



استخراج فاز جامد برای اندازه گیری مقادیر ناچیز کادمیوم (II) در پسابهای صنعتی توسط عامل دار شدن نانو گرافن اکساید ۲-آمینو پیریدین با طیف سنجی جذب اتمی شعله ای

علی مقیمی

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا، دانشکده‌ی علوم پایه، گروه شیمی

تاریخ ثبت اولیه: ۱۳۹۵/۰۵/۰۱، تاریخ دریافت نسخه اصلاح شده: ۱۳۹۵/۰۷/۱۲، تاریخ پذیرش قطعی: ۱۳۹۵/۰۷/۲۸

چکیده

در این پروژه تحقیقاتی، ابتدا گرافیت اکساید، سنتز و با استفاده از روش های FT-IR و الگوی پراش اشعه ایکس (XRD) شناسایی گردید. همچنین از گرافیت اکساید، گرافن اکساید سنتز و با استفاده از روش های طیف سنجی FT-IR و الگوی پراش اشعه ایکس (XRD) و تصاویر SEM شناسایی گردید. سپس گرافن اکساید توسط ۲-آمینو پیریدین به روش رفلکس عامل دار شد و شناسایی آن با استفاده از روش های طیف سنجی FT-IR، تصاویر SEM و الگوی پراش اشعه ایکس (XRD) انجام گرفت. از روش استخراج فاز جامد، برای پیش تغلیظ و اندازه گیری مقادیر ناچیز یونهای کادمیم (II) در نمونه های آبی به وسیله نانو گرافن اکساید عاملدار شده با ۲-آمینوپیریدین استفاده شد. اندازه گیری غلظت یونها در محلول به روش طیف سنجی جذب اتمی شعله ای انجام گرفت. پارامترهای مؤثر بر استخراج که عبارتند از: مقدار جاذب، مقدار و نوع حلال شوینده، زمان استخراج، اثر pH و اثر سایر کاتیونها و ... بهینه شدند. ماکزیم ظرفیت جاذب ۰/۲۹۴ میکروگرم کادمیم (II) به ازای یک گرم جاذب به دست آمد. فاکتور تغلیظ ۱۲/۵ و مقدار LOD روش ۱/۸۴ میکروگرم بر لیتر بدست آمد. محدوده خطی روش ۰/۵-۲۰ mg/L و انحراف استاندارد نسبی ۰/۰۸٪ بدست آمد.

واژه های کلیدی: گرافن اکساید، سنتز، عاملدار شدن، کادمیوم، استخراج فاز جامد.

۱. مقدمه

در اکتبر ۲۰۰۴ آندره گایم و کنستانتین نوسلوف از دانشگاه منچستر نشان دادند که می توان یک تک لایه از گرافیت را جدا کرد و آن را به شکل دیگری تبدیل نمود و ویژگی های الکتریکی برخی لایه ها را نیز تعیین نمود. بدین ترتیب در جامعه علمی فیزیک یک شگفتی به وجود آمد.

*عهده دار مکاتبات: علی مقیمی

نشانی: دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا، دانشکده‌ی علوم پایه، گروه شیمی

پست الکترونیک: E-mail: alimoghimi@iauvaramin.ac.ir

تلفن: ۰۹۱۲۲۱۳۰۱۲۴

این تک لایه از گرافیت، گرافن نامیده شد [۱]. در جولای ۲۰۰۵ این دو محقق اندازه گیری های الکتریکی روی این تک لایه را منتشر کردند [۲].

در سال ۲۰۰۷ فیلز سنکال و همکارانش بر روی سنتز جاذب پلیمری جدید و استفاده از آن در پیش تغلیظ کادمیوم و کادمیوم در نمونه های آبی کار کردند. در این کار، رزین تیواوره سولفون آمید، سنترو شناسایی شد و به عنوان یک ماده جذبی جدید برای اندازه گیری های کادمیوم و سرب در نمونه آب مورد استفاده قرار گرفت. بهینه سازی شرایط تجربی مانند: pH، مقدار رزین، زمان تماس، حجم نمونه اول و حجم شوینده نهایی انجام شد. طیف سنجی جذب اتمی شعله ای برای اندازه گیری مقادیر نا چیزی از فلز استفاده شد. در نتیجه بازیابی های ۶۰۰ و ۳۶۰ بدست آمد و روش پیشنهادی برای کادمیوم و سرب غنی سازی شد [۳].

در سال ۱۳۸۶ محمد حسین سلمانی و همکارانش در دانشکده بهداشت یزد مقدار آرسنیک و کادمیوم در آب مصرفی شهر یزد را با روش بهینه شده جذب اتمی کوره گرافیتی مورد بررسی قرار دادند. از تعداد ۲۰ نمونه آب از شبکه آب آشامیدنی و آب مصرفی صنعتی شهر یزد را جمع آوری کردند. نمونه ها به آزمایشگاه منتقل و pH آنها به کمتر از ۳ تثبیت گردید تا مرحله اندازه گیری انجام شود. محلول های استاندارد تهیه و دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی با آنها استاندارد شد. دمای بهینه شده اتمی کردن آرسنیک و کادمیوم به ترتیب ۱۴۰۰ و ۲۶۰۰ درجه سانتی گراد به دست آمد. میانگین مقدار آرسنیک و کادمیوم برای آب آشامیدنی شبکه توزیع به ترتیب $2/88 \pm 0/91$ و $3/35 \pm 0/79$ و در دیگر آبهای مصرفی $6/67 \pm 1/32$ و $7/21 \pm 1/02$ میکروگرم بر لیتر به دست آمد. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش مقدار آرسنیک و کادمیوم موجود در آب شرب شهر یزد کمتر از حد مجاز است و مقدار آنها در آبهای مصرفی صنعتی کمی بیشتر از ۵ میکروگرم بر لیتر می باشد [۴].

در سال ۱۳۸۷ مریم پیروزمند و همکارانش در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری میکرو استخراج مقادیر ناچیز کادمیوم از نمونه های آب و اندازه گیری با طیف سنجی اتمی را انجام دادند. در این کار روش استخراج مایع - مایع بخشی برای استخراج و پیش تغلیظ یونهای کادمیوم در نمونه آبی و اندازه گیری به وسیله اسپکتروسکوپی جذب اتمی شعله ای به کار برده شد. دی تیزون به عنوان لیگاند برای تشکیل یک کمپلکس هیدروفوب با یونهای کادمیوم بکار گرفته شد، تا یونهای کادمیوم از فاز آبی به آلی استخراج شوند. عوامل موثر بر استخراج از جمله pH، غلظت لیگاند، نوع و حجم حلال پخش کننده و استخراج کننده، زمان تعادل، اثر نمک و تداخل گر ها بهینه شد. در شرایط بهینه با پیش تغلیظ ۱۰ میلی لیتر از نمونه حد تشخیص ۱/۶۴ ppb، فاکتور غنی سازی ۶۵، انحراف استاندارد نسبی ۱/۷٪ و منحنی تجزیه ای در محدوده ۹۰۰-۱۰ میکروگرم بر لیتر خطی بوده است. این روش برای اندازه گیری یونهای کادمیوم در نمونه های حقیقی آب بکار برده شده است [۳۲-۵].

در سال ۲۰۱۰ ازودین و همکارانش در دانشگاه تهران برای پیش تغلیظ سرب و کادمیوم در نمونه های آب و گیاهی از نانو-آلومینا اصلاح شده به عنوان یک جاذب استخراج فاز جامد استفاده کردند. فلزات با ۲ میلی لیتر اسید نیتریک شسته و با دستگاه جذب اتمی شعله ای (FAAS) اندازه گیری شدند. پارامترهای مختلف موثر بر جداسازی و پیش تغلیظ فلزات pH، سرعت جریان، حجم نمونه، مقدار جاذب و غلظت شوینده بود. ظرفیت های جاذب نانو-آلومینا اصلاح شده برای کادمیوم و سرب به ترتیب ۱۱/۱ و ۱۶/۴ میلی گرم بر گرم بود و با ۵۰۰/۰ میلی لیتر از نمونه فاکتور غنی سازی ۲۵۰ و حد تشخیص برای کادمیوم و سرب به ترتیب ۰/۱۵ و ۰/۱۷ میکروگرم بر لیتر و انحراف استاندارد برای ۱۰ بار اندازه گیری به ترتیب ۲/۸ و ۳/۲ درصد بود [۳۲]. در این پژوهش برای پیش تغلیظ و اندازه گیری مقادیر ناچیز یون های کادمیوم (II) در نمونه های آبی از

عامل دار شدن نانو گرافن اکساید جهت بهبود عمل استخراج استفاده شد. اندازه گیری غلظت یون Cd^{2+} در محلول های آبی به روش طیف سنجی جذب اتمی شعله ای انجام گرفت.

۲. بخش تجربی

۱-۲. دستگاه ها و وسایل مورد نیاز

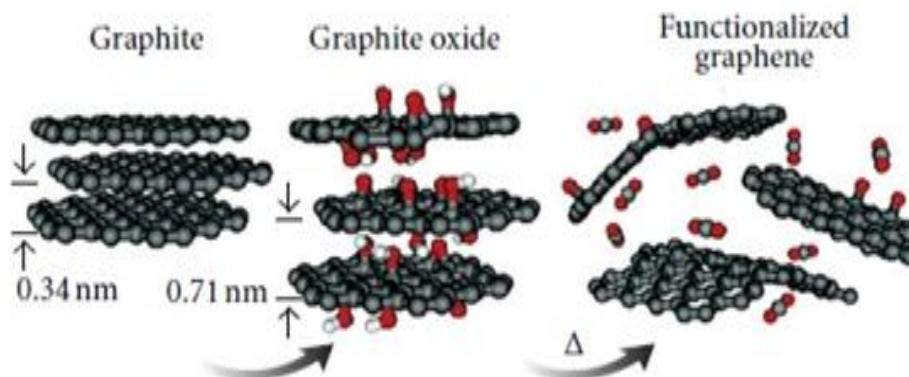
هیتراستیور و همزن مغناطیسی مارک AREX ترازوی دیجیتالی با دقت ۳ رقم اعشار مدل CY360 از شرکت CITIZEN ساخت کشور Poland دستگاه سانتریفیوژ مارک Hettich و مدل A 32 TOFIX دستگاه pH متر مارک HANNA و مدل HI83141, دستگاه تراسونیک (Ultrasonic Cleaner) کمپانی ELMA آلمان، دستگاه آون خلاء مدل Memert، ساخت کشور آلمان، شیکر مدل Fanazmagostar، دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM، مدل 3200 EM و ساخت شرکت KYKY، اسپکتروفتومتر FT-IR مدل Broker Tensor، دستگاه طیف سنجی جذب اتمی شعله ای مدل AA 670 و مارک Shinadza با سوخت هوا – استیلن مورد استفاده قرار گرفت. دستگاه طیف سنجی پراش پرتو اشعه ایکس (XRD) مدل PW 1800 و ساخت کارخانه PHILIPS.

۲-۲. مواد مورد نیاز

گرافیت (تهیه شده از شرکت Merck)، پتاسیم کلرات (تهیه شده از شرکت Merck)، تری اتیلن تترا آمین (تهیه شده از شرکت Merck)، مواد شیمیایی: تمامی اسید های مورد استفاده (اسید نیتریک، اسید سولفوریک، اسید استیک) از شرکت مرک بودند و دارای درجه خلوص تجزیه ای AG بودند. آمونیاک، کادمیم نترات، سود دارای خلوص تجزیه ای بوده و تهیه شده از شرکت مرک بوده اند. تری اتیلن تترا آمین به عنوان لیگند استفاده شده تهیه شده از شرکت مرک بوده اند.

۳-۲. عامل دار کردن گرافن اکساید

۰/۱ گرم از نانو گرافن اکساید را توسط ترازو توزین کرده و داخل بشر ۲۵۰ mL ریخته شده سپس ۰/۲g از لیگاند ۲-آمینو پیریدین توسط ترازو توزین شده و داخل بشر ریخته شده و به مواد ۲۰۰ mL آب دیونیزه اضافه شده و به مدت ۳۰ دقیقه با سرعت ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه در هموژنایزر قرار داده سپس ۰/۲g KOH توسط ترازو توزین شده و به مواد هموژن شده اضافه شده و مواد به مدت ۳۰ دقیقه تحت امواج التراسونیک با توان ۱۴۰ وات قرار گرفت. سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای $80^{\circ}C$ رفلاکس شد و توسط آب و اتانول شسته و خشک شد (شکل (۲و۱)). با توجه به طیف IR مشخص شده است که گروه های آمین روی نانو جاذب جایگزین شده اند [۶].



شکل ۱. عامل دار شدن گرافن اکساید

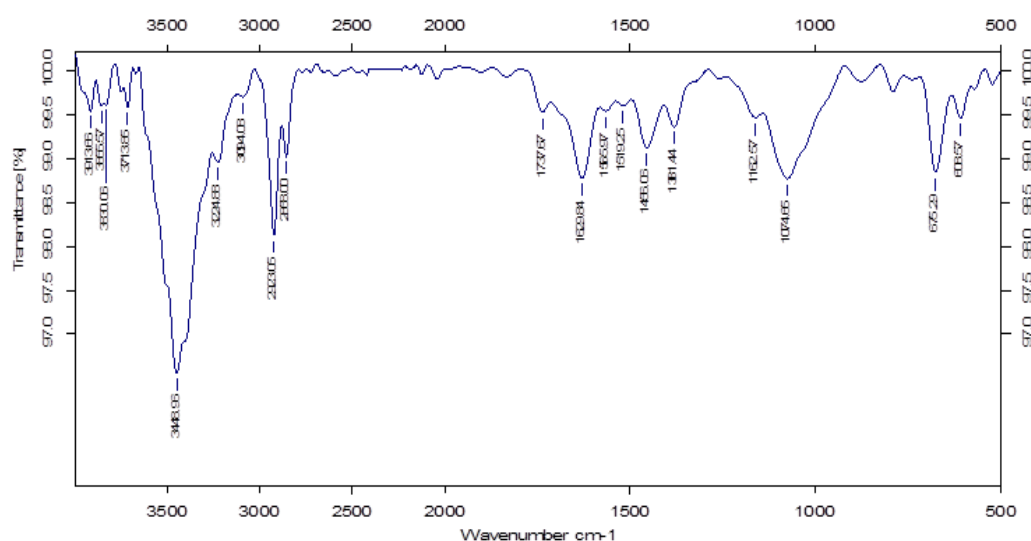


شکل ۲. عامل دار شدن گرافن اکساید با ۲-آمینو پیریدین

۳. نتایج و بحث

۳-۱. استخراج و بازیابی Cd^{2+}

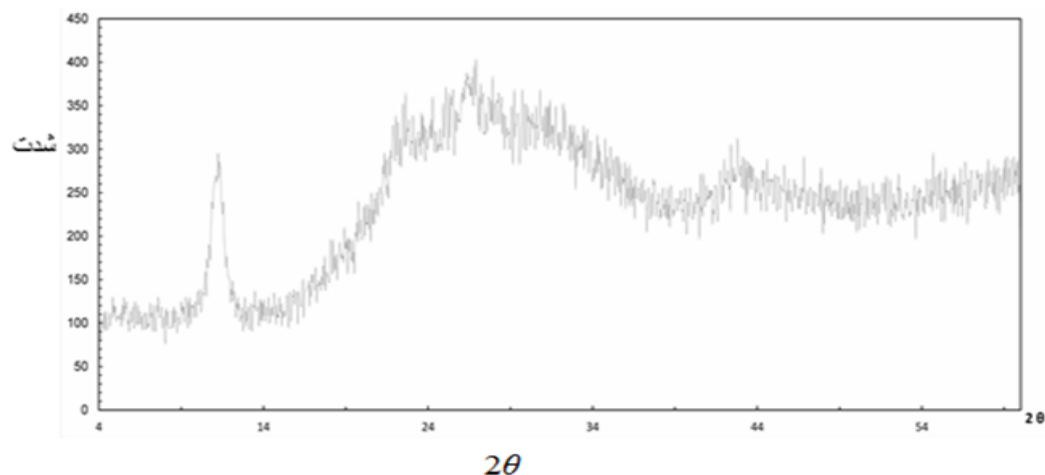
روش استخراج و بازیابی یون کادمیوم به وسیله گرافن اکساید عامل دار شده به شرح زیر می باشد: ۵۰ mL از محلول ۰/۲ ppm که در $pH=6$ نسبت به Cd^{2+} تنظیم شده را تهیه کرده و مقدار ۵ mg گرافن اکساید عامل دار شده به آن اضافه گردید. مخلوط حاصل را به مدت ۱۵ دقیقه توسط همزن مغناطیسی همزده و سپس سانتریفیوژ شده و در نهایت جاذب را با ۸ mL اسید نیتریک ۲ M شسته شده و غلظت یون Cd^{2+} در محلول سانتریفیوژ شده به وسیله اسپکترومتری جذب اتمی شعله ای تعیین گردید. در شکل (۳) طیف FT-IR نمونه گرافن اکساید عامل دار شده آورده شده است. در طیف FT-IR این نمونه نوار شاخص 3448.96 cm^{-1} مربوط به گروه OH گرافن اکساید است و پیک های 2923 cm^{-1} و 2858 cm^{-1} مربوط به گروه های متقارن و نامتقارن CH_2 است که در گرافن اکساید عامل دار شده پیوند زده شده است و پیک 1162 cm^{-1} مربوط به اضافه شدن گروه آمینی به گرافن اکساید است. همچنین شدت C-O در 1074 cm^{-1} کاهش یافته است نسبت به طیف FT-IR گرافن اکساید، ترکیب ۲-آمینو پیریدین روی گرافن اکساید سنتز شده باند شده است پیوند $C=N$ حلقه در ناحیه 1629 cm^{-1} قرار گرفته است و پیوند N-H به خوبی در ناحیه 3444 cm^{-1} قرار گرفته است و پیوند $C=C$ در ناحیه $1555/97\text{ cm}^{-1}$ قرار گرفته است و با توجه به نتایج به دست آمده مشخص است که این ترکیب به خوبی با گرافن اکساید باند شده است.



شکل ۳. طیف FT-IR گرافن اکساید عامل دار شده

۳-۲. پراش اشعه ایکس XRD گرافن اکساید عامل دار شده

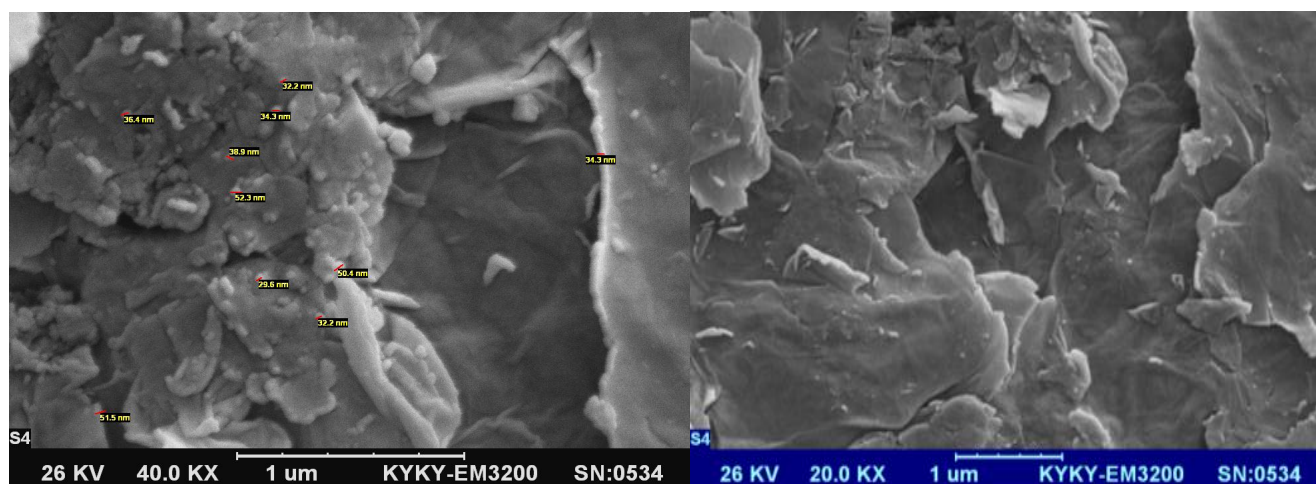
طیف XRD این ترکیب در شکل ۴ نشان داده شده است. در طیف XRD پیک مشاهده شده، بایک‌های مربوط به فاز ترکیب گرافن اکساید به طور کامل همخوانی دارد و با توجه به عامل دار شدن گرافن اکساید باید انتظار پیک کوتاه را داشته باشیم که این مساله به خوبی در این طیف وجود دارد و این به دلیل قرار گرفتن گروه‌های آمینی روی گرافن اکساید است.



شکل ۴. الگوی پراش اشعه ایکس گرافن اکساید عامل دار شده

۳-۳. تصویر SEM گرافن اکساید عامل دار شده

نتایج حاصل از تصویر SEM نمونه نشان می‌دهد گرافن اکساید بر روی سطح ساختار لایه یکنواخت و ورقه ورقه ای دارد و گروه عاملی روی گرافن اکساید در بزرگنمایی ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ برابر نشان داده شده است. دارای شکل کروی با میانگین اندازه ذرات در حدود ۲۹ تا ۵۱ نانومتر مشاهده شد. تصویر SEM این ترکیب در شکل (۵) آورده شده است.



شکل ۵. تصویر میکروسکوپ الکترونی جاذب گرافن اکساید عامل دار شده با ۲-آمینو پیریدین

۳-۴. بررسی نتایج بدست آمده بر روی نمونه های حقیقی

پس از اینکه شرایط بهینه روش بدست آمد، به منظور بررسی قابل اجرا بودن روش روی نمونه های حقیقی، مقدار کادمیم در چند نمونه مختلف از نمونه های آبی و بیولوژیکی در حجم حد (۵۰۰ میلی لیتر) مورد اندازه گیری قرار گرفت، در مرحله اول خود نمونه بدون افزایش مقدار مشخصی از یون کادمیم (II) روش کار جذب و شستشو صورت گرفت و به دستگاه تزریق شد که مشخص شد دستگاه جذب قابل توجهی را نشان نمی دهد. در بار دوم با افزایش یون کادمیم (II) مطابق روش ارائه شده تغلیظ و جداسازی انجام شد. در واقع برای تعیین مقدار مشخصی از کادمیم موجود در نمونه های آب از روش افزایش استاندارد استفاده شد. نتایج این آنالیز در (جدول ۱) نشان داده شده است. همچنان که دیده می شود در نمونه های آبی، در آب رودخانه جاجرود نسبت به نمونه های آبی مورد آزمایش مقدار بیشتری کادمیم وجود دارد ولی در نمونه آب آشامیدنی شهر ری مقدار کمتری کادمیم موجود است، می توان به کارایی و قدرت پیش تغلیظ و اندازه گیری کادمیم پی برد. در نمونه ی پساب صنعتی میزان قابل توجهی کادمیم یافت شد که با دستگاه جذب اتمی شعله ای بررسی شده است و این دستگاه می تواند برای اندازه گیری کادمیم در نمونه های آبی به کار رود.

جدول ۱. نتایج اندازه گیری کادمیم در نمونه های حقیقی

نمونه	میکروگرم کادمیموم اضافه شده	جذب اتمی (شعله)	جذب اتمی (کوره)
آب شهر	۰	N.D ^{الف}	N.D
	۲۰/۰۰	۲۰/۰۹(۰/۳) ^ب	۲۸/۰۸(۱/۸)
آب رودخانه جاجرود	۰	۱۵/۰۰(۱/۴)	۱۷/۰۹(۲/۳)
	۲۰/۰۰	۳۶/۶(۱/۴)	۳۵/۴۲(۲/۵)
پساب کارخانه رنگ	۰	۴۷/۰۶(۱/۰)	۴۶/۳۱(۱/۲)
	۲۰/۰۰	۶۲/۰۹(۱/۵)	۶۲/۱۹(۲/۲)
پساب دانشگاه شهرری	۰	۳۹/۰۳(۱/۳)	۳۹/۱۷(۱/۵)
	۲۰/۰۰	۴۹/۰۶(۱/۶)	۴۹/۸۰(۲/۳)
نمونه سنتزی حاوی یونهای Co ²⁺ , Pb ²⁺ , Na ⁺ , Al ³⁺ به غلظت ۰/۲ µg	۰	N.D	N.D
	۲۰/۰۰	۳۷/۶۲(۱/۱)	۳۷/۶۰(۱/۵)

الف) Not Detect (قابل تشخیص نیست).

ب) RSD مربوط به سه بار تکرار آزمایش است.

۴. نتیجه گیری

مطالعات تجربی مشخص کرد در مورد جاذب گرافن اکساید عامل دار شده با ۲-آمینو پیریدین نکات جالبی می توان به دست آورد. بهترین pH برای حذف فلز کادمیوم برابر با ۶ و راندمان استخراج مناسب است. از این تحقیق چنین نتیجه گیری می شود که راندمان استخراج فلز سنگین کادمیوم بستگی به pH و مقدار جاذب و زمان اختلاط و حضور سایر کاتیون ها در محلول دارد. با توجه به کمی و تکرار پذیر بودن روش و بالا بودن راندمان استخراج و بازیابی امکان استفاده از این ترکیب برای پیش تغلیظ و یا حذف مقادیر کادمیوم در محلول های آبی وجود دارد. آزمایشات صورت گرفته جذب یون در نانو گرافن اکساید عامل دار شده مورد بررسی را تأیید می نماید. به نظر می رسد با توجه به آزمایشات صورت گرفته می توان از این جاذب به خوبی در جهت حذف یون های فلزی کادمیوم در محلول آبی استفاده نمود. می تواند در آینده موضوع تحقیقی مناسبی برای بررسی باشد. نتایج حاصل از تصویر SEM نمونه نشان می دهد گرافن اکساید بر روی سطح ساختار لایه یکنواخت و ورقه ورقه ای دارد و گروه عاملی که دارای گروه آمینی است بر روی گرافن اکساید قرار گرفته و میانگین اندازه ذرات در حدود ۲۹ تا ۵۱ نانومتر مشاهده شد. سنتز گرافن اکساید با استفاده از روش استادن مایر نسبت به روش های هافر بهتر می باشد، طبق الگوی پراش اشعه ایکس نشان می دهد مقدار گرافیت اکسید نشده و ناخالصی در محیط کم تر بوده است.

۵. مراجع

- [1] Ujiie, Y., Motooka, S., Morimoto, T., Aoki, N., Ferry, D.K., Bird, J.P. and Ochiai, Y., Regular conductance fluctuations indicative of quasi-ballistic transport in bilayer graphene. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 21(38) (2009) 382202.
- [2] Novoselov, K.S.A., Geim, A.K., Morozov, S., Jiang, D., Katsnelson, M., Grigorieva, I., Dubonos, S. and Firsov, A., Two-dimensional gas of massless Dirac fermions in graphene. *nature*, 438 (2005) 197-200.
- [3] Senkal, B.F., Ince, M., Yavuz, E. and Yaman, M., The synthesis of new polymeric sorbent and its application in preconcentration of cadmium and lead in water samples. *Talanta*, 72(3) (2007) 962-967.
- [4] Chen, L., Lu, Y., Li, S., Lin, X., Xu, Z. and Dai, Z., Application of graphene-based solid-phase extraction for ultra-fast determination of malachite green and its metabolite in fish tissues. *Food chemistry*, 141(2) (2013) 1383-1389.
- [5] Afkhami, A. and Moosavi, R., Adsorptive removal of Congo red, a carcinogenic textile dye, from aqueous solutions by maghemite nanoparticles. *Journal of Hazardous Materials*, 174(1) (2010) 398-403.
- [6] Moghimi, A., Preconcentration of trace Ni (II) using C18 disks modified cyclodextrin-chitosan/nano graphene oxide. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 7(7) (2013) 242-251.
- [7] Moghimi, A., Detection of trace amounts of Pb (II) by schiff base-chitosan-grafted multiwalled carbon nanotubes. *Russian Journal of Physical Chemistry A*, 87(7) (2013) 1203-1209.
- [8] Moghimi, A. and Abdouss, M., Extraction of Co (II) by Isocyanate Treated Graphite Oxides (iGOs) Adsorbed on Surfactant Coated C 18 Before Determination by FAAS. *Int. J. Bio-Inorg. Hybd. Nanomat*, 2(1), (2013) 319-327.
- [9] Moghimi, A. and Abdouss, M., Extraction of Co (II) by Isocyanate Treated Graphite Oxides (iGOs) Adsorbed on Surfactant Coated C 18 Before Determination by FAAS. *Int. J. Bio-Inorg. Hybd. Nanomat*, 2(1) (2013) 319-327.

- [10] Moghimi, A., Esfanjani, S. and Mazloomifar, H., Extraction and Perconcentration of Lead (II) using Octadecyl Bonded Silica Cartridge and Its Determination by Flame Atomic Absorption Spectrometry. *Asian Journal of Chemistry*, 24(10) (2012) 4697-4705.
- [11] Poursharifi, M.J. and Moghimi, A., Determination of Cadmium (II) Using Cd (II)-Imprinted Nano Diazoaminobenzene-Vinylpyridine Copolymers. *Asian Journal of Chemistry*, 24(10) (2012) 4563-4575.
- [12] Moghimi, A., Extraction of Ultra Trace Amounts Bismuth in Water Samples Using Cloud Point Extraction with 2-Amino-Cyclopentene-1-Dithiocarboxylic Acid. *Journal of Chemical Health Risks*, 2(1) (2012) 147-156.
- [13] Moghimi, A., Perconcentration of Mercury (II) from Natural Water by Activated Charcol-loaded Schiff's Base 2-Propylpiperidine-1-Carbodithioate (PPCD) Phases. *Journal of Chemical Health Risks*, 1(2) (2012) 101-112.
- [14] Moghimi, A., Solid Phase Extraction of Cd (II) from sample water by modified nano polyacrylonitrile fiber. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(3) (2012) 331-338.
- [15] Moghimi, A., preconcentration of trace amount Zn (II) using organic-solution-processable functionalized-graphene, *Journal of Chemistry*, 1 (1) (2012) 12-28.
- [16] Moghimi, A., Abdouss, M. and Mosalaie, H., Preconcentration of Zn (II) in Water Sample Using Modified NanoFiber. *Int. J. Bio-Inorg. Hybd. Nanomat*, 1(1) (2012) 47-58.
- [17] Javad Poursharifi, M. and Moghimi, A., Cloud-Point Method of Extraction Co (II) and Determination by FAAS. *Oriental Journal of Chemistry*, 28(1) (2012) 379-386.
- [18] Moghimi, A. and Javad Poursharifi, M., Extraction of Copper (II) and Lead (II) using by Nano and Micron size Sorbents Poly (Dimethylsiloxane) Microchannels. *Oriental Journal of Chemistry*, 28(1) (2012) 203-212.
- [19] Moghimi, A., Preconcentration of Zn (II) from Sample Water by Phenyl-iminodiacetic Acid Grafted Multiwalled Carbon Nanotubes. *Journal of Chemical Health Risks*, 2(3) (2012) 28-41.
- [20] Moghimi, A., Ghiasi, R., Behrouzina, S., Extraction Cd (II) by (Z)-Furan-2-carbaldehyde Thiosemicarbazone adsorbed on surfactant coated alumina before determination by FAAS, *International Journal of Fundamental Physical Sciences*, 1 (4) (2011) 112-118.
- [21] Moghimi, A., Poursharifi, M.J., Perconcentration of Trace Cr (III) using Octadecyl Silica Membrane Modified N, N-Disalicylideneethylenediamine, *Asian Journal of Chemistry*, 23 (9) (2011) 3870-3877.
- [22] Tajodini, N. and Moghimi, A., Spectrophotometric Study of W (VI)-G Lycinamide Complex Formation. *Asian Journal of Chemistry*, 23(9) (2011) 4186.
- [23] Behrouzina, S., Zand, M., Namdar, A., Rahimi, H., Moghimi, A., The effect of operational parameters on the output power of copper vapor laser with small-bore tube, *International Journal of Fundamental Physical Sciences*, 1 (3) (2011) 67-72.
- [24] Ghiasi, R. and Moghimi, A., A theoretical study of the interaction between $[HB\equiv CH]^-$, $[H_2B=CH_2]^-$, and boratabenzene anions with alkali and alkaline earth metals: properties and structures. *Journal of Structural Chemistry*, 52(4) (2011) 683-689.
- [25] Moghimi, A., Preconcentration Ultra Trace of Cd (II) in Water Samples Using Dispersive Liquid-Liquid Microextraction with Salen (N, N'-Bis (Salicylidene)-Ethylenediamine) and Determination Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry. *Journal of the Chinese Chemical Society*, 55(2) (2008) 369-376.
- [26] Moghimi, A., Solid Phase Extraction of Cr (III) from Natural Water by Modified Nano Polyacrylonitrile Fiber. *World Applied Sciences Journal*, 12(12) (2011) 2252-2259.
- [27] Makipour, P., Moghimi, A. and GHIASI, R., Preconcentration and spectrophotometric determination of copper (II) using octadecyl silica membrane disks modified by 1-nitroso-2-naphthol-3, 6-disulfonic acid. *Oriental Journal of Chemistry*, 26(3) (2010) 797.

- [28] Ghammamy, S., Khorsandtabar, S., Moghimi, A. and Sahebalzamani, H., Oxidation of Some Organic Diols with Trialkylammonium Fluorochromates (VI), $R_3NH [CrO_3F]$, ($R = CH_3, C_2H_5, C_3H_7$ and C_4H_9) at Room Temperature and Under Microwave Condition. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 53(2) (2009) 41-43.
- [29] Moghimi, A., Gazal, A., Solid-phase extraction derivative aromatic compounds in water samples and determination of using GC-FID, *Oriental Journal of Chemistry*, 24 (2) (2008) 397-403.
- [30] Aref-Azar, H., Moghimi, A., Selective pre-concentration and solid phase extraction of mercury (II) from natural water by alumina-loaded 2-amino-cyclopentene-1-dithiocarboxylic acid phases, *Oriental Journal of Chemistry*, 23 (2) (2007) 437-442.
- [31] Ghammamy, S., Mehrani, K., Javanshir, Z., Moghimi, A., Shabaani, F. and Malekia, S., Synthesis and characterization of two new triphenylphosphonium halochromates, $(C_6H_5)_3P [CrO_3X]$, ($X = F, Br$). *ARKIVOC*, 15 (2007) 61-65.
- [32] Shamsipur, M., Ghiasvand, A.R., Sharghi, H. and Naeimi, H., Solid phase extraction of ultra trace copper (II) using octadecyl silica membrane disks modified by a naphthol-derivative Schiff's base. *Analytica Chimica Acta*, 408(1) (2000) 271-277.