

الله أكبر

بسمه تعالی



تائیدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخه نهایی پایان نامه خانم سمانه میرسیان رشته شیمی تجزیه تحت عنوان: «طراحی یک نانویوچسگر الکتروشیمیایی جدید بر پایه DNA برای بررسی میان کنش DNA با یون سالیسیلات» از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مورد تائید قرار دادند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر میرفضل ا... موسوی	استاد	
۲- استاد مشاور	دکتر سیده زهرا بطحایی	دانشیار	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر نادر علیزاده مطلق	استاد	
۴- استاد ناظر خارجی	دکتر شهرام قاسمی میر	استادیار	
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر نادر علیزاده مطلق	استاد	



بسمه تعالی

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت های علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به دفتر نشر آثار علمی دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:
و کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته تعمیر کبریا است که در سال ۱۳۸۹ در دانشکده علوم با دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب آقای دکتر رضیاله سرکار خانم / جناب آقای دکتر سید زهرا سلطان و مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به دفتر نشر آثار علمی دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیبه کند.

ماده ۵ دانشجو تمهید و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۲ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶ اینجانب سماح سرسلیمان دانشجوی رشته تعمیر کبریا منقطع طریق استوار رساله تمهید فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: سماح سرسلیمان

تاریخ و امضا: ۱۳۸۹/۱۲/۷



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد شیمی تجزیه

طراحی یک نانو بیو حسگر الکتروشیمیایی جدید بر پایه DNA برای بررسی میان کنش DNA با یون

سالیسیلات

نگارش:

سمانه میرسیان

استاد راهنما:

دکتر میر فضل اله موسوی

استاد مشاور:

دکتر سیده زهرا بطحائی

تابستان ۱۳۸۹

تشکر و قدردانی

«آن که سپاس بندگان را به جا نیاورد، آفریدگار را سپاس گزار نبوده»

«و گویند سپاس خدای را که ما را بدین راه رهنمون شد و اگر خدا راهبر نبود، هرگز راه نمی یافتیم.»

(اعراف، ۴۳)

خداوند والا مرتبه را سپاس که در سایه‌ی توجهات و الطاف بی‌کرانش این پایان‌نامه به انجام رسید. و با سپاس و قدردانی از جناب آقای دکتر میرفضل اله موسوی که مرا به شاگردی پذیرفتند و از رهنمودها، دقت و شکیبایی ایشان، بسیار بهره بردم. همچنین از سرکار خانم دکتر سیده زهرا بطحائی که به عنوان مشاور نقش ارزنده‌ای در انجام این تحقیق داشتند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از همه‌ی استادان گرامی در دانشگاه شهید بهشتی و دانشگاه تربیت مدرس که در این نوشتار مجالی برای نام بردن‌شان نیست، سپاس‌گزارم. مایه‌ی خوشبختی است که در دوران تحصیل، افتخار شاگردی استادان فرزانه و دانشمندی چون ایشان نصیبم شد. یاد خوبی‌های این معلمان بزرگوار را هیچ‌گاه فراموش نخواهم کرد.

جا دارد از تمامی دوستان و همکارانم در آزمایشگاه الکتروشمی گروه شیمی تجزیه دانشگاه تربیت مدرس، جناب آقایان سلامی‌فر، علیزاده، قناعتیان، حمزه‌لویی، پنداشته و عباسی و سرکار خانم‌ها یوسف الهی، حسینی نسب و بیگلو که محیط علمی مناسبی را در آزمایشگاه فراهم نمودند تشکر نمایم.

و در نهایت از همراهی و همدلی خانواده‌ام که همیشه همدل و راهنمای من در تمامی مراحل زندگی بوده‌اند، صمیمانه تشکر می‌نمایم.

از خداوند منان طول عمر و توفیق روزافزون این بزرگواران را در جهت سربلندی فرهنگ و دانش این

سمانه میرسیان

مرز و بوم خواستارم.

تیر ماه ۱۳۸۹

چکیده

با استفاده از سنتز الکتروشیمیایی، پلیمر پیروول با ساختار نانو بر روی سطح الکتروود پلاتین تهیه شد. برای این کار از روش ولتامتری پالس نرمال استفاده شد. به منظور تثبیت بهتر DNA روی بستر پلی پیروول، ابتدا سطح مذکور فوق اکسید^۱ شد. در مرحله بعد توالی ۱۵ تائی از داکسی گوانین روی سطح پلیمر تثبیت شد. سپس الیگونوکلئوتید مکمل آن (الیگونوکلئوتید ۱۵ تائی داکسی سیتوزین) در محیط اضافه و DNA دو رشته‌ای تشکیل شد. و میان کنش الکتروود اصلاح شده با سالیسیلیک اسید و آسپیرین بررسی گردید. اتصال الیگونوکلئوتید، تشکیل دو رشته و میان کنش با سالیسیلیک اسید و آسپیرین از طریق روش های ولتامتری پالس تفاضلی، ولتامتری چرخه ای و امپدانس الکتروشیمیایی بررسی شد. ثابت تشکیل پیوند با استفاده از رابطه میان کاهش ارتفاع پیک اکسایش گوانین و افزایش غلظت سالیسیلیک اسید و آسپیرین محاسبه گردید. نانو زیست حسگر سنتز شده دارای محدوده خطی ۰/۲ تا ۳ میکرومولار و حد تشخیص ۰/۰۸ میکرو مولار برای سالیسیلیک اسید و محدوده خطی ۱۸ تا ۳۰۰ میکرومولار و حد تشخیص ۱/۴۹ میکرو مولار برای آسپیرین می باشد. مقدار ثابت پیوند (K_a) برای کمپلکس DNA-SA $10^4 M^{-1} \times 4/13$ و برای کمپلکس DNA-ASA $10^4 M^{-1} \times 1/37$ محاسبه گردید.

کلید واژه: نانوزیست حسگر الکتروشیمیایی، DNA، الیگونوکلئوتید، نانو فیبر پلی پیروول، سالیسیلیک

اسید. آسپیرین

¹ Over Oxidized

عنوان	صفحه
فهرست شکل‌ها	۹
۱-۱ الکترودهای اصلاح شده	۱۳
۱-۱-۱ مواد مورد استفاده برای اصلاح سطح الکترودها	۱۴
۲-۱ روش‌های سنتز نانو ساختارها	۱۷
۱-۲-۱ ویژگی‌های مواد نانو ساختار	۱۷
۲-۲-۱ دسته بندی نانو ساختارها بر اساس روش‌های سنتز	۱۹
۳-۲-۱ سنتز پلی پیروول با ساختار نانو	۲۰
۴-۲-۱ شناسایی مواد نانو ساختار	۲۱
۳-۱ زیست حسگرها	۲۲
۱-۳-۱ زیست حسگرهای کالریمتری	۲۳
۲-۳-۱ زیست حسگرهای پتانسیومتری	۲۳
۳-۳-۱ زیست حسگرهای آمپرومتری	۲۳
۴-۳-۱ زیست حسگرهای پیزوالکتریک	۲۴
۵-۳-۱ ایمنو حسگرها	۲۴
۶-۳-۱ حسگرهای نوری	۲۴
۴-۱ روشهای الکتروشیمیایی جهت ساخت و مطالعه نانو زیست حسگرها	۲۴
۱-۴-۱ روش‌های ولتامتری پالسی	۲۴
۲-۴-۱ ولتامتری چرخه ای	۲۶

۳-۴-۱	روش های امیدانس الکتروشیمیایی	۲۷
۵-۱	میان کنش دارو و DNA	۲۸
۱-۵-۱	ساختار DNA	۲۸
۶-۱	بررسی الکتروشیمیایی میان کنش میان دارو و DNA	۳۵
۱-۶-۱	اساس روش های الکتروشیمیایی	۳۶
۲-۶-۱	کاربردهای عملی بررسی الکتروشیمیایی	۳۹
۷-۱	میان کنش DNA با آسپیرین	۴۰
۱-۷-۱	موارد استفاده آسپیرین و مکانیزم عمل آن :	۴۲
۸-۱	هدف از تحقیق حاضر	۴۳
۲	روش های تجربی	۴۴
۱-۲	مواد شیمیایی	۴۴
۲-۲	دستگاه های مورد استفاده	۴۵
۳-۲	آماده سازی الکتروود	۴۵
۴-۲	سنتز نانو فیبر پلی پیرول	۴۵
۵-۲	تهیه پلی پیرول فوق اکسید شده	۴۶
۶-۲	بررسی خواص سطح پلی پیرول سنتز شده با استفاده از تکنیک های پالس تفاضلی	
	وامپدانس و ولتامتری چرخه ای	۴۶
۷-۲	تثبیت الیگونوکلئوتید	۴۷
۸-۲	بررسی تثبیت الیگونوکلئوتید با استفاده از تکنیک های پالس تفاضلی و امیدانس و	
	ولتامتری چرخه ای	۴۷
۹-۲	هیبرید شدن	۴۷

۱۰-۲	بررسی میان کنش dsDNA با داروی سالیسیلیک اسید	۴۸
۱۱-۲	بررسی میان کنش dsDNA با داروی آسپیرین	۴۸
۳	بحث و نتیجه گیری	۴۹
۱-۳	سنتز پلیمر و بررسی خواص آن	۴۹
۲-۳	مطالعات الکتروشیمیایی ssDNA تثبیت شده بر روی پلی پیروکسید شده	۵۴
۳-۳	بررسی الکتروشیمیایی واکنش هیبرید شدن	۵۷
۴-۳	بررسی رفتار الکتروشیمیایی سالیسیلیک اسید با DNA	۶۰

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱ ساختار تعدادی از پلیمر های هادی [۲۳]..... ۱۶
- شکل ۲-۱ تصویر شماتیکی از عملکرد دستگاه SEM..... ۲۲
- شکل ۳-۱ شمایی کلی از روش ولتامتری چرخه ای ۲۷
- شکل ۴-۱ استفاده از الکترودهای اصلاح شده با DNA [۶۵]..... ۳۷
- شکل ۵-۱ استفاده از الکترودهای اصلاح شده با دارو [۶۵]..... ۳۸
- شکل ۶-۱ بررسی میان کنش در داخل خود محلول [۶۵]..... ۳۸
- شکل ۷-۱ داروی دائونومایسین [۶۶]..... ۴۰
- شکل ۸-۱ پیک اکسایش گوانین در غلظت های مختلف دائونومایسین استفاده از تکنیک کرونو پتانسیومتری [۶۶]..... ۴۰
- شکل ۹-۱ نمودار کالیبراسیونی برای تعیین کمی داروی دائونومایسین [۶۶]..... ۴۰
- شکل ۱۰-۱ ساختار مولکولی آسپیرین..... ۴۲
- شکل ۱۰-۱ ساختار مولکولی سالیسیلیک اسید..... ۴۲
- شکل ۱-۳ پلیمریزاسیون پلی پیرول [۷۲]..... ۵۰
- شکل ۲-۳ (A) نمودار مقدار پتانسیل اعمال شده در طول زمان سنتز پلی پیرول. (B) NPV
گرام پالس های رفت سنتز پلی پیرول با استفاده از پیرول ۰/۱ مولار، در محدوده پتانسیل ۰ تا
۰/۸ ولت با افزایش پتانسیل ۴ میلی ولت در طی هر پالس و زمان پالس ۰/۴ ثانیه ۵۱
- شکل ۳-۳ تصویر SEM گرفته شده از سطح الکتروود بعد از تثبیت پلی پیرول بر روی آن با
استفاده از تکنیک NPV در محدوده پتانسیل ۰ تا ۰/۸ ولت با افزایش پتانسیل ۴ میلی ولت در

طی هر پالس و زمان پالس ۰/۴ ثانیه با استفاده از محلول ۰/۱ مولار از مونومر پیروول به همراه ۰/۱ مولار از نمک لیتیم پرکلرات در محلول ۰/۱ مولار از بافر فسفات..... ۵۲

شکل ۳-۴ (A) CV گرام پلی پیروول (a) و پلی پیروول اکسید شده (b) با سرعت اسکن ۵۰ میلی ولت در ثانیه در محلول ۰/۱ مولار بافر فسفات حاوی ۰/۱ مولار نمک لیتیم پرکلرات. (B) فرایند ورود و خروج دوپنت از ساختار پلیمر در طول اعمال پتانسیل رفت و برگشت..... ۵۴

شکل ۳-۵ DPV گرام (b)ssDNA/PPy ox/Pt و (a)PPy ox/Pt, در محلول ۰/۱ مولار بافر فسفات حاوی ۰/۱ مولار نمک کلرید سدیم..... ۵۴

شکل ۳-۶ CV گرام (a)PPy ox/Pt و (b)ssDNA/PPy ox/Pt با سرعت روبش ۵۰ میلی ولت بر ثانیه در محلول ۰/۱ مولار بافر فسفات حاوی ۰/۱ مولار نمک کلرید سدیم..... ۵۵

شکل ۳-۷ نمودار Nyquist (A) و نمودار Bode (B) از (a)PPy ox/Pt, در پتانسیل ۰/۲۵ ولت در محلول ۰/۱ مولار بافر فسفات حاوی ۰/۱ مولار نمک کلرید سدیم حاوی غلظت ۰/۰۱ مولار از $Fe(CN)_6^{-3/4}$ ۵۶

شکل ۳-۸ DPV گرام (b)dsDNA/PPy ox/Pt و (a)ssDNA/PPy ox/Pt در محلول ۰/۱ مولار بافر فسفات حاوی ۰/۱ مولار نمک کلرید سدیم..... ۵۸

شکل ۳-۹ نمودار Nyquist (A) و نمودار Bode (B) از (a)ssDNA/PPy_{ox}/Pt, در پتانسیل ۰/۲۵ ولت در محلول ۰/۱ مولار بافر فسفات حاوی ۰/۱ مولار نمک کلرید سدیم حاوی غلظت ۰/۰۱ مولار از $Fe(CN)_6^{-3/4}$ ۵۹

شکل ۳-۱۰ (A) DPV برای dsDNA/PPy ox/Pt در حضور غلظت های مختلف ۰، ۰/۰۱، ۰/۰۲، ۰/۰۶، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷، ۰/۱۰، ۰/۲۰، ۰/۴۰، ۰/۵۰، ۰/۷۰، ۰/۱۰۰ میکرومولار از اسید سالیسیلیک. (B) DPV برای ssDNA/PPy ox/Pt در حضور غلظت غلظت ۰ (خط نقطه چین) و ۱۰۰ (خط

یکنواخت) میکرومولار از اسید سالیسیلیک در محلول ۰/۰۵ مولار بافر فسفات حاوی ۰/۱ مولار

نمک کلرید سدیم.....۶۲

شکل ۳-۱۱ نمودار اسکاچارد شکل ۳-۱۰ برای کمپلکس DNA و سالیسیلات در محلول ۰/۰۵

مولار بافر فسفات حاوی ۰/۱ مولار نمک کلرید سدیم.....۶۴

شکل ۳-۱۲ منحنی کالیبراسیون جریان حد DPV گرام شکل ۳-۱۰ بر حسب غلظت SA.....۶۶

شکل ۳-۱۳ (A) DPV برای dsDNA/PPy ox/Pt در حضور غلظت های مختلف ۰، ۰.۱۸، ۰.۴۰،

۰.۸۰، ۱.۱۰، ۱.۷۵، ۲.۲۵، ۳.۰۰، ۵.۵۰ و ۶.۵۰ میکرومولار از آسپیرین. (B) DPV برای ssDNA/PPy

ox/Pt در حضور غلظت ۰ (خط نقطه چین) و ۰.۶۵ (خط یکنواخت) میکرومولار از آسپیرین در

محلول ۰/۰۵ مولار بافر فسفات حاوی ۰/۱ مولار نمک کلرید

سدیم.....۶۷

شکل ۳-۱۴ نمودار اسکاچارد شکل ۳-۱۳ برای کمپلکس DNA و آسپیرین در محلول ۰/۰۵

مولار بافر فسفات حاوی ۰/۱ مولار نمک کلرید سدیم.....۶۷

شکل ۳-۱۵ منحنی کالیبراسیون جریان حد DPV گرام شکل ۳-۱۳ بر حسب غلظت ASA.....۶۸

فهرست جدول ها

جدول ۱-۳ جدول مقایسه ثابت پیوند کمپلکس های SA و ASA با DNA ۶۸

۱ مقدمه

۱-۱ الکترودهای اصلاح شده^۱

اصلاح الکترودها به کمک یک بستر هادی که موجب تغییر ویژگی های این الکترودها نسبت به الکترودهای اصلاح نشده می شود یکی از بخش های تحقیقاتی مهم در زمینه الکتروشیمی است که در سال های اخیر بسیار مورد توجه بوده است و تحقیقات زیادی در این خصوص انجام گرفته شده است. در این نوع از الکترودها یک فیلم از یک ماده شیمیایی مشخص با ضخامتی در حد یک تا چند میکرومتر به طریق شیمیایی یا الکتروشیمیایی بر روی سطح الکترودها تثبیت می شود تا به آن خواص شیمیایی، الکتروشیمیایی، اپتیکی، الکتروکاتیو و دیگر ویژگی های مورد نیاز را ببخشد [۱].

الکترودهای یون-گزین، الکترودهای گازی، الکترودهای آنزیمی و موارد دیگر که از انواع الکترودهای اصلاح شده محسوب می گردند، چه به صورت پتانسیومتری و چه به صورت آمپرومتری در اندازه گیری غلظت گونه های دارای اهمیت اعم از یون ها، آمونیاک، دی اکسیدکربن، اکسیدهای نیتروژن، استفاده می گردند و نیز می توان محصولات حاصل از میان کنش لایه متصل شده با یکسری ترکیبات را بررسی کرد [۲، ۳، ۴].

¹ Modified Electrode

زیست حسگرها دسته ای از الکترودهای اصلاح شده هستند که با هدف اندازه گیری گونه های مورد نظر با کمترین تداخل به صورت انتخابی در حضور سایر گونه ها طراحی و ساخته می شوند [۲].

برای اصلاح سطح از الکترودهای نظیر الکترودهای فلزی همچون پلاتین، طلا، جیوه، اکسیدهای فلزی همچون اکسیدتیتانیوم، الکترودهای کربنی همچون پودر گرافیت، کربن سیاه و کربن شیشه ای، الکترودهای نیمه هادی همچون اکسیدقلع به عنوان بستر استفاده می شود. [۱، ۳، ۴، ۵، ۶]

۱-۱-۱ مواد مورد استفاده برای اصلاح سطح الکترودها

۱. تک لایه ها : این تک لایه ها می توانند شامل گونه های جذب شونده، مواد زیستولوژیکی و سورفکتانت ها باشند که به روشهای مختلفی همچون جذب سطحی برگشت ناپذیر ، جذب کووالانسی و نیز انباشته شدن به سطح الکترودها متصل می شوند [۷].
۲. مواد بیولوژیکی : در این حالت یک پوشش حساس زیستولوژیکی نظیر آنتی بادی، آنزیم ، مولکول یا انواع پروتئینها روی سطح الکترودها قرار می گیرد و با یک سری از گونه های مورد نظر، واکنش داده، علامت قابل تشخیص ایجاد می کند [۷، ۸، ۹].
۳. فیلمهای معدنی : انواع مختلفی از فیلمهای معدنی همچون اکسیدهای فلزی، زئولیت ها و فروسیانیدهای فلزی را نیز می توان روی سطح الکترودها نشانده [۱۰، ۱۱].
۴. پلیمرها : انواع مختلفی از پلیمرها در نقش اصلاح گر سطح الکترودها استفاده شده اند که می توان به پلیمرهای کئوردینانسیونی، پلیمرهای الکتروفعال، پلیمرهای تعویض یون، پلیمرهای زیستولوژیکی، پلیمرهای هادی و غیر هادی اشاره نمود. پلیمرهای هادی به دلیل دارا بودن پیوند غیرمستقر قادرند نسبت به پلیمرهای دیگر، جریان الکتریکی را براحتی از خودشان عبور دهند [۱۲، ۱۳].

۱-۱-۱-۱ پلیمرهای هادی

پلیمرهای هادی، پلیمرهایی هستند که علاوه بر دارا بودن خواص پلیمرهای آلی، به واسطه داشتن زوج الکترون های مزدوج، همانند فلزات دارای خاصیت انتقال الکترونی می باشند. شکل ۱-۱ ساختار تعدادی از پلیمرهای هادی را نشان می دهد. همان طور که در شکل مشخص می باشد این پلیمرها از مونومرهای دارا زوج الکترون های مزدوج ایجاد می شوند که وجود همین زوج الکترون ها در زنجیره پلیمر امکان عبور جریان الکترونی را فراهم می کند. از زمان مشاهده هدایت پذیری بالای پلی استیلن هالوژن دار شده تعداد زیادی از پلیمرهای مزدوج از حالت عایق به هدایتگرهای بالای الکتریکی تبدیل شده اند [۱۴].

اهدای جایزه نوبل شیمی در سال ۲۰۰۰ به کار علمی شیراکاوا^۱، مک دیارمید^۲ و هیگر^۳ در زمینه پلیمر های هادی موید اهمیت این مواد می باشد. بر خلاف سایر پلیمرهای اشباع شده، پلیمرهای هادی دارای ساختار الکترونی بی نظیری هستند که به آن ها خاصیت هدایت الکتریکی، پتانسیل یونیزاسیون پایین والکترون خواهی بالا را می بخشد [۱۴].

خواص منحصر به فرد این مواد موجب کاربردهای گسترده آن ها در زمینه های سل های خورشیدی [۱۵]، باتری ها، پوشش های ضد خوردگی [۱۶]، حسگرها و زیست حسگرهای شیمیایی و سیستم های آزادسازی دارو [۱۳] شده است.

پلیمرهای هادی را می توان هم به روش شیمیایی و هم به روش الکتروشیمیایی سنتز کرد [۱۷، ۱۸].

در زمینه کاربرد های زیستی، پلیمریزاسیون الکتروشیمیایی به دلایل زیر دارای مزیت است:

۱. در این روش پلیمریزاسیون را می توان در محدوده دمایی وسیع و بر روی میکروالکترودها با

سطح بسیار کوچک تا الکترودهایی با سطح وسیع انجام داد [۱۹].

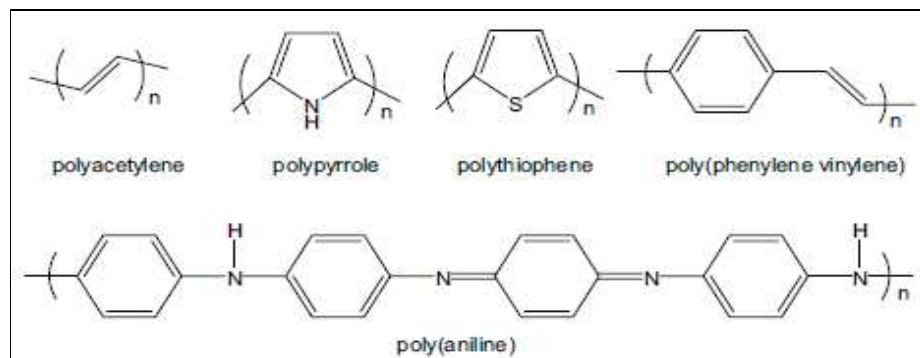
¹ Shirakawa

² MacDiarmid

³ Heeger

۲. فیلم تشکیل شده بر روی الکتروود تابعی از سطح الکتروود است و با تغییر طراحی الکتروود می توان شکل پلیمر را تغییر داد از طرفی با استفاده از تکنیک های الکتروشیمیایی مختلف می توان پلیمرهایی با مورفولوژی های متفاوت و اندازه هایی از محدوده نانو تا میکرو سنتز کرد [۱۹].

ساختار الکترونی پلیمرهای هادی بسیار حساس به فضای زنجیره ی پلیمری و آشفته گی های اتفاق افتاده در اطراف آن است به عنوان مثال واکنش هیبرید شدگی DNA بر روی ساختار الکترونی پلیمر هادی اثر گذار می باشد که از همین خاصیت می توان برای تشخیص و اندازه گیری گونه آنالیتی مورد نظر استفاده کرد [۲۰].



شکل ۱-۱ ساختار تعدادی از پلیمر های هادی [۱۹]

درمیان پلیمر های هادی، پلی پیروول با دارا بودن ویژگی هایی نظیر پایداری محیطی، خواص اکسید و احیا خوب، توانایی ایجاد هدایت الکتریکی بالا، محلول بودن مونومر آن در آب و در دسترس بودن به صورت تجاری از اهمیت خاصی برخوردار است [۱۳، ۲۱، ۲۲].

. با اعمال شرایط ویژه می توان ساختارهای متفاوتی را از این پلیمر سنتز کرد نظیر ساختارهای گل کلم، الیافی و بر طبق بررسی های صورت گرفته پارامترهای مختلفی نظیر حلال، الکتروولیت، الکتروود، مدت زمان سنتز، دما، دانسیته جریان و پتانسیل اعمال شده هم بر روی ساختار و هم بر روی فعالیت الکتریکی پلی پیروول موثر هستند [۱۴، ۲۱، ۲۳، ۲۴].

۲-۱ روش های سنتز نانو ساختارها

کاهش در ابعاد ذرات و یا محدود نمودن ذرات در یک راستای کریستالوگرافی خاص، عموماً منجر به تغییر در ویژگیهای فیزیکی سیستم در آن جهت خاص می گردد [۲۵]. از این رو یکی از روشهای طبقه بندی مواد و سیستمهای نانو ساختار براساس تعداد ابعادی است که در گستره نانومتری قرار میگیرد [۲۶، ۲۷، ۲۸].

به طور کلی اصطلاح نانو به مواد و ساختارهایی گفته می شود که حداقل در یک بعد دارای ابعاد نانومتری حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر می باشند و اندازه ذرات بر روی خواص فیزیکی یا شیمیایی آنها تاثیرگذار می باشد از این رو نانساختارها به سه دسته تقسیم بندی می گردند:

الف) سیستم هایی با ابعاد نانومتری در سه بعد مانند فیلم های نازک

ب) سیستم های دارای ابعاد نانومتری در دو بعد مانند نانولوله ها^۱

ج) سیستم های دارای حداقل یک بعد نانومتری مانند نانوذرات^۲

۱-۲-۱ ویژگی های مواد نانو ساختار

در نتیجه کاهش اندازه ذرات، بسیاری از خواص ترکیبات تغییر می یابد که از آن میان به موارد زیر اشاره می گردد:

الف) ویژگی های ساختاری:

افزایش درمساحت سطح و انرژی آزاد با کاهش اندازه ذرات منجر به تغییر در فضای بین اتمی می

شود .

ب) ویژگی های گرمایی:

¹ Nanotubes

² Nanoparticles

افزایش در انرژی سطح و تغییر در فضای بین اتمی به صورت تابعی از اندازه ذرات بر روی ویژگی های گرمایی اثر می گذارد [۲۹].

ج (ویژگی های شیمیایی:

از جمله این موارد بزرگتر بودن پتانسیل یونیزاسیون برای شبکه های اتمی کوچک، نسبت به مواد توده ای را می توان نام برد. هم چنین فرایند کاتالیز با استفاده از سیستم های نانوذرات سبب افزایش سرعت، گزینش پذیری و کارایی واکنش های شیمیایی می شود در حالی که بطور همزمان میزان آلودگی و ضایعات کاهش می یابد [۲۹].

د (ویژگی های مکانیکی:

خواص مکانیکی همچون سختی و استحکام مکانیکی کاملاً به اندازه ذرات وابسته می باشد. برای مثال، نانولوله های کربنی تک دیواره و چند دیواره دارای قدرت مکانیکی و کشسانی بالایی می باشند [۳۰].

ه (ویژگی های نوری:

در نانوساختارها، اثر کاهش اندازه بر روی ساختار الکترونیکی، بیشترین تاثیر را بر روی بالاترین (باند ظرفیت) و پایینترین (باند هدایت) اوربیتال مولکولی اشغال شده دارد. نشر و جذب نوری وابسته به انتقالات الکترونی بین این حالت ها می باشد [۳۱].

و (ویژگی های الکترونی:

تغییراتی که در ویژگی های الکترونی سیستم در نتیجه کاهش اندازه ذرات رخ میدهد اساساً به افزایش خصلت موجی الکترون ها (اثرات کوانتوم مکانیکی) مربوط می باشد. در این صورت این احتمال وجود دارد که با کاهش اندازه ذرات، وقتی که اندازه ذرات به یک مقدار بحرانی برسد، ماده هادی به عایق تبدیل گردد [۳۲].