دانشگاه سیستان و بلوچستان
تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در شیمی تجزیه

عنوان:

تهیه الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با نانوذره ایتربیوم فلوراید – نانوتیوب کربن برای اندازه گیری های تجزیه ای

استاد راهنما:

دکتر میثم نوروزی فر

استاد مشاور:

دکتر مسعود کیخوایی

تحقیق و نگارش:

صدیقه رستمی

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

آبان ۱۳۸۹

دانشگاه سیستان و بلوچستان

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب صدیقه رستمی 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: صدیقه رستمی

امضاء

جائی در پشت ذهنت به خاطر بسپار ،

که اثر انگشت خداوند بر همه چیز هست ...

تقدیم به:

پدرو مادر مهربان،دلسوز و عزیزم

و

استاد عزیزم جناب آقای دکتر میثم نوروزی فر

سپاسگزاری

با حمد و سپاس بی کران به درگاه خداوند متعال که سعادت تلاش در راه کسب علم را به من عطا فرمود.

این رساله مرهون تلاش ومساعدت فرزانگانی است که در این مجال بر خود لازم می دانم که مراتب تشکر وسپاسگزاری از آنان را به جا آورم.

بدین وسیله کمال تشکر و قدردانی خود را از استاد عالیقدر، مهربان ودلسوزم که در هدایت این پایان نامه از راهنمایی ها و توجهات بی شائبه شان در تمامی مراحل کار برخوردار بوده ام را ابراز می دارم . همواره علم و خصوصاً اخلاق و خـوش رویششان، الگویی خواهد شد برای ادامه زندگیم.

با سپاس فراوان ازسرکار خانم دکتر خراسانی مطلق که داوری پایان نامه را تقبل نمودند. همچنین از جناب آقـای دکتـر طاهری نیز که داوری پایان نامه را به عهده گرفتند کمال تشکر و تقدیر را دارم.

از جناب آقای دکتر کیخوایی نیز بخاطر پذیرفتن مشاوره ی این پایان نامه صمیمانه سپاسگزارم.

از جناب آقای دکتر مدرسی نماینده محترم تحصیلات تکمیلی که قبول زحمت فرمودند و در جلسه دفاعیه حضور یافتند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از خانواده عزیزم خصوصاً پدرو مادر مهربان و عزیزم بسیار ممنونم چرا که اگر زحمات و حمایت های آنها نبود اتمام این پایان نامه برایم خیلی مشکل بود.

در پایان از دوستان عزیزم خانم ها: دکترژیلا صفاری، دکترمهری اکرامی، ندا سلطان پور، فهیمه زارعیـان جهرمـی، زهـرا یاوری وآقایان رونده، بمانادی، والی و شهرکی تشکر وقدردانی می نمایم.

چکیده:

در این کار تحقیقاتی، رفتار الکتروشیمیایی آسکوربیک اسید(AA)، دوپامین (DA) و اوریک اسید (UA) در سطح الکترود اصلاح شده با نانوذره های ایتربیوم فلوراید نشانده شده بر روی نانوتیوب کربن و چیتوسان بعنوان عامل چسبنده، مورد بررسی قرار گرفته شد. به منظور تحقیقات جزئی، میکروسکوپ الکترون عبوری(TEM)، نانو ذره های ایتربیوم فلوراید گرفته شد ومیانگین اندازه ذرات حدود ۴۵ نانومتر بدست آمد. رفتارهای ولتامتری برای الکترود اصلاح شده با ایتربیوم فلوراید نشانده شده بر روی نانوتیوب کربن، جداسازی های مناسبی بین آنالیت های AA-DA و DA-UA را نشان داد که به ترتیب برابر با ۱۹۶و ۱۱۱ میلی ولت بود. این نتیجه اندازه گیری همزمان سه ترکیب AA، DA و UA را در یک مخلوط سه تایی را امکان پذیر ساخت. نمودارهای کالیبراسیون خطی درگستره غلظتی به ترتیب $۶/۰\times۱۰^{-۴}$-$۶/۰\times۱۰^{-۶}$ $۲/۰\times۱۰^{-۴}$ و$۵/۶\times۱۰^{-۶}$-$۲/۰\times۱۰^{-۴}$و$۶/۴\times۱۰^{-۴}$-$۸/۰\times۱۰^{-۶}$ مولار خطی و با یک حد تشخیص به ترتیب $۷/۶۸\times۱۰^{-۷}$، $۲/۱۸\times۱۰^{-۷}$ و$۱/۶۸\times۱۰^{-۷}$ مولار می باشد. همچنین عملکرد تجزیه ای الکترود اصلاح شده برای تعیین الکتروشیمیایی مولکول های بیولوژیکی در نمونه های حقیقی سرم خون و ادرار تخمین زده شد.

کلمات کلیدی: الکترود اصلاح شده – نانوتیوب کربن – کربن شیشه ای – ایتربیوم فلوراید

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: اندازه گیر ی همزمان آسکوربیک اسید، دوپامین و اوریک اسید	۱
۱-۱- اهمیت اندازه گیری آسکوربیک اسید(AA)	۲
۱-۲- روش های اندازه گیری آسکوربیک اسید(AA)	۳
۱-۳- روش های الکتروشیمیایی برای اندازه گیری آسکوربیک اسید (AA)	۴
۱-۴- اهمیت اندازه گیری دوپامین (DA)	۴
۱-۵- روش های اندازه گیری دوپامین(DA)	۵
۱-۶- اهمیت اندازه گیری اوریک اسید (UA)	۷
۱-۷- روش های اندازه گیری اوریک اسید (UA)	۷
۱-۸- چیتوسان (Chitosan)	۹
۱-۹- نانوتیوبهای کربن	۱۰
۱-۱۰- اهمیت اندازه گیری آسکوربیک اسید، دوپامین واوریک اسید بصورت همزمان	۱۱
۱-۱۱- روش های الکتروشیمیایی برای اندازه گیری همزمان آسکوربیک اسید، دوپامین واوریک اسید	۱۲
۱-۱۲- کاربرد نا نوذرات در شیمی تجزیه	۱۷
فصل دوم: روش های اصلاح الکترود	۲۰
۱-۱-روش های اصلاح الکترود	۲۱
	۲۱

۱-۲-فعال سازی سطح الکترود وانواع آن ۲۱

۱-۲-۱- پولیش دادن ۲۱

۱-۲-۲- فعال سازی حرارتی ۲۱

۱-۲-۳- فعال سازی لیزری ۲۲

۱-۲-۴- فعال سازی با امواج صوتی- رادیویی

۱-۲-۵- فعال سازی با حلال ۲۲

۲-۳- الکترودهای اصلاح شدۀ شیمیایی ۲۲

۲-۴- انواع روش های شیمیایی اصلاح سطح الکترودها ۲۲

۲-۴-۱- اصلاح الکترود توسط ترکیبات نانوساختار ۲۲

۲-۴-۲- اصلاح الکترودها توسط تک لایه های خود انباشته ۲۳

۲-۴-۳- اصلاح سطح الکترودها توسط روش سل- زل۰ ۲۴

۲-۴-۴- اصلاح الکترودها توسط مواد پلیمری ۲۵

فصل سوم: بخش تجربی ۲۷

۳-۱- دستگاهها ۲۸

۳-۲- مواد شیمیایی ۲۸

۳-۳- آزمایشات مقدماتی ۲۹

۳-۳-۱- تهیه محلول ها ۲۹

۳-۳-۲- آماده سازی نمونه های حقیقی ۳۰

۳-۴- مطالعات الکتروشیمیایی ۳۰

۳-۵- تهیه الکترود کربن شیشه ای فعال شده به طریق الکتروشیمیایی ۳۰

۳-۶- تهیه نانوذرات ایتربیوم فلوراید (YbF_3NPs) ۳۱

۳-۶-۱- تهیه الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با نانو ذرات ایتربیوم فلوراید- نانوتیوب کربن ۳۳

۳-۶-۲- بررسی رفتار الکتروشیمیایی الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده (-CNT) ۳۳

YbF_3 NPs
۳-۶-۳- مقایسه رفتارالکتروشیمیایی آسکوربیک اسید در سطح الکترودهای کربن شیشه ای اصلاح نشده (BGCE) ، اصلاح شده با (CNT) و (CNT- YbF_3 NPs) ، توسط ولتامتری چرخه ای (CV) ۳۴
۳-۶-۴- بهینه کردن pH برای اکسایش آسکوربیک اسید ۳۶
۳-۶-۵- بررسی تأثیر سرعت روبش روی اکسیداسیون الکتروشیمیایی آسکوربیک اسید در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با (CNT- YbF_3 NPs) ۳۷
۳-۶-۶- شرایط بهینه برای اکسیداسیون آسکوربیک اسید ۴۰
۳-۶-۷- مقایسه رفتارالکتروشیمیایی دوپامین در سطح الکترودهای کربن شیشه ای اصلاح نشده (BGCE) ، اصلاح شده با(CNT) و (CNT- YbF_3 NPs) توسط ولتامتری چرخه ای (CV) ۴۱
۳-۶-۸- بهینه کردن pH برای اکسایش دوپامین ۴۳
۳-۶-۹- بررسی تأثیر سرعت روبش روی اکسیداسیون الکتروشیمیایی دوپامین در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با (CNT- YbF_3 NPs) ۴۴
۳-۶-۱۰- شرایط بهینه برای اکسیداسیون دوپامین ۴۷
۳-۶-۱۱- مقایسه رفتارالکتروشیمیایی اوریک اسید در سطح الکترودهای کربن شیشه ای اصلاح نشده (BGCE) ، اصلاح شده (CNT) و (CNT- YbF_3 NPs) توسط ولتامتری چرخه ای (CV) ۴۷
۳-۶-۱۲- بهینه کردن pH برای اکسایش اوریک اسید ۴۸
۳-۶-۱۳- بررسی تأثیر سرعت روبش روی اکسیداسیون الکتروشیمیایی اوریک اسید در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با (CNT- YbF_3 NPs) ۵۰
۳-۶-۱۴- شرایط بهینه برای اکسیداسیون اوریک اسید ۵۳
۳-۶-۱۵- جمع بندی شرایط بهینه ۵۳
۳-۶-۱۶- اثر pHدر جداسازی پیک هایAA، DA و UA برای اندازه گیری همزمان ۵۴

توسط الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با (YbF_3 NPs -CNT)

۳-۶-۱۷- جمع بندی شرایط بهینه برای اندازه گیری همزمان آسکوربیک اسید ، دوپامین و اوریک اسید ۵۷

۳-۶-۱۸- مقایسه اکسیداسیون الکتروشیمیایی آسکوربیک اسید ،دوپامین واوریک اسید در اندازه گیری همزمان توسط الکترودهای کربن شیشه ای اصلاح نشده (BGCE) ، اصلاح شده با (CNT) و (YbF_3 NPs -CNT) توسط ولتامتری چرخه ای (CV) ۵۷

۳-۶-۱۹- اثر pH روی اکسیداسیون الکتروشیمیایی همزمان AA، DA و UA در یک مخلوط سه تایی در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با (YbF_3 NPs -CNT) ۵۹

۳-۶-۲۰- اثر غلظت AA، DA و UA دریک مخلوط سه تایی در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با (YbF_3 NPs -CNT) ۶۰

۳-۶-۲۱- بررسی اثر آنالیت ها در اندازه گیری همزمان در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با (YbF_3 NPs -CNT) ۶۳

۳-۶-۲۲- محاسبه انحراف از استاندارد شاهد ۶۶

۳-۶-۲۳- محاسبه حد تشخیص روش ۶۷

۳-۶-۲۴- محاسبه دقت روش ۶۸

۳-۶-۲۵- مقایسه بین روش پیشنهاد شده با دیگر روشهای الکتروشیمیایی ۷۰

۳-۶-۲۶- آنالیز نمونه حقیقی ۷۲

۳-۷- نتیجه گیری ۷۳

فهرست جداول

عنوان جدول **صفحه**

جدول۱-۱- مقدار ویتامین ث برحسب میلی گرم به ازای ۱۰۰گرم موجود در میوه یا سبزی ۳

جدول۳-۱- مقایسه Ep_a وIp_a آسکوربیک اسید با غلظت$۳/۶\times ۱۰^{-۴}$ مولار در سطح الکترودهای مختلف دربافر اسید استیک pH=۵ با سرعت روبش ۲۰mV/s ۳۵

جدول۳-۲- شرایط بهینه برای اکسیداسیون آسکوربیک اسید ۴۰

جدول۳-۳- مقایسه Ep_a وIp_a دوپامین با غلظت$۳/۶\times ۱۰^{-۴}$ مولار در سطح الکترودهای مختلف دربافر اسید استیک pH=۵ با سرعت روبش ۲۰mV/s ۴۲

جدول۳-۴- شرایط بهینه برای اکسیداسیون دوپامین ۴۷

جدول ۳-۵- مقایسه Ep_a وIp_a اوریک اسید با غلظت ۸×۱۰^{-۵} مولار در سطح الکترودهای مختلف دربافر اسید استیک pH=۵ با سرعت روبش ۲۰mV/s ۴۸

جدول ۳-۶- شرایط بهینه برای اکسیداسیون اوریک اسید ۵۳

جدول ۳-۷- خلاصه پارامترهای بهینه شده و مقادیر مربوط به آن برای الکترود اصلاح شده جهت اندازه گیری AA، DA و UA ۵۳

جدول ۳-۸- خلاصه پارامترهای بهینه شده ومقـادیر مربـوط بـه آن بـرای الکتـرود اصلاح شده جهت اندازه گیری همزمان AA، DA و UA ۵۷

جدول ۳-۹- مقایسه پتانسیل ها و جریـان هـای پیـک اکسیداسـیون AA، DA و UA توسط الکترودهای کربن شیشه ای اصلاح نشده (BGCE) ، اصلاح شده با (CNT)و (CNT- YbF_3 NPs) با سرعت روبش ۲۰mV/s در بـافر بـا pH=۵ و سرعت روبش ۲۰mV/s در غلظت $۲/۰\times۱۰^{-۴}$ مولار ۵۹

جدول ۳-۱۰- محاسبه انحراف استاندارد برای سه آنالیـت AA، DA و UA بـرای اندازه گیری همزمان برای ۱۰ بار CV فاقد آنالیت (محلول شاهد) ۶۷

جدول۳-۱۱- اختلاف جریان پیک آندی برای ۱۰ بار اندازه گیری با غلظت $۱/۲\times۱۰^{-۴}$ مولار در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده بـا (CNT- YbF_3 NPs) مربوط به آنالیـت هـای AA، DAو UA بـا سـرعت روبـش ۲۰mV/s در pH =۵ ۶۹

جدول۳-۱۲- مقادیر مربوط به% RSD و S و X برای AA، DA و UA بـرای غلظت مشخصی از AA، DA و UA در یک اندازه گیـری همزمـان ، در محـدوده رنج خطی کالیبراسیونهای مربوط و۱۰ بار ولتاموگرام های چرخه ای با سرعت روبش ۲۰mV/s ۶۹

جدول ۳-۱۳- خصوصیات تجزیه ای مربوط به تعیین همزمان AA، DA و UA ، تحت شرایط بهینه pH =۵ و سرعت روبش ۲۰mV/s ۷۰

جدول ۳-۱۴- مقایسه بین روش پیشنهاد شده با دیگر روشهای الکتروشیمیایی برای تعیین همزمان اکسیداسیون الکتروشیمیایی AA، DA و UA ۷۱

جدول ۳-۱۵- تعیین آسکوربیک اسید، دوپامین و اوریـک اسـید در نمونـه حقیقـی توسط الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده ۷۲

فهرست شکل ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۱-۱- اکسیداسیون AA وتبدیل آن به دی هیدرو آسکوربات ۲

شکل ۱-۲- اکسیداسیون دوپامین ۵

شکل ۱-۳- اکسیداسیون اوریک اسید وتبدیل آن به اوریک اسید ۴و۵ دی ال ۷

شکل ۱-۴- ولتاموگرام های چرخه ای الکترود اصلاح شده با (OMC–FC در ۰/۱ میلی مولار $LiClO_4$ + ۰/۱ میلی مولار بافر PBS) در pH=۷/۳ برای غلظت های مختلفی از اوریک اسید درحضور ۰/۴۲ میلی مولار آسکوربیک اسید. [UA] از داخل به خارج ۰/۱۵، ۰/۳، ۰/۳۸، ۰/۴۲ میلی مولار ۹

شکل ۱-۵- ساختار چیتوسان ۱۰

شکل ۱-۶- ساختار انواع نانوتیوب های کربن (چند دیواره و تک دیواره) ۱۱

شکل ۱-۷- ولتاموگرام های چرخه ای ثبت شده در الکترود گرافیت تنها (a) در PBS ، ۱/۵

میلی مولار آسکوربیک اسید ، ۱۵۰میکرومولار دوپامین و ۸۰میکرو مولار اوریک اسید در ۱۳
الکترود $Gr/(PDDA–[PSS\text{-}MWCNTs])_5$ (b) در PBS شامل ۰/۱ مولار KCl در
pH=۷/۰ با سرعت روبش ۵۰mV/s
شکل ۱-۸- ولتاموگرام های چرخه ای مربوط به $۴/۰ \times ۱۰^{-۵}$ مولار آسکوربیک اسید، دوپامین
واوریک اسید در سطح الکترودهای (A bare GC (B GC/CNT (b) و GC/CNT- ۱۴
AgHCFNPs (a) در ۰/۱ M بافر CABS در pH۲ و سرعت روبش ۱۰۰ mV/s
شکل ۱-۹- (a) ولتاموگرام های پالس دیفرانسیلی AA در CILE در حضور $۷/۰ \times ۱۰^{-۵}$M
DA و $UA۷/۰ \times ۱۰^{-۶}$M در بافر PBS و pH=۶/۸ .غلظت های (از hتا): ۰/۱۴، ۰/۲،
۰/۲۷، ۰/۴، ۰/۵۳، ۰/۶۵، ۰/۷۸ و۱/۰mM. (b) ولتاموگرام های پالس دیفرانسیلی DA در ۱۵
CILE در حضور $۲/۸ \times ۱۰^{-۵}$M AA و$۷/۰ \times ۱۰^{-۶}$ M UA در بافر PBS و pH=۶/۸ .غلظت
های (از hتا): ۰/۰۳، ۰/۰،۱/۰۷، ۰/۱۷، ۰/۲۳، ۰/۳، ۰/۴۳ و۰/۵۵ mM. (c) ولتاموگرام
های پالس دیفرانسیلی AA در CILE در حضور $۲/۸ \times ۱۰^{-۵}$M AA و$UA۷/۰ \times ۱۰^{-۶}$ M
در بافر PBS و pH=۶/۸ .غلظت های (از hتا): ۰/۰۳، ۰/۰،۱/۰۷، ۰/۱۲، ۰/۱۴، ۰/۱۸، ۰/۲
و۰/۲۲mM
شکل ۱-۱۰- ولتاموگرام های چرخه ای $۴/۰ \times ۱۰^{-۵}$ مولار آسکوربیک اسید واوریک اسید در
سطح الکترود خمیر نانوتیوب کربن چند دیواره (a) و الکترود خمیر نانوتیوب کربن چند
دیواره- کرو مرکوری فروسن (b) درمحلول بافری فسفات pH=۴/۰ با سرعت روبش ۱۶
۱۰۰میلی ولت بر ثانیه
شکل ۱-۱۱- ولتامو گرام های چرخه ای الکترود اصلاح شده با نانوذرات Sic در pH=۷/۴
وسرعت روبش ۲۰میلی ولت بر ثانیه (c) در غیاب، (d) درحضور ۴/۰ میلی مولار انسولین و
(a) الکترود اصلاح نشده در غیاب، (b) در حضور ۴/۰ میکرومولار انسولین ۱۸
شکل ۱-۱۲- DPV های مخلوط ۱۵میکرومولار AA و۱۰میکرومولار i DA) الکترود تنها
و ii) -Aunano-ME PAT در بافر فسفاتی با pH=۷/۰ . سرعت روبش ۵۰میلی ولت بر
ثانیه ۱۹

شکل ۲-۱- تشکیل یک لایه خودانباشته در بستری از طلا

شکل ۲-۲- ساختار پوشش های پلیمری متداول : الف) نافیون، ب) پلی وینیل فروسن، ج) پلی وینیل پیریدین، د) پلی پیرول ۲۴

شکل ۳-۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) a) مربوط به نانوذرات ایتربیوم فلوراید (b) مربوط به نانوذرات ایتربیوم فلوراید نشانده شده بر روی نانوتیوب کربن ۲۵

شکل ۳-۲- بررسی رفتار الکتروشیمیایی الکترود اصلاح شده در محلول بافری با pH=۵ و سرعت روبش ۲۰mV/sدر محدوده پتانسیل ۱/۲ – ۱/۲- ولت در غیاب آنالیت ۳۲

شکل ۳-۳- ولتاموگرام چرخه ای AA با غلظت $۳/۶\times۱۰^{-۴}$ مولار در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح نشده، در محلول بافری استات با pH= ۵ و سرعت روبش ۲۰mV/s ۳۴

شکل ۳-۴- ولتاموگرام چرخه ای آسکوربیک اسید با غلظت $۳/۶\times۱۰^{-۴}$ مولار در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با CNT، در محلول بافری استات با pH= ۵ و سرعت روبش $۲۰mV.s^{-1}$ ۳۵ ۳۶

شکل ۳-۵- ولتاموگرام چرخه ای AA با غلظت $۳/۶\times۱۰^{-۴}$ مولار در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با (CNT- YbF_3 NPs)، در محلول بافری استات با pH= ۵ و سرعت روبش ۲۰mV/s ۳۹

شکل ۳-۶- ولتاموگرام های چرخه ای آسکوربیک اسید درpH=۵ در سطح الکترودهای مختلف a) اصلاح شده با (CNT- YbF_3 NPs) در غیاب AA b) اصلاح نشده (BGCE) c) اصلاح شده با (CNT) d) اصلاح شده با (CNT- YbF_3 NPs) در حضورغلظتAA $۳/۶\times۱۰^{-۴}$ مولار با سرعت روبش۲۰ mV/s ۴۲

شکل ۳-۷- ولتاموگرام های چرخه ای DA با غلظت $۳/۶\times۱۰^{-۴}$مولار در pH در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با(CNT- YbF_3 NPs) ، در محلول بافر استاتی در pH های ۱ تا ۵ به ترتیب از e تا a با سرعت روبش ۲۰mV/s ۴۳

شکل ۳-۸- ولتاموگرام های چرخه ای محلولی با غلظت $۳/۶\times۱۰^{-۴}$ مولار دوپامین در سطح الکترود اصلاح شده با (CNT- YbF_3 NPs) در بافرفسفاتی با pH=۵ در سرعت های

روبش مختلف mV/ s ۲۰،۴۰،۶۰،۸۰، ۱۰۰،۲۰۰،۳۰۰،۴۰۰به ترتیب از a تا h ۴۵
شکل ۳-۹- ولتاموگرام های چرخه ای اوریک اسید درpH=۵ در سطح الکترودهای مختلف a) اصلاح شده با ($CNT- YbF_3$ NPs) در غیاب DA b) اصلاح نشده (BGCE) c) اصلاح شده با (CNT) d) اصلاح شده با ($CNT- YbF_3$ NPs)در حضورغلظتAA ۴۸
۸×۱۰^{-۵} مولار با سرعت روبش۲۰ mV/s
شکل ۳-۱۰- ولتاموگرام های چرخه ای UA با غلظت $۸/۰ \times ۱۰^{-۵}M$ در pH در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با($CNT- YbF_3$ NPs) ، در محلول بافر استاتی در pH های ۱ تا ۵ به ترتیب از e تا a با سرعت روبش ۲۰mV/s ۴۹
شکل ۳-۱۱- ولتاموگرام های چرخه ای محلولی با غلظت $۸/۰ \times ۱۰^{-۵}$ مولار اوریک اسید در بافری با pH=۵ در سرعت های روبش مختلف ۲۰،۴۰،۶۰،۸۰،۱۰۰،۲۰۰ میلی ولت بر ثانیه به ترتیب از a تا f ۵۱
شکل ۳-۱۲- ولتاموگرام های چرخه ای محلولهایی با غلظت $۸/۰ \times ۱۰^{-۵}$ مولار AA، DA و UA در pH=۱ به برای جداسازی این سه آنالیت از همدیگر برای تعیین همزمان با سرعت روبش ۲۰ mV/s توسط الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با ($CNT- YbF_3$ NPs) ۵۴
۳-۱۳- ولتاموگرام های چرخه ای محلولهایی با غلظت $۸/۰ \times ۱۰^{-۵}$ مولار AA، DA و UA درpH=۳ به برای جداسازی این سه آنالیت از همدیگر برای تعیین همزمان با سرعت روبش ۲۰mV/s توسط الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با ($CNT- YbF_3$ NPs) ۵۵
۳-۱۴- ولتاموگرام های چرخه ای محلولهایی با غلظت $۸/۰ \times ۱۰^{-۵}$ مولار AA، DA و UA در pH=۲ به برای جداسازی این سه آنالیت از همدیگر برای تعیین همزمان با سرعت روبش ۲۰mV/s توسط الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با ($CNT- YbF_3$ NPs) ۵۵
۳-۱۵- ولتاموگرام های چرخه ای محلولهایی با غلظت $۸/۰ \times ۱۰^{-۵}$ مولار AA، DA و UA درpH=۴ به برای جداسازی این سه آنالیت از همدیگر برای تعیین همزمان با سرعت روبش ۲۰mV/s توسط الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با ($CNT- YbF_3$ NPs) ۵۶
۳-۱۶- ولتاموگرام های چرخه ای محلولهایی با غلظت $۸/۰ \times ۱۰^{-۵}$ مولار AA، DA و UA

در pH=۵ به برای جداسازی این سه آنالیت از همدیگر برای تعیین همزمان با سرعت روبش ۲۰mV/s توسط الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با ($CNT- YbF_3$ NPs) ۵۶

۳-۱۷- مقایسه رفتارهای الکتروشیمیایی مخلوط آسکوربیک اسید ، دوپامین و اوریک اسید توسط الکترودهای کربن شیشه ای a) اصلاح نشده (BGC) ، b) اصلاح شده با (CNT) و c) ($CNT- YbF_3$ NPs) در pH=۵ با سرعت روبش ۲۰mV/s توسط ولتامتری چرخه ای ۵۸

۳-۱۸- اثر pH بر روی تعیین همزمان آسکوربیک اسید، دوپامین و اوریک اسید در یک مخلوط سه تایی توسط الکترودکربن شیشه ای اصلاح شده ($CNT- YbF_3$ NPs) توسط CV در گستره pH a) ۵ b) ۴ ، c) ۳، d) ۲، e) ۱ (غلظت $۱/۴\times۱۰^{-۴}$ مولار و سرعت روبش ۲۰mV/s) ۶۰

۳-۱۹- ولتامو گرام های چرخه ای آسکوربیک اسید، دوپامین واوریک اسید در محدودهٔ غلظت $۶/۰\times۱۰^{-۶}$-$۴/۰\times۱۰^{-۴}$ ، $۵/۶\times۱۰^{-۶}$ - $۲/۰\times۱۰^{-۴}$ ، $۶/۴\times۱۰^{-۶}$ - $۸/۰\times۱۰^{-۴}$ مولار در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با ($CNT- YbF_3$ NPs) تحت شرایط بهینه pH =۵ و سرعت روبش ۲۰mV/s ۶۱

۳-۲۰- CV های مخلوط شامل آسکوربیک اسید، دوپامین و اوریک اسید با غلظتهای مختلف در بافر با pH=۵ در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با $CNT- YbF_3$ NPs با سرعت روبش ۲۰mV/s با غلظت های DA ($۲/۰\times۱۰^{-۴}$) و UA ($۲/۰\times۱۰^{-۴}$) و AA ($۶/۰\times۱۰^{-۵}$، $۱/۰\times۱۰^{-۴}$، $۱/۲\times۱۰^{-۴}$، $۱/۴\times۱۰^{-۴}$، $۱/۶\times۱۰^{-۴}$، $۱/۸\times۱۰^{-۴}$، $۲/۰\times۱۰^{-۴}$) مولار ۶۴

۳-۲۱- CV های مخلوط شامل آسکوربیک اسید، دوپامین و اوریک اسید با غلظتهای مختلف در بافر با pH=۵ در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با سرعت روبش AA۲۰mV/s با غلظت های ($۲/۰\times۱۰^{-۴}$) و UA ($۲/۰\times۱۰^{-۴}$) و DA ($۶/۰\times۱۰^{-۵}$،$۴/۰\times۱۰^{-۵}$، $۸/۰\times۱۰^{-۵}$، $۱/۰\times۱۰^{-۴}$، $۱/۲\times۱۰^{-۴}$، $۱/۴\times۱۰^{-۴}$، $۱/۶\times۱۰^{-۴}$،$۱/۸\times۱۰^{-۴}$، $۲/۰\times۱۰^{-۴}$) مولار ۶۵

۳-۲۲- CV های مخلوط شامل آسکوربیک اسید، دوپامین و اوریک اسید با غلظتهای مختلف در بافر با pH=۵ در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با $CNT- YbF_3$ NPs با سرعت روبش ۲۰mv/s با غلظت های DA ($۲/۰\times۱۰^{-۴}$) و AA ($۲/۰\times۱۰^{-۴}$) و UA (۶۶

$۴/۰\times۱۰^{-۵}$، $۶/۰\times۱۰^{-۵}$، $۸/۰\times۱۰^{-۴}$، $۱/۰\times۱۰^{-۴}$، $۱/۲\times۱۰^{-۴}$، $۱/۴\times۱۰^{-۴}$، $۱/۶\times۱۰^{-۴}$، $۱/۸\times۱۰^{-۴}$، $۲/۰\times۱۰^{-۴}$) مولار

فهرست نمودارها

عنوان نمودار **صفحه**

نمودار۳-۱- a) منحنی تغییرات شدت جریان و پتانسیل پیک آندی AA برحسب pH با غلظت AA $۳/۶\times۱۰^{-۴}$ در pHهای مختلفی از ۱تا ۵در سطح الکترود اصلاح شده با ($CNT- YbF_3$ NPs)با سرعت روبش ۲۰mV/s ۳۷

نمودار۳-۲- وابستگی تغییرات جریان پیک آندی آسکوربیک اسید به جذر سرعت روبش در سطح الکترود اصلاح شده ($CNT- YbF_3$ NPs) با سرعت روبش با غلظت $۳/۶\times۱۰^{-۴}$ مولار در گستره سرعتهای روبش ۲۰mV/s تا۲۰۰ ۳۹

نمودار۳-۳- وابستگی پتانسیل اکسیداسیون آسکوربیک اسید به سرعت روبش در سطح الکترود اصلاح شده ($CNT- YbF_3$ NPs) با غلظت$۳/۶\times۱۰^{-۴}$ مولار در گستره سرعتهای ۴۰

روبش ۲۰mV/s تا۲۰۰

نمودار ۳-۴- منحنی تغییرات جریان آندی و پتانسیل آندی دوپامین، بر حسب pH با غلظت DA $۳/۶\times۱۰^{-۴}$مولار در pHهای مختلفی از ۱تا ۵ در سطح الکترود اصلاح شده با (YbF_3 NPs -CNT) سرعت روبش ۲۰mV/s ۴۴

نمودار ۳-۵- وابستگی تغییرات جریان پیک آندی وکاتدی DA به جذر سرعت روبش در سطح الکترود اصلاح شده (YbF_3 NPs -CNT) با غلظت $۳/۶\times۱۰^{-۴}$مولار در گستره سرعتهای روبش ۲۰mV/sتا۴۰۰ ۴۶

نمودار ۳-۶- وابستگی پتانسیل پیک آندی دوپامین به سرعت روبش با غلظت $۳/۶\times۱۰^{-۴}$ مولار در گستره سرعتهای روبش ۲۰mV/sتا۴۰ ۴۶

نمودار ۳-۷- منحنی تغییرات جریان آندی پتانسیل آندی اوریک اسید، بر حسب pH با غلظت UA ۸×۱۰^{-۵} مولار در pH های مختلفی از ۱تا ۵ در سطح الکترود اصلاح شده با (YbF_3 NPs -CNT) با سرعت روبش ۲۰mV/s ۵۰

نمودار ۳-۸- وابستگی تغییرات جریان پیک آندی UA به جذر سرعت روبش در سطح الکترود اصلاح شده (YbF_3 NPs -CNT) با غلظت $۸/۰\times۱۰^{-۵}$مولار در گستره سرعتهای روبش ۲۰ mV/s تا ۲۰۰ ۵۲

نمودار ۳-۹- وابستگی پتانسیل پیک آندی اوریک اسید به سرعت روبش با غلظت $^{-۵}$ $۸/۰\times۱۰$مولار در رنج سرعتهای روبش ۲۰mV/sتا۲۰۰

نمودار ۳-۱۰- منحنی کالیبراسیون مربوط به آسکوربیک اسید در یک مخلوط سه تایی در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با (YbF_3 NPs -CNT) در تعیین همزمان تحت شرایط بهینه pH =۵ و سرعت روبش ۲۰mV/s ۵۲ ۶۲

نمودار ۳-۱۱- منحنی کالیبراسیون مربوط به دوپامین در یک مخلوط سه تایی در سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با (YbF_3 NPs -CNT) در تعیین همزمان تحت شرایط بهینه pH =۵ و سرعت روبش۲۰ mV/s ۶۲

نمودار ۳-۱۲- منحنی کالیبراسیون مربوط به اوریک اسید و در یک مخلوط سه تایی در

سطح الکترود کربن شیشه ای اصلاح شده با (CNT- YbF_3 NPs) در تعیین همزمان
تحت شرایط بهینه pH =۵ و سرعت روبش ۲۰mV/s ۶۳

فصل اول

اندازه گیری همزمان آسکوربیک اسید، دوپامین و اوریک اسید