دانشکده شیمی

گروه شیمی آلی و بیوشیمی

**پایان‌نامه**

**برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته شیمی گرایش آلی**

**عنوان**

# تهیه کامپوزیت های پلی‌آنیلین – سلولز رسانای الکتریسیته با ساختارهای میکرو و نانو با استفاده از روشهای شیمیایی و نشان دار کردن آنها با نانوذرات نقره

**اساتید راهنما**

**دکتر ناصر ارسلانی**

**دکتر حسن نمازی**

**استاد مشاور**

**دکتر علی اکبر انتظامی**

**پژوهشگر**

**رقیه جباری**

**آبان ۱۳۸۹**

بسمه‌تعالی

دانشگاه تبریز

دانشکده شیمی

گروه شیمی آلی و بیوشیمی

**پایان‌نامه**

**برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته شیمی گرایش آلی**

**عنوان**

# تهیه کامپوزیت های پلی‌آنیلین – سلولز رسانای الکتریسیته با ساختارهای میکرو و نانو با استفاده از روشهای شیمیایی و نشان دار کردن آنها با نانو ذرات نقره

**اساتید راهنما**

**دکتر ناصر ارسلانی**

**دکتر حسن نمازی**

**استاد مشاور**

**دکتر علی اکبر انتظامی**

**پژوهشگر**

**رقیه جباری**

بسم الله الرحمن الرحيم

| | |
|---|---|
| **نام خانوادگی دانشجو:** جباری | **نام:** رقیه |

**عنوان پایان‌نامه:** تهیه کامپوزیت های پلی‌آنیلین –سلولز رسانای الکتریسیته با ساختارهای میکرو و نانو با استفاده از روشهای شیمیایی و نشان دار کردن آنها با نانو ذرات نقره

**اساتید راهنما :** دکتر ناصر ارسلانی- دکتر حسن نمازی

**استاد مشاور:** دکتر علی اکبر انتظامی

| | | | |
|---|---|---|---|
| **مقطع تحصیلی:** کارشناسی ارشد | **رشته:** شیمی | **گرایش:** آلی | **دانشگاه:** دانشگاه تبریز |
| **دانشکده:** دانشکده شیمی | **تاریخ فارغ التحصیلی:** ٦/ ٩ / ١٣٨٩ | | **تعداد صفحه:** ٩٧ |

**کلید واژه:** پلی‌آنیلین، کامپوزیت، نانوذرات فلزی، پلیمریزاسیون فاز بخار، سلولز سولفونیک اسید، کاغذ سولفونه شده، تمپلت سخت، تمپلت نرم

**چکیده:**

کار پژوهشی حاضر به دو بخش تقسیم شده است :

در بخش اول از کار پژووهشی ابتدا کاغذ سولفونه شده با درجات استخلافی متفاوت تهیه گردید و سپس پلی آنیلین به روش پلیمریزاسیون فاز بخار بر روی این کاغذها و کاغذ فیلتراسیون ساده به عنوان تمپلت سخت، تحت زمان های مختلف پلیمریزاسیون و غلظت های مختلف از اکسید کننده (آمونیوم پر سولفات) تهیه گردید.نتایج به دست آمده نشان داد که هر چه غلظت اکسیدکننده و زمان پلیمریزاسیون بیشتر باشد هدایت نمونه ها افزایش می یابد. و همچنین مشاهده شد که هدایت پلی آنیلین تهیه شده بر روی کاغذ سولفونه شده بیشتر از پلی‌آنیلین تهیه شده بر روی کاغذ فیلتراسیون ساده می باشد.

در مرحله بعدی سلولز میکروکریستالین سولفونه شده و سپس به عنوان تمپلت نرم در پلیمریزاسیون آنیلین مورد استفاده قرار گرفت.و تاثیر پارامترهای مختلف از جمله دما، همزدن، مقدار دوپانت (سلولز سولفونیک اسید) بر روی

هدایت الکتریکی و مورفولوژی پلیمرهای به دست آمده مورد بررسی قرار گرفت.

در بخش دوم از کار پژوهشی پلی آنیلین های تهیه شده با روشهای تمپلت سخت و نرم را با نانوذرات نقره نشان دارمی کنیم. در این بخش ابتدا کاغذهای سولفونه شده و ساده که با روشهای ذکر شده و تحت شرایط مختلف با پلی-آنیلین پوشش داده شده اند، با دو روش، با نانوذرات نقره نشان دار می کنیم و نتایج به دست آمده را ثبت می کنیم. همچنین پلی آنیلین های تهیه شده به روش تمپلت نرم را با غلظت های مختلف از نیترات نقره، نشان دار می کنیم.نتایج به دست آمده حاکی از آن است که هر چه غلظت نیترات نقره بیشتر می شود هدایت نمونه ها افزایش می یابد.

خصوصیات و ساختار محصولات تهیه شده به وسیله تکنیک های FT-IR، CNMR، UV-Vis،TGA، SEM، EDX مورد بررسی قرار گرفت.همچنین هدایت الکتریکی نمونه ها با استفاده از هدایت سنجی چهار نقطه ای مورد اندازه گیری قرار گرفته شده است.

**فهرست مطالب**

**فصل اول: بررسی منابع و پژوهش‌های پیشین** ..... ۱

۱-۱- پلیمرهای رسانای الکتریسیته ..... ۱

۱-۲- پلی آنیلین ..... ۳

۱-۲-۱- ساختارهای پلی آنیلین ..... ٤

۱-۲-۲- روشهای سنتز پلی آنیلین در حالت کلی ..... ٥

۱-۲-۳- مکانیسم پلیمریزاسیون آنیلین ..... ٥

۱ -۲-٤- عوامل موثر بر ساختار و خصوصیات پلی آنیلین ..... ٦

۱-۲-٤-۱- تاثیر غلظت و ماهیت اکسیدکننده ..... ۷

۱-۲-٤-۲- تاثیر pH و طبیعت اسید ..... ۷

۱-۲-٤-۳- تاثیر زمان واکنش ..... ۷

۱-۲-٤-٤- تاثیر دمای واکنش ..... ۸

۱-۲-٥- روشهای تهیه نانوساختارهای پلی آنیلین ..... ۸

۱-۲-٥-۱ سنتز نانوساختارهای پلی آنیلین به روش تمپلت سخت ..... ۹

۱-۲-٥-۲- سنتز نانوساختارهای پلی آنیلین به روش تمپلت نرم ..... ۱۰

۱-۲-٥-۲-۱ سنتز نانوساختارهای پلی آنیلین در حضور سورفاکتانت ها ..... ۱۱

۱-۲-٥-۲-۲- سنتز نانوساختارهای پلی آنیلین بر پایه پلی الکترولیت ها ..... ۱۲

۱-۲-٥-۳ ترکیب دو روش Hard template, Soft template ..... ۱۳

۱-۲-٥-٤ پلیمریزاسیون به روش فاز بخار ..... ۱۳

۱-۲-٥-٥ سنتز پلی آنیلین به روش پلیمریزاسیون بین سطحی ..... ۱٥

۱-۲-٥-٦ سنتز پلی آنیلین به روش Sonochemical ..... ۱٦

۱-۳ نانو کامپوزیت .....۱۷

۱-۳-۱ طبقه بندی نانوکامپوزیت ها .....۱۷

۱-٤ نانوکامپوزیت های پلی آنیلین/ نقره .....۱۸

۱-٤-۱ روش های تهیه نانوکامپوزیت های پلی آنیلین / نقره .....۱۹

۱-٤-۱-۱- تهیه نانوکامپوزیت های پلی آنیلین / نقره به روش ساده .....۱۹

۱-٤-۱-۲- تهیه نانوکامپوزیت های پلی آنیلین / نقره تحت شرایط سخت یا غیرکلاسیکی۲۱

۱-٤-۱-۳- تهیه نانوکامپوزیت های پلی آنیلین / نقره به روش پلیمریزاسیون بین سطحی .۲۳

۱-۵- کاربردهای پلی آنیلین و کامپوزیت های آن .....۲۳

۱-۵-۱- کاربرد پلی آنیلین برای حذف آلاینده های یونی .....۲۳

۱-۵-۲- کاربرد پلی آنیلین در باطری های قابل شارژ .....۲۵

۱-۵-۳- کاربرد پلی آنیلین در حفاظت از خوردگی .....۲۵

۱-۵-٤- اثر الکتروکرومیک در پلی آنیلین .....۲٦

۱-۵-۵- کاربرد پلی آنیلین و کامپوزیت های آن در سنسورها .....۲٦

۱-۵-۵-۱- کاربرد پلی آنیلین و کامپوزیت پلی آنیلین/ نقره به عنوان سنسور اتانول .....۲۷

۱-۵-۵-۲ کاربرد پلی آنیلین و کامپوزیت های پلی آنیلین / نقره به عنوان سنسور گاز آمونیاک .....۲۷

۱-۵-۵-۳- کاربرد پلی آنیلین به عنوان بیو سنسور ویتامین C .....۲۸

۱-۵-٦- کاربرد پلی آنیلین در زمینه Field- Emission (نشر میدانی) .....۲۹

۱-۵-۷- کاربرد پلی آنیلین در LED های پلیمری .....۲۹

۱-۵-۸ کاربرن کاغذ حاوی پلی آنیلین به عنوان سنسور .....۳۰

۱-۵-۹- کاربرد کاغذ حاوی پلی آنیلین به عنوان شناساگر .....۳۰

۱-۵-۱۰- کاربرد کاغذ حاوی پلی آنیلین در باطری و خازن .....۳۱

۱-٦- اندازه گیری هدایت الکتریکی .....۳۲

۱-٦-۱- اندازه گیری هدایت الکتریکی به روش چهار نقطه ای .....۳۲

۱-٦-۱-۱- اندازه گیری هدایت الکتریکی اگر t>s باشد .....۳۳

۱-٦-۱-۲- اندازه گیری هدایت الکتریکی اگر t<s باشد .....۳٤

۱-٦-۲- اندازه گیری هدایت الکتریکی با استفاده از دو صفحه رسانا .....۳۵

**فصل دوم: مواد و روشها ..... ۳٦**

۲-۱- مواد شیمیایی.....۳٦

۲-۲- دستگاهها و تجهیزات به کار رفته .....۳٦

۲-۳- خالص سازی .....۳۷

۲-٤- تهیه کاغذ فیلتراسیون سولفونه شده .....۳۷

۲-۵- تهیه سلولز سولفونیک اسید .....۳۷

۲-٦- تهیه پلی آنیلین بر روی کاغذ فیلتراسیون ساده به روش پلیمریزاسیون فاز بخار(VPP) .....۳۸

۲-۷- تهیه پلی آنیلین بر روی کاغذ فیلتراسیون سولفونه شده به روش پلیمریزاسیون فاز بخار (VPP) .....٤۰

۲-۸- تهیه پلی آنیلین در حضور سلولز سولفونیک اسید.....٤۰

۲-۹- نشان دار کردن کاغذهای کوت شده با پلی آنیلین با نانوذرات نقره.....٤۲

۲-۱۰-نشان دار کردن کاغذهای سولفونه کوت شده با پلی آنیلین با نانو ذرات نقره.....٤۳

۲-۱۱- تهیه کامپوزیت های پلی آنیلین / نقره.....٤۳

۲-۱۲ روش اندازه گیری هدایت الکتریکی.....٤٤

۲-۱۳- اندازه گیری تغییر مقاومت سطح پلی آنیلین / کاغذ فیلتراسیون در برابر فشار.....٤٤

**فصل سوم : بحث و نتیجه گیری.....٤٦**

۳-۱- بررسی واکنشهای سولفوناسیون سلولز.....٤٦

۳-۱-۱ بررسی واکنش تهیه کاغذ سولفونه شده.....٤٧

۳-۱-۱-۱- تعیین درجه استخلافی(DS) برای واکنش انجام شده.....٤٨

۳-۱-۱-۲- بررسی طیف FT-IR کاغذ سولفونه شده.....٤٩

۳-۱-۲- بررسی واکنش تهیه سلولز سولفونیک اسید.....٥٠

۳-۱-۲-۱- تعیین درجه استخلافی (DS) برای سلولز میکروکریستالین سولفونه شده.....٥١

۳-۱-۲-۲- بررسی طیف FT-IR سلولز سولفونیک اسید.....٥٢

۳-۱-۲-۳- بررسی طیف $^{13}$CNMR سلولز سدیم سولفات.....٥٣

۳-۲- بررسی‌واکنش پلیمریزاسیون آنیلین به روش‌فاز بخار(VPP) بر روی‌کاغذ فیلتراسیون ساده...٥٤

۳-۲-۱- بررسی طیف FT-IR کاغذ فیلتراسیون ساده/ پلی آنیلین.....٥٥

۳-۲-۲- بررسی تاثیر غلظت و نوع اکسیدکننده.....٥٦

۳-۲-۳- بررسی تاثیر زمان پلیمریزاسیون بر روی مقاومت الکتریکی.....٥٨

۳-۲-٤- بررسی اثر فشار بر روی مقاومت الکتریکی.....٦٠

۳-۲-٥- بررسی مورفولوژی پلی آنیلین تهیه شده به روش پلیمریزاسیون فاز بخار بر روی کاغذ فیلتراسیون ساده.....٦٢

۳-۳- بررسی پلیمریزاسیون آنیلین به روش فاز بخار بر روی کاغذ فیلتراسیون سولفونه شده.....٦٣

۳-۳-۱- بررسی تغییرات هدایت الکتریکی پلی آنیلین/ کاغذ سولفونه شده با درجات استخلافی ۰/۱۹ و ۰/۱۵ و ۰/۱ در زمانهای مختلف پلیمریزاسیون.....٦٤

۳-٤- کاربرد کاغذ حاوی پلی آنیلین به عنوان شناساگر.....٦٤

۳-۵- بررسی واکنشهای تهیه پلی آنیلین در حضور سلولز سولفونیک اسید.....٦٦

۳-۵-۱- بررسی تاثیر دما روی هدایت الکتریکی.....٦٧

۳-۵-۲- بررسی تاثیر همزدن بر روی هدایت الکتریکی.....٦٧

۳-۵-۳- بررسی تاثیر مقدار سلولز سولفونیک اسید بر روی هدایت الکتریکی.....٦٨

۳-۵-٤-بررسی تاثیر مقدار سلولز سولفونیک اسید در پایداری ذرات در فاز آبی.....۶۸

۳-۵-۵- بررسی طیف سنجی FT-IR نانوساختارهای PANI/CSAc.....٦٩

۳-۵-٦- طیف سنجی UV-Vis نانوساختارهای PANI/CSAc .....۷۰

۳-۵-۷- بررسی پلی آنیلین های تشکیل شده به عنوان سنسور pH .....۷۲

۳-۵-۸- مطالعه مورفولوژی پلی آنیلین های تهیه شده.....۷٤

۳-۵-۹- بررسی رفتار حرارتی (TGA) پلی آنیلین های تهیه شده در حضور سلولز سولفونیک اسید.....۷٦

۳-۵-۱۰- بررسی بلورینگی پلی آنیلین های تهیه شده در حضور سلولز سولفونیک اسید.....۷۷

۳-٦- بررسی تهیه کامپوزیت های پلی آنیلین / نقره.....۷۹

۳-٦-۱- بررسی تاثیر نانوذرات نقره بر روی مقاومت الکتریکی سطح و مورفولوژی پلی آنیلین های تهیه شده بر روی کاغذ فیلتراسیون ساده.....۸۰

۳-٦-۱-۱-بررسی تاثیر نانوذرات نقره بر روی مقاومت الکتریکی سطح پلی آنیلین تهیه شده در حضور کاغذ فیلتراسیون ساده.....۸۰

۳-٦-۱-۲- بررسیمورفولوژی PANI/Paper بعداز نشان دارکردن آنها با نانو ذرات نقره....۸۱

۳-٦-۲- بررسی تاثیر نانوذرات نقره بر روی مقاومت الکتریکی کاغذهای سولفونه پوشش داده شده با پلی آنیلین.....۸۳

۳-٦-۳- تاثیر نانو ذرات نقره روی PANI/CSAc های تهیه شده.....٨٤

۳-٦-۳-۱-تغییرات رسانایی الکتریکی نمونه های PANI/CSAc تهیه شده بعد از نشان دار کردن آن ها با نانوذرات نقره.....٨٤

۳-٦-۳-۲- بررسی طیف سنجیFT-IR نانوساختارهای PANI/CSAc بعد از نشان دار کردن آنها با نانو ذرات نقره.....٨٥

۳-٦-۳-۳- بررسی بلورینگی کامپوزیت های پلی آنیلین/ نقره تهیه شده در حضور سلولز سولفونیک اسید.....٨٧

۳-٦-۳-٤- طیف سنجی UV-Vis نانوساختارهای PANI/CSAc بعد از نشان دار کردن آنها با نانو ذرات نقره.....٨٧.

۳-٦-۳-٥- مطالعه مورفولوژی نانوکامپوزیت های پلی آنیلین / نقره تهیه شده.....٨٨

۳-٦-۳-٦- بررسی رفتار حرارتی (TGA) نانوکامپوزیت های پلی آنیلین / نقره.....٩٢

**فهرست شکل‌ها**

شکل (۱-۱):ساختار تعدادی از پلیمرهای رسانای الکتریسیته.....۲

شکل (۱-۲): ساختارهای ممکن برای پلی آنیلین.....٤

شکل (۱-۳): مراحل پلیمریزاسیون آنیلین.....٦

شکل (۱-٤): طرح کلی از سنتز پلیمرهای رسانای نانوساختار به روش تمپلت سخت.....۱۰

شکل (۱-۵): طرح کلی از سنتز پلیمرهای رسانای نانوساختار به روش تمپلت نرم.....۱۱

شکل (۱-٦): طرح‌کلی ازساخت فیلم های نازک پلی‌آنیلین به روش پلیمریزاسیون فاز بخار...۱٤

شکل (۱-۷): وابستگی هدایت الکتریکی به ضخامت پلی پیرول حاصل از روش (VPP) بر روی سابستریت پلی اتیلن ترفتالات.....۱۵

شکل (۱-۸): روند (از چپ به راست) پلیمریزاسیون بین سطحی آنیلین با استفاده از آمونیوم پر سولفات.....۱٦

شکل (۱-۹): طرح کلی از یک باطری.....۲۵

شکل (۱-۱۰): طرح کلی از LED های پلیمری.....۳۰

شکل (۱-۱۱): (تصویر سمت راست) تصویر شماتیک، (تصویر سمت چپ) عکس از باطری پلیمری با پایه کاغذ قبل و بعد از قرار گرفتن آن در کیسه آلومینیومی.....۳۲

شکل(۱-۱۲): اندازه گیری هدایت الکتریکی به روش چهار نقطه ای.....۳٤

شکل (۲-۱): اندازه گیری تغییرات مقاومت سطح در مقابل فشار.....٤۵

شکل(۳-۱): ساختار سلولز .....٤٦

شکل(۳-۲): واکنش سولفوناسیون سلولز (کاغذ فیلتراسیون) با استفاده از n-پروپانول و اسید سولفوریک.....٤۸

شکل(۳-۳): طیف FT-IR به دست آمده از کاغذ سولفونه شده.....۵۰

شکل(۳-٤): مکانیسم انجام واکنش سولفوناسیون سلولز میکروکریستالین.....۵۱

شکل(۳-۵): طیف FT-IR سلولز میکروکریستالین سولفونه شده.....۵۳

شکل(۳-٦): طیف $^{13}C$ NMR سلولز سدیم سولفات.....٥٤

شکل(۳-۷): طیف FT-IR کاغذ فیلتراسیون ساده/ پلی آنیلین.....٥٦

شکل(۳-۸): تصویر سمت چپ: کاغذ فیلتراسیون ساده قبل از پلیمریزاسیون، تصویر سمت راست: پلی آنیلین-کاغذ تهیه شده با غلظت اکسید کننده M ۰/۵ و در زمان ۳۰ دقیقه.....۵۷

شکل(۳-۹): منحنی تغییرات مقاومت الکتریکی سطح در مقابل غلظت اکسید کننده در فشار ۰/٤و ۱ تن و در زمان ۳۰ دقیقه.....۵۸

شکل(۳-۱۰): منحنی تغییرات مقاومت الکتریکی سطح با زمان برای نمونه تهیه شده با غلظت اکسید کننده ۰/۲۵ مولار در دو فشار ۰/٤ و ۱ تن .....٦۰

شکل(۳-۱۱): منحنی تغییرات مقاومت الکتریکی سطح با زمان برای نمونه تهیه شده با غلظت اکسید کننده ۰/۵ مولار در دو فشار ۰/٤ و ۱ تن.....٦۰

شکل(۳-۱۲): منحنی تغییرات مقاومت الکتریکی سطح در برابر فشار.....٦۲

شکل(۳-۱۳): تصاویر SEM حاصل از نمونه تهیه شده در مدت ۳۰ دقیقه، با غلظت اکسید کننده ۰/۵ مولاردر بزرگ نمایی های مختلف .....٦۳

شکل(۳-۱٤): یک‌کاغذ فیلتراسیون حاوی پلی آنیلین (سبز ،قسمت روشن تر)ویک بخش آبی (قسمت تیره تر) که‌وقتی بخش‌سبز درمعرض محلول بازی قرار می گیرد تشکیل می شود.....٦۵

شکل (۳-۱۵): A: عکس از کاغذ فیلتراسیون ددوپه شده(فرم آبی)، B: وقتی (A) در محلول

اسیدی قرار می گیرد(فرم سبز).....٦٥

شکل(٣-١٦): ساختار شیمیایی فرم نمک امرالدین پلی آنیلین (سبز)و باز امرالدین پلی آنیلین (آبی)و تبدیل برگشت پذیر آنها به یکدیگر با اسید و باز.....٦٦

شکل(٣-١٧): منحنی جذب در طول موج ٤٣٠ nm بر حسب زمان برای نمونه های.١ و ٢ و٣ و٤ .....٦٩

شکل(٣-١٨): طیف FT-IR نمونه ٣ که در آن نسبت CSAc/An ، ٢ می باشد.....٧٠

شکل(٣-١٩): طیف UV/vis نمونه های ١در حالت دوپه شده و دوپه نشده.....٧٢

شکل(٣-٢٠): طیف UV-Vis نمونه ٢ در غلظت های مختلف از HCl. NaOH .....٧٣

شکل(٣-٢١): منحنی‌تغییرات $\lambda_{max}$ بر حسب غلظتهای مختلف ازHCl, NaOH برای نمونه٢..٧٤

شکل(٣-٢٢): تصاویر SEM برای نمونه ١ با بزرگ نمایی های مختلف که نسبت سلولز سولفونیک اسید به آنیلین ٠/٥ و در دمای محیط و بدون همزدن انجام گرفته.....٧٥

شکل(٣-٢٣): تصاویر SEM برای نمونه ٤ با بزرگ نمایی های مختلف که نسبت سلولز سولفونیک اسید به آنیلین ٣ و در دمای محیط و بدون همزدن انجام گرفته.....٧٦

شکل(٣-٢٤): منحنی TGA نمونه شماره ١ که نسبت سلولز سولفونیک اسید به آنیلین ٠/٥ و در دمای محیط و بدون همزدن انجام گرفته است.....٧٧

شکل(٣-٢٥): منحنی XRD نمونه ١ که نسبت سلولز سولفونیک اسید به آنیلین ٠/٥ و در دمای محیط و بدون همزدن انجام گرفته است.....٧٨

شکل(٣-٢٦): منحنی XRD نمونه ٤ که نسبت سلولز سولفونیک اسید به آنیلین ٣ و در دمای محیط و بدون همزدن انجام گرفته است.....٧٨

شکل(۳-۲۷): نیترات نقره با فرم نمک امرالدین پلی آنیلین به نقره فلزی کاهش می یابد. پلی آنیلین به فرم باز پرنیگرآنیلین اکسید می شود. اسید نیتریک یک محصول فرعی است.....۷۹

شکل(۳-۲۸): تصویر سمت چپ: کاغذ / پلی آنیلین تشکیل شده به روش پلیمریزاسیون فاز بخار با غلظت اکسیدکننده ۰/۵ مولار و در زمان ۳۰ دقیقه، تصویر سمت راست: پلی آنیلین- کاغذ بعد از نشان دار کردن آن با نانو ذرات نقره.....۸۰

شکل(۳-۲۹): تصاویر SEM حاصل از نمونه تهیه شده در مدت ۳۰ دقیقه، با غلظت اکسید کننده ۰.۵مولار و در دمای محیط بعد از نشان دار کردن آن با نانو ذرات نقره.....۸۲

شکل(۳-۳۰): طیف EDX حاصل از نمونه تهیه شده در مدت ۳۰ دقیقه، با غلظت اکسید کننده ۰.۵مولار و در دمای محیط بعد از نشان دار کردن آن با نانو ذرات نقره.....۸۳

شکل(۳-۳۱): تصویر سمت چپ:نمونه شماره ۲ که نسبت CSAc/An ، ۱ می باشد.تصویر وسطی: نمونه ۲ بعد از نشان دار کردن آن با نانوذرات نقره(نمونه ١٦). تصویر سمت راست: فرم باز امرالدین نمونه ۲.....۸۵

شکل(۳-۳۲): طیف FT-IR نانوکامپوزیت های پلی آنیلین / نقره برای نمونه ۱۵ که نسبت $AgNO_3$/PANI ۱/۵ می باشد.....۸٦

شکل(۳-۳۳): الگوی XRD نمونه ۱۵ که نسبت $AgNO_3$/PANI ۱/۵ می باشد.....۸۷

شکل(۳-۳٤): طیف UV-Vis نانوکامپوزیت پلی آنیلین / نقره نمونه ۱۵ که نسبت $AgNO_3$/PANI ۱/۵ می باشد.....۸۸

شکل(۳-۳۵): تصاویرSEM نمونه ۱۲ با بزرگ نمایی های مختلف که نسبت مولی‌نیترات نقره به پلی‌آنیلین۰/۲۵ می‌باشد.....۹۰

شکل(۳-۳۶): تصاویر SEM نمونه ۱۶ با بزرگ نمایی های مختلف که نسبت مولی‌نیترات نقره به پلی آنیلین ۲ می باشد.....۹۱

شکل(۳-۳۷):طیف EDX نمونه۱۲ که نسبت مولی نیترات نقره به پلی‌آنیلین ۰/۲۵ می باشد...۹۱

شکل(۳-۳۸): منحنی TGA نمونه ۱۳ که نسبت مولی‌نیترات نقره به‌پلی آنیلین ۰/۵ می باشد..۹۲

**فهرست جدول**

جدول(۱-۱): تاثیر نمک های پلی آنیلین دوپه شده با اسیدهای مختلف روی کاهش یونهای نقره در آب.....۲۰

جدول (۲-۱): شرایط تهیه پلی آنیلین بر روی کاغذ فیلتراسیون ساده.....۳۹

جدول (۲-۲): شرایط تهیه پلی آنیلین بر روی کاغذ فیلتراسیون سولفونه شده با غلظت اکسیدکننده ۰.۵ M.....٤۰

جدول (۲-۳): شرایط تهیه پلی آنیلین در حضور سلولز سولفونیک اسید با مقدار ثابتی از مونومر آنیلین و اکسید کننده (هر کدام ۰/۵۱ mmol ) در هر واکنش.....٤۲

جدول (۳-۱): نتایج حاصل از واکنش سولفوناسیون کاغذ.....٤۹

جدول(۳-۲): مقاومت الکتریکی سطح نمونه های تهیه شده در زمان ۳۰ دقیقه ودر دمای محیط و درفشار ۰/٤ و ۱ تن.....۵۷

جدول(۳-۳): نتایج حاصل از تاثیر زمان پلیمریزاسیون بر روی مقاومت الکتریکی سطح نمونه تهیه شده با غلظت اکسید کننده ۰/۲۵ مولار.....۵۹

جدول(۳-٤): نتایج حاصل‌از تاثیرزمان پلیمریزاسیون بر روی مقاومت الکتریکی سطح نمونه تهیه شده با غلظت اکسید کننده ۰/۵ مولار.....۵۹

جدول(۳-۵): نتایج حاصل از تاثیر فشار بر روی مقاومت الکتریکی سطح نمونه تهیه شده با غلظت اکسید کننده ۰/۲۵ مولار و در زمان ٤۰ دقیقه.....٦۱

جدول(۳-٦): نتایج حاصل از تاثیر فشار بر روی مقاومت الکتریکی سطح نمونه تهیه شده با غلظت اکسید کننده ۰/۵ مولار و در زمان ۲۰ دقیقه.....٦۱

جدول(۳-۷): اثر زمان بر روی مقاومت الکتریکی سطح نمونه ها، با درجه استخلافی و زمانهای مختلف در دمای محیط با غلظت اکسید کننده نیم مولار.....٦٤

جدول(۳-۸): شرایط تهیه پلی آنیلین در حضور سلولز سولفونیک اسید با غلظت اکسیدکننده ثابت(۰/۵۱ mmol) و زمان پلیمریزاسیون ثابت(۱۵h)و نتایج آن.....٦٧

جدول(۳-۹): نتایج حاصل از تاثیر ذرات نقره بر روی مقاومت الکتریکی سطح نمونه تهیه شده با غلظت اکسید کننده ۰/۲۵مولار.....۸۰

جدول (۳-۱۰): نتایج حاصل از تاثیر ذرات نقره بر روی مقاومت الکتریکی سطح نمونه تهیه شده با غلظت اکسید کننده ۰/۵ مولار.....۸۱

جدول(۳-۱۱): نتایج حاصل از تاثیر ذرات نقره بر روی مقاومت الکتریکی سطح نمونه تهیه شده با غلظت اکسید کننده ۰/۵ مولار.....۸٤

جدول(۳-۱۲): شرایط تهیه کامپوزیت های پلی‌آنیلین/نقره و نتایج آن.....۸۵