



دانشکده‌ی علوم پایه
گروه آموزشی شیمی کاربردی

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی شیمی گرایش . شیمی فیزیک

عنوان:

. مطالعه جذب سطحی آلاینده‌های رنگی بر روی نانوکامپوزیت‌های BiOI-ZnO تهیه
شده به روش‌های مختلف

استاد راهنما:

دکتر عزیز حبیبی ینگجه

پژوهشگر:

محمد آزادی

زمستان ۱۳۹۳

نام خانوادگی دانشجو: آزادی	نام: محمد
عنوان پایان نامه: مطالعه جذب سطحی آلاینده‌های رنگی بر روی نانوکامپوزیت‌های BiOI-ZnO تهیه شده به روش‌های مختلف	
استاد راهنما: دکتر عزیز حبیبی ینگچه	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: شیمی
گرایش: شیمی فیزیک	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: علوم-گروه شیمی کاربردی	تاریخ دفاع: ۹۳/۱۱/۰۱
تعداد صفحات: ۱۱۳	چکیده:
<p>رنگ‌هایی که به طور گسترده در نساجی، چاپ، رنگرزی و صنایع غذایی تولید می‌شوند در مقابل تخریب کامل زیست محیطی مقاوم هستند و باعث تولید محصولات فرعی خطرناک در حین آبکافت، اکسایش و یا دیگر واکنش‌های شیمیایی در فاضلاب می‌شوند. در این پایان‌نامه نانوکامپوزیت‌های ZnO-BiOI به عنوان جاذب‌های جدید، به روش‌های مختلف تهیه شدند. نانوکامپوزیت‌های تهیه شده توسط تکنیک‌های پراش پرتو ایکس (XRD)، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، پراکندگی انرژی پرتو ایکس (EDX)، طیف سنجی فوتوالکترونی اشعه ایکس (XPS)، طیف سنجی بازتاب نفوذی (DRS) و مادون قرمز (FT-IR)، تجزیه وزن‌سنجی حرارتی (TGA) و تکنیک بی ای تی (BET) مورد بررسی قرار گرفتند. ساختار کریستالی برای ZnO به صورت هگزاگونالی و برای BiOI به صورت تتراگونالی می‌باشد و ساختار نانوکامپوزیت‌ها بدون تغییر می‌ماند. نانوکامپوزیت‌های تهیه شده برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین ب در محلول آبی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که نانوکامپوزیت با ۸۰ درصد وزنی از BiOI بهترین توانایی را برای جذب سطحی رنگ‌دانه نسبت به نانوکامپوزیت‌های دیگر داشت. مطالعات سینتیکی و ایزوترم جذب مشخص کرد که داده‌های جذب سطحی از سینتیک شبه درجه دوم و ایزوترم لانگمویر پیروی می‌کند.</p>	
کلید واژه‌ها: آلاینده‌های رنگی، جذب سطحی، نانوکامپوزیت، BiOI-ZnO	

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب	صفحه
فصل اول: مقدمه	
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- نانوفناوری	۳
۱-۳- نانومواد	۴
۱-۴- خواص نانومواد	۵
۱-۵- استفاده از نانومواد به عنوان جاذب	۷
۱-۶- روش های تهیه نانومواد	۸
۱-۶-۱- روش تابش ریزموج	۸
۱-۶-۲- روش فراصوت	۹
۱-۶-۳- روش سل-ژل	۱۰
۱-۶-۴- روش هیدروترمال	۱۲
۱-۷- روش های شناسایی نانوذرات	۱۳
۱-۷-۱- میکروسکوپ های الکترونی	۱۳
۱-۷-۲- پراش پرتو ایکس (XRD)	۱۴
۱-۸- جذب سطحی	۱۵
۱-۹- مکانیزم جذب	۱۷
۱-۱۰- تعادل های جذب سطحی	۱۷
۱-۱۰-۱- ایزوترم لانگمویر	۱۸
۱-۱۰-۲- ایزوترم فروندلیچ	۱۹

- ۱۹.....BET ایزوترم ۱-۱۰-۳
- ۲۱.....ایزوترم تمکین ۱-۱۰-۴
- ۲۲.....ایزوترم سیپس ۱-۱۰-۵
- ۲۲.....ترمودینامیک جذب ۱-۱۱
- ۲۳.....سینتیک فرآیندهای جذب ۱-۱۲
- ۲۵.....رنگدانه ۱-۱۳
- ۲۶.....متیلن بلو ۱-۱۳-۱
- ۲۷.....رودامین ب ۱-۱۳-۲
- ۲۷.....اکسید روی ۱-۱۴
- ۲۹.....بیسموت اکسی یدید ۱-۱۵
- ۳۰.....پیشینه پژوهش ۱-۱۶

فصل دوم: تجربی

- ۳۲.....۱-۲ وسایل، دستگاه‌ها و مواد شیمیایی مورد استفاده
- ۳۲.....۲-۱-۱ وسایل مورد استفاده
- ۳۲.....۲-۱-۲ دستگاه‌های مورد استفاده
- ۳۳.....۲-۱-۳ مواد شیمیایی مورد استفاده
- ۳۳.....۲-۲ تهیه نانوذرات BiOI به روش تابش امواج ریزموج
- ۳۴.....۲-۳ تهیه نانوذرات ZnO به روش تابش امواج ریزموج
- ۳۴.....۲-۴ تهیه نانوکامپوزیت‌های BiOI-ZnO به روش تابش امواج ریزموج
- ۳۶.....۲-۵ تهیه نانوکامپوزیت‌های BiOI-ZnO به روش تابش امواج فراصوت
- ۳۷.....۲-۶ تهیه نانوکامپوزیت‌های BiOI-ZnO به روش رفلکس
- ۳۷.....۲-۷ شناسایی نانوکامپوزیت‌ها
- ۳۸.....۲-۸ آزمایش‌های جذب سطحی

فصل سوم: داده‌ها، بحث و نتیجه‌گیری

- ۳-۱-۱- شناسایی نانوکامپوزیت‌های BiOI-ZnO تهیه شده به روش تابش امواج ریزموج ۴۱
- ۳-۱-۱-۱- تفسیر الگوهای XRD ۴۱
- ۳-۱-۱-۲- تفسیر نتایج به دست آمده از تصاویر SEM ۴۳
- ۳-۱-۱-۳- تفسیر نتایج حاصل از EDX ۴۷
- ۳-۱-۱-۴- تفسیر نتایج به دست آمده از طیف‌های DRS ۴۹
- ۳-۱-۱-۵- تفسیر نتایج جذب و واجذب BET ۵۰
- ۳-۱-۱-۶- بررسی طیف‌های XPS ۵۱
- ۳-۱-۱-۷- بررسی نمودارهای تجزیه وزن‌سنجی حرارتی TGA ۵۵
- ۳-۱-۱-۸- تفسیر طیف‌های FT-IR ۵۶
- ۳-۱-۳-۹- بررسی میزان جذب سطحی متیلن‌بلو بر روی نانوکامپوزیت‌ها ۵۷
- ۳-۱-۱-۱۰- جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین‌ب ۵۸
- ۳-۱-۱-۱۱- ایزوترم جذب سطحی ۵۹
- ۳-۱-۱-۱۱-۱- ایزوترم لانگمویر ۶۰
- ۳-۱-۱-۱۱-۲- ایزوترم فروندلیچ ۶۲
- ۳-۱-۱-۱۲- سینتیک جذب سطحی ۶۵
- ۳-۲- شناسایی نانوکامپوزیت‌های BiOI-ZnO تهیه شده به روش تابش امواج فراصوت ۶۸
- ۳-۲-۱- تفسیر الگوهای XRD ۶۸
- ۳-۲-۲- تفسیر نتایج به دست آمده از تصاویر SEM ۷۰
- ۳-۲-۳- تفسیر نتایج حاصل از EDX ۷۲
- ۳-۲-۴- تفسیر نتایج به دست آمده از طیف‌های DRS ۷۳
- ۳-۲-۵- تفسیر نتایج جذب و واجذب BET ۷۴
- ۳-۲-۶- تفسیر طیف‌های XPS ۷۵

۷۸	۳-۲-۷- بررسی میزان جذب سطحی متیلن بلو بر روی نانوکامپوزیت‌ها
۷۹	۳-۲-۸- جذب سطحی متیلن بلو و رودامین ب
۸۰	۳-۲-۹- ایزوترم جذب سطحی
۸۰	۳-۲-۹-۱- ایزوترم لانگمویر
۸۲	۳-۲-۹-۲- ایزوترم فروندلیچ
۸۴	۳-۲-۹-۳- ایزوترم تمکین
۸۷	۳-۲-۱۰- سینتیک جذب سطحی
۹۰	۳-۳- شناسایی نانوکامپوزیت‌های BiOI-ZnO تهیه شده به روش رفلاکس
۹۰	۳-۳-۱- تفسیر الگوهای XRD
۹۲	۳-۳-۲- تفسیر نتایج به دست آمده از تصاویر SEM
۹۴	۳-۳-۳- تفسیر نتایج به دست آمده از طیف‌های DRS
۹۵	۳-۳-۴- بررسی میزان جذب سطحی متیلن بلو بر روی نانوکامپوزیت‌ها
۹۵	۳-۳-۵- جذب سطحی متیلن بلو و رودامین ب
۹۷	۳-۳-۶- ایزوترم جذب سطحی
۹۷	۳-۳-۶-۱- ایزوترم لانگمویر
۹۹	۳-۳-۶-۲- ایزوترم فروندلیچ
۱۰۱	۳-۳-۶-۳- ایزوترم تمکین
۱۰۴	۳-۳-۷- سینتیک جذب سطحی
۱۰۷	۳-۴- نتیجه گیری
۱۰۹	۳-۵- پیشنهادات
۱۱۰	فهرست منابع و مراجع

فهرست جداول

شماره و عنوان جدول	صفحه
جدول ۱-۲: مقادیر نمک‌های مورد نیاز برای تهیه درصدهای وزنی مختلف نانوکامپوزیت‌های بیسموت اکسی یدید - اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش امواج ریزموج ۳۵	۳۵
جدول ۱-۳: پارامترهای به دست آمده از داده‌های ایزوترم لانگمویر برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج در دماهای مختلف ۶۰	۶۰
جدول ۲-۳: پارامترهای به دست آمده از داده‌های ایزوترم فروندلیچ برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج در دماهای مختلف ۶۲	۶۲
جدول ۳-۳: پارامترهای ترمودینامیکی جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiO-ZnO تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج ۶۴	۶۴
جدول ۴-۳: پارامترهای سینتیکی مرتبه اول و دوم برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج در دماهای مختلف ۶۵	۶۵
جدول ۵-۳: پارامترهای به دست آمده از داده‌های ایزوترم لانگمویر برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دماهای مختلف ۸۱	۸۱
جدول ۶-۳: پارامترهای به دست آمده از داده‌های ایزوترم فروندلیچ برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دماهای مختلف ۸۳	۸۳

- جدول ۳-۷: پارامترهای به دست آمده از داده‌های ایزوترم تمکین برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین‌ب بر روی نانوکامپوزیت BiOI-ZnO (80-20) تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دماهای مختلف..... ۸۵
- جدول ۳-۸: پارامترهای ترمودینامیکی جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین‌ب بر روی نانوکامپوزیت BiOI-ZnO (20-80) تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت ۸۷
- جدول ۳-۹: پارامترهای سینتیکی مرتبه اول و دوم برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین‌ب بر روی نانوکامپوزیت BiOI-ZnO (80-20) تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دماهای مختلف..... ۸۸
- جدول ۳-۱۰: پارامترهای به دست آمده از داده‌های ایزوترم لانگمویر برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین‌ب بر روی نانوکامپوزیت BiOI-ZnO (80-20) تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه رفلاکس در دماهای مختلف..... ۹۸
- جدول ۳-۱۱: پارامترهای به دست آمده از داده‌های ایزوترم فروندلیچ برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین‌ب بر روی نانوکامپوزیت BiOI-ZnO (80-20) تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه رفلاکس در دماهای مختلف..... ۱۰۰
- جدول ۳-۱۲: پارامترهای به دست آمده از داده‌های ایزوترم تمکین برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین‌ب بر روی نانوکامپوزیت BiOI-ZnO (80-20) تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه رفلاکس در دماهای مختلف..... ۱۰۲
- جدول ۳-۱۳: پارامترهای ترمودینامیکی جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین‌ب بر روی نانوکامپوزیت BiO-ZnO (80-20) تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه رفلاکس ۱۰۳
- جدول ۳-۱۴: پارامترهای سینتیکی مرتبه اول و دوم برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین‌ب بر روی نانوکامپوزیت BiOI-ZnO (80-20) تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه رفلاکس در دماهای مختلف..... ۱۰۴

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل ۱-۱: طبقه‌بندی نانومواد.....	۵
شکل ۲-۱: افزایش نسبت مساحت سطحی به حجم با کاهش اندازه‌ی ذره.....	۶
شکل ۳-۱: مراحل تهیه نانومواد به روش سل-ژل.....	۱۱
شکل ۴-۱: شمایی از الگوی XRD.....	۱۵
شکل ۵-۱: ساختار شیمیایی متیلن‌بلو.....	۲۶
شکل ۶-۱: ساختار شیمیایی رودامین ب.....	۲۷
شکل ۱-۲: شمایی از تجهیزات استفاده شده در فرآیند جذب سطحی.....	۳۸
شکل ۳-۱: الگوهای XRD برای نانوکامپوزیت‌های بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با درصدهای مختلف از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریز موج.....	۴۲
شکل ۲-۳: تصویر SEM مربوط به نانوذرات بیسموت اکسی یدید تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریز موج.....	۴۳
شکل ۳-۳: تصویر SEM مربوط به نانوکامپوزیت بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با ۱۰ درصد وزنی از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریز موج.....	۴۴
شکل ۴-۳: تصویر SEM مربوط به نانوکامپوزیت بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با ۲۰ درصد وزنی از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریز موج.....	۴۴
شکل ۵-۳: تصویر SEM مربوط به نانوکامپوزیت بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با ۳۰ درصد وزنی از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریز موج.....	۴۵
شکل ۶-۳: تصویر SEM مربوط به نانوکامپوزیت بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با ۴۰ درصد وزنی از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریز موج.....	۴۵

- شکل ۳-۷: تصویر SEM مربوط به نانوکامپوزیت بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با ۶۰ درصد وزنی از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج..... ۴۶
- شکل ۳-۸: تصویر SEM مربوط به نانوکامپوزیت بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با ۸۰ درصد وزنی از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج..... ۴۶
- شکل ۳-۹: تصویر SEM مربوط به نانوذرات اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج..... ۴۷
- شکل ۳-۱۰: طیف EDX مربوط به نانوذرات بیسموت اکسی یدید تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج..... ۴۸
- شکل ۳-۱۱: طیف EDX مربوط به نانوکامپوزیت بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با ۲۰ درصد وزنی از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج..... ۴۸
- شکل ۳-۱۲: طیف EDX مربوط به نانوذرات اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج..... ۴۹
- شکل ۳-۱۳: طیف‌های DRS برای نانوکامپوزیت‌های بیسموت اکسی یدید - اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج..... ۵۰
- شکل ۳-۱۴: داده‌های جذب - واجذب برای نانوکامپوزیت بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با ۲۰ درصد وزنی از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش امواج ریزموج..... ۵۱
- شکل ۳-۱۵: طیف XPS مربوط به نانوکامپوزیت بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با ۲۰ درصد وزنی از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش امواج ریزموج..... ۵۳
- شکل ۳-۱۶: طیف XPS بزرگ‌نمایی شده برای عنصر Zn 2p..... ۵۳
- شکل ۳-۱۷: طیف XPS بزرگ‌نمایی شده برای عنصر O 1s..... ۵۴
- شکل ۳-۱۸: طیف XPS بزرگ‌نمایی شده برای عنصر Bi 4f..... ۵۴
- شکل ۳-۱۹: طیف XPS بزرگ‌نمایی شده برای عنصر I 3d..... ۵۴

- شکل ۳-۲۰: نمودارهای TGA برای نانوذرات اکسید روی، بیسموت اکسی یدید و نانوکامپوزیت بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با ۲۰ درصد وزنی از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش امواج ریزموج..... ۵۵
- شکل ۳-۲۱: طیف‌های FT-IR نانوکامپوزیت‌های بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با درصد‌های وزنی مختلف از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج..... ۵۶
- شکل ۳-۲۲: نمودار درصد جذب سطحی متیلن‌بلو برای جذب سطحی بر روی نانوکامپوزیت‌های BiOI-ZnO با درصد‌های وزنی مختلف از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج..... ۵۷
- شکل ۳-۲۳: جذب دینامیکی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج در دماهای مختلف: الف) متیلن‌بلو و ب) رودامین ب..... ۵۹
- شکل ۳-۲۴: نمودار خطی ایزوترم لانگمویر برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی نانو-کامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج در دماهای مختلف: الف) متیلن‌بلو و ب) رودامین ب..... ۶۱
- شکل ۳-۲۵: نمودار خطی ایزوترم فروندلیچ برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی نانو-کامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج در دماهای مختلف: الف) متیلن‌بلو و ب) رودامین ب..... ۶۳
- شکل ۳-۲۶: نمودار سینتیک شبه درجه اول برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی نانو-کامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج در دماهای مختلف: الف) متیلن‌بلو و ب) رودامین ب..... ۶۶
- شکل ۳-۲۷: نمودار سینتیک شبه درجه دوم برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی نانو-کامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶ دقیقه تابش ریزموج در دماهای مختلف: الف) متیلن‌بلو و ب) رودامین ب..... ۶۷

- شکل ۳-۲۸: الگوهای XRD برای نانوذرات ZnO، BiOI و نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت..... ۶۹
- شکل ۳-۲۹: تصویر SEM مربوط به نانوذرات بیسموت اکسی یدید تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت..... ۷۰
- شکل ۳-۳۰: تصویر SEM مربوط به نانوکامپوزیت بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با ۲۰ درصد وزنی از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت..... ۷۱
- شکل ۳-۳۱: تصویر SEM مربوط به نانوذرات اکسید روی تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فرا-صوت..... ۷۱
- شکل ۳-۳۲: طیف EDX مربوط به نانوکامپوزیت بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با ۲۰ درصد وزنی از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت..... ۷۲
- شکل ۳-۳۳: طیف‌های DRS نانوکامپوزیت‌های بیسموت اکسی یدید - اکسید روی تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت..... ۷۳
- شکل ۳-۳۴: داده‌های جذب - واجذب برای نانوکامپوزیت بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با ۲۰ درصد وزنی از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت..... ۷۴
- شکل ۳-۳۵: طیف XPS نانوکامپوزیت بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با ۲۰ درصد وزنی از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت..... ۷۵
- شکل ۳-۳۶: طیف XPS بزرگ‌نمایی شده برای عنصر Zn 2p..... ۷۶
- شکل ۳-۳۷: طیف XPS بزرگ‌نمایی شده برای عنصر O 1s..... ۷۶
- شکل ۳-۳۸: طیف XPS بزرگ‌نمایی شده برای عنصر Bi 4f..... ۷۷
- شکل ۳-۳۹: طیف XPS بزرگ‌نمایی شده برای عنصر I 3d..... ۷۷
- شکل ۳-۴۰: نمودار درصد جذب سطحی متیلن‌بلو برای جذب سطحی بر روی نانوکامپوزیت‌های BiOI-ZnO با درصد‌های وزنی مختلف از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه امواج فراصوت..... ۷۸

- شکل ۳-۴۱: جذب دینامیکی متیلن بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دماهای مختلف: الف) متیلن بلو و ب) رودامین ب ۸۰
- شکل ۳-۴۲: نمودار خطی ایزوترم لانگمویر برای جذب سطحی متیلن بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دماهای مختلف: الف) متیلن بلو و ب) رودامین ب ۸۲
- شکل ۳-۴۳: نمودار خطی ایزوترم فروندلیچ برای جذب سطحی متیلن بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دماهای مختلف: الف) متیلن بلو و ب) رودامین ب ۸۴
- شکل ۳-۴۴: نمودار خطی ایزوترم تمکین برای جذب سطحی متیلن بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دماهای مختلف: الف) متیلن بلو و ب) رودامین ب ۸۶
- شکل ۳-۴۵: نمودار سینتیک شبه درجه اول برای جذب سطحی متیلن بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دماهای مختلف: الف) متیلن بلو و ب) رودامین ب ۸۹
- شکل ۳-۴۶: نمودار سینتیک شبه درجه دوم برای جذب سطحی متیلن بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دماهای مختلف: الف) متیلن بلو و ب) رودامین ب ۹۰
- شکل ۳-۴۷: الگوهای XRD برای نانو ذرات BiOI، ZnO و نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه رفلکس ۹۱
- شکل ۳-۴۸: تصویر SEM مربوط به نانوذرات بیسموت اکسی یدید تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه رفلکس ۹۲

- شکل ۳-۴۹: تصویر SEM مربوط به نانوکامپوزیت بیسموت اکسی یدید - اکسید روی با ۲۰ درصد وزنی از اکسید روی تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه رفلاکس ۹۳
- شکل ۳-۵۰: تصویر SEM مربوط به نانوذرات اکسید روی تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه رفلاکس ۹۳
- شکل ۳-۵۱: طیف‌های DRS نانوکامپوزیت‌های بیسموت اکسی یدید - اکسید روی تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه رفلاکس ۹۴
- شکل ۳-۵۲: نمودار درصد جذب سطحی متیلن‌بلو برای جذب سطحی بر روی نانوکامپوزیت‌های BiOI-ZnO با درصدهای وزنی مختلف از اکسید روی در مدت ۶۰ دقیقه رفلاکس ۹۵
- شکل ۳-۵۳: جذب دینامیکی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه رفلاکس در دماهای مختلف: الف) متیلن‌بلو و ب) رودامین ب ۹۷
- شکل ۳-۵۴: نمودار خطی ایزوترم لانگمویر برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه رفلاکس در دماهای مختلف: الف) متیلن‌بلو و ب) رودامین ب ۹۹
- شکل ۳-۵۵: نمودار خطی ایزوترم فروندلیچ برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه رفلاکس در دماهای مختلف: الف) متیلن‌بلو و ب) رودامین ب ۱۰۱
- شکل ۳-۵۶: نمودار خطی ایزوترم تمکین برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه رفلاکس در دماهای مختلف: الف) متیلن‌بلو و ب) رودامین ب ۱۰۳
- شکل ۳-۵۷: نمودار سینتیک شبه درجه اول برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه رفلاکس در دماهای مختلف: الف) متیلن‌بلو و ب) رودامین ب ۱۰۵

شکل ۳-۵۸: نمودار سینتیک شبه درجه دوم برای جذب سطحی متیلن‌بلو و رودامین ب بر روی

نانوکامپوزیت (80-20) BiOI-ZnO تهیه شده در مدت ۶۰ دقیقه رفلاکس در دماهای مختلف: الف)

متیلن‌بلو و ب) رودامین ب..... ۱۰۶

فصل اول:

مقدمه

آب یکی از نیازهای اساسی بشر برای ادامه زندگی است. بنابراین داشتن منابع آب با کیفیت بالا برای فعالیت‌های مختلف، اهمیت زیادی دارد. به دلیل رشد فزاینده فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی، بسیاری از این منابع آبی به سرعت در حال آلوده شدن هستند. فاضلاب‌های تولید شده از این صنایع شامل هر دو آلاینده‌های آلی و معدنی می‌باشد. برخی از این آلاینده‌های معمول شامل فنل‌ها، رنگ‌ها، مواد پاک‌کننده، حشره‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها و فلزات سنگین بوده و ماهیت این آلاینده‌ها بستگی به منبع تولید آن دارد و از جایی به جای دیگر متفاوت است. این آلاینده‌ها اغلب سمی هستند و در صورت وجود در غلظت‌های بالا اثرات مخربی بر زندگی و سلامت انسان‌ها و سایر موجودات زنده می‌توانند داشته باشند (Bhatnagar & Idris, 2009).

در بسیاری از صنایع مانند تولید پارچه، از رنگ‌های بازی برای رنگ‌آمیزی محصولات نهایی استفاده می‌شود. در بخش رنگرزی صنعت تولید پارچه، به ازای هر ۱۰۰۰ کیلوگرم پارچه، ۱۰۰۰ لیتر آب مصرف می‌شود. تخلیه فاضلاب حاصل از این حجم عظیم آب به درون آب‌های سطحی همچون رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، چندان قابل چشم‌پوشی نیست. در صنایع نساجی مقادیر قابل توجهی از مواد شیمیایی برای پردازش منسوجات استفاده می‌شود. این مواد شیمیایی دامنه گسترده‌ای از مواد معدنی و عناصر تا محصولات آلی و پلیمرها را در بر می‌گیرد. در شاخص رنگ، بیش از ۸۰۰۰ نوع محصولات شیمیایی با تنوع ساختاری گسترده از جمله رنگ‌های اسیدی، فعال، بازی، پراکنده، آزو و مبتنی بر کمپلکس‌های معدنی، در ارتباط با فرایند رنگرزی فهرست شده است (Buthelezi et al, 2012).

در جهت تائید نامطلوب بودن اثرات حاصل از این آلاینده‌ها بر سلامت انسان، تحقیقات به عمل آمده نشان می‌دهند برخی از این رنگ‌ها باعث بروز آلرژی، درماتیت، خارش پوست، و سرطان در انسان می‌شوند. از این رو حذف این آلاینده‌ها قبل از مخلوط شدن با جریان آب‌های غیر آلوده طبیعی اهمیت فراوانی دارد (Bekci et al, 2008).

Surname: Azadi	Name: Mohammad
Title of Thesis: Adsorption study of dye pollutants on BiOI-ZnO nanocomposites prepared by different methods	
Supervisor: Prof. Aziz Habibi–Yangjeh	
Graduate Degree: Master of Science (M. Sc.)	
Specialty: Physical Chemistry	Major: Chemistry
University: Mohaghegh Ardabili	Faculty: Department of Applied Chemistry
Graduation date: 2015/01/21	Number of pages: 113
<p>Abstract:</p> <p>Synthetic dyes that widely used in textiles, printing, dyeing and food industries are resistant to biological treatment and can produce harmful compounds during hydrolysis, oxidation, or other chemical reactions taking place in the wastewater. In this thesis, BiOI-ZnO nanocomposites, as novel adsorbents, were successfully prepared by different methods. The as-prepared nanocomposites were characterized by X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive analysis of X-rays (EDX), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), diffuse reflectance spectroscopy (DRS), Fourier transform-infrared (FT-IR), thermogravimetric analysis (TGA), and Brunauer-Emmett-Teller (BET) techniques. In the nanocomposites, ZnO and BiOI have wurtzite hexagonal and tetragonal crystalline phases, respectively and their phases are not change by composition. The as-prepared nanocomposites were applied for adsorption of methylene blue (MB) and rhodamine B (RhB) from aqueous solutions. The results demonstrated that the nanocomposite with 80% of BiOI has superior ability for adsorption of the dyes relative to the other nanocomposites. Kinetic and adsorption isotherm studies showed that the data follow pseudo-second-order kinetic model and Langmuir isotherm, respectively.</p>	
Keywords: Nanocomposite, BiOI-ZnO, Adsorption	



University of Mohaghegh Ardabili

Faculty of Science

Department of Applied Chemistry

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of
M.Sc. in Physical Chemistry**

Title:

**Adsorption study of dye pollutants on BiOI-ZnO nanocomposites prepared by
different methods**

Supervisor:

Prof. Aziz Habibi-Yangjeh

By:

Mohammad Azadi

Jan – 2015