نانو تکنولوژی

جذب سطحی رنگ اسیدی قرمز از پساب رنگ توسط هیدروکسید جفت لایه ای $Zn_2Al\text{-}NO_3$ و منبع لجن جاذب به عنوان نانوفیلر برای پلی پروپیلن

پوریا نوروز کرمانشاهی[۱]، مریم محمدی*[۲]، نیوشا باقری[۳]

در این همکاری، ما برای اولین‌بار حذف رنگ اسید قرمز ۹۷ از پساب شبیه‌سازی شده با استفاده از جاذب هیدروکسیدهای جفت لایه‌ای ($Zn_2Al\text{-}NO_3$ (LDHs و منبعی از لجن جاذب هیدروکسید جفت لایه‌ای به عنوان نانو فیلر برای پلی‌پروپیلن را گزارش داده‌ایم. هیدروکسیدهای جفت لایه‌ای $Zn_2Al\text{-}NO_3$ بدست آمده توسط پراش پرتو X و آنالیزهای میکروسکوپ اسکن الکترونی به منظور تصدیق خلوص و مسطح بودن نانو ذرات هیدروکسیدهای جفت لایه‌ای بررسی شد. اثرات زمان جذب و غلظت رنگ اولیه بر زدایش اسید قرمز ۹۷ از پساب به صورت سیستمی مورد بررسی قرار گرفت و نشان داد که هیدروکسیدهای جفت لایه‌ای $Zn_2Al\text{-}NO_3$ در زدودن اسید قرمز ۹۷ بسیار موثر است. ظرفیت جذب اشباع شستشوی آبی و شستشوی استنی هیدروکسیدهای جفت لایه‌ای (Zn_2Al) به ترتیب ۲۰٤,٤ و ۲۹۹,۵ mg/g می‌باشد. در انتها لجن جاذب هیدروکسید جفت لایه‌ای به روش مخلوط حلال اصلاح شده به داخل پلی پروپیلن اضافه گردید. آنالیز غلظت دمائی و آنالیز جذب پرتو فرابنفش نانوکامپوزیت‌های هیدروکسید جفت لایه‌ای پلی‌پروپیلن/رنگ اسیدی قرمز ۹۷ (Zn_2Al) نشان داد که هیدروکسید جفت لایه‌ای پلی‌پروپیلن/رنگ اسیدی قرمز ۹۷ (Zn_2Al) توانایی بهبود مقاومت دمایی و حفاظت از پلی‌پروپیلن در برابر پرتو فرابنفش را دارا می‌باشد. این اطلاعات ثابت کرد که منبعی برای کثیفی جاذب رنگ به عنوان نانو فیلرهای چند کاربردی برای پلیمرها بسیار محتمل است.

مقدمه

اگر چه چاپ و رنگرزی دو عامل مهم صنعتی در اقتصاد ملی می‌باشد، پساب‌های حاصله از آنها به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل آلودگی و انهدام محیطی می‌باشد و مصرف رنگ باعث بوجود آمدن یک مشکل محیط زیستی سراسری می‌شود. پساب رنگ با حجم بالا، وجود مواد آلی، رنگ تیره، پیچیدگی ساختار و سایر خصوصیات می‌تواند به طور مستقیم به ساختار آب آسیب رسانده و تهدیدی برای سلامتی انسان باشد. بنابراین تقاضای فزاینده‌ای برای عمل‌آوری موثر پساب رنگ وجود دارد. اخیراً روش‌های گوناگونی از قبیل انعقاد ته‌نشینی، فیلترکردن، ته‌شینی الکتریکی و جذب توسط جاذب جامد به منظور زدایش رنگ‌ها از پساب‌ها توسعه‌یافته است. در بین تکنولوژی‌های مختلف عمل‌آوری آب، جذب به عنوان یکی از روش‌های مؤثر و کم‌هزینه ناشی از کارائی، سادگی و قابل اجرا بودن آن می‌باشد. کربن فعال‌شده‌ی دانه دانه، دی اتم‌های فعال شده و رزین‌ها، بیشترین استفاده متعارف را برای جاذب‌ها دارند. اصلی‌ترین مشکلات روش جذب جامد، ظرفیت جذب پایین و سختی دوباره استفاده کردن است.

هیدروکسیدهای جفت لایه‌ای(LDHs) کاربرد وسیعی در نوع خاک آنیونی با فرمول کلی $[M^{2+}_{1-x}M^{3+}_{x}(OH)_2]^{x+}[A^{m-}]_{x/n}$ دارند. mH_2O که در آن M^{2+} و M^{3+} یون‌های مثبت فلزی هستند مانند: Zn^{2+}، Mg^{2+}، Mn^{2+}، CO^{2+} ، Ni^{2+}، Ca^{2+}، Cu^{2+}، Co^{3+}، Cr^{3+}، Al^{3+} و یا Fe^{3+}، An^- برای آنیون‌های غیرآلی مانند so^{2-}_4، Po^{2-}_4، Cr^{2-}_4، I^-، Br^-، F^-، NO_3^- و CO^{2-}_3 یا آنیون های مختلف آلی، که حجم x مستقیماً بر روی حالتی از تولیدشان تاثیر می گذارد، عموماً سنتز هیدروتالسیت خالص x به بازه $0/17 \leq x \leq 0/34$ نیاز دارد و m شماری از مولکول‌های آب واقع در لایه‌ی درونی همراه با آنیون‌ها می‌باشد. با رشد x تعداد آب بلوری کاهش می‌یابد. به دلیل خاصیت تبادل آنیون‌های لایه‌ی داخلی توزیع سطح اتمی کاتیون‌های فلزی، LDHs توجه فزاینده‌ای را در زمینه‌های مختلف مثل کاتالیست‌ها، رباینده‌ها برای آلاینده‌ها، بازدارنده‌های شعله‌ای، پایدارکننده‌های دمایی، جاذب اشعه‌ی فروسرخ، جاذب اشعه‌ی فرابنفش، مواد دارویی و همچنین نانوفیلرها در نانوکامپوزیت‌ها ی پلیمر/ هیدروکسید جفت لایه‌ای متوجه ساخته است.

در سال‌های اخیر LDHs به عنوان جاذب‌های بسیار موثر برای زدایش رنگ‌های آنیونیک از پساب رنگ به دلیل ظرفیت بالای تبادل

آنیون‌هایشان و چگالی لایه‌های بالایی، مورد قبول واقع شده است. هر دو ترکیب، فعل و انفعال قدرتمندی با آلاینده آنیونیک نشان می‌دهد. با استفاده از خاصیت تبادل یونی عالی LDHs دارای نیترات، رنگهای آنیونیک زیادی مانند متیل اورانژ، ریمازول قرمز 3BS، بنزوییل سبز F_2B، ایرانز آبی، اسید آبی ۹، بنزو روناس 4B و اسید نارنجی و غیره... می توانند جذب شوند و بنابراین از پساب رنگ حذف می شوند. به هر حال، همانند انواع دیگر جاذب ها، منبع رنگها نیز مشابه جاذب‌ها هنوز یک مشکل بزرگ می باشند. چگونگی مقابله توسط لجن جاذب علاقه مندی بزرگی برای پژوهش های علمی و کاربرد عملی است.

از آنجا که نانوکامپوزیت‌های پلیمری / LDH به عنوان یکی از امیدوارکننده‌ترین زمینه‌های تحقیقاتی در شیمی مواد شناخته شده است و توجهات زیادی را هم از صنعت و هم از آزمایشگاه به خود جلب کرد. ما یک طرح جدید از منبع پساب جاذب LDH به عنوان نانوفیلر برای پلیمر پیشنهاد دادیم. مولکول‌های رنگ جذب شده نه تنها فقط سازگاری بین پلیمر و LDHs را افزایش می‌دهند بلکه همچنین توانایی جذب UV را بهبود می‌بخشند. بعلاوه، LDH شناخته شده از نوع نانوفیلر می‌تواند پایداری حرارتی و میزان ویژگی رئولوژیکی پلیمر را بهبود بخشد. به منظور اثبات عملی بودن استفاده از LDHs به عنوان جاذب کارآمد و منابع لجن جاذب به عنوان نانوفیلر برای پلیمر، در کار حاضر، $Zn_2Al\text{-}NO_3$ برای جذب یک رنگ آنیونیک اسیدی قرمز ۹۷ که دارای فرمول $C_{32}H_{20}N_4Na_2O_8S_2$ است و در شکل۱ نشان داده شده، سنتز و ارزیابی شده است. LDH لجن جاذب رنگ اسیدی قرمز(Zn_2Al) به پلی پروپیلن(PP) با استفاده از روش اختلاط حلال که توسط گروه ما به تازگی توسعه یافته است، اضافه شد. نانو کامپوزیت های پلی پروپیلن/رنگ اسیدی قرمز ۹۷ (Zn_2Al) بدست آمده بیشتر توصیف شدند و خواصشان با جزئیات مورد بررسی قرار گرفت.

بخش آزمایشگاهی

۲-۱- سنتز نمونه‌ها

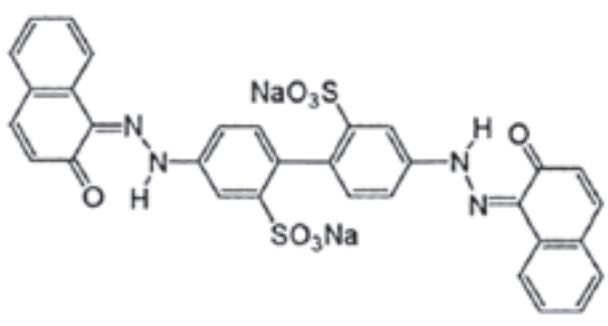
در مرحله اول، $Zn_2Al\text{-}NO_3$ با استفاده از روش هم‌رسوبی سنتز شده بود. محلول پیش ماده فلزی حاوی $Zn(No_3)_2.H_2o$ ۷.۴۶۵gr و ۴.۷gr $Al(NO_3)_3.9H_2O$-AC97 در ۵۰ml H_2O به داخل محلول آنیون حاوی سدیم نیترات به میزان ۱۲۵ gr $_2$(۰.۰۲۵mol) در ۵۰ml H_2O به صورت قطره‌ای اضافه شد، در این بین، pH در ۱۰ به وسیله یک محلول ۴ مولار سدیم هیدروکسید نگه داشته شد. مخلوط برای یک مدت شبانه روز در دمای اتاق باقی ماند و به وسیله عمل سانترفیوژ و شستشو با pH نزدیک به ۷ کنترل شد. در انتها LDH با استون قبل از خشک کردن در ۶۵°C برای مدت یک شبانه روز شستشو داده شد.

سرعت جذب اسید قرمز ۹۷ که بالاتر از $Zn_2Al\text{-}NO_3$ بود به وسیله ۰.۰۵gr از محلول نمونه در ۱۰۰ml از اسید قرمز ۹۷ سنجیده شد. هنگامی‌که مقدار pH اولیه آن حدود ۷ را نشان می‌داد، غلظت اولیه اسید قرمز۹۷ در محلول برابر ۱۰۰mg/L بود. عمل جذب در خارج از دمای اتاق با تکان‌دهنده‌ی مغناطیسی برده شد. غلظت اسید قرمز ۹۷ توسط اسپکتروفتومتری مرئی در ۵۰۰nm مشخص شد. لجن LDH بدست آمده به عنوان رنگ اسید قرمز ۹۷ (Zn_2Al) نامیده شد.

نانوکامپوزیت‌های LDH پلی پروپیلن/رنگ اسیدی قرمز۹۷ (Zn_2Al) با استفاده از روش اختلاط حلال ساخته شدند. ۵gr پلی پروپیلن، LDH شستشوی استنی آماده شد و ۱۰۰mL زایلن به داخل یک بالن مدور ۲۵۰ml افزوده شد. مقداری LDH به پلی‌پروپیلن مطابق با درصد وزنی به ترتیب ۰.۲،۰.۴،۱،۲،۴،۱۰ اضافه شد. مخلوط تقریباً در ۱۴۰°C برای ۲ ساعت بازیابی شد. بعد از پایان عمل بازیابی، محلول زایلن داغ حاوی محلول پلی‌پروپیلن و نانوذره‌های LDH با پراکندگی زیاد داخل ۱۰۰ml هگزان(که روش استخراج محلول نامیده می‌شود) ریخته شد. نانوکامپوزیت‌های LDH /پلی‌پروپیلن بدست آمده به وسیله فیلترشدن و خشک شدن در خلاء جمع آوری شدند.

خصوصیات LDHs و نانو کامپوزیت‌های LDH /پلی‌پروپیلن

تفرق اشعه X: آنالیز تفرق اشعه X برای $Zn_2Al\text{-}NO_3$ و الگوهای نانوکامپوزیت‌های پلی‌پروپیلن/ اسید قرمز ۹۷ (Zn_2Al) روی همه ترکیبات آلی و پرتو X به وسیله دستگاه، در مدل و روش منعکس شدنشان با پرتو α ثبت شده‌اند. ولتاژ شتاب به مجموعه گروه در ۴۰kV با جریان ۴۰mA (λ=۱.۵۴۲Å) در ۰.۱۱۳ °S^{-1} از ۲° تا ۷۰° با یک سایز شکاف با درجه ۱/۱۶ گذاشته شده است. یکروسکوپ اسکن الکترونی(SEM): آنالیز SEM توسط یک میکروسکوپ اسکن JSM JEOL 6100 با ولتاژ شتاب ۲۰kV انجام داده شد. نمونه های پودری بر روی نوار کربن که به صفحه SEM قرار دارد، چسبانده می شود. قبل از مشاهده، نمونه ها با یک لایه پلاتین نازک برای جلوگیری از شارژ شدن و بهبود کیفیت عکس، پوشانده شدند. نالیز غلظت حرارتی (TGA): دوام حرارتی نانوکامپوزیت های پلی پروپیلن/رنگ اسیدی قرمز ۹۷ (Zn_2Al) با بارگیری های مختلف LDH که با استفاده از آنالیز الماس پرکین-المر TG/DTA از ۰°C به ۶۰۰°C با ۱۰@min/°C در هوا مورد بررسی قرار گرفت. طیف سنجی فروسرخ تبدیل فوریه (FT-IR): طیف FT-IR توسط یک اسپکتوفتومتر FTS FT-IR 3000 MX در یک بازه از cm^{-1} ۴۰۰۰-۴۰۰ ثبت شدند. برای هر آنالیز ۱۰۰ بررسی با تفکیک cm^{-1} ۴ جمع آوری شد. UV – مرئی: طیف انعکاسی منتشر شده‌ی UV-مرئی توسط یک طیف سنج ۷۵۰S پرتو فرابنفش انجام شد. نمونه‌ها در ابتدا به درون گلوله های نازک قبل از آزمایش متراکم شدند.



شکل -۱ ساختار مولکولی اسید قرمز ۹۷

نتایج و بحث

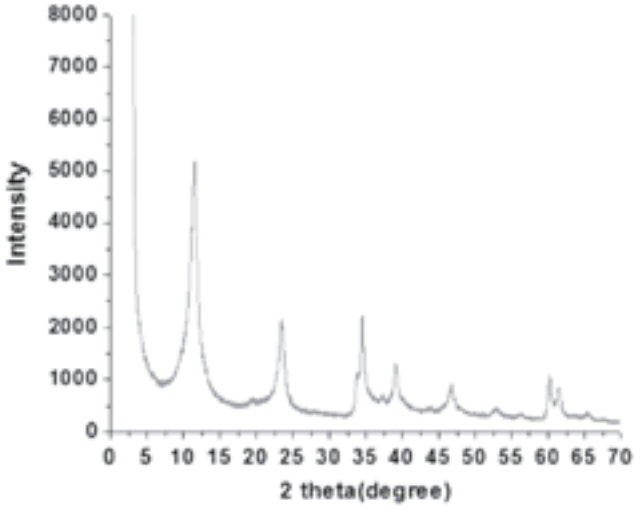
خصوصیات $Zn_2Al\text{-}NO_3$ LDHs

اولین تجزیه و تحلیل از $Zn_2Al\text{-}NO_3$ LDH سنتز شده با استفاده از آنالیز تفرق اشعه X، در شکل۲ نشان داده شده است. قله‌های 2θ نزدیک به ۱۱° و ۲۳° نسبت به پراش‌ها به وسیله طرح‌های اساسی (۰۰۳) و انعکاس‌های (۰۰۶) مبنی بر نزدیک شدن فاصله‌شان به ترتیب ۰/۷۸ و ۰/۳۸ nm می‌باشد.

اولین قله قرینه به 2θ از ۶۰° می‌باشد که ناشی از هدایتشان به وسیله جهت‌های طرح ۱۱۰ و فاصله شان برابر با نیمی از پارامتر شبکه است. هیچ محصول فرعی بلورین مثل اکسید روی یا پیشنهاد خلوص هیدروکسیدهای فلزی $Zn_2Al\text{–}NO_2$ LDHs سنتز شده، وجود نداشت. مرفولوژی $Zn_2Al\text{-}NO_3$ LDHs سنتز شده با استفاده از میکروسکوپ اسکن الکترونی FE ارزیابی شد. شکل ۳ نشان می‌دهد که LDH اصلی از ذرات پلاکت به شکل متراکم و با اندازه‌های جانبی به طور متوسط در حدود ۲۰۰ نانومتر ساخته شده است.

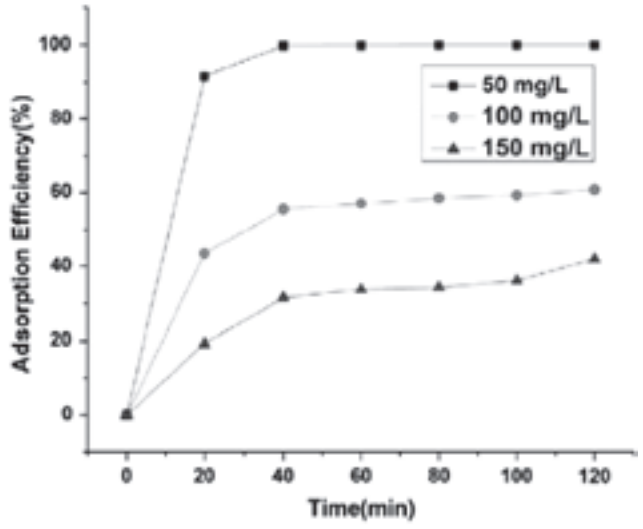
جذب سطحی اسید قرمز۹۷

اثر زمان برخورد بین محلول رنگ اسیدی قرمز ۹۷ و LDH (Zn_2Al) در شکل ۴ نشان داده شده است. ما توانستیم مشاهده کنیم که مقدار جاذب رنگ به سرعت طی اولین۴۰ دقیقه افزایش یافت و سپس در نزدیکی همان غلظت باقی ماند. زمانی که غلظت رنگ اسیدی قرمز ۹۷ ۵۰mg/L است، یک تعادل بعد از ۱۰۰ دقیقه تماس بوجود آمده و بازده جذب سطحی تقریباً ۱۰۰٪ بدست می آید. ما می توانیم نتیجه بگیریم که حذف گونه های جاذب در ابتدا سریع است و نزدیک به تعادل افت می کند. همانطور که به خوبی شناخته شده است، به خاطر مقدار زیادی از جای خالی قابل دسترس برای جذب سطحی روی سطح در طول اولین زمان به خوبی شناخته شده است. در حالی که باقیمانده مکان اشغال نشده است و برای جذب سطحی کم تر در دسترس اند، زیرا دفع نیرو بین جاذب و

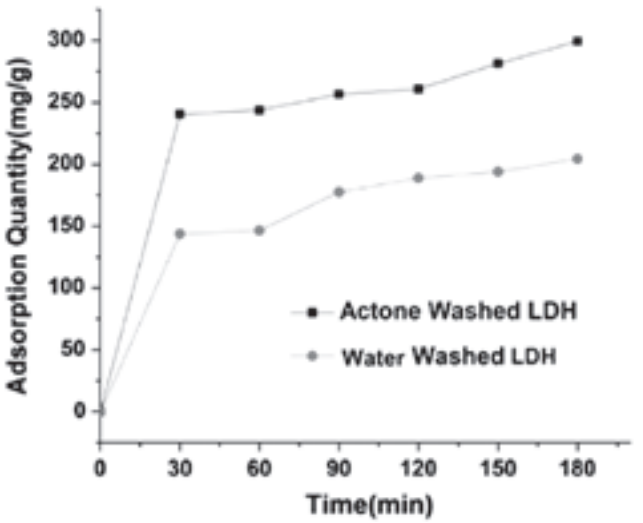


شکل۲: آنالیز تفرق اشعه X $Zn_2Al\text{-}NO_3$ LDHs شستشوی استنی

شکل۳: آنالیز میکروسکوپ اسکن الکترونی $Zn_2Al\text{-}NO_3$ LDHs شستشوی استنی



شکل٤: بازده جذب سطحی اسید قرمز۹۷در ۲ساعت با غلظت های مختلف رنگ اولیه



شکل۵: مقدار جذب سطحی اسید قرمز۹۷ بیش از LDHs شستشوی استنی و آبی به عنوان تابعی از زمان

مولکول‌های آزاد در یک زمان رخ داده است.

ایزوترم‌های جذب (شکل۴) رنگ اسیدی قرمز ۹۷ بر LDHs در غلظت‌های اولیه از۵۰ تا ۱۵۰mg/L در دمای اتاق مشخص شد. درصد حذف رنگ اسیدی قرمز ۹۷ با افزایش غلظت اولیه به تدریج کاهش یافت. وقتی که غلظت اولیه رنگ اسیدی قرمز ۹۷ کم است، حذف بسیار سریع و دسترسی به تعادل در ظرف کمتر از۴۰ دقیقه است. درصد حذف رنگ اسیدی قرمز ۹۷ با افزایش غلظت رنگ اولیه کاهش می‌یابد. چرا که نسبت تعداد مول‌های اولیه رنگ اسیدی قرمز ۹۷ به سطح موجود در غلظت اولیه بالا و بالاتر می‌باشد. برای دوز داده شده جاذب، تعداد کل مکان‌های جذب قابل دسترس، در نتیجه‌ی جذب تقریبا همان مقدار رنگ، ثابت هستند.

علاوه بر این ۰/۰۵g شستشوی استنی و آبی LDHs- Zn_2Al در داخل محلول رنگ اسیدی قرمز ۹۷ (۲۰۰mg/L) ۲۵۰ml به منظور دستیابی به ظرفیت جذب مورد استفاده قرار می گیرد. شکل ۵ مقدار جذب رنگ اسیدی قرمز۹۷ شستشوی استنی و آبی Zn_2Al-NO_3 LDHs نسبت به زمان را نشان می‌دهد. واضح است که هر دو ظرفیت جذب و سینیتیک جذب سطحی برای نمونه شستشوی استونی سریع‌تر از نمونه‌های شستشوی آبی شده است. بعد از ۳ ساعت جذب سطحی اشباع، شستشوی آبی LDHs- Zn_2Al ، این مقدار ۲۰۴/۴mg/g و برای شستشوی استنی LDHs- Zn_2Al این مقدار ۲۹۹/۵ mg/g است. ظرفیت جذب بیشتر ناشی از مرحله شستشو با استون است که می تواند باعث پخش شدن بیشتر و مساحت سطح وسیع تری برای LDHs شود.

سینیتیک جذب سطحی

مکانیسم جذب سطحی به مشخصات فیزیکی و شیمیایی جاذب همانند فرآیند انتقال جرم وابسته است. نتایج بدست آمده از آزمایشات به منظور مطالعه ی سینیتیک جذب اسید قرمز ۹۷ استفاده شده اند. نسبت سینیتیک جاذب سطحی اسید قرمز۹۷ روی LDHs با استفاده از مدل های شبه مرتبه اول و دوم و مدل صفر آنالیز شد و نتایج در شکل ۶ (b-d) و جدول ۱ نشان داده شده اند. واضح است جذب سطحی اسید قرمز ۹۷ توسط شستشوی آبی و استنی LDHs- Zn_2Al که هر دو پیرو سینیتیک شبه مرتبه دوم با ضریب همبستگی بالا به ترتیب R^2=۰/۹۸۴۵ و ۰/۹۸۹۱ هستند، از این رو مدل شبه مرتبه دوم بهتر سینیتیک جذب سطحی را شرح می دهد و بیان می دارد که مرحله محدود کننده ی سرعت اسید قرمز ۹۷ بر روی LDHs، مرحله جذب شیمیایی می باشد.

خصوصیات نانوکامپوزیت‌های LDHs اسید قرمز۹۷ (Zn_2Al) و LDH پلی‌پروپیلن/ اسید قرمز ۹۷ (Zn_2Al)

شکل ۷ طیف فروسرخ تبدیل فوریه LDHs Zn_2Al-NO_3، اسید قرمز ۹۷ و LDHs اسید قرمز ۹۷ (Zn_2Al) را نشان می‌دهد. باند جذبی محدوده‌ی ۳۴۴۶Cm^{-1} را نشان می‌دهد. در طیفی از LDHs Zn_2Al-NO_3 ماده جدید تشکیل شده می‌تواند ارتعاش کششی گروه‌های هیدروکسیل لایه‌های LDH و لایه داخلی مولکول‌های آب را تعیین کند. باند نوک تیز حدود ۱۳۸۴ cm^{-1} مربوط به ارتعاشات کششی گروه‌های NO_3 می‌باشد. قله‌ها در دو مقدار ۶۲۶ و ۵۴۴cm^{-1} می‌توانند نسبت به Zn-OH و Al-OH ارتعاش پیدا کنند. در شکل۶b تعدادی از مشخصه‌ی قله‌های اسید قرمز ۹۷ در طیف مشاهده شدند، یک باند عریض منسوب به ارتعاش کششی OH- دارای اشتراک با ارتعاش کششی N-H در نزدیکی ۳۴۰۴cm^{-1} می‌توان مشاهده کرد. پیوندهای جذبی در ۱۵۵۵، ۱۶۱۹و ۱۴۹۹cm^{-1} متناظر با پیوندهای ارتعاشی گروه های فنیل است.

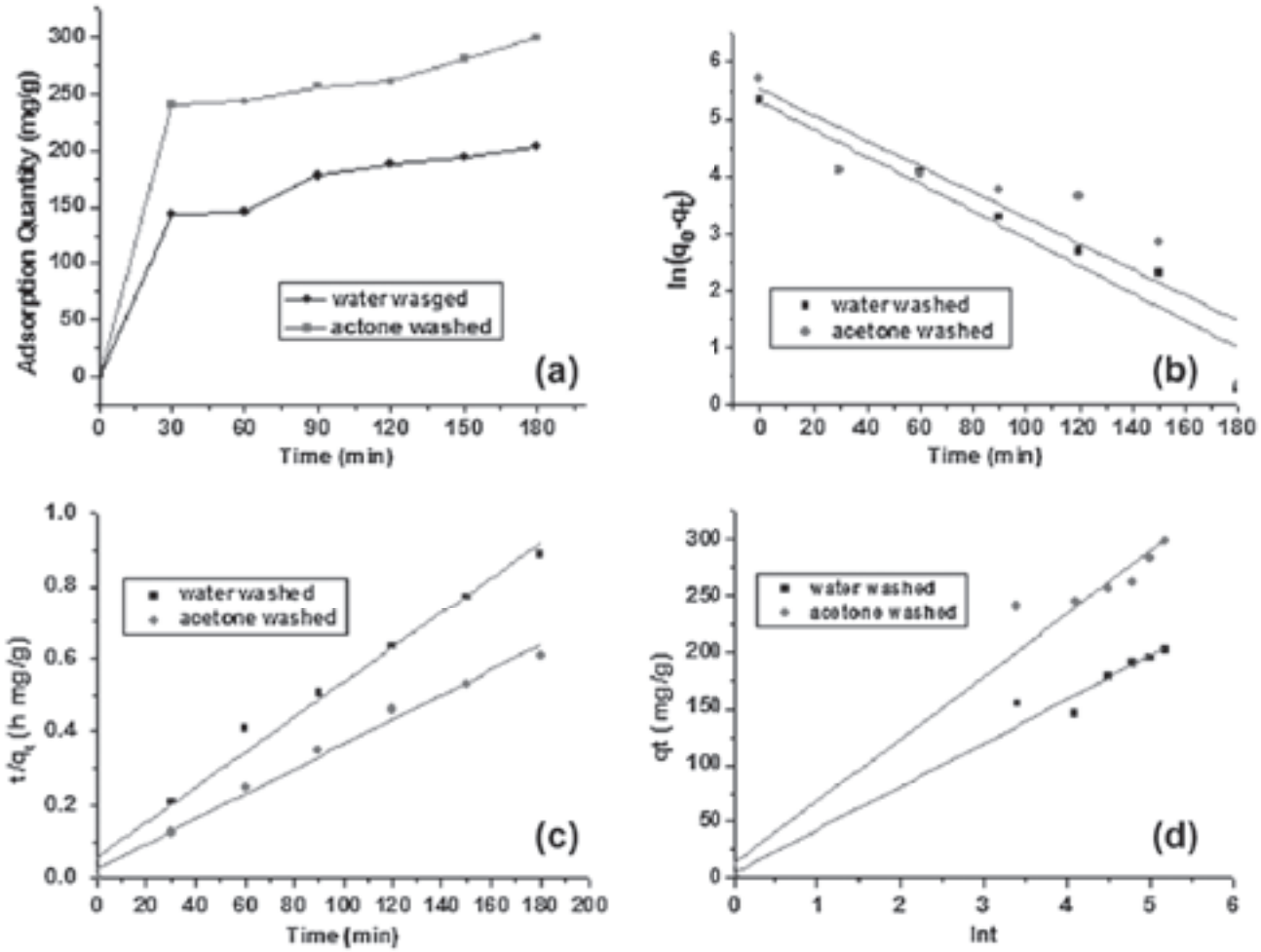
ارتعاش متقارن و نامتقارن گروه SO^-_3- به ترتیب در ۱۱۹۲ و ۱۰۲۹cm^{-1} مشاهده می شود. در شکل ۶c طیف فروسرخ تبدیل فوریه LDH اسید قرمز۹۷(Zn_2Al) نشان داده شده است. داده ها، خصوصیات مواد مشابه LDH را همراه با خصوصیات فرکانس های مرتبط با حضور آنیون های اسید قرمز ۹۷ اثبات می کنند. باند عریض در حدود ۳۴۵۲cm^{-1} متمرکز شده است که ناشی از ارتعاش کششی OH از لایه داخلی آب، گروه‌های هیدروکسیل روی لایه‌ها و آنیون‌های AG282 و ارتعاش کششی NH آنیون‌های اسید قرمز ۹۷ است. باند جذبی در ۱۵۵۵، ۱۶۱۹و ۱۴۹۹cm^{-1} به ارتعاش گروه‌های فنیل تخصیص داده شده است. باندهای جذبی ارتعاش متقارن و نامتقارن گروه‌های So^-_3- به ترتیب با مقدارهای ۱۱۹۲و ۱۰۲۹cm^{-1} [1] به نظر می‌رسد. باندهای جذب مشخصه‌ی مواد LDH در منطقه فرکانس پایین مشاهده شدند. ارتعاش خمیدگی M-oH می‌تواند در ۶۱۴ و ۵۴۴cm^{-1} دیده شود.

نانو کامپوزیت‌های LDH پلی‌پروپیلن/ اسید قرمز۹۷ (Zn_2Al) توسط تفرق اشعه X پودری مشخص شدند. در محدوده‌ی غلظت کمتر (۰/۲-۲٪) فاز بلورین رنگ اسیدی قرمز۹۷ (Zn_2Al) یافت نشد، که اشاره بر اختلال هیدروکسید جفت لایه به داخل پلی‌پروپیلن دارد. با افزایش بارگیری LDH، بازتاب ویژگی به تدریج ظاهرشد، که بیانگر این است که نانوذره‌های LDH به داخل ماتریس پلی‌پروپیلن با موفقیت معرفی شدند.

به منظور مطالعه مرفولوژی نانوکامپوزیت‌های پلی‌پروپیلن/رنگ اسیدی قرمز۹۷ (Zn_2Al) بدست آمده، آنالیز میکروسکوپ اسکن الکترونی برای نانوکامپوزیت‌های LDH پلی‌پروپیلن/ رنگ اسیدی قرمز ۹۷ (Zn_2Al) با بارگذاری LDH مختلف با ۰/۲، ۲، ۴ و ۱۰٪ درصد وزنی در شکل ۹ نشان داده شده‌اند. ذره‌های کروی برای همه نمونه‌ها تشکیل شدند، که به سبب رسوب سریع کامپوزیت پلیمر در هگزان بود. وقتی که بارگذاری کم است (۱-۰/۲درصد وزنی)، ذرات LDH متراکم شده کمتر دیده می‌شوند، که نشانگر پخش شدن مناسب به اندازه ماتریس پلی‌پروپیلن است. اگرچه با افزایش بارگذاری LDH از۲ تا۱۰درصد وزنی، صافی سطح نانوکامپوزیت‌ها کاهش یافته اما بیشتر نانو ذره‌های LDH را می‌توان به وضوح دید.

آزمایشات کارائی نانوکامپوزیت‌های پلی‌پروپیلن/هیدروکسید جفت لایه‌ای

ظرفیت جاذب سطحی پرتو فرابنفش از نانوکامپوزیت ها ی پلی پروپیلن/

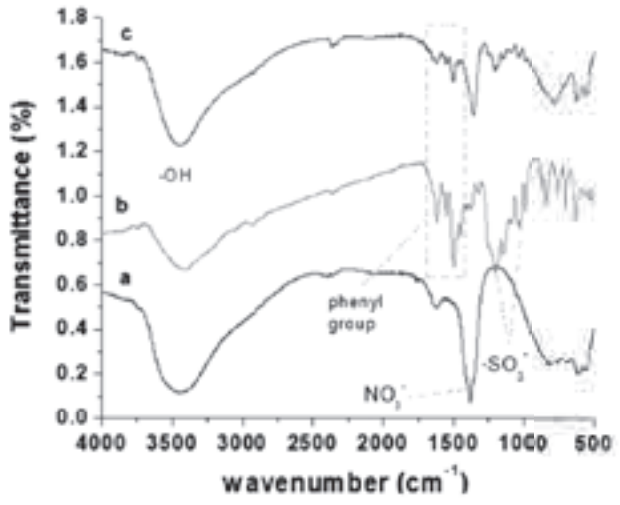


شکل۶: مقدار جذب سطحی اسید قرمز ۹۷ شستشوی استنی و آبی LDHs (Zn_2Al) (a) و ا طلاعات مناسب به‌وسیله شبه مرتبه اول (b) شبه مرتبه دوم (c) و مدل صفر (d) مدل‌ها.

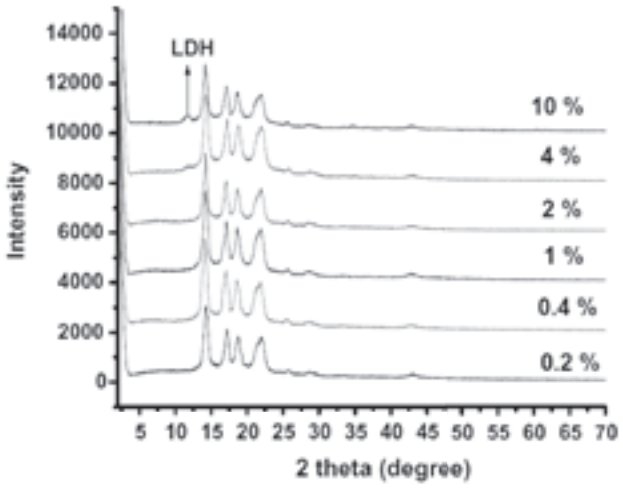
LDH سنتز شده با بارگذاری‌های مختلف (۰.۲،۰.۶،۱،۲،۴،۱۰درصد وزنی) در شکل ۱۰ نشان داده شده‌اند که ارزیابی اولیه بودند. با بارگذاری LDH ۰/۲ درصد وزنی، نانوکامپوزیت ظرفیت جذب سطحی UV بسیار کمی دارند. اگرچه افزایش آنیون‌های اسید قرمز ۹۷ درج شده لایه داخلی نانوکامپوزیت‌های LDH پلی‌پروپیلن/ رنگ اسیدی قرمز۹۷ (Zn_2Al) جذب سطحی پرتو فرابنفش عالی را در تمام محدوده‌ی ۲۰۰-۶۰۰nm نشان دادند. بعد از معرفی LDH رنگ اسیدی قرمز۹۷ (Zn_2Al)، همه‌ی نانوکامپوزیت‌ها به طور قابل توجهی توانایی حفاظت در برابر پرتو فرابنفش را نشان دادند و جذب سطحی آن به وضوح با افزایش بارگذاری هیدروکسید جفت لایه‌ای از ۰/۲ تا ۱۰ درصد وزنی افزایش یافت. این نتیجه به روشنی ثابت کرد که توانایی حفاظت در برابر پرتو فرابنفش پلی‌پروپیلن می‌تواند با معرفی مقدار کمی از LDH رنگ اسیدی قرمز۹۷ (Zn_2Al) به طور قابل

جدول۱: ثابت‌های سینیتیکی برای جذب سطحی رنگ اسیدی ۹۷ بر روی شستشوی استنی و آبی LDHs (Zn_2Al) آنالیز شده توسط مدل‌های شبه مرتبه اول و شبه مرتبه دوم و مدل‌های صفر

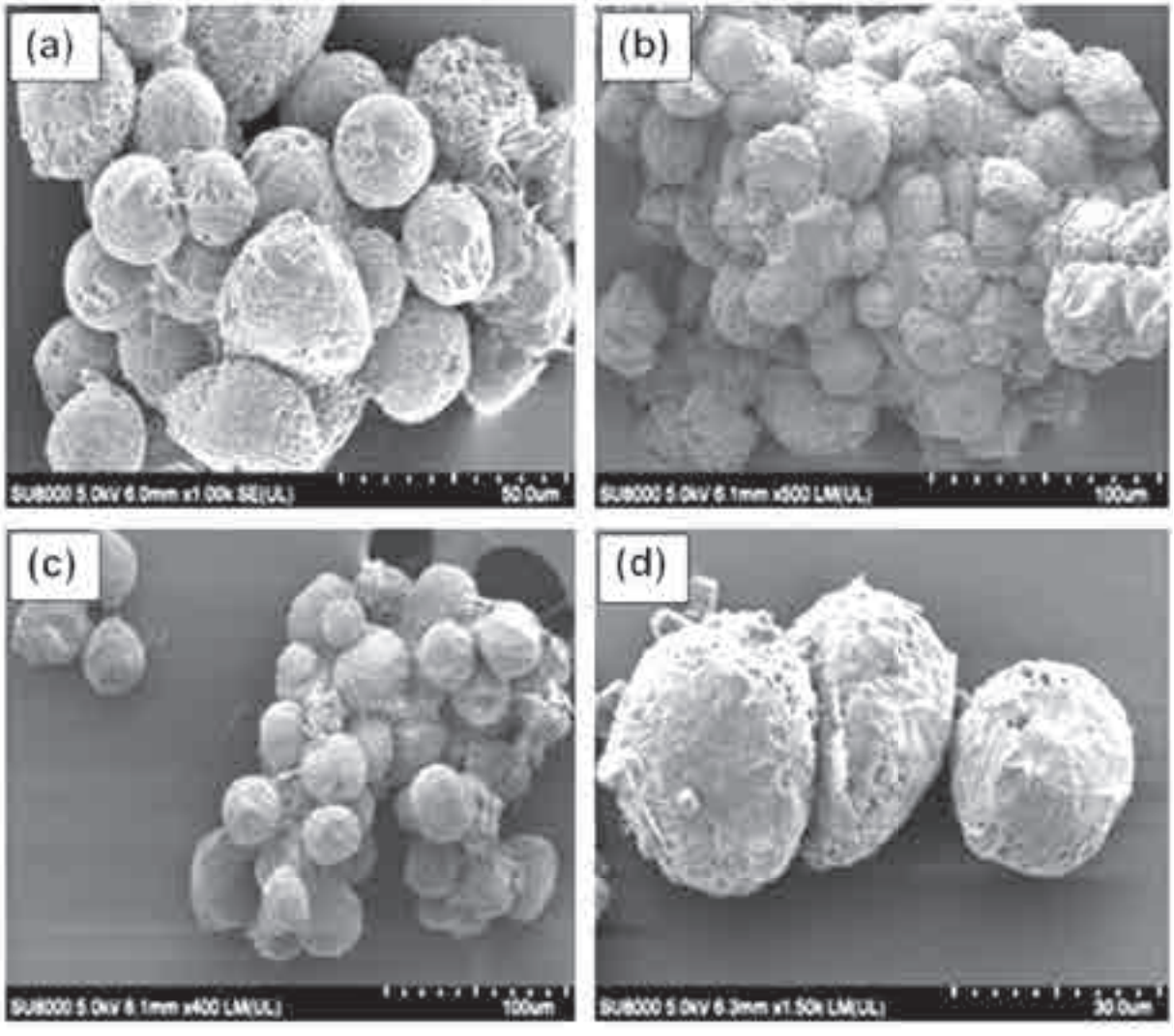
مدل	معادله	شستشوی آبی	شستشوی استنی
شبه مرتبه اول	$dq_t/d_t=k_1(q_e-q_t)$	$R^2=0.9213$	$R^2=0.8014$
شبه مرتبه دوم	$dq_t/d_t=k_2(q_e-q_t)^2$	$R^2=0.9845$	$R^2=0.9891$
صفر	$dq_t/d_t=\alpha\exp(-\beta q_t)$	$R^2=0.9777$	$R^2=0.9667$



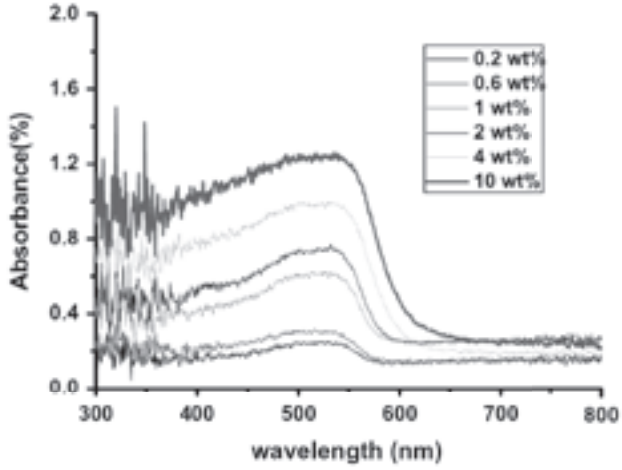
شکل۷: منحنی‌های طیف‌بینی فروسرخ تبدیل فوریه برای $Zn_2Al–No_3$ LDHs (b) و رنگ اسیدی قرمز ۹۷ (c) و LDHs رنگ اسیدی قرمز۹۷ (Zn_2Al)



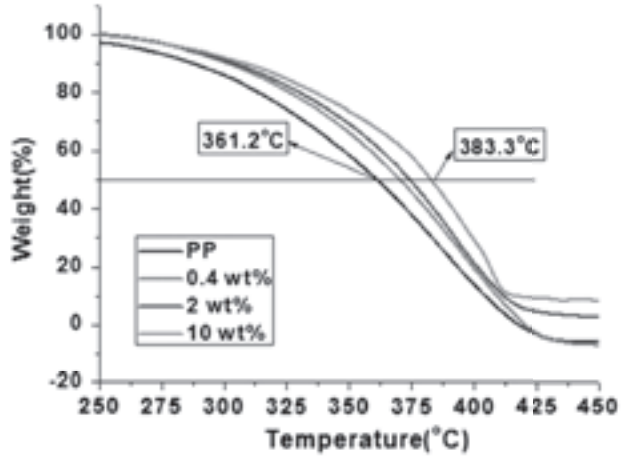
شکل۸: آنالیز تفرق اشعه x نانوکامپوزیت‌های LDHs پلی‌پروپیلن/ رنگ اسیدی قرمز۹۷ (Zn_2Al)



شکل۹: تصویر میکروسکوپ اسکن الکترونی(a) با درصد وزنی ۰/۲ (b) با درصد وزنی ۲ (c) و درصد وزنی٤ (d) و درصد وزنی ۱۰ نانوکامپوزیت‌های پلی‌پروپیلن/رنگ اسیدی قرمز ۹۷ (Zn_2Al)



شکل۱۰: جذب سطحی پرتو فرابنفش نانوکامپوزیت‌های پلی‌پروپیلن/رنگ اسیدی قرمز۹۷ (Zn_2Al) با بارگذاری‌های مختلف LDHs با درصد وزنی (۰/۲،۰.۶،۱،۲،٤)



شکل۱۱: منحنی TGA برای نانوکامپوزیت‌های پلی‌پروپیلن/رنگ اسیدی قرمز۹۷ (Zn_2Al) با بارگیری‌های مختلف

توجهی افزایش یابد.

ثبات حرارتی نانوکامپوزیت‌های پلی‌پروپیلن/رنگ اسیدی قرمز۹۷ (Zn_2Al) در هوا با بارگذاری‌های مختلف توسط TGA آزمایش شد. (شکل۱۱) اطلاعات دمای کاهش وزن ۱۰٪ و۵۰٪ ($T_{0.1}$) و ($T_{0.5}$) به وضوح نشان داد که ثبات دمایی، فشاری کمتر از ثبات حرارتی LDH رنگ اسیدی قرمز ۹۷ (Zn_2Al) که درون نانو کامپوزیت‌های پلی‌پروپیلن قرار گرفته در مقایسه با پلی‌پروپیلن خالص را نشان می‌دهد. با افزایش مقدار LDH از ۰/۴ تا ۱۰ درصد وزنی $T_{0.5}$ به تدریج افزایش یافت. در مقایسه $T_{0.5}$ پلی‌پروپیلن خالص که برابر ۳۶۱/۲°C بود، $T_{0.5}$ نمونه‌ای که حاوی ۱۰ درصد وزنی رنگ اسیدی قرمز ۹۷ (Zn_2Al) بود ۲۲/۱°C افزایش یافت. این موضوع اشاره بر این دارد که ویژگی‌های مانع شدن نانوکامپوزیت‌های پلیمری که شامل مانع حرارتی و مانع انتقال می‌باشد، پاسخگوی بهبود خصوصیات حرارتی مشاهده شده است. این اطلاعات اظهار داشت که استفاده از جاذب پساب هیدروکسید جفت لایه‌ای به عنوان نانوفیلر در پلیمرها ضروری بوده و پتانسیل زیادی برای عملیات کاربردی دارد.

نتیجه گیری

بطور خلاصه، $Zn_2Al\text{-}NO_3$ توسط روش هم رسوبی که یک نوع از جاذب مؤثر برای اسید قرمز ۹۷ است، سنتز شد. LDHs تهیه شده برای حذف رنگ آنیونیک اسید قرمز ۹۷ با یک زمان تعادل جذب کمتر از ۵۰ دقیقه و بیشترین ظرفیت جذب سطحی در ۲۹۹/۵mg/g بسیار موثر و مقرون به صرفه است. شستشوی استنی LDHs- Zn_2Al ظرفیت جذب بالایی نسبت به اسید قرمز ۹۷ با شستشوی آبی LDHs- Zn_2Al نشان داد. سینیتیک جذب سطحی که از مدل شبه مرتبه دوم پیروی می‌کند، نشان می‌دهد که مرحله‌ی محدودکننده‌ی سرعت رنگ اسیدی قرمز ۹۷ بر LDHs- Zn_2Al ممکن است جذب شیمیایی باشد. بعد از جذب سطحی، امکان منابع‌یابی لجن جاذب LDH به وسیله سنتز نانوکامپوزیت LDH پلی‌پروپیلن/رنگ اسیدی قرمز (Zn_2Al) نشان داده شد. آنالیزهای تفرق اشعه X و میکروسکوپ اسکن الکترونی نشان دادند کهLDH معرفی شده به داخل پلی‌پروپیلن با یک پاشیدگی خوب موفقیت‌آمیز بوده است. تجزیه و تحلیل UV نشان داد که توانایی محافظ در برابر UV از پلی‌پروپیلن می‌تواند به طور قابل توجهی با معرفی مقدار کمی از رنگ اسیدی قرمز ۹۷ LDHs-Zn_2Al افزایش یابد. تجزیه و تحلیل TGA نشان داد که پایداری حرارتی را می‌توان به طور قابل توجهی با بارگذاری بیش از ۰/۴ درصد بهبود داد. بنابراین، می‌توان LDH را بسیار امیدبخش دانست و به عنوان نانوفیلرها برای پلیمر و داشتن پتانسیل زیاد برای برنامه‌های کاربردی به کار برد.

پی‌نوشت

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یزد، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبه، یزد، ایران

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یزد، دانشکده مهندسی نساجی و پلیمر، یزد، ایران

۱- دانشجوی کارشناسی مهندسی پلیمر، گروه مهندسی پلیمر، دانشگاه پیام نور، مشهد

* Email: mohamadi_m78@yahoo.com

منبع

Tianshan Xue, Yanshan Gao, Zhang Zhang, Ahmad Umar, Xingru Yan, Xi Zhang, Zhanhu Guo, Qiang Wang, Adsorption of acid red from dye wastewater by Zn2Al-NO3 LDHs and the resource of adsorbent sludge as nanofiller for polypropylene. Journal of Alloys and Compounds, 587(2014), p99–104