دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی کاربرد شیمی در محیط زیست

**سال سوم، شماره‌ی ۱۳**
**زمستان ۱۳۹۱، صفحات ۷۷-۷۱**

# مطالعه حذف رنگ مالاخیت سبز با استفاده ازجذب برروی نانوذرات آلفاآلومینای فعال شده*

رقیه زرین‌کمر
دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، ایران

پروین غربانی
گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، ایران

## چکیده

در این مقاله از آلفا آلومینای فعال شده برای حذف رنگ کاتیونی مالاخیت سبز استفاده شده است. در فرایند حذف رنگ مالاخیت سبز اثر پارامترهای مختلف مثل غلظت محلول رنگ، زمان تماس، pH، دوز جاذب و دما بررسی شد. هم‌چنین pH نقطه صفر بار جاذب نیز تعیین شد. نتایج نشان داده که فرایند جذب در ۱۰دقیقه به تعادل می‌رسد و مقدار حذف با افزایش دوز جاذب وpH افزایش می‌یابد. نتایج آزمایشات نشان داد که ۰/۱g/۲۵۰ml از آلفا آلومینای فعال شده قادر به حذف ۵۵/۰۵٪ از رنگ در غلظت اولیه ۵۰mg/l ودر pH=۱۰ است نتایج نشان داد که آلفا آلومینای فعال شده می‌تواند به عنوان جاذب برتر در حذف رنگ مالاخیت سبز از محلول‌های آبی به‌کار رود .

**کلید واژه‌ها:** آلفاآلومینا- رنگ مالاخیت سبز – جاذب.

* این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد می‌باشد.

**مقدمه**

آب شرط وجود حیات است و اکثر واکنش‌های شیمیایی در محیط آبی صورت می‌گیرد. این مایع بی‌رنگ یکی از خالص‌ترین مواد موجود در روی کره زمین و در عین حال از پیچیده‌ترین محلول‌هاست. آب به‌عنوان مهم‌ترین ماده طبیعت و حیاتی‌ترین رکن زندگی جوامع انسانی، همواره اهمیت بسیار زیادی در سلامت جامعه ایفا نموده است[۱]. آلاینده‌های مختلفی اعم از ترکیبات آلی و معدنی موجب ایجاد آلودگی‌های آب می‌شودکه در این میان رنگ‌ها گروهی از مواد آلی پیچیده هستند[۲]. برای حذف آلاینده های رنگی از روش‌های متفاوتی استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به روش‌های فیلتراسیون غشائی، اکسیداسیون پیشرفته، انعقاد و ته‌نشینی، بیولوژیکی و جذب سطحی اشاره کرد. صنایع رنگ سازی و رنگرزی قدمتی دیرینه دارد. بسیاری از محصولات مصرفی در جوامع پیشرفته به منظور داشتن ظاهری زیبا با جذابیت عمومی و قابل قبول برای مصرف نهایی رنگ می‌شوند و ممکن است آن‌ها را بر حسب ساختمان شیمیایی یا روش کاربرد مثلا در رنگرزی و چاپ مصنوعات نساجی، رنگرزی چرم و پوست، کاغذ سازی، رنگرزی پلاستیک‌ها و ... طبقه‌بندی نمود، ولی به هر حال استفاده از هر کدام از این طبقه بندی‌ها به نوبه خود در بسیاری از شرایط لازم و کمک کننده می باشند. تا حدود دو قرن پیش در سراسر جهان از رنگ‌های طبیعی استفاده می‌شد. بعد از آن رنگ‌های مصنوعی کم‌کم جای‌گزین رنگ‌های طبیعی شدند. رنگ مالاخیت سبز یکی از مشهورترین رنگ‌های کاتیونی با فرمول شیمیایی $C_{23}H_{25}ClN_2$ است که توسط حرارت دادن بنز آلدئید به مقدار اضافی و N –دی‌متیل آنیلین در زیر رفلاکس با محلول آب و اسید کلریدریک حاصل می‌گردد[۳]. رنگ مالاخیت سبز به طور گسترده برای رنگ رزی چرم و پشم وکنف وابریشم ودر نوشیدنی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و هم‌چنین به عنوان ماده انگل کش، قارچ کش و عامل ضد باکتریایی استفاده می‌شود[۴]. آلومینا یک ماده متخلخل است و به طور گسترده در کاربردهای شیمیایی و برای فرایندهای مختلف مانند ایزومریزاسیون، هیدرژناسیون، پلیمریزاسیون و فرایندهای پیش تغلیظ بر اساس جداسازی در پدیده جذب و در صنایع پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد[۵].

جذب سطحی و واجذب دو مرحله از مهم‌ترین مراحل واکنش‌های کاتالیزوری نا همگن سیال –جامد به شمار می روند. معادلات ایزوترم جذب سطحی متعددی در ارتباط با جذب گازها و مایعات بر روی سطوح جامدات معرفی شده‌اند که در ادامه به معرفی سه ایزوترم لا نگمویر، فروندلیچ و تمکین در ارتباط با جذب سطحی مایع - جامد می‌پردازیم. مدل‌های سینتیکی مختلفی برای بررسی داده‌های سینتیکی فرایند جذب سطحی و تعیین مرحله کنترل کننده سرعت مورد استفاده قرار می‌گیرد که مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به مدل سینتیکی شبه درجه اول لاگرگرین و مدل سینتیکی شبه درجه دوم ظاهری هوس اشاره نمود [۶].

## روش آزمایش

ابتدا نانوذرات آلومینا عامل‌دار شده تهیه و سپس اثر این نانو ذرات به عنوان جاذب در جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز مطالعه شد. بدین ترتیب که بعد از تهیه محلول مادر و تعیین طول موج جذب ماکزیمم مالاخیت سبز، اثر پارامترهای مؤثر بر فرایند حذف رنگ از محلول-های آبی (مدت زمان تماس، مقدار جاذب، pH، غلظت اولیه واثر دما ) مورد بررسی قرار گرفت.

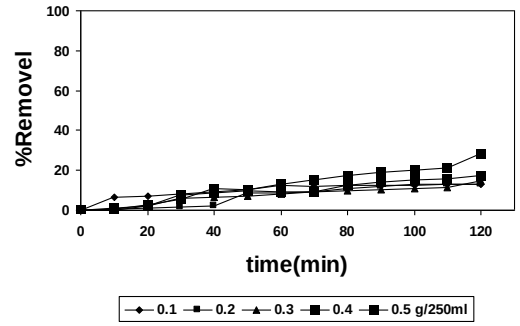
### الف-تهیه نانوذرات آلومینای عامل‌دار شده

برای تهیه نانوذرات عامل‌دار ابتدا ۱۰۰ml آب مقطر در داخل بشر ۲۵۰ml می‌ریزیم تا به دمای جوش رسانیده شود، سپس در حالی که محتویات بشر روی همزن مغناطیسی هم زده می‌شد، سالسلیک اسید به آرامی به آن اضافه شد تا محلول اشباع حاصل شود، بعد از تهیه محلول اشباع حدود ۲g از نانو ذرات آلومینا بر روی محلول اشباع اضافه شد و به مدت ۶۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه هم‌زده شد سپس محتویات بشر از کاغذ صافی عبور داده شد و بعد از سه مرتبه شستشو با آب مقطر به مدت نیم ساعت درداخل آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد قرار داده شد تا پودر مورد نظر حاصل شود.

### ب-بررسی نتایج تاثیر مقدار دوز جاذب (آلفا آلومینای خالص)

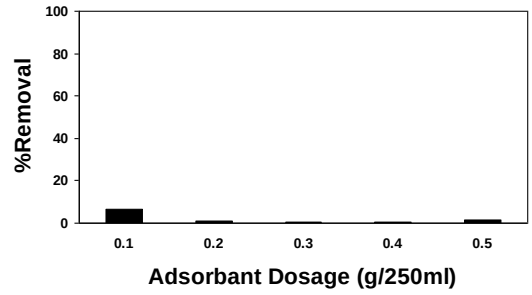
برای مطالعه اثر مقدار جاذب در میزان جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز، آزمایشات در پنج مقدار مختلف نانوذرات آلومینا عامل‌دار شده (۰/۱g،۰/۲، ۰/۳، ۰/۴،۰/۵g)و ۲۵۰میلی لیتر محلول رنگ مالاخیت سبز با غلظت ۵۰پی پی ام، در مدت زمان تعادلی ۱۲۰دقیقه انجام شد.

نتایج حاصل از جذب رنگ مالاخیت سبز بر روی سطح مقادیر مختلفی از نانو ذرات آلفا و گاما آلومینا در نمودار ۱و ۲آورده شده است. و با توجه به نمودار ۱و۲، چون میزان درصد تخریب با این نانوذرات کم بود آن‌ها را با اسید سالسلیک عامل‌دار کردیم. سپس اثر پارامترهای عملیاتی با استفاده از این دو نوع جاذب عامل‌دار شده در حذف رنگ مالاخیت سبز مورد بررسی قرار خواهد گرفت .




شکل۱: اثر دوز جاذب در جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز بر روی آلفا آلومینا

$[MG]_0$=50ppm ; pH=3.2 ; T=25



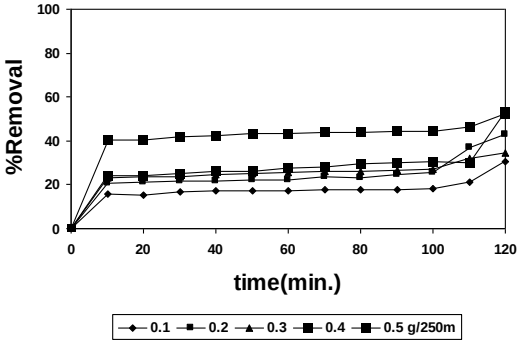

شکل۲: اثر دوز جاذب در جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز بر روی آلفا آلومینا

$[MG]_0$=50ppm ; pH=3.2 ; T=25±2 $^0$C ;t=10min

### ج-بررسی نتایج تاثیر مقدار دوز جاذب عامل دار شده و مدت زمان تماس

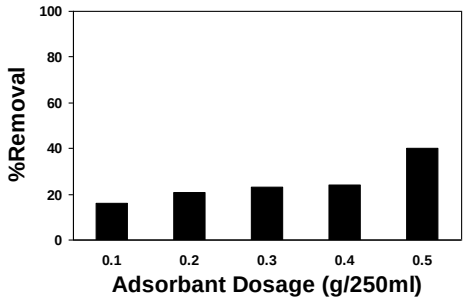
برای مطالعه اثر مقدار جاذب و مدت زمان تماس در میزان جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز ، آزمایشات در پنج مقدار مختلف نانوذرات آلفا آلومینا عامل‌دار شده (۰/۱g،۰/۲، ۰/۳، ۰/۴،۰/۵g) و ۲۵۰میلی لیتر محلول رنگ مالاخیت سبز با غلظت ۵۰پی پی ام، در مدت زمان تعادلی ۱۲۰دقیقه انجام شد. با توجه به نمودارهای به‌دست آمده در شکل ۳ و۴ می‌توان نتیجه گرفت که میزان جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز بر روی نانو ذرات الفا آلومینای عامل دار شده افزایش می‌یابد. دلیل این افزایش را می‌توان چنان بیان کرد که با افزایش میزان ذرات جاذب ۰/۵ g /۲۵۰mL– ۰/۱ تعداد جایگاه‌های فعال موجود بر روی نانو ذرات آلومینا و در نتیجه سطح تماس افزایش یافته و درصد جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز بالا می‌رود. لذا برای آلفا

آلومینای عامل دار زمان ۱۰دقیقه را به عنوان لحظه تعادل در نظر گرفتیم. دلیل این افزایش را می‌توان چنان بیان کرد که با افزایش میزان ذرات جاذب ۰/۵ g /۲۵۰mL /۱-۰ تعداد جایگاه‌های فعال موجود بر روی نانو ذرات آلومینا و در نتیجه سطح تماس افزایش یافته و درصد جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز بالا می‌رود. لذا برای آلفا آلومینای عامل‌دار زمان ۱۰دقیقه را به عنوان لحظه تعادل در نظر گرفتیم.




شکل۳: اثر دوز جاذب ومدت زمان تماس در جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز بر روی آلفا آلومینا

$[MG]_0$=50ppm ; pH=3.2 ; T= 20±2$^0$C

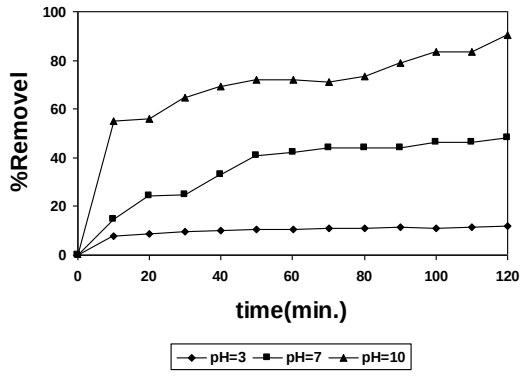



شکل۴: اثر دوز جاذب در جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز بر روی آلفا آلومینا

$[MG]_0$=50ppm ; pH=3.2 ; T= 20±2$^0$C; t=10min

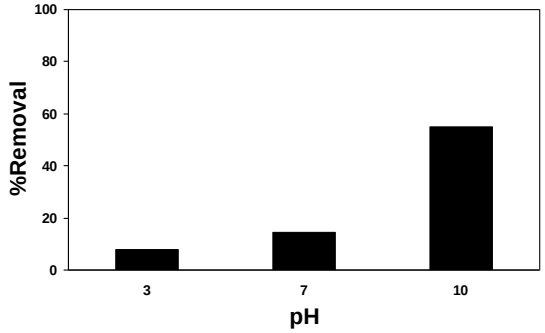
## د-بررسی اثر pH

به منظور بررسی اثر pH محلول در میزان جذب سطحی رنگ، محلول‌هایی با pH برابر ۳ و۷ و ۱۰ با هیدروکلریک اسید و سدیم هیدروکسید و به کمک دستگاه pH متر تهیه شد. در این مرحله pH محلول به عنوان تنها متغیر آزمایش بوده و آزمایشات با ثابت در نظر گرفتن سایر پارامترها (۲۵۰ میلی لیتر محلول مالاخیت سبز به غلظت ۵۰mg/l و ۰٫۱gنانوذرات آلفاآلومینا عامل دار شده در مدت زمان تعادلی ۱۲۰دقیقه) انجام شد . در این قسمت اثر pH بر روی جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز بر روی نانو ذرات آلفای عامل‌دار مورد مطالعه قرار گرفته است. در این مطالعه غلظت رنگ، زمان هم زدن، و مقدار نانو ذرات ثابت نگه داشته شده است. اثر pH روی جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز بر روی نانو ذرات آلفا عامل‌دار شده درشکل ۵ و۶ نشان داده شده است همان طور که مشاهده می‌شود در هر دو مورد pH محلول در محدوده ۳،۷،۱۰ مورد بررسی قرار گرفته است مطابق شکل های ۵ و ۶، با افزایش pH میزان جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز افزایش یافته است. لذا قبل از توجیه اثر pH ،نقطه صفر بار نانو ذرات آلفا و گامای عامل‌دار هر کدام به تنهایی محاسبه شدند. شکل۷ نقاط صفر بار نانو ذرات آلفا عامل‌دار را نشان می‌دهد مطابق شکل نقطه صفر بار نوع آلفا در حدود ۲/۱ به‌دست آمده است .



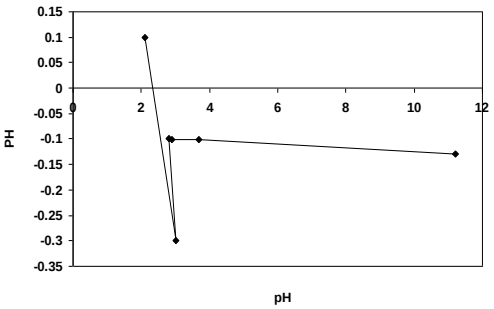

شکل ۵: اثر pH در جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز بر روی آلفا آلومینا

$[MG]_0$=50ppm ;[ $\alpha-Al_2o_3$ ]$_0$ =0.1g/250m ; T=25±2 $^0$C




شکل ۶: اثر pH در جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز بر روی آلفا آلومینا

$[MG]_0$=50ppm ;[ $\alpha-Al_2o_3$ ]$_0$ =0.1g/250ml ;T=25±2 $^0$C

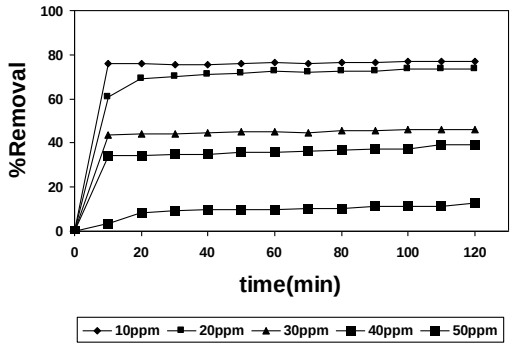



شکل ۷: نقطه صفر بار نانو ذرات آلفا آلومینای عامل دار

$[\alpha-Al_2O_3]_0$=0.1g

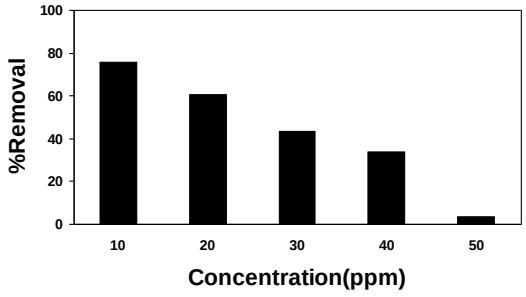
## ۵-بررسی نتایج تاثیر غلظت‌های مختلف رنگ مالاخیت سبز

برای بررسی اثر غلظت اولیه محلول مالاخیت سبز در میزان جذب سطحی آن، محلول‌هایی با غلظت mg/l ۱۰،۵۰،۴۰،۳۰،۲۰تهیه شد و بعد از اضافه نمودن جاذب، آزمایشات دنبال شد. در این آزمایش‌ها تنها متغیر، غلظت اولیه محلول بوده و آزمایشات در مدت زمان تعادلی ۱۲۰ دقیقه دنبال شد. شکل ۸ و۹ نشان داد که بیشترین میزان حذف در غلظت‌های پایین اتفاق می‌افتد که دلیل افزایش میزان جذب رنگ مالاخیت سبز با کاهش غلظت آن این است. که میزان جاذب یعنی آلفا آلومینا ثابت است در حالی که غلظت رنگ مالاخیت سبز افزایش می‌یابد بنابراین در غلظت‌های بالا به علت ثابت ماندن مقدار جاذب، جذب کم خواهد بود. در واقع علت اصلی کاهش میزان جذب رنگ مالاخیت سبز با افزایش غلظت آن را می‌توان به پر شدن جایگاه‌های فعال روی نانو ذرات آلومینای آلفا عامل دار نسبت داد.




شکل۸: تاثیر غلظت اولیه رنگ مالاخیت سبز بر میزان حذف آن با آلفا آلومینای عامل دار

$[MG]_0$=10-50ppm ;[ $\alpha-Al_2O_3$ ]$_0$ =0.1g/250ml ; pH=3.2 ; T=25

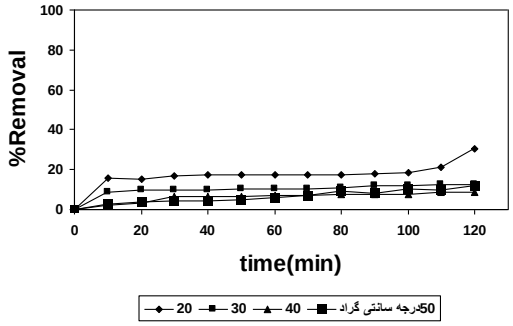



شکل ۹: تاثیر غلظت اولیه رنگ مالاخیت سبز بر میزان حذف آن با آلفا آلومینای عامل دار

$[MG]_0$=10-50ppm ;[ $\gamma-Al_2O_3$ ]$_0$ =0.1g/250ml ; pH=3.2 ; T=25±2 $^0$C ;t=10min

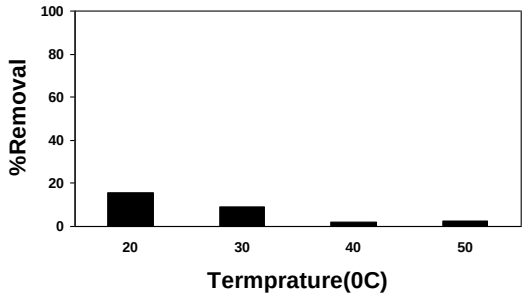
## بررسی نتایج تاثیر دما

جهت بررسی اثر دما در میزان جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز، آزمایشات در دماهای۲۰ ،۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۰/۱g نانو آلفا آلومینا عامل‌دار شده در مدت زمان تعادلی ۱۲۰ دقیقه انجام شد. مطابق شکل۱۰، باکاهش دما جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز به وسیله نانو ذرات افزایش می‌یابد که البته این افزایش بسیار جزئی می باشد.




شکل۱۰: اثر دما در جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز بر روی آلفا آلومینای عامل‌دار

$[\alpha-Al_2o_3]_0$= 0.1g/250ml ; pH=3.2 ;T=25$^0$C ; $[MG]_0$=50ppm

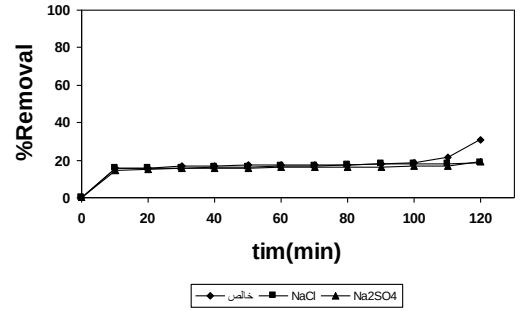



شکل۱۱: اثر دما در جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز بر روی آلفا آلومینای عامل‌دار

$[\alpha-Al_2o_3]_0$= 0.1g/250ml ; pH=3.2 ;T=25$^0$C ; $[MG]_0$=50ppm

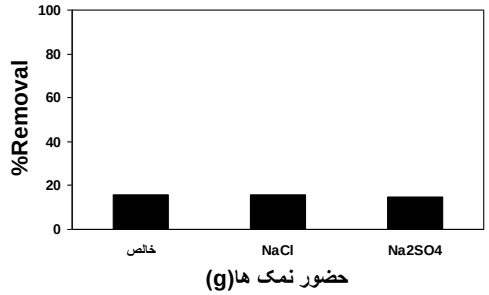
## بررسی تاثیر نمک‌های سدیم کلراید و سدیم سولفات

جهت بررسی تاثیر نمک‌های سدیم کلراید و سدیم سولفات در میزان جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز، آزمایشات با افزودن ۰/۱gسدیم کلراید و ۰/۱g سدیم سولفات هم زمان با افزودن جاذب آلفا آلومینا در مدت زمان ۱۲۰ دقیقه انجام شد. در این مرحله افزودن نمک‌های سدیم کلراید و سدیم سولفات به عنوان تنها متغیر آزمایش بوده و آزمایشات با ثابت در نظر گرفتن سایر پارامترها ۲۵۰ میلی لیتر محلول مالاخیت سبز به غلظت ۵۰mg/l و ۰,۱gنانوذرات آلفاآلومینا عامل‌دار شده در مدت زمان تعادلی ۱۲۰ دقیقه انجام شد. مطابق نمودار۱۲، حضور نمک‌های NaCl و $Na_2SO_4$ در مقایسه با زمانی که نمک وجود ندارد بسیار ناچیز می‌باشد. یعنی افزودن نمک تاثیری روی میزان حذف رنگ مالاخیت سبز با استفاده از آلفا آلومینا ندارد.




شکل ۱۲: تاثیر مقادیر NaCl ،$Na_2SO_4$ بر میزان حذف رنگ مالاخیت سبز

$[\alpha-Al_2o_3]_0$=0.1g/250ml; pH=2.3 ; $[MG]_0$=50pm




شکل ۱۳: تاثیر مقادیر NaCl ،$Na_2SO_4$ بر میزان حذف رنگ مالاخیت سبز

$[\alpha-Al_2o_3]_0$=0.1g/250ml; pH=2.3 ; $[MG]_0$=50ppm

## نتیجه گیری

۱-مدت زمان جذب تعادلی رنگ مالاخیت سبز بر روی نانوذرات در آلفا آلومینای عامل‌دار ۱۰دقیقه بود.

۲- بررسی تاثیر مقدار دوز نانوذرات آلومینای آلفا عامل-دار نشان می‌دهد که با افزایش مقدار دوز جاذب میزان جذب رنگ مالاخیت سبز تعداد جایگاه‌های فعال موجود بر روی نانوذرات آلفای عامل‌دار و در نتیجه سطح تماس افزایش یافته و درصد جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز بالا می‌رود .

۳-در فرایند حذف رنگ مالاخیت سبز بیش‌ترین میزان حذف در pH = ۱۰ وکم‌ترین میزان جذب در pH= ۳ (محیط اسیدی ) رخ می‌دهد.

۴ - بررسی غلظت ماده جذب شونده نشان می‌دهد که بیش‌ترین میزان حذف در غلظت‌های پایین اتفاق می‌افتد.

۵- بررسی تاثیر دما در فرایند جذب رنگ مالاخیت سبز نشان می‌دهد که باکاهش دما جذب سطحی رنگ مالاخیت سبز به وسیله نانو ذرات آلفا آلومینا افزایش می‌یابد.

## منابع


۱- موتمنی طباطبایی، ص. مژده وری، ح. تاج خلیلی، الف.، شیمی آب و تصفیه آب‌های صنعتی. اهر: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، چاپ اول، ۱۳۸۹.

۲- نعمتی، ج. وغربانی، پ . ومهریزاد، ع. ،۱۳۹۱، حذف رنگ آبی متیلن از محلول‌های آبی توسط سیستم $UV/NANO\text{-}TiO_2$، فصلنامه کاربرد شیمی در محیط زیست، سال سوم، شماره ۱۰، ص ۱۱-۱۵.

۳- یاری، م . و خجسته ،ف . ،۱۳۸۵.، شیمی و تکنولوژی رنگ ، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی اسلام شهر .

۴- بهنژادی ،م.،۱۳۹۲.،مقدمه‌ای بر راکتورهای شیمیایی ایده آل، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.

5 – Kushwaha, A., Gupta, N. , Chattopadhyaya, M. C . , 2010. , Enhanced adsorption of malachite green dye on chemically modified silica gel , J. Chem. Pharm. Res,vol 2, pp34-45.

6- Tahir,H ., Uddin,F. ,2007. , Development of methods for the removal of dye using metal-doped alumina catalysts, The Arabian journal for science and engineering ,32, 149-161.