

بررسی تصفیه پذیری فاضلاب کارخانه کاغذسازی پارس هفت تپه خوزستان به روش انعقاد و لخته سازی

دکترسیمین ناصری^۱، مهندس مهری حزری^۲

واژه های کلیدی: فاضلاب صنعتی، تصفیه شیمیایی فاضلاب، منعقد کننده ها، تصفیه پذیری فاضلاب کاغذسازی

چکیده

در این پژوهش که در سال ۱۳۷۰ صورت پذیرفت، تصفیه پذیری فاضلاب نهایی کارخانه کاغذ سازی پارس واقع در هفت تپه خوزستان مورد مطالعه قرار گرفت. آب مصرفی این کارخانه به میزان ۷۲۰۰۰ مترمکعب در روز از رودخانه دز تامین می شود و جریان پیوسته فاضلاب کارخانه با حداقل و حداکثر ۳۲۴۰۰ و ۴۳۰۰۰ مترمکعب در روز بدون هیچگونه تصفیه به رودخانه دز تخلیه می گردد. در بخش اول این مطالعه، نمونه برداری لحظه ای از فاضلاب واحدهای مختلف تولید و فاضلاب نهایی انجام شد و COD و TSS بعنوان مهمترین پارامترهای آلاینده در فاضلاب نهایی بترتیب بامقادیر میانگین ۱۴۴۰ و ۸۳۹/۵ میلی گرم در لیتر مشخص شدند که این مقادیر با معیارهای پیشنهادی سازمان حفاظت محیط زیست جهت تخلیه به آبهای پذیرنده و یا مصارف کشاورزی مطابقت ندارد. همچنین میزان آلودگی فاضلاب نهایی کارخانه بر حسب معادل جمعیتی برای COD و TSS بترتیب ۶۲۰۰۰۰ و ۱۲۰۰۰۰۰ نفر بدست آمد.

در بخش دوم، منعقد کننده های متداول آهک، آلوم و کلراید فربیک بمنظور بررسی تصفیه پذیری فاضلاب به روش انعقاد و لخته سازی مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج آزمایشات نشان دادند که میزان COD و TSS باقیمانده با ۱ گرم در لیتر آهک بترتیب ۱۶۵ و ۸۱ میلیگرم در لیتر و در PH نهایی ۱۲ بوده است. همچنین مقادیر این پارامترها با ۱۰۰ میلی گرم در لیتر آلوم (در PH نهایی ۵/۳) بترتیب ۱۵۷/۵ و ۸۰ میلی گرم در لیتر و با ۱۰۰ میلی گرم در لیتر کلراید فربیک

۱- گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، صندوق پستی ۶۴۴۶-۱۴۱۵۵.

۲- دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهیدبهشتی، صندوق پستی ۱۳۹۵-۴۹۱۸.

(در PH بهینه ۴/۱) بترتیب ۱۴۴ و ۷۰/۶ میلیگرم درلیتر تعیین گردیدند. بنابراین بادر نظر گرفتن جنبه های کاربردی اقتصادی، در صورت استفاده از آهک بدلیل عدم نیاز به تنظیم PH ونیز امکان خنثی سازی پساب حاصل به کمک CO₂ تولیدی در کوره آهک تا میزان مجاز (۹ - ۵ = PH) ، پساب نهایی قابل استفاده برای آبیاری خواهد بود.

سرآغاز

صنعت کاغذسازی از صنایع استراتژیک و روبه رشد کشور مامی باشد. در حال حاضر تنها کارخانه تولید کننده کاغذ چاپ و تحریر در ایران ، کارخانه کاغذسازی پارس است . میزان تولید خمیر و کاغذ این کارخانه بر اساس آمار سال ۱۳۷۰ ، ۳۵۰۰۰ تن خمیر و ۷۲۰۰۰ تن کاغذ در سال بوده است . منشاء فاضلاب کارخانه کاغذسازی پارس بصورت پیوسته از واحدهای اصلی کارخانه شامل انبار باگاس ، درام های آبیگری ، تولید خمیر، رنگ زدایی ، ماشین های کاغذسازی ، وبه صورت ناپیوسته و با جریان کم از واحدهای جنبی شامل : بازیافت مواد شیمیائی، واحد تصفیه آب ، کوره آهک و فاضلاب ناشی از فعالیتهای انسانی میباشد. نگاره (۱)، روند تولید کاغذ ، نقاط تولید فاضلاب و مسیر جریان آن را در کارخانه کاغذسازی پارس نشان میدهد. فاضلاب واحدهای مختلف از طریق دو کانال به خارج از محوطه کارخانه منتقل شده ، سپس کانال فاضلاب نهایی را تشکیل میدهد که پس از طی حدود ۷ کیلومتر از میان مزارع نیشکر و جنگل ، به رودخانه دز تخلیه میگردد. با وجود آنکه بخشی از فاضلاب تولیدی ، تحت عنوان لیکور سیاه در کوره سوزانیده شده و باقی مواد شیمیائی آن بازیافت می گردد، ولی باتوجه به میزان شدت آلودگی فاضلاب در این صنعت ، انجام عملیات تصفیه فاضلاب آن قبل از تخلیه به محیط زیست ، ضروری است (۴ و ۵).

نمونه گیری و روش بررسی

به علت یکسان بودن سیستم تولید در هر سه نوبت کار ۸ ساعته در شبانه روز و با در نظر گرفتن بعد مسافت ، فاصله زمان برداشت نمونه ها در هفت تپه و دریافت آن در تهران که از چهل و هشت ساعت تا هفتاد و دو ساعت بوده است ، بادر نظر گرفتن امکانات موجود،

نمونه ها بصورت لحظه ای و براساس ASTM^۱ انتخاب گردیده (۹) و در آزمایشگاه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران مورد آنالیز قرار گرفتند. جهت مطالعه کیفیت فاضلاب واحدهای مختلف، ابتدا ۵ سری نمونه از فاضلاب این واحدها و فاضلاب نهایی انتخاب شده و مورد آنالیز قرار گرفت. همانگونه که انتظار میرفت کیفیت فاضلاب واحدها بسیار متفاوت بود (شترنگه شماره ۱)، در نتیجه با وجود آنکه در اینگونه صنایع مسئله جداسازی فاضلاب واحدها میتواند مطرح باشد، ولی بادر نظر گرفتن هدف اصلی پژوهش و در نظر گرفتن امکانات، ۸ نمونه از فاضلاب نهایی انتخاب شد و تصفیه پذیری آنها به روش انعقاد و به کمک منعقد کننده های متداول آهک، آلوم و کلراید فیریک مورد بررسی قرار گرفت (۱). در هر مورد نمونه ها بمدت ۲ دقیقه بادور زیاد در مرحله انعقاد، و بمدت ۱۵ دقیقه با دور آهسته در مرحله تشکیل لخته هابه هم زده شد (دستگاه جارموجود، امکان تعیین دقیق رقم دور در دقیقه رافراهم نمی نمود). سپس نمونه هاجهت ته نشین شدن لخته ها بمدت ۳۰ دقیقه به حالت سکون قرار داده شدند (۶). پس از نمونه برداری از مایع زلال در بالای لخته ها، نمونه های حاصل براساس روشهای استاندارد مورد آزمایش قرار گرفتند (۳).

به منظور تخمین میزان تقریبی فاضلاب نهایی تولیدی، چگونگی جریان فاضلاب در کانال خروجی مورد مطالعه قرار گرفت. سطح مقطع کانال به شکل مستطیل، به عمق ۰/۸ متر و به پهنای ۲/۵ متر و ارتفاع فاضلاب در کانال در دامنه ۳/۴ - ۰/۱ متر متغیر بوده است. پس از برآورد سرعت جریان فاضلاب در داخل کانال، میزان حداقل و حداکثر جریان فاضلاب بترتیب ۱۳۵۰ و ۱۸۰۰ مترمکعب در ساعت (۳۲۴۰۰ و ۴۳۰۰۰ مترمکعب در روز) تخمین زده شد.

یافته ها و گفتگو

نتایج حاصل از بررسی کیفیت فاضلاب نهایی و مقایسه آن با استانداردهای موجود در شترنگه (۲) ارائه شده است

میانگین COD و TSS بترتیب ۱۴۴۰ و ۸۳۹/۵ میلی گرم در لیتر بوده است، در حالیکه استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست جهت تخلیه فاضلاب در آبهای پذیرنده برای COD و TSS بترتیب ۵۰ و ۳۰ میلی گرم در لیتر و استاندارد پساب بمنظور آبیاری و مصارف کشاورزی بترتیب ۲۰۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر است (۲). معادل جمعیتی COD و TSS فاضلاب مطالعه شده بادر نظر گرفتن تولید سرانه ۵۰۰ میلی گرم در لیتر COD و ۱۵۰ میلی گرم در لیتر TSS

و ۲۰۰ لیتر در روز فاضلاب شهری برآورد گردیده و بترتیب برای COD و TSS معادل جمعیتی ۶۲۰۰۰۰ و ۱۲۰۰۰۰۰ نفر بدست آمده است .

نتایج COD محلول به میزان ۸٪ نشان داده است که بخش اعظم COD درارتباط با جامدات قابل ته نشینی و کلوئیدی میباشد (۷). حدود ۴۴ درصد ازکل جامدات نیز مربوط به جامدات معلق بوده است . نتایج بررسی تصفیه پذیری فاضلاب بصورت میانگین درصد حذف و مقادیر باقیمانده COD و TSS ، حجم رسوبها و PH پس از ته نشینی با ۳ نوع منعقد کننده ، در شترنگه (۳) ارائه شده است . همچنین درنگاره های (۲)، (۳) و (۴) ، میانگین درصد حذف COD و TSS بامعقدکننده ها و درنگاره (۵) ، COD و TSS باقیمانده نشان داده شده است.

باتوجه به شترنگه (۳)، یک گرم درلیتر آهک بصورت Ca(OH)_2 مصرف می شود و این مقدار آهک معادل ۰/۷۵۷ گرم CaO میباشد، بنابراین مقدار آهک مصرفی مورد نیاز ۳۲۵۵۰ کیلوگرم در روز و ارزش کل آن ۲۴۵۰۰۰۰ ریال برآورد گردید. مقادیر آکوم و کلراید فریک مورد نیاز ۴۳۰۰ کیلوگرم در روز و ارزش آنها نیز بترتیب حدود ۲۷۰۰۰۰۰۰ و ۸۶۰۰۰۰۰۰ ریال تخمین زده شد. لازم به ذکر است که ارزش یک کیلوگرم آهک (CaO)، آکوم، کلراید فریک (پودر ۹۹٪ و مایع ۴۴٪) در زمان انجام پژوهش بترتیب ۷۵ ریال ، ۶۲۰ ریال، (۲۰۰۰ و ۴۰۰ ریال) بوده است .

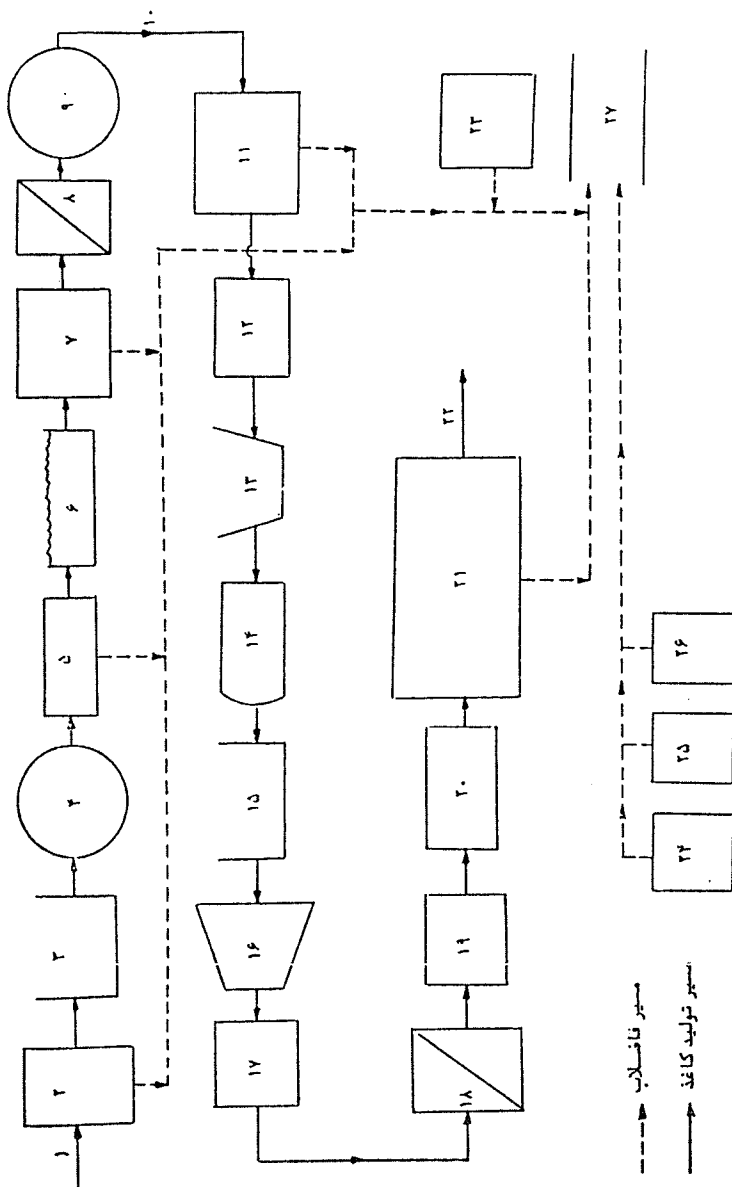
میانگین COD باقیمانده در انعقاد و ته نشینی با آهک ۱۶۵ ، با آکوم ۱۵۷/۵ و با کلراید فریک ۱۴۴ میلی گرم در لیتر و میانگین TSS باقیمانده در انعقاد و ته نشینی با آهک ۸۱ ، با آکوم ۸۰ و با کلراید فریک ۷۰/۶ میلی گرم در لیتر بوده است .

حجم لجن ته نشین شده در مورد آهک ، آکوم و کلراید فریک بترتیب (۴۰۰۰ - ۳۰۰۰) مترمکعب در روز، (۲۸۰۰ - ۲۶۰۰) مترمکعب در روز، و (۳۲۵۰ - ۳۰۰۰) مترمکعب در روز بوده است ، لخته ها نسبتاً درشت و از کیفیت مطلوبی برخوردار بوده اند و سرعت ته نشینی خوبی داشته اند.

مطالعه کلی نتایج نشان میدهد که میانگین COD و TSS باقیمانده در فاضلاب نهایی با استانداردهای آب جهت کشاورزی و آبیاری مطابقت دارد، بهترین نتایج با کلراید فریک بدست آمده است ولی باتوجه به شرایط عملی کاربرد کلراید فریک مانند لزوم تنظیم PH بهینه تا حدود ۴/۱، حجم لجن ته نشین شده ، اسیدی بودن پساب و ضرورت اصلاح PH آن و حفاظت و نگهداری دستگاهها در برابر خوردگی ، و همچنین چگونگی در دسترس بودن این ماده منعقدکننده، کلراید فریک نمی تواند گزینه مورد نظر باشد.

در مورد آکوم نیز تنظیم PH تا حدود PH ۵/۳ بهینه است ، واگرچه حجم لجن اسیدی تولید شده کمتر از دو مورد دیگر است ، ولی ارزش آکوم مورد نیاز برای مصرف یک روز کارخانه حدود ۳/۵ برابر ارزش آهک می باشد.

آهک در PH فاضلاب نهایی قابل استفاده می باشد و کاربرد آن نیازی به تنظیم PH ندارد و گرچه لجن حجیم تری تولید می نماید ولی از سوی دیگر قیمت آن کمتر از آلوم و کلراید فریک میباشد. ذکر این نکته نیز ضروری است که $PH = 12$ برای پساب حاصل از انعقاد و ته نشینی با آهک ، لزوم اصلاح آن تا حد مجاز ($PH = 5 - 9$) را ایجاب می نماید (۸) که انجام آن بروش کربناتسیون با CO_2 حاصل از کوره آهک کارخانه امکان پذیر می باشد ؛ از سوی دیگر لجن ته نشین شده آن بصورت $CaCO_3$ ، پس از خشک شدن ، قابل استفاده در کوره آهک بجای سنگ آهک خواهد بود. بنابراین در انتخاب مناسب ترین متعقد کننده ، آهک باتوجه به جنبه های اقتصادی ، کاربردی و قابل دسترس بودن ، میتواند گزینه مورد نظر باشد ؛ ضمن آنکه پیشنهاد می شود در ادامه این پژوهش ، در مورد امکان جداسازی فاضلاب واحدهای مختلف در روند تولید کاغذ ، مطالعات بیشتری صورت پذیرد. زیرا کیفیت فاضلاب واحدهای مختلف ، به ویژه COD واحد خمیرسازی و TSS واحد درام های آبگیری می تواند نقش مهمی در کیفیت فاضلاب نهائی داشته باشد و احتمال دارد تصفیه آنها جوابگوی معیارهای محیط زیست باشد. بنابراین توصیه میشود در ادامه این پژوهش ، جداسازی فاضلابها و چگونگی تصفیه آنها به صورت مجزا نیز مورد مطالعه قرار گیرد.



نگاره ۱- نقاط تولید و مسیر جریان فاضلاب کارخانه کاغذ سازی پارس

نگاره ۱- توضیحات :

- | | |
|----------------------|------------------------------|
| ۱- باگاس | ۱۵- مخزن تصفیه خمیر |
| ۲- انبار باگاس | ۱۶- پالایش کننده مخروطی |
| ۳- مخزن شستشوی باگاس | ۱۷- اختلاط مواد افزودنی |
| ۴- درام های آبگیری | ۱۸- غربال |
| ۵- دیگهای پخت | ۱۹- تمیز کننده |
| ۶- بلوتانک | ۲۰- هلباکس |
| ۷- شوینده | ۲۱- ماشینهای کاغذ سازی |
| ۸- غربال | ۲۲- کاغذ |
| ۹- تغلیظ کننده | ۲۳- تهیه مواد شیمیائی |
| ۱۰- خمیر کاغذ | ۲۴- کوره آهک |
| ۱۱- رنگ زدایی | ۲۵- بازیافت مواد |
| ۱۲- مخزن ذخیره خمیر | ۲۶- فاضلاب انسانی |
| ۱۳- پالپر | ۲۷- کانال خروجی فاضلاب نهائی |
| ۱۴- پالایش کننده | |

شترنگه ۱- میانگین مقادیر پارامترهای تعیین کننده کیفیت فاضلاب واحدهای مختلف و فاضلاب نهایی

PH	TSS mg/l	COD mg/l	کدورت J.T.U	رنگ	پارامترها واحدها
۵/۳۴	۱۲۴/۸	۳۰۹۰	۴۴/۴	زرد-زرد روشن	انبارباگاس
۵/۴	۲۰۰۳/۴	۱۹۷۸/۳	۲۷۳	زرد	درام های آبگیری
۱۱/۲۲	۳۶۸/۴	۳۴۵۰/۸	۱۰۰	زرد	واحدخمیرسازی
۹/۱۲	۱۸۶/۸	۷۸۵/۸	۴۵/۲	زرد	واحد زنگ زدائی
۵/۳۴	۱۱۸۳	۱۲۲۸/۳	۲۸۱	بیرنگ	واحد کاغذسازی
۷/۳۵	۸۳۹/۵	۱۴۴۰	۱۵۳/۳۷	کرم	فاضلاب نهایی

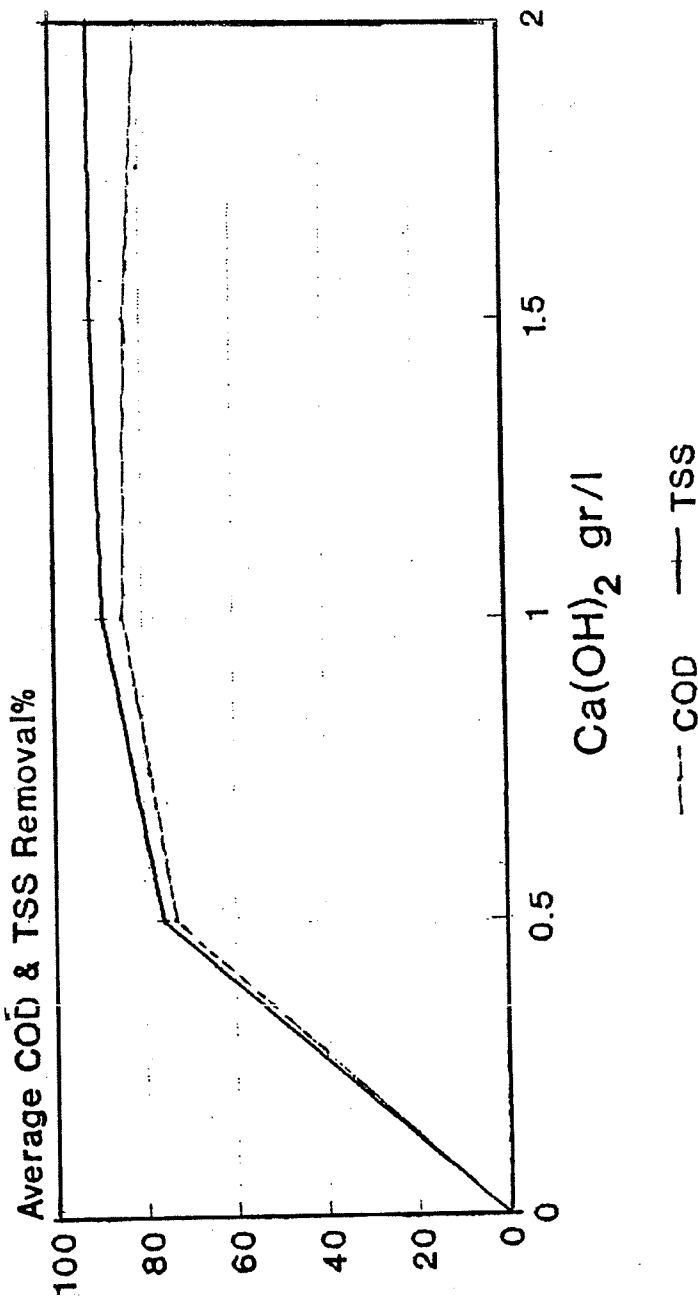
شترنگه ۲- مشخصات کیفی فاضلاب نهایی کارخانه کاغذسازی پارس هفت تپه
خوزستان و استانداردهای تخلیه آن به محیط زیست

استاندارد		انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	پارامترهای اندازه گیری شده در فاضلاب
کشاورزی مصرف	آبهای سطحی					
•	•	--	--	۲۵	۲۰	دمایر حسب درجه سانتی گراد
۹-۵	۶/۵-۸/۵	۰/۲	۷/۳۵	۷/۶	۷/۱	PH
۵۰	۵۰	۲۲/۹۷	۱۵۳/۳۷	۲۰۰	۱۳۰	کدورت، J.T.U.
۷۵ واحد	**	--	زردروشن	زرد	کرم	نه رنگ
۰	۰	۶/۴	۲۱/۵۶	۳۲	۱۵	نه نشیبی، ml/l
۲۰۰	۵۰	۴۸۶/۴۶	۱۴۴۰	۲۲۴۰	۷۴۰	mg/l, COD
--	--	۶۲/۸۶	۱۱۵/۷۷	۲۳۰	۵۰	mg/l, COD محلول
--	--	۴۲۶/۶۷	۱۹۲۰/۶۲	۲۶۵۶	۱۳۷۲	کل مواد جامد mg/l, (TS)
--	--	۳۲۷/۵	۱۰۷۱/۱	۱۶۹۰	۶۷۴	مواد جامد فرار mg/l, (VS)
۱۰۰	۳۰	۱۹۷/۲۵	۸۳۹/۵	۱۱۵۰	۵۲۴	کل مواد جامد معلق mg/l, (TSS)
--	--	۱۳۵/۷۶	۶۲۰/۲۵	۸۳۸	۳۹۶	مواد جامد معلق فرار mg/l, (VSS)
--	--	۳۲/۵۹	۳۹۸	۴۴۰	۳۵۰	قلیائیت mg/l
--	***	--	۱۱۵/۶	۱۵۰	۶۰	کلراید، mg/l
--	۱	۰/۵	۳/۹۵	۴/۵	۳/۲۹	فسفر، mg/l
--	۵۰	۰/۲	۰/۴۵	۰/۸	۰/۲	نیترات، mg/l
--	۲/۵	۰/۱	۰/۱۸۲	۰/۳۷	۰/۱	ازت آمونیاکی، mg/l
۱	۱	--	--	--	۱۸	فصل (یک نمونه)، mg/l

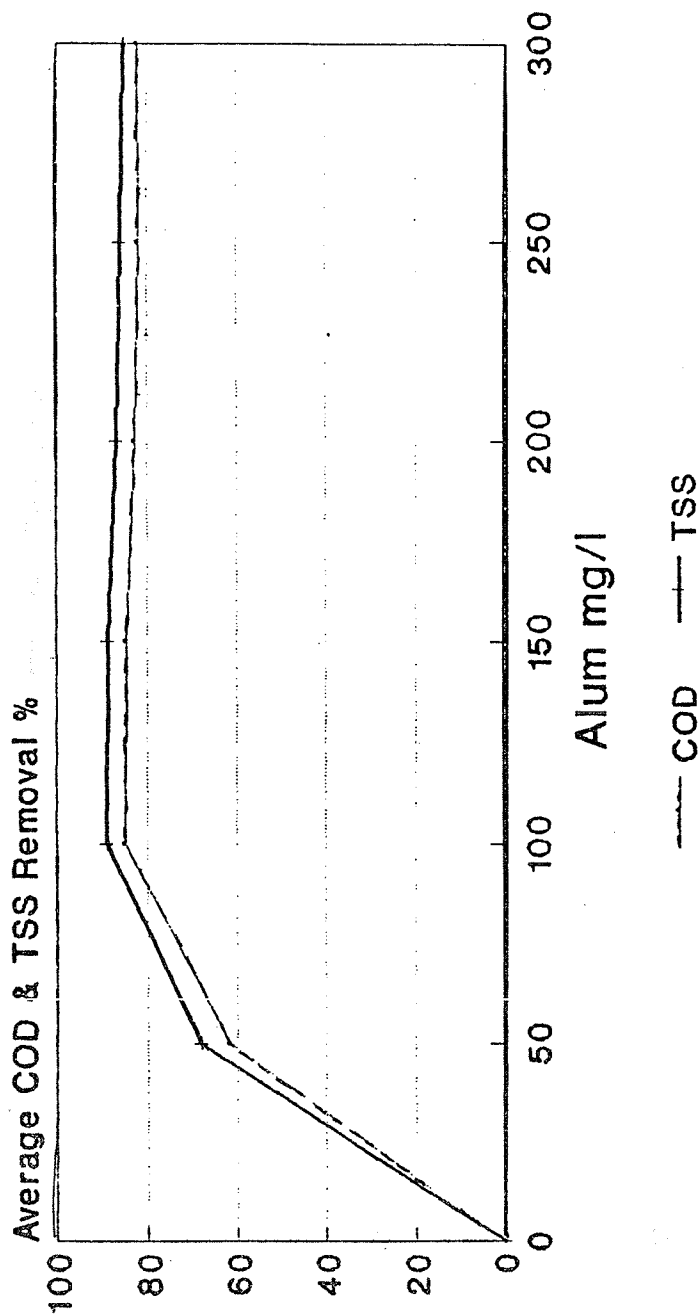
- * درجه حرارت فاضلابهای صنعتی نباید بیش از سه درجه سانتی گراد به شعاع ۲۰۰ متر
از محل ورود ، درجه حرارت آبهای پذیرنده را افزایش یا کاهش دهد.
- ** فاضلابهای صنعتی رنگ آبهای پذیرنده را نباید بیش از ۱۶ واحد استاندارد رنگ افزایش
دهد، رنگ ایجاد ناراحتی چشم عموم ننماید.
- *** میزان کلراید ورودی به آبهای شیرین نباید از ۲۵۰ میلی گرم در لیتر تجاوز نماید.
- رقمی ارائه نشده است .

شترنگه ۳ - میانگین نتایج COD و TSS پس از تصفیه با منعقد کننده ها

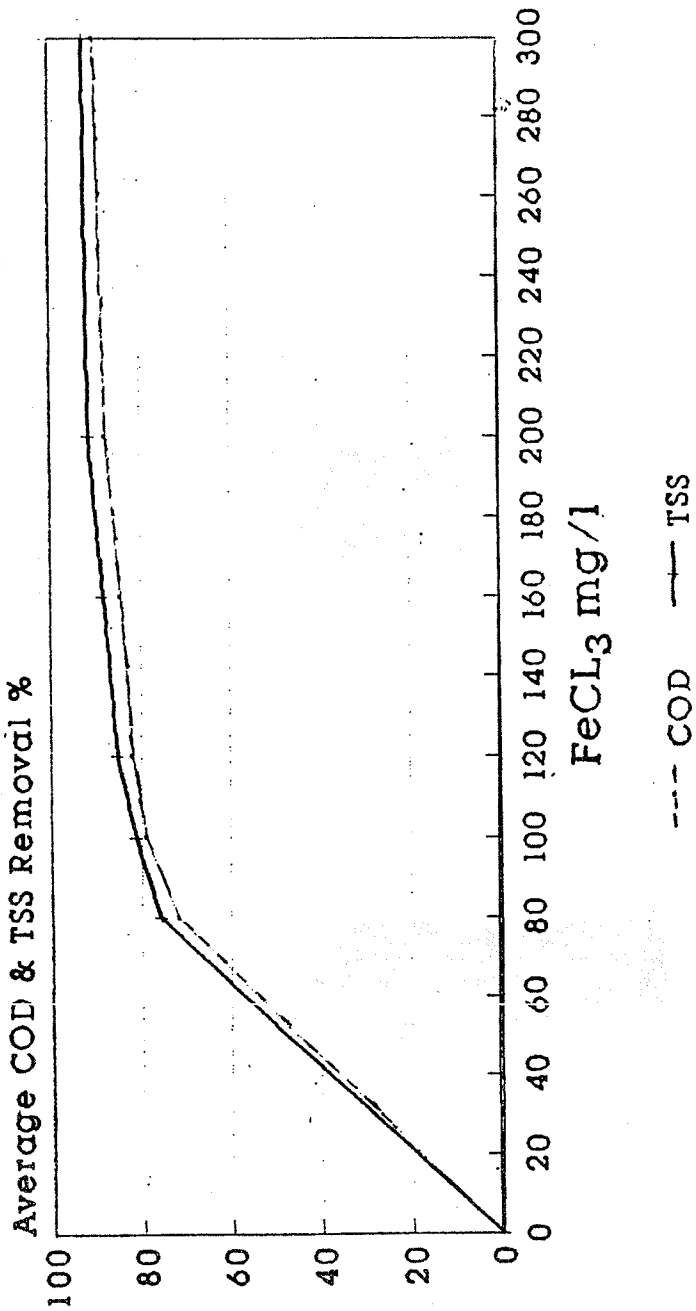
نوع منعقدکننده	مقدار منعقدکننده (mg/l)	میانگین COD باقی مانده (mg/l)	میانگین درصد حذف COD (%)	میانگین TSS باقی مانده (mg/l)	میانگین درصد حذف TSS (%)	میانگین حجم رسوب (ml/l)	حدود PH پس از انعقاد
آهک	۱۰۰۰	۱۶۵	۸۴	۸۱	۸۸/۸	۷۷-۹۳	۱۲
آلوم	۱۰۰	۱۷۵/۵	۸۵	۸۰	۸۹	۶۰-۶۵	۵
کلراید فربک	۱۰۰	۱۴۴	۸۶/۵	۷۰/۶	۹۰/۲۵	۷۰-۷۵	۴



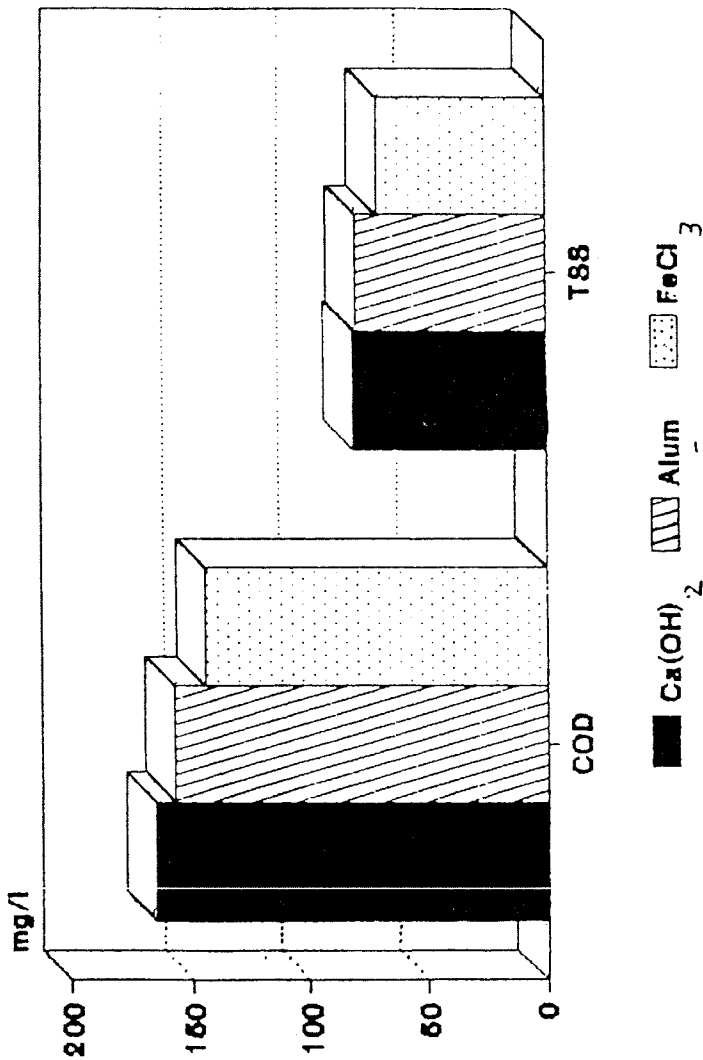
نگاره ۲-۲. میانگین درصد حذف COD و TSS با آهک



نگاره ۳- میانگین درصد حذف COD و TSS با آلوم در PH بهینه ۶٫۳



نگاره ۲ - میانگین درصد حذف COD و TSS با کلراید فربیک در PH بهینه ۷/۱



نگاره ۵ - میانگین COD و TSS باقی مانده ، در ته نشینی با استفاده از Ca(OH)_2 ، Alum و FeCl_3 ، ما.

کتابنامه

- ۱- حسینیان ، م (مهرماه ۱۳۶۵) : « ته نشین ساختن وانعقاد موادمعلق و کلوئیدی آب و فاضلاب » ، نشریه دانشکده فنی ، دوره دوم ، صفحات : ۹۹ - ۱۱۲ .
- ۲- سازمان حفاظت محیط زیست ، « ضوابط و استانداردهای حداکثرمیزان مجاز مواد آلوده کننده در فاضلابها جهت تخلیه به منابع مختلف پذیرنده » ، دفترتحقیقات زیست محیطی ، بخش تحقیقات آلودگی آب و خاک.
- 3- APHA, AWWA and WPCF, (1985): Standard methods for the examination of water and wastewater, 16th edition, A.A.W.
- 4- Carmicheal, J.B. and Strzepek, K.M., (1987): Industrial water use and treatment practices", Water resources development series, Vol. 8, PP 43-52, Unido.
- 5- Ghem, H.W., (1965): Pulp and paper; In: Industrial wastewater control, Academic press, Inc., U.S.A
- 6- Jones, H.R., (1973): Pollution control and chemical recovery in pulp and paper industry , Noyes Data Corporation, U.S.A
- 7- King, P.H., et al., (1984): Chemical coagulation of tar sand processing wastewater , proceeding of the 38th Purdue Industrial Waste conference, Ann Arbor science publisher, PP 35-41.
- 8- Mitwally, H., et al., (1982): Treatability study of wastewater generated from pulp and paper industry using rice straw raw material; In: waste treatment and utilization theory and practice of waste management , Pergamon press, PP:381-390.
- 9- Norris, J.E., (1985): Techniques for sampling surface and industrial waters, special considerations and choices , American Chemistry Society, PP:247-253.