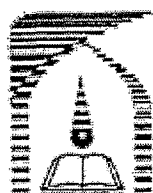


٤٨١٩

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ
وَالَّذِي يُرِيهِمْ
آيَاتِهِ لَعَلَّهُمْ
يَتَّقُونَ

١٠٢٨٢١



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد شیمی (تجزیه)

عنوان:

کاربرد فیبرهای متخلخل توخالی برای استخراج و پیش تغلیظ برخی

داروهای ضد افسردگی و ضد باکتری

نگارش:

علی اسرافیلی دیزجی

استاد راهنما:

دکتر یدالله یمینی

دی ماه ۱۳۸۶

کتابخانه دانشگاه تربیت مدرس

۱۳۸۷ / ۱۵ / ۲۵

۱۰۲۸۲۱

دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان‌نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه / رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشند. تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه / رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.






ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم‌الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری خواهد بود.

تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخه نهایی پایان نامه آقای علی اسرافیلی دیزجی رشته شیمی (تجزیه) تحت عنوان: «کاربرد فیبرهای متخلخل توخالی برای استخراج و پیش تغلیظ برخی داروهای ضد افسردگی و ضد باکتری» از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مورد تأیید قرار دادند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر یدآ... یمینی	استاد	
۲- استاد ناظر داخلی	دکتر نادر علیزاده مطلق	استاد	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر میرفضل... موسوی	استاد	
۴- استاد ناظر خارجی	دکتر علی جباری	دانشیار	
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر نادر علیزاده مطلق	استاد	

تقدیم به عزیزترین های زندگی ام:

پدر بزرگوار

و

مادر عزیزم

تقدیر و تشکر:

حمد بر کردگار یکتا باد

که مرا شوق درس خواندن داد

حمد و سپاس پروردگار یکتا را که ثمره بی‌همتای آفرینش را هستی بخشید و او را از نعمتهای بی‌شمار خویش بهره‌مند ساخت. توانایی که آسمان نیلگون را برافراشت و صورت خوب و سیرت زیبا آفرید و انسان را به سیر و تکاپو و کاوش در کھکشان بی‌انتهای علم و دانش و کشف ناشناخته‌ها برانگیخت تا رشد و بالندگی اندیشه او ممکن گردد. ایزد توانا عجز و ناتوانی او را چه نیکو دریافت و این بار نیز بنده‌نوازی کرده و در این مسیر پرفراز و نشیب و پرتلاطم، اما شیرین و معنی‌دار یاریش نمود. به وی آموخت که شکرگزار نعمتها بوده، محبتها و یاری و کمکهای دیگران را پاس بدارد. لطف و کرم بی‌دامنه‌اش اینجانب را نیز در برگرفت تا به وسع توان و اندیشه خود گامی کوچک در گستره‌ی پهناور علم و معرفت بردارم و میسر گشت تا از خرمن دانش و تجربه بزرگان و نیک‌اندیشان خوشه‌چینی کرده و میوه‌ای از باغ علم در دامن پرورش دهم.

اکنون که به یاری آفریدگار متعال، دوران پرخاطره تحصیل را به پایان رسانده‌ام، هرچند واژه‌ها را یارای آن نیست که لطف، محبت و بزرگواری کسانی را که در تمام دوران زندگی‌م جرعه‌نوش دریای بی‌کران مهر و محبتشان بوده‌ام به تصویر بکشند، به رسم ادب و احترام، بوسه بر دستانشان زده و بر خود واجب می‌دانم زحمات و ارشادات کلیه معلمان و اساتید دوران تحصیلم را ارج نهاده و مراتب تشکر قلبی و باطنی خویش را از الطاف و مهربانی‌های آنها ابراز بدارم. به‌خصوص از استاد فرزانه و گرانقدرم آقای دکتر یدالله یمینی که با راهنمایی‌ها و نظرات گهربار و ارزنده‌شان، نقش چشمگیری در به ثمر رسیدن این تحقیق داشتند صمیمانه تقدیر و تشکر می‌نمایم. از جناب آقایان، دکتر میرفضل‌الله موسوی، دکتر نادر علیزاده مطلق، دکتر جباری که زحمت مطالعه پایان‌نامه را کشیدند، تقدیر و تشکر می‌کنم. از جناب آقایان، دکتر عبدالعلی علیزاده، دکتر علی مرسلی، دکتر ناصر هادی پور که در طول این دوره تحصیلی زحمات زیادی را متحمل شدند نیز کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از دو برادر عزیزم آقای دکتر مهدی اسرافیلی و آقای مهندس بهروز اسرافیلی که با حمایت‌ها و تشویق‌های بی‌دریغشان سبب دلگرمی بنده در ادامه کار گردیدند تشکر و قدردانی نموده، موفقیت و بهروزی روزافزون‌شان را آرزومندم.

از دوست و همکار عزیزم آقای شهاب شریعتی به خاطر کمکها و مشاوره‌های ارزشمندشان تشکر می‌کنم. از سایر دوستانم در آزمایشگاه آقایان محمد حجتی، ابولفضل صالح، محمد فرجی، محمد رضایی، حمیدرضا صبحی و سرکار خانم مهناز قنبریان به خاطر مودت هایشان بی‌نهایت سپاسگزارم.

حضرت علی(ع):

پروردگارا! مرا از آرامش جاودانی خویش بهره‌مند فرما.

به من قدرتی عطا کن که:

در برابر دشمنی‌ها، عشق

در برابر زخم زبانها، گذشت

در برابر ناامیدی، امید

در برابر شک و تردید، ایمان

در برابر تاریکی، روشنایی

و در غم و اندوه، شادمانی بتوانم از خود نشان دهم.

الهی! مرا یاری کن تا:

پیوسته دیگران را یاری کنم،

نه اینکه بخواهم دیگران مرا یاری کنند.

دیگران را دوست بدارم،

نه اینکه توقع داشته باشم دیگران مرا دوست بدارند.

«زیرا محبت، زاییده محبت است.»

چکیده

کاربرد ریزاستخراج بر پایه استفاده از فیبرهای توخالی متخلخل تحت استخراج با گرادیان pH برای سه داروی ضد افسردگی آمی‌تریپتیلین، ایمی‌پرامین و سرتراآلین بررسی شد. داروهای مورد بررسی از ۱۱ میلی لیتر محلول آبی با $\text{pH} = ۱۲$ (فاز دهنده) به داخل فاز آلی پر شده در منافذ جداره‌ی فیبر و آنجا یک استخراج ثانویه به داخل ۲۴ میکرولیتر فاز آبی ثانویه با $\text{pH} = ۲/۱$ (فاز گیرنده) انجام شد. استخراج بر پایه اختلاف pH موجود در داخل و خارج فیبر انجام شد. برای رسیدن به مقدار استخراج بیشتر پارامترهای مختلف از قبیل فاز آلی، pH فازهای دهنده و گیرنده، قدرت یونی، سرعت همزدن، و زمان استخراج بررسی و بهینه شدند. تحت شرایط بهینه، فاکتور پیش تغلیظ بدست آمده در حدود ۳۰۰ برای هر سه دارو شد. درصد انحراف استانداردهای نسبی روش در محدوده‌ی ۲ تا ۱۲ درصد بدست آمد. منحنی درجه بندی در محدوده‌ی ۵-۵۰۰ میکروگرم بر لیتر به صورت خطی و با ضریب همبستگی بزرگتر از ۰/۹۹۸ بدست آمد. کاربردپذیری این روش برای استخراج این داروها از نمونه‌های آب شهر، ادرار و پلاسمای خون مورد بررسی قرار گرفت.

در تحقیق دوم استخراج دو ترکیب دارویی سیپروفلاکساسین و افلاکساسین از دسته داروهای آنتی‌باکتریال، با استفاده از فیبرهای توخالی متخلخل مورد بررسی قرار گرفت. این داروها از ۱۱ میلی لیتر محلول آبی با $\text{pH} = ۸/۵$ (فاز دهنده) داخل فاز آلی پر شده در منافذ جداره‌ی فیبر (فاز آلی حاوی ۱۰ درصد ترکیب حامل) و سپس استخراج ثانویه به داخل محلول آبی ثانویه داخل فیبر با $\text{pH} = ۱$ و غلظت NaCl، ۱ مولار (فاز گیرنده) انجام شد. استخراج بر پایه تعویض یون در دو سوی داخل و خارج فیبر بوسیله‌ی یک ترکیب حامل کاتیونی انجام گردید. جهت رسیدن به کارایی بالا پارامترهایی

از قبیل فاز آلی پرکننده‌ی جداره‌ی فیبر، pH فاز دهنده و گیرنده، قدرت یونی، قدرت همزدن و زمان استخراج بهینه گردید. برای اثبات کارایی روش برای نمونه‌های حقیقی، استخراج این داروها از آب دریا، آب شهر و پلاسمای خون انجام شد. نتایج نشان دادند که استخراج بر پایه‌ی استفاده از فیبر، دارای قدرت تمیزسازی فوق‌العاده خوب و بسیار ساده بوده، و حساسیت بالایی دارد.

کلمات کلیدی: فیبرها متخلخل توخالی، داروهای ضد افسردگی، داروهای آنتی‌باکتریال، میکرواستخراج.

فصل اول: مروری بر استخراج بر پایه استفاده از فیبرهای متخلخل توخالی

- ۱-۱- مقدمه ۱
- ۲-۱- میکرو استخراج مایع- مایع بر پایه استفاده از قطره ۲
- ۳-۱- تقسیم بندی میکرو استخراج بر پایه استفاده از فیبرهای متخلخل توخالی ۴
- ۴-۱- میکرو استخراج دو فازي ۵
- ۱-۴-۱- میکرو استخراج دو فازي به روش مستقیم ۵
- ۲-۴-۱- استخراج از فضای فوقانی ۷
- ۳-۴-۱- استخراج دو فازي به روش SBME: ۸
- ۵-۱- روشهای استخراج سه فازي بر پایه استفاده از فیبرهای توخالی ۹
- ۱-۵-۱- روش سه فازي مایع- مایع- مایع ۹
- ۱-۱-۵-۱- استخراج بر پایه گرادیان pH ۹
- ۲-۱-۵-۱- استخراج با استفاده از اعمال میدان الکتریکی بین داخل و خارج فیبر با استفاده از الکتروود ۱۱
- ۳-۱-۵-۱- استخراج به روش سه فازي با استفاده از ترکیبات حامل ۱۴
- ۲-۵-۱- استخراج سه فازي مایع- گاز- مایع با استفاده از فیبرها ۱۶
- ۳-۵-۱- استخراج توسط فیبر توخالی پوشش داده شده به کمک یک پلیمر دیگر ۱۸
- ۴-۵-۱- استخراج توسط فیبر SPME پوشش داده شده توسط فیبرهای متخلخل توخالی ۱۹
- ۵-۵-۱- میکرو SPE ۲۰
- ۶-۱- داروهای آنتی باکتریال ۲۶
- ۷-۱- اهمیت اندازه گیری داروهای انتخاب شده و کارهای انجام شده در این زمینه ۲۶

فصل دوم: بخش تجربی

- ۱-۲- ابزار و مواد شیمیایی ۲۹
- ۱-۱-۲- ابزار ۲۹
- ۲-۱-۲- مواد شیمیایی ۳۰
- ۲-۲- مراحل عملی تحقیق ۳۰
- ۱-۲-۲- تهیه محلولهای مادر ۳۰
- ۲-۲-۲- دستگاهوری استخراج ۳۱
- ۳-۲- مراحل بهینه سازی ۳۳
- ۱-۳-۲- بهینه سازی شرایط جداسازی ۳۳

۳۴	.....	۲-۳-۲- بهینه سازی شرایط استخراج
۳۴	.....	۲-۳-۲-۱- نوع حلال آلی
۳۴	.....	۲-۳-۲-۲- اثر pH فاز دهنده
۳۵	.....	۲-۳-۲-۳- اثر pH فاز گیرنده
۳۵	.....	۲-۳-۲-۴- اثر قدرت یونی فاز دهنده
۳۵	.....	۲-۳-۲-۵- اثر همزدن محلول آنالیت
۳۵	.....	۲-۳-۲-۶- اثر زمان استخراج
۳۶	.....	۲-۴- تعیین فاکتور تغلیظ
۳۶	.....	۲-۵- رسم منحنی درجه بندی و ارزیابی کارآیی روش برای نمونه های حقیقی
		فصل سوم: بحث و نتیجه گیری
۳۸	.....	۳-۱- میکرو استخراج سه فاز بر پایه استفاده از فیبر تو خالی متخلخل
۳۸	.....	۳-۱-۱- اصول تئوری
۴۱	.....	۳-۱-۲- خصوصیات ویژه روش LPME
۴۴	.....	۳-۲- استخراج داروهای ضد افسردگی
۴۴	.....	۳-۲-۱- آزمایشات اولیه
۴۴	.....	۳-۲-۲- مراحل بهینه سازی
۴۴	.....	۳-۲-۲-۱- بهینه سازی شرایط جداسازی
۴۶	.....	۳-۲-۲-۲- بهینه سازی شرایط استخراج
۵۱	.....	۳-۲-۲-۳- رسم منحنی درجه بندی و کار روی نمونه های حقیقی
۵۵	.....	۳-۳- استخراج داروهای آنتی باکتریال
۵۶	.....	۳-۳-۱- آزمایشات اولیه
۵۷	.....	۳-۳-۲- مراحل بهینه سازی
۵۷	.....	۳-۳-۲-۱- بهینه سازی شرایط جداسازی
۵۸	.....	۳-۳-۲-۲- بهینه سازی شرایط استخراج
۶۵	.....	۳-۳-۲-۳- کارایی تجزیه ای روش
۶۷	.....	۳-۳-۲-۴- استخراج و اندازه گیری داروها در نمونه های حقیقی
۶۸	.....	۳-۴- محاسبات
۶۸	.....	۳-۴-۱- تکرارپذیری روش
۶۹	.....	۳-۴-۲- حد تشخیص (LOD)

۳-۴-۳- فاکتور پیش تغلیظ ۶۹

۳-۴-۴- حد اندازه گیری ۷۰

۳-۵- نتیجه گیری ۷۰

فصل اول

مروری بر استخراج بر پایه استفاده از
فیبرهای متخلخل توخالی

۱-۱- مقدمه

علم شیمی تجزیه روشهای متنوعی را برای آنالیز کمی و کیفی مواد ارائه می‌دهد. امروزه روشهای جداسازی، تفکیک گونه‌ای موجود در بافتهای پیچیده را با حد تشخیصی در حد خیلی کم (فمتوگرم) مقدور ساخته است. علاوه بر روشهای جداسازی، مرحله‌ی آماده سازی نمونه نیز یکی از مهمترین مراحل در روند تجزیه می‌باشد. این مرحله شامل تبدیل بافت یک نمونه حقیقی به حالتی است که برای تجزیه با یک تکنیک جداسازی و یا روشهای دیگر مناسب باشد. می‌توان گفت مرحله‌ی آماده سازی نمونه برای اهداف زیر طراحی شده است:

۱- حذف مزاحمتها از نمونه به منظور افزایش گزینش پذیری روش

۲- پیش تغلیظ گونه مورد نظر و افزایش غلظت آن به نحوی که بتوان آنرا با

دستگاههای تجزیه ای اندازه گیری کرد.

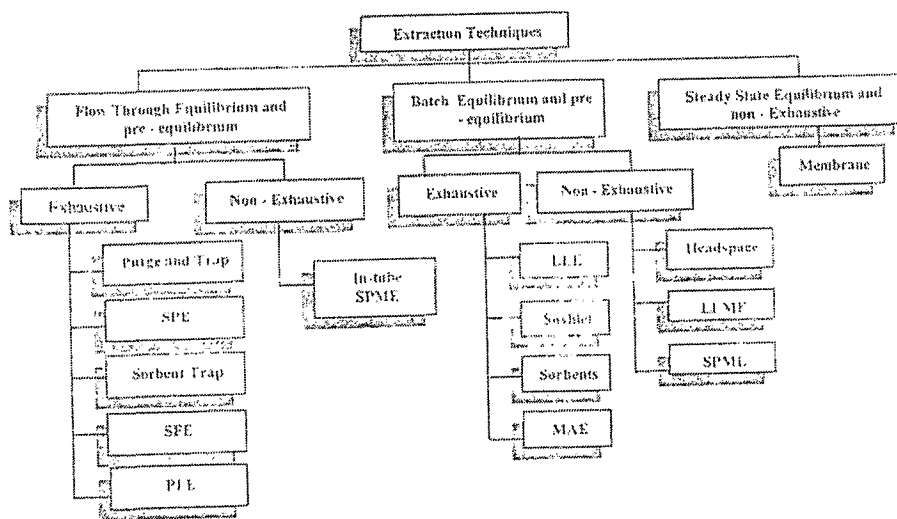
۳- تبدیل گونه‌ها به فرمی که برای شناسایی با دستگاه تجزیه‌ای مناسب باشد.

اساسی‌ترین روش آماده‌سازی نمونه، روش استخراج است. تلاش متخصصین شیمی تجزیه

برای ابداع و توسعه‌ی روشهای اندازه گیری با دقت و صحت بالا و نیز حذف مراحل دستی که

موجب تکرارپذیری پایین در روشهای تجزیه‌ای می‌شود، باعث شده که روشهای استخراجی

نوبنی ابداع گردد. شکل (۰۰۰) روشهای مختلف استخراج و میکرواستخراج را دسته‌بندی می‌کند که راجع به آنها توضیحات مفصلی در مراجع آمده است [۱].



شکل ۱-۱ روشهای مختلف استخراج و میکرو استخراج

در این مقدمه به اختصار راجع به میکرواستخراج مایع - مایع با قطره و روشهای استخراج بر پایه استفاده از فیبرهای توخالی متخلخل بحث خواهد شد.

۱-۲- میکرواستخراج مایع - مایع بر پایه استفاده از قطره

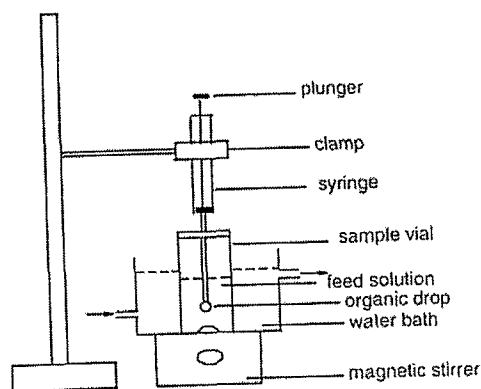
در طول دهه‌های گذشته تلاش زیادی جهت کوچک کردن مقیاس استخراج مایع- مایع صورت گرفته است. میکرو استخراج با فاز مایع (SME^۱ یا LPME^۲) اولین بار در سال ۱۹۹۶ بر پایه قطره آلی آویزان در سر سوزن میکرو سرنگ (شکل ۱-۲) ابداع شد [۲-۴]. در این روش پس از استخراج گونه به داخل فاز آلی، حلال آلی داخل سرنگ کشیده شده و به دستگاه کروماتوگرافی تزریق می‌شود. این تکنیک برای آنالیت‌های غیر یونی و هیدروفوب بکار می‌رود. می

^۱ - Solvent microextraction

^۲ - Liquid phase microextraction

توان با تکنیکهای متنوع مواد قطبی یا یونی را به مواد غیر یونی و هیدروفوب قابل استخراج با

LPME تبدیل کرد.



شکل ۱-۲ نمایی از سیستم LPME دو فازی

LPME بصورت سه فازی نیز انجام شده است که در آن، آنالیت (بیشتر به صورت یونی)

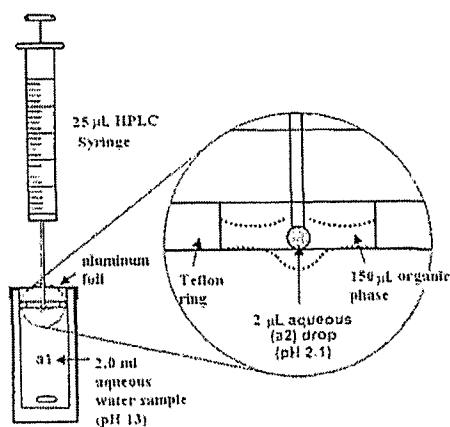
در داخل محلول به حالت خنثی درآمده و پس از استخراج به درون فاز آلی، طی استخراج

معکوس مجدداً به درون فاز پذیرنده وارد می‌شود (شکل ۱-۳). فاز پذیرنده عموماً قطره ای با

حجم ۱ تا ۵ میکرولیتر بوده و شرایط آن طوری تنظیم شده است که آنالیت استخراج شده در فاز

آلی را یونیزه کرده و به داخل خود استخراج می‌کند. قطره فوق به داخل سرنگ کشیده شده و به

دستگاه کروماتوگرافی مایع یا الکتروفورز موین تزریق می‌شود.



شکل ۱-۳ نمایی از سیستم LPME سه فازی بر مبنای قطره

در این روشها استخراج از یک حجم خیلی بزرگ (حدود ۵۰-۵ میلی لیتر) به حجم خیلی کوچک (حدود ۲-۳ میکرولیتر) از قطره صورت می‌گیرد که می‌توان به پیش تغلیظهای بالا دسترسی پیدا کرد. بعلاوه مصرف حلال آلی به مقدار قابل توجهی نسبت به LLE کمتر می‌شود. در روش سه فازی چون دو استخراج متوالی صورت می‌گیرد، قابلیت تمیز سازی خیلی خوبی را نشان می‌دهد. متأسفانه با تمام مزایایی که بیان گردید، ممکن است مشکلاتی نظیر سختی معلق داشتن قطره، کم شدن حجم قطره در طی استخراج و نیز استفاده از سرعتهای هم زدن پایین پیش آید که نتیجه آن کم شدن میزان استخراج می‌باشد.

برای توسعه این روش و نیز حل مشکلات موجود، طی سالهای اخیر روشی بر پایه استفاده از یک لوله پروپیلن متخلخل توخالی^۳ معرفی شده است. در این قسمت روشهای ارائه شده در زمینه فیبرهای متخلخل توخالی به صورت دسته بندی شده ارائه شده است.

۱-۳- تقسیم بندی میکرو استخراج بر پایه استفاده از فیبرهای متخلخل توخالی

روشهای استخراجی مبتنی بر فیبر به دو قسمت کلی سیستمهای دوفازی و سیستمهای سه فازی تقسیم بندی می‌شوند. در سیستمهای دوفازی استخراج به داخل یک فاز آلی و در سیستم سه فازی استخراج نهایی به داخل فاز آبی صورت می‌گیرد. پس می‌توان گفت روش دوفازی سازگار با دستگاه کروماتوگرافی گازی و روش سه فازی سازگار با دستگاه کروماتوگرافی مایع و دستگاه الکتروفورز می‌باشد. دسته بندی روشهای استخراج با فیبر به صورت ذیل می‌باشد:

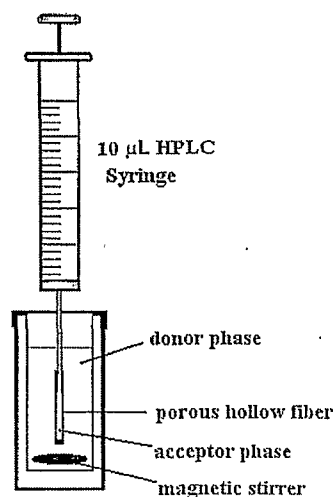


۱-۴- میکرو استخراج دو فازی

۱-۴-۱- میکرو استخراج دو فازی به روش مستقیم

در این روش [۵-۷] فیبر در اندازه دلخواه بریده شده و به انتهای میکروسرنگ حاوی حلال استخراج کننده متصل می شود. سپس داخل حلال استخراج کننده فرو برده می شود تا منافذ روی آن با حلال پر گردد. اکنون اضافی حلال روی فیبر با آب مقطر شسته شده و حلال درون میکروسرنگ به داخل فیبر تزریق می شود. فیبر پر شده با حلال، داخل محلول آنالیت قرار گرفته و محلول هم زده می شود تا استخراج به درون فاز گیرنده انجام پذیرد. بعد از زمان معینی فاز

گیرنده، داخل سرنگ کشیده شده و به دستگاه تجزیه ای تزریق می‌شود. در طی مدت زمان استخراج، گونه های هیدروفوب از فاز آبی به داخل فاز آلی پر کننده منافذ فیبر استخراج شده و با توجه به نسبت حجمی (فاز آبی به فاز آلی درون فیبر) پیش تغلیظ می‌گردند. این فرآیند در شکل ۱-۴ نشان داده شده است.



شکل ۱-۴/نمایی از سیستم LPME با استفاده از فیبر

مزیت بارز این روش نسبت به استخراج مایع- مایع مصرف کم حلال است و مزایایی که

نسبت به روش استخراج مایع - مایع بر پایه استفاده از قطره دارد عبارتند از:

۱. راحتی روش نسبت به استفاده از قطره (نگه داشتن قطره به صورت پایدار در مدت زمان

طولانی دشوار است).

۲. پایداری بالای فاز آلی که استفاده از گستره ی وسیعی از حلالهای آلی را مقدور می‌سازد.

۳. امکان استفاده از زمانهای زیاد استخراج به علت پایداری فاز آلی

۴. امکان استفاده از سرعتهای همزدن بالا