

روش‌های کروماتوگرافی

نویسنده: دکتر آری

دکتر سید مهدی قریشی

(استاد شیمی تجزیه دانشگاه تهران)

دکتر مهشید گلستانه

(دانش‌آموخته شیمی تجزیه دانشگاه تهران)

سرشناسه:	قریشی، سیدمهدی، ۱۳۴۰ -
عنوان و نام پدیدآور:	روش‌های کروماتوگرافی/سیدمهدی قریشی، مهشید گلستانه
مشخصات نشر:	تهران: سخنوران؛ کاشان: دانشگاه کاشان، ۱۳۹۳
مشخصات ظاهری:	۲۶۲ ص
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۷۴۵۹-۲۱-۸
موضوع:	کروماتوگرافی گازی - کروماتوگرافی مایع
شناسه افزوده:	گلستانه، مهشید، ۱۳۶۰ -
رده بندی کنگره:	۷۹۹۱/۴۴۴/۱۳۹۳
رده بندی دیویی:	۵۴۴/۹۲
رده کتابشناسی ملی:	۳۵۱۰۱۱۵

کتابشناسی: روش‌های کروماتوگرافی، شماره ۱۳۰۷، طبقه اول

تلف: ۰۹۱۳۶۶۶۱۳ - ۶۶۱۳۶۶۱۳

Sokhanvaran_public@yahoo.com

روش‌های کروماتوگرافی

قریشی، سیدمهدی - گلستانه، مهشید

ناشر: سخنوران - دانشگاه کاشان

صفحه‌آرایی و طرح جلد: سخنوران

چاپ اول: ۱۳۹۳

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: باختر

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

حق چاپ محفوظ است.

قیمت: ۱۲۰۰۰۰ ریال

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۱۳
فصل اول.....	۱۵
مقدمه ای بر روش های کروماتوگرافی.....	۱۵
مقدمه.....	۱۵
۱-۱- ریزخچه کروماتوگرافی.....	۱۶
۲-۱- دسته بندی روش های کروماتوگرافی.....	۱۶
۱-۲-۱- انواع کروماتوگرافی مایع.....	۱۷
۲-۲-۱- انواع کروماتوگرافی گازی.....	۱۷
۳-۲-۱- کروماتوگرافی سه فاز.....	۱۸
۳-۱- ضریب تقسیم.....	۱۸
۴-۱- کروماتوگرافی ستونی.....	۲۰
۵-۱- نظریه های کروماتوگرافی شویشی.....	۲۱
۶-۱- نظریه سرعت کروماتوگرافی.....	۲۳
۷-۱- عوامل موثر بر H	۳۰
۸-۱- ارتباط بین قدرت تفکیک و خواص ستون.....	۳۴
۹-۱- ارتباط بین قدرت تفکیک و زمان شویش.....	۳۵
۱۰-۱- بهینه سازی عملکرد ستون.....	۳۵
۱۱-۱- افزایش کارایی جداسازی با تغییر در k'_B	۳۸
۱۲-۱- تغییر در α برای جداسازی مناسب.....	۳۹
۱۳-۱- راه های کلی شویش.....	۴۰
۱۴-۱- برخی روابط مورد نیاز کروماتوگرافی تقسیمی ستونی.....	۴۴

۴۷	۱۵-۱- اصول عملی کروماتوگرافی تقسیمی ستونی.....
۴۷	۱-۱۵-۱- تکیه‌گاه فاز ساکن.....
۴۷	۱-۱۵-۱-۱- تکیه‌گاه‌های مورد استفاده در کروماتوگرافی تقسیمی مستقیم.....
۴۹	۱-۱۵-۱-۲- تکیه‌گاه‌های مورد استفاده در کروماتوگرافی ستونی فاز معکوس.....
۵۰	۱۵-۲- ماهیت فازهای ساکن و متحرک.....
۵۱	۱۶-۱- کاربردهای کروماتوگرافی تقسیمی ستونی.....
۵۲	۱-۷- تجزیه کیفی و کمی با کروماتوگرافی.....
۵۲	۱-۱۷-۱- تجزیه کیفی.....
۵۳	۱-۱۷-۲- تجزیه کمی.....
۵۹	تمرین ۱.....
۶۲	مراجع.....
۶۳	فصل دوم.....
۶۳	کروماتوگرافی گازی.....
۶۳	مقدمه.....
۶۴	۱-۲- اصول کروماتوگرافی گازی.....
۶۶	۲-۲- تفکیک.....
۶۹	۱-۲-۲- عدد جداسازی.....
۶۹	۲-۲-۲- عدم تقارن.....
۷۰	۳-۲- ستونها و فاز ساکن.....
۷۰	۳-۲-۱- مشخصات ستون کروماتوگرافی گازی.....
۷۰	۴-۲- انواع ستون‌های GC.....
۷۰	۴-۲-۱- ستون‌های پر شده.....
۷۳	۴-۲-۱-۱- فازهای ساکن برای ستون‌های پر شده.....
۷۴	۴-۲-۱-۲- ستون‌های میکرو پر شده.....

۷۴	انتخاب فاز ساکن..... ۳-۱-۴-۲
۷۶	ستون‌های موین در GC..... ۲-۴-۲
۷۷	مقایسه ستون‌های پر شده و دیوار اندود..... ۳-۴-۲
۷۸	ریزش ستون (تخریب فاز ساکن ستون)..... ۴-۴-۲
۷۸	ستون محافظ (پیش ستون)..... ۵-۴-۲
۷۸	پهن شدگی طیفی و زمان آنالیز..... ۵-۴-۲
۸۰	کالیبری ستون..... ۲-۴-۲
۸۰	ستون‌های لوله‌ای دیواراندود (WCOT) و سطح اندود (SCOT)..... ۷-۴-۲
۸۱	ستون‌های لوله‌ای باز لایه متخلخل (PLOT)..... ۸-۴-۲
۸۱	کروماتوگرافی گاز-مایه (GSC)..... ۹-۴-۲
۸۳	دستگاهوری GC..... ۱۰-۴-۲
۹۱	اثر دما در GC..... ۱۱-۴-۲
۹۳	آشکارسازهای کروماتوگرافی گازی..... ۱۲-۴-۲
۱۰۰	تجزیه کیفی و کمی با کروماتوگرافی گازی..... ۱۳-۴-۲
۱۰۰	تجزیه کیفی..... ۱-۱۳-۲
۱۰۲	تجزیه کمی..... ۲-۱۳-۲
۱۰۳	تمرین‌ها.....
۱۰۴	مراجع.....
۱۰۵	فصل سوم.....
۱۰۵	کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا.....
۱۰۵	مقدمه.....
۱۰۶	۱-۳- اصول کروماتوگرافی مایع-مایع.....
۱۰۶	۱-۱-۳- کروماتوگرافی جامد-مایع.....
۱۰۷	۲-۱-۳- کروماتوگرافی جامد-مایع فاز پیوندی.....

۱۰۹	۳-۱-۳- کروماتوگرافی مایع مبادله یون.....
۱۱۱	۳-۱-۴- کروماتوگرافی یون جفت شده.....
۱۱۲	۳-۲- اصول نظری HPLC.....
۱۱۲	۳-۲-۱- عوامل موثر در پهنای پیک.....
۱۱۵	۳-۲-۲- عوامل کنترل کننده میزان جداسازی.....
۱۱۷	۳-۳- دستگاهوری HPLC.....
۱۱۷	۳-۱- منابع ذخیره فاز متحرک.....
۱۱۹	۳-۲- پمپ ها در HPLC.....
۱۲۰	۳-۳- انواع پمپ‌های مورد استفاده در HPLC.....
۱۲۳	۳-۳- سیستم‌های تزریق نمونه.....
۱۲۴	۳-۴- شناسایی HPLC.....
۱۲۶	۳-۵- آشکارسازها.....
۱۲۷	۳-۵-۱- انواع آشکارسازها.....
۱۳۸	۳-۴- فازهای متحرک کروماتوگراف.....
۱۳۹	۳-۵- قطبیت فاز ساکن و متحرک.....
۱۴۰	۳-۶- کروماتوگرافی فاز نرمال و فاز معکوس.....
۱۴۷	تمرین‌ها.....
۱۴۸	مراجع.....

فصل چهارم

کروماتوگرافی مبادله یون

۱۴۹	مقدمه.....
۱۵۰	۴-۱- روش تجزیه جبهه‌ای.....
۱۵۳	۴-۲- گسترش با شویش.....
۱۵۴	۴-۲-۱- شویش انتخابی در کروماتوگرافی مبادله یون.....

۱۵۷	۲-۲-۴- شویش همزمان
۱۶۰	۳-۲-۴- برخی از کاربردهای شویش همزمان با استفاده از رزین‌های کاتیونی یا آنیونی
۱۶۲	۴-۲-۴- کاربرد شویش همزمان با استفاده از رزین‌های آمفوتر
۱۶۳	۳-۴- گسترش با جابه‌جایی
۱۶۷	۴-۴- دستگاهوری کروماتوگرافی یونی
۱۶۸	۱-۴-۴- ستونها در کروماتوگرافی یونی
۱۶۹	۲-۱- تولید مجدد الکتروشیمیایی یون‌های محبوس شده
۱۷۲	۲-۴- آشکارسازها
۱۷۲	۲-۴- روش‌های
۱۷۳	۲-۴-۴- آمپرومتری جریان مستقیم
۱۷۵	۳-۲-۴-۴- آمپرومتری ضربه
۱۷۶	۴-۲-۴-۴- آشکارساز
۱۷۷	۵-۴- شویش گرادیانی
۱۷۷	۶-۴- تغلیظ کننده نمونه
۱۷۹	تمرین‌ها
۱۸۰	مراجع
۱۸۱	فصل پنجم
۱۸۱	کروماتوگرافی میل ترکیبی
۱۸۱	مقدمه
۱۸۱	۱-۵- اصول کلی
۱۸۴	۲-۵- بافت بیافر
۱۸۵	۳-۵- بازوهای فضاگیر
۱۸۶	۴-۵- روش‌های فعال‌سازی
۱۸۷	۵-۵- روش‌های اتصال لیگاند

۱۸۸ ۵-۶- برخی از کاربردهای کروماتوگرافی میل ترکیبی

۱۹۱ تمرین‌ها.

۱۹۲ مراجع.

۱۹۳ فصل ششم.

۱۹۳ کروماتوگرافی اندازه طردی.

۱۹۳ مقدمه.

۱۹۳ ۶-۱ اصول کروماتوگرافی اندازه طردی

۱۹۶ ۶-۲- مواد پرکننده‌ی ستون

۱۹۷ ۶-۳- روش‌های جداسازی

۱۹۸ ۶-۴- عوامل مؤثر بر جداسازی

۲۰۰ ۶-۵- روش‌های اندازه‌گیری

۲۰۴ ۶-۶- تعیین وزن مولکولی بومرانی کروماتوگرافی اندازه طردی

۲۰۶ ۶-۷- ستون‌های اندازه طردی

۲۰۶ ۶-۸- خواص فاز متحرک و ساکن

۲۰۷ ۶-۹- کاربردهای کروماتوگرافی اندازه طردی

۲۱۱ ۶-۱۰- مراحل آماده‌سازی ستون و دستگاهوری

۲۱۲ تمرین‌ها.

۲۱۲ مراجع.

۲۱۳ فصل هفتم.

۲۱۳ کروماتوگرافی مسطح.

۲۱۳ مقدمه.

۲۱۳ ۷-۱- کروماتوگرافی لایه نازک

۲۱۵ ۷-۱-۱ اصول نظری TLC

۲۱۸ ۷-۱-۲ عملیات کروماتوگرافی لایه نازک

۲۱۸	۳-۱-۷- مقایسه TLC با سایر انواع کروماتوگرافی.....
۲۱۹	۴-۱-۷- جاذبها.....
۲۲۰	۱-۴-۱-۷- انواع جاذبها.....
۲۲۲	۵-۱-۷- مواد افزودنی.....
۲۲۲	۶-۱-۷- TLC دوفازی.....
۲۲۳	۷-۱-۷- صفحه‌های لایه نازک.....
۲۲۳	۸-۱-۷- استقرار نمونه.....
۲۲۴	۹-۱-۷- گسترش.....
۲۲۴	۹-۱-۷- انواع روشهای گسترش.....
۲۲۸	۱۰-۱-۷- TLC با فشردن از حد.....
۲۲۸	۱۱-۱-۷- تعیین موقعیت آنالیتها بعد از جداسازی.....
۲۳۲	۱۲-۱-۷- TLC تهیه‌ای.....
۲۳۲	۱۳-۱-۷- موارد کاربرد TLC.....
۲۳۳	۲-۷- کروماتوگرافی کاغذی.....
۲۳۴	۱-۲-۷- آماده سازی نمونه.....
۲۳۵	۲-۲-۷- نوع کاغذ.....
۲۳۶	۳-۲-۷- کروماتوگرافی فاز معکوس.....
۲۳۶	۴-۲-۷- فاز متحرک.....
۲۳۶	۵-۲-۷- روشهای گسترش.....
۲۳۸	۶-۲-۷- تعیین موقعیت آنالیتها.....
۲۳۸	۷-۲-۷- مزایای PC نسبت به TLC.....
۲۳۹	۳-۷- الکتروکروماتوگرافی.....
۲۳۹	۱-۳-۷- الکتروکروماتوگرافی کاغذی.....
۲۴۰	۲-۳-۷- کاربردهای الکتروکروماتوگرافی کاغذی.....

۲۴۱	تمرین‌ها
۲۴۲	مراجع
۲۴۳	فصل هشتم
۲۴۳	کروماتوگرافی سیال فوق بحرانی
۲۴۳	مقدمه
۲۴۴	۱-۸- اصول کروماتوگرافی سیال فوق بحرانی
۲۴۵	۲-۸- دستگاه‌وری
۲۴۷	۱-۲-۸- فاز متحرک
۲۴۷	۲-۲-۸- فاز ثابت
۲۴۸	۳-۲-۸- SFC
۲۴۸	۴-۲-۸- اندازه‌گیری
۲۴۹	۵-۲-۸- پمپ‌های SFC
۲۴۹	۶-۲-۸- سیستم تزریق
۲۴۹	۳-۸- جداسازیهای SFC
۲۵۰	۴-۸- مقایسه SFC با سایر انواع کروماتوگرافی
۲۵۱	۵-۸- مزایای SFC
۲۵۲	۷-۸- کاربردهای SFC
۲۵۴	تمرین‌ها
۲۵۴	مراجع
۲۵۵	علائم و اختصارات
۲۵۷	واژه‌نامه تخصصی

پیشگفتار

هدف اصلی این کتاب تجزیه شناسایی کیفی و اندازه گیری کمی مواد است اما در بیشتر موارد لازم است که برای افزایش بازده تجزیه، قبل از تجزیه کیفی و یا کمی، جداسازی صورت گیرد. روش های کروماتوگرافی یکی از مهم ترین روش های جداسازی و شناسایی ترکیبات می باشد. از این رو آگاهی و علم به اصول نظری و علمی روش های مختلف کروماتوگرافی امری ضروری به نظر می رسد.

هرچند که کتاب های متعددی در زمینه کروماتوگرافی وجود دارد اما کتاب هایی که تمام روش های مهم کروماتوگرافی را در بر داشته باشد اندک است. از این رو همواره نیاز به نگارش کتابی که بطور جامع به شرح روش های کروماتوگرافی بپردازد احساس می شد. کتاب حاضر مهم ترین روش های کروماتوگرافی را مطرح نموده و کاربردهای عملی آن ها را نیز نشان داده است. در این کتاب سعی شده است که جزئیات روش ها به صورت کامل و مفهومی بیان گردد. کتاب طوری طراحی شده است که می تواند توسط دانشجویان دوره های کارشناسی، کارشناسی ارشد و اساتید دانشگاه های شیمی، بیولوژی و داروسازی مورد استفاده قرار گیرد.

کتاب در ۸ فصل تدوین شده است. ابتدا در فصل ۱ مقدمه ای بر روش های کروماتوگرافی آورده شده است. فصول ۲ و ۳ به کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا اختصاص دارد. روش های کروماتوگرافی مبتنی بر مبادله یون در فصل ۴ بیان شده است. فصل ۵ به کروماتوگرافی میل ترکیبی و فصل ۶ به

کروماتوگرافی اندازه‌طردی می‌پردازد. روش کروماتوگرافی مسطح در فصل ۷ آورده شده است و در پایان فصل ۸ نگاهی اصولی به روش کروماتوگرافی سیال فوق بحرانی می‌اندازد.

ما نویسندگان وظیفه خود می‌دانیم از تمام کسانی که به نحوی در تدوین، حروفچینی و چاپ این کتاب یا ما همکاری نموده‌اند تشکر کنیم. از جناب آقای دکتر محسن بهپور استاد گروه شیمی دانشگاه کاشان که بازخوانی مطالب کتاب و ویرایش علمی آن را با حوصله تمام انجام داده‌اند نیز نهایت تشکر و قدردانی را می‌نماییم. هرچند سعی زیادی به عمل آمده است که کتاب عاری از اشکال و ایراد باشد ولی قطعاً اشکالات بسیاری از دید ما پنهان مانده است. بنابراین ما مشتاقانه منتظر دریافت نظرات انتقادی و دیدگاه‌های سازنده اساتید محترم و دانشجویان گرامی بوده و این نظرات را در چاپ‌های بعدی مورد نظر قرار خواهیم داد.

سید مهدی قریشی - مهشید گلستانه

کاشان - بهار ۱۳۹۳

www.ketab.ir