

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه آزاد اسلامی

دانشکده شیمی

گروه آموزشی شیمی تجزیه

پایان نامه :

ارائه شده به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم جهت اخذ درجه دکتری تخصصی (Ph.D.) در رشته شیمی (گرایش تجزیه)

عنوان:

استفاده از نانو گونه های شیمیایی اصلاح شده با اصلاح کننده های جدید برای اندازه گیری مقادیر کم ترکیبات زیستی و دارویی

استاد راهنما:

پروفسور عباس افخمی

اساتید مشاور:

پروفسور طیبه مدرکیان

دکتر مرتضی بهرام

نگارش:

حامد قاندي

۲۹ بهمن ماه ۱۳۹۱

کلیه امتیازهای این پایان نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب این پایان نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا یا استاد راهنمای پایان نامه و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت. درج آدرس‌های ذیل در کلیه مقالات خارجی و داخلی مستخرج از تمام یا بخشی از مطالب این پایان نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها الزامی می‌باشد.

....., **Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.**

مقالات خارجی

.....، گروه، دانشکده، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

مقالات داخلی



دانشگاه بوعلی سینا

مشخصات رساله/پایان نامه تحصیلی

عنوان:

استفاده از نانو گونه های شیمیایی اصلاح شده با اصلاح کننده های جدید برای اندازه گیری مقادیر کم ترکیبات زیستی و دارویی

نام نویسنده: حامد قائدی

نام استاد/اساتید راهنما: پروفسور عباس افخمی

نام استاد/اساتید مشاور: پروفسور طیبه مدرکیان و دکتر مرتضی بهرام

دانشکده : شیمی

گروه آموزشی: شیمی تجزیه

رشته تحصیلی: شیمی

گرایش تحصیلی: تجزیه

مقطع تحصیلی: دکتری

تاریخ تصویب: ۱۳۸۹/۹/۷

تاریخ دفاع: ۱۳۹۱/۱۱/۲۹

تعداد صفحات: ۲۴۰

چکیده:

در بخش اول این تحقیق با استفاده از یک الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با نانو لوله های کربنی چند دیواره، روشی ساده، ارزان، تکرارپذیر و حساس برای اندازه گیری داروی ریسپریدون ارائه شده است. لازم به ذکر است که بر اساس اطلاعات ما تا زمان انجام این تحقیق، هیچ گزارشی مبنی بر اندازه گیری ریسپریدون با استفاده از الکتروود خمیر کربن ارائه نشده است. نتایج حاصله نشان دهنده توانایی روش در اندازه گیری ریسپریدون در گستره خطی ۰/۴۰-۱۰/۰ میکرو مولار و با حد تشخیص ۰/۰۱۲ میکرو مولار می باشد.

در ادامه این پایان نامه، با استفاده از نانولوله کربنی و یک مایع یونی مقاوم در برابر رطوبت و هوا، سعی در بهبود خواص الکترو شیمیایی و مکانیکی الکتروود خمیر کربن برای اندازه گیری همزمان یون های سرب و کادمیوم نموده ایم و همچنین برای افزایش حساسیت و انتخاب گری از یک باز شیف سنتزی جدید به عنوان اصلاح کننده در این تحقیق استفاده شده است. با استفاده از الکتروود پیشنهادی در گستره خطی ۱۲۰۰/۰۰-۱/۰۰ و ۱۱۰۰/۰۰-۰/۴۰ نانوگرم بر میلی لیتر به ترتیب برای یونهای کادمیوم و سرب حاصل گردید و با موفقیت این دو یون در نمونه های مختلف غذایی و آب اندازه گیری گردید.

در بخش سوم تحقیق پیش رو، به ارائه یک الکتروود اصلاح شده با استفاده از یک نانوکامپوزیت جدید سنتزی برای اندازه گیری یون های نیترات و نیتريت در حضور یکدیگر می پردازیم. لازم به ذکر است که اندازه گیری نیترات و نیتريت با اتخاذ یک استراتژی جدید انجام گرفت که به طور خلاصه شامل دو مرحله می باشد. در مرحله اول مقدار نیتريت به طور مستقیم با اکسید کردن این گونه در سطح الکتروود اصلاح شده اندازه گیری شده و در مرحله دوم ابتدا نیترات بر روی سطح الکتروود احیا شده و به نیتريت تبدیل می گردد و سپس مجموع غلظت نیترات و نیتريت اندازه

گیری می گردد. در نهایت با کم کردن غلظت نیتريت به دست آمده از مرحله اول از مجموع غلظت نیتريت و نیتريت حاصله از مرحله دوم مقدار غلظت نیتريت نیز تعیین می گردد. لازم به ذکر است که الکترو د پیشنهادی در گستره غلظتی ۷/۵۰-۰/۰۵ و ۹۰/۱۰-۶/۳۰ میلی گرم بر لیتر به ترتیب برای یون های نیتريت و نیتريت خطی می باشد.

در بخش بعدی پایان نامه، با استفاده از نانو ذرات اکسید روی و نانو لوله های کربنی به عنوان اصلاح گر و همچنین استفاده از یک مایع یونی برای ساخت خمیر کربن به جای پارافین، یک الکترو د بسیار حساس با قدرت انتخابگری بالا و حد تشخیص بسیار خوب برای اندازه گیری داروی سیتالوپرام در مایعات زیستی و محصولات دارویی، ساخته و مورد استفاده قرار گردید. لازم به ذکر است که بر اساس جستجو در منابع، این اولین گزارش در باره ی بررسی رفتار و اندازه گیری الکتروشیمیایی سیتالوپرام بر روی سطح الکترو د خمیر کربن اصلاح شده می باشد. گستره خطی بودن روش پیشنهادی ۱/۵۴-۰/۰۱۲ میکرو مولار می باشد.

در ادامه این تحقیق سعی بر ارائه یک روش بسیار انتخابگر و حساس برای اندازه گیری ترامادول در نمونه های حقیقی، شده است. به طور خلاصه در این تحقیق ابتدا یک نانو پلیمر قالب مولکولی جدید برای ترامادول سنتز شده و سپس با استفاده از این نانو پلیمرها و همچنین نانولوله های کربنی یک الکترو د خمیر کربن اصلاح شده طراحی و برای اندازه گیری ترامادول در نمونه ادرار انسان سالم و معتاد به ترامادول استفاده گردید. حد تشخیص به دست آمده برای این روش برابر با ۰/۰۰۴ میکرو مولار می باشد.

در بخش ۶ از فصل سوم این پایان نامه، ارائه یک روش الکتروشیمیایی بر پایه الکترو د کربن شیشه ای اصلاح شده با نانو لوله های کربنی مد نظر می باشد. نانو لوله های کربنی همانگونه که در بخش های قبلی نیز اشاره گردید دارای خواص ویژه ای می باشد که این نانو گونه ها را برای استفاده به عنوان اصلاحگر در تهیه الکترو د های اصلاح شده کاندیدای بسیار مناسبی کرده است. از جمله خصوصیات مهم می توان به، خواص مکانیکی بسیار بالا، پایداری گرمایی و شیمیایی بسیار مناسب، رسانایی بالا و خواص الکتریکی خوب اشاره کرد. این خصوصیات باعث گردیده امروزه از این ترکیبات به طور گسترده در تهیه الکترو د های اصلاح شده استفاده گردد. بر اساس تحقیقات و جستجو در منابع مشخص گردید که تا لحظه نوشتن این رساله هیچگونه گزارشی دال بر اندازه گیری الکتروشیمیایی و بررسی رفتار اکسید شدن اکسی متالون صورت نگرفته است. با استفاده از روش پیشنهادی با موفقیت این دارو در نمونه های زیتس و دارویی مورد اندازه گیری قرار گرفت و گستره خطی حاصل از این روش ۲/۰۰ تا ۹۰/۰۰ نانو گرم در میلی لیتر حاصل گردید.

در نهایت در بخش آخر این پایان نامه، با استفاده از یک نانو پلیمر قالب مولکولی سنتزی جدید، یک روش بسیار انتخابگر و حساس برای اندازه گیری ناپروکسن در نمونه های حقیقی، ارائه شده است. در مرحله اول نانو پلیمر قالب مولکولی سنتزی را بر روی سطح نانو لوله های کربنی مغناطیسی شده تهیه می کنیم. سپس از این نانو پلیمر سنتزی جدید به عنوان یک اصلاح گر موثر در ساخت الکترو د خمیر کربن اصلاح شده استفاده می کنیم. محدوده خطی بودن روش پیشنهادی برای اندازه گیری ناپروکسن در بازه غلظتی ۲۰/۰۰-۰/۲۰ میکرو گرم بر لیتر حاصل گردید.

واژه های کلیدی: ولتامتری چرخه ای، ریسپریدون، اکسی متالون، ترامادول، ناپروکسن، سیتالوپرام، نیتريت و نیتريت، سرب و کادمیوم، پلیمر قالب مولکولی، نانولوله های کربنی، مایعات یونی، ولتامتری موج مربعی، ولتامتری پالس تفاضلی

فصل اول: مقدمه و تئوری

۱-۱-مقدمه.....	۳
۲-۱- نانو تکنولوژی	۴
۱-۲-۱- نانو لوله‌های کربنی	۵
۱-۲-۱- الف- ساختار نانولوله‌های کربنی	۶
۲-۲-۱- کاربرد نانولوله‌های کربنی در الکتروشمی	۸
۳-۲-۱- آماده سازی نانولوله‌های کربنی جهت استفاده در حسگرها.....	۱۰
۴-۲-۱- نانوذرات مغناطیسی	۱۰
۵-۲-۱- پایدار کردن نانو ذرات مغناطیسی	۱۲
۶-۲-۱- نانو پلیمر قالب مولکولی	۱۴
۱-۶-۲-۱- قالب زنی مولکولی	۱۴
۲-۶-۲-۱- مراحل طراحی و ساخت پلیمر قالب مولکولی	۱۵
۲-۶-۲-۱- الف- انتخاب آنالیت هدف	۱۵
۲-۶-۲-۱- ب- مونومر عاملی	۱۵
۲-۶-۲-۱- ج- شبکه ساز	۱۶
۲-۶-۲-۱- د- حلال	۱۷
۲-۶-۲-۱- ه- آغاز کننده ها	۱۷
۳-۶-۲-۱- انواع روشهای سنتز MIP	۱۸
الف) روش خود تجمعی	۱۸
ب) روش پیش آرایشی	۱۸
۳-۱- مایعات یونی	۱۹
۱-۳-۱- خواص مایعات یونی	۲۰
۲-۳-۱- کاربرد مایعات یونی	۲۰
۱-۲-۳-۱- کاربرد مایعات یونی در الکتروشمی	۲۱

- ۲۲ ۴-۱- روشهای بررسی سطح.....
- ۲۲ ۵-۱- فرایندهای الکتروشیمیایی
- ۲۳ ۶-۱- نگرشی سینتیکی به سیستمهای الکتروشیمیایی.....
- ۲۳ ۱-۶-۱- سیستم های برگشت پذیر
- ۲۵ ۲-۶-۱- سیستمهای برگشت ناپذیر و شبه برگشت پذیر
- ۲۷ ۷-۱- الکترودهای کار
- ۲۸ ۱-۷-۱- الکترودهای جیوه یا ملقمه
- ۲۹ ۲-۷-۱- الکترودهای جامد (غیر کربنی).....
- ۲۹ ۳-۷-۱- الکترودهای کربن.....
- ۳۰ ۳-۷-۱- الف- الکترودهای کربن شیشه‌ای
- ۳۱ ۳-۷-۱- ب- الکترودهای الیاف کربنی
- ۳۱ ۳-۷-۱- ج- الکترودهای خمیر کربن
- ۳۲ ۴-۷-۱- الکترودهای اصلاح شده شیمیایی.....
- ۳۳ ۸-۱- ترکیبات و گونه های مورد مطالعه در این رساله.....
- ۳۳ ۱-۸-۱- سرب و کادمیوم
- ۳۳ ۲-۱-۸-۱- منابع فلزات سنگین
- ۳۴ ۳-۱-۸-۱- نقش فلزات سنگین بر سلامتی انسان
- ۳۵ ۲-۸-۱- ریسپریدون
- ۳۶ ۳-۸-۱- نیترات و نیتريت
- ۳۷ ۴-۸-۱- سیتالوپرام.....
- ۳۸ ۵-۸-۱- ترامادول
- ۳۹ ۶-۸-۱- اکسی متالون.....
- ۴۰ ۷-۸-۱- ناپروکسن.....
- ۴۱ ۹-۱- مروری بر کارهای انجام شده.....
- ۴۱ ۱-۹-۱- کادمیوم و سرب

۴۲	..... ۱-۹-۲- ریسپریدون
۴۳	..... ۱-۹-۳- نیترات و نیتريت
۴۴	..... ۱-۹-۴- ترامادول
۴۵	..... ۱-۹-۵- سيتالوپرام
۴۵	..... ۱-۹-۶- اكسى متالون
۴۵	..... ۱-۹-۷- ناپروكسن

فصل دوم: بخش تجربی

۴۹	..... ۲-۱- مواد شیمیایی
۵۰	..... ۲-۲- دستگاه های مورد استفاده
۵۲	..... ۲-۳- فعالسازی نانو لوله های کربنی
۵۲	..... ۲-۴- آماده سازی نمونه های حقیقی
۵۲	..... ۲-۴-۱- لزوم آماده سازی نمونه های حقیقی
۵۳	..... ۲-۴-۲- آماده سازی نمونه های آبی
۵۳	..... ۲-۴-۳- نمونه ادرار و سرم انسانی
۵۴	..... ۲-۴-۴- آماده سازی نمونه های غذایی
۵۵	..... ۲-۴-۵- آماده سازی نمونه تنباکو
۵۵	..... ۲-۴-۶- نمونه ی ماهی و میگو
۵۶	..... ۲-۴-۷- نمونه موی سر
۵۶	..... ۲-۵- بررسی های اسپکتروفتومتری یون های مختلف با بازهای شیف

فصل سوم: نتایج و بحث

- ۱-۳- الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با نانو لوله های کربنی چند دیواره به عنوان یک سنسور ساده، ارزان و بسیار گزینشگر برای اندازه گیری الکتروشیمیایی ریسپریدون ۶۱
- ۱-۱-۳- مقدمه ۶۱
- ۲-۱-۳- آماده سازی الکتروود خمیر کربن ۶۲
- ۳-۱-۳- اندازه گیری ولتامتری ۶۲
- ۴-۱-۳- بهینه سازی پارامترهای موثر در اندازه گیری ریسپریدون ۶۳
- ۴-۱-۳- الف- بررسی رفتار اصلاحگر ۶۳
- ۴-۱-۳- ب- بررسی تأثیر درصد اصلاحگر بر پاسخ الکتروشیمیایی ۶۶
- ۴-۱-۳- ج- بهینه سازی pH ۶۷
- ۴-۱-۳- د- بررسی تأثیر سرعت روبش پتانسیل ۶۸
- ۴-۱-۳- ه- بهینه سازی سایر پارامترهای دستگاهی ۶۸
- ۵-۱-۳- منحنی تنظیم ۶۹
- ۶-۱-۳- دقت و حد تشخیص ۶۹
- ۷-۱-۳- تجزیه نمونه های حقیقی ۷۰
- ۸-۱-۳- بررسی طول عمر الکتروود اصلاح شده ۷۲
- ۹-۱-۳- نتیجه گیری ۷۳
- ۲-۳- اندازه گیری الکتروشیمیایی بسیار حساس و هم زمان مقادیر ناچیز یون های سرب و کادمیم با استفاده از الکتروود خمیر نانولوله کربنی اصلاح شده با یک باز شیف سنتزی جدید ۷۵
- ۱-۲-۳- مقدمه: ۷۵
- ۲-۲-۳- تهیه الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با نانولوله ی کربنی اصلاح شده باز شیف ۷۶
- ۳-۲-۳- بررسی های کمپلکس شدن باز شیف با برخی از یون های فلزی ۷۷
- ۴-۲-۳- بررسی رفتار الکتروشیمیایی الکتروود های مختلف ۷۸
- ۵-۲-۳- بهینه سازی پارامترهای موثر بر پاسخ الکترو شیمیایی الکتروود اصلاح شده ۸۴

- ۳-۲-۵-۱- بهینه سازی ترکیب درصد الکتروود خمیر کربن اصلاح شده..... ۸۵
- ۳-۲-۵-۲- بررسی اثر pH..... ۸۵
- ۳-۲-۵-۳- بررسی اثر پتانسیل جمع آوری (انباشت کردن)..... ۸۷
- ۳-۲-۵-۴- بررسی اثر زمان اعمال پتانسیل جمع آوری..... ۸۸
- ۳-۲-۵-۵- بهینه کردن پارامترهای دستگاهی ولتامتری موج مربع..... ۸۹
- ۳-۲-۶- اندازه گیری همزمان یون های کادمیوم و سرب..... ۹۰
- ۳-۲-۷- منحنی تنظیم و پارامتر های تجزیه ای..... ۹۱
- ۳-۲-۷- تکرارپذیری و تکثیرپذیری الکتروود..... ۹۱
- ۳-۲-۸- بررسی اثر مزاحمت ها..... ۹۳
- ۳-۲-۹- اندازه گیری یون های کادمیوم و مس به صورت همزمان در نمونه های حقیقی..... ۹۴
- ۳-۲-۱۰- نتیجه گیری..... ۹۵
- ۳-۳- ساخت الکتروود خمیر کربن اصلاح شده بر پایه ی یک نانوکامپوزیت جدید برای اندازه گیری انتخابی یون های نیتريت و نیترات..... ۱۰۰
- ۳-۳-۱- مقدمه..... ۱۰۰
- ۳-۳-۲- سنتز و شناسایی نانوکامپوزیت..... ۱۰۲
- ۳-۳-۲-الف- سنتز ذرات نانو ساختار مگنتایت پوشش داده شده با سیلیکا (SCMNPs)..... ۱۰۲
- ۳-۳-۲-ب- اصلاح کردن مگنتایت پوشش داده شده با سیلیکا توسط لیگاند سنتزی باز شیف (L-SCMNPs)..... ۱۰۳
- ۳-۳-۲-ج- شناسایی نانوکامپوزیت (L-SCMNPs) سنتز شده..... ۱۰۳
- ۳-۳-۳- تهیه ی الکتروود خمیر کربن اصلاح شده..... ۱۰۵
- ۳-۳-۴- مطالعات اولیه الکترو شیمیایی..... ۱۰۷
- ۳-۳-۵- بهینه سازی ترکیب درصد الکتروود کار..... ۱۱۰
- ۳-۳-۶- بررسی اثر pH..... ۱۱۴
- ۳-۳-۷- بررسی اثر سرعت روبش و سایر پارامتر های دستگاهی..... ۱۱۵
- ۳-۳-۸- رسم منحنی تنظیم و محاسبه پارامتر های تجزیه ای..... ۱۱۶

- ۱۲۲ ۳-۳-۹- بررسی اثر مزاحمت ها.....
- ۱۲۲ ۳-۳-۱۰- اندازه گیری یون های نیترا و نیتريت در نمونه های حقیقی.....
- ۱۲۳ ۳-۳-۱۱- اندازه گیری یون های نیترا و نیتريت با روش طیف سنجی نوری.....
- ۱۲۳ ۳-۳-۱۲- نتیجه گیری.....
- ۳-۳-۴- الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با نانو ذرات اکسید روی و نانولوله های کربنی چند دیواره برای اندازه گیری الکتروشیمیایی سیتالوپرام..... ۱۲۶.....
- ۳-۴-۱- مقدمه..... ۱۲۶.....
- ۳-۴-۲- ساخت الکتروود خمیر کربن اصلاح شده..... ۱۲۷.....
- ۳-۴-۳- روش اندازه گیری..... ۱۲۸.....
- ۳-۴-۴- بررسی خصوصیات الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با نانو ذرات اکسید روی و نانو لوله کربنی (ZnO-MWCNT/CPE_{IL})..... ۱۲۸.....
- ۳-۴-۵- بررسی های اولیه رفتار الکتروشیمیایی سیتالوپرام..... ۱۳۱.....
- ۳-۴-۶- بهینه سازی ترکیب درصد الکتروود اصلاح شده..... ۱۳۲.....
- ۳-۴-۷- بهینه سازی pH..... ۱۳۴.....
- ۳-۴-۸- بررسی اثر پتانسیل و زمان جمع آوری..... ۱۳۶.....
- ۳-۴-۹- بهینه سازی پارامترهای دستگاهی..... ۱۳۷.....
- ۳-۴-۱۰- بررسی خصوصیات تجزیه ای روش..... ۱۳۸.....
- ۳-۴-۱۱- بررسی اثرات مزاحمت..... ۱۴۰.....
- ۳-۴-۱۲- تجزیه نمونه حقیقی..... ۱۴۰.....
- ۳-۴-۱۳- نتیجه گیری..... ۱۴۲.....
- ۳-۵-۵- ساخت یک الکتروود اصلاح شده برای اندازه گیری ترامادول در نمونه ادرار انسان سالم و معتاد بر پایه ی یک نانو-پلیمر قالب مولکولی..... ۱۴۳.....
- ۳-۵-۱- مقدمه..... ۱۴۴.....
- ۳-۵-۲- سنتز نانو پلیمر قالب مولکولی (nano-MIP)..... ۱۴۵.....
- ۳-۵-۳- شناسایی و بررسی خصوصیات نانو پلیمر قالب مولکولی سنتز شده..... ۱۴۷.....

- ۱۵۰ nano-MIP pH نقطه صفر ۴-۵-۳- تعیین
- ۱۵۱ ۵-۵-۳- آماده سازی اکتروود اصلاح شده خمیر کربن
- ۱۵۲ nano-MIP ۶-۵-۳- بررسی خصوصیات الکتروشیمیایی اکتروود خمیر کربن اصلاح شده با
- ۱۵۶ ۷-۵-۳- بررسی رفتار الکتروشیمیایی ترامادول بر روی سطح الکترودهای مختلف
- ۱۵۹ ۸-۵-۳- بهینه سازی ترکیب درصد الکتروود
- ۱۶۰ ۹-۵-۳- بررسی اثر pH
- ۱۶۳ ۱۰-۵-۳- بررسی اثر پتانسیل و زمان جمع آوری
- ۱۶۴ ۱۱-۵-۳- بهینه سازی پارامترهای دستگاهی
- ۱۶۵ ۱۲-۵-۳- بررسی خصوصیات تجزیه ای روش
- ۱۶۷ ۱۳-۵-۳- بررسی اثر مزاحمت ها
- ۱۶۹ ۱۴-۵-۳- اندازه گیری ترامادول در نمونه های حقیقی
- ۱۶۹ ۱۵-۵-۳- نتیجه گیری
- ۶-۳- اکسیداسیون و اندازه گیری الکتروشیمیایی اکسی متالون در حضور مستانولون بر روی سطح الکتروود کربن شیشه ای اصلاح شده با نانو لوله های کربنی چند دیواره ۱۷۲
- ۱۷۲ ۱-۶-۳- مقدمه
- ۱۷۳ ۲-۶-۳- آماده سازی الکتروود اصلاح شده کربن شیشه ای
- ۱۷۴ ۳-۶-۳- شرایط و روش اندازه گیری های ولتامتری
- ۱۷۵ ۴-۶-۳- بررسی خصوصیات الکتروشیمیایی الکترو اصلاح شده MWCNT/GCE
- ۱۷۸ ۵-۶-۳- بررسی رفتار الکتروشیمیایی اکسی متالون
- ۱۸۰ ۶-۶-۳- بررسی اثر سرعت روبش
- ۱۸۴ ۷-۶-۳- بررسی اثر پتانسیل و زمان جمع آوری
- ۱۸۵ ۸-۶-۳- بهینه سازی مقدار اصلاحگر
- ۱۸۶ ۹-۶-۳- بررسی اثر pH
- ۱۸۸ ۱۰-۶-۳- ارائه مکانیسم پیشنهادی
- ۱۹۰ ۱۱-۶-۳- بهینه سازی پارامترهای دستگاهی

- ۱۹۱ ۳-۶-۱۲- بررسی خصوصیات تجزیه ای روش
- ۱۹۲ ۳-۶-۱۳- بررسی اثر مزاحمت ها
- ۱۹۳ ۳-۶-۱۴- اندازه گیری اکسی متالون در نمونه های حقیقی
- ۱۹۴ ۳-۶-۱۶- نتیجه گیری
- ۳-۷-۷- اندازه گیری ناپروکسن در نمونه های زیستی و دارویی با استفاده از یک حسگر الکترو شیمیایی اصلاح شده با نانو پلیمر قالب مولکولی ۱۹۶
- ۳-۷-۱- مقدمه ۱۹۶
- ۳-۷-۲- سنتز نانو پلیمر قالب مولکولی (nano-MIP) ۱۹۶
- ۳-۷-۳- شناسایی و بررسی خصوصیات نانو پلیمر قالب مولکولی سنتز شده ۱۹۸
- ۳-۷-۴- آماده سازی الکتروود اصلاح شده خمیر کربن ۲۰۱
- ۳-۷-۵- بررسی رفتار الکتروشیمیایی ترامادول بر روی سطح الکتروودهای مختلف ۲۰۲
- ۳-۷-۶- بهینه سازی ترکیب درصد الکتروود ۲۰۴
- ۳-۷-۷- بررسی اثر pH ۲۰۶
- ۳-۷-۸- بررسی اثر پتانسیل و زمان جمع آوری ۲۰۹
- ۳-۷-۹- بهینه سازی پارامترهای دستگاهی ۲۱۱
- ۳-۷-۱۰- بررسی خصوصیات تجزیه ای روش ۲۱۱
- ۳-۷-۱۱- اندازه گیری ناپروکسن در نمونه های حقیقی ۲۱۳
- ۳-۷-۱۲- نتیجه گیری ۲۱۳

فهرست شکل ها

شکل (۱-۱) انواع نانولوله های کربنی: الف) تک دیواره، ب) چند دیواره ۷

- شکل (۲-۱) انواع ساختارهای نانولوله های کربنی براساس پیچیده شدن صفحات گرافن..... ۷
- شکل (۳-۱) ولتاموگرام چرخه ای الکتروکد خمیر کربن در بافر تنها (۱)، و در حضور اکسیژن حل شده (۳). ولتاموگرام های (۲) و (۴) مشابه (۱) و (۳) در سطح الکتروکد خمیر کربن اصلاح شده با نانولوله های کربن ۸.
- شکل (۴-۱) شمایی از صفحات الکتروکد گرافیتی و نانولوله ها. ولتاموگرام های الحاق شده متعلق به هگزاسیانو فرات بروی الکتروکد ها می باشند..... ۹
- شکل (۵- ۱) هدایت نانوذرات حامل دارو به بافت مورد نظر به کمک میدان مغناطیسی خارجی..... ۱۲
- شکل (۶-۱) پوشش پلیمری و ماده ی فعال در سطح نانو ذرات آهن ۱۳
- شکل (۵-۱) شمایی از کاتیون های معمول مورد استفاده در مایعات یونی..... ۲۰
- شکل (۸-۱) مدل مرز مشترک الکتروکد-محلول..... ۲۳
- شکل (۱۴-۱) ساختار شیمیایی داروی ریسپریدون..... ۳۶
- شکل (۱۵-۱) ساختار شیمیایی داروی سیتالوپرام..... ۳۸
- شکل (۱۶-۱) ساختار شیمیایی داروی ترامادول..... ۳۹
- شکل (۱۷-۱) ساختار شیمیایی داروی اکسی متالون..... ۴۰
- شکل (۱۸-۱) ساختار شیمیایی داروی ناپروکسن..... ۴۰
- شکل (۱-۳) ولتاموگرام چرخه‌های: (a) الکتروکد خمیر کربن اصلاح شده در محلول شاهد (b) الکتروکد خمیر کربن ساده در حضور غلظت ۵/۰ میکرو مولار ریسپریدون، (c) الکتروکد خمیر نانولوله‌ی کربنی حضور غلظت ۵/۰ میکرو مولار ریسپریدون ، سرعت روبش ۱۰۰/۰ میلی ولت بر ثانیه نسبت به الکتروکد مرجع نقره/نقره کلرید و بافر بریتون-رابینسون با pH= ۸/۰..... ۶۴
- شکل (۲-۳) ولتاموگرام پالس تفاضلی: الکتروکد خمیر کربن ساده در حضور غلظت ۵/۰ میکرو مولار ریسپریدون (نقطه چین) و الکتروکد خمیر کربن اصلاح شده با نانولوله ی کربنی در حضور غلظت ۵/۰ میکرو مولار ریسپریدون (خط کامل)، بافر بریتون-رابینسون با pH= ۸/۰..... ۶۵
- شکل (۳-۳) تصاویر SEM؛ (A) خمیر کربن ساده و (B) خمیر کربن اصلاح شده با نانولوله-ی کربنی.. ۶۵
- شکل (۴-۳) بررسی تأثیر درصد اصلاحگر بر شدت جریان حاصل از احیای الکترو شیمیایی ۵/۰ میکرو مولار ریسپریدون با روش ولتامتری پالس تفاضلی، در بافر بریتون-رابینسون با pH=۸/۰ ، ارتفاع پالس: ۸۰ میلی ولت، زمان پالس: ۹۰ میلی ثانیه و زمان جمع آوری: ۱۵۰ ثانیه..... ۶۶

- شکل (۳-۵) بررسی pH بر شدت جریان حاصل از احیای الکترو شیمیایی ۵/۰ میکرو مولار ریسپریدون با روش ولتامتری پالس تفاضلی، در بافر بریتون-رایبسون، ارتفاع پالس: ۸۰ میلی ولت، زمان پالس: ۹۰ میلی ثانیه و زمان جمع آوری: ۱۵۰ ثانیه ۶۷
- شکل (۳-۶) نمودار تغییرات شدت جریان پیک کاتدی نسبت به مجذور سرعت روبش ۶۸
- شکل (۳-۷) منحنی تنظیم در ناحیه غلظتی ۰/۰۴ تا ۱۰/۰ میکرو مولار ریسپریدون در شرایط بافر بریتون-رایبسون با pH=۸/۰ و شرایط بهینه جدول ۱-۳ ۷۰
- شکل (۳-۸) اثر گذشت زمان بر حد تشخیص الکتروود پیشنهادی برای اندازه گیری ریسپریدون در شرایط بهینه ۷۳
- شکل (۳-۹) طیف های ماوراء بنفش - مرئی حاصل از تیتراسیون لیگاند با نسبت های مولی مختلف با یون های (A) سرب (II)، (B) کادمیوم (II)، (C) نمودار جذب- نسبت مولی مربوطه در طول موج ماگزیمم ۳۷۰ نانومتر مربوط به بر همکنش کادمیوم با باز شیف و (D) نمودار برازش کامپیوتری جذب- نسبت مولی حاصل از برنامه Kinfilt در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و در حلال اتانول (جهت پیکان نشان دهنده تغییرات جذبی در طیف لیگاند با افزایش یون های فلزی می باشد)..... ۷۸
- شکل (۳-۱۰) ولتاموگرام های چرخه ای محلول یک میلی مولار یون $Fe(CN)_6^{3-}$ بر روی سطح الکتروود های مختلف در محلول ۰/۱ مولار پتاسیم کلرید؛ سرعت روبش: ۸۰ میلی ولت بر ثانیه..... ۸۰
- شکل (۳-۱۱) منحنی نایکوئیست الکتروود های (a) CPE، (b) CPE_{IL} و (c) $MWCNT/CPE_{IL}$ در محلول یک میلی مولار فری سیانید و ۰/۱۰ پتاسیم کلرید..... ۸۱
- شکل (۳-۱۲) (a) ولتاموگرام موج مربعی الکتروود CPE، (b) ولتاموگرام موج مربعی الکتروود CPE_{IL} ، (c) ولتاموگرام موج مربعی الکتروود $MWCNT/CPE_{IL}$ ، (d) ولتاموگرام موج مربعی الکتروود $MWCNT/CPE_{IL}$ و (e) ولتاموگرام موج مربعی الکتروود $L-MWCNT/CPE_{IL}$ در محلول ۴۰۰ نانو گرم بر میلی لیتر یون سرب (II) و ۵۰۰ نانو گرم بر میلی لیتر یون کادمیوم (II)، شرایط: pH=۳/۵۰، پتانسیل جمع آوری ۱/۱۰- ولت نسبت به الکتروود مرجع نقره/نقره کلرید، زمان اعمال پتانسیل جمع آوری ۱۹۰ ثانیه، فرکانس موج مربعی ۴۰ هرتز، دامنه پالس ۶۵ میلی ولت..... ۸۴
- شکل (۳-۱۳) اثر مقدار باز شیف و نانوله کربنی بر روی پاسخ الکتروشیمیایی الکتروود خمیر کربن اصلاح شده برای محلول ۵۰۰ نانو گرم بر میلی لیتر کادمیوم و ۳۰۰ نانو گرم بر میلی لیتر سرب، شرایط: pH=۳/۵۰، پتانسیل جمع آوری ۱/۱۰- ولت نسبت به الکتروود مرجع نقره/نقره کلرید، زمان اعمال پتانسیل جمع آوری ۱۹۰ ثانیه، فرکانس موج مربعی ۴۰ هرتز، دامنه پالس ۶۵ میلی ولت..... ۸۶

شکل (۳-۱۴) اثر pH محلول بافر بر روی جریان پیک آندی مربوط به محلول ۴۵۰ نانوگرم بر میلی لیتر یون های (a) کادمیوم و (b) سرب، شرایط: پتانسیل جمع آوری ۱/۱۰- ولت نسبت به الکترودم مرجع نقره/نقره کلرید، زمان اعمال پتانسیل جمع آوری ۱۹۰ ثانیه، فرکانس موج مربعی ۴۰ هرتز، دامنه پالس ۶۵ میلی ولت. ۸۷.....

شکل (۳-۱۵) اثر پتانسیل جمع آوری بر روی جریان پیک آندی مربوط به محلول ۴۵۰ نانوگرم بر میلی لیتر یون های (a) کادمیوم و (b) سرب، شرایط: pH=۳/۵۰، زمان اعمال پتانسیل جمع آوری ۱۹۰ ثانیه، فرکانس موج مربعی ۴۰ هرتز، دامنه پالس ۶۵ میلی ولت. ۸۸.....

شکل (۳-۱۶) اثر پتانسیل جمع آوری بر روی جریان پیک آندی مربوط به محلول ۴۵۰ نانوگرم بر میلی لیتر یون های (a) کادمیوم و (b) سرب، شرایط: pH=۳/۵۰، پتانسیل جمع آوری ۱/۱۰- ولت نسبت به الکترودم مرجع نقره/نقره کلرید، فرکانس موج مربعی ۴۰ هرتز، دامنه پالس ۶۵ میلی ولت. ۸۹.....

شکل (۳-۱۷) ولتاموگرام های موج مربعی جریان سازی مربوط به الکترودم L-MWCNT/CPE_{IL} در محلول های با غلظت متفاوت سرب در حضور ۱۰۰۰ نانو گرم بر میلی لیتر کادمیوم (A) و محلول هایی با غلظت متفاوت کادمیوم در حضور ۲۵۰ نانو گرم بر میلی لیتر سرب (B)، شرایط: pH=۳/۵۰، پتانسیل جمع آوری ۱/۱۰- ولت نسبت به الکترودم مرجع نقره/نقره کلرید، زمان اعمال پتانسیل جمع آوری ۱۹۰ ثانیه، فرکانس موج مربعی ۴۰ هرتز، دامنه پالس ۶۵ میلی ولت. ۹۲.....

شکل (۳-۱۸) منحنی تنظیم برای اندازه گیری یون های کادمیوم و سرب، شرایط: pH=۳/۵۰، پتانسیل جمع آوری ۱/۱۰- ولت نسبت به الکترودم مرجع نقره/نقره کلرید، زمان اعمال پتانسیل جمع آوری ۱۹۰ ثانیه، فرکانس موج مربعی ۴۰ هرتز، دامنه پالس ۶۵ میلی ولت. ۹۳.....

شکل (۳-۱۸) تصویر SEM، (a) نانوذرات مگنتایت سنتز شده و (b) نانوذرات مگنتایت پوشش داده شده با سیلیکا اصلاح شده با L (L-SCMNPs)..... ۱۰۴.....

شکل (۳-۱۹) الگوی پراش اشعه X، (a) نانوذرات مگنتایت و (b) نانوذرات مگنتایت پوشش داده شده با سیلیکا اصلاح شده با لیگاند..... ۱۰۶.....

شکل (۳-۲۰) طیف های FT-IR مربوط به (a) نانوذرات مگنتایت، (b) نانوذرات مگنتایت پوشش داده شده با سیلیکا و (c) نانوذرات مگنتایت پوشش داده شده با سیلیکا و اصلاح شده با لیگاند..... ۱۰۷.....

شکل (۳-۲۱) ولتاموگرام های چرخه ای مربوط به (a) الکترودم خمیر کربن اصلاح نشده در محلول یون های نیترات یا نیتريت، (b) الکترودم اصلاح شده در محلول شاهد و (c) الکترودم اصلاح شده در محلول یون های نیترات یا نیتريت، شرایط: غلظت محلول نیتريت ۰/۳ میلی گرم بر لیتر، غلظت محلول نیترات ۶/۰ میلی گرم بر لیتر، بافر بریتون-رابینسون با pH=۴/۰ و سرعت روبش پتانسیل ۱۰۰ میلی ولت بر ثانیه (برای یون نیترات پتانسیل جمع آوری در ۰/۳- ولت نسبت به الکترودم مرجع نقره/نقره کلرید به مدت ۸۰ ثانیه اعمال شد)..... ۱۰۹.....

شکل (۳-۲۲) ولتاموگرام های موج مربعی مربوط به (۱) الکتروود اصلاح شده با SCMNP_s در محلول شاهد، (۲) الکتروود خمیر کربن ساده، (۳) الکتروود اصلاح شده با نانوذرات مگنتایت و (۴) الکتروود اصلاح شده با SCMNP_s در محلول ۰/۳۰ میلی گرم بر لیتر نیتريت يا محلول ۶/۰ میلی گرم بر لیتر نیتريت، شرایط: بافر بریتون-رابینسون با pH=۴/۰، فرکانس موج مربعی ۵۰ هرتز، دامنه پالس ۱۰۰ میلی ولت. (برای یون نیتريت پتانسیل جمع آوری در ۰/۳- ولت نسبت به الکتروود مرجع نقره/نقره کلرید به مدت ۸۰ ثانیه اعمال شد)..... ۱۱۱

شکل (۳-۲۳) اثر درصد اصلاح گر بر روی پاسخ الکترو شیمیایی حاصل از ولتامتری موج مربعی در محلول ۰/۳ میلی گرم بر لیتر نیتريت يا ۶/۰ میلی گرم بر لیتر نیتريت، شرایط: بافر بریتون-رابینسون با pH=۴/۰، فرکانس موج مربعی ۵۰ هرتز، دامنه پالس ۱۰۰ میلی ولت. (برای یون نیتريت پتانسیل جمع آوری در ۰/۳- ولت نسبت به الکتروود مرجع نقره/نقره کلرید به مدت ۸۰ ثانیه اعمال شد)..... ۱۱۲

شکل (۳-۲۴) اثر pH بر روی شدت جریان پیک آندی حاصل از روش ولتامتری موج مربعی برای (a) محلول ۲۰/۰ میلی گرم بر لیتر یون نیتريت و (b) محلول ۰/۶ میلی گرم بر لیتر یون نیتريت، شرایط: فرکانس موج مربعی ۵۰ هرتز، دامنه پالس ۱۰۰ میلی ولت. (برای یون نیتريت پتانسیل جمع آوری در ۰/۳- ولت نسبت به الکتروود مرجع نقره/نقره کلرید به مدت ۸۰ ثانیه اعمال شد)..... ۱۱۵

شکل (۳-۲۵) اثر سرعت روبش بر روی شدت جریان پیک آندی حاصل از روش ولتامتری چرخه ای برای محلول ۰/۳ میلی گرم بر لیتر نیتريت بر روی سطح الکتروود اصلاح شده با نانوکامپوزیت در بافر بریتون-رابینسون با pH=۴/۰..... ۱۱۷

شکل (۳-۲۶) منحنی تنظیم برای اندازه گیری یون نیتريت با استفاده از الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با نانو کامپوزیت L-SCMNP_s، شرایط: بافر بریتون-رابینسون با pH=۴/۰، فرکانس موج مربعی ۵۰ هرتز، دامنه پالس ۱۰۰ میلی ولت..... ۱۱۹

شکل (۳-۲۷) منحنی تنظیم برای اندازه گیری یون نیتريت با استفاده از الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با نانو کامپوزیت L-SCMNP_s، شرایط: بافر بریتون-رابینسون با pH=۴/۰، فرکانس موج مربعی ۵۰ هرتز، دامنه پالس ۱۰۰ میلی ولت، پتانسیل جمع آوری در ۰/۳- ولت نسبت به الکتروود مرجع نقره/نقره کلرید، زمان اعمال پتانسیل جمع آوری ۸۰ ثانیه..... ۱۲۰

شکل (۳-۲۸) منحنی تنظیم برای اندازه گیری یون نیتريت با استفاده از الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با نانو کامپوزیت L-SCMNP_s، شرایط: بافر بریتون-رابینسون با pH=۴/۰، فرکانس موج مربعی ۵۰ هرتز، دامنه پالس ۱۰۰ میلی ولت، پتانسیل جمع آوری در ۰/۳- ولت نسبت به الکتروود مرجع نقره/نقره کلرید، زمان اعمال پتانسیل جمع آوری ۸۰ ثانیه..... ۱۲۱

شکل (۳-۲۹) منحنی های نایکوئیست مربوط به محلول ۱ میلی مولار یون فری سیانید و ۰/۱۰ مولار پتاسیم نیتريت بر روی سطح الکترودهای (a) CPE، (b) CPE_{IL}، (c) MWCNT/CPE_{IL} و (d) ZnO-MWCNT/CPE_{IL} ۱۳۰

شکل (۳-۳۰) تصویر SEM مربوط به الکترودهای ZnO-MWCNT/CPE_{IL} ۱۳۰

شکل (۳-۳۱) ولتاموگرام های چرخه ای مربوط به محلول ۲۰۰ نانو گرم بر میلی لیتر سیتالوپرام بر روی سطح الکترودهای (a) CPE_{IL}، (b) MWCNTs/CPE_{IL} و (c) ZnO-MWCNT/CPE_{IL}، شرایط: بافر بریتون-رابینسون، pH=۵/۰، پتانسیل جمع آوری ۰/۸۰ ولت نسبت به الکترودهای مرجع نقره/نقره کلرید، زمان اعمال پتانسیل جمع آوری ۱۲۰ ثانیه، سرعت روبش ۸۰ میلی ولت بر ثانیه ۱۳۲

شکل (۳-۳۲) اثر مقدار اصلاحگر (A) نانوذرات اکسید روی و (B) نانولوله های کربنی، بر روی شدت جریان پیک آندی محلول ۱۰۰ نانوگرم بر میلی لیتر سیتالوپرام با استفاده از روش ولتامتری موج مربعی، شرایط: بافر بریتون-رابینسون با pH=۵/۰، پتانسیل جمع آوری ۰/۸۰ ولت نسبت به الکترودهای مرجع نقره/نقره کلرید، زمان اعمال پتانسیل جمع آوری ۱۲۰ ثانیه، فرکانس ۶۰ هرتز، دامنه پالس ۵۵ میلی ولت ۱۳۳

شکل (۳-۳۳) تاثیر pH بر روی شدت جریان پیک و پتانسیل پیک آندی مربوط به محلول ۵۰/۰ نانوگرم بر میلی لیتر سیتالوپرام حاصل از روش ولتامتری موج مربعی، شرایط: شرایط: بافر بریتون-رابینسون، پتانسیل جمع آوری ۰/۸۰ ولت نسبت به الکترودهای مرجع نقره/نقره کلرید، زمان اعمال پتانسیل جمع آوری ۱۲۰ ثانیه، فرکانس ۶۰ هرتز، دامنه پالس ۵۵ میلی ولت ۱۳۵

شکل (۳-۳۴) مکانیسم احتمالی مربوط به اکسید شدن سیتالوپرام بر روی سطح الکترودهای اصلاح شده ۱۳۶

شکل (۳-۳۵) اثر پتانسیل و زمان اعمال پتانسیل جمع آوری بر روی شدت جریان پیک آندی محلول ۱۰۰/۰ نانو گرم بر میلی لیتر سیتالوپرام به دست آمده با روش ولتامتری موج مربعی، شرایط: بافر بریتون-رابینسون با pH=۵/۰، پتانسیل جمع آوری ۰/۸۰ ولت نسبت به الکترودهای مرجع نقره/نقره کلرید، فرکانس ۶۰ هرتز، دامنه پالس ۵۵ میلی ولت ۱۳۷

شکل (۳-۳۶) منحنی تنظیم برای اندازه گیری سیتالوپرام با استفاده از الکترودهای خمیر کربن اصلاح شده ZnO-MWCNTs/CPE، شرایط: بافر بریتون-رابینسون با pH=۵/۰، فرکانس موج مربعی ۶۰ هرتز، دامنه پالس ۵۵ میلی ولت، پتانسیل جمع آوری در ۰/۸۰ ولت نسبت به الکترودهای مرجع نقره/نقره کلرید، زمان اعمال پتانسیل جمع آوری ۱۲۰ ثانیه ۱۳۹

شکل ۳-۳۷- سنتز مونومر غیر اشباع آمینو ایمیید ۱۴۶

شکل (۳-۳۸) طیف های FT-IR مربوط به نانوذرات (a) مگنتایت، (b) مگنتایت پوشش داده شده با سلیکا و (c) نانوپلیمر قالب مولکولی ۱۴۸

- شکل (۳-۳۹) (a) الگوی پرتو X و (b) تصویر TEM مربوط به نانو ذرات پلیمر قالب مولکولی..... ۱۴۹
- شکل (۳-۴۰) طرح شماتیک سنتز نانو ذرات پلیمر قالب مولکولی..... ۱۵۰
- شکل (۳-۴۱) تعیین pH نقطه صفر نانوذرات پلیمر قالب مولکولی..... ۱۵۱
- شکل (۳-۴۲) (A) ولتاموگرام های چرخه ای محلول ۱/۰ میلی مولار یون فری سیانید بر روی سطح الکتروود های مختلف در محلول ۱/۰ مولار پتاسیم نیتريت؛ سرعت روبش: ۸۰ میلی ولت بر ثانیه. و (B) منحنی های نایکوئیست مربوط به محلول ۱/۰ میلی مولار یون فری سیانید و ۰/۱۰ مولار پتاسیم نیتريت بر روی سطح الکتروود های (a) CPE، (b) NIP-CPE، (c) MIP-CPE و (d) MIP-MWCNTs/CPE..... ۱۵۵
- شکل (۳-۴۳) (A) ولتاموگرام های چرخه ای مربوط به محلول ۴/۰ میکرو مولار ترامادول بر روی سطح الکتروود های مختلف، شریط: محلول بافر ۷/۰ pH، سرعت روبش ۸۰ میلی ولت در ثانیه، زمان جمع آوری ۹۵ ثانیه بدون اعمال پتانسیل، (B) ولتاموگرام های موج مربعی محلول ۴/۰ میکرومولار ترامادول بر روی سطح الکتروود های (a) CPE، (b) NIP-MWCNT/CPE، (c) MWCNT/CPE و (d) MIP-MWCNT/CPE شریط: محلول بافر ۷/۰ pH، سرعت روبش ۸۰ میلی ولت در ثانیه، زمان جمع آوری ۹۵ ثانیه بدون اعمال پتانسیل، فرکانس ۵۰ هرتز، دامنه پالس ۶۰ میلی ولت..... ۱۵۸
- شکل (۳-۴۴) اثر (A) نانوذرات پلیمر قالب مولکولی شده (nano-MIP) و (B) نانولوله های کربنی بر روی شدت جریان پیک آندی حاصل از ولتامتری موج مربعی، شریط: محلول بافر ۷/۰ pH، سرعت روبش ۸۰ میلی ولت در ثانیه، زمان جمع آوری ۹۵ ثانیه بدون اعمال پتانسیل، فرکانس ۵۰ هرتز، دامنه پالس ۶۰ میلی ولت..... ۱۶۰
- شکل (۳-۴۵) تاثیر pH بر روی شدت جریان پیک و پتانسیل پیک آندی مربوط به محلول ۰/۴۰ نانوگرم بر میلی لیتر ترامادول حاصل از روش ولتامتری موج مربعی، شریط: شریط: بافر بریتون-رابینسون ۷/۰ pH، زمان اعمال مرحله جمع آوری ۹۵ ثانیه بدون اعمال پتانسیل، فرکانس ۵۰ هرتز، دامنه پالس ۶۰ میلی ولت..... ۱۶۱
- شکل (۳-۴۶) مکانسیم پیشنهادی فرایند اکسید شدن ترامادول بر روی سطح الکتروود پیشنهادی..... ۱۶۲
- شکل (۳-۴۷) اثر پتانسیل و زمان اعمال پتانسیل جمع آوری بر روی شدت جریان پیک آندی محلول ۰/۰۵۰ میکرو مولار ترامادول به دست آمده با روش ولتامتری موج مربعی، شریط: بافر بریتون-رابینسون با ۷/۰ pH، فرکانس ۵۰ هرتز، دامنه پالس ۶۰ میلی ولت..... ۱۶۴
- شکل (۳-۴۸) منحنی تنظیم برای اندازه گیری ترامادول با استفاده از الکتروود خمیر کربن اصلاح شده nano-MIP-MWCNTs/CPE، شریط: بافر بریتون-رابینسون با ۷/۰ pH، فرکانس موج مربعی ۵۰ هرتز، دامنه پالس ۶۰ میلی ولت، پتانسیل جمع آوری مدار باز، زمان اعمال پتانسیل جمع آوری ۹۵ ثانیه..... ۱۶۶

- شکل (۳-۴۹) ولتاموگرام چرخه ای مربوط به محلول ۴/۰ میکرو مولار (a، خط کامل) ارتو-دسمتیل ترامادول و (b، نقطه چین) ترامادول بر روی سطح الکترو د، شرایط: بافر بریتون-رابینسون با $\text{pH}=7/0$ ، سرعت روبش ۸۰ میلی ولت در ثانیه، پتانسیل جمع آوری مدار باز، زمان اعمال پتانسیل جمع آوری ۹۵ ثانیه.۱۶۸
- شکل (۳-۵۰) تصویر SEM مربوط سطح الکترو د اصلاح شده با نانو لوله های کربنی.....۱۷۴
- شکل (۳-۵۱) ولتاموگرام های چرخه ای محلول یک میلی مولار یون فری سیانید بر روی سطح الکترو د های (a) GCE و (b) MWCNT/GCE در محلول ۰/۱ مولار پتاسیم کلرید؛ سرعت روبش: ۸۰ میلی ولت بر ثانیه. ۱۷۶
- شکل (۳-۵۲) منحنی های نایکوئیست مربوط به محلول ۱ میلی مولار یون فری سیانید و ۰/۱۰ مولار پتاسیم نیتريت بر روی سطح الکترو د های (a) GCE و (b) MWCNT/GCE.....۱۷۸
- شکل (۳-۵۳) ولتاموگرام های چرخه ای مربوط به محلول ۳۵/۰ نانو گرم بر میلی لیتر اکسی متالون در بافر بریتون رابینسون با $\text{pH}=5/0$ بر روی سطح الکترو د (a) GCE و (b) MWCNT/GCE با سرعت روبش پتانسیل ۸۰ میلی ولت بر ثانیه و زمان جمع آوری ۱۳۰ ثانیه.....۱۷۹
- شکل (۳-۵۴) ولتاموگرام های چرخه ای (a) اولین و (b) دومین روبش به محلول ۳۵/۰ نانو گرم بر میلی لیتر اکسی متالون در بافر بریتون رابینسون با $\text{pH}=5/0$ بر روی سطح الکترو د MWCNT/GCE با سرعت روبش پتانسیل ۸۰ میلی ولت بر ثانیه و زمان جمع آوری ۱۳۰ ثانیه.....۱۸۰
- شکل (۳-۵۵) تاثیر سرعت روبش (میلی ولت بر ثانیه) بر شدت جریان پیک آندی.....۱۸۱
- شکل (۳-۵۶) رابطه بین لگاریتم شدت جریان با لگاریتم سرعت روبش.....۱۸۱
- شکل (۳-۵۷) ارتباط بین پتانسیل پیک آندی اکسی متالون و لگاریتم سرعت روبش.....۱۸۲
- شکل (۳-۵۸) ولتاموگرامهای چرخه ای ۰/۱۸ میلی مول اکسی متالون در بافر بریتون-رابینسون ($\text{pH}=5/0$ ، ۰/۱M) و اتانول (۲۵:۷۵) بر روی سطح الکترو د کربن شیشه ای اصلاح شده با نانو لوله های کربنی، بعد از مصرف: (a) ۰، (b) ۱۰، (c) ۱۵، (d) ۲۰، (e) ۲۵ و (f) ۳۵ کولن الکتريسيته.....۱۸۳
- شکل (۳-۵۹) اثر زمان اعمال پتانسیل جمع آوری بر روی شدت جریان پیک آندی محلول ۳۰/۰ نانو گرم در میلی لیتر اکسی متالون به دست آمده با روش ولتامتری موج مربعی، شرایط: مخلوط بافر بریتون-رابینسون با $\text{pH}=5/0$ و اتانول با نسبت ۷۵ به ۲۵٪ حجمی، فرکانس ۶۰ هرتز، دامنه پالس ۹۰ میلی ولت.....۱۸۵
- شکل (۳-۶۰) اثر مقدار نانو لوله کربنی بر شدت جریان پیک آندی مربوط به محلول ۳۰/۰ نانو گرم در میلی لیتر اکسی متالون به دست آمده با روش ولتامتری موج مربعی، شرایط: مخلوط بافر بریتون-رابینسون با $\text{pH}=5/0$ و اتانول با نسبت ۷۵ به ۲۵٪ حجمی، فرکانس ۶۰ هرتز، دامنه پالس ۹۰ میلی ولت.....۱۸۶
- شکل (۳-۶۱) تاثیر pH بر روی (A) پتانسیل پیک آندی و (B) شدت جریان پیک آندی محلول ۳۰/۰ نانو گرم در میلی لیتر اکسی متالون به دست آمده با روش ولتامتری، شرایط: مخلوط بافر بریتون-رابینسون و اتانول با