیقه به توده بیولوژیکی موجود در هر راکتور اضافه گردید. تغییرات MLSS راکتورها در زمان های ۳۰ دقیقه و ۱، ۲، ۴، ۳ ساعت از شروع تغذیه اندازه گیری شد و این عمل چند بار تکرار گردید که میانگین نتایج بدست آمده در جدول ۳ ارائه شده است

نمودار تغییرات MLSS راکتور ها در تغذیه به مدت ۳۰ دقیقه نیز در شکل ۳ آورده شده

جدول ۳- تغییرات MLSS برحسب زمان هوادهی در هر دو راکتور در تغذیه به مدت ۳۰ دقیقه

Aeration Time(hr)	MLSS(mg/l)	
	reactor1	reactor2
0.5	3440	2900
1	3600	3200
2	3560	3340

3	3920	2240
4	3200	2120



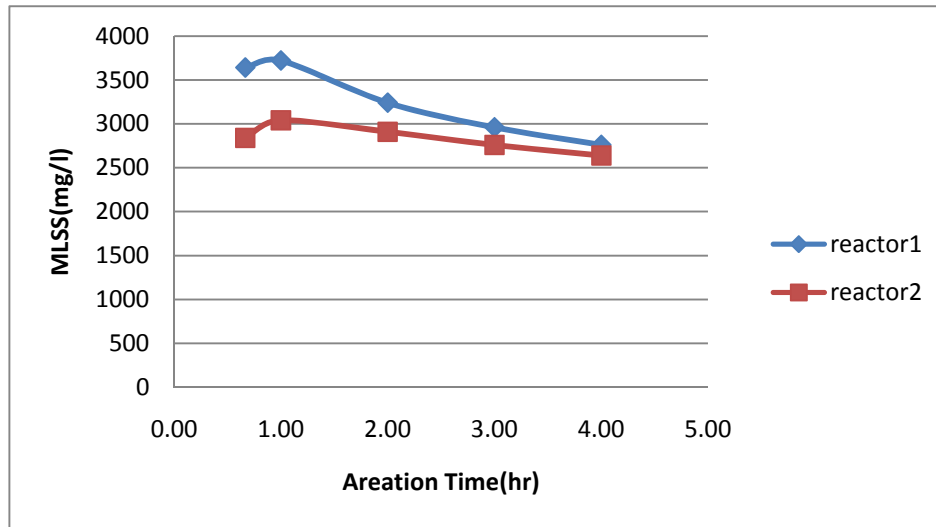
شکل ۳- نمودار تغییرات MLSS بر حسب زمان هوادهی در هر دو راکتور در تغذیه به مدت ۳۰ دقیقه

در مرحله بعد یک لیتر پساب با دبی 25 cc/min و در مدت ۴۰ دقیقه به توده بیولوژیکی موجود در هر راکتور اضافه گردید. تغییرات MLSS راکتورها در زمان های ۴۰ دقیقه و ۱، ۲، ۴، ۳ ساعت از شروع تغذیه اندازه گیری شد و این عمل چند بار تکرار گردید که میانگین نتایج بدست آمده در جدول ۴ ارائه شده است.

نمودار تغییرات MLSS راکتورها در تغذیه به مدت ۴۰ دقیقه نیز در شکل ۴ آورده شده

جدول ۴- تغییرات MLSS برحسب زمان هوادهی در هر دو راکتور در تغذیه به مدت ۴۰ دقیقه

Aeration Time(hr)	MLSS	
	reactor1	reactor2
0.67	3640	2840
1	3720	3040
2	3240	2910
3	2960	2760
4	2760	2640



شکل ۴ - نمودار تغییرات MLSS برحسب زمان هوادهی در هر دو راکتور در تغذیه به مدت ۴۰ دقیقه

با بررسی نمودارهای ۳ و ۴ و ۵، نتایجی مشابه حالت آنی بدست می آید. به این صورت که در راکتور اول ابتدا غلظت توده بیولوژیکی با زمان افزایش می یابد ولی بعد از مدتی مجددا کاهش می یابد که دلیل آن را می توان کاهش ماده آلی درون راکتور توضیح داد. در راکتور دوم نیز ابتدا افزایش و سپس کاهش مشاهده می شود که با سرعت کمتری نسبت به راکتور اول است، زیرا غلظت توده بیولوژیکی اولیه در آن کمتر است. لازم به ذکر است که مقدار تغذیه در تمام راکتورها یکسان بود ولی مقدار توده بیولوژیکی متفاوت بود که مقدار توده بیولوژیکی با floc loading نسبت عکس دارد.

نتایج SVI حاصل از تغذیه در زمان های متفاوت :

با تغییر دادن زمان تغذیه هوازی راکتورها یعنی تغذیه بصورت لحظه ای و تغذیه در مدت ۲۰ و ۳۰ و ۴۰ دقیقه، SVI آن ها بعد از ۴ ساعت اندازه گیری شد. هر کدام از این مراحل به عنوان مثال تغذیه هر کدام از راکتورها به مدت ۲۰ دقیقه چند دفعه تکرار شد تا تاثیر تغذیه در راکتور مشاهده شود. نتایج حاصل از تغذیه در راکتورها مشاهده شود. نتایج حاصل از تغذیه در حالات مختلف برای هر یک از راکتورها در زیر آورده شده است.

۱- تغذیه با زمان های متفاوت وارد راکتور شماره ۱ با $F/M=0.3$

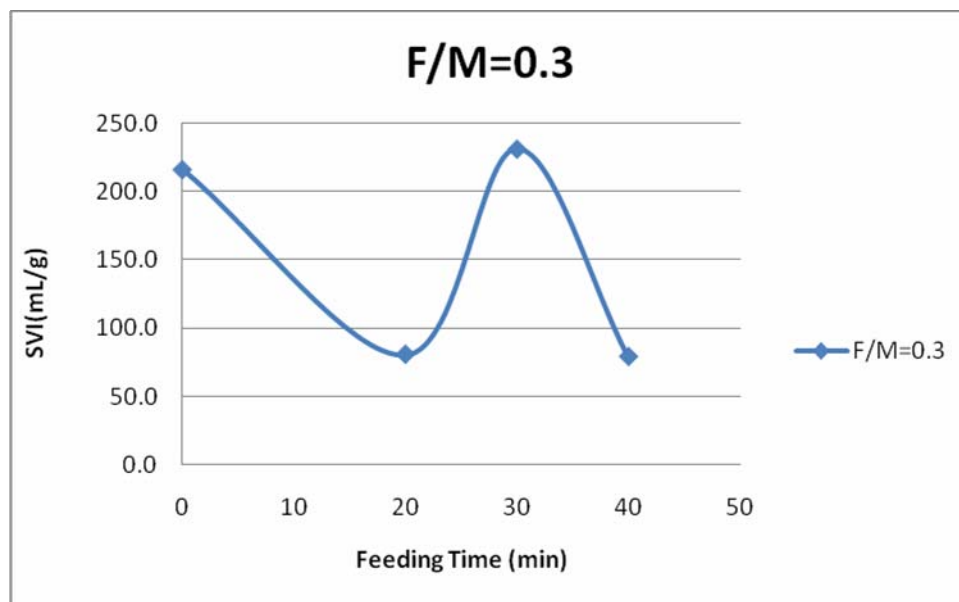
1 لیتر پساب با زمان های تغذیه متفاوت وارد راکتور شماره ۱ شد. بعد از گذشت ۴ ساعت، SVI راکتور مورد

اندازه گیری قرار گرفت. این عمل چند دفعه تکرار شد و نتایج حاصل از آن ها در جدول ۵ برای زمان های

تغذیه متفاوت آمده است. نمودار تغییرات SVI نیز در شکل ۵ آورده شده است.

جدول ۵. تغییرات SVI درون راکتور ۱ با $floc\ loading=0.3$ در زمان های تغذیه متفاوت

Feeding Time(min)	0	20	30	40
SVI(ml/gr)	216.1	80.6	231.1	79.1



شکل ۵. تغییرات SVI درون راکتور ۱ با $\text{floc loading}=0.3$ در زمان های تغذیه متفاوت

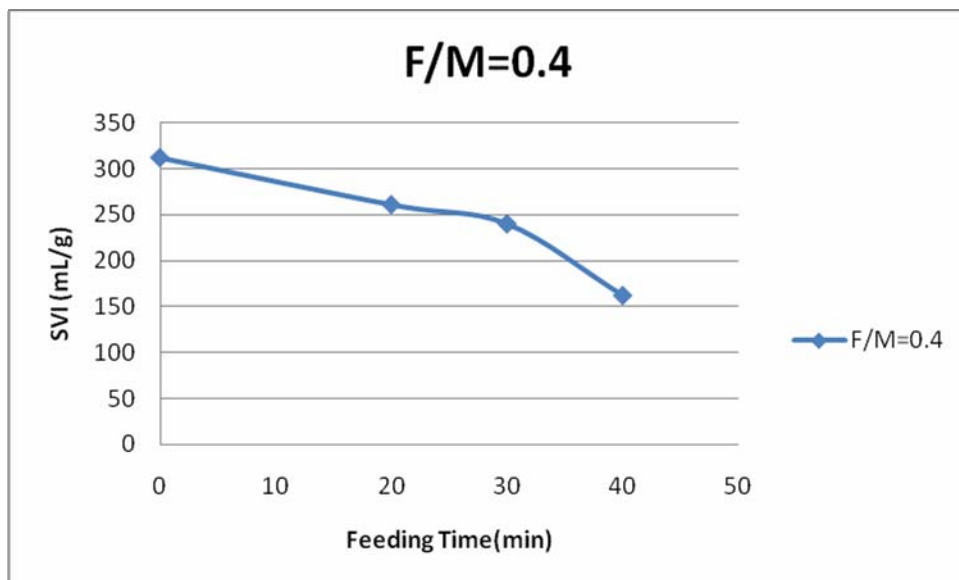
با توجه به نمودار مشاهده می شود که تغذیه در مدت ۴۰ دقیقه که معادل سلکتور با زمان ۴۰ دقیقه باعث کاهش SVI راکتور می گردد.

۲- تغذیه با زمان های متفاوت در راکتور ۲ با $\text{Floc Loading}=0.4$

1 لیتر پساب با زمان های تغذیه متفاوت وارد راکتور شماره ۲ شد. بعد از گذشت ۴ ساعت، SVI راکتور مورد اندازه گیری قرار گرفت. این عمل چند دفعه تکرار شد و نتایج حاصل از آن ها در جدول ۶ برای زمان های تغذیه متفاوت آمده است. نمودار تغییرات SVI نیز در شکل ۶ آورده شده است.

جدول ۶. تغییرات SVI درون راکتور ۲ با $\text{floc loading}=0.4$ در زمان های تغذیه متفاوت

Feeding Time(min)	0	20	30	40
SVI(ml/gr)	312	260.87	240	162.0



شکل ۶. تغییرات SVI درون راکتور ۱ با $floc\ loading=0.4$ در زمان های تغذیه متفاوت

با توجه به نمودار ۶ مشاهده می شود با افزایش زمان تغذیه مقدار SVI کاهش می یابد به گونه ای که در زمان ۴۰ دقیقه کمترین مقدار SVI را داراست.