دانشگاه سیستان و بلوچستان
تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در شیمی کاربردی

عنوان:

تهیه نانو کامپوزیتهای جدیدی از پلیمریزاسیون در جای ۲-متیل آنیلین در حضور نانو سیلیکا ساپورت سولفوریک اسید و اکسیدان تری کلرید آهن

استاد راهنما:

دکتر علیرضا مدرسی عالم

استاد مشاور:

دکتر علیرضا سردشتی

تحقیق و نگارش:

شهاب آریان پور

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

مهر ۱۳۹۲

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان تهیه نانو کامپوزیتهای جدیدی از پلیمریزاسیون در جای ۲-متیل آنیلین در حضور نانو سیلیکا ساپورت سولفوریک اسید و اکسیدان تری کلرید آهن قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد شیمی کاربردی توسط دانشجو شهاب آریان پور با 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.

شهاب آریان پور

این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ۱۳۹۲/۶/۳۱ توسط هیئت داوران بررسی و درجه عالی به آن تعلق گرفت.

	نام و نام خانوادگی	**امضاء**	**تاریخ**
استاد راهنما:	دکتر علیرضا مدرسی عالم		
استاد مشاور:	دکتر علیرضا سردشتی		
داور ۱:	دکتر میثم نوروزی فر		
داور ۲:	دکتر حسن منصوری		
نماینده تحصیلات تکمیلی:	دکتر ابراهیم ملاشاهی		

دانشگاه سیستان و بلوچستان

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب شهاب آریان پور تعهد می کنم 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 پایان نامه 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 می باشد.

شهاب آریان پور

تقدیم به:

تمام عزیزانی که همواره پشتیبان فکری و انگیزشی من در زندگی بوده اند و با قلبی پاک و روانی روشن آرزومند سلامتی و موفقیت و کامیابی برای من بوده اند. من نیز متقابلا بهترین ها را برایشان آرزومندم و این اثر ناقابل را تقدیمشان می کنم.

سپاسگزاری

نخست بر خود لازم میدانم که از زحمات استاد راهنمای عزیز و بزرگوارم جناب آقای دکتر علیرضا مدرسی عالم که همواره با صبوری و متانت مرا در زمینه پایان نامه و هم در زندگی راهنمایی فرموده اند و همواره نسبت به من لطف داشته اند، تشکر و قدردانی نمایم و برایشان آرزوی سلامتی و توفیق دارم. ضمن اینکه ایشان علاوه بر استاد راهنمای پروژه برای من حکم یک معلم اخلاق را نیز داشته اند. امیدوارم که برای ایشان دانشجوی خوبی بوده باشم. از مدیریت محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر حبیبی به خاطر لطف های مکررشان سپاسگذارم و از جناب دکتر ابراهیمی و سایر همکارانشان در گروه شیمی به خاطر حسن برخورد و درک بالایشان تشکر ویژه دارم. از دوستان و همکاران هم دوره ای و هم آزمایشگاهیم آقایان امین روشندل، مرتضی خرم، سجاد محمدیان، امید عزیزیان، احسان کردی، هاشم معصومی، حمید عزیزی و خانم ها المیرا بندانی، فرانک کاوه، بیتا ایراندوست، مهسا میرقریشی، مرضیه کمالی، زهرا سرمدی، رویا ملایی، طیبه پورغریب، نفیسه حق پذیر و هنا صنعتی که جوی سالم، دوستانه و صمیمی را ایجاد نمودند و مرا مورد لطف و محبت خودشان قرار دادند تشکر کرده و برایشان آرزوی موفقیت و سربلندی دارم. از هم اتاقی های عزیزم آقایان محمد درویشی، محمدرضا نیکزاد، محمدرضا گودرزی و لیث تقوی و به خصوص دوست و استاد عزیزم آقای حسین هراتی به خاطر ایجاد محیطی دوستانه و صمیمی و به خاطر راهنمایی ها و هم فکریهای ایشان تشکر نموده و برای ایشان آرزوی موفقیتهای بیشتر و سلامتی دارم. از آقای یار احمدی و سرکار خانم میرد معاونت پژوهشی به خاطر لطف و صمیمیت شان تشکر کرده و در پایان از همه عزیزانی که نامشان از قلم افتاده است ولی به نوعی مرا مورد لطف و محبت خودشان قرار داده اند، عذر خواهی کرده و برایشان آرزوی سلامتی و موفقیت روز افزون دارم.

چکیده:

نانوکامپوزیتهای جدیدی از پلی (۲-متیل آنیلین)- سیلیکا ساپورت سولفوریک اسید از طریق پلیمریزاسیون درجای ۲-متیل آنیلین بر بستر سیلیکا ساپورت سولفوریک اسید یا نانو سیلیکا سولفوریک اسید به عنوان اسید جامد دوپه کننده در حضور اکسیدان آهن (III) کلرید شش آبه و یا آهن (III) کلرید بدون آب تحت شرایط حلال آزاد (حالت جامد) و به روش بدون قالب ساخته شدند.

پارامترهای مؤثر بر ساختار پلیمر، شامل نسبت اسید به منومر و نسبت اکسیدان به منومر و نوع اکسیدان (آهن (III) کلرید شش آبه یا آهن (III) کلرید بدون آب) مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین بررسی خصلت دوگانه آهن (III)کلرید (که هم نقش اکسیدان و هم نقش اسید لوئیس را دارد) مورد بررسی قرار گرفت. در نتیجه شرایط بهینه برای سنتز این نانو کامپوزیتها معین شد.

در تهیه تعدادی از این نانو کامپوزیتها از مواد اولیه غیر نانو (سیلیکا مش ۶۰) استفاده شده بود، ولی با این حال در همه آنها فرآیند نانو شدن به خوبی صورت گرفته بود. در تهیه بقیه نمونه ها از نانوسیلیکا استفاده شده است. تمام نمونه ها (به جز نمونه های **۲** تا **۴**) تهیه شده با استفاده از سیلیکا مش ۶۰ (۰/۲ تا ۰/۰۶۳ میلیمتر) و یا با استفاده از نانو سیلیکا در اندازه ۱۵ نانومتر، به نانو کامپوزیت تبدیل شده اند (اندازه آنها زیر ۱۰۰ نانومتر شده است).

نانو کامپوزیتهای سنتز شده به کمک روشهای طیف سنجی مادون قرمز (FT-IR) ، طیف نور سنجی ماوراء بنفش- مرئی (UV-Vis) شناسایی شدند. تشکیل پلیمر و انجام فرآیند دوپینگ توسط این روشها ثابت شد.

مورفولوژی، شکل و اندازه ذرات آنها نیز با استفاده از تصاویر میکروسکوپ الکترونی پویشی(SEM) و میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) مورد مطالعه قرار گرفتند. تصاویر SEM نشان میداد که ذرات بی شکل، گاهی اوقات چسبیده به هم و دارای اندازه ذرات در بازه ۲۰ تا ۵۰ نانومتر هستند. هم چنین تصاویر TEM نشان میدادند که ذرات کروی و دارای اندازه در بازه ۲۰ تا ۳۰ نانومتر هستند.

کلمات کلیدی : نانوکامپوزیت، پلی (۲-متیل آنیلین)، حلال آزاد ، حالت جامد، دوپینگ، اکسیدان، اسید لوئیس، اسید جامد دوپه کننده، سیلیکا ساپورت سولفوریک اسید، نانو سیلیکا ساپورت سولفوریک اسید، آهن (III) کلرید شش آبه، آهن (III) کلرید بی آب، پلیمر هادی.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه ای بر نانو تکنولوژی و پلیمر های هادی ۱

۱-۱-نانو و نانو تکنولوژی ۲

۱-۲-روشهای سنتز نانو مواد و کاربردهای نانومواد ۲

۱-۳-نانو کامپوزیت؛ انواع و روشهای سنتز آن ۳

۱-۴-پلیمرهای هادی ۴

۱-۴-۱- تاریخچه پلیمرهای هادی ۴

۱-۴-۲- انواع پلیمرهای هادی ۶

۱-۴-۲-۱- پلیمرهای هادی ذاتی (درونی) ۷

۱-۴-۳- دوپینگ در پلیمرهای هادی ۷

۱-۴-۴- مکانیسم هدایت در پلیمرهای هادی ۱۰

۱-۵-کاربردهای پلیمرهای هادی ۱۲

۱-۶-پلی آنیلین ۱۳

۱-۶-۱- فرم های مختلف پلی آنیلین ۱۴

۱-۶-۲- رسانایی پلی آنیلین ۱۵

۱-۷-سنتز پلی آنیلین ۱۶

۱-۷-۱- سنتز الکتروشیمیایی ۱۶

۱-۷-۱-۱- مکانیزم پلیمریزاسیون الکتروشیمیایی ۱۷

۱-۷-۲- سنتز شیمیایی ۱۸

۱-۷-۲-۱- مکانیزم پلیمریزاسیون شیمیایی ۱۹

۱-۸-شناسایی پلی آنیلین ۲۰

۱-۸-۱- طیف سنجی .FT-IR ۲۱

۱-۸-۲- طیف نور سنجی UV-Vis ۲۱

۱-۸-۳- تفرق اشعه X (XRD) یا WAXS ۲۳

۱-۸-۴- میکروسکوپ الکترونی پیمایشی یا پویشی (SEM) ۲۳

۱-۸-۵- میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) ۲۴

۱-۹- اثر استخلاف بر خواص پلیمرهای هادی ۲۴

۱-۱۰- پلی (۲-متیل آنیلین) ۲۶

۱-۱۰-۱- مقایسه طیف های جذبی پلی آنیلین و پلی (۲-متیل آنیلین) ۲۷

۱-۱۱- اهداف پایان نامه ۲۸

فصل دوم: بخش تجربی ۲۹

۲-۱- مواد و تجهیزات ۳۰
۲-۱-۱- مواد مصرفی ۳۰
۲-۱-۲- تجهیزات ۳۰
۲-۲- تهیه کامپوزیتها و نانو کامپوزیتهایی از پلیمریزاسیون درجای ۲-متیل آنیلین بر بستر سیلیکا ساپورت سولفوریک اسید به روش حلال آزاد ۳۰
۲-۲-۱- آماده سازی سیلیکا ۳۱
۲-۲-۲- کامپوزیت های تهیه شده از پلیمریزاسیون در جای ۲-متیل آنیلین بر بستر سیلیکا ساپورت سولفوریک اسید در حضور آهن (III) کلرید شش آبه با ترتیب افزودن ابتدا منومر (ترکیبات **۲** تا **۴**) ۳۱
۲- ۲- ۳- کامپوزیت ها و نانو کامپوزیت تهیه شده از پلیمریزاسیون درجای ۲- متیل آنیلین بر بستر سیلیکا ساپورت سولفوریک اسید در حضور آهن (III) کلرید شش آبه با ترتیب افزودن ابتدا اکسیدان (کامپوزیتهای **۵**، **۶** و **۹** و نانو کامپوزیت **۸**) ۳۴
۲-۲-۴- بررسی اثر عوامل مختلف روی خواص کامپوزیتهای بدست آمده از پلیمریزاسیون درجای ۲- متیل آنیلین بر بستر سیلیکا ساپورت سولفوریک اسید در حضور اکسیدان آهن (III) کلرید شش آبه با ترتیب افزودن ابتدا اکسیدان (کامپوزیتهای **۷**) ۳۹
۲-۲-۴-۱- کامپوزیت ساخته شده از پلیمریزاسیون درجای ۲- متیل آنیلین بر بستر سیلیکا ساپورت سولفوریک اسید در حضور آهن (III) کلرید شش آبه با زمان واکنش ۱۴ روز (کامپوزیت **۷-14d**) ۳۹
۲-۲-۴-۲- انجام ورکاپ دو مرحله ای روی کامپوزیت **۷** ۴۱
۲-۲-۴-۳- افزودن اکسیدان بیشتر به کامپوزیت **۷–aw-a** ۴۱
۲-۲-۵- کامپوزیت و نانو کامپوزیت تهیه شده از پلیمریزاسیون درجای ۲- متیل آنیلین بر بستر سیلیکا ساپورت سولفوریک اسید در حضور آهن (III) کلرید بدون آب (کامپوزیت های **۱۰** و **۱۱**) ۴۴
۲-۲-۶- کامپوزیت و نانو کامپوزیت تهیه شده از پلیمریزاسیون درجای ۲- متیل آنیلین بر بستر سیلیکا در حضور آهن (III) کلرید بدون آب به عنوان اسید لوئیس (کامپوزیت های **۱۴** و **۱۵**) ۴۸
فصل سوم: بحث و نتیجه گیری ۵۳
۳-۱- تهیه کامپوزیتها و نانو کامپوزیتها ۵۴
۳-۲- شناسایی کلی کامپوزیتها و نانو کامپوزیتها ۵۹
۳-۲-۱- بررسی کلی طیف های FT-IR کامپوزیتها و نانو کامپوزیتها ۵۹
۳-۲-۲- بررسی کلی طیف های UV-Vis کامپوزیتها و نانو کامپوزیتها ۶۴
۳-۳- شناسایی و بررسی کامپوزیتهای تهیه شده با ترتیب افزودن ابتدا منومر (نمونه های **۲** تا **۴**) ۶۶
۳-۳-۱- بررسی طیف های FT-IR کامپوزیتهای **۲** تا **۴** ۶۷
۳-۳-۲- بررسی طیف های UV-Vis کامپوزیتهای **۲** تا **۴**..... ۶۹
۳-۴- شناسایی و بررسی کامپوزیتهای با ترتیب افزودن ابتدا اکسیدان $FeCl_3.6H_2O$

(کامپوزیتهای **۵**، **۶** و **۹** و نانو کامپوزیت **۸**) ۷۱
۳-۴-۱- بررسی طیف های FT-IR ۷۱
۳-۴-۲- بررسی طیف های UV-Vis ۷۹
۳-۴-۳- بررسی تصاویر SEM و TEM نانو کامپوزیت **۸** و کامپوزیت **۹** ۸۴
۳-۴-۴- بررسی هدایت الکتریکی کامپوزیتهای **۵**، **۶**، **۸** و **۹** ۸۵
۳-۵- شناسایی و بررسی کامپوزیتهای سنتز شده با ترتیب افزودن ابتدا $FeCl_3$ بـدون آب (نانو کامپوزیت **۱۰** و کامپوزیت **۱۱**) ۸۶
۳-۵-۱- بررسی طیف های FT-IR نانو کامپوزیت **۱۰** و کامپوزیت **۱۱** ۸۶
۳-۵-۲- بررسی طیف های UV-Vis نانو کامپوزیت **۱۰** و کامپوزیت **۱۱** ۹۲
۳-۵-۳- بررسی تصاویر SEM و TEM نانو کامپوزیت **۱۰** و کامپوزیت **۱۱** ۹۷
۳-۵-۴- بررسی هدایت در نانو کامپوزیت **۱۰** و کامپوزیت **۱۱** ۹۸
۳-۶- شناسایی و بررسی کامپوزیت های با ترتیب افزودن ابتـدا اکسـیدان $FeCl_3$ خشـک بدون استفاده از اسید (نانو کامپوزیت **۱۴** و کامپوزیت **۱۵**) ۹۹
۳-۶-۱- بررسی طیف های FT-IR نانو کامپوزیت **۱۴** و کامپوزیت **۱۵** ۹۹
۳-۶-۲- بررسی طیف های UV-Vis نانو کامپوزیت **۱۴** و کامپوزیت **۱۵** ۱۰۵
۳-۶-۳- بررسی تصاویر SEM و TEM نانو کامپوزیت **۱۴** و کامپوزیت **۱۵** ۱۱۰
۳-۶-۴- بررسی هدایت در نانو کامپوزیت **۱۴** و کامپوزیت **۱۵** ۱۱۲
۳-۷- بررسی شرایط بهینه برای سنتز کامپوزیت ها (کامپوزیت های سری **۷**) ۱۱۲
۳-۷-۱- بررسی طیف های FT-IR کامپوزیت های سری **۷** ۱۱۲
۳-۷-۲- بررسی طیف های UV-Vis کامپوزیت های سری **۷** ۱۱۹
۳-۷-۳- بررسی هدایت الکتریکی در کامپوزیت های سری **۷** ۱۲۴
۳-۸- بررسی تاثیر نوع اکسیدان و حضور یا عدم حضور اسید روی خواص کامپوزیت ها ... ۱۲۴
۳-۸-۱- مقایسه نانو کامپوزیت های **۸** و **۱۰** ۱۲۴
۳-۸-۱-۱- مقایسه طیف های FT-IR نانو کامپوزیت های **۸** و **۱۰** ۱۲۵
۳-۸-۱-۲- مقایسه طیف های UV-Vis نانو کامپوزیت های **۸** و **۱۰** ۱۲۶
۳-۸-۲- مقایسه کامپوزیت های **۹** و **۱۱** ۱۲۶
۳-۸-۲-۱- مقایسه طیف های FT-IR کامپوزیت های **۹** و **۱۱**..... ۱۲۷
۳-۸-۲-۲- مقایسه طیف های UV-Vis کامپوزیت های **۹** و **۱۱** ۱۲۸
۳-۸-۳- مقایسه نانو کامپوزیت های **۱۰** و **۱۴** ۱۲۸
۳-۸-۳-۱- مقایسه طیف های FT-IR نانو کامپوزیت های **۱۰** و **۱۴** ۱۲۸
۳-۸-۳-۲- مقایسه طیف های UV-Vis نانو کامپوزیت های **۱۰** و **۱۴** ۱۲۹
۳-۸-۴- مقایسه کامپوزیت های **۱۱** و **۱۵** ۱۳۰
۳-۸-۴-۱- مقایسه طیف های FT-IR کامپوزیت های **۱۱** و **۱۵** ۱۳۰
۳-۸-۴-۲- مقایسه طیف های UV-Vis کامپوزیت های **۱۱** و **۱۵** ۱۳۱
۴-۹- نتیجه گیری ۱۳۲

۴-۱۰- پیشنهادات ۱۳۳
مراجع ۱۳۵
فصل چهارم : پیوست ۱۵۳

فهرست جدول ها

عنوان جدول **صفحه**

جدول ۲-۱- شرایط سنتزی برای کامپوزیت های **۲** تا **۴** با ترتیب افزودن ابتدا منومر ۳۱

جدول ۲-۲- طیف های UV-Vis مشاهده شده برای نمونه های **۲** تا **۴** در حلال NMP ۳۳

جدول ۲-۳- شرایط سنتزی برای کامپوزیت های **۵**، **۶** و **۹** و نانو کامپوزیت **۸** ۳۵

جدول ۲-۴- نواحی طیفی UV-Vis مشاهده شده برای کامپوزیت های **۵** و **۹** و نانو کامپوزیت **۸** ۳۷

جدول ۲-۵- هدایت اندازه گیری شده برای نمونه های **۵**، **۶**، **۸** و **۹** در دو زمان مختلف ۳۸

جدول ۲-۶- شرایط سنتزی برای کامپوزیت های **۷** ۴۰

جدول ۲-۷- نواحی طیفی UV-Vis مشاهده شده برای کامپوزیت های سری **۷** ۴۳

جدول ۲-۸- هدایت اندازه کیری شده برای کامپوزیت های سری **۷** ۴۴

جدول ۲-۹- شرایط سنتزی برای نانو کامپوزیت **۱۰** و کامپوزیت **۱۱** ۴۵

جدول ۲-۱۰- نواحی طیفی UV-Vis مشاهده شده برای نانو کامپوزیت **۱۰** و کامپوزیت **۱۱** ۴۷

جدول ۲-۱۱- هدایت اندازه گیری شده برای نمونه های **۱۰** و **۱۱** در دو زمان مختلف ۴۸

جدول ۲-۱۲- شرایط سنتزی برای نانو کامپوزیت **۱۴** و کامپوزیت **۱۵** ۴۹

جدول ۲-۱۳- نانو کامپوزیت طیفی UV-Vis مشاهده شده برای نانو کامپوزیت **۱۴** و کامپوزیت **۱۵** ۵۱

جدول ۲-۱۴- هدایت اندازه گیری شده برای نمونه های **۱۴** و **۱۵** در دو زمان مختلف ۵۲

جدول ۳-۱- خلاصه شرایط سنتزی و نتایج بدست آمده برای کامپوزیت ها ۵۸

جدول ۳-۲- خلاصه شرایط سنتزی و نتایج بدست آمده برای نانو کامپوزیت ها ۵۸

جدول ۳-۳- نواحی طیفی برای سیلیکا، سیلیکا ساپورت سولفوریک اسید، پلی آنیلـین و پلـی (۲- متیل آنیلین) بازی و دوپه شده با اسید سولفوریک ۶۲
جدول ۳-۴- مقایسه نواحی طیفی FT-IR در کامپوزیتهای **۲** تا **۴** ۶۷
جدول ۳-۵- مقایسه باندهای جذبی FT-IR کامپوزیتهای **۵**، **۶**، **۸** و **۹** ۷۱
جدول ۳-۶- نواحی جذبی UV-Vis مشاهده شده برای کامپوزیتهای **۵**، **۸** و **۹** ۷۹
جدول ۳-۷- مقایسه مورفولوژی و اندازه ذرات بدست آمده برای نمونه های **۸** و **۹** ۸۵
جدول ۳-۸- مقایسه گروههای جذبی FT-IR در نانو کامپوزیت **۱۰** و کامپوزیت **۱۱** ۸۷
جدول ۳-۹- نوارهای جذبی UV-Vis مشاهده شده برای نانو کامپوزیت **۱۰** و کامپوزیت **۱۱** ۹۲
جدول ۳-۱۰- مقایسه مورفولوژی و اندازه ذرات بدست آمده برای کامپوزیت های **۱۰** و **۱۱** ۹۸
جدول ۳-۱۱- مقایسه گروههای جذبی FT-IR در نانو کامپوزیت **۱۴** و کامپوزیت **۱۵** ۹۹
جدول ۳-۱۲- نوارهای جذبی UV-Vis برای نانو کامپوزیت **۱۴** و کامپوزیت **۱۵** ۱۰۶
جدول ۳-۱۳- مقایسه مورفولوژی و اندازه ذرات بدست آمده برای کامپوزیت های **۱۴** و **۱۵** ۱۱۱
جدول ۳-۱۴- مقایسه باندهای جذبی FT-IR در کامپوزیتهای سری **۷** ۱۱۳
جدول ۳-۱۵- نوارهای جذبی UV-Vis مشاهده شده برای کامپوزیتهای سری **۷** ۱۲۰

فهرست شکل ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۱-۱- ساختار چند پلیمر هادی در فرم غیر دوپه شده ۶

شکل ۱-۲- شکاف انرژی در ساختار الکترونی مواد رسانا، نیم رسانا و نا رسانا ۱۱

شکل ۱-۳- سطوح انرژی محاسبه شده برای پلی تیوفن با n=1-4 به عنوان تابعی از طول الیگومر ۱۱

شکل ۱-۴- تعادلات ردوکس (تعادلات عمودی) و تعادلات اسید-باز (تعادلات افقی) در پلی آنیلین ۱۵

شکل ۱-۵- مکانیزم الکترو پلیمریزاسیون آنیلین ۱۸

شکل ۱-۶- مکانیزم پلیمریزاسیون شیمیایی آنیلین ۲۰

شکل ۱-۷- طیف سنجی UV-Vis ۲۱

شکل ۱-۸- طیف UV-Vis امرآلدین نمک و باز Pani± HCSA در حلال NMP ۲۲

شکل ۳-۱- طیف های جذبی UV-Vis پلی (۲-متیل آنیلین) در فرم های دوپه نشده(a)، و دوپه شده (b) ۶۵

شکل۳-۲- طیف های UV-Vis کامپوزیتهای **۲** تا **۴** در قبل و بعد از ورکاپ ۷۰

شکل ۳-۳- مقایسه طیف های FT-IR کامپوزیت **۶** و نانو کامپوزیت **۸** (قبل از ورکاپ) ۷۳

شکل ۳-۴- مقایسه طیف های FT-IR کامپوزیت **۶** و نانو کامپوزیت **۸** (بعد از ورکاپ) ۷۴

شکل ۳-۵- مقایسه طیف های FT-IR کامپوزیت های **۶** و **۹** (بعد از ورکاپ) ۷۴

شکل ۳-۶- مقایسه طیف های FT-IR نانو کامپوزیت **۸** و کامپوزیت **۹** (بعد از ورکاپ) ۷۵

شکل ۳-۷- مقایسه طیف های جذبی UV-Vis کامپوزیتهای **۵** ، **۸** و **۹** ۸۰

شکل ۳-۸- مقایسه طیف های جذبی UV-Vis کامپوزیت **۵** در قبل و بعد از ورکاپ ۸۱

شکل ۳-۹- مقایسه طیف های جذبی UV-Vis نانو کامپوزیت **۸** در قبل و بعد از ورکاپ ۸۱

شکل ۳-۱۰- مقایسه طیف های جذبی UV-Vis کامپوزیت **۹** در قبل و بعد از ورکاپ ۸۲

شکل ۳-۱۱- مقایسه طیف های جذبی UV-Vis نمونه های **۵** ، **۸** و **۹** (قبل از ورکاپ) ۸۴

شکل ۳-۱۲- مقایسه طیف های FT-IR نانوکامپوزیت **۱۰** و کامپوزیت **۱۱** (بعد از ورکاپ) ۸۹

شکل ۳-۱۳- مقایسه طیف های FT-IR نانوکامپوزیت **۱۰** در قبل و بعد از ورکاپ ۹۱

شکل ۳-۱۴- مقایسه طیف UV-Vis نانو کلمپوزیت **۱۰** و کامپوزیت **۱۱** (بعد از ورکاپ) ۹۳

شکل ۳-۱۵- مقایسه طیف UV-Vis نانوکامپوزیت **۱۰** در قبل و بعد از ورکاپ ۹۴

شکل ۳-۱۶- مقایسه طیف UV-Vis کامپوزیت **۱۱** در قبل و بعد از ورکاپ ۹۵

شکل ۳-۱۷- مقایسه طیف UV-Vis نانو کامپوزیتهای **۸–bw** و **۱۰–bw** (شکل A) و کامپوزیتهای **۹–bw** و **۱۱–bw** (شکل B) ۹۷

شکل ۳-۱۸- مقایسه طیف های FT-IR نانوکامپوزیت **۱۴** و کامپوزیت **۱۵** (بعد از ورکاپ) ۱۰۲

شکل ۳-۱۹- مقایسه طیف های FT-IR نانو کامپوزیت **۱۴** در قبل و بعد از ورکاپ ۱۰۴

شکل ۳-۲۰- مقایسه طیف های FT-IR کامپوزیت **۱۵** در قبل و بعد از ورکاپ ۱۰۵

شکل ۳-۲۱- مقایسه طیف های UV-Vis نانو کامپوزیت **۱۴–aw** و کامپوزیت **۱۵–aw** ۱۰۶

شکل ۳-۲۲- مقایسه طیف های UV-Vis نانو کامپوزیت **۱۴–bw** و **۱۴–aw** ۱۰۷

شکل ۳-۲۳- مقایسه طیف های UV-Vis کامپوزیت **۱۵–bw** و **۱۵–aw** ۱۰۸

شکل ۳-۲۴- مقایسه طیف های FT-IR نانو کامپوزیتهای **۱۰–bw** و **۱۴–bw** (شکل A) و کامپوزیتهای **۱۱–bw** و **۱۵–bw** (شکل B) ۱۱۰

شکل ۳-۲۵- مقایسه طیف های FT-IR کامپوزیتهای **۷-aw-14d** و **۷-aw-a-ox-bw** ۱۱۵

شکل ۳-۲۶- مقایسه طیف های FT-IR پلی (۲-متیل آنیلین) (سمت راست) و **۷–aw**-1 (سمت چپ) ۱۱۶

شکل ۳-۲۷- مقایسه طیف های FT-IR کامپوزیتهای **۶–aw** و **۷–aw-14d** ۱۱۷

شکل ۳-۲۸- مقایسه طیف FT-IR کامپوزیتهای w-**۷-aw** و **۷-aw-a-ox-aw** ۱۱۷

شکل ۳-۲۹- مقایسه طیف های FT-IR کامپوزیتهای **۷–aw-14d** و **۷–aw-a-ox-aw** ۱۱۸

شکل ۳-۳۰- مقایسه طیف های FT-IR کامپوزیت **۷** ورکاپ شده با استون(**۷-aw-a**) و سپس با آب دو بار تقطیر (**۷–aw-w**) ۱۱۹

شکل ۳-۳۱- مقایسه طیف UV-Vis کامپوزیتهای **۷–aw-w** و **۷–aw-14d** ۱۲۱

شکل ۳-۳۲- مقایسه طیف UV-Vis کامپوزیتهای **۷–aw-w** و **۷–aw-a-ox-aw** ۱۲۲

شکل ۳-۳۳- مقایسه طیف UV-Vis کامپوزیتهای **۷–aw-14d** و **۷–aw-a-ox-aw** ۱۲۲

شکل ۳-۳۴- مقایسه طیف UV-Vis کامپوزیتهای **۷–aw-w** و **۷–aw-a** ۱۲۳

شکل ۳-۳۵- مقایسه طیف UV-Vis کامپوزیتهای **۷–bw-14d** و **۷–aw-14d** ۱۲۳

شکل ۳-۳۶- مقایسه طیف UV-Vis کامپوزیت **۷–aw-a-ox-aw** و **۷ –aw-a-ox-bw** ۱۲۳

شکل ۳-۳۷- مقایسه طیف های FT-IR نانو کامپوزیتهای **۸–aw** و **۱۰–aw** ۱۲۵

شکل ۳-۳۸- مقایسه طیف های UV-Vis نانو کامپوزیتهای **۸–aw** و **۱۰–aw** ۱۲۶

شکل ۳-۳۹- مقایسه طیف های FT-IR کامپوزیتهای **۹-aw** و **۱۱-aw** ۱۲۷

شکل ۳-۴۰- مقایسه طیف های UV-Vis کامپوزیتهای **۹–aw** و **۱۱–aw** ۱۲۸

شکل ۳-۴۱- مقایسه طیف های FT-IR کامپوزیتهای **۱۰–aw** و **۱۴–aw** ۱۲۹

شکل ۳-۴۲- مقایسه طیف های UV-Vis نانو کامپوزیت های **۱۰–aw** و **۱۴–aw** ۱۳۰

شکل ۳-۴۳- مقایسه طیف های FT-IR کامپوزیتهای **۱۱–aw** و **۱۵–bw** ۱۳۱

شکل ۳-۴۴- مقایسه طیف های UV-Vis کامپوزیتهای **۱۱–aw** و **۱۵–aw** ۱۳۲

شکل ۴-۱- طیف FT-IR کامپوزیت **۲–bw** ۱۵۴

شکل ۴-۲- طیف FT-IR کامپوزیت **۲–aw** ۱۵۴

شکل ۴-۳- طیف UV-Vis کامپوزیت **۲–bw** ۱۵۵

شکل ۴-۴- طیف UV-Vis کامپوزیت **۲–aw** ۱۵۵

شکل ۴-۵- طیف FT-IR کامپوزیت **۳–bw** ۱۵۶

شکل ۴-۶- طیف FT-IR کامپوزیت **۳–aw** ۱۵۶

شکل ۴-۷- طیف UV-Vis کامپوزیت **۳–bw** ۱۵۷

شکل ۴-۸- طیف UV-Vis کامپوزیت **۳–aw** ۱۵۷

شکل ۴-۹- طیف FT-IR کامپوزیت **۴–bw** ۱۵۸

شکل ۴-۱۰- طیف FT-IR کامپوزیت **۴–aw** ۱۵۸

شکل ۴-۱۱- طیف UV-Vis کامپوزیت **۴–bw** ۱۵۹

شکل ۴-۱۲- طیف UV-Vis کامپوزیت **۴–aw** ۱۵۹

شکل ۴-۱۳- طیف FT-IR کامپوزیت **۵–bw** ۱۶۰

شکل ۴-۱۴- طیف FT-IR کامپوزیت **۵–aw** ۱۶۰

شکل ۴-۱۵- طیف UV-Vis کامپوزیت **۵–bw** ۱۶۱

شکل ۴-۱۶- طیف UV-Vis کامپوزیت **۵–aw** ۱۶۱

شکل ۴-۱۷- طیف FT-IR کامپوزیت **۶–bw** ۱۶۲

شکل ۴-۱۸- طیف FT-IR کامپوزیت **۶–aw** ۱۶۲

شکل ۴-۱۹- طیف FT-IR کامپوزیت **۷-bw-14d** ۱۶۳

شکل ۴-۲۰- طیف FT-IR کامپوزیت **۷-aw-14d** ۱۶۳

شکل ۴-۲۱- طیف UV-Vis کامپوزیت **۷-bw-14d** ۱۶۴

شکل ۴-۲۲- طیف UV-Vis کامپوزیت **۷-aw-14d** ۱۶۴

شکل ۴-۲۳- طیف FT-IR کامپوزیت **۷-aw(a)-ox-bw** (افزودن اکسیدان به **۷-aw-a**) ۱۶۵

شکل ۴-۲۴- طیف FT-IR کامپوزیت **۷-aw(a)-ox-aw** (افزودن اکسیدان به **۷-aw-a**) ۱۶۵

شکل ۴-۲۵- طیف UV-Vis کامپوزیت **۷-aw(a)-ox-bw** (افزودن اکسیدان به **۷-aw-a**) ۱۶۶

شکل ۴-۲۶- طیف UV-Vis کامپوزیت **۷-aw(a)-ox-aw** (افزودن اکسیدان به **۷-aw-a**) ۱۶۶

شکل ۴-۲۷- طیف FT-IR کامپوزیت **۷-aw-a** (ورکاپ شده توسط استون) ۱۶۷

شکل ۴-۲۸- طیف UV-Vis کامپوزیت **۷-aw-a** (ورکاپ شده توسط استون) ۱۶۷

شکل ۴-۲۹- طیف FT-IR کامپوزیت **۷-aw-w** (ورکاپ شده توسط استون سپس توسط ۱۶۸

آب)

شکل ۴-۳۰- طیف UV-Vis کامپوزیت **۷-aw-w** (ورکاپ شده توسط استون سـپس توسـط آب) ۱۶۸

شکل ۴-۳۱- طیف FT-IR **۷-aw**-1 (محلول زیر صافی **۷-aw-a**) ۱۶۹

شکل ۴-۳۲- طیف UV-Vis **۷-aw**-1 (محلول زیر صافی **۷-aw-a**) ۱۶۹

شکل ۴-۳۳- طیف FT-IR نانو کامپوزیت **۸–bw** ۱۷۰

شکل ۴-۳۴- طیف FT-IR نانو کامپوزیت **۸–aw** ۱۷۰

شکل ۴-۳۵- طیف UV-Vis نانوکامپوزیت **۸–bw** ۱۷۱

شکل ۴-۳۶- طیف UV-Vis نانوکامپوزیت **۸–aw** ۱۷۱

شکل ۴-۳۷- تصاویر SEM نانو کامپوزیت **۸–aw** ۱۷۲

شکل ۴-۳۸- تصاویر TEM نانو کامپوزیت **۸–aw** در دو بزرگ نمایی مختلف ۱۷۳

شکل ۴-۳۹- طیف IR کامپوزیت **۹–bw** ۱۷۴

شکل ۴-۴۰- طیف FT-IR کامپوزیت **۹–aw** ۱۷۴

شکل ۴-۴۱- طیف UV-Vis کامپوزیت **۹–bw** ۱۷۵

شکل ۴-۴۲- طیف UV-Vis کامپوزیت **۹–aw** ۱۷۵

شکل ۴-۴۳- تصاویر SEM کامپوزیت **۹–aw** در دو بزرگ نمایی مختلف ۱۷۶

شکل ۴-۴۴- طیف FT-IR نانو کامپوزیت **۱۰–bw** ۱۷۷

شکل ۴-۴۵- طیف FT-IR نانو کامپوزیت **۱۰–aw** ۱۷۷

شکل ۴-۴۶- طیف UV-Vis نانو کامپوزیت **۱۰–bw** ۱۷۸

شکل ۴-۴۷- طیف UV-Vis نانو کامپوزیت **۱۰–aw** ۱۷۸

شکل-۴-۴۸- تصاویر SEM نانو کامپوزیت **۱۰–aw** ۱۷۹

شکل ۴-۴۹- تصاویر TEM نانو کامپوزیت **۱۰–aw** در دو بزرگنمایی ۱۸۰

شکل ۴-۵۰- طیف FT-IR کامپوزیت **۱۱–bw** ۱۸۱

شکل ۴-۵۱- طیف FT-IR کامپوزیت **۱۱–aw** ۱۸۱
شکل ۴-۵۲- تصویر UV-Vis کامپوزیت **۱۱–bw** ۱۸۲
شکل ۴-۵۳- طیف UV-Vis کامپوزیت **۱۱–aw** ۱۸۲
شکل ۴-۵۴- تصویر SEM کامپوزیت **۱۱–aw** ۱۸۳
شکل ۴-۵۵- طیف FT-IR نانو کامپوزیت **۱۴–bw** ۱۸۴
شکل ۴-۵۶- طیف FT-IR نانو کامپوزیت **۱۴–aw** ۱۸۴
شکل ۴-۵۷- طیف UV-Vis نانو کامپوزیت **۱۴–bw** ۱۸۵
شکل ۴-۵۸- طیف UV-Vis نانو کامپوزیت **۱۴–aw** ۱۸۵
شکل ۴-۵۹- تصویر SEM نانو کامپوزیت **۱۴–aw** ۱۸۶
شکل ۴-۶۰- طیف FT-IR کامپوزیت **۱۵–bw** ۱۸۷
شکل ۴-۶۱- طیف FT-IR کامپوزیت **۱۵–aw** ۱۸۷
شکل ۴-۶۲- طیف UV-Vis کامپوزیت **۱۵–bw** ۱۸۸
شکل ۴-۶۳- طیف UV-Vis کامپوزیت **۱۵–aw** ۱۸۸
شکل ۴-۶۴- تصویر SEM کامپوزیت **۱۵–aw** ۱۸۹

فهرست طرح ها

عنوان طرح **صفحه**

طرح ۱-۱- دوپینگ اکسایشی لوکومرآلدین و دوپینگ اسیدی امرآلدین بازی به منظور تشکیل فرم هادی امرآلدین نمکی ۱۰

طرح ۱-۲- حالت های مختلف اکسایش پلی آنیلین ۱۴

طرح ۱-۳- انواع مختلف استخلاف روی پلی آنیلین ۲۴

طرح ۳-۱- ساختار شیمیایی پلی (۲-متیل آنیلین) در حالت امرآلدین بازی ۵۴

طرح ۳-۲- ساختار پیشنهادی برای کامپوزیت یا نانو کامپوزیت سیلیکا یا نانو سیلیکا پلی (۲-متیل آنیلین) در حضور آهن (III) کلرید خشک ۵۵

طرح ۳-۳- ساختار پیشنهادی برای کامپوزیتها و نانو کامپوزیتهای سیلیکا یا نانو سیلیکا ساپورت سولفوریک اسید پلی (۲- متیل آنیلین) تهیه شده در حضور آهن (III) کلرید شش آبه یا بی آب ۵۶

طرح ۳-۴- ساختار پیشنهادی برای کامپوزیت یا نانو کامپوزیت پلی (۲- متیل آنیلین) بر بستر سیلیکا یا نانو سیلیکا ساپورت سولفوریک اسید تهیه شده در حضور آهن (III) کلرید شش آبه یا بی آب ۵۷

فهرست علائم

نشانه	علامت
14 Days	14d
Absorbance	Abs
After Workup	**Aw**
Before workup	**Bw**
Double distilled water	DDW
Emeraldine Base	EB
Emeraldine Salt	ES
Locuemeraldine Base	LB
Monomer	Mon.
N-Methyl pirolidinone	NMP
Oxidant	Ox.
polyaniline	PANI
Pernigraniline base	PB
Poly (o-Toluidine)	POT
Pernigraniline Salt	PS
Room Temperature	R.T.
Silica-supported Sulfuric acid	SSSA
Wave Length	λ (nm)