

تهیه بسپارهای قالب مولکولی نانوحفره به منظور استخراج ترکیب نارینجین

مینا هویه گر^۱، علیرضا امیری^۲ و محسن جهانشاهی^{۳*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، ایران

۲- دکترای شیمی آلی، پژوهشکده فناوری نانو، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، ایران

۳- استاد مهندسی شیمی - نانویوتکنولوژی، پژوهشکده فناوری نانو، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، ایران

دریافت: مهر ۱۳۹۶، بازنگری: خرداد ۱۳۹۷، پذیرش: تیر ۱۳۹۷

چکیده: برای نخستین بار، یک جاذب با قدرت جذب مناسب بر پایه بسپارهای قالب مولکولی، برای استخراج انتخابی ترکیب نارینجین تهیه شد. تکپار عاملی متاکریلیک اسید، پیونددهنده عرضی تری متیل پروپان تری متاکریلات، آغازگر ۲ و ۲-آزوبیس ایزوبوتیرونیتریل، ملکول هدف نارینجین و حلال استونتریل برای تهیه بسپار و براساس واکنش بسپارش رسوبی به نسبت مولی ۱:۴:۲۰ مورد استفاده قرار گرفتند. طی فرایند استخراج، ملکول هدف جدا شده و شبکه بسپاری نانوحفره قالب دار شده، تهیه شد که قادر است به صورت گزینش پذیر، ماده زیست فعال نارینجین را از مخلوطهای شامل این ترکیب جدا کند. به منظور مقایسه کارایی این بسپار، نمونه قالب دار نشده با همان واکنشگرها ساخته شد، با این تفاوت که بسپار جدید فاقد مولکول هدف در ساختار خود است. گزینش پذیری بسپار قالب مولکولی تهیه شده، برای نارینجین مورد بررسی قرار گرفت و کوئرستین نیز به عنوان ماده رقابتی با ساختاری مشابه مولکول هدف انتخاب شد. بر اساس آزمایش های به عمل آمده ظرفیت پیوند بسپار برای ترکیب نارینجین 284 mg.g^{-1} و برای ترکیب کوئرستین 70 mg.g^{-1} به دست آمد. تصویربرداری با میکروسکوپ الکترونی روبشی بر سطوح بسپار دلالت بر آن دارند که قطر ذره های کروی بسپار تهیه شده، حدود ۹۰۰ نانومتر است. برای اندازه گیری مقدار تخلخل، سطح ویژه و قطر حفره های بسپار، از روش آنالیز جذب-واجذب با گاز نیتروژن استفاده شد. براساس اندازه گیری به عمل آمده، بسپارهای قالب گیری شده دارای سطح ویژه $389 \text{ m}_2.\text{g}^{-1}$ بوده اند.

واژه های کلیدی: بسپارهای قالب مولکولی، نارینجین، استخراج، بسپارش رسوبی، گزینش پذیری

مقدمه

و در آب دارای حلالیت بسیار کمی بوده و در حلال هایی مانند استونیتریل، متانول و ایزوپروپانول به خوبی حل می شود [۱]. این ترکیب مهم فلاونوئیدی دارای ویژگی ضدسرطانی، ضدتومور، مهارکننده ویروس هپاتیت C و بیماری کیست کلیه بوده و

نارینجین، فلاونوئیدی از دسته فلاونون است که این ترکیب به وفور در گریپفروت و انواع میوه ها و گیاهان یافت می شود. نارینجین به شکل پودری سفید بلوری رنگ، تلخ و بی بو است

عاملی، به طور دقیق مکمل مولکول هدف هستند [۱۰]. پژوهش‌های گسترده‌ای در به کارگیری فناوری بسپارهای قالب مولکولی در فرایند جداسازی ماده مؤثره فلاونوئیدی موجود در گیاهان دارویی [۱۱] و یا ماده مؤثره موجود در دگرگشته‌های ثانویه قارچ‌ها، در حال انجام است [۱۲]. برای نخستین بار در پژوهش حاضر، بسپارهای قالب مولکولی گزینش‌پذیر تهیه و به منظور جداسازی ترکیب فلاونوئیدی نارینجین به کار گرفته شد. بسپار قالب‌گیری شده دارای ظرفیت پیوند^۵ ۲۸۴ میلی‌گرم نارینجین به ازای یک گرم بسپار بوده و از گزینش‌پذیری بالایی برخوردار است.

بخش تجربی

مواد شیمیایی و دستگاه‌ها

نارینجین، متاکریلیک اسید (MAA)، تری‌متیل‌پروپان تری‌متاکریلات (TRIM) و آزوبیس‌ایزوبوترونتریل (AIBN) از شرکت سیگما-آلدریج تهیه شد. سایر ترکیب‌های شیمیایی و حلال‌های به کار گرفته شده با درجه خلوص HPLC خریداری شدند. مقدار نارینجین موجود در محلول‌ها، با استفاده از دستگاه طیف‌سنج (UV) مدل Jenway 6305 UV/Visible اندازه‌گیری شد. برای بررسی ریخت‌شناسی بسپارها از میکروسکوپ الکترونی روبشی^۶ مدل (VEGAII TESCANA and Czech) استفاده شد. همچنین، بررسی ساختار درونی و تخلخل بسپارها با استفاده از دستگاه آنالیز جذب-اجذب گاز نیتروژن^۷ (N₂ Sorption) مدل Bel, BelsorpminiII, Japan انجام شد.

تهیه بسپار با قالب نارینجین

ابتدا نارینجین در ۷۰ میلی‌لیتر حلال استونتریل حل شده و داخل بالن ته صاف قرار گرفت. به این محلول مواد واکنشگر به نسبت مولی ۱:۴:۲۰ (پیوند دهنده عرضی، مونومر عاملی، مولکول هدف) افزوده شد. به این صورت که، ابتدا تکپار عاملی متاکریلیک اسید افزوده شده و به مدت ۵ دقیقه تحت فراصوت قرار گرفت.

باعث کاهش التهاب [۲]، افزایش سامانه ایمنی بدن و کاهش کلسترول خون شده [۳] و ویژگی مشابه با ترکیب انسولین دارد که بسیاری از اختلاف‌های سوخت و ساز مربوط به مقاومت انسولین را اصلاح می‌کند [۴]. از آنجایی که نارینجین اغلب در سبزیجات و مرکبات یافت می‌شود، روش‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری آن از بسترهای متفاوت معرفی شده است. اما هیچ یک از این روش‌ها به طور گزینش‌پذیر^۱ عمل نکرده و میل ترکیبی ضعیفی داشته و از این رو، رضایت‌بخش نبوده‌اند. عصاره‌های طبیعی و نمونه‌های حقیقی اغلب شامل ترکیب‌های پیچیده هستند و یکی از مشکلات اساسی که در ارتباط با روش‌های جداسازی این ترکیب‌ها وجود دارد، گزینش‌پذیری پایین آن‌ها است. بنابراین، ساخت جاذب‌هایی مؤثر با میل ترکیبی بالا از اهمیت بالایی برخوردار است. بدین ترتیب، تهیه بسپارهای قالب مولکولی^۲ با گزینش‌پذیری بالا به طور فزاینده‌ای در حال گسترش بوده و در نمونه‌های متفاوت به کار می‌روند [۵]. این بسپارها که به آن‌ها پادتن‌های^۳ مصنوعی هم گفته می‌شود، به گونه‌ای ساخته می‌شوند که با توجه به ویژگی‌های مولکولی مواد، به شکل قالب آن‌ها در آمده و فقط ماده مورد نظر را جذب می‌کنند و به همین خاطر بسپار قالب مولکولی نامیده می‌شوند [۶]. این بسپارها از نظر گزینش‌پذیری و پایداری، نسبت به دیگر جاذب‌های شیمیایی مورد استفاده کارآمدتر هستند [۷ و ۸]. به عبارت دیگر، ذره‌هایی با مکان‌های تشخیص ویژه، مکمل در شکل، اندازه و گروه‌های عاملی با مولکول هدف هستند که سازوکار برهم‌کنش آن‌ها بر پایه تشخیص مولکولی است [۹]. در فرایند رایج تهیه بسپارهای قالب مولکولی، ابتدا مولکول هدف با تکپارهای قابل بسپارش (که در یک سر خود دارای گروه‌های عاملی توانا برای برهم‌کنش با مولکول هدف هستند)، تشکیل مولکول‌های پیچیده‌تر (کمپلکس) داده و سپس، این مولکول پیچیده در حضور مقادیری از یک تکپار پیونددهنده عرضی، هم‌بسپارش و بدین ترتیب شکل کمپلکس در بسپار تثبیت می‌شود. با خروج مولکول هدف از بسپار، مکان‌هایی ایجاد خواهد شد که از نظر شکل، اندازه و جهت‌گیری گروه‌های

1. Selective 2. Molecularly imprinted polymers (MIPs) 3. Antibody 4. Metabolite 5. Binding Capacity
6. Scanning Electron Microscopy (SEM) 7. Brunauer Emmett Teller (BET)

استاتیک در سامانه ناپیوسته در محلول آب- استونیتریل به نسبت حجمی ۱ به ۱ با غلظت‌های متفاوت نارینجین انجام شد. بارگذاری به‌طور هم‌زمان برای بسپارهای MIPS و NIPs در یک غلظت مشخص از نارینجین انجام گرفت تا خطای مربوط به جذب بسپار، به حداقل برسد. مقدار بسپار و حجم محلول در هر بارگذاری به ترتیب ۱۰ میلی‌گرم و ۲۰ میلی‌لیتر بود و بارگذاری در دمای محیط و سامانه بسته انجام شد. محلول پس از بارگذاری، ابتدا ۱۵ دقیقه با استفاده از دستگاه گریزانه با سرعت ۱۱۰۰۰ دور بر دقیقه جدا و جذب محلول بالای ویال در طول موج ۲۸۸ nm با طیف‌سنج UV اندازه‌گیری شد. نتایج به‌دست آمده از آزمایش‌های جذب بیانگر این است که ظرفیت جذب تعادلی بسپارهای MIPS برای نارینجین در تمام غلظت‌ها، بیشتر از NIPs متناظر با آن است. ظرفیت پیوند بسپار از معادله ۱ محاسبه شد.

$$Q_e = ((C_0 - C_e)V)/m \quad (1)$$

که در آن Q_e (mg.g^{-1}) نمایانگر ظرفیت جذب تعادلی MIPS، C_0 و C_e به ترتیب غلظت اولیه و تعادلی محلول نارینجین برحسب ppm، حجم محلول خوراک بر حسب لیتر و m جرم ذره‌های بسپار برحسب گرم است.

بر پایه تعریف، فاکتور قالب‌گیری^۲ (IF) از معادله ۲ محاسبه می‌شود.

$$IF = Q_{MIPS}/Q_{NIPs} \quad (2)$$

تهیه نمودار استاندارد جذب نارینجین

به منظور رسم منحنی استاندارد، محلول‌هایی با غلظت‌های مشخص از گونه مورد نظر تهیه شد و سپس، جذب هر یک از آن‌ها با استفاده از دستگاه طیف‌سنج UV در طول موج معین، تعیین شد. منحنی استاندارد مربوط به نارینجین در شکل ۱ برای غلظت‌های متفاوت در حلال آب- استونیتریل ۱:۱ در طول موج جذبی ۲۸۸ nm به‌دست آمد.

با افزایش پیونددهنده عرضی تری‌متیلول‌پروپان تری‌متاکریلات به محلول واکنش، دوباره به مدت ۱۰ دقیقه تحت فراصوت قرار گرفت. مقدار ۱۶ mg از آغازگر AIBN، به آن افزوده شد و محلول به مدت ۵ دقیقه تحت فراصوت قرار گرفت. پس از افزودن واکنشگرها به منظور حذف اکسیژن از محلول واکنش، با ورود جریان گاز نیتروژن، ظرف واکنش به مدت ۱۰ دقیقه اکسیژن‌زدایی شده و بلافاصله در آن مسدود شد. حضور اکسیژن در ظرف واکنش سبب از بین رفتن رادیکال‌های آزاد به‌دست آمده از تجزیه آغازگر شده و در نتیجه باعث تخریب فرایند بسپارش می‌شود. برای انجام و تکمیل واکنش بسپارش رسوبی، بالن داخل حمام آب ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و با همزن مغناطیسی به مدت ۲۴ ساعت هم‌زده شد. با دستگاه گریزانه بسپار به‌دست آمده جدا و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد.

تهیه بسپار قالب‌گیری نشده

مراحل تهیه بسپار قالب‌گیری نشده^۱ (NIPs)، مانند تهیه MIPS است. با این تفاوت که در تهیه آن، مولکول هدف وجود ندارد.

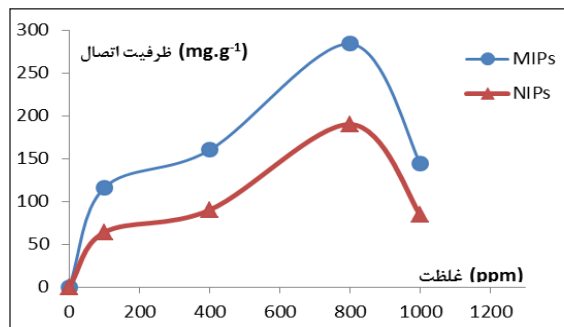
استخراج مولکول هدف

پس از تهیه بسپارهای قالب‌دار شده، لازم است مولکول هدف که در داخل بسپار باقی مانده‌اند، از آن خارج شوند. به این منظور بسپارها با محلول متانول- استیک اسید به نسبت حجمی ۹ به ۱ تحت شستشو کامل قرار گرفتند تا مقدار جذب محلول استخراج‌شده در طول موج جذبی ۲۸۸ nm نارینجین، به صفر رسید [۱۳]. پس از فرایند استخراج مولکول هدف، ذره‌های بسپار با متانول خالص تحت شستشو قرار گرفته و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند.

اندازه‌گیری ظرفیت پیوند

به منظور بررسی ویژگی جذب بسپارها، آزمایش‌های جذب

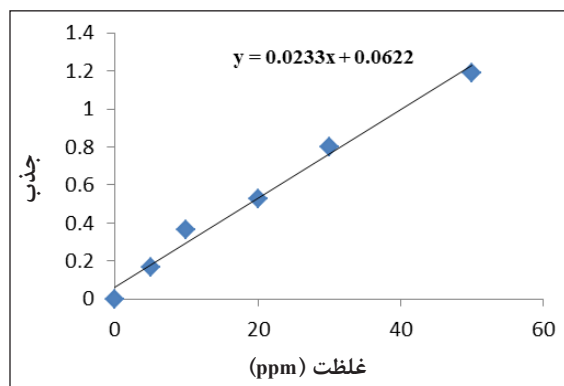
می‌شود. منحنی تغییرات ظرفیت پیوند بسپارهای M_{IPs} و N_{IPs} در غلظت‌های متفاوت محلول نارینجین در شکل ۲ رسم شده است.



شکل ۲ نمودار تغییرات ظرفیت پیوند بسپارها در غلظت‌های متفاوت نارینجین

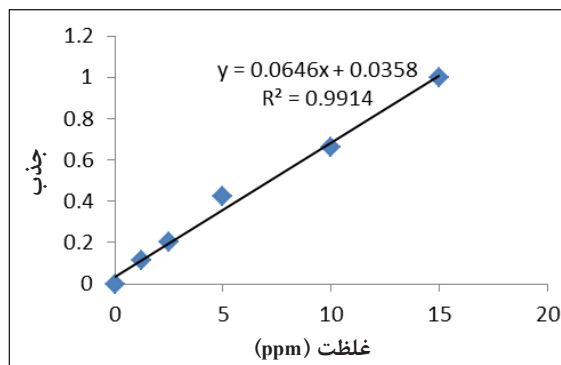
بررسی گزینش‌پذیری بسپارهای قالب‌دار شده نارینجین با ملکول کوئرستین

با تعیین چند غلظت کوئرستین در آب- استونیتریل ۱:۱ و اندازه‌گیری جذب UV در طول موج جذبی ۳۷۰ نانومتر کوئرستین [۱۴]، نمودار استاندارد جذب مربوط به کوئرستین در شکل ۳ به‌دست آمد.



شکل ۳ نمودار استاندارد جذب کوئرستین

ویژگی مکان‌های پیوند با مطالعه مقدار گزینش‌پذیری ذره‌های بسپار قالب مولکولی مورد پژوهش قرار گرفت. چنانچه در شکل ۴ مشاهده می‌شود، کوئرستین یک ترکیب فلاونوئیدی است که ساختاری مشابه نارینجین دارد. از این رو، به‌عنوان ملکول مشابه ملکول هدف برای انجام آزمایش‌های گزینش‌پذیری انتخاب شد. تهیه بسپارهای قالب مولکولی به روش بسپارش توده‌ای^۱ برای ترکیب کوئرستین نیز گزارش شده است. این بسپارهای قالب‌گیری



شکل ۱ نمودار استاندارد جذب نارینجین

نتیجه‌ها و بحث

ظرفیت پیوند بسپار

نتایج بارگذاری برای تعیین ظرفیت پیوند بسپار، در جدول ۱ خلاصه‌شده‌اند.

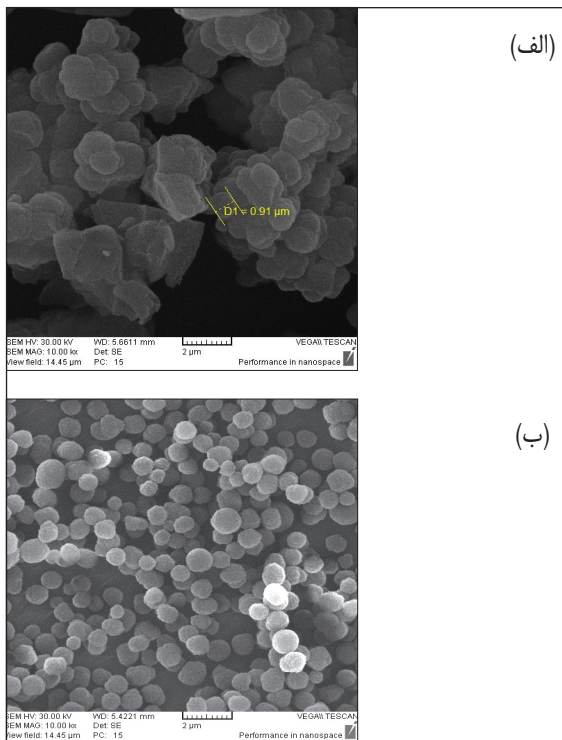
جدول ۱ نتایج بارگذاری بر بسپارهای MIPs و NIPs در غلظت‌های متفاوت نارینجین

IF	ظرفیت پیوند ($mg.g^{-1}$)	غلظت پس از بارگذاری (ppm)	غلظت پیش از بارگذاری (ppm)	نوع بسپار
۱,۳۷	۸۸	۵۶	۱۰۰	MIPs
۱,۷۸	۱۶۰	۳۲۰	۴۰۰	MIPs
۱,۴۹	۲۸۴	۶۵۸	۸۰۰	MIPs
۱,۷۱	۱۴۴	۹۲۸	۱۰۰۰	MIPs
	۶۴	۶۸	۱۰۰	NIPs
	۹۰	۳۵۵	۴۰۰	NIPs
	۱۹۰	۷۰۵	۸۰۰	NIPs
	۸۴	۹۵۸	۱۰۰۰	NIPs

چنانچه در جدول ۱ مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت محلول بارگذاری (تا غلظت ۸۰۰ ppm)، ظرفیت پیوند بسپار نیز افزایش می‌یابد و در غلظت‌های بالاتر از ۸۰۰ ppm، کاهش ظرفیت پیوند انجام می‌پذیرد. بدین ترتیب، بیش‌ترین ظرفیت پیوند بسپار در غلظت ۸۰۰ ppm محلول خوراک و با فاکتور قالب‌گیری ۱,۴۹ دیده

همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، بسیار MIPS با قالب نارینجین در محلول ۸۰۰ ppm نارینجین ظرفیت پیوند برابر با ۸۰۰ ppm دارد. درحالی‌که، همین بسیار در محلول ۷۰ mg.g⁻¹ کوئرستین، ظرفیت پیوند برابر با ۷۰ mg.g⁻¹ دارد که نشان‌دهنده قالب‌گیری بسیار هوشمند است که به‌صورت گزینش‌پذیر عمل می‌کند.

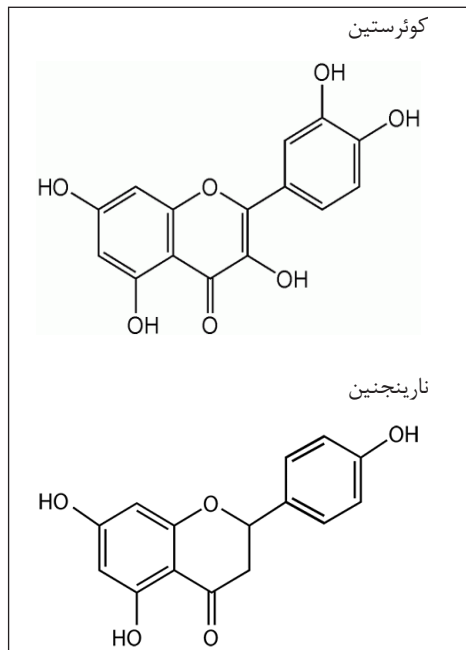
بررسی بسیارها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی در شکل ۵ تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی ذره‌های بسیار نشان داده شده است. تصاویر به‌دست آمده ذره‌های کروی و یکنواخت با قطر میانگین ۹۰۰ نانومتر را نشان می‌دهد. شکل ۶-الف و ۶-ب به ترتیب مربوط به ذره‌های کروی MIPS و NIPs هستند. انتخاب حلال واکنش و روش بسیارش به‌منظور دست‌یابی به ذره‌های کروی با اندازه یکنواخت، مؤثر است. ساختار یکنواخت با سطح ویژه مناسب در فرایند استخراج و جداسازی ترکیب‌ها، مطلوب بوده و نتایج قابل اطمینان‌تری را ارائه می‌دهد.



شکل ۵. تصاویر SEM نانو ذره‌های (الف) MIPS و (ب) NIPs

1. Bulk

شده نیز از گزینش‌پذیری خوبی در رویارویی با ترکیب‌های مشابه کوئرستین، برخوردار بوده است [۱۵].



شکل ۴ ساختار گسترده فلاونوئیدهای نارینجین و کوئرستین

از آنجاکه در بارگذاری بر بسیارهای تهیه‌شده، بیش‌ترین و بهینه‌ترین ظرفیت مربوط به غلظت ۸۰۰ ppm نارینجین بوده است، بنابراین، گزینش‌پذیری MIPS نیز در محلول با غلظت ۸۰۰ ppm کوئرستین انجام پذیرفت. تمام فرایندهای بارگذاری مشابه بارگذاری با محلول نارینجین بوده است. مقادیر جذب غلظت اولیه کوئرستین و همچنین، محلول پس از بارگذاری در طول موج ۳۷۰ nm اندازه‌گیری و نتایج برای بررسی گزینش‌پذیری بسیار در جدول ۲ خلاصه شده است.

جدول ۲ نتایج بارگذاری MIPS قالب‌دار شده با نارینجین در محلول کوئرستین

بسیار تهیه‌شده با قالب نارینجین	غلظت کوئرستین پیش از بارگذاری (ppm)	غلظت کوئرستین پس از بارگذاری (ppm)	ظرفیت پیوند (mg.g ⁻¹)
MIPs	۸۰۰	۷۶۵	۷۰

بررسی بسپارها بر اساس نتایج به دست آمده از آزمون جذب - واجذب نتایج جذب- واجذب گاز نیتروژن برای نمونه‌ها در جدول ۳ نشان می‌دهد، قطر حفره‌ها و سطح ویژه در MIPS بیشتر از NIPs است. این تفاوت به دلیل قالب‌گیری در MIPS بوده و وجود نانوحفره‌های ایجادشده در بسپارهای MIPS را اثبات می‌کند [۱۶].

جدول ۳ نتایج بررسی جذب- واجذب بسپارهای MIPS و NIPs با قالب نارینجین

بررسی بسپارها بر اساس نتایج به دست آمده از آزمون جذب - واجذب نتایج جذب- واجذب گاز نیتروژن برای نمونه‌ها در جدول ۳ نشان می‌دهد، قطر حفره‌ها و سطح ویژه در MIPS بیشتر از NIPs است. این تفاوت به دلیل قالب‌گیری در MIPS بوده و وجود نانوحفره‌های ایجادشده در بسپارهای MIPS را اثبات می‌کند [۱۶].

جدول ۳ نتایج بررسی جذب- واجذب بسپارهای MIPS و NIPs با قالب نارینجین

نام جاذب	سطح ویژه (m ² .g ⁻¹)	حجم نانو حفره‌ها (cm ³ .g ⁻¹)	میانگین قطر حفره‌ها (nm)
MIPs	۳۸۹	۰٫۲۱	۲٫۲۳
NIPs	۳۵۵	۰٫۱۸	۲٫۱۱

سپاسگزاری

این طرح پژوهشی با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل و امکانات دستگاهی پژوهشکده فناوری نانو انجام شد که مورد تشکر و امتنان است.

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر بسپار قالب‌گیری شده برای ترکیب فلاونوئیدی نارینجین با ظرفیت پیوند ۲۸۴ mg.g⁻¹ و سطح ویژه

مراجع

- [1] Yanez, J.A.; Andrews, P.K.; Davies, N.M.; Journal of Chromatography B 848 (2), 159-181, 2007.
- [2] Nishino, C.; Enoki, N.; Tawata, S.; Mori, A.; Kobayashi, K.; Fukushima, M.; Agricultural and Biological Chemistry 51 (1), 139-143, 1987.
- [3] Lee, S.H.; Park, Y.B.; Bae, K.H.; Bok, S.H.; Kwon, Y.K.; Lee, E.S.; Choi, M.S.; Annals of Nutrition and Metabolism 43 (3), 173-180, 1999.
- [4] Alam, M.A.; Subhan, N.; Rahman, M.M.; Uddin, S.J.; Reza, H.M.; Sarker, S.D.; Advances in Nutrition 5 (4), 404-417, 2014.
- [5] Shao, H.; Zhao, L.; Chen, J.; Zhou, H.; Li, K.; Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 111, 241-247, 2015.
- [6] Herrero-Hernández, E.; Rodríguez-Gonzalo, E.; Andrades, M.S.; Sánchez-González, S.; Carabias-Martínez, R.; Science of the Total Environment 454, 299-306, 2013.
- [7] Baggiani, C.; Giraudi, G.; Giovannoli, C.; Anfossi, L.; Analytica Chimica Acta 504 (1), 43-52, 2004.
- [8] Qi, P.; Wang, J.C.; Jin, J.; SU, F.; Chen J.P.; Talanta 81 (4), 1630-1635, 2010.
- [9] Ziyun, XU.; Jun Feng, W.; Zhang, L.; Xue Jun, C.; Biochemical Engineering Journal 41 (3), 280 - 287, 2008.
- [10] He, H.; Li, H.; Gao, Y.; Chen, D.; Shi, L.; Peng, J.; Du, S.; Chen, L.; Analytical Letters 48 (1), 47-60, 2015.

- [11] *
*امیری، علیرضا؛ رضانی، علی؛ جهانشاهی، محسن؛ مقدم نیا، علی اکبر،
مجله علمی پژوهشی شیمی کاربردی، شماره ۳۸، ۵۱-۶۱، ۱۳۹۵.
- [12] Shahiri Tabarestani, M.; Rahnema, K.; Jahanshahi, M.; Nasrollanejad, S.; Fatemi, M.H.; Journal of Nanostructures 6 (3), 245-249, 2016.
- [13] Yousef, S.; Muthu Vijayan Enoch, I.V.; American Association of Pharmaceutical Scientists 14 (2), 770-781, 2013.
- [14] Park, H.R.; Daun, Yu.; Park, J.K.; Bark, K.M.; Bulletin of the Korean Chemical Society 34 (1), 211-220, 2013.
- [15] Amiri, A.; Ramazani, A.; Jahanshahi, M.; Moghdamnia, A.A.; Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering 35 (4), 11-19, 2016.
- [16] Amiri, A.; Ramazani, A.; Jahanshahi, M.; Moghdamnia, A.A.; Journal of Nanostructures 4, 277-283, 2014.

Synthesis of nanoporous molecularly imprinted polymers for extraction of naringenin compound

Mina Hoviehgar¹, Alireza Amiri², Mohsen Jahanshahi³

1. M.Sc. student in Faculty of Chemical Engineering, Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran
2. Ph.D. in organic chemistry, Nanotechnology Research Institute, Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran
3. Prof. of chemical engineering, Nanotechnology Research Institute, Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran

Received: September 2017, Revised: May 2018, Accepted: June 2018

Abstract: In this research for the first time, an adsorbent based on molecularly imprinted polymers (MIPs) for selective extraction of Naringenin using methacrylic acid (functional polymer), trimethylolpropane trimethacrylate (cross linker), azobisisobutyronitrile (initiator) via precipitation polymerization technique in a ratio (1:4:20) were synthesized. After template removal, nanoporous imprinted polymeric lattice was prepared which is able to extract Naringenin as a bioactive compound from the mixtures containing this component. Non-imprinted polymers (NIPs) with the same materials (instead of the template molecule) were synthesized to compare the efficiency of the MIPs. Selectivity of the MIPs for Naringenin has been evaluated. Quercetin as a similar molecule of the template was selected which the binding capacity for Naringenin and Quercetin were 284 mg.g⁻¹ and 70 mg.g⁻¹, respectively. Imaging scanning electron microscope (SEM) was used for morphological studies on the synthesized polymer particles and brannauer-emmet-teller (BET) analysis method was applied to measure the porosity, specific surface area and pore diameters of the polymer.

Keywords: Molecularly Imprinted Polymers, Naringenin, Extraction, precipitation polymerization