



دانشگاه پیام نور

دانشکده علوم

گروه شیمی

تهیه الکترودهای یون گزین با غشاء PVC و خمیر کربنی جهت اندازه گیری پتانسیومتری یون های

سرب و نقره با استفاده از یک لیگاندهای سنتز شده جدید

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته شیمی تجزیه

مؤلف

سمیه لله گانی

اساتید راهنما

دکتر محمدحسین مشهدی زاده

دکتر محمدعلی کریمی

دی ۱۳۸۷

## چکیده

در این پایان نامه جهت اندازه گیری پتانسیومتری کاتیونهای سرب  $Pb^{2+}$  و نقره  $Ag^+$ ، الکتروود یون گزین غشایی مبتنی بر پلی وینیل کلرید (PVC) و الکترودهای خمیر کربن با استفاده از سه نوع یون دوست جدید به همراه نرم کننده و افزودنیهای یونی طراحی، ساخت و مورد بررسی قرار گرفت. در تهیه الکتروود یون گزین سرب از لیگاندهای ۲،۲- (۴،۱-فنیلین) بیس [۵،۴-دی هیدرو-  $[H_1]$ ] ایمیدازول و ۲،۲- (۳،۱-فنیلین) بیس [۵،۴-دی هیدرو-  $[H_1]$ ] ایمیدازول بعنوان لیگاند در ترکیب دو الکتروود خمیر کربنی استفاده شد. دو الکتروود فوق نسبت به یون سرب پاسخ نرنستی مناسبی دادند. لیگاند ۲،۲- (۴،۱-فنیلین) بیس [۵،۴-دی هیدرو-  $[H_1]$ ] ایمیدازول در یک محدوده غلظتی  $1/0 \times 10^{-3}$  -  $1/0 \times 10^{-7}$  مولار با شیب  $30/5$  میلی ولت بر دهه غلظت نشان داد و حد تشخیص اندازه گیری  $6/0 \times 10^{-8} M$  بدست آمد. محدوده pH الکتروود مورد استفاده (۵-۷) و (۴/۵-۶/۵) به ترتیب برای غلظت های  $1/0 \times 10^{-4}$  و  $1/0 \times 10^{-3}$  مولاریون سرب تعیین گردید و الکتروود خمیر کربنی سرب بر پایه لیگاند ۲،۲- (۳،۱-فنیلین) بیس [۵،۴-دی هیدرو-  $[H_1]$ ] ایمیدازول بعنوان حامل در غشای کربنی پاسخ نرنستی با شیب  $29/3$  میلی ولت بر دهه غلظت در محدوده غلظتی  $3 \times 10^{-7}$  -  $1/0 \times 10^{-3}$  مولار نسبت به یون سرب نشان داد. حد تشخیص اندازه گیری  $2/0 \times 10^{-7}$  مولار بدست آمد. محدوده pH قابل کاربرد (۵/۵-۷/۵) و (۵/۵-۶/۵) به ترتیب برای غلظت های  $1/0 \times 10^{-4}$  و  $1/0 \times 10^{-3}$  مولار یون سرب تعیین گردید. الکترودهای مذکور به خوبی جهت اندازه گیری غلظت یون سرب در آب طبیعی استفاده شدند و نتایج رضایت بخشی حاصل گردید.

این الکتروودها از گزینش پذیری خوبی برای کاتیون سرب نسبت به دیگر کاتیونها برخوردار بود. در تهیه الکتروود یون گزین نقره از لیگاند ۴،۱- بیس - (۴- متیل - بنزیل) - ۱- اکسی - ۷- تیا - ۴،۱- دیازا

- سیکلو دو دکان بعنوان حامل در ترکیب غشای مایع استفاده شد. الکتروود فوق نسبت به یون نقره پاسخ نرنستی در یک محدوده غلظتی  $6/0 \times 10^{-8}$  -  $1/0 \times 10^{-3}$  مولار با شیب  $59/6$  میلی ولت بر دهه غلظت نشان داد و حد تشخیص اندازه گیری  $2/0 \times 10^{-8} M$  بدست آمد. محدوده pH الکتروود مورد استفاده (۷-۷) - (۴/۵) و (۳/۵-۷) به ترتیب برای غلظت های  $1/0 \times 10^{-4}$  و  $1/0 \times 10^{-3}$  مولار یون نقره تعیین گردید.

الکتروود خمیر کربنی نقره بر پایه لیگاند  $10,4$  - بیس - (۴- متیل - بنزیل) - ۱ - اکسی - ۷ - تیا -  $10,4$  - دیازا - سیکلو دو دکان بعنوان حامل در غشای کربنی ساخته شد. این الکتروود پاسخ نرنستی با شیب  $59/3$  میلی ولت بر دهه غلظت در محدوده غلظتی  $2/0 \times 10^{-7}$  -  $1/0 \times 10^{-3}$  مولار نسبت به یون نقره نشان داد. حد تشخیص اندازه گیری  $1/0 \times 10^{-7}$  مولار بدست آمد. کاتیون مذکور از گزینش پذیری خوبی برای نقره نسبت به دیگر کاتیونها برخوردار بود. محدوده pH قابل کاربرد (۷-۴) و (۷-۳) به ترتیب برای غلظت های  $1/0 \times 10^{-4}$  و  $1/0 \times 10^{-3}$  مولار یون نقره تعیین گردید.

الکتروودهای مذکور به خوبی جهت اندازه گیری غلظت یون نقره در محلول رادیولوژی استفاده شدند و نتایج رضایت بخشی حاصل گردید.

## فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه، تئوری و تاریخچه	۱
۱-۱ مقدمه	۲
۲-۱ انواع روشهای الکتروتجزیه ای	۳
۱-۲-۱ روش های مرزی	۳
۲-۲-۱ روشهای توده ای	۳
۳-۱ پتانسیومتری	۴
۴-۱ الکترودهای یون گزین	۵
۵-۱ ویژگی های الکترودهای یون گزین	۶
۱-۵-۱ مکانیسم پاسخ دهی	۶
۲-۵-۱ گزینش پذیری	۱۰
۱-۲-۵-۱ روش نیکولسکی - ایزنمن	۱۰
۲-۲-۵-۱ روش گزینش پذیری نوین	۱۲
۳-۲-۵-۱ روش های تعیین ضرایب گزینش پذیری	۱۳
۳-۵-۱ حد تشخیص	۱۶
۴-۵-۱ گستره اندازه گیری	۱۸
۵-۵-۱ زمان پاسخ دهی الکتروود	۲۰

- ۶-۵-۱ تکرار پذیری الکتروود..... ۲۲
- ۷-۵-۱ پایداری الکتروود..... ۲۲
- ۸-۵-۱ طول عمر الکتروود..... ۲۲
- ۹-۵-۱ اجزای بافت غشادر الکترودهای یون گزین..... ۲۳
- ۱-۹-۵-۱ یون پذیر یا حامل..... ۲۳
- ۲-۹-۵-۱ نرم کنند..... ۲۵
- ۳-۹-۵-۱ بافت پلیمری..... ۲۶
- ۴-۹-۵-۱ افزودنی های یونی..... ۲۸
- ۶-۱ الکتروود خمیر کربنی..... ۲۹
- ۱-۶-۱ اجزای خمیر کربن..... ۲۹
- ۲-۶-۱ خصوصیات الکتروشیمیایی الکترودهای خمیر کربن..... ۳۲
- ۳-۶-۲ کاربرد عامل اصلاحگر در بافت خمیر کربن..... ۳۳
- ۷-۱ حسگرهای الکترو شیمیایی..... ۳۵
- ۱-۷-۱ حسگرهای پتانسیومتری برپایه خمیر کربن..... ۳۵
- ۲-۷-۱ چشم اندازی به آینده الکترودهای خمیر کربن..... ۳۶

۳۷	۸-۱ تاریخچه
۳۷	۱-۸-۱ سرب و مروری بر روش های اندازه گیری آن
۴۱	۱-۸-۲ نقره و مروری بر روش های اندازه گیری آن
۴۳	فصل دوم: روشهای تجربی و آزمایشگاهی
۴۴	۱-۲ الکتروود خمیر کربنی سرب
۴۴	۱-۱-۲ موادشیمیایی مورد استفاده
۴۵	۲-۱-۲ وسایل و دستگاههای مورد استفاده
۴۵	۳-۱-۲ تهیه الکتروود خمیر کربن
۴۶	۴-۱-۲ اندازه گیری پتانسیل سل (emf)
۴۷	۵-۱-۲ ساخت الکتروودهای خمیر کربن
۴۹	۶-۱-۲ بهینه سازی ترکیب در صد اجزای خمیر کربنی
۵۱	۷-۱-۲ بررسی اثر pH
۵۳	۸-۱-۲ زمان آماده سازی الکتروود
۵۳	۹-۱-۲ منحنی درجه بندی
۵۶	۱۰-۱-۲ زمان پاسخ

- ۵۷..... ۱۱-۱-۲ طول عمر
- ۵۷..... ۱۲-۱-۲ تکرار پذیری
- ۶۱..... ۱۳-۱-۲ گزینش پذیری
- ۶۵..... ۱۴-۱-۲ بررسی کاربردهای تجزیه ای
- ۶۵..... ۱۵-۱-۲ اندازه گیری سرب در نمونه های آب
- ۶۶..... ۲-۲ الکتروود خمیر کربنی نقره
- ۶۷..... ۱-۲-۲ وسایل و دستگاههای مورد استفاده
- ۶۷..... ۲-۲-۲ تهیه الکتروود خمیر کربن
- ۶۷..... ۳-۲-۲ اندازه گیری پتانسیل سل (emf)
- ۶۹..... ۴-۲-۲ بهینه سازی ترکیب در صد اجزای خمیر کربنی
- ۷۰..... ۵-۲-۲ بررسی اثر pH
- ۷۱..... ۶-۲-۲ زمان آماده سازی الکتروود
- ۷۱..... ۷-۲-۲ منحنی درجه بندی
- ۷۲..... ۸-۲-۲ زمان پاسخ
- ۷۳..... ۹-۲-۲ طول عمر

- ۷۳..... ۱۰-۲-۲ تکرار پذیری
- ۷۵..... ۱۱-۲-۲ گزینش پذیری
- ۷۶..... ۱۲-۲-۲ کاربرد
- ۷۷..... ۱۵-۱-۲ اندازه گیری نقره در محلول رادیولوژی
- ۷۸..... ۲-۲ الکترومنفره گزین با غشای PVC
- ۷۸..... ۱-۳-۲ موادشیمیایی مورد استفاده
- ۷۹..... ۲-۳-۲ وسایل و دستگاههای مورد استفاده
- ۷۹..... ۳-۳-۲ تهیه الکتروود با غشای PVC
- ۸۰..... ۴-۳-۲ اندازه گیری پتانسیل سل (emf)
- ۸۱..... ۵-۳-۲ ساخت الکترودهای یون گزین
- ۸۳..... ۶-۳-۲ بهینه سازی ترکیب در صد اجزای غشا
- ۸۴..... ۷-۳-۲ بررسی اثر pH
- ۸۵..... ۸-۳-۲ زمان آماده سازی الکتروود
- ۸۶..... ۹-۳-۲ منحنی درجه بندی
- ۸۷..... ۱۰-۳-۲ زمان پاسخ الکتروود



۱۱-۳-۲ طول عمر..... ۸۷

۱۲-۳-۲ تکرار پذیری..... ۸۷

۱۳-۳-۲ گرینش پذیری..... ۸۹

۱۴-۳-۲ کاربرد..... ۹۰

۱۵-۲-۲ کاربردالکتروود در تعیین نقره در یک مایع رادیولوژی..... ۹۲

۴-۲ بحث و نتیجه گیری..... ۹۲

شکل (۱-۱-۲): ساختار لیگاندهای ۲،۲- (۴،۱ - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - ۱ H] ایمیدازول..... ۴۵

شکل (۲-۱-۲): ساختار لیگاندهای ۲،۲- (۳،۱ - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - ۱ H] ایمیدازول..... ۴۶

شکل (۳-۱-۲): پاسخ پتانسیل الکتروود خمیر کربن بر پایه حامل ۲،۲- (۴،۱ - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - ۱ H] ایمیدازول به یون سرب و یونهای دیگر..... ۴۹

شکل (۴-۱-۲): پاسخ پتانسیل الکتروود خمیر کربن بر پایه حامل ۲،۲- (۳،۱ - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - ۱ H] ایمیدازول به یون سرب و یونهای دیگر..... ۴۹

شکل (۵-۱-۲)- منحنی تاثیر pH محلول مورد بررسی در پاسخ پتانسیل الکتروود خمیر کربن بر پایه حامل ۲،۲- (۴،۱ - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - ۱ H] ایمیدازول گزینش پذیر به یون سرب در غلظت های  $10^{-3}$  و  $10^{-4}$  مولار..... ۵۰

شکل (۶-۱-۲)- منحنی تاثیر pH محلول مورد بررسی در پاسخ پتانسیل الکتروود خمیر کربن بر پایه حامل ۲،۲- (۳،۱ - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - ۱ H] ایمیدازول گزینش پذیر به یون سرب در غلظت های  $10^{-3}$  و  $10^{-4}$  مولار..... ۵۳

شکل (۷-۱-۲)- منحنی پاسخ دهی الکتروود خمیر کربن بر پایه حامل ۲،۲- (۴،۱ - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - ۱ H] ایمیدازول گزینش پذیر نسبت به یون سرب..... ۵۵

شکل (۲-۱-۸)- منحنی پاسخ دهی الکتروود خمیرکربن بر پایه حامل ۲،۲- (۱،۳- فنیلین) بیس [۴،۵-۵-

دی هیدرو - ۱ H] ایمیدازول گزینش پذیر نسبت به یون سرب..... ۵۵.

شکل (۲-۱-۹): زمان پاسخ الکتروود خمیر کربن سرب بر پایه حامل ۲،۲- (۱،۴- فنیلین) بیس [۴،۵-۵-

دی هیدرو - ۱ H] ایمیدازول..... ۵۶.

شکل (۲-۱-۱۰): زمان پاسخ الکتروود خمیر کربن سرب بر پایه حامل ۲،۲- (۱،۳- فنیلین) بیس [۴،۵-۵-

دی هیدرو - ۱ H] ایمیدازول..... ۵۷.

شکل (۲-۲-۱): ساختار لیگاند ۴،۱۰- بیس - (۴- متیل - بنزیل) - ۱- اکسی - ۷- تیا- ۴،۱۰- دیازا -

سیکلو دو دکان..... ۶۶.

شکل (۲-۲-۲): پاسخ پتانسیل الکتروود خمیر کربن اصلاح شده با لیگاند ۴،۱۰- بیس - (۴- متیل -

بنزیل) - ۱- اکسی - ۷- تیا- ۴،۱۰- دیازا - سیکلو دو دکان به یون نقره و یونهای

دیگر..... ۶۸.

شکل (۲-۲-۳): منحنی تاثیر pH محلول مورد بررسی بر پاسخ پتانسیل الکتروود خمیر کربن گزینش

پذیر به یون نقره در غلظت های  $10^{-3}$  و  $10^{-4}$

..... ۷۰.

شکل (۲-۲-۴): منحنی پاسخ دهی الکتروود خمیرکربن گزینش پذیر نسبت به یون

نقره..... ۷۲.

شکل (۲-۲-۵): زمان پاسخ الکتروود خمیر کربن نقره..... ۷۲.

شکل (۶-۲-۲): منحنی تیتراسیون پتانسیومتری ۵۰ میلی لیتر از محلول  $3/0 \times 10^{-5}$  مولار  $Ag^+$  با  $KCl$   $3/0 \times 10^{-4}$  مولار با استفاده از الکتروود انتخابگر یون نقره به عنوان الکتروود شناساگر.....۷۶

شکل (۷-۲-۲): منحنی تیتراسیون پتانسیومتری ۵۰ میلی لیتر از محلول رقیق شده رادیولوزی با  $KCl$   $3/0 \times 10^{-4}$  مولار با استفاده از الکتروود انتخابگر یون نقره به عنوان الکتروود شناساگر.....۷۷

شکل (۱-۳-۲): پاسخ پتانسیل الکتروود با غشا  $PVC$  بر پایه حامل پارا تولوئن سولفونیل کلراید به یون نقره و یونهای دیگر.....۸۲

شکل (۲-۳-۲): منحنی تاثیر  $pH$  محلول مورد بررسی در پاسخ پتانسیل الکتروود غشا  $PVC$  گزینش پذیر به یون نقره در غلظت های  $1/0 \times 10^{-3}$  و  $1/0 \times 10^{-4}$  مولار.....۸۵

شکل (۳-۳-۲): منحنی پاسخ دهی الکتروود غشا  $PVC$  نسبت به یون نقره.....۸۶

شکل (۴-۳-۲): زمان پاسخ الکتروود غشا  $PVC$  نقره.....۸۷

شکل (۵-۳-۲): منحنی تیتراسیون پتانسیومتری ۵۰ میلی لیتر از محلول  $3/0 \times 10^{-5}$  مولار  $Ag^+$  با  $KCl$   $3/0 \times 10^{-4}$  مولار با استفاده از الکتروود انتخابگر یون نقره به عنوان الکتروود شناساگر.....۹۱

شکل (۲-۳-۶): منحنی تیتراسیون پتانسیومتری ۵۰ میلی لیتر از محلول رادیولوژی  $\text{Ag}^+$  با  $\text{KCl}$  -۴

۳/۰×۱۰ مولار با استفاده از الکتروود انتخابگر یون نقره به عنوان الکتروود

شناساگر.....۹۱

- جدول (۱-۱-۲): بهینه سازی اجزای خمیر کربن الکترودیون گزین سرب بر پایه حامل ۲،۲- (۴،۱) - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - H ۱] ایمیدازول..... ۵۰
- جدول (۲-۱-۲): بهینه سازی اجزای خمیر کربن الکترو دیون گزین سرب بر پایه حامل ۲،۲- (۳،۱) - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - H ۱] ایمیدازول..... ۵۱
- جدول (۳-۱-۲): نتایج حاصل از بررسی تکرارپذیری الکترو د خمیر کربنی بر پایه حامل ۲،۲- (۴،۱) - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - H ۱] ایمیدازول گزینش پذیر نسبت به سرب با ۵ الکترودمختلف با ترکیب یکسان..... ۵۸
- جدول (۴-۱-۲): نتایج حاصل از بررسی تکرارپذیری الکترو د خمیر کربنی بر پایه حامل ۲،۲- (۳،۱) - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - H ۱] ایمیدازول گزینش پذیر نسبت به سرب با ۵ الکترودمختلف با ترکیب یکسان..... ۵۹
- جدول (۵-۱-۲): نتایج حاصل از بررسی تکرارپذیری الکترو د خمیر کربنی بر پایه حامل ۲،۲- (۴،۱) - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - H ۱] ایمیدازول گزینش پذیر نسبت به سرب با یک الکترو..... ۶۰
- جدول (۶-۱-۲): نتایج حاصل از بررسی تکرارپذیری الکترو د خمیر کربنی بر پایه حامل ۲،۲- (۳،۱) - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - H ۱] ایمیدازول گزینش پذیر نسبت به سرب با یک الکترو..... ۶۱

جدول (۷-۱-۲): ضرایب گزینش پذیری برای یونهای مزاحم با استفاده از الکترودمیر کربن بر پایه حامل ۲،۲- (۴،۱ - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - ۱ H] ایمیدازول گزینش پذیر نسبت به سرب با یک الکترودمیر..... ۶۳

جدول (۸-۱-۲): ضرایب گزینش پذیری برای یونهای مزاحم با استفاده از الکترودمیر کربن بر پایه حامل ۲،۲- (۳،۱ - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - ۱ H] ایمیدازول گزینش پذیر نسبت به سرب با یک الکترودمیر..... ۶۴

جدول (۹-۱-۲): اندازه گیری سرب در نمونه های مختلف آب با استفاده از الکترودمیر کربن بر پایه حامل ۲،۲- (۴،۱ - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - ۱ H] ایمیدازول..... ۶۵

جدول (۱۰-۱-۲): اندازه گیری سرب در نمونه های مختلف آب با استفاده از الکترودمیر کربن بر پایه حامل ۲،۲- (۳،۱ - فنیلین) بیس [۵،۴- دی هیدرو - ۱ H] ایمیدازول..... ۶۶

جدول (۱-۲-۲): بهینه سازی اجزای خمیر کربن الکترودمیر یون گزینش پذیر..... ۶۹

جدول (۲-۲-۲): نتایج حاصل از بررسی تکرارپذیری الکترودمیر کربنی گزینش پذیر نسبت به یون نقره با الکترودمیر مختلف با ترکیب یکسان..... ۷۴

جدول (۲-۲-۳): نتایج حاصل از بررسی تکرارپذیری الکتروود خمیر کربنی گزینش پذیر نسبت به یون نقره با

یک الکتروود..... ۷۴

جدول (۲-۲-۴): ضرایب گزینش پذیری برای یونهای مزاحم با استفاده از الکتروود خمیر کربن گزینش پذیر

نسبت به یون نقره..... ۷۵

جدول (۲-۲-۵): اندازه گیری نقره در محلول رادیولوژی با استفاده از الکتروود خمیر

کربن..... ۷۸

جدول (۲-۳-۱): بهینه سازی اجزای غشالکتروود یون گزین نقره..... ۸۴

جدول (۲-۳-۲): نتایج حاصل از بررسی تکرارپذیری ۵ الکتروود غشایی گزینش پذیر مختلف با ترکیب

یکسان نسبت به یون نقره..... ۸۸

جدول (۲-۳-۳): نتایج حاصل از بررسی تکرارپذیری یک الکتروود غشایی گزینش پذیر نسبت به یون

نقره..... ۸۹

جدول (۲-۳-۴): ضرایب گزینش پذیری برای یونهای مزاحم با استفاده از الکتروود غشا PVC گزینش پذیر

نسبت به یون نقره..... ۹۰

جدول (۲-۳-۵): اندازه گیری نقره در محلول رادیولوژی با استفاده از الکتروود غشا PVC..... ۹۲



## فصل اول

مقدمه ، تئوری و تاریخچه

امروزه ، نقش شیمی تجزیه در شناسایی و اندازه گیری مواد مختلف که از راههای صنعتی و طبیعی بدست می آیند بر کسی پوشیده نیست ، همچنین نقش آن در اندازه گیری مواد موجود در سیستم های زنده بخصوص بدن جانداران و گیاهان و بویژه انسان چنان روشن و واضح است که ذکر اهمیت آن ضروری بنظر نمی رسد.

در همین راستا، نیاز به تجهیزات و وسایل ضروری برای اندازه گیری مواد باعث شده است که پیشرفت های شگرفی در زمینه ساخت ابزارها و وسایل اندازه گیری و همچنین روش های تجزیه ای حاصل شود و این پیشرفت ها و تلاش ها برای اصلاح روش ها و وسایل موجود وابداع شیوه ها و وسایل نوین ادامه دارد. روش های سنتی و قدیمی در تجزیه مواد به طور عمده یا وقت گیر و پر هزینه هستند ، و یا از دقت کمی برخوردارند، تا آنجا که بسیاری از آنها امروزه منسوخ شده و جای خود را به شیوه ای مدرن و به طور عمده دستگاهی داده اند که نه تنها در وقت و هزینه صرفه جویی می شود ، دقت آنها نیز بسیار زیاد است . تجزیه یک گونه خاص در یک نمونه که ازبافت پیچیده ای برخوردار است ، همواره مشکلاتی را فرا روی کارشناسان تجزیه مواد در رشته های مختلف قرار داده است. لذا طی دهه های اخیر ، کار های زیادی برای ابداع روش ها و وسایلی که بتواند تجزیه یک گونه خاص با مقدار کم رادر حضور سایر اجزا موجود در نمونه ، با دقت و حساسیت بسیار زیاد ممکن سازد، انجام گرفته است.

الکتروشیمی شاخه ای از شیمی است که وابسته به انرژی الکتریکی و شیمیایی می باشد. بخش بزرگی از این شاخه در رابطه با مطالعه تغییرات شیمیایی به وجود آمده در اثر عبور جریان الکتریکی و نیز ایجاد انرژی الکتریکی توسط واکنش های شیمیایی بحث می نماید. دانشمندان اندازه گیری های الکتروشیمیایی را برای

سیستم‌های شیمیایی به دلایل متعددی انجام می‌دهند. برخی از آنها تمایل دارند یک حد واسط ناپایدار همچون یون رادیکال را تولید نموده و سرعت تجزیه ای و یا خلوص طیف بینی آن را مطالعه کنند و بعضی دیگر می‌خواهند یک محلول را برای تعیین مقادیر بسیار جزئی یون‌های فلزی یا گونه‌های آلی موجود در آن را تجزیه نمایند. در این قبیل کاربردها، روشهای الکتروشیمی به عنوان ابزاری در مطالعه سیستم‌های شیمیایی، به همان طریقی که روشهای طیف بینی بکار می‌روند، مورد بهره برداری قرار می‌گیرند [۱].

## ۱-۲ انواع روش های الکترو تجزیه ای

الکتروشیمی تجزیه‌ای گروهی از روش‌های تجزیه‌ای کمی را در برمی‌گیرد که بر اساس خواص الکتریکی محلولی از آنالیت می‌باشد که این محلول باید بخشی از یک سلول الکتروشیمیایی را تشکیل دهد. بطور کلی انواع روش های الکترو شیمی تجزیه ای را می‌توان به دو نوع روش تقسیم کرد [۲]:

### ۱-۲-۱- روش های مرزی<sup>۱</sup>

روش های مرزی روش هایی هستند که حد فاصل بین سطح الکتروود و لایه نازکی از محلول مجاور این سطح رخ می‌دهد.

### ۱-۲-۲- روش های توده ای<sup>۲</sup>

روش های توده ای بر اساس پدیده هایی هستند که در توده محلول رخ می‌دهد. روش‌های مرزی خود بر اساس اینکه سلول‌های الکتروشیمیایی در حضور یا در غایب جریان عمل کنند به روش‌های ایستا<sup>۳</sup> (جریان صفر) و روش‌های پویا (جریان غیر صفر) تقسیم می‌شوند.

---

<sup>۱</sup>-Interfacial

<sup>۲</sup>-Bulk

<sup>۳</sup>-Static

روش‌های ایستا شامل اندازه‌گیری‌های پتانسیومتری است که به خاطر گزینش پذیری<sup>۱</sup> و سرعتشان از اهمیت خاصی برخوردار هستند. در روش‌های پویا جریان‌ها در سلول‌های الکتروشیمیایی نقش حیاتی را بازی می‌کنند. این روش‌ها به دو نوع، شامل روش‌های جریان ثابت و روش‌های با پتانسیل کنترل شده، تقسیم شده که هر کدام از این‌ها شامل موارد دیگری بوده که در این بحث به آنها اشاره‌ای نمی‌شود. اما از میان روش‌های فوق دو نوع اساسی از اندازه‌گیری‌های الکتروشیمیایی تجزیه‌ای شامل روش‌های پتانسیومتری و پتانسیوستایی است. هر دو نوع حداقل احتیاج به دو الکتروود (هادی) و یک نمونه در تماس با الکتروودها (الکتروولیت) دارند که سلول الکتروشیمیایی را تشکیل می‌دهند.

سطح الکتروود محل ارتباط یک هادی یونی و یک هادی الکترونی است. یکی از این دو الکتروود به ماده مورد اندازه‌گیری جواب می‌دهد و بنابراین به نام الکتروود شناساگر<sup>۲</sup> (الکتروودکار<sup>۳</sup>) نامیده می‌شود و الکتروود دوم که الکتروود مرجع است و دارای پتانسیل ثابت است (پتانسیل آن مستقل از خواص محلول است).

### ۱-۳ پتانسیومتری

پتانسیومتری که اهمیت علمی بالایی دارد روشی ایستا (با جریان صفر) است که در آن اطلاعات لازم درباره ترکیب نمونه از اندازه‌گیری‌های پتانسیل بوجود آمده در طول یک غشاء<sup>۴</sup> حاصل می‌شود. پتانسیومتری یک روش تجزیه‌ای کلاسیک است که ریشه در زمان‌های پیش از قرن حاضر دارد. با این حال گسترش سریع الکتروودهای انتخابی جدید و اجزا الکترونیکی بسیار حساس و پایدار گستره کاربردهای

---

<sup>۱</sup>-Selectivity

<sup>۲</sup>-Indicator Electrode

<sup>۳</sup>-Working Electrode

<sup>۴</sup>-Membrane