دانشگاه سیستان و بلوچستان

تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در شیمی تجزیه

عنوان:

اندازه‌گیری همزمان ترکیبات بیولوژیکی با استفاده از الکترود کربن شیشه‌ای اصلاح شده با کربن نانوتیوب چند دیواره- مایع‌یونی و قلع(II)-۱۲-تنگستوفسفریک اسید

اساتید راهنما :

پروفسور میثم نوروزی فر

دکتر خلیل ا... طاهری

استاد مشاور:

دکتر علیرضا مدرسی عالم

تحقیق و نگارش:

زهرا مطبوعی

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

تیر ۱۳۹۰

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان اندازه گیری همزمان ترکیبات بیولوژیکی با استفاده از الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با کربن نانوتیوپ چند دیواره-مایع یونی و قلع (**II**)- ۱۲-تنگستوفسفریک اسید قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد شیمی تجزیه توسط دانشجو زهرا مطبوعی تحت راهنمایی‌های استاتید پایان نامه جناب آقای پروفسور نوروزی فر و جناب آقای دکتر خلیل الله طاهری 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.

زهرا مطبوعی

این پایان نامه۸ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ۹۰/۴/۱۶ توسط هیئت داوران بررسی و درجه عالی به آن تعلق گرفت.

	نام و نام خانوادگی	امضاء	تاریخ
استاد راهنما:	پروفسورمیثم نوروزی فر		۹۰/۴/۱۶
استاد راهنما:	دکتر خلیل الله طاهری		۹۰/۴/۱۶
استاد مشاور:	دکتر علیرضا مدرسی عالم		۹۰/۴/۱۶
داور ۱:	دکترسید حمید احمدی		۹۰/۴/۱۶
داور ۲:	پروفسور مژگان خراسانی مطلق		۹۰/۴/۱۶
نماینده تحصیلات تکمیلی:	دکتر ابراهیم ملاشاهی		۹۰/۴/۱۶

دانشگاه سیستان و بلوچستان

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب زهرا مطبوعی تأیید 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.

نام و نام خانوادگی دانشجو: زهرا مطبوعی

امضاء

جاری شدن را از رود، دریاشدن را از قطره بیاموز

بکوش تا همچون قطره ای، دل به آبی رود بسپاری و انتها را همیشه دریا ببینی و اگر در پیچ و خم ها و سنگلاخ ها رود تو را تنها گذاشت و در دل

زمین فرو رفتی چه باک، باز در راه دریاشدن فنا شده ای و بدان قلب زمین همیشه می تپد و تو در تاریکی های زیرزمینی هم جریان داری تا

روزی با چرخ چاه به زندگی آدم ها باز گردی و آن گاهست که می بینی انتها دوباره دریاست.....

با تمام وجود ناچیزم خداوند قادر و حکیم را شاکرم که در تمام لحظات زندگی یاریم کرده است.

این مجموعه را به پدرم تقدیم میکنم، سایبان من در کشاکش روزگار و او که معنای تلاش را به من آموخت.

تقدیم به مادرم که سروش هستی را در جانم سروده و با دعاهایش آینده ام را روشنایی بخشید.

و تقدیم به خواهر و برادر عزیزم که تمام وجودم از حس دوست داشتنشان لبریز است.

برای همسرم،

آن صبور سختی ها، همو که گرمی حضورش خزان لحظه را بهار کرد.

حال که با خواست و توفیق الهی نگارش این پایان نامه را به اتمام رسانده ام، بر خود لازم می دانم مراتب سپاس قلبی خود را از تمام عزیزانی که مرا در مراحل نگارش این پژوهش یاری کردند، بجا آورم:

گرم ترین و خالصانه ترین سپاس و قدردانی خود را از استاد ارجمندم آقای پروفسور یثم نوروزی فرابراز می دارم که با بینش وسیع و دانش ژرف خود راه دستیابی به یافته های علمی در زمینه ی تحقیق را برای من میسر نموده و بار، همنموده های خردمندانه مرا در انجام دادن تحقیق یاری کردند. ایشان علاوه بر این که استاد راهنمای من در این پروژه بودند، استاد راهنمای زندگی من نیز بوده و همواره از راهنمایی ها، نصایح و دلسوزی های ایشان در انتخاب مسیر بهتر زندگی بهره مند شده ام. از خداوند متعال برای ایشان سعادت، سلامتی و سربلندی مسئلت دارم. و همچنین از استاد ارجمند آقای دکتر خلیل الله طاهری که همواره با علم و اخلاق راهگشایم بودند کمال تشکر را دارم.

باسپاس فراوان از جناب آقای دکتر سید حمید احمدی و سرکار خانم پروفسور مژگان خراسانی مطلق که داوری این پایان نامه را پذیرفتند.

باسپاسگزاری از جناب آقای دکتر ابراهیم ملاشاهی که به عنوان نماینده محترم تحصیلات تکمیلی در جلسه ی دفاعیه حضور داشتند.

از جناب آقای دکتر رضا اکبری که بنده را در تصحیح پایان نامه یاری دادند، بسیار سپاسگزارم.

از دوستان عزیزم خانم ها: صادقی، میرزایی، میرحسینی، قاضی زاده، خراسانی ها، سلیمانی، دکتر خالقیان، دکتر صفاری، دکتر نیرومند، دکتر مودی و آقایان: بانادی، علیزاده، رونده، شهرکی، اکاتی، موسوی نیز تشکر فراوان دارم.

چکیده:

در مرحله اول کار پژوهشی حاضر، یک الکترود کربن شیشه‌ای اصلاح‌شده با مخلوطی از کربن نانوتیوب چنددیواره-هتروپلی اسید قلع(II)-۱۲-تنگستو فسفریک اسید و مایع یونی در دمای اتاق، ۱-بوتیل-۳-متیل ایمیدازولیوم هگزا فلوئوروفسفات؛ (GC/MWCNT-SnPW-RTIL) تهیه شد و برای اندازه گیری همزمان دوپامین، اوریک اسید و ال-تیروزین استفاده گردید. ویژگی‌های نانوکامپوزیت اصلاح‌کننده به وسیله میکروسکوپ الکترونی عبوری بررسی شد. گستره خطی برای آنالیت‌های دوپامین، اوریک اسید و ال-تیروزین به ترتیب $۱۰^{-۵} \times ۲/۲۱$-$۱۰^{-۷} \times ۴/۹۱$، $۱۰^{-۵} \times ۳/۳۶$ -$۱۰^{-۷} \times ۹/۱۱$ و $۱۰^{-۵} \times ۶/۱۶$-$۱۰^{-۷} \times ۸/۶۱$ بدست آمد. حد تشخیص برای دوپامین، اوریک اسید و ال-تیروزین به ترتیب $۱۰^{-۷} \times ۱/۲۳$، $۱۰^{-۷} \times ۲/۳$ و $۱۰^{-۷} \times ۱/۷۵$ بدست آمد. الکترود اصلاح‌شده همچنین پایداری، تکرارپذیری و انتخاب‌پذیری قابل قبولی از خود نشان داد و با موفقیت برای اندازه‌گیری همزمان دوپامین، اوریک اسید و ال- تیروزین در نمونه های ادرار و سرم خون انسان بکار گرفته شد.

در مرحله دوم این کار پژوهشی، رفتار انسولین در سطح الکترود کربن شیشه‌ای اصلاح‌شده با نانوکامپوزیت MWCNT-SnPW-RTIL بررسی شد. از الکترود کربن شیشه‌ای اصلاح‌شده برای اندازه گیری انسولین نیز استفاده گردید. از تکنیک‌های مختلف الکتروشیمی مانند ولتامتری و آمپرومتری برای اندازه گیری انسولین استفاده شد. تحت شرایط بهینه با استفاده از الکترود دیسک چرخان، حد تشخیص برابر $۱۰^{-۸} \times ۴/۲$ مول بر لیتر بدست آمد. در مقایسه با سنسورهای الکتروشیمیایی دیگر، این سنسور مزایای زیادی از جمله روش تهیه آسان بدون استفاده از هیچ حد واسط و معرف خاص، حساسیت بالا، فعالیت الکتروکاتالیزوری عالی در pH فیزیولوژیکی، زمان پاسخ‌دهی کوتاه، پایداری طولانی، ویژگی‌های ضدرسوبدهی قابل توجه برای انسولین و محصولات اکسیداسیون آن از خود نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: مایع یونی دمای اتاق، کربن نانوتیوب چند دیواره، قلع(II)-۱۲-تنگستو فسفریک اسید، ولتامتری، اندازه-گیری همزمان، الکترود کربن شیشه‌ای اصلاح‌شده، دوپامین، اوریک اسید، ال تیروزین، انسولین ، آمپرومتری.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: اهمیت دوپامین، اوریک اسید،ال-تیروزین و انسولین و روشهای اندازه گیری آنها	۱
۱-۱- دوپامین	۲
۱-۱-۱- ساختار شیمیایی دوپامین (DA)	۲
۱-۱-۲- اهمیت اندازه‌گیری دوپامین	۳
۱-۱-۳- روشهای اندازه‌گیری دوپامین (DA)	۵
۱-۲- اوریک اسید (UA)	۵
۱-۲-۱- شیمی اوریک اسید	۵
۱-۲-۲- اهمیت اندازه‌گیری اوریک اسید	۶
۱-۲-۳- بیماریهای ناشی از ازدیاد اوریک اسید در بدن	۶
۱-۲-۴- روشهای اندازه‌گیری اوریک اسید (UA)	۷
۱-۳- ال – تیروزین(Tyr)	۷

۱-۳-۱- شیمی ال- تیروزین ۷

۱-۳-۲ – اثرات ال- تیروزین در بدن ۹

۱-۳-۳-بیماریهای وابسته به ال- تیروزین در بدن ۹

۱-۳-۳- اهمیت اندازه گیری ال- تیروزین ۱۰

۱-۴- اهمیت اندازه‌گیری همزمان دوپامین ، اوریک اسید و ال-تیروزین ۱۰

۱-۵- انسولین ۱۱

۵-۱-۱- شیمی انسولین ۱۱

۱-۵-۲- عملکرد انسولین در بدن ۱۲

۱-۵- ۳- بیماریهای ناشی از بروز اختلال در ترشح انسولین ۱۲

۱-۵- ۴- اهمیت اندازه گیری انسولین ۱۳

فصل دوم : ۱۴

بخش اول: الکترود های اصلاح شده، تاریخچه، مزایا، روشهای اصلاح و کاربرد آنها ۱۴

۲-۱-۱- مقدمه ۱۵

۲-۱-۲- مزایای استفاده از الکترودهای اصلاح شده شیمیایی ۱۵

۲-۱-۳- انواع روشهای اصلاح و فعال سازی فیزیکی سطح الکترود ۱۶

۲-۱-۳-۱- صیقل دادن ۱۶

۲-۱-۳- ۲- فعال سازی حرارتی ۱۶

۲-۱-۳-۳- فعال سازی لیزری ۱۶

۲-۱-۳-۴- فعال سازی با امواج صوتی – رادیویی ۱۷

۲-۱-۳-۵- فعال‌سازی با حلال ۱۷

۲-۱-۴- انواع روشهای اصلاح شیمیایی الکترود ها ۱۷

۲-۱-۴-۱-روش پوشش با غوطه ورسازی(Dip-coating) ۱۷

۲-۱-۴-۲- روش پلیمریزاسیون الکتروشیمیایی ۱۸

۲-۱-۴- ۳- روش پوشش با چرخش سریع Fast rotating coating ۱۸

۲-۱-۴-۴- روش تبخیر قطره (Droplet Evaporation) ۱۸

۲-۱-۴-۵- روش سل– ژل (Sol-gel) ۱۸

۲-۱-۴-۶- روش پلیمریزاسیون با تخلیه در پلاسمای فرکانس رادیویی ۱۹

۲-۱-۴-۷- روش Spin Coating ۱۹

۲-۱-۵- تکنیک‌های تثبیت کردن سطح الکترودها ۱۹

۲-۱-۵-۱- جذب شیمیایی (Chemisorption) ۱۹

۲-۱- ۵-۲- پیوند کووالانسی (Covalent bonding) ۱۹

۲-۱- ۵-۳- ترسیب فیلم (Film deposition) ۲۰

۲-۱-۶- انواع الکترودهای اصلاح شده توسط معرفهای اصلاح کننده ۲۰

۲-۱-۶-۱- الکترودهای اصلاح‌شده توسط فیلم‌های معدنی(سیلیکاتها، خاکهای رس و..) ۲۰

۲-۱-۶-۲- الکترودهای اصلاح شده توسط مواد بیولوژیکی ۲۰

۲-۱-۶-۳- الکترودهای اصلاح شده توسط ترکیبات نانوساختار ۲۱

۲-۱-۶-۴- الکترودهای اصلاح شده توسط فیلم های پلیمری هادی ۲۱

بخش دوم: کربن نانوتیوب ها، تاریخچه، خواص فیزیکی و شیمیایی انواع و کاربرد های آنها ۲۲

۲-۲-۱- مقدمه ۲۳

۲-۲-۲- تاریخچه ۲۳

۲-۲-۳- ساختار و انواع نانوتیوب‌های کربن ۲۳

۲-۲-۳- ۱- نانوتیوب‌های کربن تک دیواره (SWCNT) ۲۴

۲-۲-۳- ۲- نانوتیوب‌های کربن چند دیواره (MWCNT) ۲۴

۲-۲-۴- خواص فیزیکی و شیمیایی کربن نانوتیوب‌ها (CNTs) ۲۵

۲-۲-۵- کاربردهای تجزیه‌ای نانوتیوب‌های کربن ۲۶

۲-۲-۵-۱- برخی از مزایای استفاده از کربن نانوتیوب‌ها در سنسورها ۲۶

۲-۲-۵-۲-کاربرد نانوتیوب‌های کربن براساس ویژگی‌های جذب سطحی ۲۷

۲-۲-۵-۳- کاربرد نانوتیوب‌های کربن براساس ویژگی‌های حرارتی ۲۷

۲-۲-۵-۴- کاربرد نانوتیوب‌های کربن براساس ویژگی‌های مکانیکی ۲۷

بخش سوم: مایعات یونی ، تاریخچه، خواص فیزیکی و شیمیایی و کاربرد های آنه ۲۸

۲-۳-۱- مقدمه ۲۹

۲-۳-۲- تاریخچه ۲۹

۲-۳-۳- ساختار مایعات یونی ۳۰

۲-۳-۴-خواص فیزیکی و شیمیایی مایعات یونی ۳۱

۲-۳-۴-۱- گرانروی (Viscosity) ۳۱

۲-۳-۴-۲- چگالی (Density) ۳۱

۲-۳-۴-۳- پایداری حرارتی ۳۲

۲-۳-۴- ۴- هدایت الکتریکی (Conductivity) ۳۲

۲-۳-۴- ۵- دمای ذوب ۳۲

۲-۳-۵- مایعات یونی به عنوان حلال ۳۲

۲-۳-۶-مزایای استفاده از مایعات یونی در نقش حلال، کاتالیزور والکترولیت ۳۳
۲-۳-۷- کاربردهای تجزیه‌ای مایعات یونی ۳۴
۲-۳-۸- کاربرد مایعات یونی در الکتروشیمی ۳۴
۲-۳-۸-۱- الکترودهای یون‌گزین (Ion Selective Electrodes) ۳۴
۲-۳-۸-۲- حسگرهای ولتامتری ۳۴
۲-۳-۸-۳- حسگرهای گازی ۳۵
۲-۳-۸-۴- حسگرهای زیستی مبتنی بر ترکیب مایعات یونی – کربن نانوتیوب ۳۵
۲-۳-۸-۵- مزایای استفاده از مایعات یونی به عنوان چسباننده (Binder)، در سنسورها ۳۶
بخش چهارم: هتروپلی اسیدها، تاریخچه، خواص فیزیکی و شیمیایی و کاربردهای آنها
۳۸ ۲-۴-۱- مقدمه ۳۹
۲-۴-۲- شیمی هتروپلی اسیدها ۳۹
۲-۴-۳- طبقه بندی هتروپلی اسیدها ۳۹
۲-۴-۴- کاربرد هتروپلی اسیدها در شیمی تجزیه ۴۱
۲-۴-۵- ویژگی های هتروپلی اسید ها ۴۱
۲-۴-۶- هترو پلی اسید قلع (II)-۱۲-تنگستو فسفریک اسید ۴۲
۲-۴-۷- هترو پلی اسید قلع (II)-۱۲-تنگستو فسفریک اسید به عنوان اصلاحگر ۴۳
فصل سوم :بخش تجربی ۴۵
۳-۱- مقدمه ۴۶
۳-۲- دستگاهها ۴۷
۳-۳- مواد شیمیایی ۴۷
۳-۴- آزمایشات مقدماتی ۴۸
۳-۴-۱- تهیه محلول‌ها ۴۸

۳-۴- ۲- روش سنتز نانوکامپوزیت کربن نانوتیوب – قلع(II)-۱۲-تنگستوفسفریک‌اسید ۴۹

۳-۵- تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری نانوکامپوزیت اصلاح گر ۵۰

۳-۶- آماده سازی نمونه‌های حقیقی ۵۲

۳- ۷- مطالعات الکتروشیمیایی ۵۲

۳-۸- تهیه الکترود کربن شیشه‌ای فعال شده به طریق الکتروشیمیایی ۵۲

۳-۹- تهیه الکترود کربن شیشه‌ای اصلاح شده با نانوتیوب کربن ، مایع یونی و

قلع(II)-۱۲-تنگستوفسفریک اسید ۵۳

۳-۱۰- بررسی خواص الکتروشیمیایی الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با نانوتیوب کربن،مایع یونی و قلع(II)-

۱۲-تنگستوفسفریک اسید ۵۳

۳-۱۱- بررسی پایداری الکترود GC/SnPW-MWCNT-RTIL در قبال چرخه پتانسیل و زمان ۵۴

۳-۱۲- تاثیرpH الکترولیت حامل بر روی رفتار الکتروشیمیایی الکترودGC/SnPW-MWCNT-RTIL ۵۶

۳-۱۳- تاثیر سرعت روبش بر روی رفتار الکتروشیمیایی الکترود GC/SnPW-MWCNT-RTIL ۵۸

۳-۱۴- بررسی خواص الکتروکاتالیزوری الکترود GC/SnPW-MWCNT-RTIL ۵۹

۳-۱۵- بررسی رفتارالکتروشیمیایی دوپامین ۶۰

۳-۱۵-۱-مقایسه رفتار الکتروشیمیایی الکترودهای کربن شیشه ای اصلاح شده

با MWCNT ، MWCNT/PW ، MWCNT/SnPW ، MWCNT/SnPW/RTIL

و اصلاح نشده در اندازه‌گیری دوپامین با استفاده از تکنیک پالس تفاضلی ۶۰

۳-۱۵-۲- تاثیر pH ۶۲

۳-۱۵-۳- تأثیر سرعت روبش ۶۴

۳-۱۵-۴- اندازه‌گیری دوپامین ۶۷

۳-۱۵-۴-۱- ولتامتری چرخه‌ای ۶۷

۳-۱۵-۴-۲- پالس ولتامتری تفاضلی ۶۸

۳-۱۵-۵- بهینه سازی عوامل مختلف ۶۹

۳-۱۵-۵-۱-بهینه سازی مقدار ماده اصلاح کننده MWCNT-SnPW-RTIL ۶۹

۳-۱۶- بررسی رفتارالکتروشیمیایی اوریک اسید ۷۰

۳-۱۶-۱- مقایسه رفتار الکتروشیمیایی الکترودهای کربن شیشه ای اصلاح شده با MWCNT/SnPW/RTIL ، MWCNT/SnPW ، MWCNT/PW ، MWCNT واصلاح نشده

در اندازه‌گیری اوریک اسید با استفاده از تکنیک پالس تفاضلی ۷۰

۳-۱۶-۲- تاثیر pH ۷۲

۳-۱۶-۳- تأثیر سرعت روبش ۷۴

۳-۱۶-۴- اندازه‌گیری اوریک اسید ۷۶

۳-۱۶-۴-۱- ولتامتری چرخه‌ای ۷۶

۳-۱۶-۴-۲-پالس ولتامتری تفاضلی ۷۷

۳-۱۷- بررسی رفتارالکتروشیمیایی ال-تیروزین ۷۸

۳-۱۷-۱- مقایسه رفتار الکتروشیمیایی الکترودهای کربن شیشه ای اصلاح شده با MWCNT/SnPW/RTIL، MWCNT/SnPW، MWCNT/PW، MWCNT

واصلاح نشده در اندازه‌گیری ال-تیروزین با استفاده از تکنیک پالس تفاضلی ۷۸

۳-۱۷-۲- تاثیر pH ۸۰

۳-۱۷-۳- تأثیر سرعت روبش ۸۲

۳-۱۷-۴- اندازه‌گیری ال-تیروزین ۸۴

۳-۱۷-۴-۱- ولتامتری چرخه‌ای ۸۴

۳-۱۷-۴-۲- پالس ولتامتری تفاضلی ۸۵

۳-۱۸- روش بررسی رفتار الکتروشیمیایی انواع الکترودهای کربن شیشه ای اصلاح شده در اندازه‌گیری همزمان دوپامین ، اوریک اسید و ال- تیروزین ۸۶

۳-۱۸-۱- مقایسه رفتار الکتروشیمیایی الکترودهای کربن شیشه ای اصلاح شده با MWCNT-SnPW-RTIL، MWCNT-SnPW، MWCNT-PW، MWCNT واصلاح نشده در اندازه‌گیری همزمان دوپامین ، اوریک اسید و ال- تیروزین با استفاده از تکنیک پالس تفاضلی ۸۶

۳-۱۸-۱-۱- بررسی رفتار الکتروشیمیایی الکترود کربن شیشه ای اصلاح نشده (GCE) در اندازه‌گیری همزمان دوپامین ، اوریک اسید و ال-تیروزین با استفاده از تکنیک ولتامتری پالس تفاضلی ۸۶

۳-۱۸-۱-۲- بررسی رفتار الکتروشیمیایی الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با کربن نانوتیوب(GC/MWCNT) در اندازه گیری همزمان دوپامین ، اوریک اسید و ال-تیروزین با استفاده از تکنیک ولتامتری پالس تفاضلی ۸۷

۳-۱۸-۱-۳- بررسی رفتار الکتروشیمیایی الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با کربن نانوتیوب و ۱۲-تنگستوفسفریک اسید(GC/MWCNT-PW) در اندازه‌گیری همزمان دوپامین ، اوریک اسید و ال-تیروزین با استفاده از تکنیک ولتامتری پالس تفاضلی ۸۸

۳-۱۸-۱-۴- بررسی رفتار الکتروشیمیایی الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با کربن نانوتیوب و قلع(ll)-۱۲-تنگستوفسفریک اسید(GC/MWCNT-SnPW) در اندازه‌گیری همزمان دوپامین ، اوریک اسید و ال-تیروزین با استفاده از تکنیک ولتامتری پالس تفاضلی ۸۹

۳-۱۸-۱-۵- بررسی رفتار الکتروشیمیایی الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با کربن نانوتیوب، قلع(ll)-۱۲-تنگستوفسفریک اسید و مایع یونی (GC/MWCNT-SnPW-RTIL) در اندازه‌گیری همزمان دوپامین ، اوریک اسید و ال-تیروزین با استفاده از تکنیک ولتامتری پالس تفاضلی ۹۰

۳-۱۸-۲- تاثیر pH ۹۱

۳-۱۸-۳- بررسی اثر مزاحمتهای آنالیت های دوپامین ، اوریک اسید و ال-تیروزین در اندازه‌گیری همزمان با استفاده از الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با MWCNT-SnPW-RTIL ۹۵

۳-۱۸-۴- بررسی اثر افزایش همزمان غلظت دوپامین ، اوریک اسید و ال-تیروزین در الکترود GC/MWCNT-SnPW-RTIL در اندازه‌گیری همزمان دوپامین ، اوریک اسید و ال-تیروزین و رسم منحنی کالیبراسیون با استفاده از تکنیک پالس تفاضلی ۹۷

۳-۱۸-۵- محاسبه انحراف استاندارد شاهد ۹۹

۳-۱۸-۶- محاسبه حد تشخیص روش ۹۹

۳-۱۸-۷-محاسبه دقت روش ۱۰۰

۳-۱۸-۸- اندازه‌گیری میزان دوپامین ، اوریک اسید و ال-تیروزین در محیط های بیولوژیکی ۱۰۳

۳-۱۸-۹- مقایسه الکترود اصلاح شده با MWCNT-SnPW-RTIL با سایر روشهای مورد استفاده برای اندازه گیری این ترکیبات بیولوژیکی ۱۰۴

۳-۱۹- بررسی رفتارالکتروشیمیایی انسولین ۱۰۵

۳-۱۹-۱- مقایسه رفتار الکتروشیمیایی الکترودهای کربن شیشه ای اصلاح شده با MWCNT/SnPW/RTIL ، MWCNT/SnPW ، MWCNT/PW ، MWCNT واصلاح نشده در اندازه‌گیری انسولین با استفاده از تکنیک پالس تفاضلی ۱۰۵

۳-۱۹-۲- تاثیر pH ۱۰۷

۳-۱۹-۳- تأثیر سرعت روبش ۱۰۹

۳-۱۹-۴- اندازه‌گیری انسولین ۱۱۰

۳-۱۹-۴-۱- ولتامتری چرخه‌ای ۱۱۱

۳-۱۹-۴-۲- پالس ولتامتری تفاضلی ۱۱۲

۳-۱۹-۴-۳- آمپرومتری هیدرودینامیک ۱۱۳

فصل چهارم: نتیجه گیری ۱۱۵

فهرست شکل ها

عنوان شکل	صفحه
۱-۱- ساختار دوپامین	۲
۱-۲- اکسیداسیون دوپامین	۳
۱-۳- متابولیسم تولید دوپامین از آمینو اسید ضروری تیروزین در بدن و تبدیل آن به اپی‌نفرین	۴
۱-۴- اکسیداسیون اوریک اسید وتبدیل آن به اوریک اسید ۴و۵ دی ال	۶
۱-۵-ساختار ال-تیروزین	
۱-۶- تشکیل ال-تیروزین از فنیل آلانین	۸
۱-۷- متابولیسم تیروزین در بدن و تبدیل آن به اپی‌نفرین	۸
۱-۸- متابولیسم تولید دوپامین و ملانین از آمینو اسید ضروری تیروزین در بدن.	۹
۱-۹-ساختار فضایی انسولین.	۱۱
۲-۱- شمایی از نانوتیوب‌های کربنی و فولرن ها	۲۳
۲-۲- ساختار نانوتیوب‌های کربن تک دیواره	۲۴

۲-۳- ساختار نانوتیوب‌های کربن چند دیواره ۲۴

۲-۴-کاتیون ها و آنیون های متداول در ساختار مایعات یونی ۳۱

۲-۵- هتروپلی اسید با ساختار Keggin ۴۰

۲-۶- هتروپلی اسید با ساختار Dawson ۴۰

۲-۴- ساختار ۱۲-تنگستوفسفریک اسید ۴۲

۳-۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) مربوط به (a) هتروپلی اسید قلع(II)-۱۲- تنگستوفسفریک اسید،کربن نانوتیوب در غیاب مایع یونی، (b) سوسپانسیون هموژن هتروپلی اسید قلع(II)-۱۲- تنگستوفسفریک اسید،کربن نانوتیوب، مایع‌یونی. ۵۱

۳-۲-a) ولتاموگرام چرخه‌ای الکترود کربن شیشه ای برهنه وb) الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با SnPW-MWCNT-RTIL در محلول بافر فسفات ۰/۰۵M (pH=۷) و با سرعت روبش $۱۰۰\ mV\ s^{-1}$ ۵۴

۳-۳- ولتاموگرام چرخه‌ای چرخه اول، ۱۰۰ام و ۲۰۰ام الکترود اصلاح شده در محلول بافر فسفات ۰/۰۵M (pH =۷) بر روی GC/SnPW-MWCNT-RTIL ۵۵

۳-۴- ولتاموگرام چرخه‌ای GC/SnPW-MWCNT-RTIL در محلول بافر فسفات ۰/۰۵ M با pH های مختلف a)۲، b) ۳، c)۴، d)۵، e)۶، f)۷، g)۸، h)۹ و با سرعت روبش $۱۰۰\ mV\ s^{-1}$. ۵۶

۳-۵- ولتاموگرام‌های چرخه‌ای در سطح الکترود GC/SnPW-MWCNT-RTIL در بافر فسفات M ۰/۰۵ (pH=۷) و در سرعت های روبش a)۲۰ ، b) ۵۰، c) ۷۰، d)۱۰۰، e)۲۰۰، f) ۳۰۰، g)۴۰۰و h) ۵۰۰ میلی ولت بر ثانیه (از پائین به سمت بالا). ۵۸

۳-۶- ولتاموگرام های پالس تفاضلی ۳۰/۴ Mm دوپامین بر روی الکترود a) GC ، b) GC/MWCNT ، c) GC/MWCNT-PW ، d) GC/MWCNT-SnPW ، e) GC/MWCNT-SnPW-RTIL در بافر فسفات M ۰/۰۵ (pH=۷) و با سرعت روبش $۱۰۰\ mV\ s^{-1}$. ۶۱

۳-۷- ولتاموگرام های پالس تفاضلی الکترود اصلاح شده با MWCNT-SnPW-RTIL a)بدون حضور آنالیت و b)در حضور ۳۰/۴ µM دوپامین. ۶۲

۳-۸- ولتاموگرام‌های پالس تفاضلی الکترود GC/MWCNT-SnPW-RTIL در محلول بافر فسفات ۰/۰۵ M شامل ۲۳/۵ µM دوپامین، با pH های مختلف از راست به چپ (۹،۸،۷،۶،۵،۴،۳) وبا سرعت روبش $mV\ s^{-1}$ ۱۰۰. ۶۲

۳-۹- واکنش اکسیداسیون الکتروشیمیایی دوپامین ۶۴

۳-۱۰- ولتاموگرام‌های چرخه‌ای دوپامین در سطح الکترود GC/MWCNT-SnPW-RTIL در بافر فسفات ۰/۰۵ M (pH = ۷) و در سرعت های روبش (a ،۲۰ (b ،۵۰ (c ،۷۰ (d ،۱۰۰ (e ،۲۰۰ (f ،۳۰۰ (g ،۴۰۰ (h ،۵۰۰ $mV\ s^{-1}$ (از پائین به سمت بالا). ۶۵

۳-۱۱- ولتاموگرام چرخه‌ای GC/MWCNT-SnPW-RTIL در بافر فسفات ۰/۰۵ M (pH = ۷) محتوی غلظت‌های مختلف دوپامین به ترتیب ۰ ، ۵، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵، ۹۰، ۱۰۵ میکرومولار با سرعت روبش $mV\ s^{-1}$ ۱۰۰. ۶۷

۳-۱۲- a)پالس ولتاموگرام‌های تفاضلی و b)منحنی کالیبراسیون برای الکترود GC/MWCNT-SnPW-RTIL در غلظت‌های مختلف دوپامین ، شرایط بهینه : بافر فسفات (pH= ۷). ۶۸

۳-۱۳- ولتاموگرام های پالس تفاضلی ۰/۲ mM اوریک اسید بر روی الکترود a) GC ، b) GC/MWCNT ، c) GCE/MWCNT-PW ،) GCE/MWCNT-SnPW ، e) GC/MWCNT-SnPW-RTIL در بافر فسفات ۰/۰۵ M (pH=۷) و با سرعت روبش $mV\ s^{-1}$ ۱۰۰. ۷۱

۳-۱۴- ولتاموگرام های پالس تفاضلی الکترود اصلاح شده با MWCNT-SnPW-RTIL a)بدون حضور آنالیت و b)در حضور ۰/۲ mM اوریک اسید. ۷۱

۳-۱۵- ولتاموگرام‌های پالس تفاضلی GC/MWCNT-SnPW-RTIL در محلول بافر فسفات ۰/۰۵ M شامل ۰/۵ mM اوریک اسید، با pH های مختلف از راست به چپ (۱۰،۹،۸،۷،۶،۵،۴،۳) وبا سرعت روبش $mV\ s^{-1}$ ۱۰۰. ۷۲

۳-۱۶- واکنش اکسیداسیون اوریک اسید. ۷۳

۳-۱۷- ولتاموگرام‌های چرخه‌ای اوریک اسید در سطح الکترود GC/MWCNT-SnPW-RTIL

در بافر فسفات ۰/۰۵ M (pH = ۷) و در سرعت های روبش (a،۲۰(b ،۵۰ (c ،۷۰ (d ،۱۰۰(e ،۲۰۰(f ،۳۰۰(g و ۴۰۰(h میلی ولت بر ثانیه (از داخل به سمت خارج). ۷۵

۳-۱۸- a) ولتاموگرام چرخه‌ای GC/MWCNT-SnPW-RTIL در بافر فسفات ۰/۰۵ M (pH = ۷) ،b) منحنی کالیبراسیون مربوط به غلظت‌های مختلف اوریک اسید به ترتیب ۰ ، ۱۵، ۳۳، ۴۵، ۷۳، ۹۶و ۱۲۰ میکرومولار با سرعت روبش $100\ mV\ s^{-1}$. ۷۷

۳-۱۹- a)پالس ولتاموگرام‌های تفاضلی (DPV) و b)منحنی کالیبراسیون برای الکترود GC/MWCNT-SnPW-RTIL در غلظت‌های مختلف اوریک اسید، شرایط بهینه :

بافر فسفات (pH=۷). ۷۸

۳-۲۰- ولتاموگرام های پالس تفاضلی ۹۰/۴ µM ال-تیروزین بر روی الکترود a) GC ، b) GC/MWCNT ،c) GC/MWCNT-PW ،d) GC/MWCNT-SnPW ،e) GC/MWCNT-SnPW-RTIL در بافر فسفات ۰/۰۵ M (pH=۷) و با سرعت روبش $100\ mV\ s^{-1}$. ۷۹

۳-۲۱- ولتاموگرام های پالس تفاضلی الکترود اصلاح شده با MWCNT-SnPW-RTIL a)بدون حضور آنالیت و b)در حضور ۹۰/۴ µM ال-تیروزین. ۸۰

۳-۲۲- ولتاموگرام‌های پالس تفاضلی GC/MWCNT-SnPW-RTIL در محلول بافر فسفات ۰/۰۵ M شامل ۲۳/۲ µM ال-تیروزین، با pH های مختلف از راست به چپ (۱۰،۹،۸،۷،۶،۵،۴،۳) وبا سرعت روبش $100\ mV\ s^{-1}$. ۸۰

۳-۲۳- واکنش اکسیداسیون ال-تیروزین. ۸۱

۳-۲۴- ولتاموگرام‌های چرخه‌ای ال-تیروزین در سطح الکترود GC/MWCNT-SnPW-RTIL در بافر فسفات ۰/۰۵ M (pH = ۷) و در سرعت های روبش (a،۲۰(b ،۵۰ (c ،۷۰ (d ،۱۰۰(e ،۲۰۰(f ،۳۰۰(g و ۴۰۰(h میلی ولت بر ثانیه (از داخل به سمت خارج). ۸۳

۳-۲۵- a) ولتاموگرام چرخه‌ای GC/MWCNT-SnPW-RTIL در بافر فسفات ۰/۰۵ M (pH = ۷) ،b) منحنی کالیبراسیون مربوط به غلظت‌های مختلف ال-تیروزین به ترتیب ۰ ، ۴۲، ۸۱، ۱۱۲، ۲۰۳، ۲۳۳و ۲۶۱ میکرومولار با سرعت روبش $100\ mV\ s^{-1}$. ۸۵

۳-۲۶- a)پالس ولتاموگرام‌های تفاضلی (DPV) و b)منحنی کالیبراسیون