راه اندازی راکتور بی هوازی با بستر لجن و جریان رو به بالا برای تصفیه فاضلابهای صنعتی

دکتر علیرضا مصداقی نیا[۱]، دکترکاظم ندافی [۲]، دکترمحمود شریعت [۱]، دکترحسین گنجی دوست [۳]

واژه های کلیدی : *تصفیه فاضلاب صنعتی ، تصفیه بی هوازی ، راکتور بی هوازی بابسترلجن ، تشکیل گرانول بی هوازی*

چکیده

باتوجه به کاربرد روزافزون راکتورهای بی هوازی با بستر لجن وجریان رو به بالا UASB درتصفیه فاضلاب های صنعتی و مشکلات مربوط به راه اندازی این راکتورها، دراین مطالعه راه اندازی راکتور UASB درمقیاس پایلوت و دمای کمتراز 20^0C، مورد بررسی قرارگرفت و برای مایه زنی راکتور از لجن سپتیک تانک و فضولات گاوی استفاده شد.

راکتور مورداستفاده دارای ارتفاع کل ۲۷۰ سانتیمتر و ارتفاع مفید ۲۴۰ سانتیمتر بوده و قطرآن در قسمت پائین ۲۰ سانتیمتر و درقسمت بالا ۴۰ سانتیمتر بود ودر۵ نقطه بافواصل ۳۲ سانتیمتر شیرهائی برای نمونه برداری درنظرگرفته شده بود.

دراین مطالعه بار حجمی راکتور بصورت پله ای افزایش داده شد و پس از گذشت ۱۵۵ روز ازشروع مطالعه گرانول هائی با اندازه ۲/۵ - ۲ میلی متر در راکتور مشاهده شد و پس ازگذشت ۲۱۵ روز میزان حذف در راکتور به $4/62 Kg\ COD/m^3\text{-}d$ رسید. براساس نتایج بدست آمده بیش از ۹۸٪ از COD محلول حذف شده در ۱۶۰ سانتیمتری پائین راکتور حذف شده است .

۱- گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران ، صندوق پستی۶۴۴۶ -۱۴۱۵۵

۲- گروه بهداشت محیط دانشگاه تربیت مدرس ، تهران ، صندوق پستی ۴۸۳۸-۱۴۱۵۵

۳- گروه مهندسی محیط زیست ، دانشگاه تربیت مدرس ، تهران ، صندوق پستی ۴۸۳۸-۱۴۱۵۵

سرآغاز

بطـور کـلی تصـفیه فاضلابها و بویژه تصفیه فاضلابهای صنعتی از مسائـــل مهمی می باشند که بیشتر کشورها بخصوص کشورهای درحال توسعه با آن مواجه هستند.

بـدلیل مشکلات اقتصادی وافزایش روزافزون هزینه های تصفیه فاضلاب اکثراین طرح ها نیازمند زمان بسیارطولانی برای اجرامی باشند. از این رهگذر خطرات و آسیب های جبران ناپذیری به محیط زیست وارد می گردد.به همین جهت تکنولوژی مناسب که با توجه به شرایط اقتصادی ، اجتماعی ، فرهنگی و توانائی های فنی جامعه انتخاب شده باشد نقش بسیارحیاتی ومهمی را ایفاء می کند (۲).

روی آوردن به تکنولوژی مناسب برای تصفیه فاضلاب که برای مایک ضرورت است به معنی نادیده گرفتن و فداکردن نیازهای کیفی نیست بلکه به معنی انتخاب روش و تکنولوژی برمبنای امکانات و شرایط واقعی جامعه است . درحال حاضر صنایع متعددی درکشورها وجود دارند که فاضلاب آنها دارای COD بالائی هستند. این فاضلابها بدلیل عدم توسعه تکنولوژی بیهوازی درکشور به روش هوازی و عمدتاً لجن فعال تصفیه می شوند که این عمل مستلزم هزینه سرمایه گذاری وبهره برداری بالاتر وانرژی مصرفی قابل توجه می باشد.

روشهای تصفیه بیهوازی فاضلاب بویژه روشهای با بار زیاد [1] که امروزه مورد توجه قرارگرفته اند می توانند راهگشای بسیاری ازمشکلات موجود در زمینه تصفیه فاضلاب صنعتی درکشورما باشند(۶). ازبین روشهای تصفیه بابارزیاد، روش بیهوازی بابسترلجن وجریان رویه بالا از جایگاه ویژه ای برخورداراست . درارتباط با راکتورهای UASB [2] مرحله راه اندازی بیش از هرموضوع دیگری توجه محققین را بخودجلب کرده است (۴). دراروپا، امریکا، کانادا و هند که تعداد زیادی راکتور UASB درحال کاروجود دارد، راه اندازی راکتورهای جدید ازسهولت ویژه ای برخورداراست زیرامی توان به راحتی ازگرانول های راکتورهای موجود برای راه اندازی راکتـــورهای جدیداستفاده نمود ، ولی دربعضی ازکشورها وازجمله درکشور ماکه ازاینگونه سیستم ها استفاده نشده است موضوع راه اندازی وتشکیل گرانول از لجن غیرگرانوله ازاهمیت خاصی برخوردار می باشد.

این مطالعه که درنوع خود اولین مطالعه درکشوردرزمینه راه اندازی راکتورهای UASB است می تواند سرآغاز و راهگشای مطالعات گسترده بعدی دراین زمینه باشد و نتایج بدست آمده از این تحقیق می تواند برای حل مشکلات تصفیه فاضلاب بعضی از صنایع کشور مورد استفاده قرارگیرد.

1- High Rate Anaerobic Treatment

2- Upflow Anaerobic Sludge Blanket

اهداف اصلی این مطالعه عبارتنداز:
۱- بررسی امکان تشکیل گرانول از لجن غیرگرانوله
۲- بررسی چگونگی کنترل و پایش راکتور UASB برای تشکیل گرانول
۳- بررسی تعیین مدت زمان لازم برای تشکیل گرانول در دمای کمتراز $۲۰^{0}C$

نمونه گیری و روش بررسی

دراین مطالعه از فاضلاب مصنوعی تهیه شده از گلوکز استفاده بعمل آمد. برای این منظور ابتداء فاضلاب غلیظی با COD ، ۲۰۰۰۰ میلی گرم درلیتر که دارای ماکرونوترینت های لازم بود تهیه و بسته به غلظت مورد نیاز درهرمرحله مطالعه با آب شیر کلرزدائی شده، فاضلاب مورد نظر تهیه گردید.

راکتور مورد استفاده دراین مطالعه دارای حجم مفید ۱۰۰ لیتر بود که از جنس آهن گالوانیزه ساخته شده و به حالت ایستاده مورداستفاده قرارگرفت . ابعاد و مشخصات این راکتور در نگاره های شماره ۱ و ۲ آمده است .

درزمینه طراحی راکتور ملاحظات زیر درنظرگرفته شده است :

الف - اختصاص ۲۰٪ ارتفاع مفید راکتور به بخش جداسازی جامد - مایع - گاز

ب - سرعت رو به بالا درشرایط بهره برداری معادل ۰/۳ متر درساعت

ج - تعبیه شیر نمونه برداری درارتفاعات مختلف راکتور

برای تلقیح راکتور ازلجن سپتیک تانک و فضولات گاوی استفاده بعمل آمد. برای این منظور ۲۵ لیترازلجن سپتیک تانک وحدود ۴ کیلوگرم فضولات گاوی در ۵۰ لیترفاضلاب مصنوعی تهیه شده از گلوکز با COD معادل ۲۰۰۰ mg/l ریخته شد و بمدت یکساعت مخلوط گردید، سپس مخلوط از یک صافی پارچه ای که قطر سوراخ های آن حدود یک میلی بود عبور داده شده و ازمایع صاف شده برای رقیق سازی ۲۵ لیتر لجن سپتیک تانک استفاده بعمل آمد. به این ترتیب حدود ۷۵ لیترلجن برای مایه زنی راکتور فراهم گردید.

مشخصات این لجن به شرح زیر بود:

$$MLSS = ۱۸۶۰۰ \text{ mg/l}$$

$$MLVSS = ۱۲۳۰۰ \text{ mg/l}$$

$$\frac{MLVSS}{MLSS} = ۰/۶۶$$

لجن تهیه شده بوسیله پمپ به راکتور تزریق گردیده و باقیمانده حجم راکتور با فاضلاب مصنوعی تهیه شده از گلوکز با COD معادل ۲۰۰۰ میلی گرم درلیتر پرشده و برای افزایش

خاصیت متان زائی لجن ، راکتور بمدت ۲۰ روز بدون ورودی دیگری نگهداری گردید.

محل نصب راکتور وانجام مطالعه ، آزمایشگاه و کارگاه آب و فاضلاب دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی یزد بوده و مطالعه در دمای موجود در آزمایشگاه و کارگاه انجام شده است .

باتوجه به لزوم وجود قلیائیت کافی درسیستم های بی هوازی برای جلوگیری از کاهش PH ، قلیائیت فاضلاب موجود در راکتور دراین مرحله ۲۱۸۰ میلی گرم درلیتربرحسب $CaCo_3$ تنظیم گردید (۷).

پس ازگذشت ۲۰ روز تغذیه مداوم راکتور بادبی ۹/۶ لیتر درساعت و با COD معادل ۱۰۰۰ میلی گرم درلیتر آغاز گردید و جهت جلوگیری ازتجمع اسیدهای چرب افزایش بار ورودی به راکتور به آرامی وبصورت پله ای افزایش یافت (۵ و ۶) . نگاره شماه ۳ تغییرات بار ورودی به راکتور را نشان میدهد.

درمراحل مختلف راه اندازی و کارپایلوت در مجموع از ۷ محل نمونه برداری بعمل آمد که روی نگاره شماره ۱ باعلامت * مشخص شده اند.

آزمایش های اصلی انجام شده برروی نمونه ها عبارتنداز :

قلیائیت ، SCOD ، COD ، TSS ، VSS ، PH .

روش انجام آزمایش درتمام موارد براساس روش های ذکر شده درکتاب روشهای استاندارد آزمایشات آب و فاضلاب بوده است (۱).

یافته ها و گفتگو و بهره گیری پایانی

نتایج این تحقیق نشان می دهد که :

۱- می توان باکمک لجن غیرگرانوله (لجن سپتیک تانک و فضولات گاوی) لجن گرانوله راایجاد کرد و باگذشت ۵ تا ۶ ماه گرانول هائی باقطر ۲/۵-۲ و وزن مخصوص [1] ۱/۰۴۵ بدست آورد، به شرط اینکه پایش راکتور بخوبی انجام شود، و بار حجمی به تناسب عملکرد راکتور افزایش داده شود.

۲- انتخاب لجن با غلظت بالای MLSS برای راکتورحائز اهمیت است .لجن استفاده شده در راه اندازی سیستم دارای MLSS باغلظت ۱۸۶۰۰ میلی گرم درلیتر و MLVSS باغلظت ۱۲۳۰۰ میلی گرم درلیتر و $\frac{MLVSS}{MLSS}$ =۰/۶۶ بود. همانگونه که درنگاره شماره ۴ آمده است ، غلظت MLVSS در راکتور به تدریج افزایش یافته است و از ۱۲۳۰۰ mg/l پس ازگذشت ۱۵۵ روز به

1- Specific Gravity

حدود ۳۳۰۰۰ mg/l رسیده است ولی با گذشت زمان بیشتر افزایش چشمگیری درآن ایجاد نشده است . علت این امر، مشخصات هیدرودینامیکی راکتور می باشد که باتغییر روش تغذیه راکتور واستفاده از روشهای هیدرولیکی مناسب تر وطراحی واجزی جداکننده ، جامد - مایع و گاز به صورت دقیق تر می توان افزایش بیشتری درغلظت MLVSS درون راکتور ایجاد نمود.

۳- نسبت MLVSS/MLSS نیز باگذشت زمان روند افزایشی داشته وهمچنین این نسبت با افزایش ارتفاع افزایش داشته است ، این موضوع نشان می دهد که نسبت MLVSS/MLSS در لجن قسمت های پائین راکتور کمتر و درنتیجه بخش معدنی لجن بالاتر است . بنابراین می توان نتیجه گرفت که تخلیه لجن ازبخش های پائین راکتور مناسب تراست (نگاره شماره ۵).

۴- نتایج آزمایش انجام شده نشان می دهد که غلظت SCOD خروجی باافزایش ارتفاع تا ۱۶۰cm کاهش می یابد، ولی بیشترین کاهش درغلظت SCOD خروجی درقسمت های پائین راکتور انجام می شود. نقش ارتفاع درکاهش SCOD درنگاره ۶ آمده است .

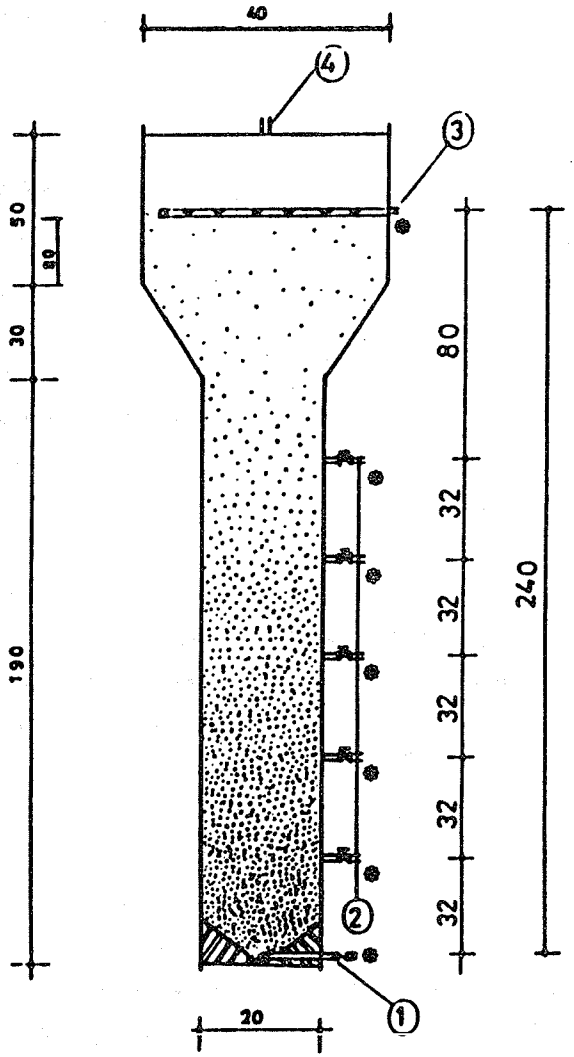
۵- تـــقریباً بیش از ۹۸٪ از SCOD حذف شده در ۱۶۰سانتیمتر ابتدائی راکتور حذف می شود (نگاره شماره ۶).

۶- میزان حذف COD در راکتور مورد مطالعه پس ازگذشت ۲۱۵ روز به ۴/۶۷Kg COD/m^3.d رسید. این میزان حذف با COD ورودی باغلظت متوسط ۳۰۲۹ میلی گرم درلیترحاصل گردید. این میزان حذف با یافته های دیگرمحققین که رسیدن به این میزان حذف را نشانه راه اندازی راکتور درشرایط مزوفیلیک می دانند مطابقت دارد (۴).

۷- میانگین دمای فاضلاب درون راکتور دراین مطالعه ، ^0C ۱۹/۱۷ بود.

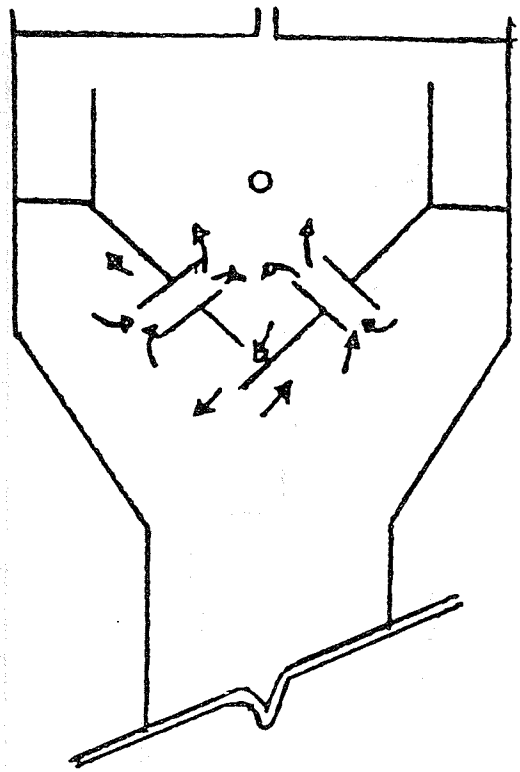
باتوجه به نتایج بدست آمده ازاین مطالعه و مزایای بسیارزیادی که کاربرد راکتورهای UASB درتصفیه فاضلاب های صنعتی دارند وبایادآوری این نکته که درحال حاضر تنهامحدودیت کـــاربرد این سیستم ها درکشورما راه اندازی نسبتاً دشوار وعدم آشنائی متخصصین بااین سیستم ها می باشد. نتایج این تحقیق می تواند کمک موثری دررفع این محدودیت ها بنماید.

بررسی های انجام شده توسط محققین نشان می دهد که گرانول های تشکیل شده بااستفاده ازیک سوبسترا می تواند برای تصفیه فاضلاب بعضی از فاضلاب های صنعتی بکار رود بدون اینکه منجر به ازهم پاشیدگی گرانول ها شود. بنابراین باانجام این تحقیق می توان گفت که ازاین پس امکان راه اندازی و بهره برداری ازاین سیستم ها درکشورما بوجود آمده است .

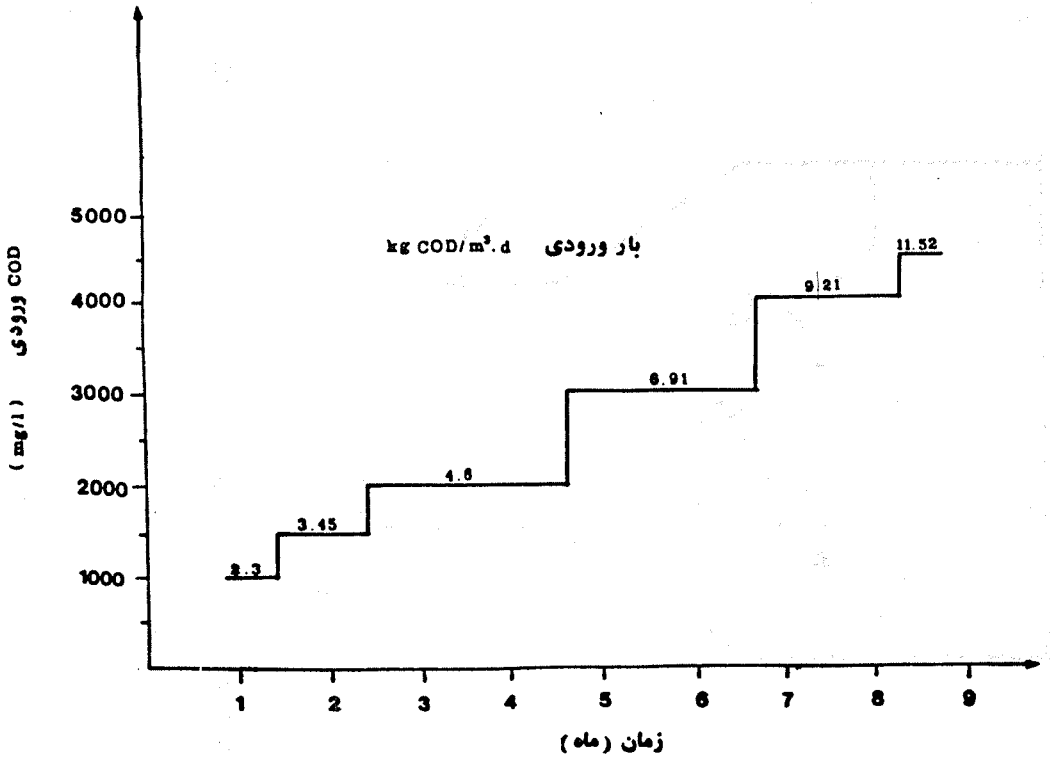


۱- ورودی
۲- شیرهای نمونه برداری
۳- خروجی
۴- محل خروج گاز

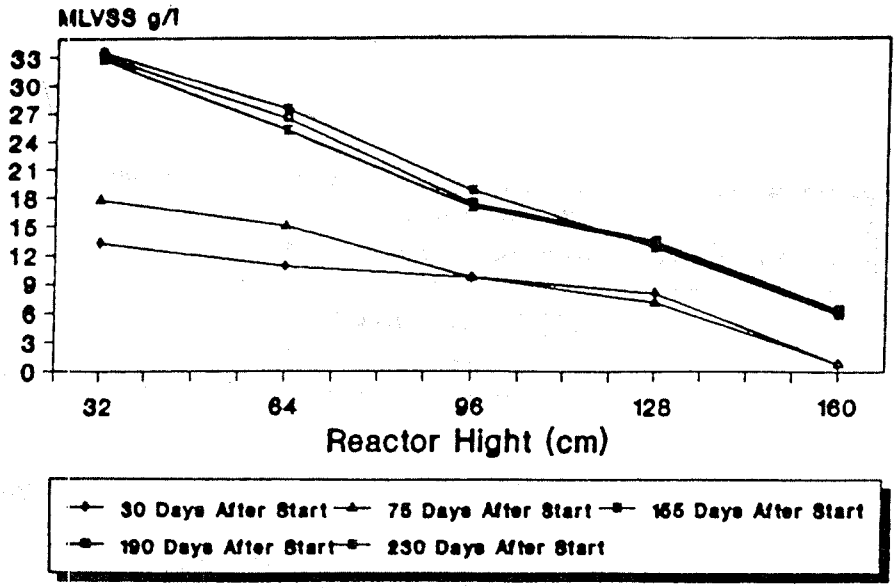
نگاره ۱ - ابعاد ومشخصات ساختمانی راکتور UASB باحجم مفید ۱۰۰ لیتر
(ابعاد برحسب سانتیمتراست)



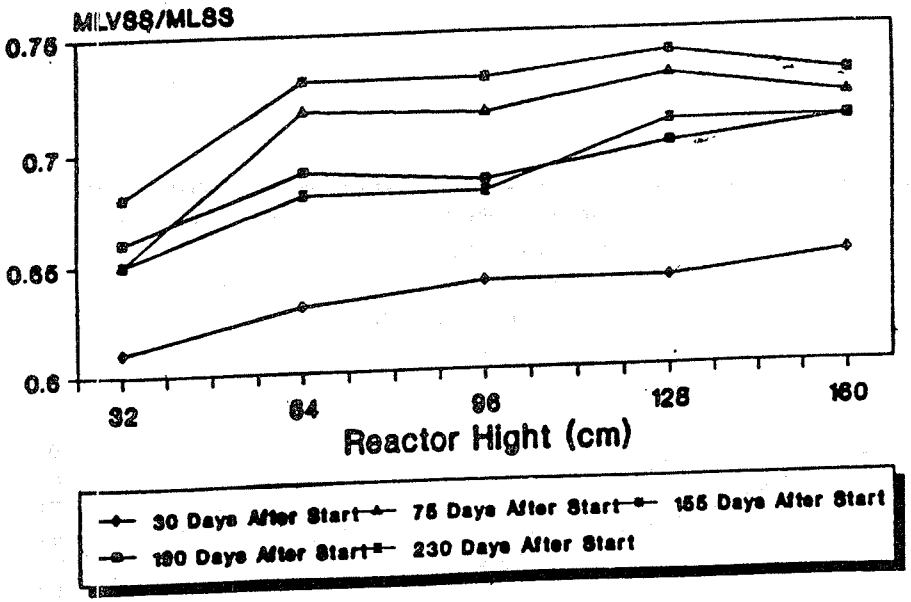
نگاره ۲ - جزئیات ساختمانی جداکننده جامد - مایع - گاز درقسمت بالای راکتور UASB



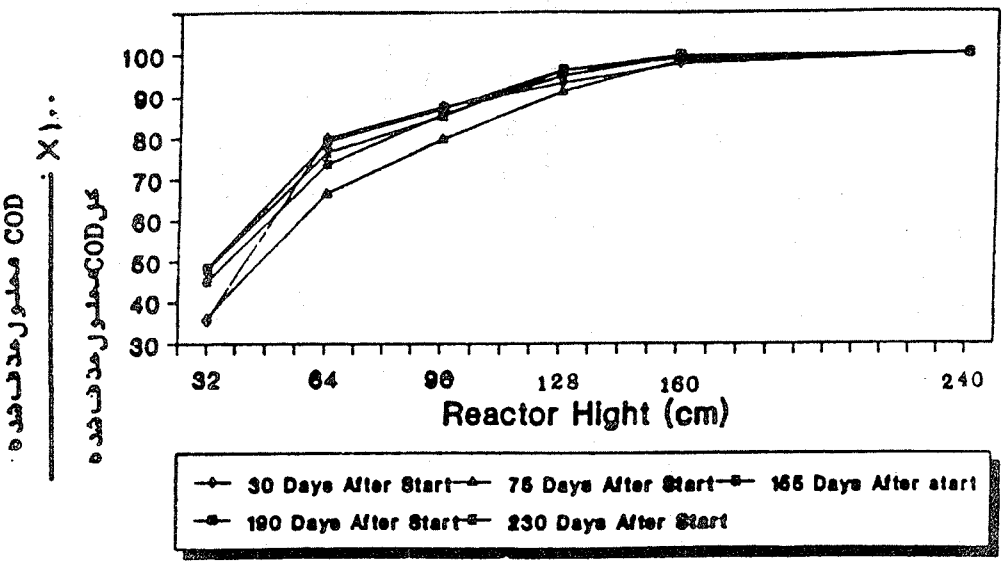
نگاره ۳ - افزایش باروروردی به راکتور درنتیجه تغییر غلظت COD



نگاره ۴ - تغییرات غلظت MLVSS در راکتور با گذشت زمان در ارتفاعات مختلف



نگاره ۵ - تغییرات MLVSS/MLSS درراکتور با گذشت زمان در ارتفاعات مختلف



نگاره ۶ - نقش ارتفاع راکتور و زمان در حذف SCOD

کتابنامه

1- American Public Health Association (1985): Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 16th ed. Washington. DC, APHA.

2- Bhamidimarri, S.M.R. (1991): Appropriate Industrial Waste Management Technologies : The Newzeland Meat Industry. Wat. Sci. Tech. Vol. 24, No.1, pp.89-95.

3- Henze, M., Hurremoes, P. (1983): Anaerobic Treatment of Wastewater in Fixed Film Reactors- a literature Review. Wat. Sci. Tech. Vol. 15, Copenhagen, pp. 1-110.

4- Hickey, R.R. et al (1991): Start-Up, Operation, Monitoring and Control of High-Rate Anaerobic Treatment Systems, Wat. Sci. Tech. Vol. 24, No.8,pp. 207-255.

5- Huang, J.C. (1992): Emerging New Technologies for Eddective Water Pollution Control. Presented at the 2nd International Conference on Environmental Planning and Management, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.

6- Iza, J. et al (1991): International Workshop on Anaerobic Treatment Technology for Municipal and Industrial Wastewaters: Summary Paper,Wat. Sci. Tech. Vol. 24, No. 8, pp. 1-16.

7- Li, A., Sutton P.M.(1983): Determination of Alkalinity Requirements for the Anaerobic Treatment Process. Presented at the 38th Industrial Waste Conference, Purdue University, Lafayette, Indiana.