بسم الله الرحمن الرحيم

تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی کاربردی

عنوان:

تهیه نانوکامپوزیت‌های جدیدی از دوپینگ پلی (۲- متیل آنیلین) بازی با نانو سیلیکا-ساپورت پرکلریک اسید و نانو سیلیکا-ساپورت کامفور سولفونیک اسید

استاد راهنما:

دکتر علیرضا مدرسی عالم

استاد مشاور:

دکتر حسن منصوری ترشیزی

تحقیق و نگارش :

ریحانه مسعودی گل خطمی

(این پایان نامه از حمایت مالی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره مند شده است)

شهریور ۱۳۹۱

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان **تهیه‌ی نانوکامپوزیت‌های جدیدی از پلی (۲- متیل آنیلین) از دوپینگ پلی (۲- متیل آنیلین) بازی با نانو سیلیکا-ساپورت پرکلریک اسید و نانو سیلیکا-ساپورت کامفور سولفونیک اسید** قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد **شیمی کاربردی** توسط دانشجو **ریحانه مسعودی گل خطمی** تحت راهنمایی استاد پایان نامه **دکتر علیرضا مدرسی عالم** تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

ریحانه مسعودی گل خطمی

این پایان نامه **۶** واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ۱۳۹۱/۶/۳۱ توسط هیئت داوران بررسی و درجه ..... به آن تعلق گرفت.

	نام و نام خانوادگی	**امضاء**	**تاریخ**
استاد راهنما:	دکتر علیرضا مدرسی عالم		
استاد مشاور:	دکتر حسن منصوری ترشیزی		
داور ۱:	دکتر مژگان خراسانی مطلق		
داور ۲:	دکتر میثم نوروزی‌فر		
نماینده تحصیلات تکمیلی:	دکتر ابراهیم ملاشاهی		

دانشگاه سیستان و بلوچستان

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب ریحانه مسعودی گل خطمی تأیید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان‌نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: ریحانه مسعودی گل خطمی

امضا

به بهانه‌ی بوسیدن دست‌های خسته‌شان که عمری به پای بالندگی‌ام چروک شدند

و به شکرانه‌ی هستی‌شان که بار سنگین زندگی‌ام را کشیدند

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

سپاسگزاری

شکر و سپاس بی‌قیاس مهربان پروردگاری را که زمین گسترده با همه‌ی رازهای بیشمار نهفته در دل خاکش، ذره‌ای است در دریای آفرینش او. لطفش را سپاسگزارم که بر این بنده‌اش مهر بسیار ارزانی داشت و مدد نمود تا در ردای آسمانی دانش‌پژوهی، رازی از بیشمار راز نهفته‌ی زمینش را جستجو کنم و گامی دیگر بردارم در شناخت نیکوترش، که بی‌شک تحمل سختی‌های مسیر آموختن بی‌لطف او برایم امکان‌پذیر نبود. پس تو را شکر بسیار می‌نمایم به خاطر تمام مهربانیهایت و این کمینه‌ی ناچیز پیشکشی است به درگاه باشکوهت.

گرامی‌ترین مراتب سپاس و قدردانی قلبی خود را به پیشگاه اساتید فرهیخته جناب آقای دکتر علیرضا مدرسی عالم، استاد راهنمای ارجمند و بزرگوارم، به پاس تمام زحمات و دقت نظرشان و جناب آقای دکتر حسن منصوری ترشیزی ، استاد مشاور گرامی‌ام تقدیم می‌نمایم. همچنین از سرکار خانم دکتر مژگان خراسانی مطلق و جناب آقای دکتر میثم نوروزی‌فر داوران محترم این پایان نامه و جناب آقای دکتر ابراهیم ملاشاهی نماینده‌ی محترم تحصیلات تکمیلی نیز قدردانی می‌نمایم.

همواره قدردان و سپاسگزار خانواده عزیزم که رنج تحصیلم را متحمل شدند هستم و سلامت، سعادت، موفقیت و سربلندیشان را از ایزد یکتا خواستارم.

خداوند را شاکرم به خاطر وجود و همراهی دوستان خوبم: سوفیا طاهری، زینب بهرام نژاد، محدثه طالبی زاده، محبوبه خراسانی، فریما مظفری پور، سمیه اسفندیاری ، شیوا کیایی ، ایلناز شریعتی و طاهره آخوندی.

از همه دوستان و همکاران خوبم متشکرم.

چکیده

کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌های جدیدی از دوپینگ پلی (۲- متیل آنیلین) بازی با نانو سیلیکا-ساپورت پرکلریک اسید و نانو سیلیکا-ساپورت کامفور سولفونیک اسید در حضور اکسیدان آمونیوم پرسولفات برای اولین بار تحت شرایط حلال آزاد (حالت جامد) سنتز شدند.

کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌های سنتز شده به کمک طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FT-IR) و ماوراء بنفش-مرئی (UV-Vis) و آنالیز عنصری CHNS شناسایی و مورفولوژی و اندازه ذرات آنها نیز با استفاده از تصاویر میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM) و عبوری (TEM) مورد مطالعه قرار گرفت. تشکیل پلیمر و دوپینگ پلیمر توسط طیف‌سنجی FT-IR ثابت شد. تصاویر میکروسکوپ الکترونی نیز نشان می‌دهند که متوسط اندازه ذرات کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌های پلی(۲- متیل آنیلین)- سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید به ترتیب ۵۰۰ و ۴۵ نانومتر بوده و ذرات آنها بدون شکل هستند. اما از تصاویر TEM نیز چنین مشخص می‌شود که ذرات نانو کامپوزیت‌ها نسبتاً کروی بوده و نانو کامپوزیت فوق شامل ذراتی با متوسط اندازه‌ی ۲۳/۵ نانومتر است. کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌های پلی(۲- متیل آنیلین)- سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) نیز به ترتیب دارای ذراتی با متوسط اندازه‌ی ۲۵۰ و ۴۴ نانومتر می‌باشند.

کلمات کلیدی: نانو ذرات، کامپوزیت، نانو کامپوزیت، پلی(۲- متیل آنیلین)، نانو کامپوزیت کایرال، پلیمر هادی، دوپینگ، نانو سیلیکای اسیدی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: پلی آنیلین و نانو کامپوزیت ها **۱**
۱-۱- پلی‌آنیلین ۲
۱-۱-۱- فرم های مختلف پلی‌آنیلین ۴
۱-۱-۱-۱- لکوامرالدین باز (LB) ۴
۱-۱-۱-۲- امرالدین باز (EB) ۵
۱-۱-۲- خواص پلی‌آنیلین ۶
۱-۱-۲- ۱- هدایت ۶
۱-۱-۲- ۲- خواص نوری پلی‌آنیلین ۶
۱-۱-۲- ۳- خواص مکانیکی ۸
۱-۱-۳- سنتز پلی‌آنیلین ۹
۱-۱-۳-۱- سنتز الکتروشیمیایی ۹
۱-۱-۳-۱-۱- مکانیزم پلیمریزاسیون الکتروشیمیایی ۹
۱-۱-۳-۲- سنتز شیمیایی ۱۰
۱-۱-۳-۲-۱- مکانیزم پلیمریزاسیون شیمیایی ۱۱
۱-۱-۳-۲-۲- ماهیت اکسیدان ۱۳
۱-۱-۳-۳-دیگر روش‌های سنتز ۱۴
۱-۱-۳-۳-الف- پلیمریزاسیون فوتوشیمیایی ۱۴
۱-۱-۳-۳-ب-پلیمریزاسیون آنزیمی ۱۴
۱-۲- پلی‌آنیلین‌های با استخلاف آلکیل و آلکوکسی ۱۵
۱-۲-۱- اثر استخلاف بر خواص پلیمرها ۱۶
۱-۲-۱-۱- حلالیت ۱۶
۱-۲-۱-۲- رسانایی ۱۷
۱-۲-۱-۳- وزن مولکولی ۱۷
۱-۲-۱-۴- خواص ردوکس ۱۷
۱-۲-۱-۵- خواص الکترونیکی و طیف سنجی ۱۷
۱-۲-۱-۶- خواص مکانیکی و گرمایی ۱۸
۱-۳- کاربردهای مهم پلی آنیلین ۱۸
۱-۳-۱- الکتروکرومیک ۱۸
۱-۳-۲- محافظت در مقابل خوردگی ۱۹
۱-۳-۳- ماده جاذب در زمینه جداسازی آلاینده های زیست محیطی ۱۹
۱-۳-۴- ساخت وسایل هوشمند ۱۹
۱-۳-۵- تهیه پلاستیک رسانا ۲۰

۱-۴- نانو کامپوزیت: تحول بزرگ در مقیاس کوچک ۲۰
۱-۴-۱- انواع نانو کامپوزیت‌ها ۲۱
۱-۴-۱-۱- نانو کامپوزیت‌های پایه پلیمری ۲۱
۱-۴-۱-۲- نانو کامپوزیت‌های پایه سرامیکی ۲۲
۱-۴-۱-۳- نانو کامپوزیت‌های پایه فلزی ۲۲
فصل دوم: بخش تجربی **۲۴**
۲-۱- مواد و تجهیزات ۲۵
۲-۱-۱- مواد ۲۵
۲-۱-۲- تجهیزات ۲۵
۲-۲- تهیه پلی (۲- متیل آنیلین) نمکی با HCl ۱ ..... ۲۶
۲-۳- تهیه پلیمر بازی ۲- متیل آنیلین ۲ ..... ۲۷
۲-۴- سنتز کامپوزیت‌ها ی ۳ و ۴ ..... ۲۸
۲-۴-۱- آماده سازی سیلیکا S1 ..... ۲۸
۲-۴-۲- تهیه کامپوزیت سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) ۳ ..... ۲۹
۲-۴-۳- تهیه کامپوزیت سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) ۴ ..... ۳۳
۲-۵- تهیه‌ی نانو کامپوزیت‌های ۵ و ۶ ..... ۳۷
۲-۵- ۱- نانو سیلیکا ۳۷
۲-۵-۲- تهیه نانو کامپوزیت سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) ۵ ..... ۳۷
۲-۵-۳- تهیه نانو کامپوزیت سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) ۶ ..... ۴۱
فصل سوم: بحث و نتیجه‌گیری **۴۶**
۳-۱- پلیمریزاسیون در محلول ۴۷
۳-۲- تهیه کامپوزیت‌ها و نانوکامپوزیت‌های پلی(۲- متیل آنیلین) ۳, ۴, ۵ و ۶ با سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید و سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) در شرایط بدون حلال ۴۸
۳-۳- شناسایی عمومی ۴۹
۳-۳-۱- شناسایی پلی(۲- متیل آنیلین) نمکی ۱ و بازی ۲ ..... ۴۹
۳-۳-۱-۱- بررسی طیف‌های FT-IR پلی(۲- متیل آنیلین) نمکی ۱ و فرم بازی آن ۲ ..... ۵۰
۳-۳-۱-۲- بررسی طیف UV-vis پلی(۲- متیل آنیلین) نمکی ۱ و فرم بازی آن ۲ ..... ۵۵
۳-۳-۲- بررسی سیلیکا و نانو سیلیکا ۵۹
۳-۳-۲-۱- بررسی طیف FT-IR سیلیکاژل ۵۹
۳-۳-۲-۲- بررسی تصاویر SEM سیلیکاژل ۵۹

۳-۳-۲-۳- بررسی طیف FT-IR نانو سیلیکا ۵۹
۳-۳-۳- شناسایی کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌های سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) ۳ و ۵ ..... ۶۱
۳-۳-۳-۱- بررسی طیف های FT-IR ۶۲
۳-۳-۳-۲- بررسی طیف‌های UV-Vis ۷۰
۳-۳-۳-۳- بررسی تصاویر SEM و TEM کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌های سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) ۳ و ۵ ..... ۷۴
۳-۳-۳-۴- چرخش نوری ۷۵
۳-۳-۴- شناسایی کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌های سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) ۴ و ۶ ..... ۷۶
۳-۳-۴-۱- بررسی طیف های FT-IR ۷۷
۳-۳-۴-۲- بررسی طیف‌های UV-Vis ۸۴
۳-۳-۴-۳- بررسی تصاویر SEM کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت های سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) ۴ و ۶ ..... ۸۹
۳-۳-۴-۴- بررسی نتایج آنالیز عنصری CHNS ۹۰
۳-۴- نتیجه‌گیری ۹۰
۳-۵- پیشنهادات ۹۰
مراجع **۹۲**
پیوست **۱۰۸**

فهرست جداول

عنوان جدول **صفحه**

جدول ۱-۱ پتانسیل اکسایش تعدادی از اکسیدان‌ها ۱۴
جدول ۲-۱- رنگ، غلظت، شدت و طول موج پیک‌های جذبی طیف UV-Vis پلی (۲- متیل آنیلین) امرالدین نمکی۱ ..... ۲۷
جدول ۲-۲- رنگ، غلظت، شدت و طول موج پیک‌های جذبی طیف UV-Vis پلی (۲- متیل آنیلین) امرالدین بازی۲ ..... ۲۸
جدول ۲-۳- رنگ، غلظت، شدت و طول موج پیک‌های جذبی سیلیکای S1..... ۲۹
جدول ۲-۴- شرایط سنتز کامپوزیت سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) ۳ ..... ۳۰
جدول ۲-۵- رنگ، غلظت، شدت و طول موج پیک‌های جذبی طیف UV-Vis کامپوزیت های سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) ۳ ..... ۳۱
جدول ۲-۶- درصد عناصر کامپوزیت های bw-۳ و aw-۳ با استفاده از دستگاه آنالیز عنصری CHNS..... ۳۲
جدول ۲-۷- مقایسه مورفولوژی و متوسط اندازه ذرات کامپوزیت‌های bw–۳ و aw-۳توسط SEM ۳۳
جدول ۲-۸- شرایط سنتز کامپوزیت سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) ۴ ..... ۳۴
جدول ۲-۹- رنگ، غلظت، شدت و طول موج پیک‌های جذبی طیف UV-Vis کامپوزیت های سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) ۴ ..... ۳۵
جدول ۲-۱۰- درصد عناصر کامپوزیت های bw-۴ و aw-۴ با استفاده از دستگاه آنالیز عنصری CHNS..... ۳۶
جدول ۲-۱۱- مقایسه مورفولوژی توسط SEM و متوسط اندازه ذرات کامپوزیت-های bw-۴ و aw- ۴..... ۳۷
جدول ۲-۱۲- شرایط سنتز نانو کامپوزیت سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) ۵ ..... ۳۸
جدول ۲-۱۳- رنگ، غلظت، شدت و طول موج پیک‌های جذبی طیف UV-Vis نانو کامپوزیت های سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) ۵ ..... ۴۰
جدول ۲-۱۴- درصد عناصر کامپوزیت های bw-۵ و aw-۵ با استفاده از دستگاه آنالیز عنصری CHNS ۴۰
جدول ۲-۱۵- مقایسه مورفولوژی و متوسط اندازه ذرات نانو کامپوزیت‌ها ی bw-۵ و aw-۵ توسط SEMو TEM ۴۱

جدول ۲-۱۶- شرایط سنتز نانو کامپوزیت سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) ۶ ..... ۴۲
جدول ۲-۱۷- رنگ، غلظت، شدت و طول موج پیک‌های جذبی طیف UV-Vis نانو کامپوزیت های سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) ۶..... ۴۴
جدول ۲-۱۸- درصد عناصر کامپوزیت های ۶-bw و ۶-aw با استفاده از دستگاه آنالیز عنصری CHNS..... ۴۴
جدول ۲-۱۹- مقایسه مورفولوژی توسط SEM و متوسط اندازه ذرات نانو کامپوزیت-های ۶–bw و ۶-aw..... ۴۵
جدول ۳-۱- مقایسه طیف‌های جذبی پلی آنیلین نمکی و پلی آنیلین بازی ۵۱
جدول ۳-۲- مقایسه پیک‌های جذبی طیف پلی(۲- متیل آنیلین) نمکی ۱ و پلیمر بازی آن ۲..... ۵۳
جدول ۳-۳- طول موج پیک‌های جذبی طیف UV-Vis پلی (۲- متیل آنیلین) امرالدین نمکی (۱) و پلی (۲- متیل آنیلین) امرالدین بازی ۲..... ۵۸
جدول ۳-۴- مقایسه FT-IR سیلیکای معمولی با نانو سیلیکا ۶۰
جدول ۳- ۵- شرایط سنتز کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌های سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) ۳ و ۵..... ۶۲
جدول ۳-۶- مقایسه‌ی داده‌های طیف FT-IR کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌های سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) ۳ و ۵ سنتز شده را با سیلیکا S1، و پلی (۲- متیل آنیلین) بازی ۲ و دوپه شده با CSA..... ۶۳
جدول ۳-۷- مقایسه‌ی نواحی طیف‌های FT-IR کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌های سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) ۳ و ۵ با پلی (۲- متیل آنیلین) بازی ۲..... ۶۵
جدول ۳- ۸- رنگ و طول موج پیک جذبی UV-Vis کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت-های سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) ۳ و ۵ و پلی (۲- متیل آنیلین) بازی ۲ ..... ۷۰
جدول ۳-۹- بررسی تصاویر SEM کامپوزیت ۳ و نانو کامپوزیت ۵..... ۷۴
جدول ۳-۱۰- بررسی تصاویر TEM نانوکامپوزیت ۵..... ۷۵
جدول ۳-۱۱- چرخش نوری سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین)..... ۷۵
جدول ۳-۱۲- شرایط سنتز کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌های سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) ۴و ۶..... ۷۶
جدول ۳-۱۳- مقایسه‌ی داده‌های طیف FT-IR کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌های سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) ۴ و ۶ سنتز شده را با سیلیکا (S1)، و پلی (۲- متیل آنیلین) بازی (۲) و دوپه شده با $HClO_4$..... ۷۷
جدول ۳-۱۴ مقایسه‌ی نواحی طیف‌های FT-IR کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌های سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) ۴ و ۶ با پلی (۲- متیل آنیلین) بازی ۲..... ۸۰

جدول ۳- ۱۵- رنگ و طول موج پیک جذبی UV-Vis کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌های سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) ۴ و ۶ و پلی (۲- متیل آنیلین) بازی ۲ ..... ۸۵
جدول ۳-۱۶- بررسی تصاویر SEM کامپوزیت ۴ و نانو کامپوزیت ۶..... ۸۹

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۱-۱: رسانایی امرالدین باز به عنوان تابعی از pH محلول دوپانت HCl طی دوپینگ با پروتونیک اسید (● و □ مربوط به دو سری ازمایش متفاوت هستند) ۳

شکل ۱-۲: فازهای مختلف پلی آنیلین ۴

شکل ۱-۳- طیف UV-Vis امرالدین نمک Pani (±)-HCSA و باز در حلال NMP ۷

شکل ۱-۴: مکانیزم الکتروپلیمریزاسیون آنیلین ۱۱

شکل ۱-۵: پلیمریزاسیون شیمیایی آنیلین ۱۲

طرح ۲-۱- شمای کلی از سنتز کامپوزیت سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) ۳ ..... ۲۹

طرح ۲-۲- شمای کلی از سنتز کامپوزیت سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) ۴ ..... ۳۳

طرح ۲-۳- شمای کلی از سنتز نانو کامپوزیت سیلیکا کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) ۵ ..... ۳۸

طرح ۲-۴- شمای کلی از سنتز نانو کامپوزیت سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) ۶ ..... ۴۲

طرح ۳-۱: ساختار کلی پلیمر سنتز شده ۲ ..... ۴۷

طرح ۳-۲: شمای کلی از پروتون دار شدن و دپروتونه شدن پلی(۲- متیل آنیلین) ۱ و۲ ۴۸

شکل ۳-۱: طیف FT-IR پلی آنیلین نمکی و بازی ۵۱

شکل ۳-۲: طیف FT-IR پلی (۲- متیل آنیلین) نمکی ۱ و فرم بازی آن ۲ ..... ۵۵

شکل ۳-۳: مقایسه طیف UV پلیمر ۱ و ۲ در NMP ۵۷

طرح ۳-۳: ساختار کلی پیشنهادی برای کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌های سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) ۳ و ۵ ..... ۶۱

شکل ۳-۴: مقایسه‌ی طیف FT-IR کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت های سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) قبل از ورک آپ ۳ و ۵ با پلی (۲- متیل آنیلین) بازی ۲ ..... ۶۷

شکل ۳-۵: مقایسه‌ی طیف FT-IR کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت های سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) بعد از ورک آپ ۳ و ۵ با پلی (۲- متیل آنیلین) بازی ۲ ..... ۶۸

شکل ۳-۶: مقایسه‌ی طیف UV-Vis کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت های سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) قبل از ورک آپ ۳ و ۵ در حلال NMP ۷۱

شکل ۳-۷: مقایسه‌ی طیف UV-Vis کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت های سیلیکا ۷۱

ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) بعد از ورک آپ ۳ و ۵ در حلال NMP.....
شکل ۳-۸: مقایسه‌ی طیف UV-Vis کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت های سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) قبل از ورک آپ ۳ و ۵ در حلال متانول ۷۲
شکل ۳-۹: مقایسه‌ی طیف UV-Vis کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت های سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) بعد از ورک آپ ۳ و ۵ در حلال متانول ۷۲
طرح ۳- ۴: ساختار کلی پیشنهادی برای کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌های سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) ۴ و ۶ ..... ۷۶
شکل ۳-۱۰: مقایسه‌ی طیف FT-IR کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت های سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) قبل از ورک آپ ۴و ۶ با پلی (۲- متیل آنیلین) بازی ۲..... ۸۲
شکل ۳-۱۱: مقایسه‌ی طیف FT-IR کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت های سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) بعد از ورک آپ ۴ و ۶ با پلی (۲- متیل آنیلین) بازی ۲ ..... ۸۳
شکل ۳-۱۲: مقایسه‌ی طیف UV-Vis کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت های سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) قبل از ورک آپ در حلال NMP ۴ و ۶..... ۸۶
شکل ۳-۱۳: مقایسه‌ی طیف UV-Vis کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت های سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) بعد از ورک آپ در حلال NMP ۴ و ۶ ..... ۸۶
شکل ۳-۱۴: مقایسه‌ی طیف UV-Vis کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت های سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) قبل از ورک آپ در حلال متانول ۴ و ۶ ..... ۸۷
شکل ۳-۱۵: مقایسه‌ی طیف UV-Vis کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت های سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید (۷۰٪) پلی (۲- متیل آنیلین) بعد از ورک آپ در حلال متانول ۴ و ۶ ..... ۸۷

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۴-۱-الف: طیف FT-IR پلی (۲-متیل آنیلین) امرالدین نمک ۱..... ۱۰۹
شکل ۴-۱-ب: طیف UV-Vis پلی (۲-متیل آنیلین) امرالدین نمک ۱ در حلال NMP ۱۰۹
شکل ۴-۱-ج: طیف UV-Vis پلی (۲-متیل آنیلین) امرالدین نمک ۱ در حلال متانول ۱۱۰
شکل ۴-۲-الف: طیف FT-IR (KBr) پلی (۲-متیل آنیلین) امرالدین باز ۲ ..... ۱۱۰
شکل ۴-۲-ب: طیف UV-Vis پلی (۲-متیل آنیلین) امرالدین باز ۲ در حلال NMP..... ۱۱۱
شکل ۴-۲-ج: طیف UV-Vis پلی (۲-متیل آنیلین) امرالدین باز ۲ در حلال متانول ۱۱۱
شکل ۴-۳-الف: طیف FT-IR (KBr) سیلیکای S1 ..... ۱۱۲
شکل ۴-۳-ب: طیف UV-Vis (MeOH) سیلیکای S1 ..... ۱۱۲
شکل ۴-۳-ج: تصاویر SEM سیلیکای S1 ..... ۱۱۳
شکل۴-۴-الف: طیف FT-IR(KBr) کامپوزیت ۳-bw..... ۱۱۴
شکل ۴-۴-ب: طیف UV-Vis کامپوزیت شماره‌ی ۳–bw در حلال NMP ۱۱۴
شکل ۴-۴-ج: طیف UV-Vis کامپوزیت شماره‌ی ۳–bw در حلال متانول..... ۱۱۵
شکل ۴-۴-د: تصاویر SEM کامپوزیت شماره‌ی ۳–bw ۱۱۵
شکل ۴-۵-الف: طیف FT-IR(KBr) کامپوزیت ۳-aw ۱۱۷
شکل ۴-۵-ب: طیف UV-Vis کامپوزیت شماره‌ی ۳–aw در حلال NMP ۱۱۸
شکل ۴-۵-ج: طیف UV-Vis کامپوزیت شماره‌ی ۳–aw در حلال متانول ۱۱۸
شکل ۴-۵-د: تصاویر SEM کامپوزیت شماره‌ی ۳–aw ۱۱۹
شکل ۴-۶-الف: طیف FT-IR (KBr) کامپوزیت ۴-bw ۱۲۱
شکل ۴-۶-ب: طیف UV-Vis کامپوزیت شماره‌ی ۴–bw در حلال NMP ۱۲۱
شکل ۴-۶-ج: طیف UV-Vis کامپوزیت شماره‌ی ۴–bw در حلال متانول ۱۲۲
شکل ۴-۶-د: تصویر SEM کامپوزیت شماره‌ی ۴–bw ۱۲۲
شکل ۴-۷-الف: طیف FT-IR (KBr) کامپوزیت ۴-aw ۱۲۴
شکل ۴-۷-ب: طیف UV-Vis کامپوزیت شماره‌ی ۴–aw در حلال NMP ۱۲۴
شکل ۴-۷-ج: طیف UV-Vis کامپوزیت شماره‌ی ۴–aw در حلال متانول ۱۲۵
شکل ۴-۷-د: تصویر SEM کامپوزیت شماره‌ی۴–aw ۱۲۵
شکل ۴-۸- الف: طیف FT-IR(KBr) نانوسیلیکای S2 ..... ۱۲۷
شکل ۴-۸-ب: تصاویر SEM نانو سیلیکا S2 ..... ۱۲۷
شکل ۴-۸-ج: تصویر TEM نانو سیلیکای S2 ..... ۱۲۸
شکل ۴-۹-الف: طیف FT-IR (KBr) نانو کامپوزیت ۵-bw ۱۲۹

شکل ۴-۹-ب: طیف UV-Vis نانو کامپوزیت شماره‌ی bw–۵ در حلال NMP ۱۲۹
شکل ۴-۹-ج: طیف UV-Vis نانو کامپوزیت شماره‌ی bw–۵ در حلال متانول ۱۳۰
شکل ۴-۹-د: تصاویر SEM نانو کامپوزیت شماره‌ی bw–۵ ..... ۱۳۰
شکل ۴-۹-و: تصاویر TEM نانو کامپوزیت شماره‌ی bw–۵ ..... ۱۳۲
شکل ۴-۱۰-الف: طیف FT-IR (KBr) نانو کامپوزیت aw-۵ ..... ۱۳۵
شکل ۴-۱۰-ب: طیف UV-Vis نانو کامپوزیت aw– ۵ در حلال NMP ۱۳۵
شکل ۴-۱۰-ج: طیف UV-Vis نانو کامپوزیت aw– ۵ در حلال متانول ۱۳۶
شکل ۴-۱۰-د: تصاویر SEM نانو کامپوزیت شماره‌ی aw–۵ ..... ۱۳۶
شکل ۴-۱۱-الف: طیف FT-IR (KBr) نانو کامپوزیت bw-۶ ..... ۱۳۸
شکل ۴-۱۱-ب: طیف UV-Vis نانو کامپوزیت شماره‌ی bw–۶ در حلال NMP .. ۱۳۹
شکل ۴-۱۱-ج: طیف UV-Vis نانو کامپوزیت شماره‌ی bw–۶ در حلال متانول . ۱۳۹
شکل ۴-۱۱-د: تصاویر SEM نانو کامپوزیت شماره‌ی bw– ۶ ..... ۱۴۰
شکل ۴-۱۲-الف: طیف FT-IR (KBr) نانو کامپوزیت aw-۶ ..... ۱۴۲
شکل ۴-۱۲-ب: طیف UV-Vis نانو کامپوزیت شماره‌ی aw– ۶ در حلال NMP ۱۴۲
شکل ۴-۱۲-ج: طیف UV-Vis نانو کامپوزیت شماره‌ی aw– ۶ در حلال متانول ... ۱۴۳
شکل ۴-۱۲-د: تصاویر SEM نانو کامپوزیت شماره‌ی aw– ۶ ..... ۱۴۳

فهرست اختصارات

علامت	نشانه
NMP	N-متیل ۲- پیرولیدینون
S	سیلیکا
aw	بعد از work-up
bw	قبل از work-up
CSA	کامفور سولفونیک اسید
SSCSA	سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید
SSPA	سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید
Mon.	مونومر
NSSCA	نانو سیلیکا ساپورت کامفور سولفونیک اسید
NSSPA	نانو سیلیکا ساپورت پرکلریک اسید
λ *(nm)*	طول موج
Abs	جذب

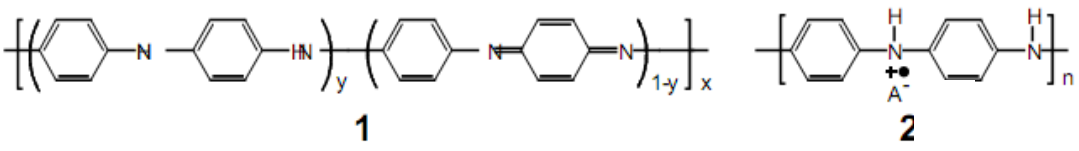
فصل اول

پلی‌آنیلین و نانو کامپوزیت ها

۱-۱- پلی آنیلین

به دنبال سنتز موفق پلی‌استیلن در سال ۱۹۷۴ [۱] توسط شیراکاوا و سپس دوپینگ آن در سال ۱۹۷۷ [۲]، پلیمرهای هادی الکتریسیته به دلیل کاربردهای ممکن فراوان به شدت مورد بررسی قرار گرفتند. به خصوص یکی از این پلیمرها، پلی‌آنیلین (PANI)، بارها مورد مطالعه قرار گرفته است. پلی‌آنیلین اولین بار در سال ۱۸۳۴ میلادی کشف و بعنوان رنگ با نام آنیلین سیاه برای رنگ کردن کتان استفاده شد. مطالعات بر روی این ترکیب در اوایل قرن بیستم منجر به ارائه ساختار اکتامر و کشف حالتهای اکسیداسیون متفاوت آن شده ولی رسانایی الکتریکی آن تا مدتها ناشناخته ماند. اگر چه پلی‌آنیلین، ماده جدیدی نیست و بیش از ۱۶۰ سال از کشف آن می‌گذرد، با این وجود از اواسط ۱۹۸۰ پلی‌آنیلین در میان پلیمرهای رسانا بیشترین مطالعات را به خود اختصاص داده است.

امروزه پلی‌آنیلین با ساختار پلیمری کلی که در شکل ۱ نشان داده شده شناخته می‌شود. این ماده با دیگر پلیمرهای هادی ذاتی مثل پلی‌پیرول (PPy) و پلی تیوفن (PTh) تفاوت دارد. زیرا پلی‌آنیلین دارای سه حالت اکسایش قابل دستیابی شامل حالت کاملاً احیا شده لکوامرالدین (y=1) تا حالت نیمه اکسید شده امرالدین (y=0.5) و کاملاً اکسید شده پرنیگرانیلین (y=0) است. امرالدین، حالتی با بیشترین رسانایی است.



1 2

y= 1 (leucoemeraldine)0.5 (emeraldine) and 0 (pernigraniline as base forms emeraldine salt(ES), PAn.HA

همچنین پلی‌آنیلین از این جهت با PPy و PTh متفاوت است که در آن، هترا اتم N مستقیماً در فرایند پلیمریزاسون شرکت می‌کند (پلی‌آنیلین یک پلیمر نردبانی است که بصورت سر به دم پلیمریزه می‌شود) و نیز مشارکت آن در سیستم مزدوج پلیمر بیشتر از هترا اتم های N و S در PPy و PTh است. به علاوه پلی‌آنیلین در میان پلیمرهای هادی ذاتی بی نظیر است، چون می‌تواند به سرعت بین فرم های بازی و نمکی از طریق تیتراسیون با اسید یا باز تبدیل شود. این خواص ردوکس برگشت پذیر و وابسته به pH، هدایت الکتریکی نمک امرالدین آن، سنتز ارزان و آسان و پایداری خوب در هوا و رطوبت، باعث شده پلی‌آنیلین تنها پلیمر رسانایی باشد که طی چند دهه گذشته تا این حد مورد بررسی قرار گرفته و بسیاری کاربردهای آن گسترش یافته‌اند.