

سورة الفجر

روش‌های ریزاستخراج تجزیه‌ای

ویراستاران:

م. والکارسل

س. کاردناس

ر. لوسنا

گروه شیمی تجزیه، مؤسسه شیمی و نانوشیمی، دانشگاه کوردوبا،
کوردوبا، اسپانیا

مترجمین:

دکتر میلاد غنی (استادیار دانشگاه مازندران)

دکتر علی احسانی (دانشیار دانشگاه قم)

عنوان و نام پدیدآور	: روش‌های ریزاستخراج تجزیه‌ای/ویراستاران م. والکارسل، س. کاردناس، ر. لوسنا؛ مترجمین میلاد غنی، علی احسانی.
مشخصات نشر	: قم: دانشگاه قم، انتشارات، ۱۳۹۹. مشخصات ظاهری: ۵۰۲ ص:، مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-843655-3
یادداشت	: عنوان اصلی: Analytical microextraction techniques, 2017.
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: استخراج (شیمی) (Chemistry) Extraction
موضوع	: شیمی تجزیه / Chemistry, Analytic
موضوع	: پایش زیست‌محیطی / Environmental monitoring
شناسه افزوده	: والکارسل کیسس، میگل، ۱۹۴۶- م، ویراستار / Valcárcel Cases, Miguel, ۱۹۴۶-
شناسه افزوده	: کاردناس آرانثانا، ماریا سولداد، ویراستار/ Cárdenas Aranzana, Maria Soledad
شناسه افزوده	: لوکنا رودریگت، رافائل، ویراستار/ Lucena Rodríguez, Rafael
شناسه افزوده	: غنی، میلاد، ۱۳۶۷- مترجم / Ehsani, Ali
شناسه افزوده	: احسانی، علی، ۱۳۵۵- مترجم / انتشارات
رده بندی کنگره	: QD63 رده بندی دیویی: ۵۴۳/۰۸۹۲ شماره کتابشناسی ملی: ۶۱۸۹۷۱۹



انتشارات دانشگاه قم

عنوان: روش‌های ریز استخراج تجزیه‌ای

مؤلف: M.Valcarcel, S. Cardenas, R.Lucena

مترجم: میلاد غنی، علی احسانی

چاپ و صحافی: هوشنگی

ناظر فنی: علیرضا معظمی

نوبت و سال چاپ: اول، بهار ۱۳۹۹

شمارگان: ۵۰۰

پهاء: ۶۵۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۴۳۶-۵۵-۳

آدرس الکترونیکی: Publication@Qom.ac.ir

کلیه حقوق مادی و معنوی برای ناشر محفوظ است.

قم، بلوار الغدیر، دانشگاه قم، اداره چاپ و انتشارات دانشگاه

تلفن: ۰۲۵-۳۲۱۰۳۳۴۴ - ۰۲۵-۳۲۱۰۳۳۴۵ نمابر: ۰۲۵-۳۲۱۰۳۳۴۵

مقدمه مترجم

امروزه نقش شیمی تجزیه در شناسایی و اندازه‌گیری مواد مختلف بر کسی پوشیده نیست. در سال‌های اخیر رشد بی‌سابقه‌ای در توسعه روش‌های دستگاهی برای اندازه‌گیری نمونه‌های مختلف از بافت‌های مختلف صورت گرفته است. ولی همچنان با وجود این پیشرفت‌ها، اندازه‌گیری مستقیم نمونه‌های زیست‌محیطی و زیست‌شناختی به دلیل غلظت کم گونه‌های مورد بررسی و وجود مزاحمت‌های مختلف، امری غیر ممکن می‌باشد. از این رو در اغلب موارد، انجام یک یا تعداد بیشتری مراحل آماده‌سازی با هدف تغلیظ و بهبود علامت تجزیه‌ای گونه مورد بررسی، امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. آماده‌سازی نمونه خود می‌تواند شامل چندین مرحله مجزا مانند استخراج، تغلیظ و پاکسازی باشد. فرآیند استخراج، معمولاً با هدف جداسازی گونه مورد بررسی از بافت اصلی آن صورت می‌گیرد. روش‌های استخراج را می‌توان بر اساس فاز استخراج‌کننده به استخراج فاز جامد، استخراج فاز مایع و استخراج با سیال فوق بحرانی دسته‌بندی نمود. این روش‌ها به طور گسترده به عنوان یک روش اولیه و سنتی برای جداسازی و پیش‌تغلیظ گونه مورد اندازه‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی به دلیل استفاده از مقادیر زیاد حلال‌های سمی، جاذب‌های گران‌قیمت و نیز پیچیدگی و زمان‌بر بودن این روش‌ها، توجه محققین به سمت استفاده از روش‌های ساده، سریع، دوستدار محیط زیست و ارزان قیمت معطوف شده است.

بیش از دو دهه تلاش پژوهشگران در راستای بهبود روش‌های استخراج و آماده‌سازی نمونه، منجر به معرفی و توسعه روش‌های ریزاستخراج شد. مسلماً در آینده روش‌های ریزاستخراج جایگزین روش‌های سنتی خواهد شد، اما این امر زمان‌بر است. در عین حال، پیشرفت زیادی روی داده است و ریزاستخراج هم اکنون یک رشته بسیار فعال پژوهشی در شیمی تجزیه و نیز رشته‌های مرتبط با شیمی است. فنون و روش‌های جدید مبتنی بر این‌ها همواره در حال توسعه هستند. برخی از آنها بر مبنای اصول استخراج فاز جامد هستند که شامل میکرواستخراج فاز جامد، استخراج میله همزن چرخان، میکرواستخراج به واسطه جاذب‌های بسته بندی شده، استخراج پخشی میکرو-جامد، استخراج مغناطیسی فاز جامد و استخراج لایه نازک می‌شوند. دیگر روش‌ها مانند

میکرواستخراج تک قطره، میکرواستخراج مبتنی بر غشاء، میکرواستخراج فیبر توخالی، و میکرواستخراج فاز مایع پخشی بر پایه اصول استخراج مایع-مایع هستند.

آنچه می‌توانید در این کتاب بخوانید راهنمای بسیار جامعی برای مهم‌ترین پیشرفت‌های صورت گرفته در روش‌های ریزاستخراج است. همچنین این کتاب، به دلیل همخوانی بین سرفصل‌های آن و سرفصل‌های شورای عالی برنامه ریزی دروس، به تمام پژوهشگران عزیز علاقمند در این زمینه و به ویژه دانشجویان مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد دروس شیمی محیط‌زیست، روش‌های جداسازی در شیمی تجزیه، شیمی تجزیه سبز (مقطع کارشناسی ارشد رشته شیمی تجزیه)، شیمی تجزیه نمونه‌های حقیقی و شیمی سبز تقدیم می‌شود. امید است با معرفی بخشی از کاربردهای روش‌های ریزاستخراج در استخراج و اندازه‌گیری مواد مختلف، گام کوچک ولی مفید را برای پژوهشگران عزیز و علاقمند که در دنیای وسیع و روبه رشد علم قدم بر می‌دارند، برداشته باشیم. بدون تردید این اثر عاری از نقص نیست ولی تلاش خواهیم کرد تا در ویرایش‌های بعدی در رفع نواقص نیز بکوشیم. در برخی فصول به دلیل نیافتن واژه‌های فارسی مناسب از واژه‌های اصلی استفاده شده است. امید است که کار حاضر مورد توجه اساتید محترم و دانشجویان عزیز قرار گرفته و با هرگونه پیشنهادی در مورد واژه‌های مناسبتر و اظهار نظر درباره ترجمه، ما را بهره‌مند سازند. در پایان بر خود واجب می‌دانیم تا از همکاری و زحمات افرادی که در تهیه این اثر ما را یاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی نماییم.

میلاد غنی

علی احسانی

پیشگفتار

آماده‌سازی نمونه از جمله استخراج، معمولاً قبل از آزمون به وسیله دستگاه‌های کروماتوگرافی، الکتروفورز، یا طیف‌سنجی جرمی لازم و ضروری است. هدف اصلی آماده‌سازی نمونه‌ها، پاکسازی نمونه، انطباق آن با دستگاه‌ها و پیش تغلیظ مواد مورد نظر برای آزمون می باشد. هدف از پاکسازی نمونه، جداسازی اجزاء بافت اصلی از آنالیت (ترکیب مورد نظر) است که می‌تواند در شناسایی ماده مورد آزمون، مزاحمت ایجاد کند یا عملکرد ابزار تجزیه‌ای را کاهش دهد. هدف از پیش تغلیظ مواد مورد آزمون، بهبود حد تشخیص مواد است.

بیشتر آماده‌سازی نمونه‌ها در آزمایشگاه‌ها با روش‌های سنتی استخراج، مانند استخراج فاز-جامد و یا استخراج مایع-مایع انجام می‌گیرد. با این حال، در نشریات علمی، مقالات پژوهشی زیادی در حوزه توسعه روش‌های ریزاستخراج منتشر شده است. تفاوت میان روش‌های سنتی استخراج و روش‌های ریزاستخراج، جرم و یا حجم فاز استخراج کننده است که در روش‌های ریزاستخراج بشدت کمتر است.

روش‌های ریزاستخراج، در سال ۱۹۹۰ توسط پروفیسور جانسوز پاولژین و همکارانش به واسطه معرفی ریزاستخراج فازجامد^۱ (SPME) معرفی شدند. در سال‌های بعد، مقالات پژوهشی فراوان در ارتباط با SPME ارائه شد و به لحاظ تجاری در دسترس قرار گرفت. همچنین روش‌های دیگر ریزاستخراج، غیر از ریزاستخراج فاز جامد معرفی شدند. در کل، محرک اصلی همه فعالیت‌ها در حوزه ریزاستخراج، کاهش مصرف حلال‌های خطرناک و دیگر مواد لازم برای آماده‌سازی نمونه (حرکت به سمت شیمی سبز) بوده است. به‌علاوه، پیشبرد روش‌های مختلف ریزاستخراج با انگیزه‌هایی از جمله کاهش حجم نمونه‌ها، کاهش زمان استخراج، غنی سازی بهتر ماده مورد آزمون، پاکسازی بهتر نمونه، و بهبود انطباق‌پذیری با ابزار تجزیه‌ای بوده است.

به طور قطع در آینده، روش‌های ریزاستخراج جایگزین روش‌های سنتی خواهد شد، اما این امر زمانبر است. در عین حال، پیشرفت زیادی در این رشته روی داده است، و روش‌های ریزاستخراج، هم اکنون یک رشته بسیار فعال پژوهشی در شیمی تجزیه

¹ Solid Phase Microextraction

است. فنون و روش‌های جدید مبتنی بر این روش‌ها، همواره در حال توسعه هستند. برخی از آنها بر مبنای اصول استخراج فاز جامد هستند و شامل ریزاستخراج فاز جامد، استخراج با میله همزن چرخان، ریزاستخراج به واسطه جاذب‌های بسته بندی شده، استخراج پخشی فاز میکرو-جامد، استخراج مغناطیسی فاز جامد و استخراج لایه نازک می‌شوند. دیگر روش‌ها مانند ریزاستخراج تک قطره، ریزاستخراج مبتنی بر غشاء، ریزاستخراج فیبر توخالی، و ریزاستخراج فاز مایع پخشی نیز بر پایه اصول استخراج مایع-مایع هستند. علاوه بر این، مواد جدید مانند نانوذرات، مایع‌های یونی، و ژل‌های جامد جدید، وارد رشته ریزاستخراج شده‌اند. آنچه می‌توانید در این کتاب الکترونیکی بخوانید، راهنمای بسیار جامعی برای مهم‌ترین پیشرفت‌های روش‌های ریزاستخراج تجزیه‌ای است. از خواندن آن لذت ببرید.

استیگ پترسون بجرگارد

دانشکده داروسازی دانشگاه اسلو نروژ

فهرست مطالب

فصل اول: ریزاستخراج سبز ۲۱

چکیده ۲۱

۱.۱. مقدمه ۲۲

۲.۱. راهبردهای تجزیه ای برای ریزاستخراج ۲۴

۳.۱. انواع ریزاستخراج ۲۷

۴.۱. گواهی سبز برای ارزیابی روش های تجزیه ای ۳۳

۵.۱. ارزیابی سبز پارامترهای ریزاستخراج ۳۷

۶.۱. چشم اندازهای سبز آینده ۴۱

اسامی مخفف ۴۲

مراجع ۴۳

فصل دوم: جاذب های جدید بر پایه سل-ژل و کاربرد آن در ریزاستخراج جذبی ۵۱

چکیده ۵۱

۲.۱. مقدمه ۵۲

۲.۲. اصول کاری ریزاستخراج جذبی مبتنی بر جاذب ۵۴

۳.۲. نواقص روش های ریزاستخراج موجود در بازار ۵۵

۴.۲. کاربرد سل-ژل در توسعه جاذب های ریزاستخراج ۵۶

۱.۴.۲. مبانی فرآیند سل-ژل ۵۶

۲.۴.۲. فناوری سل-ژل برای ریزاستخراج جذبی بر پایه جاذب ۵۸

۵.۲. فرمت های مختلف ریزاستخراج جذبی مبتنی بر سل-ژل ۶۳

۶.۲. جاذب های جدید استفاده شده در روش ریزاستخراج بر پایه سل-ژل ۶۳

۱,۶,۲. جاذب های ریزاستخراج بر پایه سیلیکا.....	۶۴
۲,۶,۲. جاذب های غیر سیلیکایی به کار رفته در ریزاستخراج.....	۷۴
۳,۶,۲. پیشرفت در پوشش‌های استفاده شده در روش استخراج جذبی با میله چرخان	۷۵
۴,۶,۲. پیشرفت در پوشش های قالب مولکولی تهیه شده با سل-ژل.....	۷۶
۵,۶,۲. جاذب های سل-ژل برای فلزات و ارگانومتال ها.....	۷۷
۶,۶,۲. مونولیت های تهیه شده به کمک روش سل-ژل به عنوان جاذب در ریزاستخراج.....	۷۹
۷,۶,۲. استخراج جذبی با فاز ساخته شده پارچه ای (FPSE).....	۸۰
۷,۲. کاربردهای جاذب‌های ریزاستخراج جذبی تهیه شده به کمک روش سل-ژل.....	۸۶
نتیجه گیری.....	۹۰
مراجع.....	۹۱
فصل سوم: مایعات یونی در زمینه ریزاستخراج.....	۱۰۵
چکیده.....	۱۰۵
۱,۳. مقدمه.....	۱۰۶
۱,۱,۳. مایعات یونی.....	۱۰۶
۲,۱,۳. روش‌های ریزاستخراج در شیمی تجزیه.....	۱۰۹
۲,۲. مایع های یونی در ریزاستخراج فاز مایع.....	۱۱۱
۱,۲,۳. مایع های یونی در ریزاستخراج تک قطره.....	۱۱۲
۲,۲,۳. مایع های یونی در ریزاستخراج فاز مایع فیبر توخالی.....	۱۱۶
۳,۳,۲. مایع های یونی در ریزاستخراج مایع-مایع پخشی.....	۱۱۹
۳,۳. مایع های یونی در ریزاستخراج فاز جامد.....	۱۲۴
۱,۳,۳. مایع های یونی در استخراج فاز جامد میکرو (μ -SPE).....	۱۲۵
۲,۳,۳. مایع های یونی در ریزاستخراج فاز جامد.....	۱۳۱

۱۴۳	 مایع های یونی در تکنیک استخراج جذبی با میله چرخان
۱۴۴	 مایع های یونی در استخراج جذبی کیک چرخان
۱۴۵	 نتیجه گیری و آینده نگری
۱۴۶	 فهرست نام های مخفف
۱۴۸	 مراجع
۱۸۷	فصل چهارم: کاربرد نانومواد در ریزاستخراج فاز جامد و مایع
۱۸۷	 چکیده
۱۸۸	 ۱،۴. مقدمه
۱۹۰	 ۲،۴. نانومواد در SPME
۱۹۰	 ۱،۲،۴. SPME به کمک فیبر
۲۰۲	 ۲،۲،۴. ریزاستخراج فاز جامد درون لوله (IT-SPME)
۲۰۶	 ۳،۲،۴. کاربرد نانومواد در روش SBSE
۲۰۸	 ۴،۲،۴. LPME
۲۰۸	 ۵،۲،۴. SDME در نانومواد
۲۰۹	 ۶،۲،۴. HF-LPME در نانومواد
۲۱۰	 ۷،۲،۴. DLLME در نانومواد
۲۱۱	 نتیجه گیری
۲۱۴	 اسامی مخفف
۲۱۶	 مراجع
۲۲۵	فصل پنجم: قواعد و پیشرفت های صورت گرفته در ریزاستخراج فاز جامد
۲۲۵	 چکیده
۲۲۶	 ۱،۵. مقدمه

۲۲۹	۱,۱,۵. مبنای نظری و تئوری روش SPME
۲۳۰	۲,۱,۵. حالت‌های مختلف نمونه برداری
۲۳۱	۳,۱,۵. ترمودینامیک نمونه برداری
۲۳۴	۴,۱,۵. آزمون مقداری (کمی) در روش SPME
۲۳۷	۵,۱,۵. سینتیک استخراج در روش SPME
۲۴۴	۶,۱,۵. نمونه برداری غیر فعال با یک دستگاه SPME
۲۴۵	۷,۱,۵. ساز و کار جداسازی ماده مورد آزمون
۲۴۹	۸,۱,۵. بهینه سازی مرحله آماده سازی نمونه در روش SPME
۲۵۰	۹,۱,۵. دمای نمونه
۲۵۱	۱۰,۱,۵. زمان استخراج
۲۵۱	۱۱,۱,۵. هم‌زدن نمونه
۲۵۳	۱۲,۱,۵. تغییر در pH و تاثیر بافت
۲۵۴	۱۳,۱,۵. اثر نمک زنی
۲۵۴	۱۴,۱,۵. مشتق سازی
۲۵۵	۱۵,۱,۵. مواد پوشش دهنده فیبر SPME
۲۶۳	۱۶,۱,۵. دیگر دستگاه‌های SPME
۲۶۴	۱۷,۱,۵. SPME درون لوله (In-tube SPME)
۲۶۵	۱۸,۱,۵. SPME غشائی (M-SPME)
۲۶۷	جمع بندی
۲۶۸	مراجع
۲۸۵	فصل ششم: استخراج جذبی میله چرخان و تکنیک‌های مرتبط با آن
۲۸۵	چکیده

۲۸۶.....	۱,۶. مقدمه
۲۸۷.....	۲,۶. استخراج جذبی با میله چرخان (SBSE)
۲۸۷.....	۱,۲,۶. اصول و مبانی
۲۸۹.....	۲,۲,۶. توسعه روش
۲۹۳.....	۳,۲,۶. مرحله اعتبار سنجی
۲۹۳.....	۴,۲,۶. مثال‌هایی از کاربرد روش SBSE
۲۹۵.....	۵,۲,۶. محدودیت‌های اصلی
۲۹۵.....	۳,۶. ریزاستخراج میله جاذب (BAME)
۲۹۵.....	۱,۳,۶. اصول، قواعد و مزایا
۲۹۷.....	۲,۳,۶. پوشش‌های جاذب و انواع پیکربندی
۲۹۹.....	۳,۳,۶. فناوری نمونه‌برداری شناورسازی
۳۰۰.....	۴,۳,۶. کاربردهای احتمالی
۳۰۲.....	مراجع

فصل هفتم: ریزاستخراج با جاذب بسته‌بندی شده (MEPS): اساس تئوری،

۳۰۹.....	پیشرفت‌ها و کاربردها
۳۰۹.....	چکیده
۳۱۰.....	۱,۷. مقدمه
۳۱۱.....	۲,۷. تشریح ریزاستخراج با جاذب بسته‌بندی شده و تئوری نظریه آن
۳۱۵.....	۳,۷. توسعه MEPS برای روش استخراج برخط (On-line)
۳۱۵.....	۴,۷. مشخصات MEPS
۳۱۶.....	۵,۷. کاربردهای MEPS در آزمون‌های زیستی
۳۱۷.....	۶,۷. کاربردهای MEPS در آزمون زیست محیطی

۷,۷. کاربردهای MEPS در آزمون غذایی	۳۱۷
نتیجه‌گیری	۳۱۸
مراجع	۳۱۸
فصل هشتم: استخراج فاز جامد پخشی مینیاتوری شده	۳۲۵
چکیده	۳۲۵
۱,۸. مقدمه	۳۲۶
۲,۸. استخراج فاز جامد پخشی	۳۲۷
۳,۸. استخراج فاز جامد میکرو پخشی (μ -SPE)	۳۲۸
۱,۳,۸. جامدهای پلیمری	۳۲۹
۲,۳,۸. جامدهای بر پایه سیلیکا	۳۳۰
۳,۳,۸. نانوذرات فلزی	۳۳۲
۴,۳,۸. مواد بر پایه کربن	۳۳۴
۵,۳,۸. پلیمرهای مولکول نگاری شده (MIP)	۳۴۰
۴,۸. روش‌های ریزاستخراج پخشی ترکیبی	۳۴۱
روندها و چشم اندازهای آینده	۳۴۴
مراجع	۳۴۵
فصل نهم: استخراج فاز جامد بر مبنای نانوذرات مغناطیسی	۳۵۱
چکیده	۳۵۱
۱,۹. مقدمه	۳۵۲
۲,۹. جنبه‌های عملی	۳۵۲
۳,۹. انواع اصلی نانوذرات مغناطیسی ترکیبی (هیبریدی) مورد استفاده در SPE	۳۵۴
۱,۳,۹. سنتز نانومواد مغناطیسی	۳۵۴

۳۵۵	۲,۳,۹. اصلاح سطح نانوذرات مغناطیسی
۳۶۷	۴,۹. کاربردهای تجزیه ای نانوذرات مغناطیسی در SPE
۳۷۱	۱,۴,۹. کاربرد تجزیه ای شامل نانوذرات مغناطیسی پوشش داده شده با اکسیدهای فلزی
۳۷۳	۲,۴,۹. کاربردهای تجزیه ای شامل نانوذرات مغناطیسی محافظت شده با کربن
۳۷۴	۳,۴,۹. کاربردهای تجزیه ای شامل مواد فعال سطحی
۳۷۴	۴,۴,۹. کاربردهای تجزیه ای شامل پلیمرهای قالب مولکولی
۳۷۵	۵,۴,۹. کاربردهای تجزیه ای شامل نانوذرات مغناطیسی نقاط کوانتومی
۳۷۶	نتیجه گیری
۳۷۷	مراجع
۳۸۷	فصل دهم: ریزاستخراج فاز جامد در قالب لایه نازک
۳۸۷	چکیده
۳۸۷	۱,۱۰. مقدمه
۳۸۹	۲,۱۰. ریزاستخراج لایه نازک تحت پیکربندی غشائی (ممبران ها)
۳۹۸	۱۰,۳. SPME برس های ۹۶ تیغه (لایه نازک)
۴۰۱	۴,۱۰. دیگر روش های ریزاستخراج بر پایه لایه های نازک یا غشاها به عنوان فاز استخراج کننده
۴۰۲	۵,۱۰. مواد جدید برای ساخت لایه نازک
۴۰۴	نتیجه گیری و آینده نگری
۴۰۴	مراجع
۴۱۱	فصل یازدهم: ریزاستخراج تک قطره و روش های مرتبط
۴۱۱	چکیده

۴۱۲	۱,۱۱. مقدمه
۴۱۳	۲,۱۱. حالت‌های ریزاستخراج SDME
۴۱۴	۱,۲,۱۱. سیستم‌های دو فازی
۴۱۷	۲,۲,۱۱. سیستم‌های سه فازی
۴۲۰	۳,۱۱. فازهای استخراج کننده در SDME
۴۲۵	۴,۱۱. ترکیب SDME با روش‌های مختلف شناسایی
۴۲۶	۱,۴,۱۱. روش‌های جداسازی
۴۳۱	۲,۴,۱۱. طیف سنجی اتمی
۴۳۵	۳,۴,۱۱. طیف سنجی جرمی
۴۳۶	۴,۴,۱۱. طیف سنجی مولکولی
۴۴۱	۵,۱۱. کاربردهای ویژه
۴۴۸	نام‌های مخفف
۴۵۰	دامنه و اهداف این فصل
۴۵۰	مراجع
فصل دوازدهم: روش‌های ریزاستخراج بر پایه غشاء با تاکید بر ریزاستخراج فیبر	
۴۷۵	توخالی
۴۷۵	چکیده
۴۷۶	۱,۱۲. مقدمه
۴۷۸	۲,۱۲. نظریه
۴۷۸	۱,۲,۱۲. مبانی غشاء مایع محافظت شده سه فاز
۴۸۱	۲,۲,۱۲. سینتیک
۴۸۲	۳,۲,۱۲. به دام اندازی کامل

۴۸۳	 استخراج خطی، فراگیر و تعادلی	۴,۲,۱۲
۴۸۴	 انتقال با واسطه تبادلهای میانی	۵,۲,۱۲
۴۸۵	 استخراج غشائی مایع دو فاز	۶,۲,۱۲
۴۸۸	 ملاحظات فنی	۳,۱۲
۴۸۸	 انتخاب فیبر	۱,۳,۱۲
۴۸۹	 انتخاب حلال غشائی	۲,۳,۱۲
۴۸۹	 پیش‌فرآوری نمونه	۳,۳,۱۲
۴۹۰	 انتخاب فاز پذیرنده برای استخراج سه فاز	۴,۳,۱۲
۴۹۱	 انتخاب مایع غشاء و مایع پذیرنده برای استخراج دو فاز	۵,۳,۱۲
۴۹۱	 آماده سازی فیبر توخالی	۶,۳,۱۲
۴۹۵	 بهینه سازی	۴,۱۲
۴۹۵	 pH پذیرنده و نمونه	۱,۴,۱۲
۴۹۵	 پارامترهای دیگر	۲,۴,۱۲
۴۹۶	 تاثیرات بافت نمونه	۵,۱۲
۴۹۷	 کاربردها	۶,۱۲
۴۹۷	 مراجع	

مقدمه

مینیاتوری کردن مراحل اولیه فرآیند اندازه‌گیری شیمیایی مواد، یکی از موارد ضروری در شیمی تجزیه است، چراکه کاهش ابعاد کل فرآیند، آزمون ماده را تسهیل می‌کند و برای طراحی آزمونگرهای قابل حمل نیز سودمند است و همچنین امکان آزمون در محل را نیز فراهم می‌کند. در میان مراحل فرعی پیش آماده سازی نمونه، روش‌های استخراج برای اکثر نمونه‌ها، چه برای پیش تغلیظ ماده مورد آزمون و چه برای از بین بردن تداخل یا مناسب سازی قبل از آزمون به کمک روش‌های دستگاهی، در دسترس نیست. بنابراین مینیاتوری کردن آنها باید به طور نظام‌مند مورد بررسی قرار گیرد.

امروزه، روش‌های جدید ریزاستخراج شامل فرم‌های جامد و مایع در این زمینه ظهور یافته است. پیشرفت‌ها و نوآوری‌ها در این حوزه، نه تنها بر ابزارهای طراحی شده برای جداسازی آنالیت، بلکه بر آنالیت‌های جدیدی که استفاده می‌شوند نیز تاثیر می‌گذارد. این روش‌ها کارآمدتر از روش‌های کلاسیک هستند، بنابراین فاکتورهای غنی سازی بهتری به دست می‌دهند. این امر موجب افزایش حساسیت و گزینش پذیری کل فرآیند آزمون می‌شود.

کتاب الکترونیکی روش‌های ریزاستخراج تجزیه‌ای، کاملاً به این موضوع که در دهه‌های گذشته توجه فزاینده به خود جلب کرده، اختصاص دارد. این کتاب به سه بخش تقسیم می‌شود. بخش اول که از چهار فصل تشکیل شده به جنبه‌های عمومی روش‌های ریزاستخراج در زمینه شیمی سبز می‌پردازد. همچنین به استفاده از فازهای جدید که منجر به تولید ابزارهای استخراجی کارآمدتر و کاملاً سازگار با اصول شیمی سبز می‌شود، می‌پردازد.

بخش دوم، به طور کامل به ریزاستخراج فاز جامد اختصاص دارد. این بخش با روش مرجع در این زمینه یعنی ریزاستخراج فاز جامد شروع می‌شود. سپس فرمت‌های کاملاً یکپارچه مانند استخراج جذبی با میله چرخان¹ و ریزاستخراج به وسیله جاذب‌های

¹ Stir bar sorptive extraction

بسته بندی شده، ارائه می‌شود. استخراج فاز جامد پخشی^۱، معمولاً برای حذف تداخل‌ها بکار گرفته می‌شود. با این حال، قابلیت بکارگیری آن برای جداسازی مواد مورد آزمون و پیش‌تغلیظ آنها به تازگی ارزیابی شده است. در این کتاب الکترونیکی، این موضوع در دو بخش بررسی شده است، یکی از آنها به استفاده از نانوذرات مغناطیسی می‌پردازد. نقش آنها برای ساده سازی فرآیند استخراج برای جلوگیری از نیاز به سانتریفیوژ کردن یا فیلتراسیون ضروری است. این بخش با یک فصل، که به ریزاستخراج لایه نازک^۲ اختصاص دارد، پایان می‌یابد.

ریزاستخراج فاز مایع، در بخش ۳ گردآوری شده و در آن فصل، ریزاستخراج تک قطره^۳ و ریزاستخراج مبتنی بر غشا ارائه می‌شود. ریزاستخراج تک قطره، اولین روش مینیاتوری شده توسعه داده شده در قالب روش استخراج مایع-مایع بود که حجم حلال لازم را تا ابعاد میکرولیتر، کاهش می‌داد. از زمان پیشنهاد شدن این تکنیک، چندین جایگزین با هدف افزایش تطبیق‌پذیری روش اولیه گزارش شده است. استفاده از مواد متخلخل (غشاء تخت یا فیبر توخالی) به عنوان پشتیبان (نگهدارنده) فاز مایع، امکان استفاده از حجم‌های بیشتر حلال را فراهم می‌کند که منجر به دستیابی به فاکتورهای غنی سازی بالاتر می‌شود.

این کتاب مرجع مفیدی برای خوانندگان جهت ارائه آخرین پیشرفت‌های این حوزه پژوهشی و شبیه‌سازی پیشرفت‌های روش‌های نوآورانه در این موضوع خواهد بود.

میگل والکارسل، سولداد کاردناس و رافائل لوسنا

دانشکده شیمی تجزیه موسسه شیمی ظریف و نانوشیمی دانشگاه کوردوبا اسپانیا

¹ Dispersive solid phase extraction

² Thin film microextraction

³ Single drop microextraction