بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی جذب سطحی مرحله ای سطح فعال کاتیونی و ماده رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت

از

محمد آبراری لزرجانی

استادان راهنما

دکتر بابک نوروزی

دکتر اکبر خداپرست حقی

اسفند ۱۳۹۱

دانشکده فنی

گروه مهندسی نساجی

گرایش شیمی نساجی و علوم الیاف

بررسی جذب سطحی مرحله ای سطح فعال کاتیونی و ماده رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت

از :

محمد آبراری لزرجانی

استادان راهنما :

دکتر بابک نوروزی

دکتر اکبر خداپرست حقی

اسفند ۱۳۹۱

ما همه می پنداریم که باید خدا را پیدا کنیم، اما افسوس که نمی دانیم در انتظار یافتن او، دعاهایمان را به کدامین سو روانه کنیم. سرانجام به خود می گوییم که او در همه جا هست، در هر جا که به تصور درآید و نایافتنی است، و بی هدف زانو میزنیم.

و تو به کسی مانند خواهی بود که در پی هدایت خویش در پی نوری می روی که خود بدست دارد.

هرجا بروی جز خدا نخواهی دید، خدا همان است که در پیش روی ما است.

همچنان که می گذری در همه چیز نگاه کن ودر هیچ جا درنگ مکن.

به خود بگو که تنها خداست که گذرا نیست.

ای کاش اهمیت در نگاه تو باشد نه بدان چیزی که می نگری.

تقدیم به یار و همراه همیشگی ام مادر مهربانم

تقدیم به برادر بزرگوارم شاهرخ ابراری.

و

تقدیم به روح پدر عزیزم.

تردید در انتخاب راه همه عمر رنجمان داد، چه می توانم به تو بگویم،

چون نیک بیاندیشی هر انتخابی هراس آور است

آزادی ای که راهنمایش هیچ تکلیفی نباشد هراس آور است.

امروز که به توفیق ایزد، در حال عبور از مرحله ای دیگر در زندگی هستم، از خداوند سپاس گذارم و بر خود لازم می دانم تا از عزیزانی که در این راه دشوار بنده را یاری فرمودند، سپاس گزاری نمایم.

سپاس بی دریغ تقدیم به راهنمای مراحل علم و ادب، دکتر بابک نوروزی که با ارشاد های حکیمانه عبور از این راه دشوار را بر بنده آسان نمودند.

از حمایت های بزرگوارانه دکتر اکبر خداپرست حقی بسیار سپاس گزارم.

از استادان محترم جناب دکترعلی شمس ناطری و جناب دکتر اشرف که در کمال صبوری، زحمت بازخوانی و قضاوت این کار را بر عهده گرفتند، سپاس گزارم.

چکیده

بررسی جذب سطحی مرحله ای سطح فعال کاتیونی و ماده رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت

محمد آبراری لزرجانی

تصفیه پسابهای تولید شده از صنایع رنگی، به دلیل سمیت و طبیعت سرطان زای این مواد اهمیت بسیار زیادی دارد. گسترش روش های موثر و اقتصادی برای برطرف کردن این دسته از آلاینده ها ضروری است. برای تصفیه پساب ها روش های متنوعی وجود دارد که بسته به نوع و میزان آلودگی آن و موارد مصرف پساب پس از تصفیه میتوان روش های متفاوتی را انتخاب کرد. فرآیند های جداسازی مواد به روش جذب سطحی، در بسیاری از روش های تصفیه مکانیکی، شیمیایی و بیولوژیکی، دارای اهمیت ویژه ای هستند. یکی از جاذب های متداول مورد استفاده در فرایند جذب، بنتونیت می باشد. البته وجود بار منفی در سطح بنتونیت سبب محدودیت استفاده از آن برای حذف رنگزای آنیونی از پساب میشود. هدف از انجام این تحقیق بررسی جذب رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت عمل شده با ماده فعال کننده سطحی کاتیونی است. در این تحقیق ابتدا بنتونیت بوسیله ماده فعال کننده سطحی کاتیونی هایامین فرآیند شده و سپس رنگزا بر روی بنتونیت اصلاح شده با ماده فعال کننده سطحی عمل شده است. ایزوترم های فروندلیش و لانگمیر و تمپکین بر روی داده های آزمایشگاهی بررسی شده است. کینتیک جذب نیز مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج نشان داد که ایزوترم غالب برای توصیف جذب ماده فعال کننده سطحی کاتیونی بر روی بنتونیت فروندلیش بوده است. ایزوترم جذب لانگمیر نیز مدلی مناسب برای روند جذب رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت فعال تشخیص داده شد. جذب هر دو ماده جذب شونده بر روی جاذب های مورد نظر طی یک فرآیند کینتیکی شبه درجه دوم صورت گرفته است. داده های حاصل از طیف اسپکتروسکوپی مادون قرمز نیز اصلاح سطحی در بنتونیت را تایید میکند. نتایج نشان داد که بهینه سازی روش های جذب در فرآیند های چند مرحله ای تصفیه پساب علاوه بر حداکثر حذف مواد رنگزای موجود در پساب سبب افزایش بهره اقتصادی در استفاده از این نوع جاذب ها می شود.

واژگان کلیدی : بنتونیت ، ماده فعال کننده سطحی کاتیونی هایامین ، جذب، کینتیک ، ایزوترم ، رنگزای اسیدی

عنوان ..... صفحه
چکیده فارسی ..... ذ
چکیده انگلیسی ..... ر
مقدمه ۱
فصل اول : مروری بر منابع ٦
۱-۱-مقدمه ۷
۱-۲-مواد رنگزا ۷
۱-۳-طبقه بندی روش های تصفیه پساب رنگی ۹
۱-۳-۱- فرآیند بیولوژیکی ۱۱
۱-۳-۲-روش های الکتروشیمیایی ۱۲
۱-۳-۳- روش های شیمیایی ۱۳
۱-۳-٤-روش های فیزیکی-شیمیایی ۱٤
۱-٤-مواد فعال کننده سطحی ۲۰
۱-٤-۱-ویژگی ها و کاربردهای مواد ماده فعال کننده سطحی کاتیونی ۲۳
۱-۵-روش های تصفیه مواد فعال کننده سطحی کاتیونی ۲٦
۱-۵-۱-فرآیند بیولوژیکی ۲۷
۱-۵-۲-اکسیداسیون ۲۷
۱-۵-۳-جذب ۲۸
۱-٦-ایزوترم های جذب ۳۱
۱-٦-۱-ایزوترم جذب لانگمیر ۳۲
۱-٦-۲-ایزوترم فروندلیش ۳۳
۱-٦-۳-ایزوترم جذب دوبینین-رادوشکویچ ۳٤
۱-٦-٤-ایزوترم ردلیش – پیترسون ۳٦
۱-٦-۵-ایزوترم تمپکین ۳۷
۱-۷-سینتیک جذب ۳۸

۱-۸-نفوذ درون ذره ای ٤٠

فصل دوم : تجربیات ٤٣

۲-۱-مقدمه ٤٤

۲-۲-مواد ٤٤

۲-۳- تجهیزات آزمایشگاهی ٤٦

۲-۳-روش های آزمایشگاهی ٤٧

۲-۳-۱-آماده سازی جاذب ٤٧

۲-۳-۲-آزمایشهای ایزوترم جذب تعادلی ماده فعال کننده سطحی کاتیونیک بر روی بنتونیت ٤٧

۲-۳-۳-مطالعات سینتیکی جذب ماده فعال کننده سطحی کاتیونی بر روی بنتونیت ٤٨

۲-۳-٤- ایزوترم جذب رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت اصلاح شده ٤٨

۲-۳-۵-مطالعات سینتیکی جذب رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت اصلاح شده ٤٨

۲-۳-٦-هیدرومتری ٤٨

۲-۳-۷-آماده سازی بنتونیت اصلاح شده توسط ماده فعال کننده سطحی کاتیونی ٤٩

۲-۳-۸-آزمایش اندازه گیری COD ٤٩

فصل سوم : نتایج و بحث ۵۱

۳-۱-مطالعه ماده فعال کننده سطحی کاتیونی هایامین توسط اسپکتروفتومتری ۵۲

۳-۲-مطالعه رنگزای Acid red 183 توسط اسپکتروفتومتری ۵۳

۳-۳-مطالعه بنتونیت اصلاح شده با استفاده از اسپکتروفوتومتر مادون قرمز ۵۵

۳-٤-مطالعه اطلاعات بدست آمده از هیدرومتری بنتونیت ۵٦

۳-۵-مطالعه اطلاعات بدست آمده از DLS ۵۷

۳-٦-مطالعه ایزوترم جذب ماده فعال کننده سطحی کاتیونی هایامین بر روی بنتونیت ۵۸

۳-۷-مطالعه ایزوترم جذب رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت اصلاح شده با ماده فعال کننده سطحی کاتیونی ٦۱

۳-۸-مطالعات سینتیکی و نفوذ درون ذره ای ٦٦

۳-۸-۱-مطالعات سینتیکی و نفوذ درون ذره ای ماده فعال کننده سطحی کاتیونی ٦٦

۳-۷-۲-مطالعات سینتیکی و نفوذ درون ذره ای رنگزای آنیونی ۷۲

۳-۹-نتایج به دست آمده از آزمایش اندازه گیریCOD ۷۹

۳-۱۰- بررسی بنتونیت بوسیله میکروسکوپ الکترونی روبشی ۸۰

۳-۱۱- بررسی بنتونیت بوسیله EDX ۸۲

فصل چهارم : نتیجه گیری و پیشنهادات ۸۳

٤-۱-نتیجه گیری ۸٤

٤-۲-پیشنهادات ۸۵

فهرست منابع ۸۷

عنوان ..... صفحه

جدول۱-۱ طبقه بندی کاربردی رنگزا ها ۸

جدول۱-۲ مزایا و معایب روش های تصفیه پساب های رنگی ۱٦

جدول۱-۳ جاذب های به کار رفته برای حذف رنگزا های مختلف ۱۸

جدول۱-٤ روش های حذف رنگزای اسیدی Acid red 183 ..... ۲۰

جدول۱-۵ کاربرد های ماده فعال کننده سطحی کاتیونی ۲٦

جدول۲-۱ مشخصات ماده فعال کننده سطحی کاتیونی هایامین ٤۵

جدول۲-۲ مشخصات رنگزای آنیونی ٤٦

جدول۳-۱ پارامتر های رگرسیون برای جذب ماده فعال کننده سطحی کاتیونی بر روی بنتونیت ۵۹

جدول۳-۲ پارامتر های رگرسیون برای جذب رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت اصلاح شده ٦٤

جدول۳-۳ فاکتور جداسازی رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت اصلاح شده ٦۵

جدول۳-٤ پارامتر های محاسبه شده برای مدل های سینتیکی جذب ماده فعال کننده سطحی کاتیونی بر رو بنتونیت ٦۸

جدول۳- پارامتر های محاسبه شده برای مدل های سینتیکی جذب رنگزای آنیونی بر رو بنتونیت اصلاح شده ۷٤

جدول۳-٦ آنالیز عنصری بنتونیت توسط EDX ۸۲

جدول۳-۷ آنالیز عنصری بنتونیت اصلاح شده توسط EDX ۸۲

عنوان ..... صفحه

شکل۱-۱ تکنیک های حذف رنگزا از پساب ۱۰

شکل۱-۲ مکانیزم جذب ماده فعال کننده سطحی کاتیونی بر روی جذب ذرات خاک ۳۰

شکل۲-۱ ساختارشیمیایی ماده فعال کننده سطحی کاتیونی Hyamin 1622..... ٤٥

شکل۲-۲ ساختار شیمیایی رنگزای آنیونی Acid red 183 ..... ٤٦

شکل۳-۱ طیف جذبی ماده فعال کننده سطحی کاتیونی هایامین با غلظت ۲۰۰ پی پی ام ٥۲

شکل۳-۲ طیف جذبی رنگزای Acid Red 183 با غلظت ۲۰۰ پی پی ام ٥٤

شکل۳-۳ نمودار آنالیز FTIR برای بنتونیت و بنتونیت اصلاح شده با ماده فعال کننده سطحی کاتیونی ٥٥

شکل۳-٤ نمودار آنالیز FTIR برای بنتونیت و بنتونیت اصلاح شده ٥٦

شکل۳-٥ مطالعه بدست آمده از آزمایش DLS ٥۸

شکل۳-٦ مقایسه بنتونیت و بنتونیت اصلاح شده در حذف رنگزای اسیدی ٦۲

شکل۳-۷ مقایسه پساب بنتونیت و بنتونیت اصلاح شده در حذف رنگزای اسیدی ٦۲

شکل۳-۸ تصاویر بدست آمده از میکروسکوپ الکترونی ۸۱

نمودار۱-۱ مقایسه حداکثر ظرفیت جذب جاذب های مختلف برای رنگزا های صنعتی ۱۷
نمودار۳-۱ منحنی کالیبراسیون ماده فعال کننده سطحی کاتیونی هایامین ۵۳
نمودار۳-۲ منحنی کالیبراسیون رنگزای Acid Red 183 ..... ۵٤
نمودار۳-۳ منحنی توزیع دانه بندی ذرات بنتونیت ۵۷
نمودار۳-٤ ایزوترم جذب تعادلی ماده فعال کننده سطحی کاتیونی بر روی بنتونیت ۵۹
نمودار۳-۵ ایزوترم جذب تعادلی رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت در دمای محیط، ۳۰ و ٤۰ درجه سانتی گراد ٦۳
نمودار۳-٦ سینتیک شبه مرتبه اول برگشت ناپذیر ماده فعال کننده سطحی کاتیونی ٦٦
نمودار۳-۷ سینتیک شبه مرتبه اول برگشت پذیر ماده فعال کننده سطحی کاتیونی ٦۷
نمودار۳-۸ سینتیک شبه مرتبه دوم ماده فعال کننده سطحی کاتیونی ٦۷
نمودار۳-۹ بررسی نفوذ درون ذره ای در فرآیند جذب ماده فعال کننده سطحی کاتیونی بر روی بنتونیت در دمای محیط ٦۹
نمودار۳-۱۰ بررسی نفوذ درون ذره ای در فرآیند جذب ماده فعال کننده سطحی کاتیونی بر روی بنتونیت در دمای ۳۰ °C ۷۰
نمودار۳-۱۱ بررسی نفوذ درون ذره ای در فرآیند جذب ماده فعال کننده سطحی کاتیونی بر روی بنتونیت در دمای ٤۰ °C ۷۰
نمودار۳-۱۲ بررسی نفوذ درون ذره ای در فرآیند جذب ماده فعال کننده سطحی کاتیونی بر روی بنتونیت در دمای محیط ۷۱
نمودار۳-۱۳ بررسی نفوذ درون ذره ای در فرآیند جذب ماده فعال کننده سطحی کاتیونی بر روی بنتونیت در دمای ۳۰ °C ۷۱
نمودار۳-۱٤ بررسی نفوذ درون ذره ای در فرآیند جذب ماده فعال کننده سطحی کاتیونی بر روی بنتونیت در دمای ٤۰ °C ۷۲
نمودار۳-۱۵ سینتیک شبه مرتبه اول برگشت ناپذیر رنگزای آنیونی ۷۳
نمودار۳-۱٦ سینتیک شبه مرتبه اول برگشت پذیر رنگزای آنیونی ۷۳
نمودار۳-۱۷ سینتیک شبه مرتبه دوم رنگزای آنیونی ۷٤
نمودار۳-۱۸ بررسی نفوذ درون ذره ای در فرآیند جذب رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت اصلاح شده در دمای محیط ۷۵
نمودار۳-۱۹ بررسی نفوذ درون ذره ای در فرآیند جذب رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت اصلاح شده در دمای ۳۰°C ۷٦
نمودار۳-۲۰ بررسی نفوذ درون ذره ای در فرآیند جذب رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت اصلاح شده در دمای ٤۰°C ۷٦
نمودار۳-۲۱ بررسی نفوذ درون ذره ای در فرآیند جذب رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت اصلاح شده در دمای محیط ۷۷
نمودار۳-۲۲ بررسی نفوذ درون ذره ای در فرآیند جذب رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت اصلاح شده در دمای ۳۰°C ۷۸
نمودار۳-۲۳ بررسی نفوذ درون ذره ای در فرآیند جذب رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت اصلاح شده در دمای ٤۰°C ۷۸
نمودار۳-۲٤ منحنی تغییرات میزان COD نسبت به زمان در جذب رنگزا بر روی بنتونیت اصلاح شده ۷۹
نمودار۳-۲۵ منحنی تغییرات میزان COD نسبت به زمان در جذب ماده فعال کننده کاتیونی بر روی بنتونیت ۷۹

مقدمه

تقاضای جهانی آب به علت رشد سریع جمعیت و فعالیت های صنعتی هر ۲۱ سال دو برابر می شود، علاوه بر آن بارش باران در دهه گذشته نیز به شدت کاهش یافته است. بیش از ۸۰ کشور جهان که ٤٠ درصد جمعیت دنیا را در بر می گیرند با بحران کم آبی مواجه هستند. سازمان ملل برآورد کرده است که در سال ۲۰۲۵، ۲/۷ میلیارد نفر با کمبود آب مواجه هستند. کشور های زیادی با کمبود آب نوشیدنی سالم مواجه هستند و برآورد شده است که ۱/۲ میلیارد نفر قبلا آب ناسالم نوشیده اند. بعلاوه سالانه ۱۰- ۵ میلیون نفر در اثر بیماری های مختلفی که در اثر مصرف آب آلوده بوجود آمده است می میرند، بنابر این بهره برداری از منابع آبی سالم برای غلبه بر کمبود آب چالشی جهانی برای بسیاری از کشور ها است. افزایش تقاضای آب پاک، توجه سازمان های دولتی و صنایع آبی را برای توسعه فن آوری های تصفیه آبی- پسابی اقتصادی تر جلب کرده است [۱].

بازیافت و استفاده مجدد از پساب برای مصارف آبی در بخش های آبیاری، صنایع و خانگی به دلیل رشد فزاینده جمعیت و گسترش جهان ضروری است.پساب ها می توانند از منابع مختلفی نظیر پساب های صنعتی، پساب های شهری و پساب های کشاورزی بازیافت شوند. با توجه به ساختار های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی، آب توسط روش های مختلفی تصفیه می شود. انتخاب فرآیند مناسب برای پساب بسیار حساس است و باید با توجه به محتویات پساب ها در نظر گرفته شود. پساب های صنعتی بطور گسترده ای دارای مواد آلی و غیر آلی نظیر رنگزا ها، ترکیبات آروماتیکی و فلزات سنگین هستند [۲]. اساسا همه رنگزاها حتی رنگزاهای طبیعی که امروزه استفاده می شوند بصورت شیمیایی تولید می شوند، سالانه بیش از ۸×۱۰^{۵} تن رنگزا تولید می شود. هر ساله مصرف رنگزا ها افزایش می یابد[۳]. در صنایعی نظیر نساجی، چرم، خمیر کاغذ، نقاشی، داروسازی، غذا، فرش و چاپ بصورت زیادی استفاده می شوند.پساب صنایع نساجی به علت این که مقدار زیادی از رنگزاها در حین فرآیند رنگرزی و شستشو تثبیت نمی شوند، بسیار رنگی است [٤]. این رنگزاها به عنوان پساب به محیط زیست تخلیه می شوند [۵]. بنابر این فرآیند کردن این پساب ها بسیار مهم است. تخلیه پساب بدون فرآیند مناسب می تواند موجب مخلوط شدنآن با آب های سطحی و زیر زمینی شده و در نتیجه می تواند وارد آب شرب شود[٦]. علاوه بر آن اگر پساب رنگزا بدون فرآیند تخلیه شود، فوتوسنتز گیاهان آبی به علت جلوگیری از عبور نور در آب تحت تاثیر قرار می گیرد، سطح اکسیژن تحت تاثیر قرار می گیرد و در موارد شدید ممکن است منجر به خفگی گیاهان و جانوران آبی شود[۷].

بنابراین دولت ها محدودیت های محیط زیستی را در مورد پساب های رنگی اعمال می کنند و کارخانه ها را مجبور می کنند تا قبل از تخلیه پساب به محیط زیست آن را بی رنگ کنند. در نتیجه، حذف رنگزا از پساب قبل از مخلوط شدن آن با آب سالم در طبیعت ضروری و مهم است. در بین روش های موجود برای حذف رنگزا از آب می توان به موارد زیر اشاره کرد : جذب[1]، اکسیداسیون[2]، فرآیند بیولوژیکی[3]، انعقادو لخته سازی[4] و فرآیند غشا[5][۸].

رنگزاهای اسیدی رنگزاهای آنیونیک قابل حل در آب هستند که برای رنگرزی نایلون، پشم، ابریشم و اکریلیک اصلاح شده استفاده می شوند. این رنگزاها در صنایع کاغذ، چرم، نساجی، چاپ، غذا و لوازم آرایشی استفاده می شوند. وجود گروه های سولفونیک در این رنگزاها سبب حلالیت آن ها در آب می شود[۹]. رنگزاهایی که حاوی گروه سولفونیک هستند می توانند سریعتر اکسیژن محتوی آب را کاهش دهند و بنابر این برای ارگانیزم های زنده و موجودات آبزی خطر بزرگی محسوب می شوند[۱۰].

آلاینده دیگری که در صنایع کاربرد زیادی دارد ماده فعال کننده سطحی کاتیونی است. ماده فعال کننده سطحی کاتیونی اکثرا ترکیبات چهارظرفیتی آمونیوم هستند، در سالیان اخیر استفاده گسترده ای در صنایع و فعالیت های خانگی داشته اند. این ترکیبات ویژگی های منحصر به فردی به عنوان فعال کننده سطحی دارند. مواد فعال کننده سطحی کاتیونی بطور گسترده ای به عنوان دترجنت، تمیز کننده، ضد بو، ترکننده و نرم کننده، ماده غیر آب دوست، آمولسیفایر و میکروب کش استفاده می شوند. برآورد شده مصرف این ماده منحصرا در اروپا و آمریکا ۳۲۰۰۰ تن در سال می باشد[۱۱].

مواد فعال کننده سطحی کاتیونی اکثرا به عنوان نرم کننده پارچه ٪۶۶، پوشش دهنده ٪۱۶ و ضد میکروب ٪ ۸ استفاده می شوند. اغلب استفاده های این ماده منجر به ورود آن به داخل سیستم های آبی و خاکی می شود. در کشور های در حال توسعه و توسعه یافته که سیستم فاضلابی ضعیف است، پساب خانگی بدون فرآیند و مستقیما به داخل سیستم های خاکی و آبی تخلیه می شوند. در نتیجه، این تخلیه بدون کنترل، غلظت ماده فعال کننده سطحی کاتیونی در خاک را افزایش خواهد یافت. علاوه بر آن مصرف مواد فعال کننده سطحی کاتیونی در سالیان اخیر بطور بی اندازه ای افزایش یافته است. مواد فعال کننده سطحی کاتیونی معمولا برای میکرو ارگانیزم ها سمی هستند[۱۲].

[1] - adsorption
[2] - oxidation
[3] - biodegradation
[4] - coagulation
[5] - membrane filtration

در دو دهه گذشته چندین روش برای حذف رنگزا توسط دانشمندان و مهندسان پیشنهاد شده و توسعه یافته است. بعضی از تکنیک ها، روش های کاربردی هستند که توسط صنایع استفاده می شوند. اگرچه استفاده از این روش ها برای فرآیند های صنعتی به علت هزینه بالا و تاثیر کم و ظرفیت حذف کم رنگزا محدود شده است. روش های حذف رنگ که در صنعت برای فرآیندهای پسابی بطور موفق استفاده شده اند عبارتند از : فرآیند بیولوژیکی، روش های الکتروشیمیایی، روش های شیمیایی و روش های فیزیکی-شیمیایی[۱۲-۱٤].

مزایای فرآیند های بیولوژیکی شامل هزینه پایین، تولید محصولی بدون مواد جانبی و سمی است. اما فرآیند های بیولوژیکی به تنهایی قادر به تصفیه پساب های رنگی نیستند. آن ها به فرآیند های بعدی نظیر فرآیند های فیزیکی، شیمیایی و فیزیکی-شیمیایی نیاز دارند. بعلاوه حذف کامل مواد رنگی در این روش ناموفق بوده است، بنابر این لازم است محصولاتی که تحت فرآیند بیولوژیکی قرار گرفته اند بررسی شوند تا برای محیط مضرنباشند. روش الکتروشیمیایی نیز با وجود اینکه سریع است اما نیاز به فرآیند های بعدی نظیر فیلتراسیون یا رسوب گذاری دارد، روش های الکتروشیمیایی حذف رنگزا نیاز به کنترل همه شاخص های فرآیند دارد[۱۵]. در بعضی موارد حذف کامل رنگزا ها به علت تشکیل ترکیبات سمی در طی فرآیند ممکن نیست. روش های الکتروشیمیایی هزینه زیادی دارند و به صرف انرژی زیادی برای حذف رنگزا نیاز است. روش های شیمیایی و فیزیکی نیز هزینه بالایی دارند و این روش ها به تنهایی کارآیی لازم برای تصفیه پساب را ندارند [۱٦, ۱۷].

جذب به دلیل راندمان بالا، سرعت و راحتی فرآیند، آسان بودن و انعطاف پذیری طراحی، یکی از فرآیند های مناسب برای حذف رنگزا است. بعلاوه، جاذب به راحتی بازیافت شده و دوباره استفاده می شود[۱۸]. از نقطه نظراقتصادی نیز فرآیند جذب یک فرآیند کم هزینه و مقرون به صرفه است[۱۲]. پساب های تولید شده پس از فرآیند جذب دارای کیفیت بالایی هستند [۱۹]. در فرآیند جذب آلودگی های موجود در پساب با سطح جاذب تماس پیدا می کند، تقابل بین جاذب و جذب شونده علت ویژگی های جذبی و فیزیکی فرآیند جذب است [۲۰]. جاذب های گسترده ای با قیمت پایین در دسترس هستند. جاذب های گوناگون به طور تجاری در دسترس هستند و برای حذف آلودگی های آلی و غیر آلی با موفقیت استفاده شده اند. کربن فعال یک جاذب پر کاربرد است، تعداد زیادی از جاذب های ارزان قیمت نظیر خاک رس فعال شده با اسید، کیتوسان[1]، زیست توده[2]، خاکستر[3]، دایاتومیت[1] و آلودگی های صنعتی برای حذف رنگزا استفاده شده اند. کربن فعال قابلیت حذف

[1] - chitosan
[2] - Biomass
[3] - fly ash

بسیاری از رنگزا ها را داراست، ولی سختی و هزینه بالای بازیافت کربن فعال کاربرد آن را محدود کرده است.به دلیل هزینه بازیافت زیاد الیاف کربن فعال، تحقیقات بر روی جاذب های ارزان قیمت برای حذف رنگزا از پساب انجام شده است که این جاذب ها عبارتند از: خاک ها [۱۲]، دانه های له شده قهوه یا چای[۲۱]، محصولات جانبی اصلاح شده کشاورزی[۲۲]، مواد زاید صنعتی، مغز الیاف نارگیل [۲۳]،کیتوسان، خاکستر، زغال سنگ نارس، زغال، خاک های معدنی طبیعی و اصلاح شده [۱۲, ۲٤].

در میان همه جاذب های موجود، بنتونیت دارای اهمیت ویژه ای است، بنتونیت یک سیلیکات طبیعی است که اساسا از مونتموریلونیت[۲] تشکیل شده است. ساختار اساسی بنتونیت از دو ورقه تترا هدرال سیلیکا با یک ورقه میانی اکتاهدرال[۳] آلومینیوم تشکیل شده است[۲۵]. بار بین ورقه های اکتا هدرال و تترا هدرال به علت جانشینی ایزومرف Al^{3+}برای Si^{4+} در ورقه تترا هدرال[٤] و Mg^{2+} برای Al^{3+} در ورقه های اکتاهدرال موازنه نیست [۱۸]. جانشینی توسط این یون های والانس با انرژی کمتر موجب ایجاد بار منفی پایدار در ساختار شبکه ای بنتونیت می شود. بار منفی توسط فرآیند بنتونیت با کاتیون هایی نظیر سدیم، کلسیم یا منیزیم موازنه می شود. این کاتیون ها به دلیل پیوند ضعیف با بنتونیت، کاتیون های قابل تعویض در شبکه می باشند[۲۵]. با توجه به نوع کاتیون های قابل تعویض، بنتونیت به صورت تجاری با نام های سدیم بنتونیت یا کلسیم بنتونیت شناخته می شوند [۲٦].

بنتونیت به طور گسترده ای در محصولات و فرآیند های صنایع مختلف نظیر داروسازی، لوازم آرایشی و در حفاری برای اصلاح رئولوژی و کنترل پایداری سیستم به کار می روند[۲۷]. همچنین به عنوان پلاستی سایزر در سرامیک سازی، به عنوان کمک کننده آمولسیفایر در مواد آسفالت، به عنوان ضخیم کننده و گسترش دهنده در نقاشی، به عنوان ماده چسبنده در مخلوط بتن، اسپری باغبانی و حشره کش، به عنوان جاذب برای حذف رنگ و مواد سنگین و در بی رنگ کردن زمین در تصفیه نفت و چربی استفاده می شوند[۲۸]. استفاده گسترده از بنتونیت ممکن است مربوط به ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آن نظیر اندازه کوچک ذرات، ضریب تخلخل بالا، مساحت سطحی بالا و ظرفیت تبادل یونی باشد. بنتونیت ظرفیت جذب خوبی دارد و توانایی جذب آن توسط طبیعت شیمیایی و ساختار حفره ها محدود می شود[۲۹].

---

[1] - diatomite
[2] - montmorillonite
[3] - octahedral
[4]- tetrahedral

علت استفاده گسترده از بنتونیت راحتی اصلاح آن به وسیله روش های ساده است[۳۰]. مفید نبودن بنتونیت در حذف رنگزاهای اسیدی بوسیله محققان گوناگون اثبات شده است[۳, ۱۲, ۲۱, ۲۶, ۲۷]. اگرچه مطالعات نشان داده که بنتونیت در جذب رنگزاهای اسیدی و بازیک موثرتر است[۳۱]. بارمنفی موجود در بنتونیت سبب راندمان کم بنتونیت در حذف رنگزاهای اسیدی می شود [۳۲]، اصلاح بنتونیت سبب افزایش ظرفیت جذب بنتونیت شده و آن را برای حذف رنگزای اسیدی مناسب می سازد[۳۳].

هدف از انجام این تحقیق بررسی جذب رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت اصلاح شده با ماده فعال کننده سطحی کاتیونی است. در این تحقیق ابتدا بنتونیت بوسیله ماده فعال کننده سطحی کاتیونی هایامین عمل شده است و سپس رنگزا بر روی بنتونیت اصلاح شده با ماده فعال کننده سطحی عمل شده است. ایزوترم های فروندلیش، لانگمیر، تمپکین،ردلیش-پیترسون و دوبنین-رودشکویچ بر روی داده های آزمایشگاهی بررسی شده و مقادیر ثابت ایزوترم ها به طور جداگانه محاسبه شده است. همچنین مطالعات سنتیکی برای تعیین دینامیک و مکانیزم فرآیند جذب انجام گرفت.

فصل اول

مروری بر منابع

۱-۱-مقدمه

آلودگی های صنایع رنگرزی بسیار سمی هستند. حذف رنگزاها از پساب های رنگی قبل از تخلیه آن ها به محیط و آب های جاری ضروری است[۳٤]. افزایش بیش از اندازه رنگزا ها در صنایع گوناگون به علت غیر قابل تجزیه بودن این رنگزاها و سمیت بالای آن ها آسیب شدیدی به مجیط زیست وارد کرده است. جذب موثرترین روش برای حذف رنگزا است. جاذب ها نقش اساسی در راندمان فرآیند جذب دارند. بیشترین هزینه در فرآیند جذب مربوط به جاذب ها است. جاذب های گوناگونی در حذف رنگزا ها مورد بررسی قرا گرفته اند، کربن فعال به طور گسترده به عنوان جاذب مورد استفاده قرار گرفته است، اما به علت قیمت بالای آن نیاز به توسعه جاذب های ارزان قیمت است. بنتونیت به علت وجود بار منفی در شبکه خود قادر به حذف مواد دارای بار مثبت است. تحقیقات نشان داده است که بنتونیت برای حذف رنگزای آنیونی مناسب نیست[۳۵].

در این تحقیق به منظور حذف رنگزای آنیونی با استفاده از بنتونیت ، آن با استفاده از ماده فعال کننده سطحی کاتیونی اصلاح شده است. در نتیجه اصلاح بنتونیت ، این ماده که بنتونیت اصلاح شده توسط ماده فعال کننده سطحی کاتیونی نامیده می شود قادر به حذف رنگزای آنیونی می شود . در این پژوهش کینتیک و ایزوترم های جذب ماده فعال کننده سطحی کاتیونی بر روی بنتونیت و رنگزای آنیونی بر روی بنتونیت اصلاح شده در دماهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

۱-۲-مواد رنگزا

مواد رنگزا ترکیباتی هستند که به موادی نظیر الیاف نساجی، چرم، مواد پلاستیکی یا واکس ها رنگ می بخشند[۳٦]. امروزه اکثر رنگزا ها حتی رنگزای طبیعی به صورت مصنوعی تولید می شوند. رنگزاهای مصنوعی دقیقا با ویژگی های متمایزی تولید می شوند، نظیر ایجاد رنگ خاصی در جسم، مقاومت در برابر رنگ پریدگی هنگامی که در معرض نور است، ویژگی های شیمیایی و شستشویی و مقاوت در برابر اسیدها و باز ها[۳۳].

رنگزاها کاربردهای وسیعی دارند و به عنوان ماده رنگ کننده برای مواد مختلفی استفاده می شوند. رنگزاها به طور گسترده ای در رنگرزی الیاف و پلاستیک استفاده می شوند[۳٦]. همچنین در صنایع غذایی، چاپ و چرم استفاده می شوند[۳۷]. اخیرا رنگزاها در رنگ کردن مو نیز به کار برده شده اند[۳۷]. طبقه بندی کاربردی رنگزاها در جدول (۱-۱) مشاهده می شود. رنگزاهای اسیدی به علت وجود گروه های بنزنی و حلقه های آروماتیک در ساختارشان سمی هستند[۳۲]. تماس با پساب

های رنگی ممکن است منجر به مشکلات جدی برای سلامتی و همچنین ایجاد بیماری های ناشی از مواد سمی نظیر آلرژی، بیماری های پوستی و سرطان شود[۳۸, ۳۹]. وجود رنگزا در آب آشامیدنی منجر به کم کاری کلیه، قلب و سیستم عصبی می شود[۱۸]. وجود رنگ در سیستم آبی باعث کاهش عبور نور از سیستم آبی شده که سبب جلوگیری از فوتوسنتز گیاهان آبی می شود[۳۹].

افزایش تخلیه پساب رنگی به عنوان یک بحث محیط زیستی مورد توجه قرارگرفته است. پساب رنگی در چندین مرحله تخلیه می شود. برآورد شده که در طول فرآیند سنتز رنگ ٪(۲-۱) رنگزای تثبیت نشده به داخل پساب تخلیه می شود، بعلاوه ٪(۱۰-۱) رنگزا در طول فرآیند رنگرزی در صنایع به محیط وارد می شود[۱۵]. اساسا پساب صنایع رنگی شامل محلول های رنگی، مواد جامد آلی و غیر آلی حل شده و مواد جامد معلق است[۱٤].رنگ نسبت به آلودگی های دیگر به طور قابل ملاحظه ای برای چشم قابل مشاهده است. رنگ اولین آلودگی است که توجه ها را جلب می کند. حضور حتی ۰/۰۰۵ پی پی ام[1] رنگزا می تواند به راحتی توسط چشم انسان تشخیص داده شود[٤۰, ٤۱].

جدول۱-۱-طبقه بندی کاربردی رنگزا ها

نوع رنگزا	نمونه	کاربرد
رنگزا های اسیدی	Methyl orang , congo red , Acid red	پشم، پنبه، پلی اورتان، نایلون
رنگزا های بازیک	Aniline yellow , butter yellow , methylene blue	نایلون، پلی استر
رنگزا های مستقیم	Martius yellow	پنبه، ریون، پشم، ابریشم، نایلون
رنگزا های دیسپرس	Celliton fast pink B	پلی آمید، پلی استر
رنگزا های ری اکتیو	Procion dye	پنبه، پشم، ابریشم
رنگزا های خمی	Indigo , Benzanthrone	پشم، ماده رنگی غذا
دندانه ای	Alizarin	پنبه، پشم
اینگرین	Para Red	پنبه، سلولز

[1] - Part per million (ppm)