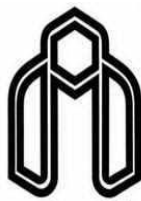


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده شیمی

گروه شیمی تجزیه

عنوان :

کاربرد روش میکرواستخراج فاز مایع بر اساس قطره جامد جهت پیش تغلیظ مقادیر کم مس در نمونه‌های محیطی قبل از اندازه‌گیری با اسپکترومتری جذب اتمی

دانشجو:

سیامک ناظری

استاد راهنما:

دکتر ناصر گودرزی

استاد مشاور:

دکتر فاطمه مصدرا لامور

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

بهمن ۱۳۹۲

ماحصل آموخته‌هایم را تقدیم می‌کنم به آنان که مهر آسمانی‌شان آرام‌بخش آلام زمینی‌ام است.

به استوارترین تکیه‌گاهم، دستان پر مهر پدرم

به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان سبز مادرم

که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بلو شتم قطره‌ای از دریای بی‌کران مهربانیتان را سپاس نتوانم بگویم.

امروز، هستی‌ام به امید شماست و فردا کلید باغ به‌شتم رضای شما

ره‌وردی‌گران سنگ‌تراز این ارزان‌داشتم تا به خاک پایتان نثار کنم، باشد که حاصل تلاشم نسیم‌گونه غبار محبتکیتان را بروداید.

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

تقدیر و تشکر:

حمد و سپاس پروردگاریمتار که لطف و کرم بی‌کرانش اینجانب را نیز در برگرفت تا به وسع توان خویش گامی کوچک در گستره علم و معرفت بردارم. حال که به یاری پروردگار، این دوره از تحصیلات خود را به پایان رساندم، بر خود لازم می‌دانم از زحمات بی‌شائبه‌ی پدر و مادر عزیزم و برادر و خواهر نازنینم که همواره مشوق و پشتیبان من بوده‌اند و ادامه این راه را برایم هموار نمودند، تشکر کنم.

از استاد راهنمای فریخته و بزرگوارم، جناب آقای دکتر ناصر کوردزی که اولین روشنی‌بخش و راهنمای این راه بود و بدون رهنمودهای ارزنده ایشان، به پایان رساندن این تحقیق ممکن نبود کمال تشکر و سپاس‌گذاری را دارم. همچنین از سرکار خانم دکتر مصدرا لاسور، استاد مشاور عزیزم که در انجام این پایان‌نامه کمال همکاری را باینده داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌کنم. از تمام اساتیدی که در طول دوران تحصیل به نحوی افتخارناگردی در محضرشان را داشتم کمال تشکر را دارم.

همچنین از دوستان عزیزم آقایان کوهستانی، فیضی، قلی‌زاده، عباسی، دانشی‌نژاد، پوربهرامیان و خانم‌ها، حاجیان، کجباغ، دوستی، فارسی‌مدان و احمدی و تمام دانشجویان کارشناسی ارشد ورودی ۹۰ که مایه دلگرمی من بوده‌صمیمانه قدردانی می‌کنم و بهترین سرنوشت‌ها را برای آنان آرزو دارم.

در پایان نیز از مساعدت‌های مسئولین گروه شیعی آقایان کلی، یزدانی و مومنی و سرکار خانم برنجی که همکاری صمیمانه‌ای را با اینجانب داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌کنم.

تعهد نامه

اینجانب سیامک ناظری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته شیمی تجزیه دانشکده شیمی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه کاربرد روش میکرواستخراج فاز مایع بر اساس قطره جامد جهت پیش تغلیظ مقادیر کم مس در نمونه‌های محیطی قبل از اندازه‌گیری با اسپکترومتری جذب اتمی تحت راهنمایی دکتر ناصر گودرزی متعهد می‌شوم:

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

در این پایان نامه، یک روش ساده و حساس از میکرواستخراج فاز مایع بر اساس قطره حلال آلی جامد شده برای پیش تغلیظ مقادیر جزئی مس قبل از اندازه‌گیری بوسیله اسپکترومتری جذب اتمی شعله‌ای بکار برده شد. برای تشکیل کمپلکس مس از لیگاند ۲- هیدروکسی استوفنون اکسیم استفاده گردید. در این روش، چند میکرولیتر از حلال ۱- آندکانول به سطح محلول حاوی مقادیر کم کمپلکس مس افزوده گردید. پس از هم‌زدن در مدت زمان معینی، ظرف محتوی محلول نمونه در زمان کوتاهی در حمام یخ قرار داده شد. سپس ۱- آندکانول منجمد جدا گردید و درون ویال فوراً ذوب و بوسیله اتانول تا حجم ۳۰۰ میکرولیتر رقیق شد. مس استخراج شده در حلال ۱- آندکانول سپس بوسیله اسپکترومتری جذب اتمی شعله‌ای تعیین مقدار گردید. اثر پارامترهای مختلف مانند pH، نوع و حجم بافر، غلظت لیگاند، نوع و حجم حلال استخراج کننده، حلال رقیق کننده، زمان استخراج، قدرت یونی و حجم نمونه آبی مورد بررسی قرار گرفت. تحت شرایط بهینه، منحنی کالیبراسیون خطی در محدوده ۰/۰-۱۲۰/۰ - ۳/۰ میکروگرم بر لیتر، حد تشخیص ۰/۸ میکروگرم بر لیتر و فاکتور پیش تغلیظ ۶۷/۰ بدست آمد. انحراف استاندارد نسبی برای شش بار اندازه‌گیری تکراری غلظت‌های ۷/۰۰، ۵۰/۰ و ۱۰۰ میکروگرم بر لیتر از مس (II)، به ترتیب ۴/۳۵٪، ۱/۰۱٪ و ۰/۵۰٪ بدست آمد. این روش برای تعیین غلظت مس در نمونه‌های حقیقی متفاوت بکار برده شد.

واژه‌های کلیدی: مس، ۲- هیدروکسی استوفنون اکسیم، ۱- آندکانول، میکرواستخراج قطره آلی شناور جامد شده، اسپکترومتری جذب اتمی شعله‌ای.

مقاله:

Application of liquid phase microextraction based on solidified organic solvent drop for preconcentration of trace amount of copper in environmental samples prior to its determination by flame atomic absorption spectrometry.

بیستمین سمینار شیمی تجزیه ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، اسفند ۱۳۹۲

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول : مقدمه
۲	۱-۱- مقدمه
۲	۲-۱- تاریخچه عنصر مس
۳	۳-۱- خواص فیزیکی و شیمیایی مس
۴	۴-۱- کاربردهای مس
۴	۵-۱- روش‌های مختلف اندازه‌گیری مس
۵	۱-۵-۱- اسپکترومتری جذب اتمی شعله
۵	۶-۱- اثرات مس بر روی سلامتی
۶	۷-۱- مروری بر کارهای انجام شده برای اندازه‌گیری مس

فصل دوم: بخش تئوری

۱۴	۱-۲- مقدمه‌ای بر روش‌های آماده‌سازی نمونه
۱۵	۲-۲- استخراج
۱۶	۱-۲-۲- استخراج مایع- مایع (LLE)
۱۶	۳-۲- روش‌های میکرواستخراج
۱۷	۲-۲-۲- میکرواستخراج با فاز مایع (LPME)
۱۹	۱-۲-۲-۲- میکرواستخراج به وسیله انجماد قطره آلی شناور (SFO-DME)

- ۳-۲- روابط تئوری حاکم بر SFO-DME ۲۱
- ۴-۲- مزایا و معایب روش SFO-DME ۲۲
- ۵-۲- ویژگی حلال استخراج کننده ۲۲
- ۶-۲- کاربرد میکرواستخراج به وسیله انجماد قطره آلی شناور ۲۴

فصل سوم: بخش تجربی

- ۱-۳- مقدمه ۲۸
- ۲-۳- بخش تجربی ۲۸
- ۱-۲-۳- محلول‌های مورد استفاده و طرز تهیه آنها ۲۸
- ۲-۲-۳- روش سنتز لیگاند ۲- هیدروکسی استوفنون اکسیم ۳۰
- ۳-۲-۳- دستگاه‌ها و وسایل مورد استفاده ۳۲
- ۴-۲-۳- طیف جذبی ۳۳
- ۵-۲-۳- روش کار در بهینه‌سازی متغیرهای موثر در اندازه‌گیری مس ۳۵
- ۶-۲-۳- بررسی و بهینه‌سازی متغیرهای موثر در اندازه‌گیری مس ۳۷
- ۱-۶-۲-۳- بررسی اثر PH فاز آبی بر میزان استخراج ۳۸
- ۲-۶-۲-۳- بررسی اثر نوع بافر ۴۱
- ۳-۶-۲-۳- بررسی اثر حجم بافر ۴۲
- ۴-۶-۲-۳- بررسی اثر غلظت لیگاند ۲- هیدروکسی استوفنون اکسیم ۴۴
- ۵-۶-۲-۳- بررسی اثر نوع حلال استخراج کننده ۴۶
- ۶-۶-۲-۳- بررسی اثر حجم حلال استخراج کننده ۴۸
- ۷-۶-۲-۳- بررسی اثر نوع حلال رقیق کننده ۵۰
- ۸-۶-۲-۳- بررسی اثر زمان استخراج ۵۲
- ۹-۶-۲-۳- بررسی اثر قدرت یونی ۵۴
- ۱۰-۶-۲-۳- بررسی اثر حجم نمونه آبی بر راندمان استخراج ۵۶
- ۷-۲-۳- شرایط بهینه میکرواستخراج فاز مایع بر اساس قطره جامد ۵۹
- ۸-۲-۳- رسم منحنی کالیبراسیون پیش تغلیظ ۶۰

- ۶۲..... ۹-۲-۳- بررسی اثر یونهای مزاحم
- ۶۵..... ۳-۳- ارقام شایستگی روش
- ۶۵..... ۱-۳-۳- حد تشخیص
- ۶۶..... ۲-۳-۳- دقت و صحت
- ۶۷..... ۳-۳-۳- فاکتور پیش تغلیظ و درصد بازیابی
- ۶۹..... ۴-۳-۳- شاخص مصرف
- ۷۰..... ۴-۳- اندازه گیری مس در نمونه های حقیقی
- ۷۰..... ۱-۴-۳- اندازه گیری مس در نمونه آب شاهرود
- ۷۱..... ۲-۴-۳- اندازه گیری مس در نمونه خاک
- ۷۲..... ۳-۴-۳- اندازه گیری مس در نمونه برنج

فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری

- ۷۶..... ۱-۴- سیستم شیمیایی مورد استفاده
- ۷۷..... ۲-۴- ارقام شایستگی روش
- ۷۸..... ۳-۴- مقایسه روش پیشنهادی با برخی روش های موجود
- ۷۹..... ۴-۴- نتیجه گیری
- ۸۰..... ۵-۴- آینده نگری

فهرست شکل‌ها

- شکل (۱-۲) : مراحل یک فرآیند تجزیه شامل مرحله آماده‌سازی نمونه..... ۱۵
- شکل (۲-۲) : تقسیم‌بندی انواع روش‌های میکرواستخراج فاز مایع..... ۱۸
- شکل (۳-۲) : استخراج به روش انجماد قطره آلی شناور..... ۲۰
- شکل (۱-۳) : طیف FT-IR لیگاند HAP-2..... ۳۱
- شکل (۲-۳) : طیف جذبی محلول کمپلکس مس با لیگاند HAP-2..... ۳۴
- شکل (۳-۳) : طیف جذبی محلول شاهد..... ۳۴
- شکل (۴-۳) : بررسی سینتیک واکنش مس با لیگاند HAP-2..... ۳۵
- شکل (۵-۳) : منحنی کالیبراسیون مستقیم مس (II)..... ۳۷
- شکل (۶-۳) : نمودار تاثیر PH فاز آبی بر میزان استخراج..... ۴۰
- شکل (۷-۳) : نمودار تاثیر نوع بافر بر میزان استخراج..... ۴۲
- شکل (۸-۳) : نمودار تاثیر حجم بافر بر میزان استخراج..... ۴۴
- شکل (۹-۳) : نمودار تاثیر غلظت لیگاند بر میزان استخراج..... ۴۶
- شکل (۱۰-۳) : نمودار تاثیر نوع حلال استخراج بر میزان استخراج..... ۴۸
- شکل (۱۱-۳) : نمودار تاثیر حجم حلال استخراج بر میزان استخراج..... ۵۰
- شکل (۱۲-۳) : نمودار تاثیر نوع حلال رقیق‌کننده بر میزان استخراج..... ۵۱
- شکل (۱۳-۳) : نمودار تاثیر زمان استخراج بر میزان استخراج..... ۵۳
- شکل (۱۴-۳) : نمودار تاثیر قدرت یونی بر میزان استخراج..... ۵۵
- شکل (۱۵-۳) : نمودار تاثیر حجم نمونه آبی با مقادیر مختلف آنالیت بر میزان استخراج..... ۵۷
- شکل (۱۶-۳) : نمودار تاثیر حجم نمونه آبی بر میزان استخراج مس در میکروگرم ثابت..... ۵۸
- شکل (۱۷-۳) : منحنی کالیبراسیون پیش‌تغلیظ..... ۶۲
- شکل (۱-۴) : ساختار گسترده لیگاند HAP-2..... ۷۶
- شکل (۲-۴) : واکنش کلی تهیه اکسیم..... ۷۶
- شکل (۳-۴) : ساختار پیشنهادی لیگاند HAP-2 و مس..... ۷۷

فهرست جدول

- جدول (۱-۱) : خواص فیزیکی و شیمیایی عنصر مس ۳
- جدول (۱-۲) : حلال‌های مورد استفاده برای روش SFODME ۲۳
- جدول (۲-۲) : کاربرد هایی از SFODME برای تعیین فلزات ۲۵
- جدول (۱-۳) : مواد شیمیایی مورد استفاده ۲۹
- جدول (۲-۳) : پارامترهای دستگاهی برای اندازه‌گیری جذب مس ۳۲
- جدول (۳-۳) : سیگنال‌های مستقیم بدست آمده برای محلول‌های مس (II) با غلظت‌های متفاوت ۳۷
- جدول (۴-۳) : نتایج حاصل از بررسی اثر PH بر میزان استخراج مس ۴۰
- جدول (۵-۳) : نتایج حاصل از بررسی نوع بافر بر میزان استخراج مس ۴۲
- جدول (۶-۳) : نتایج حاصل از بررسی حجم بافر بر میزان استخراج مس ۴۳
- جدول (۷-۳) : نتایج حاصل از بررسی غلظت لیگاند بر میزان استخراج مس ۴۵
- جدول (۸-۳) : نتایج حاصل از بررسی اثر نوع حلال استخراج‌کننده ۴۷
- جدول (۹-۳) : نتایج حاصل از بررسی حجم حلال استخراج‌کننده ۴۹
- جدول (۱۰-۳) : نتایج حاصل از بررسی اثر نوع حلال رقیق‌کننده ۵۱
- جدول (۱۱-۳) : نتایج حاصل از بررسی اثر زمان استخراج ۵۳
- جدول (۱۲-۳) : نتایج حاصل از بررسی اثر قدرت یونی ۵۵
- جدول (۱۳-۳) : نتایج حاصل از بررسی اثر حجم نمونه آبی با مقادیر مختلف آنالیت ۵۷
- جدول (۱۴-۳) : نتایج حاصل از بررسی اثر حجم نمونه آبی با مقادیر ثابت آنالیت ۵۸
- جدول (۱۵-۳) : شرایط بهینه روش SFO-DME در اندازه‌گیری مس ۶۰
- جدول (۱۶-۳) : داده‌های مربوط به رسم منحنی کالیبراسیون پیش‌تغلیظ ۶۱
- جدول (۱۷-۳) : نتایج حاصل از بررسی اثر یون‌های مزاحم در غلظت ۰/۰۱۸ میکروگرم بر میلی‌لیتر ۶۴
- جدول (۱۸-۳) : نتایج حاصل از بررسی دقت و صحت روش ۶۷

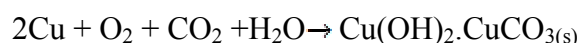
- جدول (۳-۱۹) : نتایج حاصل از درصد بازیابی روش.....۶۸
- جدول (۳-۲۰) : ارقام شایستگی مربوط به اندازه‌گیری مس ۶۹
- جدول (۳-۲۱) : اندازه‌گیری مس در نمونه آب شهر شاهرود..... ۷۰
- جدول (۳-۲۲) : اندازه‌گیری مس در نمونه خاک کشاورزی..... ۷۲
- جدول (۳-۲۳) : اندازه‌گیری مس در نمونه برنج..... ۷۳
- جدول (۴-۱) : مقایسه روش پیشنهادی با برخی از روش‌های گزارش شده برای تعیین مقدار مس..... ۷۹

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

مس (Cu) فلزی است، نسبتاً نرم و قرمز رنگ و می‌توان آن را بصورت ورق و مفتول در آورد. مس یکی از فلزات واسطه در جدول تناوبی می‌باشد که در ترکیبات خود دارای اعداد اکسایش +۱، +۲ و +۳ می‌باشد، ولی این عنصر در مهم‌ترین ترکیب‌های خود، عدد اکسایش +۲ دارد [۱]. سطح مس در هوای مرطوب از یک لایه کربنات بازی سبزرنگ پوشیده شده است، که واکنش مربوطه به صورت زیر است:



محلول‌های رقیق هیدروکلریک اسید و سولفوریک اسید بر مس که در سری الکتروشیمیایی در زیر هیدروژن قرار دارد، اثر نمی‌کنند، اما مس در نیتریک اسید رقیق و غلیظ و همچنین سولفوریک اسید غلیظ به واسطه اثر اکسیدکنندگی آن‌ها حل می‌شود [۲]. یک نکته جالب توجه این است که مس می‌تواند از هیدروسیانیک اسید غلیظ (HCN) هیدروژن آزاد کند و احتمالاً عامل انجام این واکنش، تمایل زیاد مس (I) برای تشکیل کمپلکس با یون سیانید است [۳].

۱-۲- تاریخچه عنصر مس

یکی از اندیشه‌های انسان اولیه استفاده از فلزات مختلف جهت تسهیل امور روزمره خود بوده است. عنصر مس اولین عنصر شناخته شده‌ای است که حدود ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد توسط انسان ذوب و مورد استفاده قرار گرفته است. بر اساس شواهد و نوشته‌ها، ایرانیان اولین کسانی بودند که سنگ‌های دارای مس را ذوب نموده‌اند [۴].

۳-۱- خواص فیزیکی و شیمیایی مس

مس در طبیعت به حالت آزاد و به صورت سولفید، اکسید و کربنات یافت می‌شود. از کانی‌های اصلی آن می‌توان به کالکوسیت^۱، کالکوپیریت^۲ (۵۰ درصد ذخایر طبیعی مس را تشکیل می‌دهد)، کوپریت^۳ و مالاکیت^۴ اشاره نمود [۵]. با ترکیبات مس باید طوری رفتار شود که گویی سمی هستند (مگر خلاف آن مشخص باشد). مس موجود در آب آشامیدنی با غلظتی بیش از ۱ میلی‌گرم بر لیتر موجب لک‌شدن لباس‌ها و اشیاء در آب می‌گردد. مقدار مجاز مس در آب آشامیدنی بر حسب منبع آن متفاوت بوده، اما مرز آن بین ۱/۵ تا ۲ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد [۶].

فلز مس رسانایی الکتریکی و گرمایی زیادی دارد و پس از نقره بیشترین رسانایی الکتریکی را در میان فلزات دارا می‌باشد [۷]. در جدول (۱-۱) تعدادی از خواص فیزیکی و شیمیایی مس ذکر شده است.

جدول (۱-۱): خواص فیزیکی و شیمیایی عنصر مس		
واحد	عدد	خواص
g/mol	۶۳/۵۲۹	وزن اتمی
-	۲۹	عدد اتمی
A ⁰	۱/۲۲۷	شعاع اتمی
g/cm ³	۸/۹۳	دانسیته در ۲۰°C
°C	۱۰۸۳	نقطه ذوب
°C	۲۵۹۵	نقطه جوش
-	۲	تعداد ایزوتوپ‌های طبیعی
J/g ⁰ k	۰/۳۵۸۹	گرمای ویژه در ۲۵°C

-
- 1- Chalcocite
 - 2- Chalcopyrite
 - 3- Cuprite
 - 4- Malachite

۴-۱- کاربردهای مس

از جمله کاربردهای مس می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ❖ سیم‌های مسی، لوله‌های مسی، دستگیره‌های درب و سایر وسایل منزل
- ❖ مجسمه‌سازی
- ❖ آهنرباهای الکتریکی
- ❖ موتورها، به خصوص موتورهای الکترومغناطیسی
- ❖ کلیدها و تقویت‌کننده‌های الکتریکی
- ❖ لامپ‌های خلاء، لامپ‌های پرتوی کاتدی و مگنترون‌های اجاق‌های مایکروویو [۸]
- ❖ هدایت‌کننده موج برای تشعشع مایکروویو
- ❖ به علت خاصیت هدایت بهتر آن نسبت به آلومینیوم، کاربرد مس در ICها به جای آلومینیوم رو به افزایش است.
- ❖ به عنوان جزئی از سکه‌ها [۹]
- ❖ به صورت سولفات مس که به عنوان سم و تصفیه‌کننده آب کاربرد دارد [۶].

۵-۱- روش‌های مختلف اندازه‌گیری مس

روش‌های مختلفی نظیر اسپکتروفلوریمتری^۱، اسپکترومتری جذب اتمی شعله^۲ (FAAS) و اسپکتروفتومتری^۳ برای اندازه‌گیری فلز مس مورد بررسی قرار گرفته است که در میان این روش‌ها، اسپکترومتری جذب اتمی شعله بیشترین کاربرد را دارد.

1- Spectrofluorimetry
2- Flame atomic absorption spectrometry
3- Spectrophotometry

۱-۵-۱- اسپکترومتری جذب اتمی شعله

روش‌های طیف‌بینی تجزیه بر اساس تولید و یا برهمکنش تابش الکترومغناطیس با ماده استوار می‌باشد که از بین این روش‌ها، روش جذبی بر پایه تضعیف یک دسته پرتو تابش الکترومغناطیس و در نتیجه برهمکنش آن با آنالیت و جذب قسمتی از آن توسط آنالیت استوار است.

آنالیز جذب اتمی وابسته به ایجاد اتم‌های آنالیت آزاد در حالت پایه و در معرض قرارگرفتن این جمعیت اتمی در مقابل نوری با طول موج مشخصه عنصر مورد نظر است، لذا جهت اتمی کردن می‌توان از اتمسازهای شعله‌ای، کوره گرافیتی و ... استفاده کرد [۱۱۰ و ۱۱۱].

سیستم‌های اتمی کردن شعله‌ای در جذب اتمی استفاده می‌شود و آنالیت را تبدیل به اتم‌های آزاد می‌کند که این اتم‌ها در مسیر عبور نور فرودی جهت جذب قرار می‌گیرند و بیشتر نمونه‌ها در این روش به ذرات ریز مه‌پاش می‌شوند. ذرات ریز، بسیار سریع حلال‌زدایی شده و ذره جامد حاصله ذوب یا تبخیر شده و سپس تجزیه می‌شود و عناصر در مدت زمان بسیار کوتاهی اتمی می‌شوند [۱۱۲].

۱-۶- اثرات مس بر روی سلامتی

مس در انواع مختلف غذاها، آب آشامیدنی و هوا وجود دارد و به همین دلیل ما روزانه مقدار قابل توجهی از مس را از طریق خوردن، آشامیدن و نفس کشیدن دریافت می‌کنیم. جذب مس برای بدن انسان حیاتی است، زیرا مس جزء عناصر کمیابی است که بدن انسان به آن نیاز دارد [۱۱۳]. اگرچه بدن انسان می‌تواند مقدار زیاد مس را تحمل کند، اما مقدار زیاد آن برای سلامت انسان مضر است. بسیاری از ترکیبات مس در رسوبات یا ذرات خاک ته نشین شده یا به این ذرات می‌چسبند. مقدار مس موجود در هوا بسیار کم است، بنابراین تنفس مس خیلی ناچیز است. اما افرادی که در نزدیکی مناطقی که به ذوب مس می‌پردازند، زندگی می‌کنند، ممکن است مقدار بیشتری مس در مقایسه با افراد عادی از طریق

استنشاق دریافت نمایند. بنابراین اندازه‌گیری مس در نمونه‌های مختلف از اهمیت بالایی برخوردار است [۱۴].

۱-۷- مروری بر کارهای انجام شده برای اندازه‌گیری مس

امروزه روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری مقادیر بسیار کم مس گزارش شده است. در این روش‌ها، ابتدا مس با روش‌های مختلف پیش‌تغلیظ شده و سپس با استفاده از روش‌های دستگاهی اندازه‌گیری می‌شود. از جمله روش‌هایی که برای پیش‌تغلیظ مس بکار برده شده است، می‌توان به روش‌های استخراج فاز جامد^۱ [۱۵]، استخراج نقطه ابری^۲ [۱۶]، میکرواستخراج مایع-مایع پخششی^۳ (DLLME) [۱۷]، روش‌های الکتروشیمیایی^۴ [۱۸] و قطره آلی شناور جامد^۵ (SFO) [۱۹] اشاره کرد. در زیر خلاصه‌ای از کارهای انجام شده برای اندازه‌گیری مس آورده شده است.

در سال ۲۰۰۷، گودرزی، اندازه‌گیری مقادیر جزئی مس در نمونه‌های آب دریا و رودخانه را پس از پیش‌تغلیظ نقطه ابری بوسیله FAAS مورد بررسی قرار داد. در این روش از ۱ و ۵- دی فنیل- بنزوئین^۶ به عنوان عامل کمپلکس‌کننده و تریتون X-۱۱۴^۷ نیز به عنوان سورفاکتانت استفاده شد. پس از جداسازی فاز غنی از سورفاکتانت و رقیق کردن آن با متانول اسیدی، مس موجود در آن توسط اسپکترومتری جذب اتمی شعله‌ای اندازه‌گیری شد. فاکتور غنی‌سازی و حد تشخیص روش به ترتیب برابر ۸۸ و ۰/۰۴ میکروگرم بر لیتر بدست آمد. انحراف استاندارد نسبی برای روش ۱/۹٪ و منحنی کالیبراسیون در محدوده ۵۰/۰-۰/۰۵ میلی‌گرم بر لیتر بصورت خطی بدست آمد [۲۰].

-
- 1- Solid phase extraction
 - 2- Cloud point extraction
 - 3- Dispersive Liquid-liquid microextraction
 - 4- Electrochemical methods
 - 5- Solidified floating organic drop
 - 6- 1,5-diphenyl- benzoin
 - 7- Triton X- 114

در سال ۲۰۰۸، سات اقلو^۱ و همکاران، برای پیش‌تغلیظ مس (II) و اندازه‌گیری آن در نمونه‌های آبی از روش استخراج نقطه ابری و دستگاه اسپکترومتری جذب اتمی شعله‌ای استفاده کردند. در این بررسی ابتدا آنالیت با لیگانند ۲،۱- دی هیدروکسی آنتراکینون-۳- سولفونیک اسید^۲ تشکیل کمپلکس داده و از اکتیل فنوکسی پلی اتوکسی اتانول به عنوان سورفکتانت استفاده شده است. در شرایط بهینه آزمایش، حدتشخیص ۱/۰۷ نانوگرم بر میلی‌لیتر، فاکتور پیش‌تغلیظ ۲۱، دامنه خطی ۲۰۰-۵ نانوگرم بر میلی‌لیتر و انحراف استاندارد نسبی روش برای ۹ بار اندازه‌گیری تکراری با غلظت ۱۰۰ نانوگرم بر میلی‌لیتر ۲/۱٪ بدست آمده است [۲۱].

در سال ۲۰۰۹، حاجی‌شعبانی و همکاران برای اندازه‌گیری مس و کادمیوم در سطح میکروگرم بر میلی‌لیتر، روش استخراج با فاز جامد جفت شده با اسپکترومتری جذب اتمی شعله‌ای را ارائه دادند. در این تحقیق، آنالیت در یک میکروستون پر شده با آلومینای اصلاح‌شده با سدیم دودسیل سولفات^۳ (SDS) و ۱۰ و ۱- فنانترویلین بازدارنده و از اتانول به عنوان شوینده استفاده شده است. مقادیر انحراف استاندارد نسبی در غلظت ۲۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر مس ۱/۴٪ و حد تشخیص روش ۰/۰۴ میکروگرم بر لیتر بدست آمده است [۲۲].

در سال ۲۰۱۰، شاهین^۴ و همکاران از روش میکرواستخراج قطره آلی شناور جامد شده برای پیش‌تغلیظ و اندازه‌گیری یون‌های مس بوسیله اسپکترومتری جذب اتمی شعله‌ای استفاده کردند. در این روش ۵ و ۱- دی فنیل کاربازید^۵ به عنوان عامل کمپلکس‌کننده و ۱- آندکانول^۶ به عنوان حلال استخراج‌کننده استفاده شده است. تحت شرایط بهینه دامنه خطی ۲۵-۱ نانوگرم بر میلی‌لیتر، فاکتور پیش‌تغلیظ

1- Satughlu

2- 1,2-Dihydroxy anthy aquinone-3-sulfonic acid

3- Sodium dodecyl sulfate

4- Şahin

5- 1,5-Diphenyl carbazid

6- 1- Undecanol