

«پژوهشگر گرامی»

صفحاتی را که مشاهده می فرمایید، گزیده‌ای محدود از یک سند پژوهشی طولانی است که شامل:

- صفحه روی جلد
- چکیده فارسی و انگلیسی
- صفحه اول مقدمه
- منابع
- فهرست مطالب
- پیشنهادات

جهت مطالعه دقیق جزئیات بیش تر سند به صورت چاپی به بخش پایان نامه‌ها در کتابخانه مرکزی و نیز برای مشاهده شکل دیجیتالی آن وارد پیوند ذیل شوید:

http://172.16.33.12/faces/search/digitalresources/digitalBriefView.jspx?_afPfm=mzlnj3xmi

در صورت به وجود آمدن هر گونه مشکل و پرسش در زمینه دسترسی، تهیه و استفاده از منابع الکترونیکی و دیجیتالی به مرکز اطلاع رسانی و بخش منابع دیجیتال کتابخانه مرکزی و مرکز اسناد دانشگاه مراجعه و یا تماس بگیرید!

شماره تماس: ۰۸۷-۳۳۶۲۴۰۰۶



دانشگاه کردستان
دانشکده علوم پایه
گروه شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیمی گرایش تجزیه

عنوان:

کاربرد نانو ذرات منیزیم اکساید جهت حذف رنگ مالاشیت
گرین و سانست یلو در محلول های آبی

پژوهشگر:

طیبه مرزبانی

استاد راهنما:

دکتر غلامرضا خیاطیان

آذر ۱۳۹۸

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشگاه کردستان



دانشگاه کردستان

دانشکده علوم پایه

گروه شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیمی گرایش تجزیه

عنوان:

کاربرد نانو ذرات منیزیم اکساید جهت حذف رنگ مالاویت
گرین و سانست یلو در محلول های آبی

پژوهشگر:

طیبه مرزبانی

استاد راهنما:

دکتر غلامرضا خیاطیان

آذر ۱۳۹۸



دانشگاه کردستان
دانشکده علوم پایه
گروه شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیمی گرایش تجزیه

عنوان:

کاربرد نانو ذرات منیزیم اکساید جهت حذف رنگ مالاویت
گرین و سانست یلو در محلول های آبی

پژوهشگر:

طیبه مرزبانی

در تاریخ ۱۳۹۸/۰۹/۰۲ توسط کمیته تخصصی و هیات داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت و با
درجه عالی به تصویب رسید.

امضاء	مرتبۀ علمی	نام و نام خانوادگی	هیات داوران
	استاد	دکتر غلامرضا خیاطیان	۱-استاد راهنما
	استاد	دکتر عبدالله سلیمی	۳-استاد داور داخلی
	استادیار	دکتر سلیمان بهار	۴-استاد داور داخلی

مهر و امضا معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده



مهر و امضا مدیر گروه



چکیده

در این تحقیق توانایی جاذب نانوذره منیزیم اکساید جهت حذف رنگ مالاشریت گرین از محلول‌های مایع مورد بررسی قرار داده شد. برای تعیین عوامل مؤثر در جذب از سیستم ناپیوسته استفاده کردند. همچنین اثر پارامترهای مختلفی همچون زمان، pH، مقدار جاذب و غلظت اولیه رنگ بر میزان جذب مورد بررسی قرار گرفت. مدت زمان لازم برای حذف رنگ مالاشریت گرین توسط نانوذره منیزیم اکساید، ۳۰ دقیقه بدست آمد. بالاترین مقدار جذب در pH بین ۷ تا ۱۰ انجام گرفت. در روش جذب سطحی از ایزوترم‌های لانگمویر، فروندلیچ و تمپکین برای تعیین مقدار جذب استفاده شد. این روش با مدل فروندلیچ توصیف شد و بیشترین ظرفیت جذب رنگ بر روی جاذب (۳۵/۵۳ میلی‌گرم بر گرم) شد. مدل سینتیکی درجه دوم روند جذب مالاشریت گرین بر روی نانوذره منیزیم اکساید را به خوبی نشان می‌دهد. بالا رفتن جذب با افزایش دما نشان می‌دهد که مالاشریت گرین بر روی نانوذره منیزیم اکساید به طور طبیعی گرماگیر است. پارامترهای ترمودینامیکی از جمله آنتروپی، انرژی آزاد و آنتالپی نشان می‌دهد که فرایند جذب رنگ مالاشریت گرین بر روی نانوذره منیزیم اکساید در دماهای بالا بهتر است. درصد حذف مالاشریت گرین بر روی نانوذره منیزیم اکساید ۱۰۰٪ به دست آمد.

در بخش دوم حذف رنگ سانست یلو توسط نانوذره منیزیم اکساید مورد بررسی قرار گرفت. مدت زمان لازم برای جذب، ۸۰ دقیقه به دست آمد. بیشترین مقدار جذب در $\text{pH}=1$ انجام گرفت. در روش جذب سطحی از ایزوترم‌های لانگمویر، فروندلیچ و تمپکین برای تعیین مقدار جذب استفاده شد. جذب سطحی با روش فروندلیچ و لانگمویر توصیف گردید و بالاترین میزان ظرفیت جذب بر روی نانوذره منیزیم اکساید (۲۴/۱۶۴ میلی‌گرم بر گرم) به دست آمد. مدل سینتیکی درجه دوم روند جذب سانست یلو را بر روی نانوذره منیزیم اکساید به خوبی نشان داد. افزایش میزان جذب با کاهش دما نشان می‌دهد که سانست یلو بر روی نانوذره منیزیم اکساید گرمازا می‌باشد. پارامترهای ترمودینامیکی از جمله آنتالپی، انرژی آزاد و تغییرات آنتروپی نشان می‌دهد که جذب رنگ سانست یلو بر روی نانوذره منیزیم اکساید در دماهای پایین بهتر می‌باشد. درصد حذف سانست یلو بر روی نانوذره منیزیم اکساید ۷۴٪ به دست آمد.

کلمات کلیدی: نانوذره منیزیم اکساید، رنگ مالاشریت گرین، رنگ سانست یلو

دانشگاه کردستان

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول مباحث تئوری.....
۱-۱	۱-۱ مقدمه.....
۲	۲-۱ طبقه‌بندی انواع رنگ‌دانه‌ها.....
۳	۱-۲-۱ رنگ‌دانه مالاشیت گرین.....
۴	۱-۲-۱-۱ کاربرد.....
۵	۲-۲-۱ سمیت مالاشیت گرین.....
۵	۳-۱ روش‌های حذف رنگ‌دانه‌ها از محیط‌زیست.....
۵	۱-۳-۱ روش‌های فیزیکی.....
۶	۲-۳-۱ روش‌های شیمیایی.....
۶	۳-۳-۱ روش‌های بیولوژیکی.....
۷	۴-۱ فرایند جذب.....
۸	۵-۱ ایزوترم‌های جذب.....
۸	۱-۵-۱ مدل ایزوترم لانگمویر.....
۹	۲-۵-۱ مدل ایزوترم فروندلیچ.....
۱۰	۳-۵-۱ مدل ایزوترم تمکین.....
۱۰	۶-۱ مدل‌های سینتیکی جذب.....
۱۰	۱-۶-۱ مدل شبه مرتبه‌ی اول.....
۱۱	۱-۱-۶-۱ مدل شبه مرتبه‌ی دوم.....
۱۱	۲-۱-۶-۱ مدل سینتیکی الویچ.....
۱۱	۳-۱-۶-۱ مدل انتشار نفوذ درون ذره‌های.....
۱۲	۷-۱ ترمودینامیک جذب.....
۱۲	۸-۱ انواع جاذب‌ها به‌منظور جذب رنگ از فاز محلول.....
۱۲	۱-۸-۱ کربن فعال.....
۱۳	۲-۸-۱ جاذب‌های ارزان‌قیمت برای حذف رنگ‌ها.....
۱۳	۱-۲-۸-۱ مواد معدنی.....
۱۳	۲-۲-۸-۱ جاذب‌های آلی.....
۱۴	۳-۲-۸-۱ جاذب‌های طبیعی یا بیو جاذب‌ها.....
۱۴	۹-۱ معرفی فناوری نانو.....
۱۵	۱۰-۱ نانو ذرات.....

۱۵	۱-۱۰-۱ کاربرد نانو ذرات در فرایند حذف آلاینده‌های محیط‌زیست
۱۵	۱۱-۱ نانو ذرات فلزی
۱۶	۱-۱۱-۱ نانو ذرات اکسید منیزیم
۱۶	۲-۱۱-۱ کاربرد نانوذره منیزیم اکساید
۱۶	۱۲-۱ مطالعات انجام‌شده در زمینه‌ی حذف مالاشریت گرین با روش جذبی
۱۹	۱۳-۱ سانسست یلو
۲۰	۱-۱۳-۱ بررسی فعالیت‌ها و سوابق گذشته
۲۲	فصل دوم مواد و روش کار
۲۲	۱-۲ کلیات
۲۲	۲-۲ وسایل مورد نیاز
۲۳	۳-۲ دستگاه‌ها
۲۳	۴-۲ خلاصه روش انجام کار
۲۴	۵-۲ مواد شیمیایی استفاده‌شده در تحقیق
۲۴	۱-۵-۲ تهیه محلول‌ها
۲۵	۶-۲ آنالیزهای انجام‌شده بر روی رنگ‌ها
۲۵	۱-۶-۲ ساختار جذبی مالاشریت گرین و سانسست یلو
۲۶	۷-۲ روش اندازه‌گیری مالاشریت گرین
۲۶	۱-۷-۲ بررسی اثر مقدار جاذب بر کارایی حذف رنگ مالاشریت گرین
۲۶	۲-۷-۲ بررسی اثر pH
۲۶	۳-۷-۲ بررسی اثر غلظت اولیه بر کارایی حذف رنگ مالاشریت گرین
۲۶	۴-۷-۲ بررسی اثر زمان تماس بر کارایی حذف رنگ مالاشریت گرین
۲۷	فصل سوم نتایج و بحث
۲۷	۱-۳ مشخصه یابی نانوذرات سنتز شده
۲۷	۱-۱-۳ آنالیز SEM
۲۸	۲-۳ بررسی رنگ دانه کاتیونی مالاشریت گرین
۲۸	۱-۲-۳ بررسی نمودار غلظت
۲۹	۲-۲-۳ بررسی عوامل موثر در میزان جذب مالاشریت گرین
۲۹	۱-۲-۲-۳ اثر مقدار جاذب بر میزان حذف مالاشریت گرین
۳۱	۲-۲-۲-۳ بررسی اثر pH
۳۲	۳-۲-۲-۳ بررسی اثر بافر
۳۳	۴-۲-۲-۳ اثر زمان تماس در میزان جذب مالاشریت گرین

- ۳۴ ۵-۲-۲-۳ اثر غلظت اولیه مالاشیت گرین بر روی جذب
- ۳۵ ۶-۲-۲-۳ اثر دما و پارامترهای ترمودینامیکی
- ۳۷ ۳-۲-۳ بررسی سینتیکی و ترمودینامیکی فرآیند جذب
- ۳۷ ۱-۳-۲-۳ بررسی پارامترهای ترمودینامیکی بر میزان جذب مالاشیت گرین
- ۳۹ ۴-۲-۳ مدل‌های ایزوترم جذب
- ۴۰ ۱-۴-۲-۳ فروندلیچ
- ۴۱ ۲-۴-۲-۳ لانگمویر
- ۴۲ ۳-۴-۲-۳ تمپکین
- ۴۳ ۵-۲-۳ بررسی سینتیکی فرآیند جذب
- ۴۴ ۱-۵-۲-۳ مدل سینتیکی مرتبه اول
- ۴۵ ۲-۵-۲-۳ مدل سینتیکی مرتبه دوم
- ۴۶ ۳-۵-۲-۳ مدل سینتیکی الویچ
- ۴۷ ۴-۵-۲-۳ فرایند نفوذ درون ذره‌ای
- ۴۹ ۳-۳ نتیجه‌گیری
- ۵۰ ۴-۳ بررسی رنگ دانه آنیونی سانسیت یلو
- ۵۰ ۱-۴-۳ آنالیز SEM
- ۵۰ ۲-۴-۳ بررسی نمودار غلظت برای رنگ سانسیت یلو
- ۵۱ ۳-۴-۳ بررسی عوامل موثر در میزان جذب سانسیت یلو
- ۵۱ ۱-۳-۴-۳ بررسی اثر pH
- ۵۲ ۲-۳-۴-۳ بررسی اثر زمان
- ۵۳ ۳-۳-۴-۳ اثر دما و پارامترهای ترمودینامیکی
- ۵۶ ۴-۴-۳ بررسی ایزوترم‌های جذب رنگینه سانسیت یلو
- ۵۶ ۱-۴-۴-۳ فروندلیچ
- ۵۷ ۲-۴-۴-۳ لانگمویر
- ۵۸ ۳-۴-۴-۳ فاکتور جداسازی R_L
- ۶۰ ۴-۴-۴-۳ تمکین
- ۶۱ ۵-۴-۳ بررسی سینتیک فرآیند جذب با نانوذره MgO
- ۶۱ ۱-۵-۴-۳ مدل سینتیکی مرتبه اول
- ۶۲ ۲-۵-۴-۳ مدل سینتیکی مرتبه دوم
- ۶۳ ۳-۵-۴-۳ مدل سینتیکی الویچ
- ۶۴ ۴-۵-۴-۳ مدل سینتیکی نفوذ بین ذره‌ای

۵-۳ نتیجه‌گیری ۶۶

منابع ۶۷



دانشگاه شاهرود

فهرست جدول

صفحه	عنوان
۲۸	جدول ۱-۳: بررسی نمودار کالیبراسیون در حذف رنگ مالاشیت گرین.....
۳۰	جدول ۲-۳: اثر مقدار جاذب بر میزان حذف مالاشیت گرین توسط نانو ذرات منیزیم اکساید.....
۳۲	جدول ۳-۳: اثر pH بر روی حذف رنگ مالاشیت گرین توسط نانو ذرات منیزیم اکساید.....
۳۳	جدول ۴-۳: اثر زمان تماس در میزان جذب مالاشیت گرین با استفاده از نانو ذرات منیزیم اکساید.....
۳۵	جدول ۵-۳: اثر غلظت اولیه مالاشیت گرین بر روی حذف رنگ با استفاده از نانو ذرات منیزیم اکساید.....
۳۶	جدول ۶-۳: اثر دما و پارامترهای ترمودینامیکی بر روی حذف رنگ مالاشیت گرین با استفاده از نانوذره MgO.....
۳۸	جدول ۷-۳: مقادیر به دست آمده برای پارامترهای ترمودینامیکی در حذف رنگ مالاشیت گرین.....
۳۹	جدول ۸-۳: مقادیر مربوط به پارامترهای ترمودینامیکی برای حذف رنگ مالاشیت گرین.....
۳۹	جدول ۹-۳: مقادیر مربوط به ثابت‌های فروندلیچ برای جذب مالاشیت گرین..... _Toc28292921۴۰
۴۱	جدول ۱۰-۳: مقادیر مربوط به ثابت‌های لانگمویر برای جذب مالاشیت گرین.....
۴۲	جدول ۱۱-۳: مقادیر مربوط به ثابت‌های تمکین برای جذب مالاشیت گرین.....
۴۳	جدول ۱۲-۳: مقادیر مربوط به ثابت‌های فروندلیچ، لانگمویر و تمکین برای جذب مالاشیت گرین.....
۴۴	جدول ۱۳-۳: مقادیر مربوط به پارامترهای معادله شبه مرتبه اول برای جذب مالاشیت گرین.....
۴۵	جدول ۱۴-۳: مقادیر مربوط به پارامترهای معادله شبه مرتبه دوم برای جذب مالاشیت گرین.....
۴۶	جدول ۱۵-۳: مقادیر مربوط به پارامترهای معادله سینتیکی الویچ برای جذب مالاشیت گرین.....
۴۷	جدول ۱۶-۳: مقادیر مربوط به پارامترهای معادله نفوذ درون ذره‌ای برای جذب مالاشیت گرین.....

جدول ۳-۱۷: مقادیر مربوط به پارامترهای معادله شبه مرتبه اول، شبه مرتبه دوم، الویج و نفوذ درون ذره‌ای برای جذب مالاشیت گرین.....	۴۸
جدول ۳-۱۸: بررسی نمودار غلظت در حذف رنگ سانست یلو.....	۵۰
جدول ۳-۱۹: اثر pH بر روی حذف رنگ سانست یلو توسط نانو ذرات منیزیم اکساید.....	۵۱
جدول ۳-۲۰: اثر زمان تماس در میزان جذب سانست یلو با استفاده از نانو ذرات منیزیم اکساید.....	۵۲
جدول ۳-۲۱: اثر دما و پارامترهای ترمودینامیکی بر روی حذف رنگ سانست یلو با استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید.....	۵۴
جدول ۳-۲۲: مقادیر به دست آمده برای پارامترهای ترمودینامیکی در حذف رنگ سانست یلو.....	۵۵
جدول ۳-۲۳: مقادیر مربوط به پارامترهای ترمودینامیکی برای حذف رنگ سانست یلو.....	۵۶
جدول ۳-۲۴: مقادیر مربوط به ثابت‌های فروندلیچ برای جذب سانست یلو.....	۵۶
جدول ۳-۲۵: مقادیر مربوط به ثابت‌های لانگمویر برای جذب سانست یلو.....	۵۷
جدول ۳-۲۶: مقادیر مختلف ارائه شده برای فاکتور جداسازی و نوع فرآیند جذب مربوطه..	۵۸
جدول ۳-۲۷: مقادیر مربوط به فاکتور جداسازی برای حذف رنگ سانست یلو.....	۵۹
جدول ۳-۲۸: مقادیر مربوط به ثابت‌های تمکین برای جذب سانست یلو.....	۶۰
جدول ۳-۲۹: مقادیر مربوط به ثابت‌های فروندلیچ، لانگمویر و تمکین برای جذب سانست یلو.....	۶۱
جدول ۳-۳۰: مقادیر مربوط به پارامترهای معادله شبه مرتبه اول برای جذب سانست یلو.....	۶۱
جدول ۳-۳۱: مقادیر مربوط به پارامترهای معادله شبه مرتبه دوم برای جذب سانست یلو.....	۶۲
جدول ۳-۳۲: مقادیر مربوط به پارامترهای معادله سینتیکی الویج برای جذب سانست یلو.....	۶۳
جدول ۳-۳۳: مقادیر مربوط به پارامترهای معادله نفوذ درون ذره‌ای برای جذب سانست یلو.....	۶۴
جدول ۳-۳۴: مقادیر مربوط به پارامترهای معادله شبه مرتبه اول، شبه مرتبه دوم، الویج و نفوذ درون ذره‌ای برای جذب سانست یلو.....	۶۵

فهرست شکل

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱ ساختار شیمیایی مالاشیت گرین [۹].....
۲۰	شکل ۲-۱: فرمول ساختمانی سانست یلو.....
۲۵	شکل ۱-۲: نمودار جذب مالاشیت گرین در ناحیه مرئی و فرابنفش.....
۲۵	شکل ۲-۲: نمودار جذب سانست یلو در ناحیه مرئی و فرابنفش.....
	شکل ۱-۳: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (a) نانوذره منیزیم اکساید و (b) نانوذره منیزیم اکساید بعد بعد از جذب مالاشیت گرین.....
۲۷	شکل ۲-۳: نمودار کالیبراسون جذب محلول‌های استاندارد محلول رنگ با غلظت‌های معلوم (۰/۳۶۴ تا ۹/۱۲ ppm) رنگ مالاشیت گرین در $pH = 5$
۲۸	شکل ۳-۳: نمودار تاثیر مقدار جاذب (۳ تا ۱۵ میلی‌گرم) بر کارایی حذف رنگ مالاشیت گرین.....
۳۰
۳۲	شکل ۴-۳: نمودار تاثیر pH بر کارایی حذف رنگ مالاشیت گرین.....
	شکل ۵-۳: نمودار تاثیر زمان بر کارایی حذف رنگ مالاشیت گرین (غلظت رنگ ۶/۳۸ میلی‌گرم بر لیتر، مقدار جاذب ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر، حجم محلول ۱۰ میلی‌لیتر، دمای $25^{\circ}C$ و $pH 7$).....
۳۴	(=).....
۳۵	شکل ۶-۳: رابطه غلظت محلول رنگ مالاشیت گرین با ظرفیت جذب جاذب.....
	شکل ۷-۳: تاثیر دما بر میزان کارایی حذف رنگ مالاشیت گرین با استفاده از نانو ذره MgO
۳۷
۳۸	شکل ۸-۳: نمودار $\ln kc$ برحسب $1/T$ برای جذب مالاشیت گرین.....
	شکل ۹-۳: نمودار مدل ایزوترم فروندلیچ برای حذف رنگ مالاشیت گرین با استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید.....
۴۱
	شکل ۱۰-۳: نمودار مدل ایزوترم لانگمویر برای حذف رنگ مالاشیت گرین با استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید.....
۴۲
	شکل ۱۱-۳: نمودار مدل ایزوترم تمکین برای حذف رنگ مالاشیت گرین با استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید.....
۴۳
	شکل ۱۲-۳: نمودار سینتیکی شبه درجه اول جذب رنگ مالاشیت گرین با استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید.....
۴۴
	شکل ۱۳-۳: نمودار سینتیکی شبه درجه دوم جذب رنگ مالاشیت گرین با استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید.....
۴۶

- شکل ۳-۱۴: نمودار سینتیکی الویج جذب رنگ مالاویت گرین با استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید..... ۴۷
- شکل ۳-۱۵: نمودار سینتیکی نفوذ بین ذره‌ای جذب رنگ مالاویت گرین با استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید..... ۴۸
- شکل ۳-۱۶: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (a) نانوذره منیزیم اکساید و (b) نانوذره منیزیم اکساید بعد از جذب سانست یلو..... ۵۰
- شکل ۳-۱۷: نمودار کالیبراسون برای حذف سانست یلو (مقدار جاذب ۱۰ میلی‌گرم، $\text{pH} = 3$)..... ۵۱
- شکل ۳-۱۸: نمودار تاثیر pH بر کارایی حذف رنگ سانست یلو (غلظت رنگ ۱۱ میلی‌گرم بر لیتر، مقدار جاذب ۱۰ میلی‌گرم و زمان ۲۰ دقیقه)..... ۵۲
- شکل ۳-۱۹: نمودار تاثیر زمان بر کارایی حذف رنگ سانست یلو (غلظت رنگ ۱۱ میلی‌گرم بر لیتر، مقدار ۱۰ میلی‌گرم، $\text{pH} = 1$)..... ۵۳
- شکل ۳-۲۰: تاثیر دما بر میزان کارایی حذف رنگ سانست یلو با استفاده از نانو ذره MgO ۵۴
- شکل ۳-۲۱: نمودار $\ln kc$ برحسب $1/T$ برای جذب سانست یلو..... ۵۵
- شکل ۳-۲۲: نمودار مدل ایزوترم فروندلیچ برای حذف رنگ سانست یلو با استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید (غلظت‌های مختلف، $\text{pH} = 1$ و زمان ۸۰ دقیقه)..... ۵۷
- شکل ۳-۲۳: نمودار مدل ایزوترم لانگمویر برای حذف رنگ سانست یلو با استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید (غلظت‌های مختلف، $\text{pH} = 1$ و زمان ۸۰ دقیقه)..... ۵۸
- شکل ۳-۲۴: مقادیر R_L بدست آمده برای جذب سانست یلو..... ۵۹
- شکل ۳-۲۵: نمودار مدل ایزوترم تمکین برای حذف رنگ سانست یلو با استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید (غلظت‌های مختلف، $\text{pH} = 1$ و زمان ۸۰ دقیقه)..... ۶۰
- شکل ۳-۲۶: نمودار سینتیکی شبه درجه اول جذب رنگ سانست یلو با استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید (مقدار ۱۰ میلی‌گرم، $\text{pH} = 1$ و زمان‌های مختلف)..... ۶۲
- شکل ۳-۲۷: نمودار سینتیکی شبه درجه دوم جذب رنگ سانست یلو با استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید (مقدار ۱۰ میلی‌گرم، $\text{pH} = 1$ و زمان‌های مختلف)..... ۶۳
- شکل ۳-۲۸: نمودار سینتیکی الویج جذب رنگ سانست یلو با استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید (مقدار ۱۰ میلی‌گرم، $\text{pH} = 1$ و زمان‌های مختلف)..... ۶۴
- شکل ۳-۲۹: نمودار سینتیکی نفوذ بین ذره‌ای جذب رنگ سانست یلو با استفاده از نانوذرات منیزیم اکساید (مقدار ۱۰ میلی‌گرم، $\text{pH} = 1$ و زمان‌های مختلف)..... ۶۵

فصل اول

مباحث تئوری

۱-۱ مقدمه

بیش از ۷۰ درصد سطح کره زمین را آب تشکیل می‌دهد اما تنها دو درصد آب‌های جهان شیرین هستند. حدود ۹۰ کشور با کمبود جدی آب مواجه هستند. به‌طور میانگین در سطح جهانی آب شرب و بهداشتی ۵۰ درصد مصارف را تشکیل می‌دهند و فعالیت‌های صنعتی، تفریحی و تجاری و سایر مصارف حدود ۲۰ درصد و کشاورزی به تنهایی حدود ۷۰-۹۰ درصد منابع آب را مصرف می‌کند. بیش از ۵۰۰۰۰۰ نوع رنگ صنعتی در جهان تولید و سالانه ۷۰۰۰۰ تن از آن‌ها مصرف می‌شود. تا ۵۹ درصد این رنگ‌ها با پساب صنایع وارد منابع آب و خاک می‌گردد. صیانت و بهره‌برداری صحیح از منابع آب شرب، کشاورزی و صنعت، امری ضروری است. یافتن روش‌های کارآمد و ساخت جاذب‌های موثر برای تصفیه پساب‌ها و جذب رنگدانه‌ها از جمله ملاحظات گرین از آب‌ها، علاوه بر امکان استفاده مجدد از این آب‌ها، از انتشار این گونه مواد در محیط و آلوده شدن خاک و منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی نیز جلوگیری خواهد نمود. خشک‌سالی‌های متعدد و افزایش جمعیت، نیاز به آب آشامیدنی سالم را ضروری کرده است و پیشرفت فناوری در جهت استفاده از روش‌های صنعتی و تجزیه‌ای جهت تصفیه آب و کاهش هزینه‌ها به امری اجتناب‌ناپذیر تبدیل شده است [۱]. کیفیت آب‌های موردنیاز برای مصارف خاص به‌ندرت با ویژگی‌های طبیعی آن‌ها مورد تطابق می‌باشد. آب آشامیدنی با ویژگی‌های فیزیکی آب که بایستی به دور از آلودگی باشد به‌طور طبیعی به مقدار کافی در دسترس نیست.

در دهه‌های اخیر با توسعه‌ی صنایع، استفاده از رنگ‌ها و فلزات سنگین کاربرد زیادی پیدا کرده است. استفاده از رنگ‌ها در صنایعی مانند نساجی و کاغذسازی و استفاده از فلزات در صنایعی مانند آبکاری الکتریکی^۱ و رنگدانه‌ها منجر به تولید حجم زیادی از پساب‌های شامل فلزات و رنگ‌ها شده است که در نهایت باعث آلوده شدن منابع آبی می‌شوند. صنعت نساجی از جمله مهم‌ترین صنایع تولیدکننده‌ی پساب‌های آلوده حاوی رنگ‌ها (کنگو رد و مالاشیت گرین) و فلزات Zn(II) و Cr(VI) و Cu(II) است که قبل از آزاد شدن در منابع آبی باید تصفیه شوند. رنگینه‌ها اساساً ترکیبات شیمیایی‌ای هستند که می‌توانند با نفوذ خودشان به سطوح یا الیاف مواد، رنگ را تشکیل دهند. اکثریت رنگینه‌ها دارای ساختار مولکولی آلی بوده و دارای مقاومت زیادی در برابر بسیاری از فعالیت‌ها نظیر شوینده‌ها هستند. رنگ‌های مصنوعی دارای کاربرد گسترده‌ای در زمینه‌ی فناوری پیشرفته هستند، بدین معنی که در گستره‌ی وسیعی از صنایع نظیر نساجی، کاغذسازی، دباغی و چرم‌سازی، صنایع غذایی، پلاستیک، آرایشی، استیک سازی و صنایع تولیدی رنگ به کار برده می‌شوند. رنگینه‌های مصنوعی در زمینه‌ی ردیابی منابع زیرزمینی، برای تعیین سطح ویژه کربن فعال حاصل از لجن و... نیز کاربرد دارند. تخلیه این مواد به درون محیط‌های آبی، آن‌ها را به مهم‌ترین منبع آلودگی تبدیل می‌کند؛ زیرا این مواد دارای مقاومت طبیعی نسبت به تجزیه می‌باشند. این خاصیت سبب می‌شود که آب تبدیل به ماده‌ی رنگی ناخوشایند گردد که منجر به جلوگیری از نفوذ نور و همچنین پیش‌زمینه حمله بیولوژیکی و فتوشیمیایی به محیط آبی را مهیا می‌نماید [۲].

۱-۲ طبقه‌بندی انواع رنگ‌دانه‌ها

چندین روش به‌منظور دسته‌بندی رنگ‌دانه‌های صنعتی وجود دارد. این دسته‌بندی می‌تواند بر اساس ساختار، رنگ‌بندی و یا شیوه‌های به‌کارگیری آن باشد. اگرچه به دلیل پیچیدگی فهرست بندی رنگ‌ها بر اساس ساختار شیمیایی، دسته‌بندی بر اساس کاربرد آن‌ها مورد توجه بیشتری قرار گرفته است.

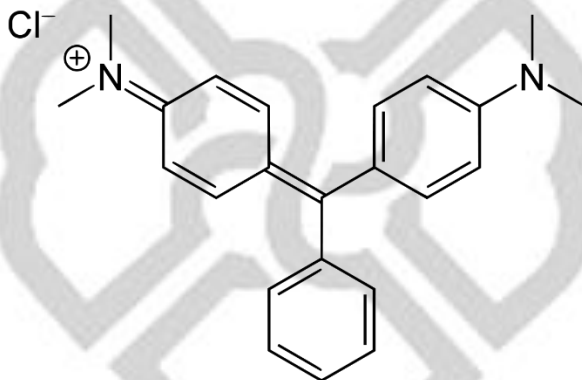
رنگ‌ها را به ترتیب زیر طبقه‌بندی می‌کنند:

- آنیونی
- کاتیونی
- غیر یونی [۳].

¹ Electroplating

۱-۲-۱ رنگ‌دانه مالاشیت گرین^۱

این مطالعه بر روی حذف مالاشیت گرین تمرکز کرده است. از این رو ضروری است که در این قسمت توضیحاتی در رابطه به این رنگ‌دانه به اختصار بیان شود. مالاشیت گرین کاربردهای صنعتی زیادی دارد [۴] (رنگرزی ابریشم، چرم، پلاستیک و کاغذ) [۵] و وجود آن در طبیعت باعث اثرات مخربی از جمله آسیب به اندام‌های تنفسی از طریق استنشاق و بلع می‌شود [۶]. زیست‌تخریب‌پذیری این رنگ‌دانه‌ها با توجه به وجود نیتروژن در ساختمان آن مشکل است [۷]. مالاشیت گرین به دلیل ساختار شیمیایی پیچیده (شکل ۱-۱) (پایداری زیادی در برابر نور و عوامل اکسیدکننده دارد. به دلیل یادشده، مالاشیت گرین پایداری زیستی و شیمیایی بالایی دارد [۸]. در شکل ۱-۱ ساختار این ماده نشان داده شده است.



شکل ۱-۱ ساختار شیمیایی مالاشیت گرین [۹]

مالاشیت سبز رنگ‌دانه‌ای گرین رنگ با درخشش فلزی (به صورت نمک کلریدی) می‌باشد که شامل ملاحظات زیست‌محیطی بوده و به راحتی در آب محلول و در اتانول و متانول هم حل می‌گردد و متعلق به خانواده تری فنیل متان^۲ می‌باشد. این رنگ‌دانه به منظور رنگ‌آمیزی پشم، ابریشم، پنبه، چرم و مواد مختلف دیگر کاربرد دارد. مطالعات نشان می‌دهد که محصول تولیدی بعد از تخریب این ماده، هنوز خطرناک بوده و دارای پتانسیل سرطان‌زایی می‌باشد [۱۰].

¹ Malachite green

² Triphenylmethane

منابع

- [1]. Spellman, F.R., 2018. *The science of water: concepts and applications*. CRC press.
- [2]. Yagub, M.T., Sen, T.K., Afroze, S. and Ang, H.M., 2014. Dye and its removal from aqueous solution by adsorption: a review. *Adv. Colloid Interface Sci.* , 209, 172-184
- [3]. Fu, Y. and Viraraghavan, T., 2001. Fungal decolorization of dye wastewaters: a review. *Bioresour. Technol.* , 79(3), 251-262.
- [4]. Srivastava, S., Sinha, R. and Roy, D., 2004. Toxicological effects of malachite green. *Bioresour. Technol.* , 66(3), 319-329.
- [5]. Yang, J., Wu, H., Wu, M.H., Zeng, J., Lin, Z.Z., Chen, X.M. and Huang, Z.Y., 2018. Simultaneous detection of malachite & leucomalachite green based on dual template CdTe@ MIP via normal and synchronous fluorescence quenching. *Dyes Pigm.* , 155, 171-178.
- [6]. Papinutti, L., Mouso, N. and Forchiassin, F., 2006. Removal and degradation of the fungicide dye malachite green from aqueous solution using the system wheat bran-Fomes sclerodermeus. *Enzyme Microb. Technol.* , 39(4), 848-853.
- [7]. Uluozlu, O.D., Sari, A., Tuzen, M. and Soylak, M., 2008. Biosorption of Pb (II) and Cr (III) from aqueous solution by lichen (*Parmelina tiliaceae*) biomass. *Bioresour. Technol.* , 99(8), 2972-2980.
- [8]. Sari, A., Tuzen, M. and Soylak, M., 2007. Adsorption of Pb (II) and Cr (III) from aqueous solution on Celtek clay. *J. Hazard. Mater.* , 144(1-2), 41-46.
- [9]. Shukla, A., Zhang, Y.H., Dubey, P., Margrave, J.L. and Shukla, S.S., 2002. The role of sawdust in the removal of unwanted materials from water. *J. Hazard. Mater.* , 95(1-2), 137-152.
- [10]. Mittal, A., 2006. Adsorption kinetics of removal of a toxic dye, Malachite Green, from wastewater by using hen feathers. *J. Hazard. Mater.* , 133(1-3), 196-202.
- [11]. Zhang, H., Tang, Y., Liu, X., Ke, Z., Su, X., Cai, D., Wang, X., Liu, Y., Huang, Q. and Yu, Z., 2011. Improved adsorptive capacity of pine wood decayed by fungi *Poria cocos* for removal of malachite green from aqueous solutions. *Desalination* , 274(1-3), 97-104.
- [12]. Gautam, D., Kumari, S., Ram, B., Chauhan, G.S. and Chauhan, K., 2018. A new hemicellulose-based adsorbent for malachite green. *J. Environ. Chem. Eng.* , 6(4), 3889-3897.
- [13]. Gui, W., Wang, H., Liu, Y. and Ma, Q., 2018. Ratiometric fluorescent sensor with molecularly imprinted mesoporous microspheres for malachite green detection. *Sens. Actuators, B* , 266, 685-691.
- [14]. Gangadhar, G., Maheshwari, U. and Gupta, S., 2012. Application of nanomaterials for the removal of pollutants from effluent streams. *Nanoscience & Nanotechnology-Asia* , 2(2), 140-150.

- [15].Shek, T.H., Ma, A., Lee, V.K. and McKay, G., 2009. Kinetics of zinc ions removal from effluents using ion exchange resin. *Chem. Eng. Sci.* , 146(1), 63-70.
- [16].Karthikeyan, S., Gupta, V.K., Boopathy, R., Titus, A. and Sekaran, G., 2012. A new approach for the degradation of high concentration of aromatic amine by heterocatalytic Fenton oxidation: kinetic and spectroscopic studies. *J. Mol. Liq.* , 173, 153-163.
- [17].Bhargavi, R.J., Maheshwari, U. and Gupta, S., 2015. Synthesis and use of alumina nanoparticles as an adsorbent for the removal of Zn (II) and CBG dye from wastewater. *Int. J. Ind. Chem.* , 6(1), 31-41.
- [18].Amiri, M., Salavati-Niasari, M., Akbari, A. and Gholami, T., 2017. Removal of malachite green (a toxic dye) from water by cobalt ferrite silica magnetic nanocomposite: herbal and green sol-gel autocombustion synthesis. *Int. J. Hydrogen Energy*, 42(39), 24846-24860.
- [19].Kwan, P.P., Banerjee, S., Shariff, M., Ishak, N.A.S. and Yusoff, F.M., 2018. Quantitative analysis of malachite green and leucomalachite green residues in fish purchased from the markets in Malaysia. *Food Control*, 92, 101-106.
- [20].Crini, G., 2006. Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: a review. *Bioresour. Technol.* , 97(9), 1061-1085.
- [21].Zollinger, H., 2003. *Color chemistry: syntheses, properties, and applications of organic dyes and pigments*. John Wiley & Sons.
- [22].Alves, A.M.B. and de Pinho, M.N., 2000. Ultrafiltration for colour removal of tannery dyeing wastewaters. *Desalination*, 130(2), 147-154.
- [23].Baban, A., Yediler, A. and Ciliz, N.K., 2010. Integrated water management and CP implementation for wool and textile blend processes. *CLEAN–Soil, Air, Water*, 38(1), 84-90.
- [24].Crini, G., Peindy, H.N., Gimbert, F. and Robert, C., 2007. Removal of CI Basic Green 4 (Malachite Green) from aqueous solutions by adsorption using cyclodextrin-based adsorbent: Kinetic and equilibrium studies. *Sep. Purif. Technol.* , 53(1), 97-110.
- [25].Chowdhury, S. and Saha, P., 2010. Sea shell powder as a new adsorbent to remove Basic Green 4 (Malachite Green) from aqueous solutions: Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies. *Chem. Eng. J.* , 164(1), pp.168-177.
- [26].Dahri, M.K., Kooh, M.R.R. and Lim, L.B., 2014. Water remediation using low cost adsorbent walnut shell for removal of malachite green: equilibrium, kinetics, thermodynamic and regeneration studies. *J. Environ. Chem. Eng.* , 2(3), 1434-1444..
- [27].Pollard, S.J.T., Fowler, G.D., Sollars, C.J. and Perry, R., 1992. Low-cost adsorbents for waste and wastewater treatment: a review. *Sci. Total Environ.* , 116(1-2), 31-52.
- [28].Gadd, G.M., 2009. Biosorption: critical review of scientific rationale, environmental importance and significance for pollution treatment. *J. Chem.*

Technol. Biotechnol.: *International Research in Process*, Environ. Technol. , 84(1), 13-28.

- [29].Mall, I.D., Srivastava, V.C. and Agarwal, N.K., 2006. Removal of Orange-G and Methyl Violet dyes by adsorption onto bagasse fly ash—kinetic study and equilibrium isotherm analyses. *Dyes Pigm.* , 69(3), 210-223.
- [30].Farooq, U., Kozinski, J.A., Khan, M.A. and Athar, M., 2010. Biosorption of heavy metal ions using wheat based biosorbents—a review of the recent literature. *Bioresour. Technol.* , 101(14), 5043-5053.
- [31].Yuh-Shan, H., 2004. Citation review of Lagergren kinetic rate equation on adsorption reactions. *Scientometrics*, 59(1), 171-177.
- [32].Chen, C. and Wang, X., 2006. Adsorption of Ni (II) from aqueous solution using oxidized multiwall carbon nanotubes. *Ind. Eng. Chem. Res.* , 45(26), 9144-9149.
- [33].Ghayeni, S.S., Beatson, P.J., Schneider, R.P. and Fane, A.G., 1998. Water reclamation from municipal wastewater using combined microfiltration-reverse osmosis (ME-RO): preliminary performance data and microbiological aspects of system operation. *Desalination*, 116(1), 65-80.
- [34].Yeddou-Mezenner, N., 2010. Kinetics and mechanism of dye biosorption onto an untreated antibiotic waste. *Desalination*, 262(1-3), 251-259.
- [35].Aksu, Z. and Karabayır, G., 2008. Comparison of biosorption properties of different kinds of fungi for the removal of Gryfalan Black RL metal-complex dye. *Bioresour. Technol.* , 99(16), 7730-7741.
- [36].Mohan, D. and Pittman Jr, C.U., 2006. Activated carbons and low cost adsorbents for remediation of tri- and hexavalent chromium from water. *J. Hazard. Mater.* , 137(2), 762-811.
- [37].Gupta, V.K., 2009. Application of low-cost adsorbents for dye removal—a review. *J. Environ. Manage.* , 90(8), 2313-2342.
- [38].Ramakrishna, K.R. and Viraraghavan, T., 1997. Dye removal using low cost adsorbents. *Water Sci. Technol.* , 36(2), 189-196.
- [39].Lambert, S.D., Graham, N.J.D., Sollars, C.J. and Fowler, G.D., 1997. Evaluation of inorganic adsorbents for the removal of problematic textile dyes and pesticides. *Water sci. Technol.* , 36(2), 173-180.
- [40].Liu, J., Yu, H., Liang, Q., Liu, Y., Shen, J. and Bai, Q., 2017. Preparation of polyhedral oligomeric silsesquioxane based cross-linked inorganic-organic nanohybrid as adsorbent for selective removal of acidic dyes from aqueous solution. *J. Colloid Interface Sci.* , 497, 402-412.
- [41].Zhang, M., Yao, Q., Lu, C., Li, Z. and Wang, W., 2014. Layered double hydroxide-carbon dot composite: high-performance adsorbent for removal of anionic organic dye. *ACS Applied Mater and Interf.* , 6(22), 20225-20233.
- [42].Afroze, S. and Sen, T.K., 2018. A review on heavy metal ions and dye adsorption from water by agricultural solid waste adsorbents. *Water, Air, Soil Pollut.* , 229(7), 225.

- [43]. Achak, M., Hafidi, A., Ouazzani, N., Sayadi, S. and Mandi, L., 2009. Low cost biosorbent "banana peel" for the removal of phenolic compounds from olive mill wastewater: Kinetic and equilibrium studies. *J. Hazard. Mater.* , 166(1), 117-125.
- [44]. Saber-Samandari, S., Saber-Samandari, S., Joneidi-Yekta, H. and Mohseni, M., 2017. Adsorption of anionic and cationic dyes from aqueous solution using gelatin-based magnetic nanocomposite beads comprising carboxylic acid functionalized carbon nanotube. *Chem. Eng. Sci.* , 308, 1133-1144.
- [45]. Daniel, M.C. and Astruc, D., 2004. Gold nanoparticles: assembly, supramolecular chemistry, quantum-size-related properties, and applications toward biology, catalysis, and nanotechnology. *Chem. Rev.* , 104(1), 293-346.
- [46]. Kitagawa, S., Kitaura, R. and Noro, S.I., 2004. Functional porous coordination polymers. *Angew. Chem., Int. Ed.* , 43(18), 2334-2375.
- [47]. Baughman, R.H., Zakhidov, A.A. and De Heer, W.A., 2002. Carbon nanotubes-the route toward applications. *science*, 297(5582), 787-792..
- [48]. Burakov, A.E., Galunin, E.V., Burakova, I.V., Kucherova, A.E., Agarwal, S., Tkachev, A.G. and Gupta, V.K., 2018. Adsorption of heavy metals on conventional and nanostructured materials for wastewater treatment purposes: A review. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* , 148, 702-712.
- [49]. Evanoff Jr, D.D. and Chumanov, G., 2005. Synthesis and optical properties of silver nanoparticles and arrays. *ChemPhysChem*, 6(7), 1221-1231.
- [50]. Pratsinis, S.E., 1998. Flame aerosol synthesis of ceramic powders. *Prog. Energy Combust. Sci.* , 24(3), 197-219.
- [51]. مقدمه ای بر نانو تکنولوژی ed. ا.ن.م. خدایاری. ۱۳۸۴: ناشر نور پردازان.
- [52]. Shahwan, T., Sirriah, S.A., Nairat, M., Boyacı, E., Eroğlu, A.E., Scott, T.B. and Hallam, K.R., 2011. Green synthesis of iron nanoparticles and their application as a Fenton-like catalyst for the degradation of aqueous cationic and anionic dyes. *Chem. Eng. Sci.* , 172(1), 258-266.
- [53]. Cai, L., Chen, J., Liu, Z., Wang, H., Yang, H. and Ding, W., 2018. Magnesium oxide nanoparticles: effective agricultural antibacterial agent against *Ralstonia solanacearum*. *Frontiers in Microbiol.* , 9, 790.
- [54]. Salata, O.V., 2004. Applications of nanoparticles in biology and medicine. *J Nanobiotechnol.* , 2(1), 3.
- [55]. Moussavi, G. and Mahmoudi, M., 2009. Removal of azo and anthraquinone reactive dyes from industrial wastewaters using MgO nanoparticles. *J. Hazard. Mater.* , 168(2-3), 806-812.
- [56]. Mahmoud, H.R., Ibrahim, S.M. and El-Molla, S.A., 2016. Textile dye removal from aqueous solutions using cheap MgO nanomaterials: adsorption kinetics, isotherm studies and thermodynamics. *Adv. P. Tech.* , 27(1), 223-231.

- [57].Hosseini, S.S., Li, Y., Chung, T.S. and Liu, Y., 2007. Enhanced gas separation performance of nanocomposite membranes using MgO nanoparticles. *J. Membr. Sci.* 302(1-2), 207-217.
- [58].Jin, T. and He, Y., 2011. Antibacterial activities of magnesium oxide (MgO) nanoparticles against foodborne pathogens. *J.Nanopart. Res.* , 13(12), 6877-6885.
- [59].Bergwerff, A.A. and Scherpenisse, P., 2003. Determination of residues of malachite green in aquatic animals. *J. Chromatogr., B*, 788(2), 351-359.
- [60].Valle, L., Díaz, C., Zanocco, A.L. and Richter, P., 2005. Determination of the sum of malachite green and leucomalachite green in salmon muscle by liquid chromatography–atmospheric pressure chemical ionisation-mass spectrometry. *J. Chromatogr., A*, 1067(1-2), 101-105.
- [61].Méndez, A., Fernández, F. and Gascó, G., 2007. Removal of malachite green using carbon-based adsorbents. *Desalination*, 206(1-3), 147-153.
- [62].Lee, Y.C., Kim, E.J., Yang, J.W. and Shin, H.J., 2011. Removal of malachite green by adsorption and precipitation using aminopropyl functionalized magnesium phyllosilicate. *J. Hazard. Mater.* , 192(1), 62-70.
- [63].Iqbal, M.J. and Ashiq, M.N., 2010. Thermodynamics and kinetics of adsorption of dyes from aqueous media onto alumina. *J. Chem. Soc. Pak.* , 32(4), 419-428.
- [64].Ahmad, R. and Kumar, R., 2010. Adsorption studies of hazardous malachite green onto treated ginger waste. *J. Environ. Manag.* , 91(4), 1032-1038.
- [65].Kushwaha, A.K., Gupta, N. and Chattopadhyaya, M.C., 2014. Removal of cationic methylene blue and malachite green dyes from aqueous solution by waste materials of *Daucus carota*. *J. Saudi. Chem. Soc.* , 18(3), 200-207.
- [66].Ahmad, M.A. and Alrozi, R., 2011. Removal of malachite green dye from aqueous solution using rambutan peel-based activated carbon: Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies. *Chem. Eng. Sci.* , 171(2), 510-516.
- [67].Xu, R., Jia, M., Zhang, Y. and Li, F., 2012. Sorption of malachite green on vinyl-modified mesoporous poly (acrylic acid)/SiO₂ composite nanofiber membranes. *Microporous Mesoporous Mater.*, 149(1), 111-118.
- [68].Khan, T.A., Rahman, R., Ali, I., Khan, E.A. and Mukhlif, A.A., 2014. Removal of malachite green from aqueous solution using waste pea shells as low-cost adsorbent—adsorption isotherms and dynamics. *Toxicol. Environ. Chem.* , 96(4), 569-578.
- [69].Ahmad, M.A., Ahmad, N. and Bello, O.S., 2014. Adsorptive removal of malachite green dye using durian seed-based activated carbon. *Water , Air , Soil Pollut.* , 225(8), 2057.
- [70].Mohammadi, A., Daemi, H. and Barikani, M., 2014. Fast removal of malachite green dye using novel superparamagnetic sodium alginate-coated Fe₃O₄ nanoparticles. *Int. J. Biol. Macromol.* , 69, 447-455.

- [71].Gupta, V.K., 2009. Application of low-cost adsorbents for dye removal—a review. *J. Environ. manage.* , 90(8), 2313-2342..
- [72].Khaled, A., El Nemr, A., El-Sikaily, A. and Abdelwahab, O., 2009. Removal of Direct N Blue-106 from artificial textile dye effluent using activated carbon from orange peel: Adsorption isotherm and kinetic studies. *J. Hazard. Mater.* , 165(1-3), 100-110.
- [73].Gupta, V.K. and Nayak, A., 2012. Cadmium removal and recovery from aqueous solutions by novel adsorbents prepared from orange peel and Fe₂O₃ nanoparticles. *Chem. Eng. Sci.* , 180, 81-90.
- [74]. Wu, H., Guo, J.B., Du, L.M., Tian, H., Hao, C.X., Wang, Z.F. and Wang, J.Y., 2013. A rapid shaking-based ionic liquid dispersive liquid phase microextraction for the simultaneous determination of six synthetic food colourants in soft drinks, sugar-and gelatin-based confectionery by high-performance liquid chromatography. *Food Chem.* , 141(1), 182-186.
- [75].GÜLER, Z., 2005. Determination of synthetic colorants in confectionery and instant drink powders consumed in Turkey using UV/VIS spectrophotometry. *J. Food Qual.* , 28(1), 98-108.
- [76].Gholami, H., Gholami, M., Gholizadeh, A.M. and Rastega, A., 2012. Use of orange peel ash for removal of direct black 22 dye from aqueous environments. *Journal of north khorasan university of medical sciences*, 4(1), 45-55.
- [77].Andrade, F.I., Guedes, M.I.F., Vieira, Í.G.P., Mendes, F.N.P., Rodrigues, P.A.S., Maia, C.S.C., Ávila, M.M.M. and de Matos Ribeiro, L., 2014. Determination of synthetic food dyes in commercial soft drinks by TLC and ion-pair HPLC. *Food Chem.* , 157, 193-198.
- [78].Fernandez, M.E., Nunell, G.V., Bonelli, P.R. and Cukierman, A.L., 2014. Activated carbon developed from orange peels: Batch and dynamic competitive adsorption of basic dyes. *Ind. Crop. Prod.* , 62, 437-445.
- [79].Saadatjou, N., Rasoulifard, M.H. and Heidari, A., 2009. Removal of Basic Red 46 using low-cost adsorbent of hardened paste of portland cement from contaminated water. *J Color. Sci. Tech.* , 2(4), 221-226.
- [80].Khorramfar, S., Mahmoodi, N.M., Arami, M. and Gharanjig, K., 2009. Dye removal from colored textile wastewater using tamarindus indica hull: Adsorption isotherm and kinetics study. *J. Color. Sci. Tech.* , 3(2), 81-88.
- [81].Sulak, M.T., Demirbas, E. and Kobya, M., 2007. Removal of Astrazon Yellow 7GL from aqueous solutions by adsorption onto wheat bran. *Bioresour. Technol.* , 98(13), 2590-2598.
- [82].Önal, Y., Akmil-Başar, C., Eren, D., Sarıcı-Özdemir, Ç. and Depci, T., 2006. Adsorption kinetics of malachite green onto activated carbon prepared from Tunçbilek lignite. *J. Hazard. Mater.* , 128(2-3), 150-157.
- [83].Janoš, P., Buchtová, H. and Rýznarová, M., 2003. Sorption of dyes from aqueous solutions onto fly ash. *Water Res.* , 37(20), 4938-4944.

- [84].Ahmad, A., Rafatullah, M., Sulaiman, O., Ibrahim, M.H. and Hashim, R., 2009. Scavenging behaviour of meranti sawdust in the removal of methylene blue from aqueous solution. *J. Hazard. Mater.* , 170(1), 357-365.
- [85].Mane, V.S., Mall, I.D. and Srivastava, V.C., 2007. Use of bagasse fly ash as an adsorbent for the removal of brilliant green dye from aqueous solution. *Dyes Pigm.* , 73(3), 269-278.
- [86].Han, R., Wang, Y., Yu, W., Zou, W., Shi, J. and Liu, H., 2007. Biosorption of methylene blue from aqueous solution by rice husk in a fixed-bed column. *J. Hazard. Mater.* , 141(3), 713-718.
- [87].Wang, D., Liu, L., Jiang, X., Yu, J. and Chen, X., 2015. Adsorption and removal of malachite green from aqueous solution using magnetic β -cyclodextrin-graphene oxide nanocomposites as adsorbents. *Colloids Surf. ,A*, 466, 166-173.
- [88].Lara-Vásquez, E.J., Solache-Ríos, M. and Gutiérrez-Segura, E., 2016. Malachite green dye behaviors in the presence of biosorbents from maize (*Zea mays* L.), their Fe-Cu nanoparticles composites and Fe-Cu nanoparticles. *J. Environ. Chem. Eng.* , 4(2), 1594-1603.
- [89].Ghaedi, M., Ansari, A., Habibi, M.H. and Asghari, A.R., 2014. Removal of malachite green from aqueous solution by zinc oxide nanoparticle loaded on activated carbon: kinetics and isotherm study. *J. Ind. Eng. Chem.* , 20(1), 17-28.
- [90].Ho, Y.S. and Chiang, C.C., 2001. Sorption studies of acid dye by mixed sorbents. *Adsorption*, 7(2), 139-147.

دانشگاه کردستان

Abstract

In this study, the ability of magnesium oxide nanoparticles adsorbent to remove malachite green dye from liquid solutions was investigated. The batch system was used to determine the effective factors on adsorption. Also, the effect of various parameters such as time, pH, adsorbent amount and initial dye concentration on the adsorption was investigated. The time required for the removal of malachite green by magnesium oxide nanoparticles was 30 minutes. The highest amount of adsorption occurred at pH 7 to 10'. Adsorption of Langmuir, Freundlich and Tempkin isotherms was used to determine the adsorption amount. This method was described by the Freundlich model and had the highest dye adsorption capacity on the adsorbent (35.53 mg / g). The second order kinetic model illustrates the adsorption process of malachite green on magnesium oxide nanoparticles. Increasing adsorption with increasing temperature indicates that malachite green on magnesium oxide nanoparticles is naturally endothermic. Thermodynamic parameters such as entropy, free energy and enthalpy indicate that the process of dye adsorption of malachite green on magnesium oxide nanoparticles is better at high temperatures. The percent removal of malachite green was 100% magnesium oxide nanoparticle.

In the second part, the removal of sunset yellow dye by magnesium oxide nanoparticles was investigated. The time taken to absorb was 80 minutes. The highest amount of adsorption occurred at pH = 1. Adsorption of Langmuir, Freundlich and Tempkin isotherms was used to determine the adsorption amount. The adsorption was described by Freundlich and Langmuir method and the highest adsorption capacity was obtained on magnesium oxide nanoparticles (24.164 mg / g). The second order kinetic model showed a good adsorption process of Sunset yellow on magnesium oxide nanoparticles. Increasing the rate of adsorption with decreasing temperature indicates that Sunset yellow is exothermic on magnesium oxide nanoparticles. Thermodynamic parameters such as enthalpy, free energy, and entropy variations show that the absorption of sunset yellow dye onto magnesium oxide nanoparticles is better at low temperatures. The removal rate of Sunset Yellow 74% was obtained on magnesium oxide nanoparticles.

Key word: Magnesium Oxide Nanoparticle, Malachite Green, Sunset Yellow

دانشگاه کردستان



University of Kurdistan
Faculty of Science
Department of Chemistry

A Thesis

Submitted to the Postgraduate Studies Office in Partial Fulfillment of
the Requirements for the Degree of M.Sc. in Analytical Chemistry

Title:

**Application of magnesium oxide nanoparticles to remove
malachite green and sunset yellow in aqueous solutions**

By

Tayebeh Marzbani

The above thesis was evaluated and approved by the following members of
the thesis committee with **excellent** quality on November 23, 2019.

<u>Position</u>	<u>Name and Title</u>	<u>Signature</u>
1. Supervisor	Prof. Dr. Gholamreza Khayatian	<i>Khayatian</i>
2. Internal Examiner:	Prof. Dr. Abdollah Salimi	<i>A. Salimi</i>
3. Internal Examiner:	Assist. Prof. Dr. Soleyman Bahar	<i>S. Bahar</i>

Head of Department
Dr. Mohammad Gholamdermazi

Faculty Graduate Coordinator:

Dr. Saber Nasser
Saber Nasser
سازمان آموزشی و تحقیقات علمی



**University of Kurdistan
Faculty of Science
Department of Chemistry**

**A Thesis
Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
M.Sc. in Analytical Chemistry**

**Title:
Application of magnesium oxide nanoparticles to remove
malachite green and sunset yellow in aqueous solutions**

**By:
Tayebah Marzbani**

**Supervisors:
Dr. Gholamreza Khayatian**

دانشگاه کردستان

November, 2019



**University of Kurdistan
Faculty of Science
Department of Chemistry**

**A Thesis
Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of M.Sc. in Analytical Chemistry**

**Title:
Application of magnesium oxide nanoparticles to
remove malachite green and sunset yellow in
aqueous solutions**

**By:
Tayebeh Marzbani**

**Supervisors:
Dr. Gholamreza Khayatian**

November, 2019