

۱۲۴

بسمه تعالی



دانشگاه سوادکوه

دانشکده علوم - گروه شیمی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد شیمی
در گرایش تجزیه (MSc)

جداسازی و پیش تغلیظ برخی یونهای فلزات واسطه به روش
استخراج فاز جامد (SPE)
در حضور لیگاندهای دهنده اکسیژن و نیتروژن

تحقیق و نگارش:

لیلا فرهنگی

استاد راهنما: دکتر ناصر دلالی

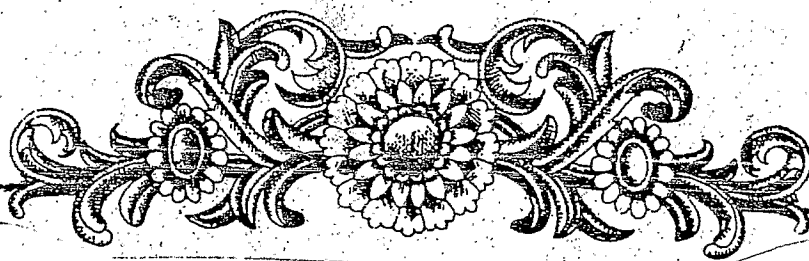
استاد مشاور: دکتر محمد رضا یافتیان

اسفند ۱۳۸۶

۱۵۲۸۳۹

۱۳۸۷ / ۱۶ / ۲۷





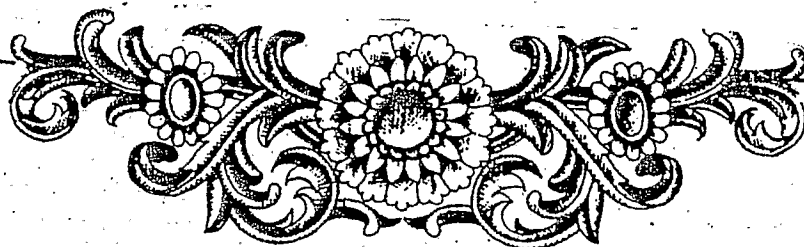
تقدیم به

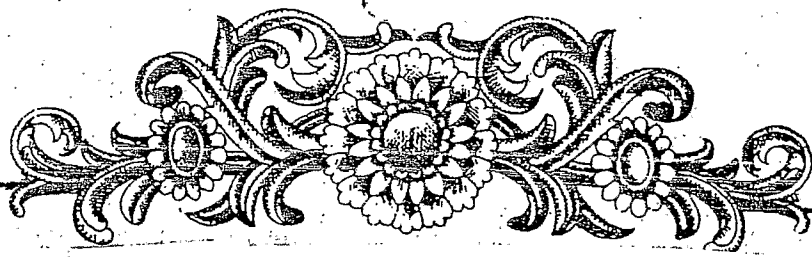
مادرم سالار گل ها

پدرم مهر گوهروار

علی مهربان ترین برادر دنیا

به امید جبران ذره‌ای از خوبی‌هایشان .





تقدیر و تشکر

حمد و سپاس خداوندی را که توفیق اجرای این پروژه را به من عطا فرمود .
از استاد راهنمای گرامی جناب آقای دکتر دلالی، به خاطر مساعدت‌های دلسوزانه‌شان
و از استاد مشاور جناب آقای دکتر یافتیان کمال تشکر را دارم .
از زحمات مدیر محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر ارشدی
و مدیر گروه محترم شیمی جناب آقای دکتر واحدپور، صمیمانه قدردانی می‌نمایم.
از همکاری خانمها پری‌نژاد، عباسی و محمدی و تمامی دوستانم در طول مدت تحصیل
به خصوص شیوا، سمیرا، نسرین و اورانوس ممنونم .
امیدوارم در پناه خدای مهربان، موفق و مؤید باشند .





صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

شماره: ۲۶۸۸۸

تاریخ: ۱۳۸۶/۱۲/۱

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

خانم لیلا فرهنگی رشته شیمی گرایش تجزیه

تحت عنوان: جدا سازی وپیش تغلیظ برخی یونهای فلزات واسطه به روش استخراج فاز جامد (SPE) در حضور لیگاندهای

دهنده ی اکسیژن و نیتروژن

در تاریخ ۸۶/۱۲/۱ با حضور هیأت محترم دوران در دانشگاه زنجان برگزار گردید و نظر هیأت داوران بشرح زیر می باشد:

قبول (با درجه: عالی..... امتیاز: ۱۸.....) دفاع مجدد مردود

۱- عالی (۲۰-۱۸)

۲- بسیار خوب (۱۷/۹۹-۱۶)

۳- خوب (۱۵/۹۹-۱۴)

۴- قابل قبول (۱۳/۹۹-۱۲)

امضاء

رتبه علمی

نام و نام خانوادگی

عضو هیأت داوران

استادیار

دکتر ناصر دلالی

۱- استاد راهنما

دانشیار

دکتر محمدرضا یافتیان

۲- استاد مشاور

استادیار

دکتر محمدعلی کامیابی

۳- استاد ممتحن داخلی

دانشیار

دکتر بهزاد حقیقی

۴- استاد ممتحن خارجی

استادیار

دکتر ناصر سپهری جوان

۵- نماینده تحصیلات تکمیلی

دانشگاه زنجان
دکتر نعمت الله ارشدی
مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه

دکتر محمدعلی امینی خانی
سرپرست آموزشی و تحصیلات تکمیلی
دانشکده علوم

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
I	چکیده
II	پیش‌گفتار
	فصل اول - مقدمه
۱	۱-۱ مس (Copper)
۲	۱-۱-۱ کاربردهای عمده مس
۲	۲-۱ شیمی کبالت
۴	۱-۲-۱ کاربردهای کبالت
۵	۳-۱ شیمی نیکل
۶	۱-۳-۱ کاربردهای نیکل
۷	۴-۱ کادمیم (Cadmium)
۷	۱-۴-۱ کاربردهای عمده کادمیم
۸	۵-۱ شیمی روی
۹	۱-۵-۱ کاربردهای روی
۱۰	۶-۱ مروری بر خواص شیمیایی لیگاندهای هیدروکسامیک اسید
۱۲	۱-۶-۱ اثر استخلاف بر خواص هیدروکسامیک اسیدها
۱۵	۷-۱ معرفی فرایند استخراج
۱۵	۱-۷-۱ استخراج فاز جامد (استخراج روی بستر جامد)
۱۹	۲-۷-۱ انواع جاذب‌ها و برهم‌کنش آنها با نمونه
۲۴	۳-۷-۱ معرفی فرایند استخراج حلالی (استخراج مایع-مایع)

- ۲۵ ۴-۷-۱ برخی تعاریف و اصطلاحات در فرایند استخراج
- ۲۶ ۵-۷-۱ مکانیسم فرایندهای استخراج
- ۲۷ ۱-۵-۷-۱ استخراج به روش خلال پوشی (استخراج با لیگاند خنثی)
- ۲۸ ۲-۵-۷-۱ استخراج به روش تعویض کاتیون (استخراج با لیگاند اسیدی)
- ۲۹ ۳-۵-۷-۱ استخراج به روش تعویض آنیون
- ۲۹ ۴-۵-۷-۱ استخراج با تشکیل جفت یون
- ۳۰ ۵-۵-۷-۱ استخراج تعاونی
- ۳۲ ۸-۱ مروری بر برخی مطالعات استخراج فاز جامد
- ۳۴ ۹-۱ مروری بر مطالعات انجام شده بر روی لیگاندهای مورد استفاده در کار حاضر
- ۳۵ ۱۰-۱ معرفی کار حاضر

فصل دوم- بخش تجربی

- ۳۶ ۱-۲ مواد و دستگاههای مورد استفاده
- ۳۷ ۲-۲ مواد و دستگاههای مورد استفاده در سنتز لیگاند هیدروکسامیک اسید
- ۳۷ ۳-۲ مواد و دستگاههای مورد استفاده در آزمایشهای استخراج فاز جامد
- ۳۸ ۴-۲ روش اصلاح کردن دیسک و انجام استخراج فاز جامد با لیگاند هیدروکسامیک اسید
- ۴۰ ۵-۲ روش انجام استخراج فاز جامد با لیگاند دودسیل تری متیل آمونیوم برماید
- ۴۰ ۶-۲ روش انجام استخراج حلالی با لیگاند دودسیل تری متیل آمونیوم برماید
- ۴۱ ۷-۲ روش تهیه باقراها

فصل سوم- بحث و نتیجه گیری

- ۴۲ ۱-۳ کاربرد لیگاندها در استخراج به روش فاز جامد (SPE)

بخش اول: استخراج فاز جامد با لیگاند PBHA

- ۴۳ ۲-۳ بررسی عوامل موثر بر میزان استخراج
- ۴۳ ۱-۲-۳ اثر pH محلول های فلزی بر میزان استخراج
- ۴۵ ۲-۲-۳ اثر مقدار لیگاند بر استخراج
- ۴۷ ۳-۳ بررسی عوامل موثر بر میزان بازیابی
- ۴۷ ۱-۳-۳ بررسی نوع محلول شوینده
- ۴۷ ۱-۱-۳-۳ بررسی نوع محلول شوینده درمیزان بازیابی مس (II)
- ۴۹ ۲-۱-۳-۳ بررسی نوع محلول شوینده درمیزان بازیابی کبالت (II)
- ۵۱ ۳-۱-۳-۳ بررسی نوع محلول شوینده درمیزان بازیابی نیکل
- ۵۳ ۴-۱-۳-۳ بررسی نوع محلول شوینده درمیزان بازیابی کادمیم
- ۵۵ ۵-۱-۳-۳ بررسی نوع محلول شوینده درمیزان بازیابی روی
- ۵۸ ۲-۳-۳ بررسی اثر حجم شوینده
- ۶۰ ۴-۳ اثر سرعت عبور محلول نمونه و محلول شوینده بر میزان استخراج و بازیابی مس
- ۶۱ ۵-۳ اثر سرعت عبور محلول نمونه و محلول شوینده بر میزان استخراج و بازیابی کبالت
- ۶۳ ۶-۳ تعیین ظرفیت نگهداری دیسک اصلاح شده
- ۶۴ ۷-۳ تعیین حجم بازدارنده دیسک اصلاح شده
- ۶۵ ۸-۳ تعیین حد تشخیص روش
- ۶۵ ۱-۸-۳ تعیین حد تشخیص روش در اندازه گیری مس
- ۶۶ ۲-۸-۳ تعیین حد تشخیص روش در اندازه گیری کبالت، نیکل، کادمیم و روی
- ۶۷ ۹-۳ اثر یونهای مزاحم

- ۶۹ ۱۰-۳ بررسی کارایی روش در استخراج یون‌های مس، کبالت، نیکل، کادمیم و روی از نمونه حقیقی
- ۷۱ ۱۱-۳ جداسازی مس، کبالت، نیکل، کادمیم و روی در حضور لیگاند PBHA
- ۷۱ ۱-۱۱-۳ جداسازی مس
- ۷۲ ۲-۱۱-۳ جداسازی کادمیم
- ۷۳ ۳-۱۱-۳ جداسازی روی
- ۷۴ ۴-۱۱-۳ جداسازی کبالت و نیکل

بخش دوم

- ۷۶ ۱۲-۳ استخراج فاز جامد Zn, Ni, Cu, Co, Cd با لیگاند دودسیل تری متیل آمونیوم برماید
- ۷۸ ۱۳-۳ بررسی پارامترهای مؤثر بر استخراج یونهای کادمیم، توسط لیگاند دودسیل تری متیل آمونیوم برماید
- ۷۸ ۱-۱۳-۳ اثر غلظت لیگاند بر میزان استخراج کادمیم
- ۷۹ ۲-۱۳-۳ تأثیر زمان بر میزان استخراج کادمیم و دستیابی به شرایط تعادل
- ۸۰ ۳-۱۳-۳ اثر غلظت کادمیم در میزان استخراج
- ۸۱ ۴-۱۳-۳ اثر ماتریکس بر میزان استخراج کادمیم
- ۸۲ ۵-۱۳-۳ بررسی اثر غلظت NaBr بر میزان استخراج
- ۸۳ ۶-۱۳-۳ بررسی اثر غلظت HBr بر میزان استخراج
- ۸۴ ۷-۱۳-۳ تعیین استوکیومتری کمپلکس استخراج شده توسط دودسیل تری متیل آمونیوم برماید
- ۸۶ ۱۴-۳ بررسی پارامترهای مؤثر بر استخراج یونهای کبالت، توسط لیگاند دودسیل تری متیل آمونیوم برماید
- ۸۶ ۱-۱۴-۳ اثر غلظت کبالت در میزان استخراج
- ۸۷ ۲-۱۴-۳ اثر نوع ماتریکس بر میزان استخراج کبالت
- ۸۸ ۳-۱۴-۳ اثر غلظت KSCN در استخراج کبالت
- ۸۹ ۴-۱۴-۳ بررسی اثر غلظت HCl بر میزان استخراج

- ۹۰ ۵-۱۴-۳ بررسی اثر غلظت NaCl بر میزان استخراج
- ۹۱ ۶-۱۴-۳ بررسی تأثیر حضور NaCl و HCl در میزان استخراج
- ۹۲ ۱۵-۳ بررسی پارامترهای مؤثر بر استخراج یونهای مس، توسط لیگاند دودسیل تری متیل آمونیوم بر مایند
- ۹۲ ۱-۱۵-۳ اثر غلظت مس در میزان استخراج
- ۹۳ ۲-۱۵-۳ اثر نوع ماتریکس بر میزان استخراج مس
- ۹۴ ۳-۱۵-۳ اثر غلظت KSCN در میزان استخراج مس
- ۹۵ ۱۶-۳ بررسی پارامترهای مؤثر بر استخراج یونهای نیکل و روی، توسط لیگاند دودسیل تری متیل آمونیوم بر مایند
- ۹۵ ۱-۱۶-۳ اثر نوع ماتریکس بر میزان استخراج نیکل
- ۹۶ ۲-۱۶-۳ اثر نوع ماتریکس بر میزان استخراج روی
- ۹۷ ۳-۱۶-۳ اثر غلظت KSCN در میزان استخراج روی
- ۹۸ ۴-۱۶-۳ اثر کاهش مقدار لیگاند در استخراج روی
- ۱۰۰ ۱۷-۳ جداسازی مس، کبالت، نیکل، کادمیم و روی، در حضور لیگاند دودسیل تری متیل آمونیوم بر مایند، به روش استخراج فاز جامد..
- ۱۰۰ ۱-۱۷-۳ جداسازی کادمیم
- ۱۰۱ ۲-۱۷-۳ جداسازی نیکل
- ۱۰۱ ۳-۱۷-۳ جداسازی روی
- ۱۰۲ ۴-۱۷-۳ جداسازی کبالت

۱۰۳ و ۱۰۴

۱۰۵

مراجع
چکیده انگلیسی

فهرست اشکال

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۰	شکل ۱-۱ فرم های توتومری هیدروکسامیک اسید
۱۲	شکل ۲-۱ ساختار کمپلکس تشکیل شده توسط هیدروکسامیک اسیدها
۱۴	شکل ۳-۱ ساختار هیدروکسامیک اسیدهای مختلف
۲۱	شکل ۴-۱ شمای کلی از گروه عاملی قرار داده شده بر بسترسیلیکاژل
۳۲	شکل ۵-۱ لیگاند MSOPD
۳۲	شکل ۶-۱ لیگاند NNDED
۳۳	شکل ۷-۱ لیگاند CTAB
۳۴	شکل ۸-۱ لیگاند PBHA
۳۴	شکل ۹-۱ لیگاند دودسیل تری متیل آمونیوم برماید
۳۵	شکل ۱۰-۱ ساختار لیگاندهای به کار رفته
۳۸	شکل ۱-۲ وسایل مورد استفاده در آزمایش های استخراج فاز جامد
۴۴	شکل ۱-۳ اثر pH بر استخراج هر یک از یونهای Cu, Co, Ni, Zn و Cd
۴۶	شکل ۲-۳ اثر غلظت لیگاند PBHA بر استخراج هر یک از یونهای Cu, Co, Ni, Cd و Zn
۴۸	شکل ۳-۳ درصد بازیابی یون مس (II) به وسیله شوینده های مختلف با غلظت ۰/۵ مولار
۴۸	شکل ۴-۳ درصد بازیابی یون مس (II) به وسیله غلظت های مختلف HCl, HNO ₃ , Na ₂ S ₂ O ₃
۵۰	شکل ۵-۳ درصد بازیابی یون کبالت (II) به وسیله شوینده های مختلف با غلظت ۰/۵ مولار
۵۰	شکل ۶-۳ درصد بازیابی یون کبالت (II) به وسیله غلظت های مختلف Na ₂ S ₂ O ₃
۵۲	شکل ۷-۳ درصد بازیابی یون نیکل به وسیله شوینده های مختلف با غلظت ۰/۵ مولار

- شکل ۳-۸ درصد بازیابی یون نیکل به وسیله غلظت های مختلف استیک اسید ۵۲
- شکل ۳-۹ درصد بازیابی یون کادمیم به وسیله شوینده های مختلف با غلظت ۰/۵ مولار ۵۴
- شکل ۳-۱۰ درصد بازیابی یون کادمیم به وسیله غلظت های مختلف HBr و HCl ۵۴
- شکل ۳-۱۱ درصد بازیابی یون روی به وسیله شوینده های مختلف با غلظت ۰/۵ مولار ۵۶
- شکل ۳-۱۲ درصد بازیابی یون روی به وسیله غلظت های مختلف سیانید و اکسلات ۵۶
- شکل ۳-۱۳ دودسیل تری متیل آمونیوم برماید و جاذب C₁₈ و برهمکنش بین آنها ۷۶
- شکل ۳-۱۴ منحنی تغییرات درصد استخراج کادمیم با غلظت های متفاوتی از لیگاند دودسیل تری متیل آمونیوم برماید ۷۸
- شکل ۳-۱۵ منحنی تغییرات درصد استخراج کادمیم به صورت تابعی از زمان، توسط دودسیل تری متیل آمونیوم برماید ۷۹
- شکل ۳-۱۶ منحنی تغییرات درصد استخراج به صورت تابعی از غلظت کادمیم ۸۰
- شکل ۳-۱۷ منحنی تغییرات درصد استخراج کادمیم توسط غلظت های متفاوت NaBr ۸۲
- شکل ۳-۱۸ منحنی تغییرات درصد استخراج کادمیم توسط غلظت های متفاوت HBr ۸۳
- شکل ۳-۱۹ تغییرات log D بر حسب log [L] در استخراج یون کادمیم (۴ میلی گرم بر لیتر)، توسط غلظت های مختلف لیگاند دودسیل تری متیل آمونیوم برماید. ۸۵
- شکل ۳-۲۰ منحنی تغییرات درصد استخراج به صورت تابعی از غلظت کبالت ۸۶
- شکل ۳-۲۱ منحنی تغییرات درصد استخراج کبالت توسط غلظت های متفاوت KSCN ۸۸
- شکل ۳-۲۲ منحنی تغییرات درصد استخراج کبالت توسط غلظت های متفاوت HCl ۸۹
- شکل ۳-۲۳ منحنی تغییرات درصد استخراج کبالت، توسط غلظت های متفاوت NaCl ۹۰
- شکل ۳-۲۴ منحنی تغییرات درصد استخراج به صورت تابعی از غلظت مس ۹۲
- شکل ۳-۲۵ منحنی تغییرات درصد استخراج مس، به صورت تابعی از غلظت KSCN ۹۴
- شکل ۳-۲۶ منحنی تغییرات درصد استخراج روی، به صورت تابعی از غلظت KSCN ۹۷

فهرست جداول

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	جدول ۱-۱ مشخصات فیزیکی و شیمیایی مس
۳	جدول ۲-۱ مشخصات فیزیکی و شیمیایی کبالت
۵	جدول ۳-۱ مشخصات فیزیکی و شیمیایی نیکل
۷	جدول ۴-۱ مشخصات فیزیکی و شیمیایی کادمیم
۹	جدول ۵-۱ مشخصات فیزیکی و شیمیایی روی
۱۸	جدول ۶-۱ تاریخچه استخراج با فاز جامد
۲۱	جدول ۷-۱ نام و ساختار برخی از فازهای جامد نوعی
۵۷	جدول ۱-۳ بهترین محلول‌های شوینده
۵۸	جدول ۲-۳ نتایج مربوط به بررسی اثر حجم محلول شوینده
۶۰	جدول ۳-۳ نتایج مربوط به اثر سرعت عبور محلول
۶۱	جدول ۴-۳ نتایج مربوط به اثر سرعت عبور محلول
۶۴	جدول ۵-۳ نتایج مربوط به تعیین حجم بازداری
۶۶	جدول ۶-۳ حد تشخیص روش برای پنج عنصر
۶۸	جدول ۷-۳ حد تحمل یونهای خارجی در استخراج مس، کبالت، نیکل، کادمیم و روی از مخلوط‌های دوتایی
۷۰	جدول ۸-۳. نتایج مربوط به اندازه‌گیری یونهای مس، کبالت، نیکل، کادمیم و روی در نمونه حقیقی
۷۱	جدول ۹-۳ درصد استخراج در $pH=4/5$
۷۲	جدول ۱۰-۳ درصد بازیابی با هیدروکلریک اسید ۰/۵ مولار
۷۳	جدول ۱۱-۳ درصد بازیابی با اکسالات ۰/۰۵ مولار

۷۴	جدول ۳-۱۲ درصد بازیابی با ۰،۱-۱۰ فنانترولین ۰/۵ مولار
۷۴	جدول ۳-۱۳ تشکیل کمپلکس با فنانترولین
۸۱	جدول ۳-۱۴ بررسی نوع ماتریکس در استخراج کادمیم
۸۷	جدول ۳-۱۵ بررسی نوع ماتریکس در استخراج کبالت
۹۱	جدول ۳-۱۶ بررسی تأثیر حضور HCl و NaCl
۹۳	جدول ۳-۱۷ بررسی نوع ماتریکس در استخراج مس
۹۵	جدول ۳-۱۸ بررسی نوع ماتریکس در استخراج نیکل
۹۶	جدول ۳-۱۹ بررسی نوع نمک در استخراج روی
۹۸	جدول ۳-۲۰ اثر نصف شدن مقدار لیگاند بر استخراج روی
۹۹	جدول ۳-۲۱ اثر نوع ماتریکس بر میزان استخراج هر یک از یونها
۹۹	جدول ۳-۲۲ تشکیل کمپلکس با برماید
۱۰۰	جدول ۳-۲۳ درصد استخراج با ماتریکس (NaBr ۰/۱ مولار و HBr ۰/۵ مولار)
۱۰۱	جدول ۳-۲۴ درصد استخراج با ماتریکس KSCN ۰/۵ مولار
۱۰۱	جدول ۳-۲۵ درصد استخراج با ماتریکس NH ₂ OH:HCl ۰/۵ مولار
۱۰۲	جدول ۳-۲۶ درصد بازیابی با KSCN ۱ مولار

چکیده :

در بخش اول از این پروژه دیسک اکتادنسیل با لیگاند N- فنیل بنزو هیدروکسامیک اسید (PBHA) اصلاح شد و برای پیش‌تغلیظ مقادیر کم از یونهای Cu^{+2} ، Co^{+2} ، Ni^{+2} ، Cd^{+2} و Zn^{+2} استفاده شد. عناصر فوق‌الذکر به وسیله دستگاه طیف سنج جذب اتمی اندازه‌گیری گردید. اثر pH مقدار لیگاند، سرعت جریان، نوع و مقدار محلول شوینده مورد مطالعه قرار گرفت. حد تشخیص روش بر اساس رابطه $3\sigma/m$ برای یونهای Cu^{+2} ، Co^{+2} ، Ni^{+2} ، Cd^{+2} و Zn^{+2} به ترتیب $5/3$ ، $12/4$ ، $10/8$ ، $2/3$ و $1/2$ ngL^{-1} به دست آمد. در $\text{pH} = 4/5$ مس به صورت گزینشی از سایر عناصر جداسازی گردید. pH بهینه برای استخراج کبالت $\text{pH} = 7$ و برای استخراج نیکل، کادمیم و روی $\text{pH} = 8$ است.

در بخش دوم کار، استخراج فاز جامد با لیگاند دودسیل تری متیل آمونیم برماید برای پیش‌تغلیظ مس، کبالت، نیکل، کادمیم و روی به طور موفقیت آمیزی انجام شد. رسم نمودارهای ایزوترم نشان داد که استوکیومتری گونه استخراج شونده به صورت ۱:۱ فلز به لیگاند (برای یون کادمیم) می‌باشد. با استفاده از ماتریکس $0/1$ NaBr مولار و $0/5$ HBr مولار کادمیم به صورت گزینشی از چهار یون دیگر جداسازی گردید.

پیش‌گفتار

شیمی تجزیه علم شناسایی و جداسازی مواد است، تعیین و اندازه‌گیری مقادیر کم یونهای فلزی به دلیل اهمیت بیولوژیکی بعضی از آنها از جمله مس، کبالت، روی و آثار زیست محیطی برخی دیگر از جمله کادمیم حائز اهمیت می‌باشد. علی‌رغم وجود روش‌های نسبتاً ارزان چون طیف‌سنجی جذب اتمی و طیف‌سنجی نوری به دلیل مزاحمت برخی از اجزاء ماتریکس نمونه در اندازه‌گیری گونه مورد نظر از یک سو و کم بودن حساسیت روش از سوی دیگر کارایی روش کم می‌شود؛ لذا برای رفع چنین مشکلاتی اغلب نیاز به مراحل جداسازی و پیش‌تغلیظ می‌باشد.

در بین روش‌های شناخته شده برای پیش‌تغلیظ یونهای فلزی روش استخراج فاز جامد (SPE) [۱] تکنیکی جالب و قابل توجه بر اساس کاربرد یک جاذب برای بازداري آنالیت می‌باشد که به دلیل داشتن ویژگی‌هایی مانند سادگی، ارزان بودن، کاهش مصرف حلال‌های آلی و قابلیت اتوماسیون یکی از پرطرفدارترین روشهای جداسازی است.

فصل اول:

مقدمه

۱-۱ مس (Copper)

مس یکی از مهمترین فلزات غیرآهنی بوده و بدلیل برخورداری از خواص شیمیایی، فیزیکی، الکتریکی و مکانیکی فوق‌العاده، جزء عناصر بسیار سودمند محسوب میگردد. مس از فراوانی نسبی برخوردار بوده و یکی از اولین فلزاتی است که مورد استفاده انسان واقع گردیده‌است.

جدول ۱-۱ مشخصات فیزیکی و شیمیایی مس [۲]

۲۹	عدد اتمی
۶۳/۵۴۶ (gr)	جرم اتمی
۸/۹۶ (gr/cm ³)	چگالی
۱۰۸۳ (°C)	نقطه ذوب
۲۵۹۵ (°C)	نقطه جوش

مس دارای دو ایزوتوپ پایدار طبیعی، ⁶³Cu و ⁶⁵Cu است. همچنین از این عنصر تاکنون حداقل ۶ ایزوتوپ ناپایدار رادیواکتیو دارای اعداد جرمی ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۶۴، ۶۶ و ۶۷ شناخته شده است. این عنصر از نظر شیمیایی در یکی از سه ظرفیت خود، ترکیب برقرار می نماید. عمومی ترین والانس این عنصر ۲+ (کوپریک) میباشد لکن ظرفیت ۱+ (کوپرو) نیز غالباً ملاحظه میشود. ظرفیت ۳+ فقط در تعدادی از ترکیبات ناپایدار دیده شده است. حالت‌های اکسایش اساسی مس در ترکیبات عبارت از ۱+ و ۲+ بوده و در تعدادی از ترکیبات ناپایدار دارای ۳+ میباشد. ترکیباتی که در آن مس دارای والانس ۱+ است به نام مس (I) یا کوپرو نامیده شده و در محلول با توجه به رابطه ذیل ناپایدارند:



به هر صورت با در نظر گرفتن درجه حرارت، ترکیبات مس (I) پایدارترین ترکیبات مس بوده و فرآورده نهایی حرارت دادن بسیاری از ترکیبات مس (II) می‌باشند.

۱-۱-۱ کاربردهای عمده مس

شاید بتوان مهمترین ترکیب مس را سولفات مس (II) پنج آبه معرفی نمود. این ترکیب که اکثراً تحت عنوان کات کبود شناخته میشود، منبعی برای تهیه سایر ترکیبات مس (II) بوده و برای آبکاری نیز استفاده میشود. مصارف ترکیبات مس در کشاورزی به منظور قارچ کشی و حشره کشی است. ضمناً از ترکیبات مس بعنوان رنگدانه، تثبیت کننده در رنگرزی و بالاخره در پیل‌های الکتریکی استفاده میشود.

۲-۱ شیمی کبالت

کبالت فلزی سفید رنگ، سخت و براق با علامت اختصاری Co است. که همراه با آهن و نیکل در گروه VIII عناصر واسطه در جدول تناوبی با آرایش الکترونی $4s^2 3d^7$ قرار دارد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کبالت در جدول ۲-۱ آورده شده است.

جدول ۱-۲ مشخصات فیزیکی و شیمیایی کبالت [۳]

۲۷	عدد اتمی
۵۸/۹۳ (gr)	جرم اتمی
۸/۹ (gr/cm ³)	چگالی
۱۴۹۵ (°C)	نقطه ذوب
۲۸۰۰ ± ۵۰ (°C)	نقطه جوش

برای کبالت نه ایزوتوپ شناخته شده است که فقط یک نوع آن یعنی ⁵⁹Co بصورت پایدار میباشد . این فلز قابلیت خمیری و چکش خواری دارد ، دارای خاصیت مغناطیسی بوده و نفوذپذیری آن به اندازه آهن می باشد. [۴]

کبالت به دلیل استفاده در ساخت آلیاژهای مغناطیسی ، آلیاژهای با مقاومت برشی و سایشی بالا و بسیاری از ابرآلیاژها به عنوان یک فلز استراتژیک محسوب میشود. [۵]

این فلز در پهنه وسیعی از طبیعت به مقدار ناچیز و پراکنده وجود دارد . مقدار کبالت در پوسته زمین ۲۰mg/kg می باشد. [۶]

بیشتر نمک های هیدراته کبالت (II) به علت حضور یون $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ به رنگ صورتی هستند. کبالت (II) با لیگاندهای مشخصی مانند کلرید و تیوسیانید تشکیل کمپلکس های چهار وجهی می دهد .