

تصفیه ی پساب صنایع به منظور کاهش میزان آلودگی منابع آب زیرزمینی

محمد میر جلیلی^۱، زهره صمدی^۲

برزو پریچهره^۳، زینب عباسی^۴

تاریخ دریافت: تاریخ پذیرش:

چکیده

یکی از مشکلات بوجود آمده برای جوامع بشری، به دنبال توسعه ی واحد های صنعتی، مشکل آلودگی محیط زیست، بویژه آلوده شدن منابع آب زیر زمینی تحت تأثیر فاضلاب این واحدها می باشد. فاضلاب واحد های صنعتی، بخصوص کارخانه های صنایع شیمیایی و نساجی، محتوی مقادیر زیادی مواد آلی می باشد. در این تحقیق میزان قابلیت فعال سازی کاتولن به عنوان یک ماده ی جاذب در جذب رنگ به وسیله ی مواد اسیدی مختلف، و همچنین تأثیر عوامل مختلف چون pH، دما، غلظت ماده ی جاذب و زمان عملیات بر جذب رنگهای کاتیونیک و آنیونیک از پساب واحد های نساجی مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان می دهند که کاتولن فعال شده در حضور HClO_4 قادر به جذب رنگهای آنیونیک با درصد جذب ۹۸/۳۶، و رنگهای کاتیونیک با درصد جذب ۹۶/۴۱، است. ضمناً، حداکثر میزان جذب در pH عملیاتی^۳، بدون توجه به نوع رنگ حاصل شده، دمای عملیات و غلظت ماده ی جاذب در جذب رنگهای آنیونیک تأثیر چندانی نداشته، و در خصوص رنگهای کاتیونیک، افزایش آن منجر به افزایش جذب رنگ از پساب می گردد.

واژه های کلیدی: پساب، کاتولن، رنگ آنیونیک، رنگ کاتیونیک

۱ - استادیار دانشکده ی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد.
۲ - کارشناس شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد.
۳ - کارشناس نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد.
۴ - دانشجوی کارشناسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد.

مقدمه

بعضی از مواد معدنی خصوصیات جذب مواد آلی، از جمله رنگینه ها را دارا می باشند. از جمله این مواد کربن فعال، بنتونیت، کائولن، تالک و خاک اره می باشند.

کائولن از مهمترین کانی های رسی، و از جمله سیلیکاتهای آلومینیومی بوده و ممکن است یک یا چند کاتیون دیگر نیز در ساختمان آن وجود داشته باشد. ساختار اصلی آن شبکه ای دو لایه ای، عبارت از یک صفحه گیسیت و یک صفحه سیلیس چهار وجهی است. کائولن با افزایش آب منبسط نمی گردد و در برابر بیشتر سیالات خورنده مقاوم است. رنگ نوع خالص آن سفید است. کائولن از تخریب سیلیکاتهای آلومینیوم ایجاد می شود. کائولن در انحلال یونی، آگیری کرده و آبکافت^۱ می شود [۱،۲].

ویژگی مقاوم بودن این ماده در برابر سیالات خورنده باعث می شود که نسبت به محیط خود در ابتدا بی اثر بوده، و وارد واکنش نشدن سریع با محیط از جمله خواص آن است. این ماده در طبیعت به صورت فعال وجود ندارد، ولی می توان با استفاده از روشهای خاصی آن را فعال کرد و خصوصیات آن را بهبود بخشید. از روشهایی که برای فعال سازی کائولن پیشنهاد شده است می توان به جایگزینی سدیم به جای کلسیم و اضافه کردن اسید اشاره کرد [۳،۴].

رنگینه های اسیدی نمکهای سدیم، و در مواردی پتاسیم اسید سولفونیک و یا کربوکسیلیک ترکیبات آلی رنگی می باشند، که بیش از نیمی از آنها از نوع آزو و بقیه آنتراکینون و تری آریل متان و آزین و... می باشند. این رنگینه ها در آب حل گردیده، به صورت آنیون در آمده، و در ترکیب با مواد مازوجی رسوب نمی دهند.

در رنگینه های بازی حداقل یکی از گروه های انتهایی، یک گروه چهار گانه نیتروژن دار است. این رنگها از دسته رنگهای آنیونیل متان و تری فنیل متان بوده و از مشتقات آزو و تری آریل متان و یا آنتراکینون هستند؛ در آب محلول بوده و در برابر مواد مازوجی و قلیایی رسوب می دهند. بار مثبت این گونه رنگها با توجه به این که کائولن دارای بار منفی می باشد بسیار حائز اهمیت است.

در این تحقیق ابتدا اقدام به فعال سازی کائولن شده، سپس اثرات کائولن و کائولن فعال شده در جذب رنگهای کاتیونیک و آنیونیک در شرایط مختلف عملیات مورد بررسی قرار گرفته است.

آزمونها

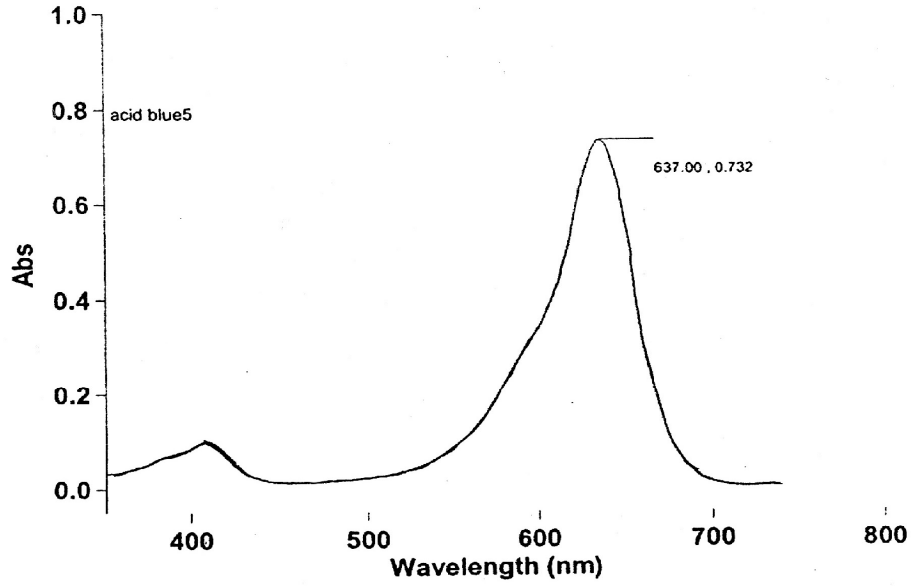
در این تحقیق دو نمونه پساب رنگی محتوی رنگینه آنیونی (Acid Sky Blue A) و کاتیونی (Anilan) (Blue GRL) به منظور بررسی میزان تأثیر کائولن فعال شده و غیر فعال در جذب رنگ از پساب مورد استفاده قرار گرفته است.

اندازه گیری میزان λ_{max}

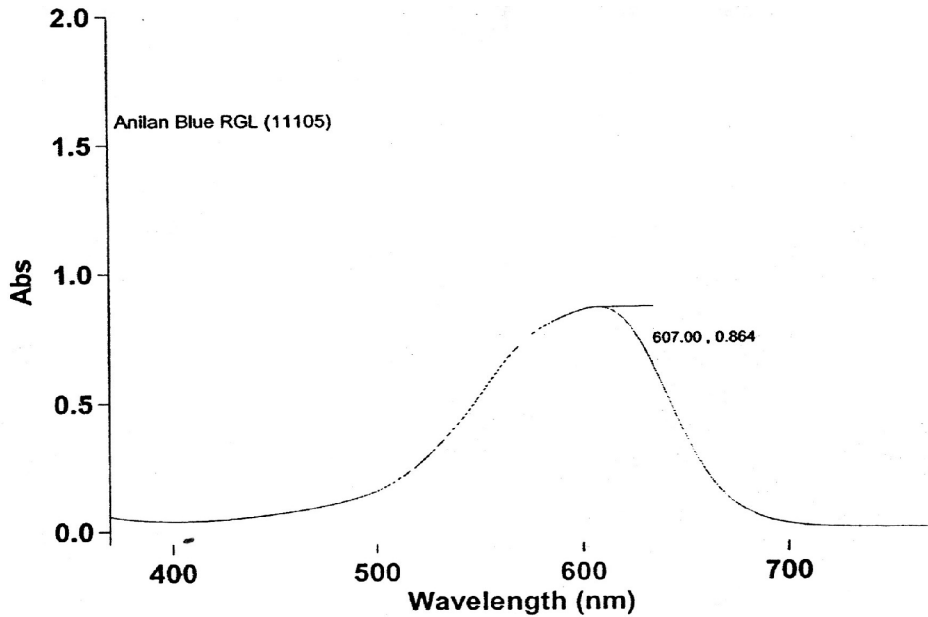
ابتدا منحنی λ_{max} و واسنجی^۲ این رنگینه ها در دامنه ی طول موج ۳۷۰ الی ۸۰۰nm مورد اندازه گیری قرار گرفت، که منحنی جذب مربوطه در شکلهای ۱ و ۲ ارائه شده اند.

² - calibration

¹ - hypertrolysis



شکل ۱- منحنی جذب رنگ آنیونی Acid Sky Blue A، $\lambda_{\max} = 637 \text{ nm}$



شکل ۲- منحنی جذب رنگ کاتیونی Anilan Blue GRL، $\lambda_{\max} = 607 \text{ nm}$

هوادهی در طول آزمایش است، این زمان کمک می کند که رسوب به طور کامل تشکیل گردد. مقدار جذب نمونه های تحت عملیات قرار گرفته در بیشترین طول موج رنگ با استفاده از دستگاه طیف سنج تعیین می گردد. نتایج به دست آمده در جداول ۱ و ۲، و شکل‌های ۳ و ۴ ارائه شده اند.

فعال سازی کائولن

فعال سازی کائولن به روشهای مختلفی به شرح زیر قابل اجرا است:

۱- روشهای حرارتی (برای کربن بیشتر استفاده می گردد)

۲- جایگزینی سدیم به جای کلسیم (که در این روش از NaCl اشباع، و همچنین NaOH استفاده می گردد)،

۳- اضافه کردن به کمک اسیدها (HCl, H₂SO₄, HClO₄ و H₃PO₄).

۴- روشهای فعال سازی آلی (در این روش گونه هایی با بار مثبت به جای کاتیونهای میان لایه ای قرار می گیرند).

در این تحقیق، کائولن به روشهای مختلف ذکر شده فعال گردیده است،

به این منظور مقدار ۱۰ گرم کائولن در محلولی محتوی ترکیبات فعال کننده ی اسیدی و روش جایگزینی سدیم به جای کلسیم به طوری که حالت اشباع پیدا کند وارد، و به مدت یک ساعت در محلول نگهداشته می شود. سپس کائولن از محلول خارج شده، با آب مقطر خوب شستشو، و سپس خشک می گردد.

جذب رنگ آنیونیک و کاتیونیک با کائولن

ابتدا محلول یک گرم بر لیتر رنگینه ی آنیونیک (Acid Sky Blue A) و کاتیونیک (Anilan Blue) (GRL) تهیه شده، و سپس اندازه ی جذب نمونه ی اولیه در λ_{max} بدست آمده با کاربرد دستگاه طیف سنج^۱ مشخص گردید. وزن مشخصی از جاذبها را به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط به حجم مشخصی از رنگ وارد کرده، همزمان با شروع عملیات جذب از سامانه ی هوادهی به منظور دستیابی به اهداف الف - اکسید کردن سریع مواد آلی و

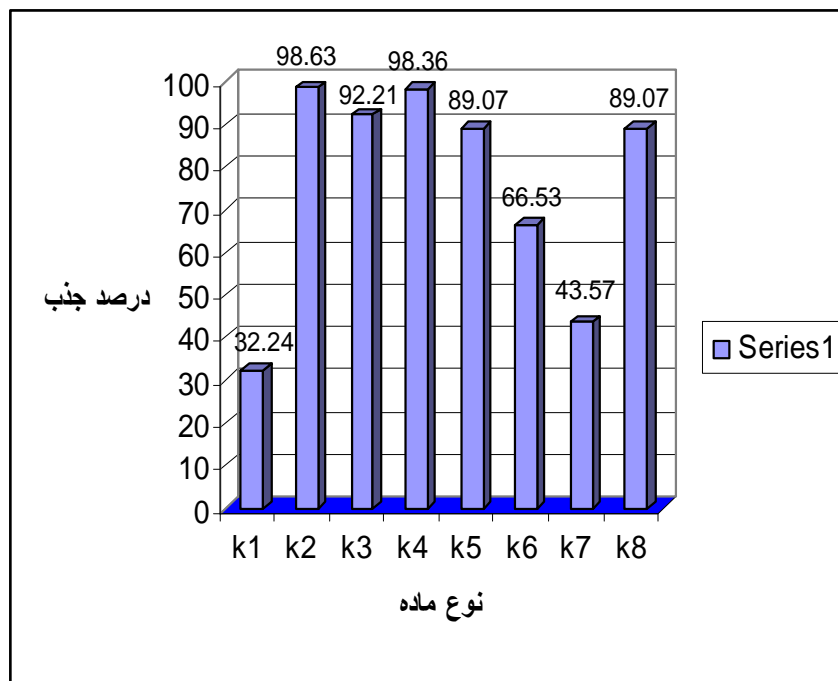
ب - انعقاد مواد معلق ریز و کلوییدی، به صورتی که به سرعت قابل ته نشینی هستند، استفاده گردید.

در پایان نمونه ها صاف شده و در ظروف جداگانه ای به مدت چند ساعت نگهداری شدند. دلیل این اقدام امکان تشکیل رسوب رنگی هنگام اجرای در عملیات جذب -

¹ - spectrophotometer

جدول ۱- میزان جذب پساب محتوی رنگ آنیونیک با استفاده از کائولن فعال شده با کاربرد شیوه های مختلف

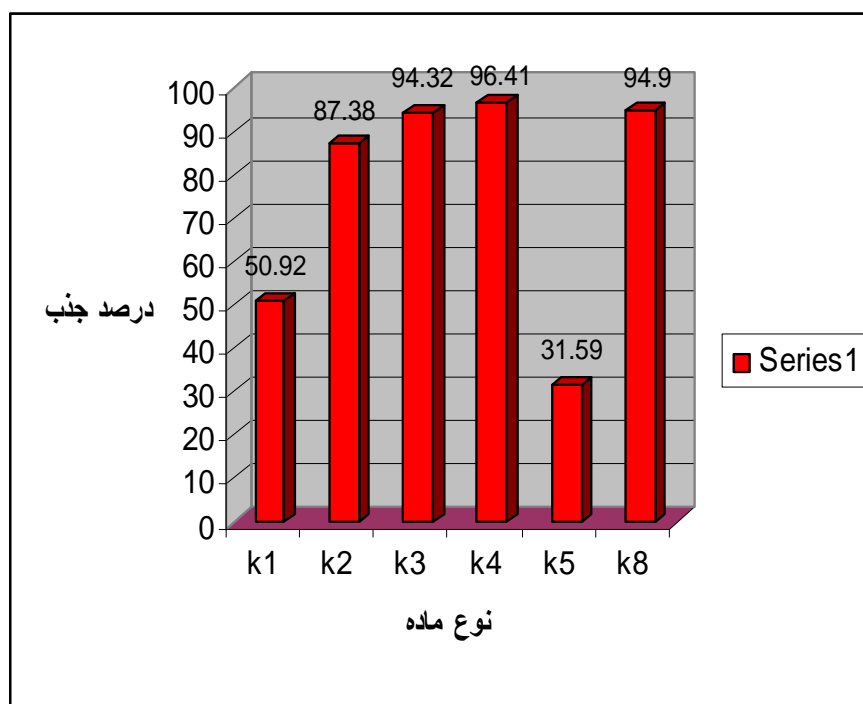
شاخص	نوع نمونه	A0	A	ΔA	در صد جذب
K ₁	کائولن معمولی	۰/۷۳۲	۰/۴۹۶	۰/۲۳۶	٪۳۲/۲۴
K ₂	فعال شده با HCl	۰/۷۳۲	۰/۰۱	۰/۷۲۲	٪۹۸/۶۳
K ₃	فعال شده با H ₂ SO ₄	۰/۷۳۲	۰/۰۵۷	۰/۶۷۵	٪۹۲/۲۱
K ₄	فعال شده با HClO ₄	۰/۷۳۲	۰/۰۱۲	۰/۷۲	٪۹۸/۳۶
K ₅	فعال شده با H ₃ PO ₄	۰/۷۳۲	۰/۰۸	۰/۶۵۲	٪۸۹/۰۷
K ₆	فعال شده با NaOH	۰/۷۳۲	۰/۲۴۵	۰/۴۸۷	٪۶۶/۵۳
K ₇	فعال شده با NaCl	۰/۷۳۲	۰/۴۱۳	۰/۳۱۹	٪۴۳/۵۷
K ₈	فعال شده با CH ₃ COOH	۰/۷۳۲	۰/۰۸	۰/۶۵۲	٪۸۹/۰۷



شکل ۳- نمودار ستونی تغییر میزان جذب پساب محتوی رنگ آنیونیک عمل شده با کائولن فعال شده در شرایط مختلف

جدول ۲- میزان جذب پساب محتوی رنگ کاتیونیک با استفاده از کائولن فعال شده با کاربرد شیوه های مختلف

شاخص	نوع نمونه	A0	A	ΔA	در صد جذب
K ₁	کائولن معمولی	۰/۸۶۴	۰/۴۲۴	۰/۴۴	٪۵۰/۹۲
K ₂	فعال شده با HCl	۰/۸۶۴	۰/۱۰۹	۰/۷۵۵	٪۸۷/۳۸
K ₃	فعال شده با H ₂ SO ₄	۰/۸۶۴	۰/۰۴۹	۰/۸۱۵	٪۹۴/۳۲
K ₄	فعال شده با HClO ₄	۰/۸۶۴	۰/۰۳۱	۰/۸۳۳	٪۹۶/۴۱
K ₅	فعال شده با H ₃ PO ₄	۰/۸۶۴	۰/۵۹۱	۰/۲۷۳	٪۳۱/۵۹
K ₆	فعال شده با NaOH	۰/۸۶۴	۱/۱۴۱	-----	-----
K ₇	فعال شده با NaCl	۰/۸۶۴	۱/۹۶۴	-----	-----
K ₈	فعال شده با CH ₃ COOH	۰/۸۶۴	۰/۰۴۴	۰/۸۲	٪۹۴/۹۰



شکل ۴- نمودار ستونی تغییر میزان جذب پساب محتوی رنگ کاتیونیک عمل شده با کائولن فعال شده در شرایط مختلف

تغییرات pH از اهمیت خاصی برخوردار است. به منظور بررسی تأثیر pH در میزان جذب رنگ، کاتولن فعال شده با استفاده از HClO_4 به عنوان بهترین شرایط جاذب استفاده گردید، و میزان جذب رنگهای فوق در pH های مختلف به وسیله ی این ماده اندازه گیری شد. نتایج به دست آمده در جداول ۳ و ۴، و شکل های ۵ و ۶ ارائه شده اند.

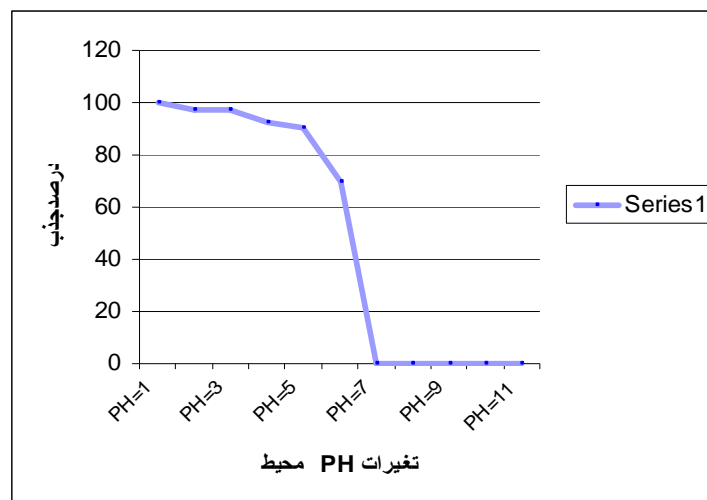
تأثیر تغییرات pH محیط بر میزان جذب رنگ از

پساب

با توجه به کاربرد رنگینه های مختلف در پسابهای صنعتی، و احتمال وجود مواد تعاونی متفاوت، pH پسابهای صنعتی متفاوت می باشد به طور مثال، بسته به نوع رنگرزی الیاف در کارخانه های نساجی، پسابهایی با pH های متفاوتی بدست می آید، به دلیل این تغییرات، بررسی تأثیر میزان جذب رنگ به وسیله ی جاذب بر اثر

جدول ۳- تأثیر pH محیط بر میزان جذب رنگ آنیونیک با کاتولن فعال شده در حضور HClO_4 .

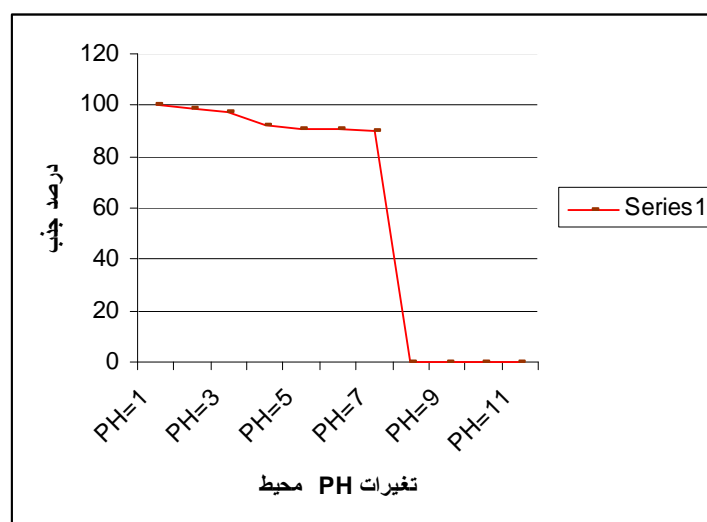
pH	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
A	۰/۰۲۰	۰/۰۲۱	۰/۰۵۶	۰/۰۷۱	۰/۲۲	۲/۴۷	۲/۴۷	۲/۴۷	۲/۴۷	۲/۴۷
A0	۰/۷۳۲	۰/۷۳۲	۰/۷۳۲	۰/۷۳۲	۰/۷۳۲	۰/۷۳۲	۰/۷۳۲	۰/۷۳۲	۰/۷۳۲	۰/۷۳۲
ΔA	۰/۷۱۲	۰/۷۱۱	۰/۶۷۶	۰/۶۶۱	۰/۵۱۲	---	---	---	---	---
درصد جذب	۹۷/۲۶	۹۷/۱۳	۹۲/۳۴	۹۰/۳۰	۶۹/۹۴	---	---	---	---	---



شکل ۵- تغییرات میزان جذب پساب رنگ آنیونیک در حضور کاتولن فعال شده با HClO_4 در pH های مختلف

جدول ۴- تأثیر pH محیط بر میزان جذب رنگ کاتیونیک با کائولن فعال شده در حضور HClO_4 .

pH	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
A	۰/۰۱۱	۰/۰۳۶	۰/۰۶۸	۰/۰۷۹	۰/۰۸۲	۰/۰۸۵	۲/۴۷	۲/۴۷	۲/۴۷	۲/۴۷
A0	۰/۸۶۴	۰/۸۶۴	۰/۸۶۴	۰/۸۶۴	۰/۸۶۴	۰/۸۶۴	۰/۸۶۴	۰/۸۶۴	۰/۸۶۴	۰/۸۶۴
ΔA	۰/۸۵۳	۰/۸۳۸	۰/۷۹۶	۰/۷۸۵	۰/۷۸۲	۰/۷۷۹	---	---	---	---
درصد جذب	۹۸/۷۲	۹۶/۹۹	۹۲/۱۲	۹۰/۸۵	۹۰/۵۰	۹۰/۱۶	---	---	---	---



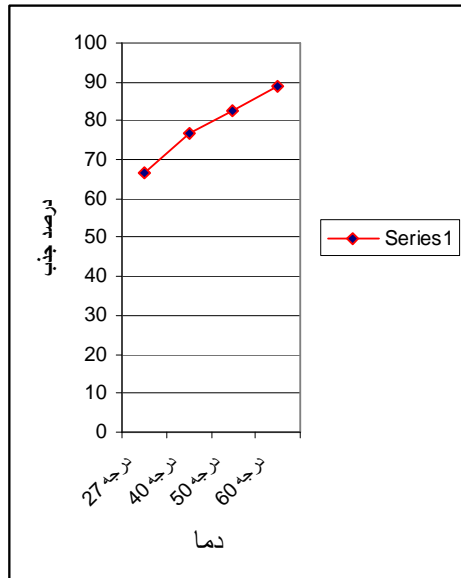
شکل ۶- تغییرات میزان جذب پساب رنگ کاتیونیک در حضور کائولن فعال شده با HClO_4 در pH های مختلف

مختلف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج برای دو رنگینه مصرفی در شکل ۷ ارائه شده اند.

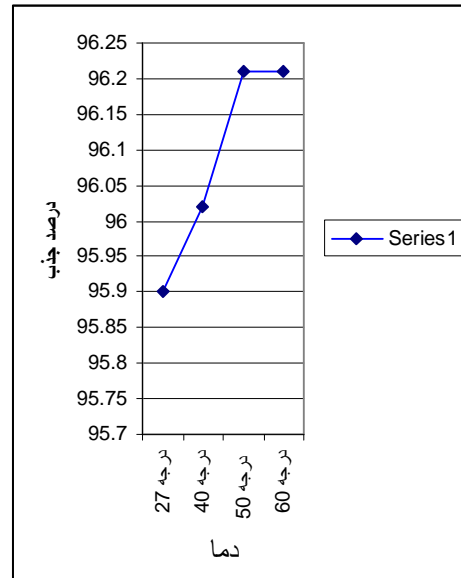
تأثیر دمای محیط بر میزان جذب

پسابهای صنعتی بعد از خروج از کارخانه ها معمولاً دارای دمای زیادی می باشند. نظر به این که تمامی بررسی های قبل در دمای آزمایشگاه انجام شده بود، در این جا بررسی تأثیر تغییرات دمای محیط بر میزان جذب رنگ مورد مطالعه قرار گرفته است.

در این مرحله نیز از بهترین نتیجه ی کائولن فعال شده استفاده گردیده و قابلیت جذب رنگ آن در دماهای



(الف) رنگ آنیونیک



(ب) رنگ کاتیونیک

شکل ۷- تغییرات میزان جذب پساب رنگ آنیونیک (الف) و رنگ کاتیونیک (ب) در حضور کاتولن فعال شده با HClO_4 در دماهای مختلف

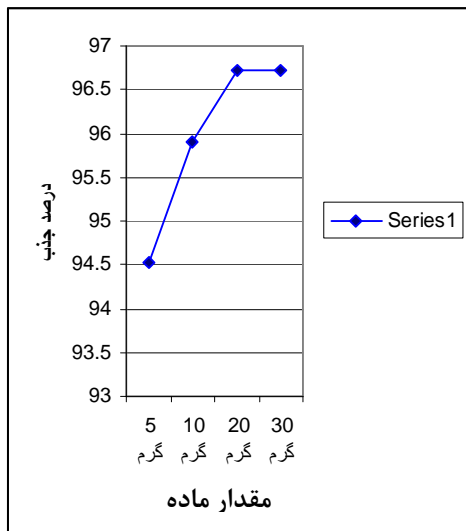
درصد جذب از مقادیر مختلف جذب در پساب ثابت استفاده گردید. نتایج در جدول ۵، و شکل ۸ ارائه شده اند.

تأثیر مقدار جذب بر میزان جذب

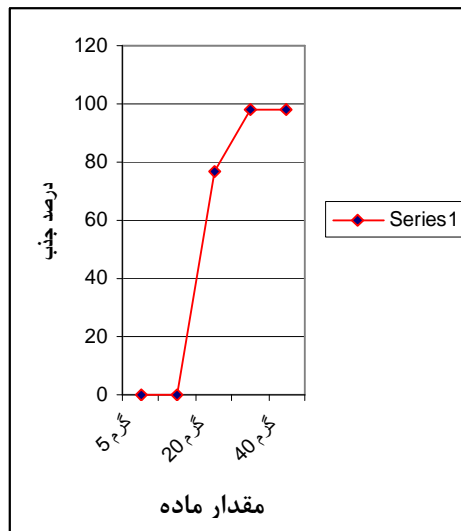
در مراحل قبل، از ماده ی جذب در حد اشباع استفاده شده بود، برای بررسی تأثیر مقدار جذب بر

جدول ۵- تغییرات مقدار ماده ی جذب فعال شده در حضور HClO_4 بر میزان درصد جذب رنگ از پساب .

نوع رنگ	مقدار جذب	A0	A	ΔA	درصد جذب
آنیونیک	۵ گرم	۰/۷۳۲	۰/۰۴	۰/۶۹۲	۹۴/۵۳
آنیونیک	۱۰ گرم	۰/۷۳۲	۰/۰۳	۰/۷۰۲	۹۵/۹۰
آنیونیک	۲۰ گرم	۰/۷۳۲	۰/۰۲۴	۰/۷۰۸	۹۶/۷۲
آنیونیک	۳۰ گرم	۰/۷۳۲	۰/۰۲۴	۰/۷۰۸	۹۶/۷۲
کاتیونیک	۵ گرم	۰/۸۶۴	۱/۶۱۷	----	----
کاتیونیک	۱۰ گرم	۰/۸۶۴	۱/۱۳۴	----	----
کاتیونیک	۲۰ گرم	۰/۸۶۴	۰/۲	۰/۶۶۴	۷۶/۸۵
کاتیونیک	۳۰ گرم	۰/۸۶۴	۰/۰۱۸	۰/۸۴۶	۹۷/۷۱
کاتیونیک	۴۰ گرم	۰/۸۶۴	۰/۰۱۸	۰/۸۴۶	۹۷/۷۱



الف- رنگ آنیونیک



ب- رنگ کاتیونیک

شکل ۸- تغییرات میزان جذب پساب رنگ آنیونیک (الف) و رنگ کاتیونیک (ب) در حضور مقادیر مختلف ماده ی جاذب

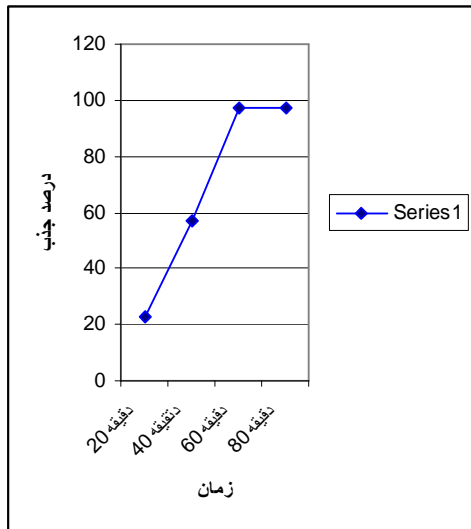
دقیقه در حضور کاتولن فعال شده با استفاده از HClO_4 اجرا شد. نتایج در جدول (۶) و شکل ۹ ارائه شده اند.

تأثیر زمان بر میزان جذب

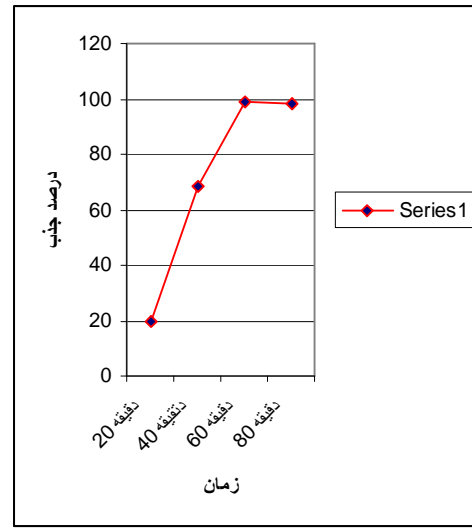
برای بررسی تأثیر زمان بر میزان جذب، عملیات جذب در شرایط بهینه در زمان های ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰

جدول ۶- تأثیر زمان جذب بر میزان جذب رنگ از پساب .

نوع رنگ	زمان	A0	A	ΔA	درصد جذب
آنیونیک	۲۰ دقیقه	۰/۷۳۲	۰/۵۶	۰/۱۷۲	۲۳/۴۹
آنیونیک	۴۰ دقیقه	۰/۷۳۲	۰/۳۱۷	۰/۴۱۵	۵۶/۶۸
آنیونیک	۶۰ دقیقه	۰/۷۳۲	۰/۰۲۰	۰/۷۱۲	۹۷/۲۶
آنیونیک	۸۰ دقیقه	۰/۷۳۲	۰/۰۱۹	۰/۷۱۳	۹۷/۴۰
کاتیونیک	۲۰ دقیقه	۰/۸۶۴	۰/۶۹	۰/۱۶۹	۱۹/۶۳
کاتیونیک	۴۰ دقیقه	۰/۸۶۴	۰/۲۶	۰/۵۹۴	۶۸/۷۸
کاتیونیک	۶۰ دقیقه	۰/۸۶۴	۰/۰۱۱	۰/۸۵۳	۹۸/۷۲
کاتیونیک	۸۰ دقیقه	۰/۸۶۴	۰/۰۱۲	۰/۸۵۲	۹۸/۶۱



الف- رنگ آنیونیک



ب- رنگ کاتیونیک

شکل ۹- تغییر میزان جذب پساب رنگ آنیونیک (الف) و رنگ کاتیونیک (ب) در زمان های مختلف عملیات.

دمای عملیات و غلظت ماده ی جاذب در حذف رنگ آنیونیک از پساب تأثیر چندانی نداشته، در حالی که این دو عامل در جذب رنگ کاتیونیک از حمام مؤثر بوده و بهترین بازده ی جذب معادل $8/88\%$ در دمای 60°C و $97/71\%$ در غلظت 30 گرم از ماده ی جاذب حاصل شده است زمان عملیات نیز بر اساس نتایج به دست آمده بر روی میزان جذب رنگ از پساب مؤثر می باشد. ضمناً، در روش تصفیه ی پساب به کمک جاذبها، مقداری لجن تولید می شود که دفع آن به روشهای ساده ای امکان پذیر است.

نتیجه گیری

استفاده از اسیدها بویژه HClO_4 ، به منظور فعال سازی کاتولن به عنوان یک ماده ی جاذب در جذب رنگ از پساب واحد های نساجی در مقایسه با سایر روشهای فعال سازی مناسب ترین روش است، ضمن آن که حذف رنگ از پساب واحد های نساجی به کمک مواد جاذب دارای مزیت هایی از نظر قیمت و نداشتن مشکلات جنبی نیز می باشد. همان گونه که ملاحظه گردید، pH عملیات بر میزان جذب رنگ از پساب تأثیر داشته، و بهترین بازده ی جذب برای رنگهای آنیونیک و کاتیونیک در pH ۳، به ترتیب معادل $98/36$ و $96/41$ درصد بدست آمده است.

منابع

- 1- Acemioglu, BI. 2004. Adsorption of Congo red from aqueous solution onto calcium- rich fly ash. *Colloid Interf. Sci.* 274:371-379
- 2- Montanher S.F. , Oliveira, E.A., Rollemberg M.C. 2005. Removal of metal ions from aqueous solutions by sorption onto rice bran, *J. Hazard.*
- 3- Gong, R., Jin, Y., Chen, J, Hu, Y, Sun, J. 2007. Removal of basic dyes from aqueous solution by sorption on phosphoric acid modified rice straw. *Dye Pigment* 733: 332-337.
- 4- Janos, P., Sedivy P, Ryznarova, M. 2005. Sorption of basic and acid dyes from aqueous solution onto oxihumolite, *Chemosphere*119: 881-886.