



استخراج فاز- جامد پخشی برای پیش تغلیظ پساب رنگی در نمونه‌های آبی با استفاده از نانولوله‌های کربنی مغناطیسی اصلاح شده با کیتوسان و طیف‌سنجی مرئی و ماورابنفش

علی مقیمی*^۱، میلاد آبنیکی^۲

^۱دانشکده علوم پایه، گروه شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم پزشکی، تهران، ایران

^۲دانشکده علوم پایه، گروه شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین-پیشوا

تاریخ ثبت اولیه: ۱۳۹۸/۱۰/۰۳، تاریخ دریافت نسخه اصلاح شده: ۱۳۹۸/۱۲/۲۵، تاریخ پذیرش قطعی: ۱۳۹۹/۰۱/۲۹

چکیده

در این تحقیق تکنیک استخراج فاز جامد پخشی از مقادیر ناچیز پساب رنگی به عنوان شاخص از بروموکروزول سبز در نمونه‌های آبی بوسیله نانولوله‌های کربنی مغناطیسی اصلاح شده با کیتوسان و اندازه‌گیری آن با طیف‌سنجی مرئی و ماورابنفش به کار گرفته شد. این تکنیک یک سیستم دوفازی می‌باشد که در آن فاز دهنده نمونه‌های آبی حاوی بروموکروزول سبز است و فاز گیرنده نانولوله‌های کربنی مغناطیسی عامل دار شده کیتوسانی می‌باشد. آزمایشات در دو مرحله استخراج از نمونه‌های آبی و واجذب رنگ بروموکروزول سبز با استفاده از حلال اتانول انجام شده است و نمونه‌های واجذب شده به دستگاه اسپکترو فتومتری UV-Vis برای آنالیز ارائه شده‌اند. این روش ارزان، ساده و سریع بوده و با بسیاری از روش‌های دستگاهی موجود نیز همخوانی دارند. پارامترهای استخراج از قبیل، اثر حلال آلی واجذب کننده، pH فازهای دهنده و گیرنده، زمان استخراج، سرعت همزدن، حجم فاز دهنده بهینه شدند و بررسی‌ها و اندازه‌گیری‌های کمی تحت این شرایط بهینه انجام شد. تکنیک‌های ذکر شده از مزایای بسیاری مانند؛ زمان کوتاه استخراج، مصرف کم حلال‌های آلی، حذف اثر آزمایشات قبلی، حد تشخیص پایین و فاکتور تغلیظ بالا برخوردار هستند. مقادیر قابل پذیرشی برای فاکتورهای تغلیظ و حد تشخیص برای استخراج رنگ بروموکروزول سبز بدست آمده است.

واژه‌های کلیدی: پیش تغلیظ پساب رنگی، استخراج رنگ، نانوکامپوزیت مغناطیسی، استخراج فاز جامد پخشی.

۱. مقدمه

اتم‌های ماده کربن می‌توانند به صورت چند توپولوژی هم‌محور شوند تا ترکیباتی جدید با خواصی منحصر به فرد ایجاد کنند. نانولوله‌ها در نوک پیکان این نوآوری هستند و در عرصه‌ی بهره‌برداری تجاری به عنوان اجزای چندمنظوره برای مواد کامپوزیتی

*عهده دار مکاتبات: علی مقیمی

نشانی: دانشکده علوم پایه، گروه شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم پزشکی

پست الکترونیک: alimoghimi@iauvaramin.ac.ir

تلفن: ۰۹۱۲۲۱۳۰۱۲۴

قرار دارند. دانشمندان در زمینه‌ی علوم مواد، فیزیک و سایر علوم به این نتیجه رسیده‌اند که اگر مواد را در مقیاس‌های بسیار کوچک‌تری ایجاد کنند، پیوندهایی که این مواد با فازهای اطراف خود برقرار می‌کنند، بسیار نیرومندتر از مقیاسهای بزرگتر است. بر همین اساس بوده است که نانوکامپوزیت‌ها تولید شدند و این نوع مواد کامپوزیتی حداقل دارای یکی از فازهای تشکیل دهنده در ابعاد نانومتری می‌باشند. امروزه نانوکامپوزیت‌ها به دلیل خواص ویژه‌ای که از خود نشان می‌دهند به سرعت در حال توسعه هستند و از آن‌ها به عنوان "تحول بزرگ در مقیاس کوچک" نام برده می‌شود. اساس کار مواد کامپوزیت و نانوکامپوزیت بر اساس بهره‌گیری و ترکیب حداقل دو ماده مجزا می‌باشد.

در مواد نانوکامپوزیت، به جزء پخش شونده، که به صورت صفحات مسطح ریز، الیاف، ذرات و یا حتی ترک‌ها و حفره‌ها در ابعاد نانومتری باشند، فاز دوم گفته می‌شود و همینطور به جزء پیوسته، در نانوکامپوزیت‌ها که می‌توانند در ابعاد نانومتری و یا غیره باشند فاز زمینه می‌گویند. در دسته‌ای از مواد نانوکامپوزیت، فاز دوم از موادی با دمای ذوب بالا مانند سرامیک‌ها و یا فلزات می‌باشد و فاز زمینه ماده‌ای با دمای ذوب پایین مانند پلیمر و غیره... با دمای ذوب پایین است. اما در دسته دیگر، فاز زمینه ماده‌ای سرامیکی یا فلزی با دمای ذوب بالا و فاز دوم ماده‌ای پلیمری یا سرامیکی و یا فلزی با دمای ذوب پایین تر است. نانوکامپوزیت‌ها خواص فیزیکی از قبیل استحکام، سختی و مقاومت حرارتی بالا در محدوده وسیعی از دماها را دارا هستند [۱].

روش استخراج در فاز جامد (SPE) تکنیک مناسبی برای زدودن تداخل کنندگان بالقوه و همچنین پیش‌تخلیظ ماده مورد تجزیه (آنالیت) می‌باشد. این روش باعث افزایش دقت، صحت و همچنین کاهش محدودیت‌ها در آزمایش‌ها می‌شود. از سایر مزایای روش SPE می‌توان به دست آوردن آنالیت خالص‌تر، هدررفت کمتر، فاکتور غلظتی بالاتر، آنالیز سریع‌تر و جذاب کم هزینه‌تر را نام برد [۲-۳]. مواد کربنی و پایه‌ای مورد استفاده در روش SPE شامل کربن فعال (که در دهه‌ی ۷۰ بسیار رایج بوده) تا جاذب‌های کربنی و گرافیتی مدرن متغیر هستند. نانولوله‌های کربنی به خانواده کربن‌هایی دارای ساختار فولرن که رده‌ای از کربن‌هایی که به شکل کروی هستند، تعلق دارند و برای اولین بار در سال ۱۹۹۲ توسط ایجیما^۱ سنتز شدند. شکل این ترکیبات را می‌توان به صورت صفحات ۶ ضلعی گرافیتی که در لوله‌های سیلندری شکل قرار گرفته شده‌اند، مشاهده کرد [۴-۶].

نانولوله‌های کربنی چند جداره^۲ از ترکیب چند نانوتیوب کربنی متحدالمرکز تشکیل شده‌اند و شکلی شبیه به آنتن تلسکوپی کوچک شده را تشکیل می‌دهند. انتهای این لوله‌ها می‌تواند باز یا بسته باشد و اندازه قطر و طول آنها به ترتیب در حد نانومتر و یا میکرومتر برسد. مشخصه‌ی نانولوله‌های کربنی عبارت‌اند از فضای سطحی بالا، توزیع منافذ کوچک، فشردگی پایین و توانایی آنها در اتصال به گروه‌های عاملی می‌باشد. ترکیب این ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی باعث شده است که نانولوله‌های کربنی انتخاب مناسبی برای استخراج فاز جامد باشند. این امر را می‌توان از روی افزایش پژوهش‌هایی که در چند سال گذشته از نانولوله‌های کربنی و ترکیبات مغناطیسی آنها در استخراج فاز جامد استفاده شده است دریافت کرد [۷-۸].

¹ Sumio Iijima

² MWCNT

هدف از این تحقیق، استفاده از تکنیک استخراج فاز جامد برای پیش‌تغلیظ مقادیر ناچیز یک پساب رنگی به عنوان شاخص بروموکروزول سبز، در نمونه‌های آبی بوده است که توسط نانولوله کربنی مغناطیسی اصلاح شده با کیتوسان انجام شده و اندازه‌گیری آن توسط طیف‌سنجی مرئی-ماورابنفش در نمونه‌های حقیقی ثبت شده است. این تکنیک‌ها یک سیستم دو فازی هستند که در آن‌ها فاز دهنده نمونه‌های آبی حاوی بروموکروزول سبز هستند و فاز گیرنده نانولوله‌های کربنی مغناطیسی عامل‌دار شده با کیتوسان می‌باشند. آزمایشات در دو مرحله استخراج از نمونه‌های آبی و واجذب رنگ بروموکروزول سبز با استفاده از حلال اتانول انجام شده است و نمونه‌های واجذب شده با دستگاه اسپکتروفتومتری UV-Vis آنالیز شده‌اند.

۲. مواد و روشها

۲-۱. مواد مورد نیاز

برومو کروزول سبز، سدیم هیدروکسید، اتانول، استون، سدیم کلرید، اسید استیک، فسفریک اسید، بوریک اسید، کلرید آهن III با درصد خلوص بالا از شرکت مرک آلمان تهیه شده است. نانولوله‌های چند دیواره کربنی کربوکسیله از شرکت نانو فناوری کربن ساختار و کیتوسان از شرکت زیگما آلد ریچ تهیه شده است.

۲-۲. دستگاه‌های مورد استفاده

اندازه‌گیری جذب، ثبت و ذخیره طیف‌ها با استفاده از دستگاه طیف سنج تک پرتویی (مدل shimadzu uv) با سل کوارتز ۱۰mL انجام گرفت. pH متر مدل ECOMET P25 ساخت کشور آلمان. آهنربای مغناطیسی و ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ میلی گرم مدل AND,GR200. دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی مدل MIRAI ساخت کشور چک و طیف‌سنجی مادون قرمز مدل 100 SPECTRUM ساخت کشور آمریکا. آنالیز پراش پرتو ایکس (XRD) مدل PW1730 ساخت کشور هلند.

۲-۳. روش تهیه نانو جاذب مغناطیسی

ابتدا درون یک ارلن، ۰/۰۸ گرم کلرید آهن II و ۰/۲۱۶ گرم کلرید آهن III به ۲۰ میلی آب دیونایز اضافه می‌کنیم. ۰/۰۴ گرم نانولوله کربنی عامل‌دار کربوکسیله چند دیواره به محلول همگن خود اضافه کرده و حدود ۲۰ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد بر روی گرمکن گذاشته و بعد از سرد شدن مخلوط سیاه رنگ به مدت ۲۰ دقیقه در اولتراسونیک دیسپرس شد. ۱ میلی لیتر آمونیاک به محلول اولتراسونیک اضافه کرده و ۴۰ دقیقه بر روی گرمکن گرم می‌شود. بعد از سرد شدن محلول ۳ بار شستشو شده و به وسیله آهنربای مغناطیسی محلول از رسوب جدا گردید [۹].

۲-۴. تهیه نانو جاذب مغناطیسی عامل‌دار شده با کیتوسان

بعد از خشک شدن رسوب در مرحله اول درون آون به وسیله فاشکک آن را تراشیده و با محلول کیتوسان ۴ ppm مخلوط کرده و به مدت ۵ دقیقه در التراسونیک قرار می‌دهیم. بشر به مدت ۳/۵ ساعت در بن ماری ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و بعد از رسوب کردن محتوی رسوب را با میدان مغناطیسی ۲ تسلا جدا می‌کنیم [۱۰].

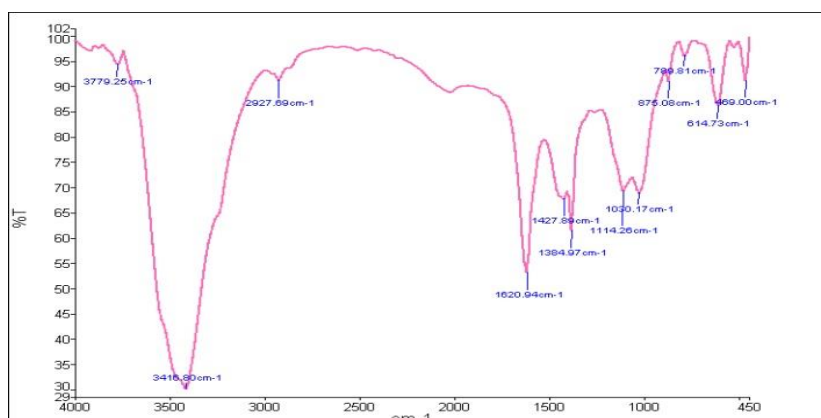
۲-۵. اثر جاذب در استخراج بروموکروزول سبز

به منظور بررسی اثر جاذب نانولوله کربنی کربوکسیله در استخراج بروموکروزول سبز ابتدا مراحل زیر را برای رنگ بروموکروزول سبز انجام می‌دهیم. برای هر ظرف، بافردر محدوده $\text{pH} = 10-2$ مورد نظراضافه شده است، به دلیل اینکه هدف تعیین جاذب مناسب می‌باشد کم‌ترین مقدار جاذب به عنوان بهترین مقدار انتخاب شده است. از رنگ مورد نظر ۱ میلی‌لیتر (با غلظت ppm ۴ برای رنگ بروموکروزول سبز برداشته شد)، ۰/۰۱ گرم جاذب نانو لوله کربنی عامل‌دار کربوکسیل، ۱ میلی‌لیتر بافر (در محدوده ۲-۱۰) برداشته و در بالن ۵۰ میلی‌لیتری ریخته و با آب مقطر بی‌یون به حجم رسانده شد. سپس عمل شیک به مدت ۱۵ دقیقه انجام گرفت، سپس با آهنربای مغناطیسی جدا کرده و در نهایت اندازه‌گیری کمی بروموکروزول سبز انجام گرفت. اندازه‌گیری کمی محلول‌های فیلتر شده برای بروموکروزول سبز در طول موج ۳۵۰ تا ۷۰۰ به وسیله دستگاه UV-Vis دو پرتوی انجام گرفته است. پس از انجام آزمایش‌های اولیه و اطمینان از کارایی نانولوله‌های کربنی عامل‌دار شده کربوکسیله در استخراج بروموکروزول سبز سعی در بهینه‌سازی روش شده است [۱۱-۱۲].

۳. نتایج و بحث

۳-۱. بررسی نتایج حاصل از طیف FT-IR

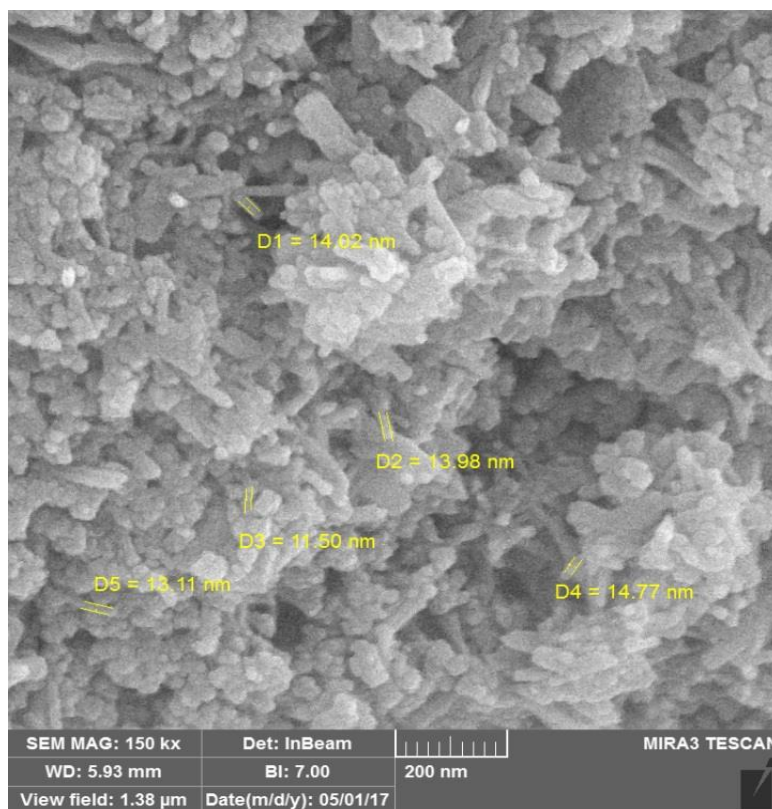
نتایج آنالیز FTIR برای نمونه عامل‌دار شده و با کیتوسان اصلاح شده در شکل (۱) مشاهده می‌شود. در این شکل، پیک تیز مشاهده شده در $614/73$ مربوط به پیوند C-O خمشی می‌باشد. پیک مشاهده شده دیگر در $3416/80$ بیانگر حضور O-H می‌باشد که موید این است که گروه کیتوسان بر روی نانولوله ایجاد شده است. همچنین پیک مشاهده شده در 1031 مربوط به باندهای خمشی C-H می‌باشد که تایید دیگری بر حضور عاملی کیتوسان است. طبق شکل (۱) طیف‌های 1030 cm^{-1} ، 1620 ، 2927 و 3416 مربوط به نانولوله کربنی چند دیواره عامل‌دار شده با کیتوسان می‌باشد. در این نمودار طیف 1030 cm^{-1} مربوط به پیوند C-O است. پیک مشاهده شده در 1620 cm^{-1} مربوط به پیوند C=O کششی است. پیک مشاهده شده در 2927 cm^{-1} مربوط به پیوند کششی CH شکل متقارن می‌باشد. پیک موجود در ناحیه 3416 cm^{-1} مربوط به OH کیتوسان ارتعاشی است [۱۳].



شکل ۱. طیف مادون قرمز از نانولوله‌های کربنی عامل‌دار شده با کیتوسان

۲-۳. بررسی نتایج حاصل از طیف SEM

به منظور بررسی مورفولوژی و اندازه ذرات نانولوله‌های کربنی عامل‌دار شده با کیتوسان آنالیز SEM انجام شده و در شکل (۲) آمده است.



شکل ۲. ساختار نانولوله‌های کربنی عامل‌دار شده با کیتوسان

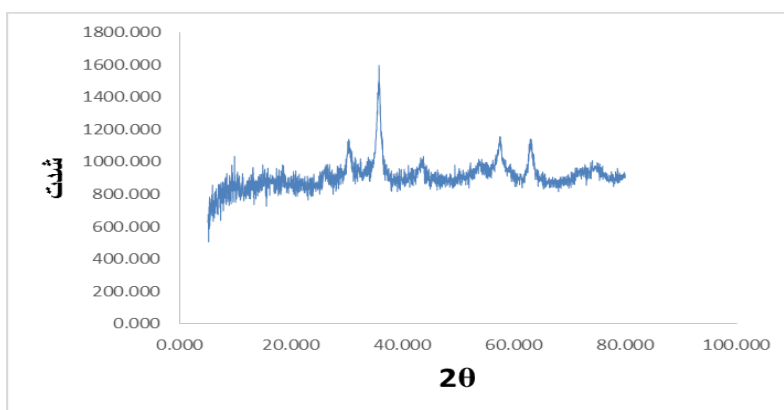
همانطور که در شکل (۲) مشاهده می‌شود، اندازه ذرات نانولوله‌های کربنی عامل‌دار شده با کیتوسان در مقیاس نانومتر بوده و در شکل نقاط روشن حاکی از عامل‌دار شدن نانولوله‌ها با کیتوسان می‌باشد.

۳-۳. بررسی نتایج حاصل از طیف XRD

در اینجا برای تعیین اندازه نانولوله‌های کربنی از معادله شرر و نتایج حاصل از آنالیز XRD نانولوله کربنی عامل‌دار شده با کیتوسان استفاده شده است. همچنین پیک ضعیف ایجاد شده در حدود $2\theta=20$ درجه حاکی از اصلاح کیتوسانی نانولوله کربنی می‌باشد. که این معادله به قرار زیر می‌باشد:

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

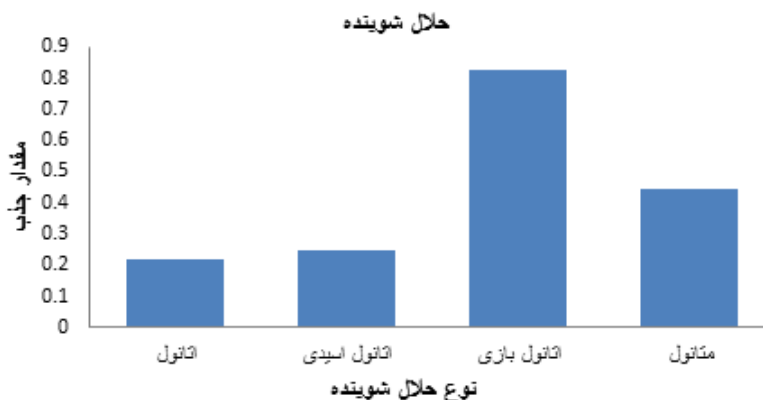
D: اندازه متوسط کریستالی (بر حسب نانومتر)، K: ضریب شکل بلور (معمولاً ۰/۹ در نظر گرفته می‌شود)، λ : طول موج تیوب تولیدکننده پرتو ایکس (بر حسب نانومتر)، β : پهنای پیک، θ : زاویه پراش [۱۳-۱۴].



شکل ۳. آنالیز XRD نانولوله کربنی عامل دار شده با کیتوسان

۳-۴. بررسی تاثیر نوع حلال شوینده بر روی شدت جذب

از پارامترهای تاثیرگذار روی سیستم جذب، نوع حلال شوینده از مهم ترین پارامترها می باشد که تاثیر فراوانی در سیستم جذب دارد. در این تحقیق برای جذب بهینه رنگ، حلال های (متانول، اتانول و اتانول اسیدی و بازی) آزمایش شده و حلال بهینه برای رنگ انتخاب شده است. (بعد از انتخاب حلال بهینه، اسیدی یا بازی بودن حلال هم بررسی شده است). با در نظر گرفتن بیشترین جذب برای انتخاب حلال بهینه، برای بروموکروزول سبز، اتانول بازی انتخاب شد. نتایج گزارش شده در نمودار (۱) حاکی از آن است که در تعادل ایجاد شده بین جاذب و حلال شوینده بهترین شرایط را حلال اتانول بازی نشان می دهند.



نمودار ۱. بررسی تاثیر نوع حلال شوینده بر روی شدت جذب بروموکروزول سبز

۳-۵. بررسی نمونه های حقیقی

پس از اینکه شرایط بهینه روش بدست آمد، به منظور بررسی قابل اجرا بودن روش بروی نمونه های حقیقی، مقدار جذب بروموکروزول سبز در چند نمونه مختلف مانند آب شرب، نمونه پساب صنعتی و نمونه آب چاه در حجم (۵۰ میلی لیتر) مورد اندازه گیری قرار گرفت. بدین صورت عمل کردیم که ۵۰ mL نمونه آب مورد نظر را در داخل ارلن ریخته به آن ۰/۰۲ گرم جاذب و ۱ میلی لیتر بافر اضافه می کنیم. نمونه حدود ۱۰ دقیقه با شیکر همزده شد و سپس با مغناطیس، جداسازی انجام شد. بعد از آن با ۷ میلی لیتر اتانول شستشو داده شد و مجدد به مدت ۱۰ دقیقه با شیکر همزده و با مغناطیس، جاذب را جدا کردیم.

جدول ۱. بررسی نمونه حقیقی در بروموکروزول سبز

نمونه ها	مقدار اضافه شده رنگ <i>ppb</i>	مقدار بدست آمده <i>ppb</i>
آب شرب ورامین	۰	۸/۴
	۱۰	۱۸/۴۱
آب چاه از محله دربند	۰	N.D (الف)
	۱۰	۹/۹۹
پساب صنعتی کارخانه	۰	۱۲/۴
رنگری	۱۰۰	۱۱۲/۴۲

الف (N.D): غیر قابل تشخیص

۴. نتیجه گیری

در روش تحقیقی انجام شده از تکنیک استخراج فاز جامد پخشی با استفاده از دستگاه طیف سنجی مرئی ماورابنفش و پیش تغلیظ شاخص رنگی و همچنین اندازه گیری مقادیر جزئی رنگ بروموکروزول سبز به عنوان یک شاخص رنگی آروماتیک در نمونه های حقیقی استفاده شده است. نتایج نشان دهنده ابداع یک روش کارا، گزینش پذیر، ارزان و ساده برای ارزیابی مقدار رنگ بروموکروزول سبز در نمونه های حقیقی بوده است. در این کار تحقیقاتی نانولوله های کربنی مغناطیسی عامل دار شده با کیتوسان تهیه و با روش های FTIR، XRD و SEM بررسی شده و به عنوان جاذبی مناسب در جهت افزایش راندمان استخراج بروموکروزول سبز استفاده شد. پارامترهای مؤثر بر استخراج از قبیل pH، نوع بافر، غلظت بافر، مقدار جاذب، نوع و حجم حلال شوینده، سرعت (زمان) انجام واکنش بررسی و بهینه شدند. نتایج دهنده این است که روش ارائه شده بسیار کارا بوده، دارای تکرارپذیری خوب و رنج خطی وسیع ($0.1-20 \text{ mg L}^{-1}$) و دارای فاکتور تغلیظ مناسب برای تعیین بروموکروزول سبز است و مقدار حد تشخیص $7/5 \mu\text{g L}^{-1}$ بدست آمده است. همچنین تکرارپذیری بالا از ویژگی های مشاهده شده از این روش می باشد.

۵. مراجع

- [1] Jennings, W.G. and Rapp, A., 1983. *Sample preparation for gas chromatographic analysis*. Hüthig.
- [2] Moghimi, A. and Yari, M., 2019. Review of procedures involving separation and Solid Phase Extraction for the determination of cadmium using spectrometric techniques. *Journal of Chemical Reviews*, 1(1), pp.1-18.
- [۳] علی مقیمی؛ شقایق دنیاگر واجد؛ فریبرز عزیزی نژاد، استخراج فاز جامد مقادیر ناچیز سیروفلوکساسین در نمونه های آبی بوسیله نانو لوله های کربنی و اندازه گیری آن با طیف سنجی مرئی و ماورابنفش در نمونه های بیولوژیکی، شیمی کوانتومی و اسپکتروسکوپی، دوره ۸، شماره ۲۶، تابستان ۱۳۹۷، صفحه 39-48

- [۴] علی مقیمی؛ نیلوفر تاجدینی؛ محمد یاری، پیش تغلیظ آلوده‌یپین در نمونه های بیولوژیکی توسط نانو کامپوزیت مغناطیسی اصلاح شده با کیتوسان و اندازه گیری توسط طیف سنجی مرئی-فرا بنفش، شیمی کوانتومی و اسپکتروسکوپی، دوره ۹، شماره ۳۰، تابستان ۱۳۹۸، صفحه 45-

- [5] Hutchinson, D.J. and Schilt, A.A., 1983. Investigation of the adsorption of ferriin-type ligands and metal chelates on activated carbons for applications in reagent purification and trace metal enrichment and determination. *Analytica chimica acta*, 154, pp.159-171.
- [6] Pourshamsi, T., Amri, F. and Abniki, M., 2020. A comprehensive review on application of the syringe in liquid-and solid-phase microextraction methods. *Journal of the Iranian Chemical Society*, pp.1-20.
- [7] Bohnet, M., 2003. Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry. Wiley-Vch.
- [۸] علی مقیمی؛ محسن شعبانی، استخراج فاز جامد مقادیر ناچیز مس II در پسابهای صنعتی اسلام شهر بوسیله وسیله نانو لوله‌های کربنی عامل دار شده کربوکسیله و اندازه گیری آن با طیف سنجی اتمی شعله ای، شیمی کوانتومی و اسپکتروسکوپی، دوره ۹، شماره ۲۹، بهار ۱۳۹۸، صفحه 73-86.
- [9] Moghimi, A., 2014. Separation and extraction of Co (II) using magnetic chitosan nanoparticles grafted with β -cyclodextrin and determination by FAAS. *Russian Journal of Physical Chemistry A*, 88(12), pp.2157-2164.
- [10] Moghimi, A., 2018. Magnetic Preparation: An Alternative Method of Extracting Cd (II) From Aqueous Solution Using Chitosan/Graphene Oxide Fe₃O₄ Nanocomposites. *Research Journal of Nanoscience and Engineering*, 2(2), pp.14-22.
- [11] Moghimi, A., SABER-TEHRANI, M., WAQIF-HUSAIN, S. and Mohammadhosseini, M., 2007. Preconcentration and determination of chromium species using octadecyl silica membrane disks and flame atomic absorption spectrometry. *Chinese Journal of Chemistry*, 25(12), pp.1859-1865.
- [12] Zare-Dorabei, R., Darbandsari, M.S., Moghimi, A., Tehrani, M.S. and Nazerdeylami, S., 2016. Synthesis, characterization and application of cyclam-modified magnetic SBA-15 as a novel sorbent and its optimization by central composite design for adsorption and determination of trace amounts of lead ions. *RSC advances*, 6(110), pp.108477-108487.
- [13] Abniki, M., Moghimi, A. and Azizinejad, F., 2020. Fabrication of bionanocomposite based on LDH using biopolymer of gum arabic and chitosan-coating for sustained drug-release. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 85(5).
- [14] Abniki, M., Moghimi, A. and Azizinejad, F., 2020. Synthesis of calcium-layered double hydroxide based nanohybrid for controlled release of an anti-inflammatory drug. *Journal of the Chinese Chemical Society*.

Dispersive solid-phase extraction for preconcentration of colored effluent in aqueous samples using magnetic carbon nanotubes modified with chitosan

Ali Moghimi^{1*}, Milad Abniki²

¹Department of Chemistry, Islamic Azad University, Tehran Medical Branch, Tehran, Iran

²Department of Chemistry, Varamin(Pishva) Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

Submitted: 24 December 2019, Revised: 15 March 2020, Accepted: 17 April 2020

Abstract

In this study, a new technique of solid-phase extraction by chitosan-modified magnetic carbon nanotubes was used for small amounts of colored effluent as an indicator of bromocresol green in aqueous samples and measured by UV-VIS spectroscopy. This technique is a two-phase system in which the donor phase is aqueous samples containing bromocresol green and the acceptor phase is the chitosan-activated magnetic carbon nanotubes. The experiments were performed in two stages of extraction from aqueous samples and desorption of bromocresol green dyes using ethanol solvent and then the desorbed samples were analyzed via UV-Vis spectrophotometry. This method is cheap, simple, fast, and compatible with many existing device methods. Extraction parameters such as the effect of organic solvent and adsorbent, pH of donor and acceptor phases, extraction time, stirring speed, volume of the donor were optimized and quantitative studies and measurements were performed under these optimal conditions. This technique has many advantages such as; short extraction time, low consumption of organic solvents, elimination of the effect of previous tests, low detection limit and high concentration factor. Acceptable values for concentration and diagnostic factors have been obtained for the extraction of bromocresol green dyes.

Keywords: preconcentration of colored effluent, dye extraction, magnetic nanocomposite, dispersive solid-phase extraction

*Corresponding author : Ali Moghimi

Address: Department of Chemistry, Islamic Azad University, Tehran Medical Branch, Tehran, Iran

Tel: 09122130124

E-mail: alimoghimi@iauvaramin.ac.ir