بسم الله الرحمن الرحيم

٩٦٢٢٢

دانشگاه مازندران
مجتمع آموزش عالی فنی و مهندسی نوشیروانی
دانشکده مهندسی عمران

موضوع:

تصفیه بیهوازی فاضلاب کارخانه کنسرو ماهی با استفاده از راکتور بی هوازی *UASB*

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی عمران- محیط زیست

استاد راهنما:
دکتر علی مهدوی – دکتر مجید تقی زاده

استاد مشاور:
دکتر چایچی

نگارش:
ابراهیم اصغری کریمی

IIAV /V/ 11

زمستان ۱۳۸۶

۹۶۲۲۲

باسمه تعالی

دانشگاه مازندران

معاونت آموزشی

تحصیلات تکمیلی

ارزشیابی پایان نامه در جلسه دفاعیه

مجتمع آموزش عالی فنی و مهندسی نوشیروانی

نام و نام خانوادگی دانشجو: ابراهیم اصغری کریمی — شماره دانشجوئی: ۸۳۵۱۳۶۵۰۰۱

رشته تحصیلی: مهندسی عمران – محیط زیست — مقطع: کارشناسی ارشد

سال تحصیلی: نیمسال دوم ۸۷ – ۱۳۸۶

عنوان پایان نامه :

«تصفیه پساب کارخانه کنسرو ماهی ناحیه صنعتی میرود بابلسر به روش بی هوازی»

تاریخ دفاع: ۱۳۸۶/۱۲/۲۵

نمره پایان نامه (به عدد): ۱۹

نمره پایان نامه (به حروف): نوزده

هیات داوران :

استاد راهنما: دکتر علی مهدوی — امضا

استاد راهنما: دکتر مجید تقی زاده — امضا

استاد مشاور: دکتر محمد جواد چائیچی — امضا

استاد مدعو: دکتر حسین عیسی زاده — امضا

استاد مدعو: دکتر مرتضی حسینی — امضا

نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی: دکتر عیسی شوش پاشا — امضا

تقدیم به:

همسر مهـــربانم

و

پدر صبور و فدارکار

و

مادر مهربان و دلسوزم

با تشکر و قدردانی از:

-آقایان **دکتر علی مهدوی و دکتر مجید تقی زاده** اساتید محترم راهنمای پایان نامه تحصیلی ام که همواره از راهنمائیهای ایشان بهره مند بوده ام.
از اقای **دکتر عیسی زاده** و آقای **دکتر حسینی** که زحمت مطالعه و بررسی متن پایان نامه را بر عهده گرفتند .و از جناب **دکتر شوش پاشا** و همچنین از جناب **دکتر بیگی** مدیریت محترم دانشکده عمران کمال تشکر را دارم.

- ازدوستان ارجمندم آقایان مهندس فضل الله نژاد و آقای مهندس وجدانی که مرا در انجام این پروژه یاری نموده اند سپاسگذارم

چکیده:

فاضلاب کارخانه کنسرو ماهی حاوی غلظت بالایی از ترکیبات آلی سخت تجزیه پذیر و آلاینده های خاص می باشد که سبب می شود در طرحهای مدیریت و پایش زیست محیطی پساب کارخانجات صنعتی از اهمیت ویژه ای برخوردار گردد . از طرفی سیستمهای بیهوازی نرخ بالا(High Rate) نظیر فیلتر بیهوازی و راکتور با بستر لجن وجریان رو به بالا (UASB) به دلیل برخورداری از قابلیت پذیرش و حذف غلظت بالای مواد آلی، همواره در بحث تصفیه فاضلاب صنعتی مطرح و مورد توجه بوده اند.

به منظور تصفیه فاضلاب کارخانه کنسرو ماهی یک راکتور UASB به حجم کل ۱۱۷ لیتر و به شکل استوانه، با فاضلاب کارخانه کنسرو ماهی راه اندازی و راهبری گردید . ابتدا راکتور با مخلوطی از لجن هاضم بیهوازی و لجن برگشتی سیستم لجن فعال به نسبت ۲۵ به ۱۵ تلقیح گردید . نرخ بار آلی(OLR)ورودی در آغاز حدود ۰,۵kg COD/m day بود که بتدریج افزایش یافت .پس از راه اندازی سیستم با فاضلاب حاوی مواد آلی راحت تجزیه پذیر زمانیکه راندمان حذف COD به ۸۶ درصد رسید.فاضلاب کارخانه کنسرو ماهی به تدریج به راکتور اضافه گردید . OLR ورودی در این مرحله بین ۶-۴ kg COD/m day بود

فهرست مطالب

عنوان	
فصل اول: مقدمه و اهداف	**1**
۱-۱- مقدمه	**2**
۱-۲- اهداف	**6**
فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده	**7**
۲-۱- ترکیب فاضلاب	**8**
۲-۲- تصفیه فاضلاب	**14**
۲-۲-۱- تصفیه هوازی فاضلاب	**33**
۲-۲-۱-۱- لاگون هوادهی	**33**
۲-۲-۱-۲- لجن فعال	**34**
۲-۲-۱-۳- صافی چکنده و *RBC*	**35**
۲-۲-۲- تصفیه بی‌هوازی	**37**
۲-۲-۲-۱- میکروبیولوژی فرآیند	**37**
۲-۲-۲-۲- تصفیه بی‌هوازی فاضلاب	**41**
۲-۲-۲-۲-۱- فیلتر بی‌هوازی	**43**
۲-۲-۲-۲-۲- *UASB*	**44**
۲-۲-۳- تشریح سیستم *UASB*	**46**
۲-۲-۳-۱- راه‌اندازی راکتور *UASB* و نقش لجن گرانوله	**50**
۲-۲-۳-۲- لجن مورد استفاده جهت تلقیح	**51**
۲-۲-۳-۳- مرفولوژی لجن گرانوله	**52**
۲-۲-۳-۴- عوامل مؤثر در راه‌اندازی و راهبری راکتور *UASB*	**53**
۱- مواد غذایی	**54**
۲- درجه حرارت	**54**
۳- *pH*	**55**
۴- مواد سمی	**56**

عنوان	صفحه
۴-۱- سولفات	56
۴-۲- اکسیژن	57
۴-۳- آمونیاک	57
۴-۴- هیدروکربنهای کلرینه شده	58
۴-۵- ترکیبات حلقوی بنزن	58
۴-۶- فرمالدئیدها	59
۴-۷- اسیدهای فرار	59
۴-۸- اسیدهای چرب زنجیره‌ای بلند	59
۴-۹- فلزات سنگین	59
۴-۱۰- سیانید	60
۴-۱۱- سولفید	60
۴-۱۲- تانین‌ها	61
۴-۱۳- ممانعت‌کننده‌های بازخوردی	61
فصل سوم: مواد و روشهای مورد استفاده	61
۳- روش و مواد مورد استفاده	61
۳-۱- مقدمه	61
۳-۲- شکل و مشخصه های راکتور	61
۳-۲-۱- مشخصات کلی راکتور	61
۳-۲-۲- مشخصات ورودی راکتور	64
۳-۲-۳- مشخصات محدوده ی ته نشینی لجن	64
۳-۲-۳- مشخصات ناحیه جداکننده گاز، مایع، جامد (*GLSS*)	65
۳ ـ ۴ ـ راه اندازی و راهبری راکتور	67
۳ ـ ۴ـ ۱ـ مرحله اول، تلقیح راکتو ر و افزایش لجن	67
۳-۴-۲- تبدیل حالت به راهبری پیوسته	73
۳ـ ۵ـ نمونه برداری	76

۳ ـ ۶ ـ آزمایشهای انجام شده	76
۳ ـ ۶ ـ ۱ ـ دستگاه BODسنج"	77
۳ ـ ۶ ـ ۲ ـ دستگاه سنجش COD	78
۳ ـ ۶ ـ ۳ ـ اندازه گیری PH	81
۳ ـ ۶ ـ ۴ ـاندازه گیری دما	82
۳ ـ ۶ ـ ۵ ـ اکسیژن محلول	82
۶-۶-۳-کل جامدات معلق $MLSS$	82
فصل چهارم: نتایج آزمایشها	85
۴-۱-نتایج تعیین قابلیت تجزیه بیولوژیکی	85
۴ ـ ۲ ـ نتایج مراحل راه اندازی و راهبری	85
۴ ـ ۲ ـ ۱ ـ مرحله ی اول تلقیح راکتور و افزایش لجن	85
۴ـ ۲ـ ۲ـ مرحله دوم: تبدیل حالت به راهبری پیوسته	89
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات	100
۵ ـ ۱ ـ بحث و نتیجه گیری	101
۵ ـ ۲ ـ پیشنهادات	103
منابع و مراجع	
واژه نامه و اصطلاحات	

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
۱-۱- ترکیب فاضلاب	4
۲-۱- مواد حاصل از تجزیه هوازی	17
۲-۲- اکسیداسیون غیرهوازی	17
۲-۳- مراحل مختلف تصفیه فاضلاب شهری و صنعتی	21
۲-۴- مراحل سه گانه تصفیه بی‌هوازی فاضلاب	27
۲-۵- مراحل ۴ گانه تصفیه بی‌هوازی فاضلاب	29
۲-۶- تجزیه مواد آلی به روش بی‌هوازی	30
۲-۷- تجزیه مواد آلی معلق به روش بی‌هوازی	31
۲-۸- تأثیر درجه حرارت بر فرآیند نیتریفیکاسیون در یک صافی چکنده	36
۲-۹- تبدیل اتانول، اسید پیروپیونیک و اسید بونیریک توسط باکتریهای متانرا به اسید اسیتیک	39
۲-۱۰- تبدیل مولکول‌های بزرگ اسیدآلی به مولکولهای کوچک	41
۳-۱- راکتور *UASB* وضمائم مربوطه	62
۳-۲- محدوده ی ورودی و ته نشینی	65
۳-۳- ناحیه ی جدا کننده گاز- جامد ـ مایع	66
۳-۴- دستگاه اندازه گیری *BOD*	77
۳-۵- دستگاه اندازه گیری *COD*	78
۳-۶-دستگاه اسپکتوفتومتر	80
۳-۷- اندازه گیری *PH*	81
۳-۵- دستگاه آون	82

فهرست جداول

عنوان	صفحه
۲-۱- کیفیت انواع فاضلاب	8
۲-۲- طبقه‌بندی فاضلاب شهری از نظر (BOD, COD)	11
۲-۳- کیفیت فاضلاب‌های صنعتی از نظر (BOD و COD و مواد معلق)	11
۲-۴- نتایج یک لاگون هوادهی در تصفیه فاضلاب	34
۲-۵- نتایج بارگذاری بالا در یک تصفیه‌خانه لجن فعال در مقیاس پایلوت	35
۲-۶- نتایج حاصل از یک راکتور UASB در تصفیه فاضلاب	45
۲-۷- تأثیر غلظت برخی عناصر مهم در رشد میکروارگانیسم‌ها	57
۳-۱- مشخصات لجن مورد استفاده جهت تلقیح در راکتور	68
۳-۲ ـ مشخصات فاضلاب کارخانه کنسرو ماهی	68
۳-۴ ـ مقادیر OLR ورودی، زمان ماند هیدرولیکی، دما و COD ورودی در مرحله اول	72
۳-۵ ـ مقادیر OLR ورودی، زمان هیدرولیکی، دما و COD ورودی در مرحله ی دوم	74
۳-۶ ـ مقادیر OLR ورودی ، زمان ماند هیدرولیکی، دما . COD ورودی در مرحله ی سوم	77
۴-۱ ـ نتایج مقادیر پارامترهای مختلف در مرحله ی اول	88
۴-۲ ـ نتایج مقادیر پارامترهای مختلف در مرحله ی دوم	94
۴-۳ ـ نتایج بدست امده در مرحله سوم	96

فهرست نمودارها

عنوان	صفحه
۳-۱ ـ افزایش *OLR* ورودی در طول زمان (مرحله اول)	70
۳-۲ ـ زمان ماند هیدرولیکی در طول زمان (مرحله ی اول)	71
۳-۳ ـ درجه حرارت سیستم در مقابل زمان (مرحله ی اول)	71
۳-۴ ـ *COD* ورودی در طول زمان (مرحله ی اول)	72
۳-۵ ـ افزایش *OLR* ورودی در طول زمان (مرحله دوم)	74
۳-۶ ـ زمان ماند هیدرولیکی در طول زمان (مرحله ی دوم)	75
۳-۷ ـ درجه حرارت سیستم در مقابل زمان (مرحله ی دوم)	75
۳-۸ ـ *COD* ورودی در طول زمان (مرحله ی دوم)	76
۳-۹ ـ افزایش *OLR* ورودی در طول زمان (مرحله سوم)	77

۴-۱ ـ کاهش SS خروجی از سیستم در طول مرحله ی اول راه اندازی 86

۴-۳ ـ افزایش OLR در مرحله ی اول راه اندازی 87

۴-۴ـ تغییرات غلظت COD ورودی و خروجی در مرحله ی اول 87

۴-۵ـ راندمان حذف COD در مرحله اول 88

۴-۶ ـ افزایش OLR در مرحله ی دوم 91

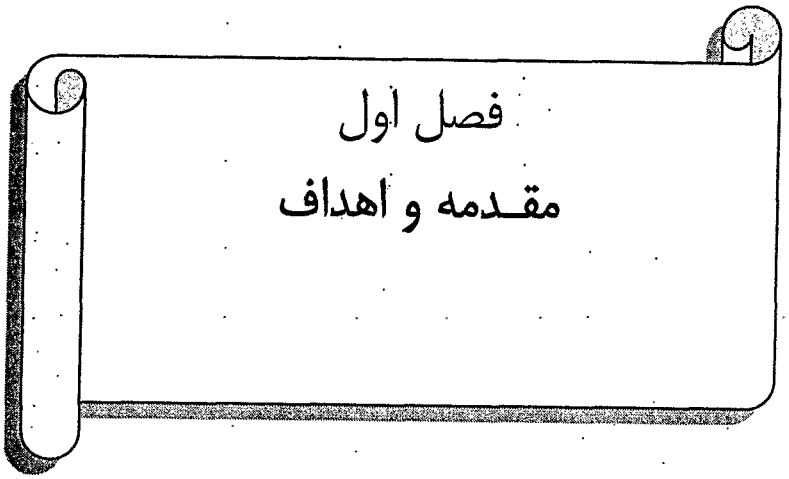
۴-۷ـ غلظت لجن ($gr\ Vss/L$) در ارتفاع راکتور در پایان مرحله ی دوم 91

۴-۸ـ تغییرات OLR در مقابل SS در مرحله ی دوم 92

۴-۹ـ pH ورودی و خروجی در مرحله ی دوم 93

۴-۱۰ ـ مقایسه COD ورودی و خروجی (مرحله ی دوم) 93

۴-۱۱ ـ راندمان حذف COD در مرحله ی دوم 94


فصل اول
مقـدمه و اهداف

۱-۱- مقدمه

با آغاز زندگی اجتماعی، بشر همواره درگیر با مشکلات خاص این نوع زندگی بوده است. نیاز به وجود قوانین و مقررات اجتماعی و التزام به آن، تأمین نیازهای اولیه و ثانویه جوامع مانند آب، مسکن، غذا، کار، تفریحات از جمله این مشکلات است. به موازات آن معضلاتی نظیر تولید فاضلابها و پسماندها، ایجاد آلودگی هوا، خاک و ... از جمله مواردی است که انسان همواره با آن مواجه بوده، گاه به حل آن همت گمارده و بیشتر با مسامحه این میراث را برای نسلهای بعد بجای گذاشته است.

محیط زیست مجموعه بسیار عظیم و درهم پیچیده‌ای از اجزاء و عوامل فعال گوناگونی است که بر اثر یک روند و تکامل تدریجی موجودات زنده و مجزای سازنده سطح زمین شکل گرفته است. این مجموعه که از آب، هوا، انرژی، خاک حیات‌زیستی و ... تشکیل شده است. طبیعت و کلیه موجودات زنده را دربرگرفته، بر فعالیتهای انسان تأثیر می‌گذارد و در ضمن از آنها متأثر می‌شود. مدیریت منابع آب در گذشته بعلت کمی جمعیت و عدم توسعه صنایع مخصوصاً مصرف سرانه کم آب از پیچدگی خاصی برخوردار نبود و صنایع و اجتماعات اولیه انسان بدون احساس بروز اشکال، نه تنها از منابع آبی حداکثر استفاده را می‌کردند. بلکه تمام عوامل حاصل از زندگی اجتماعی خود را بدون توجه و ترس از آلودگی منابع آبی به آنها واریز می‌کردند. تنها مشکلی که از ناحیه منابع آبی برای اجتماعات پیش می‌آمد بروز سیل در مواقع بارندگی بود که خسارات ناچیزی به مردم وارد می‌ساخت. آب‌های مصرفی در اجتماعات اعم از مصرف اجتماعی و یا شهری و یا صنعتی و حتی کشاورزی معمولاً به منابع اولیه خود برگردانیده خواهد شد ولی باید توجه داشت که آیا این آبها با همان کیفیت آب اولیه نخواهند بود، بلکه بصورت مایعی هستند که علاوه بر ترکیب آب مصرفی محتوی مقادیر ناچیزی از کلیه موادیست که در زندگی روزمره مورد استفاده انسان قرار می‌گیرد و یا محتوی مقادیر کمی از کلیه مواد اولیه مصرفی در صنایع هستند. در اجتماعات در حال رشد حدود ۷۵ تا ۸۰ درصد آب مصرفی به دور ریزهایی که باید از اجتماعات بنحوی دور شوند تبدیل خواهد

شد. اگر دور ریزهای اجتماعات حاصل فعالیتهای زندگی روزمره باشد به آن فاضلاب شهری گفته می‌شود. دور ریزهای مایع حاصل از فعالیتهای صنعتی را فاضلاب صنعتی گویند[1].

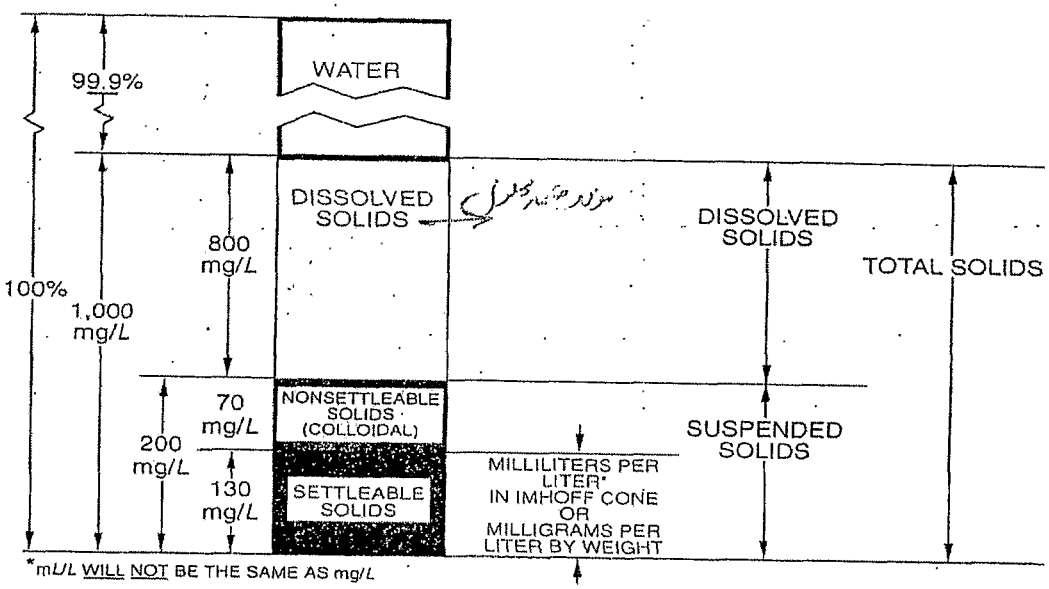
در فاضلابهای شهری علاوه بر ترکیب شیمیایی آبهای مصرفی به موادی چون پروتئین‌ها، کربوهیدراتها، چربی و روغن، صابون و دترجنت و خلاصه کلیه مواد اولیه‌ای‌که بنحوی در زندگی روزمره انسان مورد استفاده قرار گرفته‌اند برمی‌خوریم. در فاضلاب صنعتی نیز اکثراً مقادیر ناچیزی از مواد اولیه صنعتی وجود دارد. در فاضلاب‌های شهری و بعضی فاضلابهای صنعتی علاوه بر موارد ذکر شده انواع میکروارگانیسمهای موجود در جهاز هاضمه انسان که به شدت بیماریزا هستند نیز دیده خواهد شد.[1].

یکی از مهم‌ترین وسایلی که در حال حاضر باعث ارتباط بین ملتها شده است موضوعات مربوط به آلودگی محیط ناشی از دفع نادرست و غیربهداشتی فاضلابها است. زیرا در حال حاضر در سیمنارهای منطقه‌ای و جهانی به منظور یافتن راه‌حلهای مبارزه با آلودگی مورد بحث و گفتگو قرار می‌گیرد.

بطور خلاصه غم‌انگیزترین اثری که از ناحیه فعالیتهای اجتماعی و صنعتی انسان اتفاق می‌افتد آلودگی محیط زیست و تغییراتی است که در تک‌تک تشکیل‌دهنده‌های، اکوسیستمی بنام محیط زیست اتفاق می‌افتد، باید توجه داشت که تنها آب نیست که در خطر آلودگیهای دفع نادرست فاضلاب قرار دارد بلکه خاک و آبهای زیرزمینی از این آلودگیها بی‌نصیب نخواهند بود. بروز چنین مشکلاتی سبب گردیده که اهمیت موضوع تصفیه فاضلاب هر روز بیشتر گردد.

بجز فاضلابهای شهری و صنعتی و بعضاً کشاورزی آلودگی مهم دیگری که شاید بدتر از موارد یاد شده زندگی انسان را تهدید می‌کند آلودگی هوا و دفع نادرست دور ریزهای جامد یا زباله است. مطالعات اولیه نشان می‌دهد که متأسفانه اثرات آلودگی هوا از نظر ویرانگری محیط زیست بعد وسیعتر و شدیدتری دارد.[1] .

فاضلاب محلول رقیقی است که ۹۹/۹ درصد آن آب و تنها ۰/۱ درصد آن را مواد جامد معدنی و آلی تشکیل داده است. از مواد جامد موجود در فاضلاب ۷۰ درصد آن مواد آلی و ۳۰ درصد آن مواد معدنی است. همانطور که گفتیم مواد آلی فاضلاب شامل پروتئینها- کربوهیدراتها- چربی و روغن و مواد معدنی آن املاح محلولی است که بیشتر در ترکیب آب مصرفی موجود است. بعنوان مثال اگر مواد آلی و معدنی فاضلاب ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر باشد، حدود ۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر آن مواد محلول، ۷۰ میلی‌گرم در لیتر آن مواد معلق غیرقابل ته‌نشینی و ۱۳۰ میلی‌گرم در لیتر آن مواد معلق قابل ته‌نشینی است. در شکل شماره (۱-۱) ترکیب فاضلاب بخصوص از نظر مواد معلق و محلول نشان داده شده است.[1] .



شکل (۱-۱): ترکیب فاضلاب[1].

روش‌های فیزیک و شیمیایی نظیر انعقاد و ته‌نشینی، یا روشهای بیولوژیکی که به دو دسته هوازی و بی‌هوازی تقسیم می‌شود جزء روشهای تصفیه فاضلاب می‌باشند. از جمله سیستمهای هوازی که مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، دیسکهای بیولوژیکی چرخان (RBC) و صافی چکنده (TF) می‌باشد.

اما بعلت اینکه سیستمهای بی‌هوازی قابلیت تصفیه فاضلابهایی با بار آلودگی بالا (مانند فاضلابهای صنعتی) را دارند و به هزینه کمتری نیز نیاز دارند، کاربرد گسترده‌ای در بحث تصفیه فاضلابهای صنعتی یافته‌اند که در این بین سیستمهای بی‌هوازی نرخ بالا (UASB) از جایگاه خاصی برخودارند.

راکتور UASB از جمله سیستم‌های تصفیه بیولوژیکی بی‌هوازی است که اولین بار در سال ۱۹۷۹ در هلند توسط Lettinga ابداع گردید و از آن پس بطور گسترده برای تصفیه فاضلابهای مختلف خصوصاً فاضلاب‌های صنایع غذایی و کاغذسازی مورد استفاده قرار گرفت.[1] .

موفقیت راکتور UASB بدلیل عملکرد تصفیه خوب در سرعتهای بارگذاری بالا بوده است. و این امر بواسطه ابقاء کافی لجن گرانوله متراکم با فعالیت مخصوص بالا در درون راکتور است. راکتور UASB در ابتدا اساساً برای تصفیه فاضلابهای صنعتی از حد متوسط تا غلیظ توسعه یافته بود. اما پتانسیل کاربرد آن ضرورتاً به فاضلابهای متوسط تا غلیظ محدود نمی‌گردد. و اخیراً کاربرد این راکتور برای تصفیه فاضلابهای رقیق با COD کمتر از ۲۰۰۰mg/l گسترش بیشتری یافته است. توجه بیشتر به این زمینه به سمت تصفیه فاضلابهای رقیق خانگی معطوف است.

پیشرفت‌های اخیر در زمینه تکنولوژی تصفیه بسیار عملی برای محدوده وسیعی از فاضلابها از بسیار غلیظ تا بسیار رقیق و در محدوده دمایی نسبتاً گرم ($۵۰-۷۰\,^{\circ}C$) تا سرد (حتی کمتر از $۱۰\,^{\circ}C$) می‌باشد. علاوه بر آن به لحاظ طراحی خاص در UASB هر سه فاز جامد و مایع و گاز را در داخل یک راکتور می‌توان از هم جدا نمود که این موضوع سبب افزایش قابلیت‌های این سیستم می‌گردد.[1] .

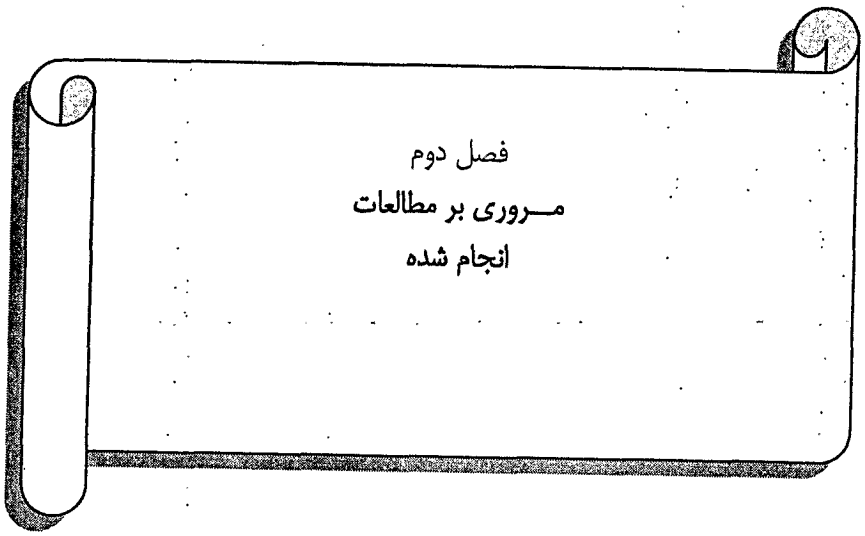
۱-۲- اهداف

اهداف مورد نظر در این تحقیق عبارتند از:

۱- بررسی نحوهٔ راه‌اندازی یک سیستم بی‌هوازی نرخ بالا (UASB) در تصفیه فاضلاب کارخانه کنسرو ماهی.

۲- بررسی و تعیین میزان تصفیه‌پذیری فاضلاب کارخانه کنسرو ماهی.

۳- بررسی و تعیین حداکثر غلظت COD ورودی به راکتور UASB با راندمان حذف بهینه.



فصل دوم

مـــروری بر مطالعات انجام شده