





دانشگاه اراک

دانشکده فنی و مهندسی

کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

عنوان پایان نامه

بررسی فرایند الکتروفتون به منظور تصفیه ی پساب شرکت پتروشیمی سازند

و بهینه سازی عوامل موثر بر فرایند

پژوهشگر

محسن محمدی

استاد راهنما

دکتر رضا داورنژاد

تابستان 93

بسم الله الرحمن الرحيم

بررسی فرایند الکتروفتون به منظور تصفیه ی پساب شرکت پتروشیمی سازند

و بهینه سازی عوامل موثر بر فرایند

توسط:

محسن محمدی

پایان نامه

ارائه شده به مدیریت تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی شیمی (مهندسی شیمی پیشرفته)

از

دانشگاه اراک

اراک- ایران

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه:

دکتر رضا داور نژاد (استاد راهنما و رئیس کمیته) دانشگاه اراک استادیار

دکتر علی رضا فضلعلی (استاد مدعو) دانشگاه اراک. دانشیار

دکتر سید تقی میری (استاد مدعو) دانشگاه اراک استادیار

تابستان 93

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

تقدیر و تشکر از:

استاد گرامی و ارجمند جناب آقای

دکتر رضا داورنژاد

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی کارایی فرایند الکتروفنتون و بهینه سازی پارامترهای موثر بر فرایند به کمک طراحی آماری به منظور تصفیه پساب شرکت پتروشیمی شازند میباشد. در این تحقیق تاثیر پارامترهای : زمان واکنش ، چگالی جریان، pH ، پساب ، نسبت $\frac{\text{ml H}_2\text{O}_2}{\text{lit PW}}$ و نسبت مولی $\frac{\text{mol H}_2\text{O}_2}{\text{mol Fe}^{2+}}$ بر حذف COD و Color از پساب پتروشیمی تحت فرایند الکتروفنتون (با الکترودهای آهن و آلومینیوم به طور جداگانه) مورد مطالعه قرار گرفت و به کمک متدولوژی رویه سطح پاسخ (RSM) شرایط بهینه حاصل شد.

نتایج آزمایشگاهی نشان میدهد ، هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی تحت شرایط بهینه ، شامل زمان 79 دقیقه ، چگالی جریان 68.65 میلی آمپر بر سانتی متر مربع ، $\text{pH}=3$ ، نسبت میلی لیتر هیدروژن پراکسید به لیتر پساب 2.14 و نسبت مولی هیدروژن پراکسید به یون آهن 4.99 میزان حذف COD برابر 51.23% و میزان حذف Color برابر 66.71% است این در حالی است که استفاده از الکترودهای آهنی تحت شرایط بهینه، شامل زمان 73 دقیقه ، چگالی جریان 59.7 میلی آمپر بر سانتی متر مربع ، $\text{pH}=2.67$ ، نسبت میلی لیتر هیدروژن پراکسید به لیتر پساب 1.23 و نسبت مولی هیدروژن پراکسید به یون آهن 3.65 منجر به میزان حذف 66.85% برای COD و 69.89% برای Color میگردد.

این مقادیر با مقدار پیش بینی شده توسط طراحی آماری تحت شرایط بهینه (هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی میزان حذف COD برابر 53.94% و میزان حذف Color برابر 67.35% پیش بینی می شود و هنگام استفاده از الکترودهای آهنی میزان حذف COD برابر 67.3% و میزان حذف Color برابر 71.58% پیش بینی میشود) مطابقت خوبی دارند.

بنابراین با توجه به نتایج حاصل، فرایند الکتروفنتون می تواند به عنوان روشی موثر و کار آمد به منظور حذف COD و Color از پساب پتروشیمی مورد استفاده قرار گیرد و کارایی فرایند هنگام استفاده از الکترودهای آهنی بالاتر از هنگامی است که از الکترودهای آلومینیومی استفاده میشود. همچنین طراحی آماری (متدولوژی رویه سطح پاسخ RSM) میتواند به عنوان راهی سریع، مطمئن و کار آمد به منظور بهینه سازی عوامل موثر بر فرایند مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی : الکتروفنتون ، پساب پتروشیمی، الکترودهای آهنی و آلومینیومی ، طراحی آماری (RSM)

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
1	مقدمه
	فصل اول: مروری بر روند تصفیه پساب در پتروشیمی سازند و معرفی فرایند الکتروفنتون
4	1-1 پسابها و انواع آنها
5	2-1 شاخص های سنجش آلودگی پسابها
5	1-2-1 شاخص های املاح محلول
6	2-2-1 شاخص های مواد معلق
7	3-2-1 شاخص های آلودگی های آلی
9	3-1 روشهای تصفیه پسابها
12	4-1 پسابهای صنعت پتروشیمی
13	1-4-1 تصفیه پساب در پتروشیمی سازند
17	5-1 اکسیداسیون پیشرفته
23	6-1 فرایند فنتون
29	7-1 فرایند الکتروفنتون
	فصل دوم: بررسی اصول طراحی آزمایش
33	1-2 آزمایش چیست؟

33	1-1-2 راهبردهای آزمایش
35	2-2 طراحی آزمایش
35	1-2-2 اصول طراحی آزمایش
37	3-2 مراحل طراحی آزمایش
37	1-3-2 تعریف متغیرها
39	2-3-2 انتخاب طرح آزمایش
40	3-3-2 تحلیل آماری داده ها
فصل سوم: طراحی و اجرای آزمایش	
47	1-3 تعیین عاملهای طراحی
48	2-3 تعیین محدوده عاملهای طراحی
49	1-2-3 مروری بر محدوده و مقدار بهینه عاملهای طراحی در برخی مقالات
52	2-2-3 بررسی اثر عامل های طراحی بر فرایند الکتروفنتون
61	3-3 طراحی آزمایش
63	4-3 اجرای آزمایش
63	1-4-3 مواد شیمیایی و تجهیزات

64	3-4-2 روش کار
فصل چهارم: بهینه سازی و نتیجه گیری	
69	4-1 آنالیز واریانس
73	4-2 معادله رویه پاسخ
76	4-3 نمودار احتمال نرمال
77	4-4 منحنی ها
78	4-4-1 منحنی های دوبعدی
89	4-4-2 منحنی های سه بعدی
95	4-5 نتیجه گیری
100	4-7 پیشنهادات
101	منابع

فهرست اشکال و نمودارها

- 13 شکل 1-1. روند تصفیه پساب در پتروشیمی سازند
- 58 نمودار 3-1. جنس آند به کار برده شده در آزمایشهای مختلف
- 59 نمودار 3-2. جنس کاتد به کار برده شده در آزمایشهای مختلف
- 63 شکل 3-3. نمایی از setup آزمایشگاهی
- 75 نمودار 4-1. مقایسه مقادیر مشاهده شده با مقادیر پیش بینی شده هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی.
(a) حذف COD و (b) حذف Color
- 75 نمودار 4-2. مقایسه مقادیر مشاهده شده با مقادیر پیش بینی شده هنگام استفاده از الکترودهای آهن.
(a) حذف COD و (b) حذف Color
- 76 نمودار 4-3. نمودار احتمال نرمال هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی.
(a) حذف COD و (b) حذف Color
- 76 نمودار 4-4. نمودار احتمال نرمال هنگام استفاده از الکترودهای آهنی.
(a) حذف COD و (b) حذف Color
- 79 نمودار 4-5. تاثیر زمان بر حذف COD و Color هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی.
(a) حذف COD و (b) حذف Color
- 79 نمودار 4-6. تاثیر زمان بر حذف COD و Color هنگام استفاده از الکترودهای آهنی.
(a) حذف COD و (b) حذف Color
- 81 نمودار 4-7. تاثیر چگالی جریان بر حذف COD و Color هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی.
(a) حذف COD و (b) حذف Color
- 81 نمودار 4-8. تاثیر چگالی جریان بر حذف COD و Color هنگام استفاده از الکترودهای آهنی.
(a) حذف COD و (b) حذف Color
- 82 نمودار 4-9. تاثیر pH بر حذف COD و Color هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی.
(a) حذف COD و (b) حذف Color

- 83 نمودار 4-10 تاثیر pH بر حذف COD و Color هنگام استفاده از الکترودهای آهنی.
(a) حذف COD و (b) حذف Color
- 85 نمودار 4-11. تاثیر نسبتهای $\frac{ml H_2O_2}{Lit PW}$ و $\frac{mol H_2O_2}{mol Fe^{2+}}$ بر حذف COD هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی.
(a) تاثیر نسبت $\frac{ml H_2O_2}{Lit PW}$ و (b) تاثیر نسبت $\frac{mol H_2O_2}{mol Fe^{2+}}$
- 85 نمودار 4-12. تاثیر نسبتهای $\frac{ml H_2O_2}{Lit PW}$ و $\frac{mol H_2O_2}{mol Fe^{2+}}$ بر حذف Color هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی.
(a) تاثیر نسبت $\frac{ml H_2O_2}{Lit PW}$ و (b) تاثیر نسبت $\frac{mol H_2O_2}{mol Fe^{2+}}$
- 86 نمودار 4-13. تاثیر نسبتهای $\frac{ml H_2O_2}{Lit PW}$ و $\frac{mol H_2O_2}{mol Fe^{2+}}$ بر حذف COD هنگام استفاده از الکترودهای آهنی.
(a) تاثیر نسبت $\frac{ml H_2O_2}{Lit PW}$ و (b) تاثیر نسبت $\frac{mol H_2O_2}{mol Fe^{2+}}$
- 86 نمودار 4-14. تاثیر نسبتهای $\frac{ml H_2O_2}{Lit PW}$ و $\frac{mol H_2O_2}{mol Fe^{2+}}$ بر حذف Color هنگام استفاده از الکترودهای آهنی.
(a) تاثیر نسبت $\frac{ml H_2O_2}{Lit PW}$ و (b) تاثیر نسبت $\frac{mol H_2O_2}{mol Fe^{2+}}$
- 87 نمودار 4-15. تاثیر برهمکنش میان زمان و چگالی جریان بر حذف COD و Color .
(a و b) هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی و (c و d) هنگام استفاده از الکترودهای آهنی
- 88 نمودار 4-16. تاثیر برهمکنش میان زمان و pH بر حذف COD و Color .
(a و b) هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی و (c و d) هنگام استفاده از الکترودهای آهنی.
- 89 نمودار 4-17. تاثیر برهمکنش میان زمان و $\frac{ml H_2O_2}{Lit PW}$ بر حذف COD و Color .
(a و b) هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی و (c و d) هنگام استفاده از الکترودهای آهنی.
- 89 نمودار 4-18. تاثیر برهمکنش میان زمان و $\frac{mol H_2O_2}{mol Fe^{2+}}$ بر حذف COD و Color .
(a و b) هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی و (c و d) هنگام استفاده از الکترودهای آهنی.
- 90 نمودار 4-19. تاثیر برهمکنش میان چگالی جریان و pH بر حذف COD و Color .
(a و b) هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی و (c و d) هنگام استفاده از الکترودهای آهنی.
- 91 نمودار 4-20. تاثیر برهمکنش میان چگالی جریان و $\frac{ml H_2O_2}{Lit PW}$ بر حذف COD و Color .
(a و b) هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی و (c و d) هنگام استفاده از الکترودهای آهنی.
- 92 نمودار 4-21. تاثیر برهمکنش میان زمان و $\frac{mol H_2O_2}{mol Fe^{2+}}$ بر حذف COD و Color .
(a و b) هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی و (c و d) هنگام استفاده از الکترودهای آهنی.

- 93 نمودار 4-22. تاثیر برهمکنش میان pH و $\frac{ml H_2O_2}{Lit PW}$ بر حذف COD و Color. (a و b) هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی و (c و d) هنگام استفاده از الکترودهای آهنی.
- 93 نمودار 4-23. تاثیر برهمکنش میان زمان و $\frac{mol H_2O_2}{mol Fe^{2+}}$ بر حذف COD و Color. (a و b) هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی و (c و d) هنگام استفاده از الکترودهای آهنی.
- 94 نمودار 4-24. تاثیر برهمکنش میان $\frac{ml H_2O_2}{Lit PW}$ و نسبت $\frac{mol H_2O_2}{mol Fe^{2+}}$ بر حذف COD و Color. (a و b) هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیومی و (c و d) هنگام استفاده از الکترودهای آهنی.

فهرست جداول

صفحه	عنوان
11	جدول 1-1. قدرت اکسیدکنندگی بعضی از عوامل اکسید کننده
19	جدول 1-2. انرژی شکافت طیف برخی از نیمه رساناها
41	جدول 1-2. آنالیز واریانس
41	جدول 2-2. نتایج آنالیز آماری مدل برازش یافته بر پاسخ
60	جدول 1-3. محدوده ی عاملهای عملیاتی و مقدار پارامترهای ثابت
61	جدول 2-3. محدوده عاملهای طراحی
62	جدول 3-3: ماتریس طراحی آزمایش
63	جدول 3-4: مشخصات پساب مورد آزمایش
65	جدول 3-5: مقادیر نمک آهن و هیدروژن پراکسید مصرفی در هر آزمایش
67	جدول 3-6. نتایج حاصل از آزمایش
70	جدول 1-4. آنالیز واریانس هنگام استفاده از الکترودهای آلومینیوم
71	جدول 2-4. آنالیز واریانس هنگام استفاده از الکترودهای آهنی
72	جدول 3-4. نتایج آنالیز آماری مدل برازش یافته بر پاسخ

74

جدول 4-4. مقایسه مقادیر مشاهده شده با مقادیر پیش بینی شده

95

جدول 4-5. نقاط بهینه

مقدمه

پساب های تولید شده در صنعت نفت بر اساس طبیعت خوراک، از تعداد زیادی اجزاء آلی و معدنی تشکیل شده اند. این پساب ها به دلیل اجزای سمی موجود در آنها و نیاز به اکسیژن بالا برای تجزیه، در صورت تخلیه به محیط زیست، منجر به ایجاد آلودگی می شوند. بنابراین قوانین سخت گیرانه ای به منظور حداقل سازی مقدار مجاز مواد آلاینده موجود در پساب صنعت نفت برای خروج به محیط زیست وضع شده است [2,1].

وجود این قوانین سخت گیرانه منجر به افزایش تحقیقات در زمینه تصفیه پسابهای نفتی و پیدایش روشهای متعدد تصفیه شده که عبارتند از: استفاده از بیوراکتورهای غشایی جریان متقاطع [3]، جذب آلاینده ها بر روی کربن فعال [4]، جداسازی آلاینده ها از طریق لخته سازی آنها [6,5]، تصفیه بیولوژیکی [7] و تقطیر کاتالیستی تحت خلاء [8] و غیره. روش ها ذکر شده دارای محدودیت هایی میباشند، از جمله اینکه همزمان با تجزیه جزئی پساب مواد واسطه سمی تولید می شود که برای جداسازی آن منبع خارجی انرژی نیاز است، بنابراین هزینه اضافی به فرایند تصفیه اعمال میگردد [2,1].

در سالهای اخیر فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته (AOPs) به عنوان یکی از روشهای موثر برای تصفیه پساب صنایع نفت خام، توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده اند و به یک روش جایگزین مورد علاقه برای تصفیه پساب ها و فاضلابها با مقدار بالای COD تبدیل شده اند [9,2,1]. در میان فرایندهای (AOPs)، اکسیداسیون از طریق فرایند الکتروشیمیایی و عامل (واکنشگر) فنتون به عنوان تکنولوژی معتمد و جذاب برای تجزیه مواد زیستی، تجزیه ناپذیر تحت عنوان فرایند الکتروفنتون شناخته می شود. در فرایند الکتروفنتون ضمن انجام فرایند فنتون با استفاده از جریان الکتروسیسته تولید رادیکال هیدروکسیل اضافی بهبود می یابد و میتوان با فراهم کردن شرایط بهینه در محیط واکنش از مزایای انعقاد الکتریکی نیز بهره جست [11,10].

روشهای آماری متعددی برای بهینه سازی فرایند ها مطرح گردیده، که یکی از مهمترین آنها روش طراحی آزمایش یا به عبارت دیگر DOE می باشد. DOE شامل مجموعه ای از طرح های آزمایشی است که همه ی عوامل مربوط به آن به طور سیستمی تغییر می کنند و با تحلیل نتایج حاصل از این آزمایشات میتوان شرایط بهینه آزمایش، عواملی که بیشترین تاثیر را در نتایج دارند (یا اینکه بی اثر هستند) و همچنین اثر متقابل بین عوامل را شناسایی کرد. در این تحقیق از روش طراحی آزمایش رویه سطح پاسخ (RSM) برای بهینه سازی متغیر ها استفاده شده است [12,13]. معمول ترین طراحی تحت RSM، طراحی ترکیب مرکزی (CCD) می باشد این طراحی اطلاعات کافی از تاثیر متغیر ها و خطا ها

آزمایشات را با تعداد کمی از آزمایش مهیا می کند . علاوه بر این موضوع ، داده های مفیدی را در مورد برهم کنش مستقیم، دو به دو ، تاثیر متغییر و توزیع مناسب و منطقی داده ها در میان ناحیه مورد نظر ارائه می دهد [10-13].

فصل اول :

مروری بر روند تصفیه پساب در پتروشیمی سازند و معرفی فرایند الکتروفنتون

1-1-1 پسابها و انواع آنها

همه جوامع، هم به صورت جامد و هم به صورت مایع، فضولات تولید میکنند. بخش مایع این فضولات اساسا همان آب مصرفی جامعه است که در نتیجه ی کاربرد های مختلف تولید شده و اصطلاحا به آن فاضلاب (پساب) گفته میشود. متداول ترین تقسیم بندی فاضلاب از نظر منشا تولید است که بر این اساس انواع فاضلاب را به سه گروه : فاضلاب های شهری، فاضلاب های سطحی و فاضلاب های صنعتی تقسیم بندی می نمایند [14-16].

پسابهای شهری: آنچه در شبکه های گردآوری فاضلاب شهری جریان دارد، شامل فاضلاب خانگی، فاضلاب مراکز عمومی و اداری و فاضلاب مراکز تجاری است. در این نوع فاضلاب مواد آلاینده اصلی شامل مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی، مواد آلی غیر قابل تجزیه بیولوژیکی، پروتئین ها، قندها و چربی ها و عوامل بیماری زا (باکتری ها، ویروس ها، انگل ها و ...) است و در غلظت بسیار ناچیز، مواد آلی مصنوعی همچون آفت کش ها و مواد پاک کننده نیز وجود دارد. رعایت الگوی مصرف آب در منازل و استفاده از وسایل صرفه جویی کننده در مصرف آب تاثیر قابل ملاحظه ای در کاهش میزان تولید این نوع فاضلاب دارا می باشد [14-16].

پسابهای سطحی: این فاضلابها ناشی از بارندگی و ذوب یخ ها و برف های هستند که به علت جریان در سطح زمین و تماس با آشغال ها و آلودگی های روی زمین و شستن سطح خیابان و پشت بام های آلوده شده و مقداری مواد آلی و معدنی در آنها وجود دارد، شدت آلودگی رواناب با توجه به آلودگی سطوح در تماس با آن بسیار متغیر است. [14-16].

پسابهای صنعتی: منشا تولید فاضلابهای صنعتی، آب مصرفی در صنایع و کارخانجات برای مصارف مختلف از قبیل فرایند شستشو، عمل آوری، خنک کردن و بخشی نیز مربوط به مصارف بهداشتی پرسنل شاغل به کار در کارخانه می باشد. خواص فاضلاب های صنعتی و پساب کارخانه ها به نوع فرایندهای صنعتی بستگی داشته و تنها فاضلاب بدست آمده از تشکیلات خنک کننده است که تقریبا در تمام صنایع دارای خواص مشابه ای می باشد [17،18].

با توجه به مطالب ذکر شده، بسته به ماهیت صنعت و مصارف پیش بینی شده برای آب، هر کارخانه فاضلاب مختص به خود را تولید مینماید که بسته به ماهیت فاضلاب تولیدی به کمک روشهای مختلف مورد تصفیه قرار میگیرد. یکی از مهم ترین اهداف تصفیه فاضلابهای صنعتی علاوه بر حفاظت از محیط زیست، بازیابی و استفاده مجدد آب در صنعت میباشد [17،18].

1-2 شاخص های سنجش آلودگی پساب ها

آلودگی پسابها ناشی از مواد خارجی است که وارد آب شده و ب صورت معلق یا محلول باعث آلودگی آن و تولید فاضلاب شده اند. بدیهی است هرچه مقدار این مواد در فاضلاب بیشتر باشد، بار آلودگی آن نیز بیشتر خواهد بود. بنابراین اندازه گیری مقدار مواد خارجی فاضلاب کلید اصلی در تعیین مقدار آلودگی و آلاینده‌گی فاضلاب است [14،15].

اندازه گیری غلظت همه ی مواد خارجی، اگر غیر ممکن نباشد، بسیار پرهزینه و طولانی خواهد بود و بعلاوه در بسیاری از موارد دانستن غلظت همه ی آنها ضرورتی ندارد. در اغلب موارد برای دانستن مشخصات فاضلاب نیازی نیست که همه ی ناخالصی های آن به طور جداگانه مشخص شوند. اما با تعیین چند شاخص مهم می توان اطلاعات کافی برای قضاوت به دست آورد. مهمترین این شاخص ها عبارتند از: شاخص های املاح محلول، شاخص های مواد معلق و شاخص های آلودگی های آلی که در ادامه به توضیح هر یک از آنها میپردازیم [15،16].

1-2-1 شاخص های املاح محلول :

TDS (Total Dissolved Solids) : طبق تعریف معرف کل مواد محلول موجود در فاضلاب میباشد. برای اندازه گیری آن مقداری از فاضلاب مورد نظر را از کاغذ صافی عبور داده تا مواد معلق و کلوئیدی آن گرفته شود، سپس حجم دقیقی از آن را در یک بوتله چینی دقیقاً وزن شده ریخته و در دمای 110 درجه سانتی گراد تبخیر و خشک میکنند. تفاوت وزن بوتله قبل از ریختن نمونه و پس از خشک شدن نمونه روی آن، وزن کل مواد جامد در نمونه فاضلاب را نشان میدهد که اگر بر حجم نمونه تقسیم گردد بیانگر غلظت املاح موجود در فاضلاب مورد نظر میباشد [14،15].

pH : پارامتر کیفی مهمی در مورد آبهای طبیعی و همین طور فاضلاب بشمار می رود و معرف اسیدی یا بازی بودن فاضلاب می باشد. محدوده مناسب این پارامتر برای وجود حیات بیولوژیکی، باز ده کوچک 6 تا 9 می باشد. به همین دلیل تصفیه فاضلاب با تمرکز بیش از حد یون هیدروژن به روشهای بیولوژیکی دشوار می باشد و اگر میزان آن کاهش نیابد، پساب تخلیه شده به محیط ممکن است pH آبهای طبیعی را نیز تغییر دهد. محدوده مناسب pH پساب تخلیه شونده به محیط بین 6/5 تا 8/5 می باشد [15،16].

TH (Total Hardness): سختی کل، معرف مجموع غلظت کاتیونهای دو ظرفیتی موجود می باشد بنابر ضرورت انواع مختلف سختی شامل: سختی کل، سختی کلسیمی، سختی منیزیمی، سختی موقت یا بیکربناتی و سختی دائم یا سختی

غیر کربناتی تعریف می‌گردد. معمولی ترین روش اندازه گیری سختی کل، تیتراسیون توسط محلول اتیلن دی آمین تترا استات سدیم در حضور معرف اریو کرم بلاک تی می باشد. از ضرب حجم مصرفی محلول برای تغییر رنگ از قرمز به آبی، در عدد ده سختی کل محاسبه میشود [15,14].

1-2-2 شاخص های مواد معلق:

SS (Suspended solid): مواد معلق در فاضلاب بخشی از کل مواد خارجی ¹(TS) موجود در آن است که تعیین آن برای پیش بینی مقدار لجن حاصل از تصفیه فاضلاب اهمیت ویژه ای دارد. تفاوت بین TS و SS مقدار مواد محلول ²(DS) در پساب (فاضلاب) را نشان می دهد. مواد معلق به دو صورت ته نشین پذیر و ته نشین ناپذیر فاضلاب یافت میشوند. از نظر جنس مواد معلق یا دارای منشأ آلی هستند در نتیجه ناپایدارند و یا منشأ معدنی داشته و پایدارند. مقدار کل مواد معلق ³(TSS) با کمک صافی تعیین می شود و آنچه در صافی باقی می ماند را تا گرمای 600 درجه سانتی گراد سرخ میکنند مواد آلی آن تبدیل به گاز شده و تنها مواد معدنی بجای می ماند [11,15].

TU (Turbidity Unit): کدورت معیاری برای میزان جذب نور و یا پراکندگی نور توسط مواد معلق در فاضلاب است. از آنجا که دفع و تفریق نور تحت تاثیر اندازه و خواص سطحی مواد معلق قرار میگیرد، کدورت یک اندازه گیری کمی مستقیم از ذرات معلق جامد نمیتواند به حساب آید. مواد ریز کلونیدی کدریت فاضلای را تشکیل میدهند بنابراین برای اندازه گیری کدریت، نیاز به یک منبع نور و دستگاهی برای اندازه گیری نور متفرق شده میباشد. در ابتدا شخصی به نان جکسون با استفاده از شمع استاندارد، درجه کدریت را مشخص کرد. از این رو یکی از واحد های کدریت، JTU میباشد که معرف واحد کدریت جکسون است. امروزه بیشتر از واحد NTU استفاده میشود. در واقع واحد NTU معرف نور عبور کرده از نمونه است ولی واحد JTU معرف تفریق نور تابیده شده می باشد [18,14].

CU (Color Unit): شاخصی برای معرفی میزان رنگ فاضلاب است. رنگ آبی که در نتیجه تاثیر مواد معلق به وجود آمده باشد، اصطلاحاً رنگ آشکار نامیده میشود و رنگی که در اثر مواد محلول پدید آمده باشد و پس از جداسازی مواد معلق همچنان در آب باقی بماند به نام رنگ حقیقی خوانده میشود. برای اندازه گیری رنگ پساب، در روش کالری متری

¹.Total solid

².Dissolved solids

³.Total suspended solids

از مقایسه آن با رنگ استاندارد یک نمک کمپلکس پلاتین و کبالت استفاده میشود که به آن CU یا واحد رنگ می گویند [15,19].

1-2-3 شاخص های آلودگی های آلی:

BOD (Biochemical oxygen demand): عبارتست از تعیین مقدار اکسیژن لازم که باید به پساب داده شود تا باکتری های هوازی، مواد آلی موجود در آن را اکسید کرده و به مواد پایدار نظیر نمک های معدنی تبدیل نمایند بنابراین مقدار BOD پساب در زمان های مختلف تغییر می کند . این تغییرات نه تنها به غلظت مواد آلی بلکه به میزان فعالیت باکتری ها، درجه گرما و شدت درهمی پساب (فاضلاب) نیز بستگی دارد. اکسیداسیون توسط باکتری ها شامل دو مرحله زیر می باشد [11,18] :

مرحله اول: اکسیداسیون ترکیبات آلی کربن دار، این مرحله از نخستین لحظات کار باکتری ها آغاز شده و در دمای 20 درجه سانتی گراد تا مدت زمانی در حدود 20 شبانه روز ادامه می یابد. در این مرحله کربن موجود در ترکیبات ناپایدار آلی تبدیل به ترکیبات پایدار نظیر دی اکسید کربن شده و از حوزه ی عمل خارج می شوند.

مرحله دوم: اکسیداسیون ترکیبات آلی ازت دار، این مرحله همزمان با اکسیداسیون ترکیبات آلی کربن دار شروع شده و از پیرامون دهمین روز پس از آغاز فعالیت باکتری ها شدت گرفته و مدت های زیادی ادامه دارد . در طی این مرحله مواد آلی ازت دار تبدیل به نیتريت و نیتراٹها می شوند.

آزمایشات نشان می دهد در 20 درجه سانتی گراد قسمت بیشتر اکسیداسیون مربوط به ترکیبات آلی کربن دار (در حدود 68٪) در پنج روز نخست رخ می دهد و پس از بیست روز تقریباً به پایان می رسد . بدین جهت برای نشان دادن درجه آلودگی پساب (فاضلاب) BOD پنج روزه (BOD_5) را تعیین می کنند. که بنا بر تعریف عبارتست از : مقدار میلی گرم اکسیژنی که لازم است تا در پنج روز نخست، باکتری های هوازی مواد آلی موجود در یک لیتر فاضلاب را در گرمای 20 درجه سانتی گراد اکسید کند [11,18].

برای اندازه گیری BOD_5 ابتدا ظرفی را که در برابر هوا غیر قابل نفوذ می باشد و اندازه اش مشخص است از نمونه تا حد لبریز شدن پر شده، سپس ظرف را برای 5 روز در دمای مشخص نگه داری کرده و میزان اکسیژن حل شده در ابتدا و بعد