
روش‌های تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیائی

تالیف:

دکتر محمد یزدی

دانشکده علوم زمین؛ دانشگاه شهید بهشتی

www.ketab.ir



واحد شهید بهشتی

سرشناسه	یزدی، محمد، ۱۳۴۵ -
عنوان و نام پدیدآور	روش‌های تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی / تألیف محمد یزدی.
مشخصات نشر	تهران: جهاد دانشگاهی، واحد شهید بهشتی، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	۱۸۲ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	۷۰۰۰۰ ریال ۱-۴۶-۴۷۹-۹۶۴-۹۷۸:
وضعیت فهرست نویسی	فیپا
یادداشت	کتابنامه: ص. ۱۷۷-۱۷۸.
موضوع	مواد معدنی- تجزیه و تحلیل.
شناسه افزوده	جهاد دانشگاهی، واحد شهید بهشتی
رده بندی کنگره	۱۳۹۲: ۴۹۹/ی Q۴۳۵۹
رده بندی دی‌سی	۴۵۹:
شماره کتابخانه	۳۳۶۸۷۰۰:



روش‌های تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی

تألیف: دکتر محمد یزدی

دانشکده علوم زمین؛ دانشگاه شهید بهشتی

ناشر: جهاد دانشگاهی واحد شهید بهشتی

نوبت چاپ: اول - ۹۲

صفحه‌آرایی: اکرم هاشمی

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

بها: ۷۰۰۰ تومان



شابک: ۱-۴۶-۴۷۹-۹۶۴-۹۷۸

مرکز پخش: دانشگاه شهید بهشتی، روبه روی دانشکده حقوق، فروشگاه و نمایشگاه دائمی کتاب جهاد دانشگاهی
 تلفن: ۲۲۴۳۱۹۳۹ - ۲۲۹۰۲۱۷۲
 email: cultural@jdsb.ac.ir

فهرست

۱۳	دییچه
۱۵	فصل ۱: مبانی تجزیه نمونه‌ها
۱۵	۱-۱- مبانی نمونه برداری
۱۵	۱-۱-۱- نوع نمونه و تعداد نمونه‌ها در روش‌های شیمیایی
۱۵	۱-۱-۲- روشهای نمونه برداری
۱۶	الف- نمونه برداری خرده سنگی
۱۶	ب- نمونه برداری کانالی
۱۶	ج- نمونه برداری ستونی
۱۶	د- نمونه برداری مغزه حفاری
۱۷	۲-۱- روشهای آماده سازی نمونه‌ها
۱۸	۱-۲-۱- کد گذاری درست نمونه‌ها
۱۹	الف- نمونه‌های خاک
۱۹	ب- نمونه آب
۲۰	۲-۲-۱- خشک کردن نمونه‌ها
۲۰	۳-۲-۱- پودر کردن نمونه‌ها
۲۲	۴-۲-۱- توزین و تقسیم نمونه‌ها
۲۳	۵-۲-۱- روشهای مختلف انحلال نمونه‌ها

- ۵-۲-۱- الف- روش انحلال با دو اسید..... ۲۵
- ۵-۲-۱- ب- روش انحلال با چهار اسید..... ۲۵
- ۵-۲-۱- ج- روش انحلال با ذوب قلیائی..... ۲۶
- ۵-۲-۱- د- انحلال به روش مایکروویو (Microwave)..... ۲۶
- ۵-۲-۱- ر- روش انحلال با حلالهای خاص..... ۲۶
- ۶-۲-۱- همزنها..... ۲۶
- ۷- روشهای مختلف حذف مزاحمها..... ۲۷
- ۸-۱- صاف کردن محلولها..... ۲۷
- ۹-۱-۱- کمکها..... ۲۷
- ۹-۲-۱- الف- کاتدوبهای سنتی..... ۲۸
- ۹-۲-۱- ب- کمک به نوین..... ۲۹
- ۱۰-۲-۱- بوتنها..... ۳۰
- ۳-۱- اندازه‌گیری صحیح غلظت..... ۳۱
- ۱-۳-۱- منابع خطا در تجزیه‌های شیمیایی..... ۳۱
- الف- خطاهای فاحش..... ۳۱
- ب- خطاهای تصادفی..... ۳۱
- ج- خطاهای سیستماتیک..... ۳۱
- ۲-۳-۱- میزان دقت و صحت در تجزیه‌های شیمیایی نمونه‌ها..... ۳۲
- ۴-۱- عناصر هدف در تجزیه‌های شیمیایی نمونه‌ها..... ۳۴
- الف- عناصر اصلی..... ۳۴
- ب- مقادیر مجموع..... ۳۴
- ج- عناصر فرعی..... ۳۵
- د- عناصر کمیاب..... ۳۵
- ر- عناصر نادر خاکی..... ۳۵
- ۵-۱- واحدهای اندازه‌گیری در تجزیه‌های ژئوشیمیایی..... ۳۷
- الف - غلظت درصدی..... ۳۷
- درصد وزنی - وزنی..... ۳۷
- درصد وزنی - حجمی..... ۳۷

۳۷	- درصد حجمی - حجمی.....
۳۷	ب - غلظت مولکولی.....
۳۷	- مولالیت یا غلظت مولار.....
۳۷	- مولالیت یا غلظت مولال.....
۳۷	- نرمالیت یا غلظت نرمال.....
۳۸	- غلظتهای اتمی.....
۳۸	۱-۶ انواع استاندارد در تجزیه‌های شیمیایی نمونه‌ها.....
۳۹	۱-۷ تشخیص در تجزیه‌های شیمیایی نمونه‌ها.....
۴۲	۱-۸ نوع روش اتانایزاسیون در تجزیه‌های شیمیایی نمونه‌ها.....
۴۲	۱-۹ ایمنی.....
۴۲	۱-۹-۱ ایمنی در مرحله برداری.....
۴۳	۱-۹-۲ ایمنی در مرحله آماده‌سازی نمونه‌ها.....
۴۳	۱-۹-۳ ایمنی در مرحله تجزیه نمونه‌ها.....
۴۳	۱-۹-۴ ایمنی در مرحله پردازش داده‌ها.....
۴۴	۱-۹-۵ روشهای حفاظت در برابر خطرات.....
۴۵	فصل ۲: روشهای تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی.....
۴۵	۲-۱ تاریخچه.....
۴۶	۲-۲ طبقه‌بندی روشهای تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی.....
۵۳	فصل ۳: روش وزن‌سنجی.....
۵۳	۳-۱ کلیات روش.....
۵۶	۳-۱-۱ عوامل ایجاد آلودگی در روش وزن‌سنجی.....
۵۶	الف- هم‌رسوبی.....
۵۶	ب- جذب سطحی.....
۵۶	ج- تبلور مشترک.....
۵۶	د- حلالیت دوباره.....
۵۶	ر- عدم تفکیک رسوبی.....
۵۶	۳-۲ انواع روشهای وزن‌سنجی.....
۵۷	۳-۲-۱ روش رسوبی.....

۵۷	الف - اسیدها.....
۵۷	ب - بازها.....
۵۷	ج- بافرها.....
۵۸	۲-۲-۳- روش تبخیری.....
۵۸	۳-۲-۳- روش رسوبی - الکتریکی.....
۵۸	۳-۳- نقش کلویدها و سوسپانسیون‌ها در ایجاد خطا در روش وزن‌سنجی.....
۵۸	الف- بخته شدن.....
۵۹	ب- سوسپانسیون.....
۵۹	ج- کلویدها.....
۶۰	۳-۴- روش‌های وزن‌سنجی گرمائی.....
۶۰	۳-۴-۱- روش‌های گرمائی معمولی.....
۶۱	۳-۴-۲- روش‌های وزن‌سنجی بانی تفریقی.....
۶۳	فصل ۴: روش حجم‌سنجی.....
۶۳	۴-۱- کلیات روش.....
۶۵	۴-۲- محلول شناساگر.....
۶۶	۴-۳- انواع روش حجم‌سنجی.....
۶۶	۴-۳-۱- تیتراسیون اسید - باز.....
۶۷	۴-۳-۲- تیتراسیون رسوبی.....
۶۷	۴-۳-۳- تیتراسیون اکسایش - کاهش.....
۶۸	۴-۳-۴- تیتراسیون کمپلکسومتری.....
۷۰	۴-۳-۵- تیتراسیون کولن‌سنجی.....
۷۱	فصل ۵: روش‌های تجزیه طیف‌سنجی اتمی.....
۷۵	۵-۱- طیف‌سنجی نشر اتمی.....
۷۶	۵-۲- دستگاه فلوئورسانس اتمی.....
۷۷	۵-۳- دستگاه طیف‌سنج نشری پلاسمای القائی.....
۸۱	۵-۳-۱- آماده‌سازی نمونه‌ها در روش ICP-OES.....
۸۱	۵-۳-۱-الف- روش هضم چهار اسید.....
۸۳	۵-۳-۱-ب- هضم به روش حلال خاص.....

۸۴	۵-۳-۱-ج- انحلال طلا برای تجزیه با روش طیف سنج نشری پلاسمائی
۸۷	۵-۴- طیف سنجی جذب اتمی
۸۹	۵-۴-۱- اجزای دستگاه جذب اتمی
۸۹	الف- نگهدارنده نمونه
۹۰	ب- منبع تابش
۹۱	ج- اتم سازها
۹۲	د- تک فام ساز
۹۲	هـ- شکار ساز
۹۳	۵-۲- روش اتم سازی در دستگاه جذب اتمی
۹۴	الف- روش شعاعی
۹۶	ب- تولید پلازما
۹۶	ج- کوره گرافیتی
۹۷	د- اتم سازی الکتروگرا
۹۹	ر- اتم سازی با تخلیه افروزش
۱۰۰	س- اتم سازی هیدریدی
۱۰۰	ص- اتم سازی با بخار سرد
۱۰۰	۵-۴-۳- آماده سازیهای خاص نمونه در روش جذب اتمی
۱۰۱	الف- حلالهای آلی
۱۰۱	ب- روش آماده سازی نقره
۱۰۲	ج- روش آماده سازی مس، سرب و روی
۱۰۲	د- روش آماده سازی عناصر منگنز، سلنیوم
۱۰۲	ر- روش آماده سازی عناصر آرسنیک، آنتیموان، بیسموت و جیوه
۱۰۲	۵-۴-۴- مزاحمتها
۱۰۳	الف- مزاحمتهای شیمیایی
۱۰۳	ب- مزاحمت یونش
۱۰۳	ج- مزاحمت طیفی
۱۰۳	د- مزاحمت زمینه ای
۱۰۳	۵-۵- پلاروگرافی

فصل ۶: روش‌های تجزیه طیف سنجی با پرتو X ۱۰۷

۱-۶- روش دستگاه پراش پرتو مجهول (XRD) ۱۰۹

۲-۶- روش دستگاه بازتابی پرتو مجهول (XRF) ۱۱۶

۱-۲-۶- مبانی روش ۱۱۶

۲-۲-۶- آماده سازی نمونه‌ها در روش XRF ۱۲۰

۳-۲-۶- کاربرد دستگاه XRF برای تجزیه ژئوشیمیایی عناصر ۱۲۱

۶-۶- روش‌های تجزیه تک کانی ۱۲۴

۱-۶-۶- مبانی روش ۱۲۴

۲-۳-۶- روش‌های الکترونی ۱۲۷

الف- دستگاه میکروسکوپ نور عبوری (TEM) ۱۲۷

ب- میکروسکوپ روبه‌اتمی (AFM) ۱۲۸

۳-۳-۶- دستگاه آنالیز الکترونی (SEM) ۱۲۹

۴-۳-۶- دستگاه ریز سنج الکترونی (EPMA) ۱۳۲

الف- دستگاه ریز سنج الکترونی معمولی ۱۳۲

ب- دستگاه ریز سنج پرتو مجهول ۱۳۴

ج- مایکرو پروب یونی (I-EPMA) ۱۳۷

فصل ۷: طیف‌نگاری جرمی ۱۳۹

۱-۷- طیف نگار جرمی معمولی ۱۳۹

۱-۱-۷- مبانی ۱۳۹

۲-۱-۷- مخزن نمونه گیر ۱۴۱

۳-۱-۷- پمپ خلاء ۱۴۱

۴-۱-۷- دستگاه شتاب دهنده الکتریکی ۱۴۲

۵-۱-۷- لوله خمیده ۱۴۲

۶-۱-۷- دستگاه الکترومغناطیس در برگیرنده لوله خمیده ۱۴۳

۷-۱-۷- دستگاه اندازه‌گیری ایزوتوپها ۱۴۳

۸-۱-۷- دستگاه آشکار ساز ۱۴۴

۹-۱-۷- اسپایک ۱۴۴

۲-۷- طیف نگار جرمی نوع GC - MS ۱۴۴

۱۴۵	۳-۷- طیف نگار جرمی یونی
۱۴۶	۴-۷- طیف نگار جرمی پلاسمای زوج القائی
۱۴۶	۵-۷- طیف نگار جرمی رامان
۱۵۱	فصل ۸: روش‌های فعال‌سازی نوترونی
۱۵۱	۱-۸- مبانی روش
۱۵۴	۲-۸- کاربردهای روش فعال‌سازی نوترونی
۱۵۴	۳-۸- ویژگی‌های دستگاه NAA
۱۵۶	۴-۸- ریزشهای دستگاه PGNA
۱۵۹	فصل ۹: روش‌های طیف سنجی مولکولی
۱۵۹	۱-۹- کروماتوگراف
۱۶۰	۱-۱-۹- کروماتوگراف گازی
۱۶۰	۲-۱-۹- کروماتوگرافی مایع
۱۶۱	الف- کروماتوگراف گازی نوع GC
۱۶۱	ب- کروماتوگراف گازی نوع GLC
۱۶۲	ج- کروماتوگراف گازی نوع PID
۱۶۲	د- کروماتوگراف گازی نوع ECD
۱۶۲	۳-۱-۹- کروماتوگرافی ترکیبی
۱۶۳	۲-۹- روش طیف سنجی رزونانس مغناطیسی هسته‌ای
۱۶۵	فصل ۱۰: روش‌های طیف سنجی نوری
۱۶۵	۱-۱۰- روش رنگ سنجی
۱۶۶	۲-۱۰- روش شعله سنجی
۱۶۷	۳-۱۰- روش طیف سنجی ماوراء بنفش
۱۶۸	۴-۱۰- طیف سنجی مادون قرمز
۱۷۰	۱-۴-۱۰- طیف سنجی FT-IRS
۱۷۱	۲-۴-۱۰- طیف سنجی LT-IRS
۱۷۱	۳-۴-۱۰- دستگاه‌های پرتابل PIMA-SWIR
۱۷۱	۵-۱۰- روش الکتروشیمی
۱۷۳	فصل ۱۱: طیف سنجی‌های لیزری

- ۱۱-۱- طیف سنجی پلاسمای القایی لیزری ۱۷۴
- ۱۱-۲- طیف سنجی فلورئورسانس القایی لیزری ۱۷۴
- فصل ۱۲: منابع ۱۷۷
- ۱۱-۱- منابع فارسی ۱۷۷
- ۱۱-۲- منابع لاتین ۱۷۸

www.ketab.ir

دیباچه

کتابی که پیش رو دارید به منظور آگاهی بهتر روشهای متداول در تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی معدنی و زیست محیطی تهیه شده است. تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی معدنی و زیست محیطی یکی از دروس اساسی رشته‌های شیمی، زمین‌شناسی، معدن و زمین‌شناسی زیست محیطی و یکی از واحدهای درسی اساسی در مقطع کارشناسی ارشد زمین‌شناسی است. هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مبانی و روشهای متداول در اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی سنگ‌ها و کانیها، خاک، رسوبات، آب و هوا می‌باشد. نمونه‌های مورد استفاده شامل جامدات، مایع و گاز است که ممکن است بصورت خیلی درشت تا بسیار ریز حتی در اندازه میکروسکوپی باشد. امروزه نه تنها نمونه‌های موجود در خاک، رسوبات، آب، هوا و سنگ مورد تجزیه قرار می‌گیرند بلکه موجودات بسیار ریز زنده گیاهی و جانوری تا آب و هوای محبوس در سنگ‌ها بصورت نمونه‌های ریز توسط دستگاه‌های پیشرفته تجزیه می‌شوند.

اگر در قدیم روشهای تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی بیشتر سنتی (دستی) و اغلب نمونه روشهای تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی معدنی و زیست محیطی عمدتاً بر اساس روشهای دستی استوار است. با این حال هنوز هم از روشهای سنتی (دستی) برای بررسی ترکیب شیمیایی نمونه‌ها استفاده می‌شود. بدین دلیل در این کتاب به هردوی این مباحث پرداخته می‌شود.

در این کتاب اصول کلی تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی زمین‌شناسی، معدنی و زیست محیطی بحث شده است ولی دانشجویان برای دسترسی به آخرین یافته‌ها در این زمینه می‌توانند به مجلاتی مثل «Analytica Chimica Acta Geochimica et Cosmochimica», Acta Chemical Geology مراجعه نمایند.