

فرایند تجزیه شیمیایی

روش‌ها و شیوه‌های جدید دستگاهی

تألیف

فرانسیس روساک و آنیک روساک

ترجمه

دکتر سید محمد تقی صادقی

دانشگاه علوم پزشکی تهران



انتشارات دانشگاه تهران

شماره ۳۱۹۳

شماره مسلسل ۶۸۴۲

Rouessac, Francis

روساک، فرانسیس
فرایند تجزیه شیمیایی (روش‌ها و شیوه‌های جدید دستگاهی) / تألیف فرانسیس روساک، آنیک
روساک؛ ترجمه محمدتقی صادقی. — تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۰.
ص: ۶۵۷. م: ۱. مصور، جدول، نمودار. (انتشارات دانشگاه تهران: شماره ۳۱۹۳).

ISBN 978-964-03-6155-9

فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیا.

Analyse chimique, c2000.

عنوان اصلی:

کتاب حاضر از متن انگلیسی با عنوان "Chemical Analysis : Modern Instrumental Methods and Techniques" به فارسی برگردانده شده است.

تجزیه دستگاهی، روساک، آنیک Rouessac, Anniek. صادقی، سید محمد تقی، ۱۳۳۰-
مترجم، دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات.

۱۳۹۰

۵۴۲

QD ۷۹ / د ۵ ر ۹

۲۲۶۸۷۵۴

شماره کتابشناسی ملی

عنوان: فرایند تجزیه شیمیایی (روش‌ها و شیوه‌های جدید دستگاهی)

تألیف: فرانسیس روساک و آنیک روساک

ترجمه: دکتر سیدمحمدتقی صادقی

ویراستار: نرجس سرور

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۳۹۰

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۰۳-۶۱۵۵-۹

ISBN 978-964-03-6155-9

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مترجم است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها: ۱۳۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - سایت: www.press.ut.ac.ir

بخش و فروش: تلفکس ۸۸۰۱۲۰۷۸

فهرست

پیشگفتار مترجم.....	ط
پیشگفتاری بر چاپ فرانسوی.....	ع
پیشگفتاری بر چاپ انگلیسی.....	ف
مقدمه مؤلف بر چاپ فرانسوی.....	ک
مقدمه مؤلف بر چاپ انگلیسی.....	ل
تشکر و قدردانی.....	ن
مقدمه.....	ا
بخش اول: روش های جداسازی.....	۷
فصل اول: سیمای کلی کروماتوگرافی.....	۹
۱-۱ مفاهیم کلی کروماتوگرافی تجزیه‌ای.....	۹
۲-۱ دسته‌بندی روش‌های (شیوه‌های) کروماتوگرافی.....	۱۰
۳-۱ کروماتوگرام.....	۱۴
۴-۱ کروماتوگرام مطلوب و پیک‌های گوسی.....	۱۵
۵-۱ پیک‌های حقیقی.....	۱۷
۶-۱ مدل صفحه نظری.....	۱۸
۷-۱ راندمان (کارایی) ستون.....	۲۱
۸-۱ پارامترهای ماند.....	۲۳
۹-۱ عامل جداسازی بین دو جسم حل شده.....	۲۶
۱۰-۱ عامل جداکنندگی بین دو پیک.....	۲۷
۱۱-۱ معادله Van Deemter در کروماتوگرافی گازی.....	۲۸
۱۲-۱ بهینه‌سازی فرایند تجزیه در کروماتوگرافی.....	۳۰
مسائل.....	۳۴

ح..... فرایند تجزیه شیمیایی.....

فصل دوم: کروماتوگرافی گازی..... ۳۷

۱-۲	سازندگان دستگاه گاز کروماتوگراف.....	۳۷
۲-۲	گاز حامل و تنظیم جریان.....	۳۸
۳-۲	ورود نمونه و محفظه تزریق.....	۳۹
۴-۲	محفظه گرم کننده (آون).....	۴۴
۵-۲	ستون ها.....	۴۴
۶-۲	فازهای ساکن (نوع مایع).....	۴۹
۷-۲	فازهای ساکن (نوع جامد).....	۵۲
۸-۲	آشکارسازهای متداول.....	۵۲
۹-۲	آشکارسازهای اطلاعات ساختاری.....	۵۸
ضمیمه -	ثابت ها و اندیس های ماند مربوط به فازهای ساکن.....	۶۰
۱۰-۲	رابط Kovats.....	۶۰
۱۱-۲	اندیس های ماند Kovats.....	۶۱
۱۲-۲	ثابت های فاز ساکن.....	۶۲
	مسائل.....	۶۵

فصل سوم: کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC)..... ۶۹

۱-۳	اساس HPLC.....	۶۹
۲-۳	شمای کلی یک سیستم HPLC.....	۷۰
۳-۳	پمپ ها و شویش گرادینت.....	۷۱
۴-۳	تزریق کننده ها.....	۷۵
۵-۳	ستون ها.....	۷۶
۶-۳	فازهای ساکن.....	۷۷
۷-۳	فازهای متحرک.....	۸۲
۸-۳	کروماتوگرافی کاپیلار.....	۸۴
۹-۳	آشکارسازهای اصلی.....	۸۶
۱۰-۳	کاربردها.....	۹۳
	مسائل.....	۹۴

فهرست خ

فصل چهارم: کروماتوگرافی یونی..... ۹۷

- ۱-۴ اساس یون کروماتوگرافی..... ۹۷
- ۲-۴ فازهای متحرک..... ۹۸
- ۳-۴ فازهای ساکن..... ۹۹
- ۴-۴ اساس فرایند جداسازی..... ۱۰۱
- ۵-۴ آشکارسازهای رسانایی الکتریکی..... ۱۰۳
- ۶-۴ متوقف کننده‌های (کاهنده‌های) یونی..... ۱۰۵
- ضمیمه - فرایند تجزیه مقدار ی به روش کروماتوگرافی..... ۱۰۹
- ۷-۴ معادله اصلی و پایه..... ۱۰۹
- ۸-۴ دستگاه‌های ثابت (ثابت کننده) و نرم افزار داده ها..... ۱۱۰
- ۹-۴ روش استاندارد بیرونی..... ۱۱۳
- ۱۰-۴ روش استاندارد درونی..... ۱۱۵
- ۱۱-۴ نرمالیزاسیون درونی..... ۱۱۷
- مسائل..... ۱۲۰

فصل پنجم: کروماتوگرافی صفحه‌ای..... ۱۲۵

- ۱-۵ اصول کاربرد..... ۱۲۵
- ۲-۵ ظهور صفحه..... ۱۲۷
- ۳-۵ فازهای ساکن..... ۱۲۹
- ۴-۵ پارامترهای ماند و جداسازی..... ۱۳۰
- ۵-۵ کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) مقدار ی..... ۱۳۱
- ۶-۵ جنبه های TLC..... ۱۳۳
- مسائل..... ۱۳۵

فصل ششم: کروماتوگرافی سیال فوق بحرانی..... ۱۳۹

- ۱-۶ سیالات فوق بحرانی..... ۱۳۹
- ۲-۶ فازهای فوق بحرانی به عنوان فازهای متحرک..... ۱۴۱

د..... فرایند تجزیه شیمیایی

۳-۶ مقایسه SFC با HPLC و GC ۱۴۲

۴-۶ روش دستگاهی ۱۴۳

۵-۶ SFC در شیوه‌های (روش‌های) کروماتوگرافی ۱۴۴

فصل هفتم: کروماتوگرافی انحصار ابعاد ۱۴۹

۱-۷ اساس SEC ۱۴۹

۲-۷ فازهای ساکن ۱۵۱

۳-۷ روش دستگاهی ۱۵۳

۴-۷ حوزہ‌های (دامنه‌های) کاربرد ۱۵۴

مسائل ۱۵۹

فصل هشتم: روش الکتروفورز موثنه‌ای ۱۶۱

۱-۸ الکتروفورز منطقه‌ای (طاحیه‌ای) ۱۶۱

۲-۸ الکتروفورز موثنه محلول آزاد ۱۶۴

۳-۸ تحرک الکتروفورزی و جریان الکترواسمزی ۱۶۵

۴-۸ روش دستگاهی و شیوه‌های اجرایی ۱۶۹

۵-۸ ردیابی غیرمستقیم ۱۷۲

۶-۸ برجستگی الکتروفورز موثنه ۱۷۲

مسائل ۱۷۵

بخش دوم: روش‌های طیف‌بینی ۱۸۰

فصل نهم: طیف‌بینی رزونانس مغناطیسی هسته‌ای (NMR) ۱۸۱

۱-۹ تشریح کلی ۱۸۲

۲-۹ تعامل میدان مغناطیس - اسپین یک هسته ۱۸۳

۳-۹ هسته‌های قابل بررسی با NMR ۱۸۶

۴-۹ نظریه بلوش (Bloch) برای یک هسته با عدد اسپین $1/2$ ۱۸۶

۵-۹ بسامد لارمو (Larmor) ۱۸۸

۶-۹ جایه‌جایی شیمیایی ۱۹۱

۷-۹	اساس دستیابی به طیف NMR	۱۹۲
۸-۹	فرایندهای آرامشی (بازگشتی)	۱۹۶
۹-۹	اندازه‌گیری جابه‌جایی‌های شیمیایی	۱۹۷
۱۰-۹	پوشیدگی و عدم پوشیدگی هسته‌ها	۱۹۸
۱۱-۹	عوامل تأثیرگذار بر جابه‌جایی شیمیایی	۱۹۹
۱۲-۹	ساختار بسیار ظریف: جفت‌شدگی اسپین - اسپین	۲۰۲
۱۳-۹	جفت‌شدگی ناجور هسته‌ای	۲۰۲
۱۴-۹	جفت‌شدگی جور هسته‌ای	۲۰۶
۱۵-۹	جفت‌ناشدگی اسپینی و روش‌های عملیاتی	۲۱۱
۱۶-۹	NMR فلورور و فسفر	۲۱۳
ضمیمه -	NMR مقداری	۲۱۵
۱۷-۹	اندازه‌گیری ماحت (سطح) - کاربرد برای فرایند تجزیه ساده	۲۱۵
۱۸-۹	نمونه‌های محتوی اجسام قابل شناسایی	۲۱۷
۱۹-۹	روش استاندارد درونی	۲۱۸
۲۰-۹	روش استاندارد افزایشی	۲۱۹
۲۱-۹	دستگاه‌های تجزیه‌گر با استفاده از NMR پالسی	۲۱۹
	مسائل	۲۲۴
فصل دهم: طیف‌بینی زیرقرمز		
۱-۱۰	نعایش طیفی در زیرقرمز میانی	۲۲۸
۲-۱۰	اساس باندهای جذبی در زیرقرمز میانی	۲۲۸
۳-۱۰	باندهای چرخشی - ارتعاشی در زیرقرمز میانی	۲۲۹
۴-۱۰	الگوی ساده‌شده تعاملات ارتعاشی	۲۳۰
۵-۱۰	الگوی حقیقی تعاملات ارتعاشی	۲۳۲
۶-۱۰	باندهای چرخشی اجسام در فاز گازی	۲۳۳
۷-۱۰	باندهای مشخصه اجسام آلی	۲۳۴
۸-۱۰	روش دستگاهی	۲۳۶
۹-۱۰	وسایل نوری، منابع و آشکارسازهای مورد استفاده در زیرقرمز میانی	۲۴۴

ر..... فرایند تجزیه شیمیایی

۲۴۷.....	شیوه‌های تجزیه نمونه	۱۰-۱۰
۲۵۱.....	ریزبینی زیرقرمز	۱۱-۱۰
۲۵۱.....	بایگانی طیف‌ها	۱۲-۱۰
۲۵۴.....	مقایسه طیف‌ها	۱۳-۱۰
۲۵۶.....	کالیبراسیون ضخامت سلول (محفظه)	۱۴-۱۰
۲۵۷.....	انتشار (پراکندگی) رامان	۱۵-۱۰
۲۶۰.....	مسائل	

فصل یازدهم: طیف‌بینی جذبی مری و فرابنفش

۲۶۳.....	مفاهیم کلی	۱-۱۱
۲۶۵.....	جذب‌های مولکولی	۲-۱۱
۲۶۷.....	اساس فرایند جذب مرتبط به اوربیتال‌های مولکولی	۳-۱۱
۲۶۹.....	بنیان دهنده - پذیرنده	۴-۱۱
۲۷۰.....	کروموفورهای مجزا	۵-۱۱
۲۷۱.....	اثرات حلال: solvatochromism	۶-۱۱
۲۷۲.....	کروموفورها در سیستم‌های مزدوج	۷-۱۱
۲۷۴.....	قوانین Woodward-Fieser	۸-۱۱
۲۷۵.....	طیف‌سنج‌های نوری (اسپکتروفتومترهای) UV-VIS	۹-۱۱
۲۸۳.....	فرایند تجزیه مقداری در UV-VIS	۱۰-۱۱
۲۸۵.....	قانون بیر-لامبر (Beer-Lambert)	۱۱-۱۱
۲۸۷.....	رنگ‌سنجی دیداری	۱۲-۱۱
۲۸۹.....	اندازه‌گیری‌های میزان جذب	۱۳-۱۱
۲۹۱.....	فرایند تجزیه تأییدی (کنترل خلوص)	۱۴-۱۱
۲۹۲.....	توزیع خطاهای نسبی مربوط به دستگاه‌ها	۱۵-۱۱
۲۹۳.....	تصحیح زمینه (خط پایه)	۱۶-۱۱
۲۹۵.....	فرایند تجزیه چندجزیی (چند سازنده)	۱۷-۱۱
۲۹۹.....	طیف‌بینی مشتقی	۱۸-۱۱
۳۰۲.....	مسائل	

فصل دوازدهم: فلورومتري..... ۳۰۹

۳۰۹	۱-۱۲ فلورسانس و ففرسانس
۳۱۰	۲-۱۲ اساس (منشأ) فلورسانس
۳۱۴	۳-۱۲ شدت فلورسانس
۳۱۷	۴-۱۲ نوارهای ریلی و رامان
۳۱۹	۵-۱۲ روش دستگاهی
۳۲۲	۶-۱۲ کاربردها
۳۲۴	۷-۱۲ لوئیسانس شیمیایی
۳۲۷	مسایل

فصل سیزدهم: طیف‌سنجی فلورسانس اشعه مجهول (ایکس)..... ۳۳۱

۳۳۱	۱-۱۳ اصول کلی
۳۳۳	۲-۱۳ طیف فلورسانس پرتو مجهول
۳۳۵	۳-۱۳ روش‌های برانگیختگی عناصر در فلورسانس اشعه مجهول
۳۳۸	۴-۱۳ فرایند جذب اشعه مجهول
۳۳۹	۵-۱۳ تهیه نمونه
۳۴۰	۶-۱۳ انواع گوناگون دستگاه‌ها
۳۴۶	۷-۱۳ فرایند تجزیه مقداری توسط فلورسانس اشعه مجهول
۳۴۷	۸-۱۳ کاربردهای فلورسانس اشعه مجهول
۳۴۹	مسایل

فصل چهاردهم: جذب اتمی و طیف‌بینی تابش (نشر) شعله‌ای..... ۳۵۳

۳۵۳	۱-۱۴ اصول مشترک هر دو روش
۳۵۴	۲-۱۴ تفسیر پدیده‌های مرتبط
۳۵۶	۳-۱۴ جذب اتمی در مقابل تابش شعله‌ای
۳۵۸	۴-۱۴ اندازه‌گیری توسط جذب یا نشر (تابش) شعله‌ای
۳۶۰	۵-۱۴ اصول دستگاهی در جذب اتمی
۳۶۷	۶-۱۴ نورسنج‌های شعله‌ای

س فرایند تجزیه شیمیایی

- ۷-۱۴ تصحیح فرایندهای جذب تداخلی ۳۶۹
- ۸-۱۴ تداخل های شیمیایی و فیزیکی ۳۷۴
- ۹-۱۴ حساسیت و حدود شناسایی در طیف سنجی جذب اتمی ۳۷۶
- مسایل ۳۷۸

فصل پانزدهم: طیف بینی تابش (نشر) اتمی ۳۸۱

- ۱-۱۵ طیف سنجی تابش نوری (OES) ۳۸۱
- ۲-۱۵ فرایند برانگیختگی توسط پلاسمای تلفیقی القایی (ICP) ۳۸۲
- ۳-۱۵ فرایند یونش توسط قوس، جرقه یا برخورد الکتریکی ۳۸۳
- ۴-۱۵ اصول فرایند تجزیه تابش اتمی ۳۸۶
- ۵-۱۵ خطوط طیفی ۳۸۸
- ۶-۱۵ دستگاه های همزمان و پیاپی ۳۸۹
- ۷-۱۵ کارایی، برجستگی ۳۹۳
- ۸-۱۵ گاز کروماتوگراف تلفیق شده با نشر اتمی ۳۹۴
- ۹-۱۵ کاربردهای طیف سنجی تابش (نشر) اتمی ۳۹۵
- مسایل ۳۹۷

بخش سوم: سایر روشها ۴۰۱

فصل شانزدهم: طیف سنجی جرمی ۴۰۳

- ۱-۱۶ اصول ۴۰۴
- ۲-۱۶ طیف سنج بین بریج (Bainbridge) ۴۰۷
- ۳-۱۶ تجزیه گره های (آنالیزرها) مغناطیسی (نوع EB) ۴۱۰
- ۴-۱۶ تجزیه گره های زمان پرواز (TOF) ۴۱۵
- ۵-۱۶ رزونانس سیکلوترون یونی ۴۱۸
- ۶-۱۶ تجزیه گره های چهار قطبی ۴۲۰
- ۷-۱۶ تله های یونی ۴۲۴
- ۸-۱۶ کارایی طیف سنج جرمی ۴۲۵
- ۹-۱۶ فرایند ورود نمونه ۴۲۷

فهرست ش

۱۰-۱۶	شیوه‌های اصلی فرایند یونش (تحت خلأ).....	۴۲۹
۱۱-۱۶	فرایند یونش فشار جوی.....	۴۳۴
۱۲-۱۶	ردیابی (شناسایی) یونی.....	۴۳۶
۱۳-۱۶	طیف‌سنجی جرمی تاندم (Tandem).....	۴۳۹
ضمیمه -	کاربردهایی در طیف‌سنجی جرمی.....	۴۴۲
۱۴-۱۶	تعیین فرمول تجربی.....	۴۴۲
۱۵-۱۶	تعیین نسبت ایزوتوپی یک عنصر.....	۴۴۴
۱۶-۱۶	شناسایی توسط کتابخانه (مکتوبات) طیفی.....	۴۴۶
۱۷-۱۶	فرایند تکه‌سازی یون‌های آلی.....	۴۴۷
۴۵۳	مسایل.....	

فصل هفدهم: روش‌های نشان (برچسب) گذاری..... ۴۵۷

۱-۱۷	اصول روش‌های برچسب‌گذاری.....	۴۵۸
۲-۱۷	رقیق‌سازی ایزوتوپی توسط برچسب رادیواکتیو.....	۴۵۹
۳-۱۷	اندازه‌گیری فعالیت رادیوایزوتوپ.....	۴۶۰
۴-۱۷	انتخاب روش زیر استوکیومتری.....	۴۶۴
۵-۱۷	نشان‌گذاری با ایزوتوپ‌های پایدار.....	۴۶۴
۶-۱۷	روش‌های اندازه‌گیری ایمونوآنزیماتیک (IEA).....	۴۶۶
۷-۱۷	سایر شیوه‌های ایمونوآنزیماتیک.....	۴۷۱
۸-۱۷	محاسن و محدودیت‌های آزمون الایزا در شیمی.....	۴۷۲
۹-۱۷	سنجش رادیو-ایمنی (RIA).....	۴۷۳
۱۰-۱۷	سنجش ایمونوفلورسانس (IFA).....	۴۷۳
۱۱-۱۷	فرایند تجزیه فعال‌سازی نوترونی (NAA).....	۴۷۴
۱۲-۱۷	نوترون‌های گرمایی.....	۴۷۵
۱۳-۱۷	فعالیت القایی - زمان تشعشعی.....	۴۷۶
۱۴-۱۷	شناسایی (ردیابی) توسط شمارشگر گاما - اصول اندازه‌گیری.....	۴۷۷
۱۵-۱۷	کاربردها.....	۴۷۷
۴۷۹	مسایل.....	

ص..... فرایند تجزیه شیمیایی

فصل هیجدهم: روش های پتانسیومتری ۴۸۳

۱-۱۸ اصول کلی ۴۸۳

۲-۱۸ الکتروود گزینشی یونی ویژه: الکتروود pH ۴۸۶

۳-۱۸ الکتروودهای گزینشی یونی ۴۸۷

۴-۱۸ محاسبات و روش های گوناگون ۴۹۲

۵-۱۸ کاربردها ۴۹۵

مسائل ۴۹۶

فصل نوزدهم: روش های ولتامتری و کولومتری ۴۹۷

۱-۱۹ اصول کلی ۴۹۸

۲-۱۹ الکتروود چکنده (قطره ای) جیوه ۴۹۹

۳-۱۹ پلاروگرافی جریان پیوسته ۵۰۱

۴-۱۹ جریان نفوذی (انتشاری) ۵۰۲

۵-۱۹ پلاروگرافی نوسانی (پالسی) ۵۰۳

۶-۱۹ ردیابی (شناسایی) جوی در HPLC و CE ۵۰۵

۷-۱۹ حسگرهای ویژه ۵۰۶

۸-۱۹ ولتامتری تهی سازی ۵۰۹

۹-۱۹ اندازه گیری های کولومتری ۵۱۰

۱۰-۱۹ تعیین کولومتری کارل فیشری آب ۵۱۱

۱۱-۱۹ تعیین مقدار توسط روش کارل فیشر ۵۱۴

مسائل ۵۱۸

فصل بیستم: برخی روش های تهیه نمونه ۵۲۱

۱-۲۰ تکامل روش ها ۵۲۱

۲-۲۰ فرایند استخراج فاز جامد با استفاده از ستون ها یا صفحه ها ۵۲۲

۳-۲۰ فرایند استخراج گاز- جامد با استفاده از ستون ها یا صفحه ها ۵۲۵

۴-۲۰ فرایند تجزیه نمونه هد اسپیس (headspace) ۵۲۶

۵-۲۰ فرایند استخراج سیال فرا بحرانی (فوق بحرانی) ۵۲۸

فهرست ض

۶-۲۰ فرایند کانی سازی توسط هضم ماکروویوی ۵۳۱

فصل بیست و یکم: پارامترهای آماری پایه ۵۳۳

۱-۲۱ درستی (صحت) و مقدار میانگین ۵۳۳

۲-۲۱ دقت و انحراف معیار گروهی از نتایج ۵۳۵

۳-۲۱ خطاهای تصادفی یا نامعین ۵۳۸

۴-۲۱ بازه اطمینان ۵۴۱

۵-۲۱ آزمونهای پارامتری - مقایسه نتایج ۵۴۳

۶-۲۱ ملاکهای رد - آزمون Q (آزمون دیکسون) ۵۴۶

۷-۲۱ رگرسیون خطی ۵۴۷

۸-۲۱ روشهای توانا (Robust) ۵۵۰

۹-۲۱ بینه سازی روشی با استفاده از فرایند تجزیه و تحلیل فاکتوریلی ۵۵۱

مسائل ۵۵۴

راه حل ها ۵۵۷

پیوست ها ۶۰۶

مرجع شناسی ۶۰۸

جدول ثابت های فیزیکی - شیمیایی ۶۱۰

فهرست واژگان ۶۱۳

فهرست موضوعی (نمایه) ۶۴۵

پیشگفتار مترجم

سپاس بیکران خداوند منان را که توفیق برگردان این اثر شایسته را نصیب کرد تا شاید به عنوان گامی ناچیز و خدومتی کوچک در راستای آگاهی بخشی به علاقمندان در زمینه شیوه‌های تجزیه دستگاهی مفید و مؤثر واقع شود.

توسعه و کاربرد گسترده ابزارهای توانمند فرایند تجزیه در علوم گوناگون، تسهیلات بسیار بهینه‌ای را در اختیار پژوهشگران، متخصصین و دانشجویان قرار داده است. لذا به منظور آشنایی با اصول این وسایل و چگونگی بهره‌مندی مؤثر از دستگاه‌های تجزیه‌ای جدید، ضرورت فراگیری اصول بنیادی این تجهیزات بر همگان آشکار است. در این کتاب که گستره وسیع شیوه‌های تجزیه‌ای و دستگاهی نوین در عین پرهیز از جزئیات فنی اضافی ارائه شده است، پیش زمینه و راهنمای خوبی برای خواننده با توجه به کاربرد و شیوه‌های مهم فراهم شده است. پوشش شیوه‌های دستگاهی و شرایط کاربرد آنها در این نوشتار به نحوی صورت پذیرفته که توازن بین سطح و عمق آن رعایت شود. ساختار مطالب کتاب با دقت لازم انجام شده و به تفاوت‌های بین فرایند جداسازی و روش‌های طیفی به روشنی اشاره شده و بخشی نیز به شیوه‌های ویژه و تخصصی اختصاص دارد. ضمناً در متن نوشتار به مثال‌ها، مسائل و راه‌حل آن‌ها نیز توجه خاص مبذول شده است.

شاید بتوان این کتاب را یک اثر ارزشمند در کنار سایر آثار مکتوب مناسب موجود برای کسانی که مطالعه یا کاربرد شیوه‌های معمول و جدید دستگاهی در زمینه علوم، پزشکی و مهندسی را مد نظر دارند به حساب آورد.

امید است که از مطالعه آن بهره‌مندی لازم حاصل آید و با عنایت بر این که برگردان کتاب خالی از اشکال نمی‌باشد، لذا از کلیه اساتید، دانش‌پژوهان و دانشجویان گرامی تقاضا می‌شود که از پیشنهادهای ارزشمند، سازنده و مطلوب خود مترجم را بی‌بهره ننمایند.

پیشگفتار.....ظ

در پایان از همکاری و مساعدت مدیریت و کارکنان محترم موسسه انتشارات دانشگاه تهران که در امر ویرایش و چاپ کتاب تلاش نموده‌اند و همچنین از زحمات جناب آقای علی کاری جعفری نیز کمال تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.

سید محمد تقی صادقی

۱۳۸۸

www.ketab.ir

مقدمه چاپ فرانسوی

هدف نهایی این کتاب فراهم‌سازی شرح مختصر اطلاعات و دانش اساسی در ارتباط با وسیع‌ترین و متداول‌ترین روش‌ها در فرایند تجزیه شیمیایی است. چه کیفی (چونی)، مقداری (چندی) یا ساختاری. حوزه کاربردی گسترده‌ای شامل، شیمی صنعتی، مواد غذایی، محیط زیست، آلودگی و زیست پزشکی را پوشش می‌دهد.

شیوه‌های بازبینی شده در این کتاب به روش‌های جداسازی، روش‌های طیفی و سایر روش‌ها دسته‌بندی می‌شود. در هر یک از این روش‌ها، اصل اساسی روش ارائه می‌شود و، سپس شیوه‌های دستگاهی مرتبط مورد بازبینی و تجدید نظر قرار می‌گیرد. نمایش‌های تصویری تعدادی از دستگاه‌ها، تهیه شده توسط تولیدکنندگان اصلی نیز بکار گرفته شده است. روش‌هایی که اهمیت کمتری دارند یا آن‌هایی که به ندرت بکار می‌روند برای رعایت حجم و اندازه قابل قبول دست نویس (کتاب) حذف شده‌اند.

کتاب در حد امکان سلیس و روان نوشته شده است تا مورد استفاده تعداد بسیار زیادی از دانشجویان گروه‌های آموزشی شیمی، اندازه‌گیری‌های فیزیکی و زیست‌شناسی کاربردی در انیستیتوی فنی دانشگاهی، تکنسین‌های کار آموخته، دانشجویان دانشگاه، دانش‌آموختگان علوم که علاقمند دریافت مفاهیم اساسی بازبینی شده در یک سطح اصولی می‌باشند قرار گیرد. این کتاب می‌تواند توسط افرادی که درگیر آموزش مداوم و کاربردی صنعتی هستند و با مشکلاتی در زمینه تجزیه شیمیایی به طور پیوسته مواجهند نیز مورد استفاده واقع شود. استیلا و تهاجم شیوه‌های تجزیه‌ای در بخش تخصصی همراه با رشد پیچیدگی در دستگاه‌های موجود بر ارتقاء سطح تربیت و آموزش افرادی که مهارت و آمادگی لازم را ندارند تأثیرگذار بوده است.

این کتاب به نظر می‌رسد که پاسخگوی نیازهای خواننده در حوزه شیمی تجزیه نیز باشد، چه این نیاز به مطالعه این مطالب مربوط شود یا به عنوان ابزاری برای سایر علوم تجربی و حوزه‌های گوناگون به کار گرفته شود. اطلاعات زمینه‌ای لازم برای بهره‌گیری از این کتاب ضرورتاً به اطلاعات کسب شده توسط دانشجویان در اولین سال‌های دانشگاهی آن‌ها باز می‌گردد. بنابراین، مؤلفین خود را

به اصول بنیادین محدود ساخته‌اند و به نظر می‌رسد که دانشجویان قبلاً می‌بایست آموزش‌های اساسی در ریاضیات و پدیده‌های فیزیکی را فرا گرفته باشند. سراسر این کتاب، از مطالعات عمیق پدیده‌ها به منظور طفره رفتن اکثریت خوانندگان پرهیز شده است.

افراد علاقمند، در صورت ضرورت قادر خواهند بود در کارهای تخصصی بدون هرگونه مشکل جدی، پس از کسب اطلاعات لازم از طریق بازبینی نسبتاً کامل روش‌های متداول این کتاب به عنوان مشاور اقدام نمایند.

همچنین محتوای این کتاب بازتاب‌دهنده تغییرات ژرف در عادات کاری آزمایشگاهی است که نتیجه استفاده از رایانه‌ها همراه با رشد تقاضا برای تجزیه شیمیایی است. بازبینی تقریباً بیست شیوه در کمتر از ۴۵۰ صفحه ممکن است چالشی را بروز دهد، هر شیوه می‌تواند شایستگی بحث طولانی را داشته باشد زیرا استفاده از آن در اغلب کاربردها و در حوزه‌های گوناگونی فراهم است. این دلیلی است بر این که چرا مؤلفین فقط ارائه ابزارها را به جای تشریح کلی آن‌ها انتخاب کرده‌اند.

این کتاب از یک دوره آموزشی ارائه شده به مدت طولانی برای دانشجویان در IUT در لمائز سرچشمه گرفته است. برخی دوستان و همکاران علاقمند بودند که اولین چاپ کتاب (در سال ۱۹۹۲) را خوانده و نظرات و پیشنهادهایی ارائه دهند. این چهارمین چاپ، توسط دو فصل اضافی مرتبط با روش‌های الکتروآنالیتیک و یک فصل در ارتباط با آمار پایه در شیمی تجزیه کامل گردیده است. برگردان این کتاب از فرانسوی به انگلیسی نیز به لحاظ پیرامونی مستقیم خوانندگان بیشتر، صورت پذیرفته است.

ما می‌خواهیم از پسرانمان تشکر کنیم: از وین سنت به خاطر کمک در شکل‌ها و دستورالعمل‌ها و تجربه‌اش در امور رایانه و از زاویه به لحاظ اطلاعات عملی و فنی مفیدش.

همچنین از مجامع علمی فرانسوی و خارجی که با اطلاعات صحیح ما را در این کتاب یاری رساندند نیز قدردانی می‌نماییم. کمک آن‌ها بسیار ارزشمند بود، به ویژه آن که عناوین بکار گرفته شده با فن‌آوری و پیشرفت دستگاهی مرتبط بوده است. همچنین عمیق‌ترین تشکر و قدردانی خود را نسبت به گای اورسون کسی که با نوشتن پیشگفتار این کتاب بر ما ارج نهاده است ابراز می‌داریم.

لمائز، ژانویه ۲۰۰۰

اف. روساک

ا. روساک

مقدمه چاپ انگلیسی

کتاب تجزیه شیمیایی: روش های مدرن و شیوه های دستگاهی که بدو توسط پروفیسور اف. روساک و خانم اش. آ. روساک به فرانسوی نگارش یافته بود، چندین بار تجدید چاپ و باز بینی شده است و اکنون در چاپ چهارم می باشد. این یک پروژه در حال پیشرفت با چاپ های روز آمد و اضافاتی مفید است.

منظور از این کار همراه سازی اطلاعات اساسی بر روی روش های تجزیه شیمیایی و شیوه های جدید دستگاهی بوده است که در سال های اخیر توسعه و بهبود یافته است. هدف نهایی، ایجاد امکانات در قالب یک کتاب مرجع برای تجربه گر و آماده سازی دانشجویان با یک ابزار آموزشی پوشش دهنده اغلب شیوه های دستگاهی حاضر در تجزیه شیمیایی است. این کتاب اصول اساسی را بیان نموده و دستگاه های متداول را تشریح می نماید و کاربردهای مهم اغلب شیوه های تجزیه ای را مورد بحث قرار می دهد.

این کتاب روش های تجزیه را بر حسب سه گروه دسته بندی می کند: شیوه های جداسازی، شیوه های اسپکتروسکوپی (طیف بینی) و سایر روش ها. این کتاب برای دانشجویان دوره کارشناسی در شیمی نگارش یافته است ولی با این دید می تواند مورد توجه دانشجویان سایر رشته ها (فیزیک، زیست شناسی و غیره) که از روش های تجزیه شیمیایی و شیوه های دستگاهی بهره می برند نیز قرار گیرد. بنابراین، این کتاب اطلاعات کافی جهت درک شیوه ها و کاربردها را فراهم می سازد و امکان دستیابی دانشجویان به اطلاعات اضافی در کارهای پیشرفته تر با بحث در شیوه های دستگاهی تخصصی با جزئیات بیشتر را نیز مقدور می سازد.

پروفیسور روساک موضوع ارائه شده در این کتاب را در اثنای فعالیت آموزشی خود در دانشگاه مانر گرد آورده است و او تلاش نموده تا پیوستگی بین تئوری و عمل را به نحو قابل توجهی نشان دهد. فصل ها حاوی شرح دستگاه ها و شیوه ها با جزئیات است که با تعدادی مثال های کاربردی که

برای دامنه خاصی از شیوه‌ها و همچنین قدرت و ضعف آن‌ها در جهان کاربردی مفید است همراهی می‌شود.

ظرف سال‌ها، شاهد شکوفایی وسیع در تجزیه شیمیایی بوده‌ایم. در نتیجه توسعه صنایع الکترونیکی و علوم رایانه‌ای، بسیاری از روش‌های جدید بر اساس اندازه‌گیری‌های فیزیکی گسترش یافته است و این روش‌ها هم اکنون کاربرد وسیعی یافته‌اند. امروزه، گروهی از شیوه‌های دستگاهی وجود دارند که بسیار حساس‌تر و انتخابی‌تر بوده و قادرند برای مسایل تجزیه‌ای در اغلب حوزه‌های علمی به منظور تعیین ساختار و تعیین مقدار گونه‌های شیمیایی بکار گرفته شوند. برای مثال، روش‌های فیزیکی تجزیه شیمیایی به طور گسترده‌ای در علوم زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرند. به علاوه، ترکیبی از دو یا تعداد بیشتری از شیوه‌های دستگاهی تجزیه منجر به معرفی روش‌های تلفیقی (hyphenated) گردیده که بسیار قدرتمند و نیازمند دانش اساسی برای تحت پوشش قرار دادن اصول است. این دست نویس (کتاب) دانش ضروری برای درک این شیوه‌ها را فراهم می‌سازد و درب ورودی به حوزه‌های کاربردی آن‌ها را باز می‌کند. این کتاب برخی شیوه‌های قدیمی‌تر که جایگاه مهم خود در فرایندهای صنعتی را تحکیم بخشیده‌اند را نیز مورد بررسی قرار می‌دهد.

برای ما مایه خوشوقتی است که کار و فعالیت پروفیسور روساک را برگردان می‌کنیم. گرچه قادریم موارد فنی را نسبتاً دقیق برگردان نماییم، ولی بیان خوش و مطلوب بکار گرفته شده توسط مؤلفین در زبان مادری خود را نمی‌توان جابجا کرد، چون معمولاً این حالتی است که به هنگام فرایند برگردان و ترجمه صورت می‌پذیرد. بر خلاف این محدودیت، ما معتقدیم که محتوای این کتاب برای خوانندگانی که طالب دانش و اطلاعات در زمینه تجزیه شیمیایی و روش‌های تجزیه دستگاهی هستند کاملاً مفید و مورد استفاده خواهد بود.

میشل، جی. برترند، استاد تمام

کارن سی. والدن، استادیار

پیشگفتار چاپ فرانسوی

چند سال قبل، همکاران متخصص در شیمی تجزیه به من خرد می گرفتند که حوزه فعالیت را با تجزیه شیمیایی اشتباه گرفته‌ام. شیمی تجزیه علمی جدا شده و دور افتاده از کاربردهای اساسی در تجزیه شیمیایی بود. به هر حال، من به آن‌ها اعتقاد نداشتم، و هرگز نمی‌دانم که دوره شیمی تجزیه‌ای که پانزده سال قبل در استراسبورگ با آن آشنا شدم در ارتباط با کدام یک بود. این کتاب هم شیمی تجزیه و هم تجزیه شیمیایی است. در هر حال، عنوان کتاب واضح‌تر است: "روش‌ها و شیوه‌های جدید دستگاهی". در هر صورت، این عنوان به طور کامل حاوی اطلاعات مفید نمی‌باشد. همیشه تجزیه شیمیایی توسط دستگاه‌هایی که هرگز امکان به روز شدن نمی‌یافتند صورت می‌پذیرفته است. ترازوی تجزیه‌ای سالیان درازی است که یکی از مهمترین این دستگاه‌ها تلقی می‌شود.

امروزه روش‌های پیچیده گوناگون در آزمایشگاه‌ها به کار گرفته می‌شوند. این کتاب روش‌ها را به نحوی ساده، قاعده‌دار، حتی دقیق تشریح می‌کند. آشناسازی و ابداعات مطلوبی برای تمام شیوه‌های جداسازی کروماتوگرافی و روش‌های شناسایی ساختاری در آن صورت گرفته است. اغلب توصیف‌های کتاب، سبب شده که ابزار تدریس ضروری و لازم برای شیمیدان‌های تجزیه مشتاق باشد. در چاپ‌های آتی کتاب، امیدوارم که اف. روساک و همسرش کمی تغییر در بخش ترازوی تجزیه‌ای. همانگونه که در بالا یاد آور شدم، انجام دهند. و همچنین بر روی روش‌های الکتروشیمیایی، نمونه‌برداری - که بسیار محدود بحث شده - و تصحیح داده‌ها و اطلاعات عددی (بایگانی اطلاعات اولیه، تصحیح آماری، نمایش ترسیمی و مانند آن). یا شاید در جلد دوم؟

پیشگفتار چاپ انگلیسی

به زبان هلندی، "scheikunde" (آلمانی: "Scheidekunst" به معنی هنر جداسازی است) مترادف با "Chemistry" است. شیمی هیچ گاه بدون فرایند جداسازی وجود نخواهد داشت، بدون فرایند تجزیه! فرایند تجزیه نیز بدون "شیوه‌ها و روش‌های دستگاهی" وجود ندارد، به عبارت دیگر بدون عنوان فعلی کتاب!

روش دستگاهی برای مدت مدیدی، روش نسبتاً خام و ناپخته توسط استانداردهای امروزی تلقی می‌شد: کوره، تقطیر، قیف جداکننده، فیلتر (صافی)، ترازو ... ناپخته و ارزان، امروزه، هیچ آزمایشگاه جدید و مدرنی بدون صرف هزینه میلیون‌ها پوند سرمایه در تهیه طیف‌سنج‌های NMR، جرمی، نوری، کروماتوگراف‌هایی با کارایی بالا و دستگاه الکتروآنالیتیک، مجهز و قابل استفاده نخواهد بود.

چه میزان از این مسئولیت سنگین بر دوش شیمیدان تجزیه قرار می‌گیرد! شیمیدان تجزیه کسی است که، در اولین وهله، مسئول پر قدرت تعطیلی کارخانه (باله‌سوز تولید کننده دیوکسین، تأیید آفت‌کش جدید ناپایدار (غیر مقاوم)، تنزل رتبه یک ورزشکار از عنوان المپیکش به خاطر استفاده غیر قانونی از داروها، شناسایی یک مجرم توسط مقادیر بسیار ناچیز باروت در دستانش، تعیین مقدار آلاینده‌های زیست محیطی، ردیابی دیابتی‌ها، یا شناسایی و ردیابی مستومین، استقرار و تحمیل استانداردهای مورد استفاده در تجارت جهانی ... می‌باشد. تجزیه‌گر، با قدرتش در گفتن "آری" یا "نه"، کسی است که با نفوذترین فرد در بین معاصرین ما به حساب می‌آید.

کتاب‌های بسیاری در شیمی تجزیه وجود دارد، ولی تعداد بسیار کمی بودند به ویژه به زبان فرانسوی، همانند آنچه که فرانسویس و آنیک روساک، اولین چاپ فرانسوی کتاب حاضر را در هشت سال قبل منتشر کردند: آن‌ها تورفتگی (خلا) را پر کردند. چهار چاپ پیاپی کتاب گواه آن است که تورفتگی به خوبی پر شده است: کتاب آن‌ها ساده، حاوی مطالب بسیار مفید بود و به روز نیز در آمده است. از طریق تصحیحات پیاپی، کتاب آمادگی برگردان (ترجمه) را پیدا کرد. من مطمئن هستم که

۴.....فرایند تجزیه شیمیایی

چاپ انگلیسی حاضر. تا آنجا که آگاهم، همتا و هم ارزی ندارد و اکنون در سراسر جهان برای دانشجویان و همچنین متخصصین مفید خواهد بود. دست مرزاد، روساک و روساک!

۱۴ فوریه ۲۰۰۰

گای اوریسون

رئیس آکادمی علوم فرانسوی

www.ketab.ir

قدردانی

بسیار خوشحالیم که چاپ انگلیسی "Analyse Chimique" منتشر شده است. مؤلفان از پروفیسور کارن والدرون دانشگاه مونترال به دلیل کار بسیار دشواری که او در برگردان کتاب متحمل شده است تشکر و قدردانی می‌کنند.

همچنین تشکر ویژه خود را به پروفیسور گای اوریسون، رئیس آکادمی علوم فرانسوی، کسی که علاقه‌مندی خود را با ارائه پیشگفتار جدید ابراز داشته و همچنین به دکتر استف بروک از انیستیتو پاستور لیل، کسی که تمرین‌ها و راه‌حل آنها را برگردان کرده است، ابلاغ می‌کنیم. در مقایسه با چاپ فرانسوی ما چندین بازبینی و موارد اصلاحی را منظور کرده‌ایم. چند وب سایت انتخابی پیشنهادی نیز به منظور نشان دادن عناوین و شیوه‌ها ارائه شده است. تشکر مخصوص ما به کارکنان John Wiley & Sons, Ltd به دلیل ارائه کتابی با ظاهری دلپسند است. ما جداً از کمک ناشر و ویراستار تولید آندی اسلاد و دان بوث قدردانی می‌کنیم. همچنین از بازنگر و مصحح، جین هامت، به لحاظ پیشنهادهای ارزشمند متشکریم. در زیر، فهرست شرکت‌هایی که بسیار علاقه‌مند بودند تا ما را در دستیابی به اطلاعات و

مدارکی که تعداد معینی از آنها در این کتاب تجدید چاپ شده است، یاری کنند ارائه شده است:

Agilent Technologies, All, American Stress Technologies, Anotec, Amptek, Areleo, Asoma, ATI, ATS, Bio-Rad, Bosch, Bruker, Camag, Carbone-Lorraine, Chrompack, Chba, CTTM, Daiiso Company, Desaga, Dionex, DuPont, EG&GOrtec, Erba Science, ETP Scientific, Eurolabo, Finnigan, Fisons-Instruments, Galileo, Grasby-Electronic, Hamamatsu, Hamilton, Hewlett-Packard, Hitachi, Imaging sensing technology, Jeol, Jenway, Jobin-Yvon, Jordan Valley, Kevex, Labsystems, Leeman Labs, Leybolds, Merck, Metorex, Metrohm, Mettler-Toledo, Microsensor Technology, Nicolt, Ocean Optics, Oriel, Ortec, Oxford Instruments, Perkin-Elmer, PEsCiex, Pharmacia- Biotech, Philips, Photovac, Polymer Lab, PSS, Rhcodyne, Scientec, Scientific Glass Company, Servomex, Shimadzu, Siemens, SMIS, Supelco, Tekmar, Teledyne, Thermo-Optek, Thermo-Quest, Thermo Jarrel Ash, Tosohaas, Varian, VG Instruments, Waters, Wilmad Glass.

مؤلفان، آنیک و فرانسیس روساک

مقدمه

شیمی تجزیه، علمی نزدیک به شیمی فیزیک است که به عنوان شاخه‌ای از شیمی محض محسوب می‌شود. اساساً هدف نهایی شیمی تجزیه، توسعه و کاربرد روش‌شناسی جدید و دستگاهی در راستای فراهم‌سازی اطلاعاتی در زمینهٔ ماهیت و ترکیب ماده است. شیمی تجزیه امکان تعیین ساختار جزیی یا کلی یک جسم از نمونه‌هایی با پیچیدگی گوناگون را مقدور می‌سازد. سرانجام، شیمی تجزیه در تفسیر نتایج حاصله نیز نقش دارد. واژه شیمی تداعی‌کنندهٔ آن است که شیمی تجزیه، فرایند تجزیهٔ عناصر شیمیایی و ترکیبات معین حاصل از آنها را نیز شامل می‌شود. شیمی تجزیه از نظر کاربردی، اساس تجزیه شیمیایی است که به مطالعهٔ روش‌ها و شیوه‌های گوناگون مورد استفاده در حل مشکلات فرایند تجزیه مربوط می‌شود.

در تمام علوم تجربی، نظم گسترده شیمی تجزیه دلالت دارد و مطالعهٔ آن نیازمند دانش وسیعی در حوزه‌های مختلف است. همچنین به عنوان یک علم بین‌رشته‌ای، بعضاً انتقال‌پذیر معرفی می‌شود و در کسب نتایج بسیاری از پدیده‌هایی که به ظاهر احساس می‌شود ارتباطی با شیمی ندارند، دخالت دارد. بنابراین، تجزیه شیمیایی جدید بر اندازه‌گیری‌های فیزیکی-شیمیایی حاصل از کاربرد انواع دستگاه‌های مجهز به رایانه‌های کوچک مبتنی است.

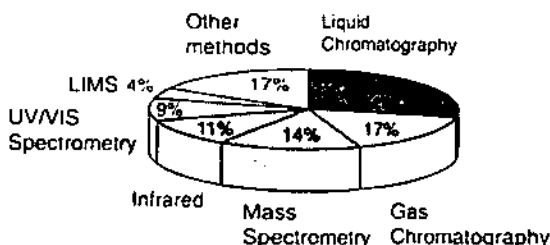
توسعهٔ تدریجی فرایندهای متعدد، شرایط پاسخگویی تجزیه‌گر به تقاضاهای روزافزون گوناگون را فراهم ساخته است. علاوه بر این، مطالعهٔ شیوه‌های جدید تجزیه شیمیایی از بحث شیمی تشریحی سنتی خارج شده است. بسیاری از فرایندهای تجزیه، چه در عرصهٔ چه روی میز کار، در محیط‌های غیرتخصصی انجام می‌پذیرد. تعیین (مقدار) اجسام کاملاً بدون استفاده از واکنش‌های شیمیایی و پرهیز از آنها به دلایل گوناگون در جریان است. روش‌های پیشین شیمی‌ترا، به علت حساسیت کم و طولانی بودن از اهمیت چندانی برخوردار نیست و حتی دقت عمل آنها نیز به لحاظ

استفاده از معرف‌های شیمیایی ناخالص به سادگی تغییرپذیر است. با این حال، روشهای شیمی تر هنوز هم برای مطالعه مورد توجه است.

فرایند تجزیه شیمیایی در اغلب زمینه‌ها برخلاف شیمی سنتی یا پاراشیمی، لازم و ضروری شده است و هم اکنون در علوم پزشکی (و برای علوم تشخیصی)، بیوشیمی، شیمی غذا، علوم زیست محیطی (آلودگی) و در حوزه‌های گوناگون صنعتی استفاده می‌شود. شیمی تجزیه فقط به شیمی محدود نمی‌شود، برای مثال توسعه مقررات گردش آزاد محصولات در اروپا و نمایندگی مسئول حفاظت محیط زیست، هر دو نیازمند تعداد زیادی فرایندهای تجزیه‌ای است: مدارک مستند گواه آن است که شیمی تجزیه دارای آینده‌ای مطمئن و ممتاز است.

اکنون شیمی تجزیه بیش از هر زمان دیگر با تحقیقات کاربردی، مجلات تخصصی و بسیاری از رویدادهای بین المللی^۱ که توسط تولیدکننده‌های شناخته‌شده جهانی برگزار می‌شود، ارتباط زنده و پویایی دارد.

□ روش تعیین اهمیت یک شیوه، بررسی آمارهای اقتصادی مرتبط با فروش دستگاه‌های مربوط است. نفوذ و گسترش یک شیوه فنی امکان مواجهه احتمالی یک تجزیه‌گر در انشای شغل حرفه‌ای خود با آن را افزایش می‌دهد؛ برای مثال علم آمار نشان می‌دهد که شیوه‌های کروماتوگرافی به تنهایی بیش از نیمی از فروش دستگاه‌های تجزیه مولکولی را به خود اختصاص داده است (در مقابل تجزیه عنصری است، که نیم دیگر را پوشش می‌دهد). به هر حال، شاخص‌های اقتصادی تنها عامل مورد استفاده در تعیین اهمیت یک روش به حساب نمی‌آیند. در موارد تجزیه‌ای خاص، یک روش با کاربرد محدود چنانچه به عنوان تنها راه حل مشکل تلقی شود، می‌تواند به عنوان مهمترین روش محسوب شود.



تجزیه مولکولی برای سال ۲۰۰۰، نشان‌دهنده ۹ بیلیون دلار هزینه

فرایند تجزیه شیمیایی، گواه بسیاری از نوآوری‌ها تلقی می‌شود: تکامل تدریجی فناوری‌هایی که منجر به توسعه دستگاههایی با کارایی بالا شده است، بویژه روشهای برجسته جفت‌شده^۱ و غیرتخریبی، امکانات جدیدی را فراهم ساخته است. آزمایش‌های غیرتخریبی^۲ را می‌توان برای نمونه‌های بسیار کم که تهیه مقادیر زیاد آنها مقدور نیست به کار برد.

کاربران می‌توانند به دستگاههایی دست یابند که نیازمندی‌های کیفی و دقیق لازم برای کسب گواهینامه را فراهم سازد. ارائه‌دهندگان گواهینامه توسط تعدادی از مراکز آزمایش‌کننده در سراسر جهان تحت فشار قرار دارند.

دقت بسیار مهم است، ولی به عنوان شرط کافی برای تشخیص رسمی نتایج کیفی ارائه‌شده توسط یک آزمایشگاه به حساب نمی‌آید. دستورالعمل‌های صدور گواهی توسط تعدادی از سازمان‌های آزمایشگر در سراسر جهان انجام می‌پذیرد. تجزیه‌گر شدن نیازمند رقابت علمی، ریاضت، صداقت و درستکاری است. فرد تجزیه‌گر نباید فقط با شیوه تجزیه آشنا باشد، بلکه برای اجتناب از بروز خطاها بایستی با سیستم شیمیایی تحت بررسی نیز آشنایی داشته باشد.

□ اغلب یک جسم خاص می‌تواند با چندین روش اندازه‌گیری شود. انتخاب یک روش، کار ساده‌ای نیست، از این رو باید از کلیه عوامل اطلاع و آگاهی داشت و به تعدادی از سؤالات نیز پاسخ داد:

- آیا نیروهای متخصص ماهر برای انجام عمل تجزیه در دسترسند؟
- آیا فرایند تجزیه قابلیت تکرارپذیری دارد؟
- میزان دقت لازم چقدر است؟

۴..... فرایند تجزیه شیمیایی

- آیا روش، نیازمند تجزیه جزئی یا کامل نمونه است؟

- آیا جسم مورد تجزیه در نمونه به عنوان سازنده اصلی (۱-۱۰۰٪)، سازنده جزئی (۰/۰۱-۱) یا سازنده

بسیار جزئی (کمتر از ۰/۰۱ درصد) نمونه است؟

- هزینه عمل تجزیه چقدر است؟

- بازیافت نمونه پس از اندازه گیری ضروری است؟

- فرایند تجزیه چه مدت زمانی طول می کشد؟

- میزان اعتبار نتایج روش انتخاب شده چقدر است؟

- پیامدهای احتمال بروز خطا در اندازه گیری چیست؟

به هنگام مواجهه با یک فرایند تجزیه، مشکل باید به طریق روشمندی حل و فصل شود. علمی که کمومتری نامیده می شود، هدفش کمک به یافتن بهترین روش لازم برای حل یک معضل تجزیه ای به عنوان تابعی از محدودیت های تحمیل شده از طریق سه مسیر متفاوت است: روش شناسی، اصلاح داده ها، و تفسیر نتایج.

نقطه آغازین در بررسی ماهیت جسم مورد آزمایش، انتخاب روش تجزیه است: اسپکتروسکوپی، الکتروشیمیایی، جداسازی و غیره.

گام دوم، انتخاب شیوه است. برای مثال اگر کروماتوگرافی به عنوان یک روش انتخاب شده است، شیوه کروماتوگرافی فاز گازی یا فاز مایع، کدام بهتر است؟

مرحله سوم، انتخاب دستورالعمل اجرایی نمونه و روش تهیه آن برای کسب بهترین نتیجه است.

روش عملیاتی انتخاب شده به پروتکل آزمایشی مربوط است. اساساً پروتکل دستورالعمل تجزیه تلقی می شود و کلاً فرایند کنترل شده توسط استانداردهای از پیش تعریف شده محسوب می شود. این دستورالعمل شامل استانداردسازی در هر مرحله از فرایند تجزیه از مرحله تهیه نمونه تا اندازه گیری های آزمایشی است.

در پایان، نتایج ارائه می شوند و داده های خام عمل تجزیه در صورت امکان به شکل پرونده های (فایل های) غیرنوشتاری رایانه ای بایگانی می شوند. کلیه این موارد مهم، در عمل تجزیه در کتب رسمی تحت عنوان GLP^۱ قابل دستیابی است.

اجرای اصولی عملیات آزمایشگاهی^۱

در تجزیه دستگاهی، نتایج حاصل از یک دستگاه به صورت عددی به راحتی قابل پذیرش است، زیرا معمولاً ما دقت یک عدد را با دقت در اندازه گیری اشتباه می گیریم. متأسفانه در تجزیه شیمیایی، همانند سایر موارد، اشتباه می تواند پیامدهای جدی داشته باشد، به همین دلیل مسئولان آزمایشگاه های تجزیه، برای تعریف مجدد اصول قانونی معرف کیفیت آزمایشگاهی، تحت فشار قرار دارند.

مجموعه ای از نظریات کلی تجزیه شیمیایی، برای اولین بار در نهم مارس ۱۹۹۰ در مجله رسمی فرانسوی^۲ به چاپ رسید. این توصیه ها که GLP نامیده می شود، نه فقط در تجزیه شیمیایی بلکه در برخی از حوزه های دیگر نیز استفاده می شود.

GLP نه تنها شامل اصول قانونی در سازماندهی آزمایشگاهی است، بلکه شرایط چندگانه تجزیه ای نظیر برنامه ریزی، طرز عمل، کنترل، ثبت و انتشار نتایج را نیز تأمین می کند. این حکم، واریسی محیط کامل تجزیه برای بیمه کنایی را ضروری می سازد. بنابراین، این حکم چگونگی سازماندهی ضروری یک آزمایشگاه را تشریح می کند و مسئولیت پرستلی در هر مرحله از تجزیه را مشخص می سازد و قوانین کلی نسبت به محتوای یک آزمایش و کنترل های آن را تعیین می کند.

مجموعه ای از دستورات، مشخص کننده آن است که اغلب داده های خام به دست آمده از خروجی رایانه ای دستگاه های جدید، بایستی برای مدت ۱۰ سال نگهداری شوند. همین اقدام بایستی در مورد طرح های مطالعات تجزیه ای، استانداردهای مرجع، نمونه ها و گزارش نهایی نیز انجام پذیرد. زمانی که نتایج نهایی به محاسبات بررسی داده ها توسط نرم افزار وابسته است و عملیات انجام شده نرم افزار بر روی داده ها، برای کاربران نامعلوم است، باید داده های خام بایگانی شوند. به همین دلیل، دستگاه های متعددی با قدرت رونوشت برداری از داده های خام به صورت پرونده های دوتایی غیر قابل تغییر، برای تطبیق با مقررات، طراحی و ساخته شده است.

این حکم به عنوان اجماع بین المللی برای تشخیص مطالعات انجام شده در کشورهای گوناگون به کار می رود. هر آزمایشگاهی که خواستار سازگاری با GLP است، باید متقاضی بررسی و بازدید باشد. هر آزمایشگاه پس از بررسی و اعلام موافقت GLP، اجازه فعالیت در حوزه مقررات جامعه

1- Good laboratory practice (GLP)

2- Official Journal of The French Republic (No. 90-206 . p. 2891)

۶.....فرایند تجزیه شیمیایی

اروپایی را کسب می‌کند. موافقت GLP به معنی برچسب کیفیت معتبر برای تمام عملیات آینده آزمایشگاه تلقی نمی‌شود.

به هر حال، این اصول قانونی به سازماندهی بهینه یک آزمایشگاه بستگی دارد. تنظیم قواعد معین مشکل است، به ویژه قواعدی که از ثبت جریان اطلاعاتی کسب شده توسط دستگاه‌ها حاصل می‌شود. نیازمند مقادیر معتنا به حافظه رایانه‌ای است. در نتیجه، در حال حاضر، هیچ آزمایشگاهی ظرفیت پاسخگویی ۱۰۰ درصد به اصول قانونی بایگانی کلیه داده‌های خام حاصل از یک دستگاه را ندارد.

به هر حال، GLP بیانگر مجوز عملیات آزمایشگاهی است و دارای محاسنی از قبیل تعریف مشکلات، فراهم‌سازی پاسخ‌ها و ارائه مسئولیت‌های هر فرد درگیر در هر مرحله از فرایند تجزیه است.

www.ketabir