

دانشگاه کاشان
دانشکده شیمی
گروه شیمی تجزیه

پایان نامه

جهت اخذ درجه دکتری در رشته شیمی تجزیه

عنوان:

مطالعه‌ی رفتار الکتروشیمیایی و اندازه‌گیری داروهای دوپامین،
اپی نفرین، پرومتازین، آتنولول و پاراسیتامول با استفاده از
الکتروود طلای اصلاح شده با تک لایه‌های خودآرای باز شیف و
الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با نانو ذرات طلا

استاد راهنما:

دکتر محسن بهپور

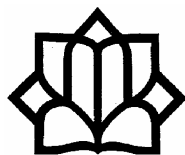
استاد مشاور:

دکتر سید مهدی قریشی

به وسیله:

ابراهیم هنرمند

اسفند 1389



University of Kashan
Faculty of Chemistry
Department of Analytical Chemistry

Thesis
For Degree of Doctor of Philosophy (Ph.D)
In Analytical Chemistry

Title:

**Study of electrochemical behavior and
determination of dopamine, epinephrine,
promethazine, atenolol and paracetamol with
self-assembled monolayers Schiff bases modified
Au electrode and gold nanoparticles modified
carbon paste electrode**

Supervisor:
Dr. Mohsen Behpour

Advisor:
Dr. Sayed Mehdi Ghoreishi

By:
Ebrahim Honarmand

March 2011

تشکر و قدردانی:

با تشکر از الطاف حضرت دوست

اکنون که به یاری خداوند متعال دوره دکتری را به پایان رساندم بر خود لازم می‌دانم از تمامی سرورانی که در این دوره بنده را یاری نمودند قدردانی نمایم:

از استاد راهنمای عزیزم جناب آقای دکتر محسن بهپور که در این چند سال از لحاظ علمی بهره‌های فراوان از ایشان بردم و سرشت اخلاقی ایشان نیز فراروی من در آینده خواهد بود.
از استاد مشاور عزیزم جناب آقای دکتر سید مهدی قریشی که از راهنمایی ایشان در طول دوره بهره‌های فراوان بردم.

از اساتید گران قدر پروفیسور محمد مظلوم اردکانی و دکتر اسماعیل شمس که با لطف وافر داوری خارج پایان نامه را پذیرفتند.

از اساتید عزیز دکتر مهدی شبانی نوش آبادی و دکتر سعید معصوم که با لطف زیاد داوری داخل پایان نامه را پذیرا شدند.

از استاد ناظر تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر بامنیری که از راهنمایی ایشان بهره بردم.
از استاد و دوست گرامی جناب آقای دکتر عادل رئیسی نیز کمال تقدیر را دارم.
از مادر بسیار عزیز و مهربانم و مادر خانم گرامیم که دعای خیرشان همواره بدرقه راهم بوده است.

از همسر بسیار عزیز و گران قدرم خانم فاطمه قاسمی نژاد که طی این سال‌ها با ایثار و کمک‌های فراوان و بی دریغش راه را برای من هموار کردند و در تمامی مراحل زندگی و علمی مدیون همراهی و کمک بی حصرشان هستم.

از فرزندان عزیزم مرضیه و محمد که بی وجودشان بهار زندگی‌مان خزان است.
از جناب آقایان حاج غلامرضا قاسمی نژاد، اسماعیل هنرمند، جواد هنرمند، روح الله قاسمی - نژاد و خانم مرضیه پروین و همچنین خانواده‌های خودم و همسرم کمال تشکر را دارم.

از همه دوستانم به ویژه سردار جبهه و جنگ حبیب چمنی، استاد حجت الاسلام و المسلمین شیخ علی کارجو، ولی قنبری، محمد رضا جوکار، مجید کارگشا، ابوطالب پروین و خلیل قاسمی نژاد که مشوق و راهنمای بنده در امر تحصیل بوده‌اند.

از کمک‌ها و محبت‌های سرکار خانم هاشمی و همچنین از همکلاسی‌هایم خانم‌ها مریم خیاط کاشانی و خانم گلستانه و آقایان محمد حسن معتقدی فرد، جواد عابدی نژاد و محسن آران دشتی و همه دوستان و عزیزان آزمایشگاه تحقیقاتی دکتر بهپور و دکتر قریشی که بهترین دوران تحصیلم در آن‌جا گذشت و یادشان بر صفحه دلم خواهد ماند صمیمانه تشکر می‌کنم.

تقدیم به:

شهدای عزیز

به ویژه

شهدای جنت شهر

آنان که با نثار خونشان راه را برای ما هموار کردند

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از حسگرها برای اندازه‌گیری میانجی‌های عصبی مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. الکترودهای اصلاح شده با تک لایه‌های خودآرا می‌توانند مبنای ساخت بسیاری از زیست حسگرها و حسگرهای الکتروشیمیایی قرار گیرند. با توجه به اینکه دوپامین و سایر میانجی‌های عصبی مانند اپی‌نفرین به راحتی اکسید می‌گردند، لذا روش‌های الکتروشیمیایی بر پایه اکسایش آندی این گونه‌ها برای کنترل غلظت آن‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. وجود مزاحمت‌هایی مانند آسکوربیک اسید و اوریک اسید به دلیل اینکه در پتانسیل نزدیک دوپامین (یا اپی‌نفرین) اکسید می‌شوند، اندازه‌گیری دوپامین یا اپی‌نفرین را با مشکل مواجه می‌سازند و بنابراین حذف این مزاحمت‌ها یکی از اهداف اندازه‌گیری‌های دوپامین و اپی‌نفرین می‌باشد. هم‌چنین در اکثر مواقع سطح الکترودهای اصلاح نشده، با یک اثر پوششی که ناشی از تجمع محصولات اکسایشی روی سطح الکترودها می‌باشد مواجه شده و بنابراین حساسیت و گزینش‌پذیری را کاهش می‌دهد. راه‌های مختلفی برای برطرف نمودن این مشکلات در اندازه‌گیری دوپامین و اپی‌نفرین وجود دارد که از آن جمله می‌توان به استفاده از تک لایه‌های خودآرای تشکیل شده در سطح الکترودها اشاره نمود. احتمالاً برهم‌کنش‌های ابر الکترونی π سطح این تک لایه‌ها با دوپامین و اپی‌نفرین می‌تواند اساس ساخت زیست حسگرهای الکتروشیمیایی جهت اندازه‌گیری این داروها شود. ساختارهای الکترونی دوپامین و اپی‌نفرین با ساختارهای آسکوربیک اسید و اوریک اسید متفاوت است و بنابراین برهم‌کنش‌های قوی ابرهای الکترونی π تک‌لایه‌ها با دوپامین و اپی‌نفرین بر خلاف آسکوربیک اسید و اوریک اسید باعث تسریع در انتقال الکترون می‌شود.

در قسمت اول این تحقیق ابتدا سطح الکترودهای اصلاح نشده‌ی طلا مطالعه شده است. سپس سطح الکترودهای طلا توسط تک‌لایه‌های تهیه شده با بازهای شیف اصلاح گردید و با استفاده از روش‌های الکتروشیمیایی نظیر امپدانس الکتروشیمیایی و ولتامتری چرخه‌ای رفتار الکتروشیمیایی تک‌لایه‌ها در حضور ردیاب $[K_2Fe(CN)_6]$ مطالعه شد. اثر pH و همچنین اثر کاتالیزوری الکترودهای اصلاح شده مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از روش ولتامتری ضربان تفاضلی، داروهای دوپامین، اپی‌نفرین و پرومتازین اندازه‌گیری گردید.

پوسيله الكترولود طلاى پوشيده شده با تك لايه‌هاى باز شيف با مخفف DTSP, SIMP و FMAB به ترتيب حد تشخيص‌هاى $3/0 \times 10^{-8}$ ، $5/0 \times 10^{-8}$ و $3/0 \times 10^{-7}$ مولار براى دوپامين بدست آمد. هم‌چنين با استفاده از الكترولود طلاى پوشيده شده با تك لايه DTSP حد تشخيص $5/0 \times 10^{-8}$ مولار براى اپى‌نفرين و $4/8 \times 10^{-8}$ مولار براى پرومتازين بدست آمد.

پارامترهاى ضريب انتقال و جريان تبادل يونى توسط معادله تافل براى داروهاى دوپامين، اپى-نفرين و پرومتازين محاسبه گرديد. هم‌چنين ضريب نفوذ براى اكسايش دوپامين توسط روش‌هاى كرونوكولومترى، كرونوآمپرومترى دو مرحله‌اى پتانسيل، كرونوآمپرومترى تك مرحله‌اى پتانسيل و الكترولود ديسك چرخان تعيين گرديد. الكترولودهاى تهيه شده به طور موفقيت آميزى براى اندازه‌گيرى دوپامين، اپى‌نفرين و پرومتازين در سيستم‌هاى زيستى و نمونه‌هاى داروئى مورد استفاده قرار گرفت. در قسمت دوم اين تحقيق رفتار الكتروشيميايى الكترولود خمير كربن اصلاح شده با نانوذرات طلا در اندازه‌گيرى آتنولول و پاراسيتامول و اندازه‌گيرى هم‌زمان آن‌ها مورد بررسى قرار گرفته است.

اكسايش الكتروكاتاليزورى آتنولول در سطح الكترولود خمير كربن اصلاح شده با نانوذرات طلا به وسيله روش‌هاى ولتامترى چرخه‌اى، كرونوكولومترى و ولتامترى ضربان تفاضىلى مورد مطالعه قرار گرفت. مطالعات ولتامترى ضربان تفاضىلى نشان مى‌دهد كه اكسايش آتنولول در سطح الكترولود خمير كربن اصلاح شده نسبت به الكترولود خمير كربن اصلاح نشده در پتانسيل 80/0 ميلي ولت منفى تر رخ مى‌دهد. با استفاده از الكترولود خمير كربن اصلاح شده، حد تشخيص‌هاى به ترتيب برابر با $7/3 \times 10^{-8}$ و $5/8 \times 10^{-8}$ مولار براى اندازه‌گيرى مجزاى آتنولول و پاراسيتامول بدست آمد.

هم‌چنين پارامترهاى سينتيكى مانند ضريب انتقال بين الكترولود و آتنولول، جريان تبادل يونى و ضريب نفوذ آتنولول محاسبه گرديد. الكترولودهاى تهيه شده به طور موفقيت آميزى براى اندازه‌گيرى آتنولول و پاراسيتامول در سيستم‌هاى زيستى و نمونه‌هاى داروئى مورد استفاده قرار گرفت.

كلمات كليدى:

الكترولود طلاى اصلاح شده با تك لايه‌هاى خودآرا، تركيبات بازشيف، الكترولود خمير كربن اصلاح شده با نانوذرات طلا، دوپامين، آتنولول، ولتامترى

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه و اصول نظری
2	1-1-1- مقدمه
3	2-1- تک لایه‌های خودآرا.....
4	1-2-1- اجزای تک لایه‌های خودآرا.....
5	3-1- سابقه تاریخی تک لایه‌ها
6	4-1- انواع بسترها؛ مزایا و محدودیت‌ها
7	1-4-1- طلا بستری استاندارد
9	5-1- انواع تک لایه‌های خود آرا
8	1-5-1- تک لایه‌های خودآرای غیر تیولی
10	1-1-5-1- مشتقات ارگانوسیلیکون‌ها
10	2-1-5-1- اسیدهای چرب
10	3-1-5-1- آلکیل‌ها
10	2-5-1- تک لایه‌های خودآرای تیولی
11	1-2-5-1- تیول‌های خطی
11	2-2-5-1- تیول‌های غیر خطی
14	3-2-5-1- مولکول‌های زیستی
16	4-2-5-1- استفاده از تک لایه‌های خودآرای مخلوط.....
17	6-1- عوامل موثر در تهیه تک لایه‌های خودآرای ارگانوسولفورها
17	1-6-1- جذب آلکان تیول‌ها از محلول
18	1-1-6-1- حلال‌ها
19	2-1-6-1- دما
19	3-1-6-1- غلظت و زمان غوطه‌ورسازی

- 1-6-1-4- خلوص تیول‌ها 20
- 1-6-1-5- اکسیژن محلول 20
- 1-6-1-6- تمیز بودن سطح بستر 20
- 2-6-2- جذب دی سولفیدها و سولفیدها از محلول 21
- 1-6-3- اثر طول زنجیر بر پایداری تک لایه‌های ارگانوسولفورها 22
- 7-1-7- نقص در تک لایه‌های خودآرا 23
- 8-1-8- جدا شدن تک لایه‌های خودآرا از سطح 24
- 1-8-1- واجذب الکتروشیمیایی تک لایه‌های خودآرا 25
- 1-8-2- جابجایی تک لایه‌های خودآرا توسط مبادله 26
- 1-8-3- اکسایش نوری تک لایه‌های خودآرا 27
- 9-1-9- مزایای تک لایه‌های خودآرا 27
- 10-1-10- روش‌های مطالعه تک لایه‌های خودآرا 29
- 11-1-11- کاربرد تک لایه‌های خودآرا 30
- 1-11-1- کاربردهای کلی 30
- 1-11-2- استفاده از تک لایه‌های خودآرا در حسگرهای زیستی 32
- 1-11-3- تولید حسگرها با نانوذرات 33
- 1-11-4- مطالعات و اندازه‌گیری‌های الکتروشیمیایی 33
- 12-1-12- الکتروود خمیر کربن اصلاح شده 35
- 1-12-1- سابقه تاریخی الکتروود خمیر کربن 35
- 1-12-2- الکتروودهای خمیر کربن اصلاح شده 37
- 1-12-3- نانوذرات طلا 39
- 1-12-4- روش‌های تهیه نانوذرات طلا 40
- 1-12-5- الکتروودهای اصلاح شده با نانوذرات طلا 41
- 13-1-13- خواص داروها 42
- 1-13-1- کاتکول آمین‌ها (دوپامین و اپی نفرین) 43
- 1-13-1- رفتار الکتروشیمیایی و مسموم شدن سطوح الکتروودهای اصلاح نشده 47

49	.....(PMZ) پرومتازین هیدروکلرید
51	.....(ATN) آتنولول
52	..... (PAR) پاراسیتامول
52	..... اندازه‌گیری داروها
52	..... 1-14-1 روش‌های اندازه‌گیری دوپامین و اپی نفرین
62	..... 2-14-1 روش‌های اندازه‌گیری پرومتازین هیدروکلرید
65	..... 3-14-1 روش‌های اندازه‌گیری آتنولول
67	..... 4-14-1 روش‌های اندازه‌گیری پاراسیتامول
69	..... 15-1 جمع بندی و بحث

فصل دوم: مواد دستگاه‌ها و روش‌های انجام آزمایش

72	..... 1-2 مقدمه
73	..... 2-2 بازهای شیف و مواد شیمیایی استفاده شده
73	..... 1-2-2 روش تهیه بازهای شیف
73	..... 2-2-2 مواد شیمیایی استفاده شده
74	..... 3-2 آماده سازی محلول‌ها
78	..... 4-2 دستگاهوری
78	..... 1-4-2 دستگاه‌ها و نرم افزارها
79	..... 2-4-2 الکترودها و سل
79	..... 1-2-4-2 الکترودهای اصلاح شده
80	..... 2-2-4-2 الکترودهای خمیر کربن اصلاح شده
80	..... 5-2 آماده سازی الکترودها
80	..... 1-5-2 آماده سازی الکترودهای طلا و تشکیل تک لایه‌های خودآرا
81	..... 2-5-2 تهیه الکترودهای خمیر کربن
81	..... 1-2-5-2 ساخت الکترودهای خمیر کربن
81	..... 2-2-5-2 تهیه نانوذرات طلا

- 82 3-2-5-2- تهیه الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با نانوذرات طلا.
- 82 6-2- بررسی تشکیل تک لایه‌های خودآرا.
- 83 1-6-2- مطالعات ولتامتری چرخه‌ای.
- 83 1-1-6-2- پوشش سطح طلا در مقابل پدیده اکسایش-کاهش.
- 83 2-1-6-2- ولتامتری چرخه‌ای در حضور ردیاب.
- 84 3-1-6-2- واجذب تک لایه از سطح الکتروود طلا.
- 84 2-6-2- مطالعات طیف سنجی مقاومت ظاهری (امپدانس) الکتروشیمیایی در حضور ردیاب.
- 85 7-2- برهم‌کنش داروها با الکتروودهای اصلاح شده.
- 85 1-7-2- بررسی رفتار دوپامین، اپی نفرین و پرومتازین هیدروکلرید با الکتروود طلای اصلاح شده با (Au DTSP SAM-ME) DTSP، (Au SIMP SAM-ME) SIMP و (Au FMAB) DTSP SAM-ME (DTSP SAM-ME) 85
- 85 2-7-2- بررسی رفتار آنتولول و پاراسیتامول با الکتروود خمیر کربن اصلاح شده.
- 86 8-2- بهینه سازی متغیرهای شیمیایی و دستگاهی 86
- 86 1-8-2- اثر pH 86
- 86 1-1-8-2- بافر فسفات 86
- 86 2-1-8-2- بافر بریتون-رابینسون 86
- 87 2-8-2- بررسی متغیرهای دستگاهی 87
- 87 9-2- اندازه‌گیری‌های ولتامتری ضربان تفاضلی 87
- 88 1-9-2- الکتروود طلای اصلاح شده 88
- 88 1-1-9-2- منحنی تنظیم دوپامین با تک لایه‌های DTSP، SIMP و FMAB 88
- 88 2-1-9-2- منحنی تنظیم اپی نفرین با تک لایه DTSP 88
- 88 3-1-9-2- منحنی تنظیم پرومتازین هیدروکلرید با تک لایه DTSP 88
- 89 4-1-9-2- حد تشخیص 89
- 89 5-1-9-2- تکرارپذیری الکتروود 89
- 89 6-1-9-2- پایداری الکتروود 89
- 90 7-1-9-2- بررسی مزاحمت‌های احتمالی 90

- 90 2-9-1-8- اندازه‌گیری گونه‌ها در نمونه‌های حقیقی
- 91 2-9-1-9- اندازه‌گیری گونه‌ها در نمونه‌های دارویی
- 91 2-9-2- الکتروود خمیر کربن اصلاح شده
- 91 2-9-2-1- منحنی تنظیم آتنولول
- 91 2-9-2-2- منحنی تنظیم پاراسیتامول
- 92 2-9-2-3- اندازه‌گیری هم‌زمان پاراسیتامول و آتنولول
- 92 2-9-2-4- حد تشخیص، تکرارپذیری و پایداری الکتروود
- 92 2-9-2-5- بررسی اثر مزاحمت‌ها روی اندازه‌گیری نمونه دارویی
- 93 2-9-2-6- اندازه‌گیری گونه‌ها در نمونه‌های حقیقی
- 93 2-9-2-7- اندازه‌گیری آتنولول و پاراسیتامول در نمونه‌های دارویی
- 94 2-10- روش‌های مطالعاتی داروها

فصل سوم: نتایج و بحث

- 97 3-1-1- مقدمه
- 98 3-2- تهیه تک لایه‌ها
- 98 3-3- بررسی سطح
- 98 3-3-1- تمیزی سطح الکتروود
- 103 3-3-2- زبری سطح
- 104 3-4- بررسی تشکیل تک لایه
- 104 3-4-1- ولتامتری چرخه‌ای
- 106 3-4-1-1- ولتامتری چرخه‌ای سطح طلا در محلول سولفوریک اسید
- 108 3-4-1-2- ولتامتری چرخه‌ای در حضور ردیاب آهن $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-/4-}$
- 109 3-4-1-3- واجذب الکتروشیمیایی تک لایه خودآرای DTSP در محلول قلیایی
- 110 3-4-2- طیف‌سنجی مقاومت ظاهری الکتروشیمیایی در حضور ردیاب $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-/4-}$
- 112 3-5- مطالعه کاربرد تجزیه‌ای الکتروود طلای اصلاح شده با DTSP در اندازه‌گیری دوپامین

- 3-5-1- رفتار الکتروشیمیایی دوپامین بر روی سطح الکتروود اصلاح شده..... 112
- 3-5-2- بهینه سازی عوامل شیمیایی و دستگاهی با روش ولتامتری ضربان تفاضلی..... 114
- 3-5-2-1- مطالعه اثر pH بر فرایند اکسایش دوپامین..... 114
- 3-5-2-2- بهینه سازی متغیرهای دستگاهی..... 116
- 3-5-3- تاثیر سرعت پیمایش بر روی جریان پیک اکسایش دوپامین در سطح الکتروود Au 118
- 3-5-4- بررسی اکسایش دوپامین در سطح الکتروود Au DTSP SAM-ME با روش کروئوکولومتری..... 120
- 3-5-5- بررسی اکسایش دوپامین در سطح الکتروود Au DTSP SAM-ME با روش‌های کروئوآمپرومتری..... 122
- 3-5-5-1- کروئوآمپرومتری دو مرحله‌ای پتانسیل..... 122
- 3-5-5-2- کروئوآمپرومتری تک مرحله‌ای پتانسیل..... 123
- 3-5-6- بررسی اکسایش دوپامین در سطح الکتروود Au DTSP SAM-ME با روش ولتامتری الکتروود صفحه چرخان..... 125
- 3-5-7- بررسی اکسایش دوپامین در حضور غلظت‌های زیاد آسکوربیک اسید..... 127
- 3-5-8- منحنی تنظیم دوپامین در سطح الکتروود طلای اصلاح شده با DTSP..... 130
- 3-5-9- حد تشخیص، تکرارپذیری و پایداری روش 131
- 3-5-10- بررسی اثر گونه‌های مزاحم روی اندازه‌گیری دوپامین..... 132
- 3-5-10-1- بررسی اثر اوریک اسید..... 132
- 3-5-10-2- بررسی اثر مزاحمت ترکیبات دیگر..... 133
- 3-5-11- اندازه‌گیری دوپامین در نمونه‌های حقیقی..... 134
- 3-5-11-1- بررسی آمپول دوپامین..... 134
- 3-5-11-2- بررسی میزان دوپامین در پلاسمای خون و ادرار انسان..... 135
- 3-6- مقایسه مطالعه کاربرد تجزیه‌ای الکتروودهای طلای اصلاح شده با SIMP (Au SIMP) و (SAM-ME) FMAB و (Au FMAB SAM-ME) در اندازه‌گیری دوپامین..... 135

- 3-6-1-1- مقایسه رفتار الکتروشیمیایی دوپامین بر روی سطح الکترودهای اصلاح شده Au
 137Au FMAB SAM-ME و SIMP SAM-ME
- 3-6-2-2- بهینه سازی متغیرهای شیمیایی و دستگاهی
 138
- 3-6-2-1- مطالعه اثر pH بر روی اکسایش دوپامین
 138
- 3-6-2-2- بهینه سازی متغیرهای دستگاهی روش ولتامتری ضربان تفاضلی
 140
- 3-6-3- بررسی ولتامتری چرخه‌ای رفتار مخلوط دوپامین و آسکوربیک اسید بر روی الکترودهای
 141Au FMAB SAM-ME و Au SIMP SAM-ME
- 3-6-4- بررسی ولتامتری چرخه‌ای رفتار مخلوط دوپامین و اوریک اسید بر روی الکترودهای
 142SIMP SAM-ME
- 3-6-5- بررسی اثرات ضد خطای الکترودهای Au SIMP SAM-ME
 145
- 3-6-6- منحنی تنظیم برای الکترودهای پوشیده شده با SIMP
 146
- 3-6-7- حد تشخیص، تکرارپذیری و پایداری روش
 147
- 3-6-8- بررسی اثر گونه‌های مزاحم روی اندازه‌گیری دوپامین
 149
- 3-6-9- اندازه‌گیری دوپامین با الکترودهای اصلاح شده با SIMP در نمونه‌های حقیقی
 149
- 3-6-9-1- اندازه‌گیری دوپامین با الکترودهای اصلاح شده با SIMP در آمپول دوپامین
 149
- 3-6-9-2- اندازه‌گیری دوپامین با الکترودهای اصلاح شده با SIMP در پلاسمای خون و ادرار
 انسان
 151
- 3-7-7- مطالعه کاربرد تجزیه‌ای الکترودهای طلا اصلاح شده با DTSP در اندازه‌گیری اپی‌نفرین ...
 152
- 3-7-1- رفتار الکتروشیمیایی اپی‌نفرین روی سطح الکترودهای اصلاح شده
 152
- 3-7-2- بهینه سازی عوامل شیمیایی و دستگاهی با روش ولتامتری ضربان تفاضلی
 153
- 3-7-2-1- مطالعه اثر pH بر فرایند اکسایش اپی‌نفرین
 153
- 3-7-2-2- بهینه سازی متغیرهای دستگاهی
 155
- 3-7-3- تاثیر سرعت پیمایش بر روی جریان پیک اکسایش اپی‌نفرین در سطح الکترودهای
 155DTSP SAM-ME
- 3-7-4- بررسی اکسایش اپی‌نفرین در حضور غلظت‌های زیاد آسکوربیک اسید
 157
- 3-7-5- مقایسه پیک بافر بر روی سطح الکترودهای اصلاح نشده و اصلاح شده
 157

- 159DTPS با اصلاح شده با 6-7-3 منحنی تنظیم اپی نفرین در سطح الکتروود طلائی اصلاح شده با DTPS
- 161 7-7-3 بررسی اثر گونه های مزاحم روی اندازه گیری اپی نفرین
- 162 8-3 مطالعه کاربرد تجزیه ای الکتروود طلائی اصلاح شده با DTPS در اندازه گیری پرومتازین
- 162 1-8-3 مقایسه رفتار پرومتازین در سطح الکتروود اصلاح نشده و اصلاح شده با DTPS
- 164 2-8-3 بهینه سازی عوامل
- 164 1-2-8-3 مطالعه اثر pH
- 165 2-2-8-3 عوامل دستگاهی
- 169 3-8-3 تأثیر سرعت پیمایش بر روی جریان پیک اکسایش پرومتازین
- 170 4-8-3 منحنی تنظیم پرومتازین برای الکتروود پوشیده شده با DTPS
- 172 5-8-3 اندازه گیری پرومتازین در سرم خون
- 175 9-3 مقدمه
- 175 10-3 نانوذرات طلائی به کار رفته در تهیه الکتروود خمیر کربن اصلاح شده
- 176 11-3 مطالعه کاربرد تجزیه ای الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با نانو ذرات طلا در اندازه گیری آتنولول
- 176 1-11-3 رفتار الکتروشیمیایی آتنولول بر روی الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با نانو ذرات طلا (Au-GNPs/CPE)
- 177 2-11-3 بهینه سازی عوامل شیمیایی و دستگاهی
- 177 1-2-11-3 مطالعه ی اثر pH بر فرآیند اکسایش آتنولول
- 178 2-2-11-3 بهینه سازی متغیرهای دستگاهی
- 182 3-11-3 تاثیر سرعت پیمایش بر روی جریان پیک اکسایش آتنولول
- 183 4-11-3 اکسایش آتنولول در سطح الکتروود اصلاح شده با روش کروونوکولومتری
- 184 5-11-3 بررسی اکسایش آتنولول به روش ولتامتری ضربان تفاضلی
- 185 6-11-3 حد تشخیص و تکرارپذیری
- 186 7-11-3 بررسی اثر گونه های مزاحم
- 187 8-11-3 اندازه گیری آتنولول در نمونه های حقیقی
- 187 1-8-11-3 بررسی قرص آتنولول

- 189 3-11-8-2- اندازه‌گیری آنتولول در نمونه‌های فیزیولوژی.....
- 12-3- مطالعه و کاربرد تجزیه‌ای الکتروکد خمیر کربن اصلاح شده با نانو ذرات طلا در اندازه‌گیری جداگانه و هم‌زمان پاراسیتامول و آنتولول..... 189
- 3-12-1- رفتار الکتروشیمیایی پاراسیتامول بر روی الکتروکد خمیر کربن اصلاح شده با نانو ذرات طلا (Au-GNPs/CPE)..... 189
- 3-12-2- رفتار الکتروشیمیایی هم‌زمان پاراسیتامول و آنتولول بر روی Au-GNPs/CPE..... 191
- 3-12-3- بهینه‌سازی عوامل شیمیایی و دستگاهی..... 191
- 3-12-3-1- مطالعه اثر pH بر فرآیند اکسایش مجزای پاراسیتامول و آنتولول..... 191
- 3-12-3-2- مطالعه ی اثر pH در اندازه‌گیری هم‌زمان پاراسیتامول و آنتولول..... 194
- 3-12-3-3- بهینه‌سازی متغیرهای دستگاهی در اندازه‌گیری هم‌زمان پاراسیتامول و آنتولول..... 195
- 3-12-4- بررسی جداگانه اکسایش پاراسیتامول و آنتولول به روش ولتامتری ضربان تفاضلی. 196
- 3-12-5- اندازه‌گیری پاراسیتامول در حضور مقادیر ثابت آنتولول..... 197
- 3-12-6- اندازه‌گیری آنتولول در حضور مقادیر ثابت پاراسیتامول..... 199
- 3-12-7- اندازه‌گیری هم‌زمان پاراسیتامول و آنتولول..... 199
- 3-12-8- حد تشخیص و تکرارپذیری..... 200
- 3-12-9- بررسی اثر گونه‌های مزاحم 202
- 3-12-10- اندازه‌گیری پاراسیتامول و آنتولول در نمونه‌های حقیقی..... 202
- 3-10-1- بررسی قرص‌های پاراسیتامول و آنتولول..... 202
- 3-10-2- تعیین پاراسیتامول و آنتولول در نمونه‌های فیزیولوژی..... 203
- 205..... منابع و ماخذ

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
8	جدول 1-1- گروه‌های سر بر روی بسترهای مختلف.....
13	جدول 2-1- مواردی از تک لایه‌های خودآرای تیول‌های آروماتیک بر روی الکترودهای فلزی....
40	جدول 3-1- ارتباط بین λ_{max} جذب ذرات طلا با قطر آنها.....
42	جدول 4-1- الکترودهای اصلاح شده با نانوذرات طلا
75	جدول 1-2- ساختار و نام سه باز شیف مورد مطالعه.....
	جدول 2-2- مواد شیمیایی به کاربرد شده به همراه فرمول شیمیایی، نام شرکت سازنده و درجه خلوص.....
76	
98	جدول 1-3- داده‌های آنالیز عنصری و فرکانس IR گروه C=N.....
102	جدول 2-3- کمیت‌های استخراج شده از نمودار سطح پیچیده شکل 4-4.....
	جدول 3-3- درصد پوشش سطح توسط تک لایه‌های DTSP، SIMP و FMAB به دست آمده از روش اکسایش-کاهش در محیط 0/5 مولار سولفوریک اسید.....
107	
	جدول 4-3- کمیت‌های سینتیکی استخراج شده از اندازه‌گیری‌های مقاومت ظاهری
11	الکتروشیمیایی.....
122	جدول 5-3- مقایسه ضریب نفوذ دوپامین بر روی الکترودهای اصلاح شده مختلف.....
	جدول 6-3- مقایسه نتایج به دست آمده برای اندازه‌گیری دوپامین در سطح Au DTSP SAM- ME با تعدادی از الکترودهای اصلاح شده دیگر.....
132	
134	جدول 7-3- بررسی اثر گونه‌های مزاحم در اندازه‌گیری دوپامین.....
135	جدول 8-3- اندازه‌گیری دوپامین در دو نمونه آمپول تهیه شده از شرکت داروسازی رشت.....
	جدول 9-3- مقایسه نتایج به دست آمده در اندازه‌گیری دوپامین در نمونه‌های پلاسمای خون، ادرار و آمپول دوپامین (DHI) در سطح Au DTSP SAM-ME با برخی از الکترودهای اصلاح شده دیگر.....
136	

- جدول 3-10- پاسخ روش افزایش استاندارد بر روی نمونه‌های پلاسمای خون و ادرار جهت انجام آزمایشات بازیابی دوپامین.....137
- جدول 3-11- مقایسه شدت جریان و پتانسیل اکسایش دوپامین در ولتاموگرام چرخه ای محلول 100/0 میکرومولار آن در سطح الکترودهای اصلاح نشده، اصلاح شده با SIMP یا FMAB در محلول بافر با pH=6/0..... 139
- جدول 3-12- نتایج حاصل از بهینه کردن متغیرهای دستگاهی با استفاده از الکترودهای اصلاح شده با SIMP..... 141
- جدول 3-13- بررسی اثر گونه‌های مزاحم در اندازه‌گیری دوپامین..... 150
- جدول 3-14- نتایج عملکرد روش افزایش استاندارد بر روی دو نمونه آمپول جهت اندازه‌گیری میزان دوپامین موجود در آن..... 150
- جدول 3-15- پاسخ روش افزایش استاندارد بر روی نمونه‌های پلاسمای خون و ادرار جهت انجام آزمایش‌های بازیابی دوپامین با استفاده از الکترودهای Au SIMP SAM-ME.....151
- جدول 3-16- مقایسه نتایج بدست آمده برای اندازه‌گیری اپی‌نفرین در سطح Au DTSP SAM-ME با تعدادی از الکترودهای اصلاح شده دیگر..... 161
- جدول 3-17- پاسخ روش افزایش استاندارد بر روی نمونه‌های پلاسمای خون و ادرار جهت انجام آزمایش‌های بازیابی پرومتازین..... 173
- جدول 3-18- مقایسه نتایج به‌دست آمده برای اندازه‌گیری آنتولول در سطح GNP/CPE با تعدادی از الکترودهای اصلاح شده دیگر..... 186
- جدول 3-19- انحراف استاندارد نسبی (RSD) بدست آمده برای اندازه‌گیری غلظت‌های مختلف آنتولول در سطح GNP/CPE..... 186
- جدول 3-20- بررسی اثر گونه‌های مزاحم در اندازه‌گیری آنتولول..... 187
- جدول 3-21- اندازه‌گیری آنتولول در چهار نمونه قرص تهیه شده از شرکت‌های مختلف داروسازی..... 188
- جدول 3-22- اندازه‌گیری آنتولول در نمونه ادرار..... 189
- جدول 3-23- جریان‌های اکسایش به دست آمده از اندازه‌گیری هم‌زمان پاراسیتامول و آنتولول در pHهای مختلف..... 196

- جدول 3-24- مقایسه حد تشخیص و دقت به دست آمده برای اندازه‌گیری هم‌زمان پاراسیتامول و آنتولول در سطح GNPs/CPE 201
- جدول 3-25- بررسی اثر گونه‌های مزاحم در اندازه‌گیری پاراسیتامول و آنتولول 203
- جدول 3-26- اندازه‌گیری پاراسیتامول و آنتولول در چهار نمونه قرص تهیه شده از شرکت‌های مختلف داروسازی 203
- جدول 3-27- اندازه‌گیری پاراسیتامول و آنتولول در نمونه پلاسما 204

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
4	شکل 1-1- تشکیل تک لایه خودآرا بر روی سطح طلا.....
4	شکل 1-2- نمایش نمادین از حالت ایده‌آل یک تک لایه خودآرای آلکان تیول بر روی سطح طلا.....
24	شکل 1-3- نمایش یک بعدی نمادین از دیاگرام انرژی اثر طول زنجیر بر سد انرژی جهت فعال‌سازی پیوند S-H در n-آلکان تیول‌ها بر روی سطح طلا.....
25	شکل 1-4- توضیح طرح‌وار از نقص‌های درونی و بیرونی تک لایه‌های خودآرا بر روی سطوح چند بلوری.....
43	شکل 1-5- ساختار دوپامین.....
43	شکل 1-6- ساختار اپی نفرین.....
44	شکل 1-7- سنتز دوپامین و اپی نفرین از تیروزین.....
45	شکل 1-8- مکانیزم انتقال دوپامین از نرون پیش سیناپسی به نرون پس سیناپسی.....
49	شکل 1-9- مکانیسم ECE و تولید فیلم پلی دوپامین بر روی الکترودهای اصلاح نشده.....
50	شکل 1-10- ساختار پرومتازین.....
51	شکل 1-11- ساختار آتنولول.....
52	شکل 1-12- ساختار پاراسیتامول.....
83	شکل 1-2- طیف جذبی نانوذرات طلای 24 نانومتر تهیه شده.....
100	شکل 1-3- ولتاموگرام‌های چرخه‌ای الکتروود طلای جلا داده شده با آلومینای 0/05 میکرومتر در محلول سود 0/5 مولار اکسیژن زدایی نشده (a) و اکسیژن زدایی شده (b).....
100	شکل 2-3- ولتاموگرام چرخه‌ای الکتروود طلای جلا داده شده با آلومینای 0/05 میکرومتر در محلول سولفوریک اسید 0/5 مولار.....