

حذف موثریون‌های جیوه (II) از نمونه‌های آبی زیست محیطی با استفاده از نانوتیوب‌های کربنی کربوکسیله بوسیله روش استخراج فاز-جامد پخشی

علی مقیمی*^۱، میلاد آبنیکی^۲، محمد یاری^۳

۱-دانشیار گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، گروه شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین -پیشوا. alimoghimi@iauvaramin.ac.ir

۲- دکتری تخصصی شیمی تجزیه، دانشکده علوم پایه، گروه شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین -پیشوا

۳- دانشیار گروه شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر

چکیده

وجود مقادیر اندک فلزات سنگین در آبهای زیرزمینی و سطحی در محیط زیست موجب نگرانی‌های قابل توجهی برای سلامتی انسان و آبریان شده است. مقدار بسیار کمی از فلزات سنگین مانند جیوه (II) می‌تواند رشد مغز را مختل کرده و ناتوانی‌های شناختی و حرکتی ایجاد کند. هدف از این مطالعه، استفاده از یک روش ساده و سریع به منظور حذف و اندازه‌گیری مقادیر ناچیز از یون جیوه (II) در نمونه‌های آبی بوده است. در روش حاضر، از نانولوله‌های فعال شده با کربوکسیل برای بهبود عمل حذف و پیش‌تغلیض جیوه (II) استفاده شده است. متغیرهایی نظیر pH استخراج، مقدار و نوع حلال ماده شویشی، زمان استخراج، اثر یونها و غیره برای پیش‌تغلیض جیوه (II) توسط جاذب بهینه‌سازی شده‌اند. اندازه‌گیری جذب برای برآورد جیوه (II) با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله انجام شد. نتایج بیانگر کارایی مناسب این روش در جذب یون‌های جیوه (II) بوده است. متغیرهای غلظتی، حد تشخیص (LOD) برای این روش و آزمون انحراف استاندارد نسبی (RSD) به ترتیب ۲۰/۸۳، ۶ میکروگرم بر لیتر و ۱/۱۶ درصد بدست آمده است. روش استخراج فاز-جامد پخشی با بکارگیری جاذب نانوتیوب‌های کربنی کربوکسیله نشان دهنده‌ی تکرارپذیری، رنج خطی و فاکتور تغلیظ مناسب جهت تعیین جیوه (II) می‌باشد و روشی کارآمد برای حذف یون جیوه (II) از نمونه‌های آبی زیست محیطی معرفی می‌شود.

واژگان کلیدی: پیش تغلیظ، جیوه (II)، نانولوله کربنی کربوکسیله اصلاح شده، استخراج فاز جامد پخشی، نمونه‌های آبی زیست محیطی.

مقدمه

جیوه (II) به عنوان یک فلز سنگین از یک منبع اصلی برای آلودگی محیط زیست ذکر شده است. یونهای جیوه (II) بیشتر با میکروارگانیزمهای اکوسیستم آبی به متیل جیوه نوروکسین تبدیل می‌شوند که موجب به خطر افتادن سلامتی می‌شود. و معمولاً از فعالیتهای صنعتی از جمله آبکاری، ذوب، متالورژی، تولید باتری، تصفیه و استخراج حاصل می‌شوند (De, Maiti et al. 2016). جیوه باعث سرطان لوزالمعده، سمیت در کلیه‌ها و افزایش رشد تومور می‌شود. آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده (US-EPA)، جیوه (II) را به عنوان یکی از عناصر سرطانزا در گروه B1 طبقه‌بندی کرده است. حداکثر مقدار جیوه مجاز در آب آشامیدنی توسط WHO با غلظت ۰/۰۳ میلی‌گرم در لیتر تعریف شده است (Satarug, et al. 2010). شناسایی مستقیم جیوه (II) در نمونه‌های آب آشامیدنی توسط طیف سنجی جذب اتمی شعله (FAAS) به دلیل غلظت کم از یون‌های جیوه (II) و همچنین سایر اثرات یونی حاصل از اجزای موجود در ماتریس نمونه، بسیار دشوار است. از این‌رو، برای دستیابی به داده‌های دقیق، حساس و قابل اعتماد توسط FAAS، نکات مربوط به جداسازی و پیش‌تغلیظ مورد نیاز است. روشهای مختلفی برای استخراج و پیش‌غلظت مقادیر اندک از جیوه (II) مانند روش رسوب/ هم‌رسوبی، استخراج نقطه ابری، استخراج مایع-مایع و استخراج فاز-جامد (SPE) توسعه یافته است (Satarug, Garrett et al. 2010). در میان تمام روش‌ها، استخراج فاز-جامد یک تکنیک مهم برای

جیوه (II) به عنوان یک فلز سنگین از یک منبع اصلی برای آلودگی محیط زیست ذکر شده است. یونهای جیوه (II) بیشتر با میکروارگانیزمهای اکوسیستم آبی به متیل جیوه نوروکسین تبدیل می‌شوند که موجب به خطر افتادن سلامتی می‌شود. و معمولاً از فعالیتهای صنعتی از جمله آبکاری، ذوب، متالورژی، تولید باتری، تصفیه و استخراج حاصل می‌شوند (De, Maiti et al. 2016). جیوه باعث سرطان لوزالمعده، سمیت در کلیه‌ها و افزایش رشد تومور می‌شود. آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده (US-EPA)، جیوه (II) را به عنوان یکی از عناصر سرطانزا در گروه B1 طبقه‌بندی کرده است. حداکثر مقدار جیوه مجاز در آب آشامیدنی توسط WHO با غلظت ۰/۰۳ میلی‌گرم در لیتر تعریف شده است (Satarug, et al. 2010). شناسایی مستقیم جیوه (II) در نمونه‌های آب آشامیدنی توسط طیف سنجی جذب اتمی شعله (FAAS) به دلیل غلظت کم از یون‌های جیوه (II) و همچنین سایر اثرات یونی حاصل از اجزای موجود در ماتریس نمونه، بسیار دشوار است. از این‌رو، برای دستیابی به داده‌های دقیق، حساس و قابل اعتماد توسط FAAS، نکات مربوط به جداسازی و پیش‌تغلیظ مورد نیاز است. روشهای مختلفی برای استخراج و پیش‌غلظت مقادیر اندک از جیوه (II) مانند روش رسوب/ هم‌رسوبی، استخراج نقطه ابری، استخراج مایع-مایع و استخراج فاز-جامد (SPE) توسعه یافته است (Satarug, Garrett et al. 2010). در میان تمام روش‌ها، استخراج فاز-جامد یک تکنیک مهم برای

در مقالات اخیر (Moghimi, et al. 2013, & Akbarieh 2014)، فعالیت استرایی یک کمپلکس جیوه در ارتباط با DNA در غلظت‌های کم نشان داده شده است. فاز جامد اصلاح شده می‌تواند حداقل ۵۰ بار با قابلیت تکرارپذیری قابل قبول بدون تغییر در ترکیب جاذب مورد استفاده قرار گیرد. (Azizi et al. 2020, Pourshamsi, et al. 2013). بنابراین، در این پروژه، ما در مورد اولین کاربرد MWCNTs-COOH به عنوان یک جاذب جدید برای استخراج فاز جامد پخشی برای نمونه‌های آبی حاوی جیوه توسط اسپکتروفلورومتری در GF-AAS مطالعه انجام داده‌ایم.

تهیه محلول‌ها و استانداردها

محلول Hg^{2+} با غلظت ۲۰۰ ppm با حل کردن ۰/۰۹ گرم نیترات هگزا هیدرات جیوه (II) و با رساندن حجم به ۱۰۰ میلی‌لیتر تهیه می‌شود. سایر محلول‌ها با رقیق کردن محلول موجود تهیه شد. از طریق رقیق کردن متوالی محلول ۲۰۰ ppm، محلول‌هایی با غلظت‌های ۱، ۳، ۵ و ۱۰ ppm به عنوان استاندارد تهیه شدند.

سنتز نانولوله‌های کربنی کربوکسیلیک

در مجموع ۰/۴ گرم نانولوله کربنی چند لایه با ۱۰۰ میلی‌لیتر HNO_3 غلیظ تحت شرایط بهم‌خوردن مداوم در ۱۲۰ درجه سانتیگراد ریفلکس شده است. نانولوله‌های کربنی کربوکسیلیک بدست آمده توسط کاغذ فیلترهای ۱/۲mcm فیلتر شده و سپس با آب مقطر شسته شد تا به pH خنثی برسد. پس از آن، رسوب را درون کوره‌ای با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد تا کاملاً خشک شود.

متغیرهای تأثیرگذار بر استخراج و بازیابی جیوه (II): اندازه‌گیری جذب، ثبت و ذخیره طیف‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله (مدل PG-990) انجام گرفت.

استخراج آنالیت در نمونه‌های آبی به کار می‌رود، زیرا دارای مزایایی از جمله فاکتور غنی‌سازی بالا، بازیابی بالا، جداسازی فازی سریع، مقرون به صرفه، مصرف کم از حلال‌های پرهزینه آلی و همچنین داری توانایی در ترکیب با روش‌های مختلف شناسایی به صورت آنالین و آفلاین است (یاری، مقیمی 2019, et al.). در سال‌های گذشته، نوع جدیدی از SPE، استخراج فاز جامد مغناطیسی (MSPE) مورد توجه بسیار قرار گرفته است. MSPE با کاربرد مواد مغناطیسی به عنوان یک جاذب است که می‌تواند با استفاده از یک آهنربا به سرعت از ماتریس جدا شود. با مقایسه سایر روش‌های جداسازی، MSPE می‌تواند بازده استخراج را بهبود بخشد و فرآیند پیش‌پردازش را آسان سازد (یاری و مقیمی ۱۳۹۷). در سال‌های اخیر، استفاده از نانوجاذب‌ها مانند کربن فعال، روش‌های مختلف دیگری در اتصال به لیگاندها در روش استخراج مورد توجه بسیار قرار گرفته است (مقیمی ۲۰۱۶). با این حال، مزیت روش‌های استخراجی کلاسیک که معمولاً برای استخراج و پیش‌تخلیظ یون‌های جیوه از جمله کروماتوگرافی مایع (Tuzen, Narin et al. 2004, Bai and Fan 2007)، تشکیل فیلم متراکم (Thistlethwaite and Hook 2000)، استخراج با مایعات فوق‌بحرانی شناورسازی، غشای مایع (Tajodini and Moghimi 2010)، جذب ستون جذبی از جیوه پیروکاتکول بر روی کربن فعال، جفت یون، جداسازی با مخمر و استخراج فاز جامد با استفاده از کارتريج C_{18} و دیسک (KARATEPE et al. 2003, Moghimi & Akbarieh 2014) پیشنهاد شده است. برای تهیه نمونه‌ها به منظور تجزیه و تحلیل از استخراج فاز-جامد (SPE) یا استخراج جامد-مایع به طور کلی از روش‌های توسعه یافته استفاده می‌شود. با این حال، دیسک‌های اصلاح شده با لیگاندها یک روش انتخابی برای جداسازی و تخلیظ بیشتر فلزات سنگین در نمونه‌های آبی است (Moghimi, et al. 2007).

بررسی نتایج حاصل از طیف SEM: به منظور بررسی مورفولوژی و اندازه ذرات نانولوله‌های کربنی کربوکسیله آنالیز SEM انجام شده و در شکل زیر آمده است.

بررسی نتایج حاصل از طیف XRD

در اینجا برای تعیین اندازه نانولوله‌های کربنی کربوکسیله از معادله شرر و نتایج حاصل از آنالیز نانولوله‌های کربنی کربوکسیله استفاده شده است. که این معادله به قرار زیر می‌باشد:

$$D_{(hkl)} = \frac{k\lambda}{\beta_{(hkl)} \cos \theta}$$

D: اندازه متوسط کریستالیت (بر حسب نانومتر)

K: ضریب شکل بلور (معمولاً ۰/۹ گرفته می‌شود)

λ: طول موج تیوب تولیدکننده پرتو ایکس (بر حسب نانومتر)

β: پهنای پیک

θ: زاویه پراش (Abniki, Moghimi et al. 2020).

بررسی تاثیر pH بر روی شدت جذب: از متغیرهای تاثیرگذار روی سیستم جذب، pH از مهم‌ترین متغیرها می‌باشد که تاثیر فراوانی در سیستم جذب دارد. در این تحقیق برای جذب بهینه جیوه (II)، محدوده pH از ۱۰-۲ آزمایش شده و pH بهینه برای جیوه (II) انتخاب شده است.

بررسی نمونه‌های حقیقی

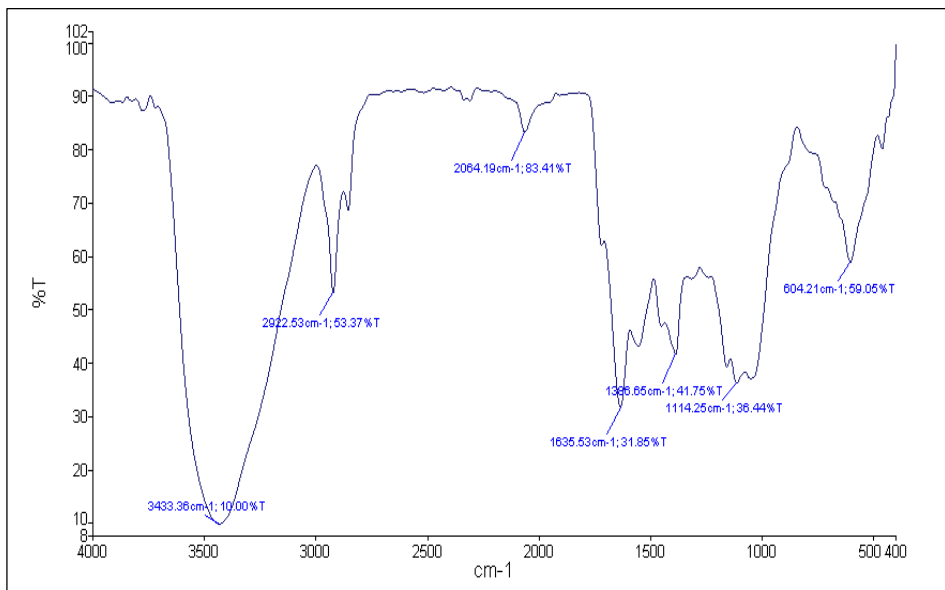
هنگامی که شرایط مطلوب برای استخراج جیوه (II) با این روش بدست آمد، برای مطالعه توانایی اجرای این روش بر روی نمونه‌های واقعی، مقدار جیوه (II) در نمونه‌های مختلف آبی در ۲۵۰ میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد.

PH متر sartorius مدل PB-11 ساخت کشور آلمان. ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ میلی گرم مدل AND, GR200. دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی مدل MIRAI III ساخت کشور چک و طیف‌سنجی مادون قرمز مدل 100 SPECTRUM ساخت کشور آمریکا. آنالیز پراش پرتو ایکس (XRD) مدل PW1730 ساخت کشور هلند. برای یافتن شرایط بهینه به منظور کارایی حداکثر در استخراج و بازیابی جیوه (II)، تاثیر عوامل مختلفی از جمله pH محلول، انتخاب محلول شستشوی مناسب، زمان استخراج، حجم محلول شستشو و ... مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، یک متغیر متغیر در نظر گرفته شد، و عوامل دیگر ثابت نگه داشته شدند.

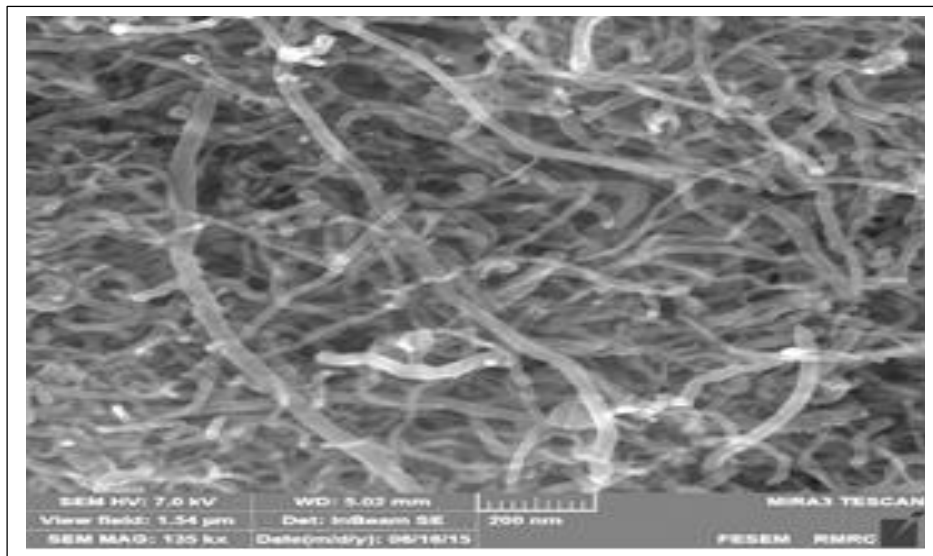
آزمایش اولیه استخراج جیوه (II) برای تعیین جاذب مناسب: روش استخراج و بازیابی یونهای جیوه (II) توسط نانولوله کربنی به شرح زیر است: ابتدا، ۰/۲ گرم لیگاند تیوکاربازید با ۰/۳ گرم از نانولوله در استون حل شده (کمترین مقدار) و سپس خشک شد. چهار بالون ۵۰ میلی لیتری آماده شده و ۰/۰۵ گرم نانوجاذب در یکی از بالون‌ها ریخته شد. پس از آن، ۰/۰۵ گرم نانولوله کربوکسیله، سپس ۰/۰۵ گرم مخلوط لیگاند و نانولوله کربنی آمینی و ۰/۰۵ گرم مخلوط لیگاند و نانولوله کربنی کربوکسیلیک به هر بالون اضافه شد. در مرحله بعد، ۱ میلی لیتر از بافر با pH برابر ۴/۵ به بالون‌ها اضافه شد و محلولی با غلظت ۲ ppm از جیوه (II) تهیه شد. چهار محلول در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ دقیقه تکان داده شد، سپس این مخلوط‌ها به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد و سپس محلول بالایی به دستگاه جذب اتمی تزریق شد.

بحث و نتایج

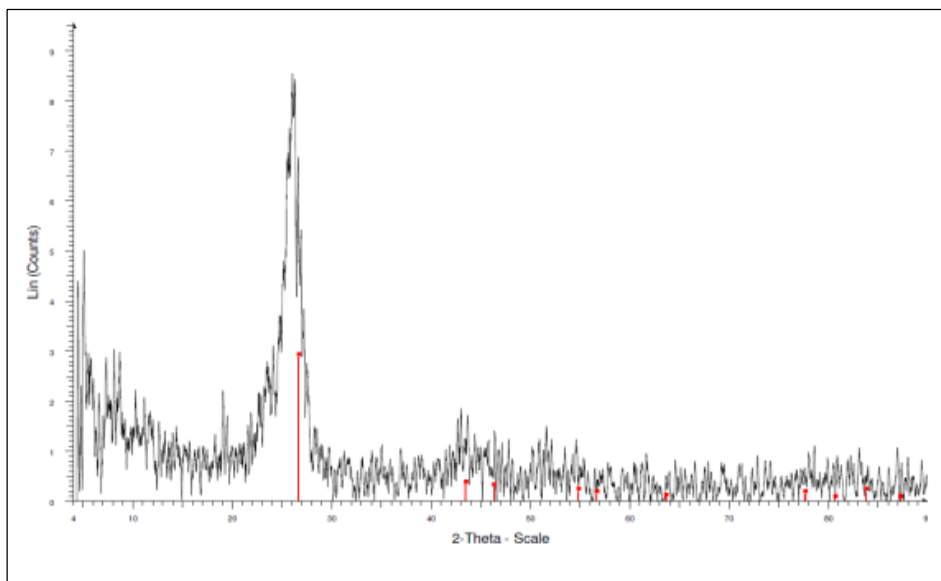
بررسی نتایج حاصل از طیف FT-IR: همانطور که از نتایج حاصل از طیف FT-IR در شکل زیر مشاهده می‌شود، باندهای ارتعاشی حاصل از گروه‌های عاملی و پیوندهای ایجاد شده روی نانولوله کربنی دیده می‌شود.



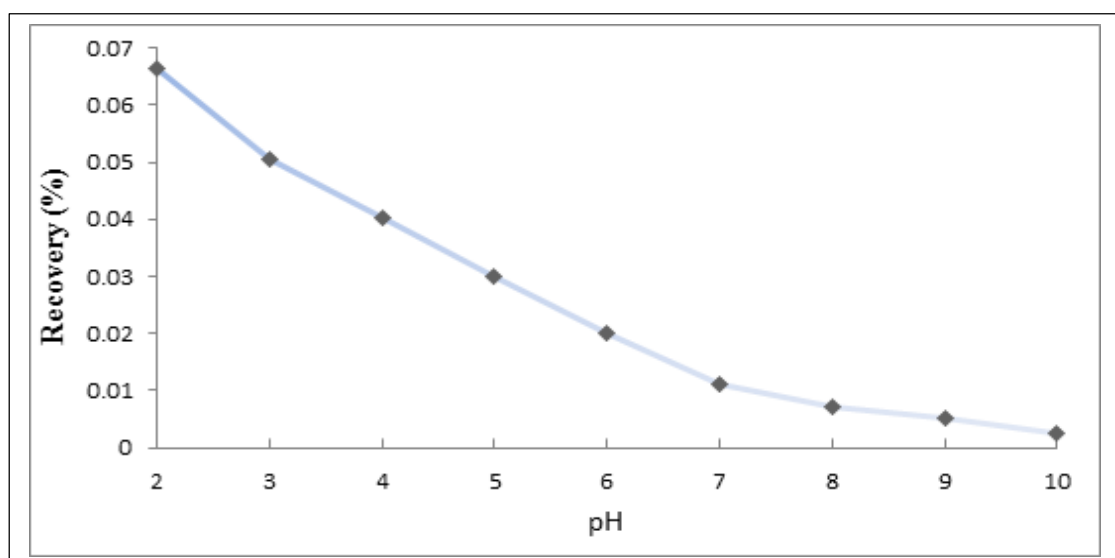
شکل ۱- طیف مادون قرمز از نانولوله‌های کربنی کربوکسیله



شکل ۲- ساختار نانولوله‌های کربنی کربوکسیله



شکل ۳- آنالیز XRD نانولوله‌های کربنی کربوکسیله



شکل ۴- نمودار بررسی pH بر روی شدت جذب جیوه (II)

جدول ۱- بررسی نمونه حقیقی در جیوه (II)

نمونه ها	مقدار اضافه شده جیوه (II) (ppm)	مقدار بدست آمده (ppm)
آب شرب ورامین	۰/۰	N.D ^b
	۱۰/۰	۱۰/۱(۱/۰) ^a
آب چاه	۰/۰	۷(۲/۱)
	۱۰/۰	۱۷/۰۸(۱/۷)
فاضلاب صنعتی چرمشهر ورامین	۰/۰	۷/۵(۲/۳)
	۱۰/۰	۱۷/۵۵(۱/۹)

N.D: غیر قابل

دارد. اگرچه در نمونه‌های دیگر که مورد آنالیز قرار گرفته شد مقدار جیوه (II) کمتری یافت شده است. به همین دلیل، می‌توان کارایی و قدرت پیش تغلیظ و اندازه‌گیری جیوه (II) را استنباط کرد. تشخیص در نتایج حاصل از طیف FT-IR باند ارتعاشی کششی در 1107 cm^{-1} دیده می‌شود که مربوط به پیوند C-O متعلق به کربن متصل به گروه کربوکسیلیک می‌باشد. علاوه بر این، باند کششی مربوط به پیوند C=O گروه کربوکسیلیک است که در 1593 cm^{-1} مشاهده می‌شود. علاوه بر این، یک نوار ارتعاش قوی نیز در 3384 cm^{-1} دیده می‌شود که متعلق به ارتعاش پیوندهای O-H است. نوارهای جذبی در 1593 cm^{-1} و

در مرحله اول، نمونه آب بدون افزودن جیوه (II) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و سپس به دستگاه تزریق می‌شود. در این تزریق مشخص شد که دستگاه جذب قابل توجهی نشان نمی‌دهد. در مرحله دوم، افزایش جیوه (II) با توجه به روش جداسازی انجام شد. در واقع، برای تشخیص مقادیر مشخصی از جیوه (II) موجود در نمونه‌های آبی، از روش افزایش استاندارد استفاده شد. نتایج این آزمایش در جدول زیر نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، در نمونه‌های آبی، در آب شیر پیشوا و فاضلاب صنعتی چرمشهر ورامین، مقدار بیشتری از یون جیوه (II) نسبت به نمونه‌های آبی آزمایش شده وجود

منابع

۱- پورنامداری، ا. یاری، م. مقیمی. ع. بهزاد.ن. (۲۰۱۸)، "پیش تغلیظ مقادیر ناچیزسرب (II) در پسابهای صنعتی ورامین بوسیله نانو لوله کربنی اصلاح شده." فصلنامه زمین شناسی محیط زیست سال یازدهم. شماره ۴۱، ص ۸۵-۹۸.

۲- قمی. م. یاری، م. مقیمی. ع. بهزاد.ن. (۲۰۱۹). "پیش تغلیظ مقادیر ناچیز نیکل ادرپسابهای اسلام شهر بوسیله نانو لوله کربنی اصلاح شده کربوکسیله." فصلنامه زمین شناسی محیط زیست سال سیزدهم، شماره ۴۶، ص ۴۹-۶۳.

1-Abniki, M., A. Moghimi and F. Azizinejad (2019). "Fabrication of bionanocomposite based on LDH using biopolymer of gum arabic and chitosan-coating for sustained drug-release." Journal of the Serbian Chemical Society.

2-Abniki, M., A. Moghimi and F. Azizinejad (2020). "Synthesis of calcium-layered double hydroxide based nanohybrid for controlled release of an anti-inflammatory drug." Journal of the Chinese Chemical Society.

3-Abnikia, M., Z. Azizi, H. Ahmad-Panahib and A. Pashaeia (2013). "Modification of zinc sulfide nanoparticle by allyl glycidyl ether for adsorption of famotidine in biological sample."

4-De, S., S. Maiti, T. Hazra, A. Debsarkar and A. Dutta (2016). "Leachate characterization and identification of dominant pollutants using leachate pollution index for an uncontrolled landfill site." Global journal of environmental science and management 2(2): 177-186.

5-Moghimi, A. (2012). "Adsorption and preconcentration of lead (II) by solid-phase extraction prior to determination by flame atomic absorption spectrophotometry." Australian Journal of Basic and Applied Sciences 6(3): 320-330.

6-Moghimi, A. and M. Abniki (2021). "Preconcentration and Separation of Ultra-Trace Cu (II) with Disks of Octadecyl Silica Membrane Modified Nano-Fe₃O₄-Encapsulated-Dioctyl

۱۱۰۵، گروههای کربوکسیلیک را روی نانولوله‌ها نشان می‌دهد. در بررسی نتایج حاصل از طیف SEM دیده میشود که اندازه ذرات نانولوله‌های کربنی کربوکسیله در مقیاس نانومتر بوده و در شکل نقاط روشن حاکی از کربوکسیله شدن نانولوله‌های کربنی می‌باشد. در بررسی نتایج حاصل از طیف XRD، پیک ضعیف ایجاد شده در حدود $2\theta=26/5$ درجه حاکی از نانولوله‌های کربنی می‌باشد. همانطور که براساس بررسی تاثیر pH بر روی شدت جذب انجام شده، مقدار بهینه جذب جیوه (II) توسط نانولوله‌های کربنی کربوکسیله در $pH=10$ صورت گرفته است. در بررسی نمونه‌های حقیقی اگرچه در نمونه‌های دیگر که مورد آنالیز قرار گرفته شد نشان دهنده‌ی مقدار جیوه (II) کمتری بوده است. به همین دلیل، می‌توان کارایی و قدرت روش ارائه شده را در پیش‌تغلیظ و اندازه‌گیری جیوه (II) استنباط کرد.

نتیجه‌گیری

در روش تحقیقی انجام شده از تکنیک استخراج فاز جامد پخشی با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله و پیش‌تغلیظ جیوه (II) و همچنین اندازه‌گیری مقادیر جزئی جیوه (II) در نمونه‌های آبی محیط زیست استفاده شده است. نتایج نشان دهنده ابداع یک روش توانا، گزینش‌پذیر، ارزان و ساده برای ارزیابی جیوه (II) در نمونه‌های حقیقی بوده است. در این کار تحقیقاتی نانولوله‌های کربنی کربوکسیله تهیه و با روش‌های FTIR، XRD و SEM بررسی شده و به عنوان جاذبی مناسب در جهت افزایش راندمان استخراج جیوه (II) استفاده شد. متغیرهای مؤثر بر استخراج از قبیل pH، نوع بافر، غلظت بافر، مقدار جاذب، سرعت (زمان) انجام واکنش بررسی و بهینه شدند. نتایج دهنده این است که روش ارائه شده دارای تکرارپذیری خوب و رنج خطی وسیع ($20/83 \mu\text{g L}^{-1}$) و فاکتور تغلیظ مناسب برای تعیین جیوه (II) است و مقدار حد تشخیص $6 \mu\text{g L}^{-1}$ بدست آمده است. همچنین تکرارپذیری بالا از ویژگی‌های مشاهده شده از این روش می‌باشد.

Phthalate and Linked-Diethylenetriamine." Advanced Journal of Chemistry-Section A.

7-Moghim, A. and S. P. Akbarieh (2014). "Evaluation of Solid-phase Extraction Sorbent with Octadecane-functionalized Nano Graphene (OD-G) for the Preconcentration of Chromium Species in Water." International Journal of Scientific Research in Knowledge 2(1): 8-21.

8-Moghim, A., M. Alijanianzadeh and R. Pourahmad (2013). "Extraction and separation of Ni (II) from by functionalized graphene oxide with covalently linked porphyrin (GOH2NP) adsorbed on surfactant coated C18." African Journal of Pure and Applied Chemistry 7(11): 360-369.

9-Moghim, A., M. SABER-TEHRANI, S. WAQIF-HUSAIN& M. Mohammadhosseini (2007). "Preconcentration and determination of chromium species using octadecyl silica membrane disks and flame atomic absorption spectrometry." Chinese Journal of Chemistry 25(12): 1859-1865.

10-Satarug, S., S. H. Garrett, M. A. Sens and D. A. Sens (2010). "Cadmium, environmental exposure, and health outcomes." Environmental health perspectives 118(2): 182-190.

11-Tajodini, N. and A. Moghim (2010). "Simultaneous preconcentration of Cadmium (II) and Lead (II) in water samples using resin amberlite XAD-2 functionalized with nitroso R salt and determination with atomic absorption spectrometry." Asian Journal of Chemistry 22(5): 3349-3361.

12-Thistlethwaite, P. and M. Hook (2000). "Diffuse reflectance Fourier transform infrared study of the adsorption of oleate/oleic acid onto titania." Langmuir 16(11): 4993-4998.

13-Tuzen, M., I. Narin, M. Soylak and L. Elci (2004). "XAD-4/PAN Solid Phase Extraction System for Atomic Absorption Spectrometric Determinations of Some Trace Metals in Environmental Samples." Analytical letters 37(3): 473-489.

Effective removal of mercury (II) from environmental aqueous samples using carbon nanotubes carboxylated by dispersive solid-phase extraction method

Ali Moghimi^{*1}, Milad Abniki², Mohamm Yari³

1- Associate professor, Department of Chemistry, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

2- Ph.D in analytical chemistry, Department of Chemistry, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

3-Asistance professor, Department of Chemistry, Islamic Azad University, Islamshahr branch, Islamshahr, Iran

Abstract

A very small amount of heavy metals such as mercury (II) can disrupt brain expansion and motor disabilities and generates cognitive. This study aimed to use a simple and rapid method to remove and measure small amounts of mercury (II) ions in aqueous samples. In the present method, carbon nanotubes carboxylated have been used to improve the removal and preconcentration of mercury (II). Parameters such as extraction pH, amount and type of eluent solvent, extraction time, ion effect, etc. have been optimized for the pre-concentration of mercury (II) by the adsorbent. Absorption measurements were performed to estimate mercury (II) using a flame atomic absorption spectrometer. The results showed the proper efficiency of this method in the adsorption of mercury (II) ions. The parameter of concentration, level of detection (LOD) of this procedure, and relative standard deviation test (RSD %) achieved as 20.83, 6 $\mu\text{g L}^{-1}$, and 1.16%, respectively. The dispersive solid-phase extraction method using carbon nanotubes carboxylated adsorbent indicates suitable of the reproducibility, level of detection (LOD), and concentration factor for the determination of mercury (II), also this method was introduced as an efficient method for the removal of mercury (II) ions from environmental aqueous samples.

Keywords: preconcentration, mercury (II), modified carboxyl carbon nanotubes, dispersive solid-phase extraction, environmental aqueous samples.