



دانشگاه تربیت مدرس شهید رجائی

راهنمای پایه برای

تجزیه شیمیایی

در

آزمایشگاه

ترجمه:

رسول عبدالله میرزائی

استادیار گروه شیمی دانشگاه تربیت مدرس شهید رجائی

الهام عبدالله میرزائی

اکرم السادات نکوئی

سر شناسه : مولر - هاروی، آیرین (Irene) Mueller - Harvey, I.

عنوان و نام پدید آور : راهنمای پایه برای تجزیه شیمیایی در آزمایشگاه / (آی.مولر هاروی، آرام بیکر) :

ترجمه رسول عبدالله میرزائی، الهام عبدالله میرزائی، اکرم السادات نکوئی .

مشخصات نشر : تهران : دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، 1388.

مشخصات ظاهری : 232ص: مصور، جدول

شابک : 978-964-2651-34-4

وضعیت فهرست نویسی : فیپا.

یاداشت : عنوان اصلی: Chemical analysis in the laboratory : a basic guide, c2002

یاداشت : واژه نامه

موضوع : شیمی تجزیه

شناسنامه افزوده : بیکر، ریچارد ام.

شناسنامه افزوده : Baker, R.M. (RICHARD M.)

شناسنامه افزوده : عبدالله میرزائی، رسول، 1352 - ، مترجم

شناسنامه افزوده : عبدالله میرزائی، الهام، 1355 - ، مترجم

شناسنامه افزوده : اکرم ، السادات نکوئی، 1365 - ، مترجم

شناسنامه افزوده : دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی.

رده بندی کنگره : QD75/22/8م 1388

رده بندی دیویی : 543

شماره کتابشناسی ملی : 1782125



دانشگاه تربیت دبیر رجائی

عنوان : راهنمای پایه برای تجزیه شیمیایی در آزمایشگاه

ترجمه : رسول عبدالله میرزائی، الهام عبدالله میرزائی، اکرم السادات نکوئی

چاپ اول : تابستان 1388

انتشارات : دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی

لیتوگرافی : فرهنگ صبا

چاپ : چاپ و نشر شریف

ناظر فنی : شهرام طهماسبی

طراح جلد : آرش عبدالله میرزائی

شمارگان : 1000 جلد

قیمت : 3000 تومان

شابک : 978 - 964 - 2651 - 34 - 4 : ISBN: 978-964-2651-34-4

کلیه حقوق این اثر برای مترجمین و دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی محفوظ است.

نشانی: تهران، لویزان - کد پستی 16788 - صندوق پستی 163 - 16785 - تلفن: 9 - 22970060

نمابر: 22970003 پست الکترونیک sru@srttu.edu

پیشگفتار مترجمان :

مطالعه پیشگفتار نویسندگان درباره اهمیت کتاب حاضر ، می تواند ما را به خواندن آن ترغیب کند همانطور که ما را به ترجمه آن وا داشت. کتاب حاضر از جمله کتاب های منتشره از طرف انجمن شیمی سلطنتی انگلیس می باشد که می تواند به عنوان یک کتاب راهنما راهگشای کار محققین در زمینه تجزیه آزمایشگاهی باشد. به هر حال در این کتاب به نحوه برخورد استاندارد با مسائل مختلف در یک آزمایشگاه تجزیه پرداخته شده است که می تواند برای سایر محققین در آزمایشگاه های دیگر شیمی هم قابل استفاده باشد. به نظر می رسد خواندن این کتاب برای دانشجویان دوره های تحصیلات تکمیلی شیمی، جهت آشنایی با روش های استاندارد آزمایشگاهی مفید باشد. تلاش ما بر این بود که ترجمه کتاب حاضر بتواند تا حد امکان روان باشد تا درک مطالب آن تسهیل شود. با این حال بسیار شادمان خواهیم شد که نکته نظرات شما را در ارتباط با مطالب ترجمه شده جویا شویم تا بتوانیم آن را در چاپ های بعدی بهبود ببخشیم^۱. در اینجا لازم می دانیم که از خانواده های خود که ما را در این مسیر همراهی نمودند و با صبوری خود امید بخش تلاش ما بودند تشکر نماییم.

رسول عبدالله میرزائی - الهام عبدالله میرزائی - اکرم السادات نکوئی

^۱ ra.mirzaei@srttu.edu

پیش‌گفتار:

علم تجزیه به عنوان کلید تکنولوژی دارای اهمیت بحرانی برای نیازهای صنایع دارویی، شیمیایی و بخشهایی مانند کشاورزی، غذا، دارو، محیط زیست، دادگاهی، مهندسی و غیره می باشد. به عبارت دیگر علم تجزیه به عنوان علم میان رشته ای می باشد و حتی ممکن است در جای خود به عنوان بخش مجازی به حساب آید.

علم مذکور اطلاعات اندازه گیری را که مبتنی بر قوانین دولت و مصرف کننده می باشد، فراهم می کند (به عنوان مثال سطوح آلوده کننده های جوی ایجاد شده به وسیله وسایل نقلیه موتوری و چربیهای اشباع نشده در غذاهای آماده). از این روست که می توان این علم را، علم حل مسئله دانست. دانشمند علم تجزیه باید با دانشمندان و متخصصانی از درون و بیرون علوم طبیعی و همچنین با همه کسانی که به دانش و مهارتهای آزمایشگر تجزیه ای^۲ اعتماد دارند همکاری نماید تا مشکلات آنها برطرف شده و یا اطلاعات لازم فراهم گردد. هر فعالیت تجزیه ای شامل مراحل مختلفی همچون ترکیب فرایندهای واحد به صورت مدل، شروع تصمیم و تعیین هدف به منظور انجام تجزیه و پایان دادن ارزیابی با تکرار پذیری و صحت اطلاعات به دست آمده، می باشد. همچنین از آنجا که در اغلب موارد نقش اصلی محقق تجزیه ای در خصوص ارباب رجوع، ثابت کردن

^۲ Analyst

دلایل انجام تجزیه و اهداف به دست آمده از آن می باشد، وسعت دانش محقق این علم، به او کمک می کند تا روش درستی را برای رضایت بخش بودن اهداف خود برگزیند.

امروزه کتابهای زیادی در زمینه تجزیه موجود می باشد، هر چند بیشتر این کتابها بر جزئیات روشهای تجزیه ای تمرکز نموده (به عنوان مثال کتابهایی که بر اساس اصول کروماتوگرافی و طیف سنجی می باشد) و اصول اساسی از قبیل علت انجام تجزیه و چگونگی گرفتن نمونه ها در آنها لحاظ نمی شود. شایان ذکر است بیشتر کتابهای جدید، خواننده را به سوی اهمیت نمونه برداری هدایت می کند؛ چرا که اگر مقدمات نمونه برداری و روش های قابل استفاده در این زمینه دارای اهمیتی آماری و منطقی باشد، کمک شایانی به حصول نتیجه مطلوب خواهد کرد.

این کتاب با تاکید بر علوم زیستی کاربردی نوشته شده و تلاش می کند با استفاده از روش تعاملی بسیاری از بخشهای اساسی را که بر تجزیه تاثیرگذار است، مورد بررسی قرار دهد؛ به ویژه مرحله تصمیم گیری ابتدایی که برای تعریف اهداف و ارزیابی اطلاعات بعدی به کار می رود و شامل چگونگی تخمین عدم قطعیت اندازه گیری می شود. به همین منظور نمونه برداری های صورت گرفته به همراه مثالهایی که مربوط به بسیاری از شرایط محیطی و کشاورزی می باشد، ذکر شده است. سایر فصلهای این کتاب نیز به جنبه های ایمنی کار در آزمایشگاه، مراقبت و استفاده از وسایل آزمایشگاهی عادی، تهیه نمونه و همچنین مهارت استفاده از واحدها و تهیه محلولهای استاندارد پرداخته است. در حال حاضر بسیاری از این

موضوعات تدریس نمی گردد در صورتی که عامل اساسی و مهم برای کسب نتایج بهتر به شمار می روند.

مخاطب اصلی این کتاب دانشجویان دوره کارشناسی علوم زیستی (مانند علوم گیاهی و علوم محیطی کشاورزی) که ناگزیرند خودشان اندازه گیریهای تجزیه ای را انجام دهند، قادر خواهند بود با مطالعه دقیق این کتاب، به ویژه فصل های اول و دوم، ارزش بالای کار خود را به افرادی که به تازگی وارد این حوزه از علم شده اند (مانند دانشجویان دوره کارشناسی، کارشناسی ارشد یا حتی برای کارمندان جدید آزمایشگاه تجزیه)، اثبات نمایند.

Brian W. Woodget

UK Analytical Partnership , Skills Network Facilitator

فصل اول

سازماندهی نتایج حاصل از تجزیه

۱	۱ - اهمیت ارتباط و طرح ریزی
۹	۱-۱ - فعالیت
۹	۲-۱ - آیا می توانیم از سوء تفاهم ها اجتناب کنیم
۱۱	۳-۱ - نکاتی راجع به این بخش
۱۴	۲ - زمانی که نمونه ها در آزمایشگاه هستند
۱۵	۱-۲ - یادداشت کردن
۱۵	۳ - مشکلات مربوط به ماده نمونه
۱۹	۴ - آیا مقدار کار لازم، عملی است؟
۲۱	۴ - ۱ - نکاتی راجع به این بخش
۲۳	۵ - مشکلاتی با تعاریف
۲۴	۵ - ۱ - روشهای تجربی
۲۵	۵ - ۱ - ۱ - مواد مقوی قابل دسترس
۲۸	۵ - ۱ - ۲ - فیبر و مواد چوبی بافتهای گیاهی
۲۸	۵ - ۲ - اصطلاحات عام
۲۹	۵ - ۲ - ۱ - تانن
۲۹	۵ - ۲ - ۲ - رس
۳۰	۵ - ۲ - ۳ - نیتروژن

فصل دوم

طرح نمونه برداری، جمع آوری نمونه و تهیه آن

۳۳	۱ - طرح نمونه برداری
۳۷	۱ - ۱ - یک مثال از منطقه دفن زباله
۴۲	۲ - تمرینات

۴۲	۲ - ۱ - مواد مغذی خاک و جوانه‌های درخت
۴۴	۲ - ۲ - آلودگی فلز سنگین از کشتزار
۴۵	۲ - ۳ - آلودگی رودخانه‌ای
۴۶	۲ - ۴ - نکاتی راجع به تمرین
۴۶	۲ - ۴ - ۱ - مواد مغذی خاک و جوانه‌های درخت
۴۷	۲ - ۴ - ۲ - آلودگی فلز سنگین از کشتزار
۴۸	۲ - ۴ - ۳ - آلودگی رودخانه
۴۸	۳ - نمونه‌گیری
۵۰	۳ - ۱ - نمونه‌های تشکیل شده از اجزاء مختلف
۵۱	۳ - ۲ - بکارگیری و نگهداری
۵۲	۳ - ۳ - تهیه نمونه
۵۳	۳ - ۴ - آلودگی
۵۴	۴ - تمرینات عملی
۵۴	۴ - ۱ - نمونه‌برداری چای
۵۵	۴ - ۲ - نمونه‌برداری خاک
۵۹	۴ - ۳ - در آزمایشگاه
۵۹	۴ - ۳ - ۱ - نمونه‌های چای
۵۹	۴ - ۳ - ۲ - نمونه‌های خاک
۶۰	۴ - ۴ - نکاتی در مورد تمرینهای عملی
۶۰	۴ - ۴ - ۱ - نمونه‌برداری چای
۶۱	۴ - ۴ - ۲ - نمونه‌برداری خاک

فصل سوم

طرح‌ریزی برای کار در آزمایشگاه

۶۳	۱ - مرتب کردن
۷۷	۲ - تمرینات
۷۷	۲ - ۱ - شناسایی مواد شیمیایی و مواد خطرناک و تعیین ریسکها

۷۹	۲ - ۲ - تعیین رنگ سنجی فسفر
۷۹	۲ - ۲ - ۱ - معرفیها
۸۰	۲ - ۲ - ۲ - روش تجزیه‌ای (خلاصه)
۸۱	۲ - ۳ - تعیین فیبر
۸۲	۲ - ۳ - ۱ - معرفیها
۸۴	۲ - ۳ - ۲ - استفاده از معرفیها (خلاصه)
۸۴	۳ - ایمنی در آزمایشگاه
۸۴	۳ - ۱ - کد کار
۸۷	۳ - ۲ - خطراتی در آزمایشگاه
۸۹	۳ - ۳ - مثال‌هایی از کارهای رومیزی نامناسب

فصل چهارم

اوزان و مقیاس‌ها

۹۱	۱ - مقدمه
۹۴	۲ - درستی و دقت
۹۶	۲ - ۱ - نکاتی راجع به این بخش
۹۷	۳ - وزن کردن و مواظبت از ترازوها
۱۰۲	۴ - مراقبت و استفاده از ظروف شیشه‌ای
۱۰۴	۴ - ۱ - تمیز کردن ظروف شیشه‌ای
۱۰۵	۴ - ۲ - اتصالات مفصلی شیشه‌ای اصلی و شیشه‌آلات
۱۰۷	۴ - ۳ - ایمنی
۱۰۸	۴ - ۴ - ظروف شیشه‌ای حجمی
۱۰۹	۴ - ۴ - ۱ - تاثیر دما
۱۰۹	۴ - ۴ - ۲ - دقت تقریبی
۱۱۰	۴ - ۴ - ۳ - دقت مناسب
۱۱۰	۴ - ۴ - ۴ - دقت خوب
۱۱۱	۴ - ۴ - ۵ - بالاترین دقت

- ۱۱۲ ۴ - ۴ - ۶ - استفاده صحیح از پیپت شیشه‌ای
- ۱۱۵ ۵ - تمرین عملی
- ۱۱۵ ۵ - ۱ - عدم قطعیت اندازه‌گیری
- ۱۱۹ ۶ - دادن اعتبار به کار تجزیه
- ۱۱۹ ۶ - ۱ - آیا مطمئنیم که نتایج درست هستند؟
- ۱۱۹ ۶ - ۱ - ۱ - عدم قطعیت ترکیبی
- ۱۲۳ ۶ - ۱ - ۲ - بررسی نمونه‌ها و آزمایش مهارت
- ۱۲۶ ۶ - ۱ - ۳ - اعتبار آزمایشگاه
- ۱۲۷ ۶ - ۱ - ۴ - قابل ردیابی
- ۱۲۸ ۶ - ۲ - تمرین
- ۱۲۸ ۶ - ۲ - ۱ - نکاتی راجع به تمرین

فصل پنجم هضم و استخراج

- ۱۳۱ ۱ - تهیه محلول از نمونه‌ها
- ۱۳۴ ۱ - ۱ - معرفی کردن نمونه‌های چای
- ۱۳۵ ۱ - ۱ - ۱ - معرفیها
- ۱۳۶ ۱ - ۱ - ۲ - وسایل مورد نیاز
- ۱۳۷ ۱ - ۱ - ۳ - روش تجزیه‌ای
- ۱۴۰ ۱ - ۲ - استخراج از نمونه‌های چای با آب گرم (دم کردن)
- ۱۴۰ ۱ - ۲ - ۱ - معرفیها
- ۱۴۱ ۱ - ۲ - ۲ - وسایل مورد نیاز
- ۱۴۳ ۱ - ۲ - ۳ - روش تجزیه‌ای
- ۱۴۶ ۱ - ۳ - استخراج فسفر قابل دسترس از خاک
- ۱۴۷ ۱ - ۳ - ۱ - معرفیها
- ۱۴۹ ۱ - ۳ - ۲ - وسایل مورد نیاز

فصل ششم

تعیین‌ها

- ۱۵۳ ۱ - تهیه محلولهای استاندارد
- ۱۵۵ ۱ - ۱ - یک تمرین در مورد غلظت‌های محاسبه‌ای
- ۱۵۷ ۱ - ۱ - ۱ - تذکرات کلی
- ۱۵۷ ۲ - انجام تعیین‌ها به وسیله جذب اتمی
- ۱۵۹ ۲ - ۱ - تعیین روی و منگنز در محلول
- ۱۵۹ ۲ - ۱ - ۱ - معرفها
- ۱۶۰ ۲ - ۱ - ۲ - وسایل مورد نیاز
- ۱۶۰ ۲ - ۱ - ۳ - محلولهای استاندارد
- ۱۶۲ ۲ - ۱ - ۴ - روش تجزیه‌ای
- ۱۶۴ ۲ - ۱ - ۵ - محاسبه و ارزیابی
- ۱۶۴ ۳ - تعیین‌های رنگ‌سنجی
- ۱۶۵ ۳ - ۱ - تعیین مقدار فسفر در محلول
- ۱۶۶ ۳ - ۱ - ۱ - معرفها
- ۱۶۷ ۳ - ۱ - ۲ - وسایل مورد نیاز
- ۱۶۸ ۳ - ۱ - ۳ - محلولهای استاندارد
- ۱۶۹ ۳ - ۱ - ۴ - روش تجزیه‌ای
- ۱۷۲ ۳ - ۱ - ۵ - اندازه‌گیری میزان جذب
- ۱۷۴ ۳ - ۱ - ۶ - محاسبه و ارزیابی
- ۱۷۶ ۴ - پاسخ‌های پیشنهادی
- ۱۷۶ ۴ - ۱ - تمرین مربوط به محاسبه در بخش ۱ - ۱
- ۱۷۶ ۴ - ۱ - ۱ - محلول نیترات پتاسیم (a)
- ۱۷۷ ۴ - ۱ - ۲ - محلولهای استاندارد نیتروژن در KCl با غلظت ۲ مولار (b)
- ۱۷۸ ۴ - ۱ - ۳ - محلول ارتو فسفات دی‌هیدروژن پتاسیم (c)

- ۱۷۸ ۴ - ۱ - ۴ - محلولهای استاندارد فسفر در NaHCO_3 ۰/۵ مولار (d)
- ۱۷۹ ۴ - ۱ - ۵ - محلول سولفات آمونیوم (e)
- ۱۷۹ ۴ - ۱ - ۶ - محلولهای استاندارد نیتروژن در HCl ۰/۱ مولار (f)

- ۱۸۱ مراجع
- ۱۸۳ ضمیمه

مقدمه:

چرا انجمن سلطنتی شیمی انگلستان کتابی را که دربرگیرنده اطلاعات اساسی و

تمرینهایی در زمینه شیمی تجزیه می باشد، منتشر می کند؟

با بیان چندین مثال می توان نشان داد نه تنها در دانشکده های شیمی بلکه در سایر

رشته های علوم زیستی نیز لازم است که بسیاری از مسائل اساسی موجود در

آزمایشگاههای شیمی تجزیه از طریق تعلیم و تربیت مورد توجه قرار گیرد. بعضی از

برگزیده های یادداشت زیر در مورد درخواستهای ارباب رجوع، در پرونده های کاری وجود

دارد:

■ من این گیاه عجیب را یافته ام. آیا شما در ازای پرداخت ۲۰ پوند،

می توانید بگوئید چه چیزهایی در آن وجود دارد (محقق بازدید کننده: مهندس

کشاورزی)؟

■ آیا می توانید مقدار نیتروژن را برای من تجزیه کمی کنید و بگوئید کدام

یک از گوجه فرنگی ها به صورت عالی رشد کرده اند (زیست شناسی که در

شرکت تولید غذا کار می کند).

■ فقط کل محتوای فسفر (P) موجود در این استخوانها را به من بگوئید.

نمونه ها را خاکستر نکنید. دلایل خاکستر نکردن نمونه ها را به شما نمی توانم

بگویم، همچنان که نمی‌خواهم شما بین من و دیگران فرق بگذارید. شما آزمایشگر تجزیه‌ای هستید و باید بدانید چه اسیدی را با چه قدرتی به کار ببرید (زیست‌شناسی که بر روی استخوان تحقیق می‌کند).

ارائه چنین مثالهایی از زندگی واقعی، نیازی ضروری به آموزش پیشرفته در سطح مشترکی بین رشته‌های علمی دارد. استفاده‌کنندگان بعدی از تجزیه‌شیمیایی بایستی قادر به تفکر تحلیلی باشند و از دانش اساسی در مهارت‌های تجزیه‌ای بهره‌مند تا بتوانند به آزمایشگر تجزیه‌ای کمک کنند.

مراحل تجزیه به قرار زیر است:

درک ایده، جمع‌آوری نمونه‌ها، انجام کار تجزیه، بررسی درستی اطلاعات، تفسیر اطلاعات و گزارش نتایج.

روشهای تجزیه‌ای به عنوان ابزارهای مفید تحقیق مطرح می‌شوند. دانشجویان، محققان و سایر کاربران روشهای تجزیه‌ای باید موارد زیر را ارزیابی کنند:

▪ بدیهی است هر روش تجزیه‌ای مزایا و معایبی را شامل می‌شود. زیرا می‌تواند در یک زمینه خاص، اطلاعاتی را ارائه نماید که در حوزه‌های دیگر قادر به ارائه آن نباشد. (اگرچه این مورد یکی از اصول اساسی هر تحقیق قابل پژوهش و یا هر کار کارگاهی می‌باشد، اما لازم است که بر آن تاکید گردد).

▪ یک درخواست کار تجزیه نادرست منجر به نتایجی می شود که در بهترین حالت بخشی از سرمایه را هدر می دهد و در بدترین حالت همچنین باعث تصمیم گیریهای نادرست می شود .

▪ هیچ جایی برای این نظر قدیمی وجود ندارد که کار تجزیه به صورت یک کار عادی، آسان و خسته کننده است؛ یعنی ارزش صرف پول و گذاشتن وقت را ندارد. این مورد کار تجزیه را به صورت ساده و مختصر، به عنوان یک مسئله بی ارزش درونی و بیرونی بیان می کند (Gillespie Etal . ۱۹۹۹).

علم تجزیه نیازمند انواع مهارتها می باشد و هدف این کتاب نشان دادن تعدادی از موضوعات اساسی به معلمان و مدرسان است تا با ارائه مقدمه، پاره ای توضیحات و چند مثال، به گسترش مهارتهای تجزیه ای فراگیران کمک کنند. این کتاب به عنوان مرجع برای انجام تمرینهای بهتر و استاندارد صنعتی می باشد. مثالهای موجود در این کتاب از علوم زیستی برگرفته شده است و هدف اصلی آن کاربردی بودن مطالب ارائه شده ، برای دانشجویان زیست شناسی و علوم طبیعی است؛ البته این کتاب برای دانشجویان شیمی نیز که آزمایشگرهای تجزیه ای آینده می باشند، برای حل مشکلات ارائه شده از طرف مراجعان علوم زیستی، کمک کننده خواهد بود. روشهای دستگامی در این کتاب در هر قسمت بحث نشده اند؛ زیرا در بسیاری از کتابهای اصلی از این روش ها، فراوان سخن به میان آمده است.

قبل از شروع کار تجزیه در آزمایشگاه باید موضوعات اساسی زیر بیان شود:

- ارتباط مناسب
- نمونه برداری مناسب (کار با نمونه و تهیه آن)
- نگهداری یادداشتهای
- طراحی یک آزمایش برای پاسخگویی به سوالات (البته با بودجه امکان پذیر)
- انتخاب روش تجزیه ای مناسب (به منظور تشخیص تفاوت بین تجزیه کل مواد مغذی و نیز تجزیه مواد مغذی قابل دسترس)
- انجام تخمین ریسک

هرگز نباید تصور کرد همه افرادی که در آن آزمایشگاهها مشغول به کارند، تمام اصول تجزیه شیمیایی را که شامل موارد زیر می باشد، یاد گرفته اند:

- تمرینهای آزمایشگاهی خوب
- استفاده صحیح از ترازو و ظروف شیشه ای حجمی
- چگونگی تهیه محلول استاندارد و انجام محاسبات اساسی (که از جمله منابع رایج در خطاها هستند)

▪ چه زمانی نمونه های هضم شده یا استخراج شده را به کار ببریم.

▪ معنای صحت، دقت و عدم قطعیت در اندازه گیری

▪ در صورت درست بودن نتایج، چگونگی ارزیابی آنها

تجربه ای که توسط ما و همکارانمان انجام شده است، نشان می دهد که چندین

مورد، نیازمند توجه ویژه می باشد :

▪ ارباب رجوع باید مایل به مشارکت با آزمایشگر تجزیه ای و بیان اهداف

کار با وی باشد.

▪ آزمایشگر تجزیه ای باید قادر به بیان این مسئله باشد که روش

تجزیه ای چه اطلاعاتی را می تواند فراهم کند.

▪ آزمایشگر تجزیه ای باید اهداف ارباب رجوع و یا محقق را درک کند.

▪ محقق و آزمایشگر تجزیه ای باید ضمن اطمینان از استفاده صحیح نمونه

های شاهد، استاندارد و مواد مرجع دقیق خود، هدف ردیابی مقادیر بسیار کم،

طرح آزمایش مهارت و اعتبار آزمایشگاه را درک کند.

در نهایت می توان گفت که کار کردن در سطح مشترک بین شیمی تجزیه و علوم،

فوق العاده مهیج و با ارزش است. رضایتمندی آزمایشگر های تجزیه ای و دانشمندان علوم

غذایی را که در تحقیق بر روی برگ‌های *Maringa Oleifera*^۱ (می باشد) با هم مشارکت می نمایند، تصور کنید. این برگ‌ها تأثیرات جالبی در کاهش سوء تغذیه کودکان دارد و همچنین باعث بهبود افزایش وزن و کاهش خستگی در بزرگسالان می گردد (Fuglie ۲۰۰۱). این نوع تحقیق میان رشته ای - بین آزمایشگر های تجزیه ای، متخصصان تغذیه، پزشکان بالینی و سایر محققان - بر پایه تجزیه شیمیایی ویتامین A در برگ‌های تازه، در سس‌های تهیه شده به روش سنتی (که همه ویتامین‌های خود را از دست داده اند) و در غذاهای تهیه شده با دستور پخت جدید (که همه ویتامین‌های آن حفظ شده است) می باشد. بنابراین به کارگیری علم یادشده باعث بهبود ارزش غذای سنتی و استفاده قابل تحملی از منابع محلی می شود.

امید است مطالب و مثال‌های ارائه شده در این کتاب، دانشجویان و معلمان را ترغیب نماید که به محیط اطرافشان نظری افکنده و دستگاه‌های تجزیه ای و تمرینات خود را توسعه دهند. بدین ترتیب می توانند در گفتگو‌هایی که در آینده بین ارباب رجوع یا مصرف کنندگان و تولیدکنندگان تجزیه شیمیایی صورت می پذیرد، حضوری موثر و فعال داشته باشند.

^۱ درختی است از منطقه Sahel که در برابر خشکی مقاوم است.

تقدیر و سپاس گذاری مولف :

کتاب حاضر برپایه مطالبی گردآوری شده است که پیش از این، تحت "اصلاح پروژه"^۲ مورد بررسی قرار گرفته است. خاطرنشان می سازد پروژه مذکور به وسیله امتیاز HEFCE، سرمایه گذاری شده و توسط دانشگاه Hull انجام شده است. در پایان بدین وسیله ضمن سپاسگزای از تمام کسانی که در طی این مدت از هیچ کمکی فروگذار نکرده و به یاریمان شتافته اند، از اینکه ناگزیریم به دلیل جلوگیری از اطاله کلام، از ذکر اسامی آنها خودداری نماییم، پوزش می طلبیم. در اینجا بر خود لازم می دانیم مراتب تقدیر و تشکر خود را از افراد زیر که با پیشنهادات خود و تهیه مواد ما را یاری رساندند، اعلام نماییم:

- Sarah Brochlehurst: آزمایشگر تجزیه ای دانشکده، دانشکده Wye از دانشگاه لندن (به خاطر تهیه نظرات و مواد آموزشی برای فصل ۱ و فصل ۳)
- پرفسور Peter Keay: رئیس مرکز سیستمهای پیشرفته میکروآنالیز (CAMAS) از دانشگاه Luton
- دکتر Richard Moyes: رئیس "اصلاح پروژه" از دانشکده شیمی دانشگاه Hull
- دکتر Tina Overton: معاون رئیس "اصلاح پروژه" از دانشکده شیمی دانشگاه Hull و مسئول کارگاه های آموزشی "اصلاح پروژه"

^۲ Project Improve

- دکتر Julian Park: از دپارتمان شیمی دانشگاه غرب انگلیس (به خاطر تهیه اطلاعات و مطالب آموزشی موجود در فصل ۴)
- دکتر Elizabet Prichard: از شرکت LGC (Teddington)
- دکتر David Rowell: از دپارتمان علوم خاک دانشگاه Reading (به خاطر استفاده از مطالب مربوط به علوم خاک و کار مدیریتی موجود در فصل ۵)
- Steve Scatt از شرکت Sartorius

نکات کلی:

- در کل کتاب برای حجم از واحد cm^3 به جای ml و همچنین از واحد لیتر به جای dm^3 استفاده شده است.
- منظور از آب در این کتاب، آب دیونیزه شده مطابق استاندارد آزمایشگاه عمومی می باشد که دارای هدایت الکتریکی کمتر از $1 \mu\text{Scm}^{-1}$ می باشد، البته مگر اینکه به صورت دیگری بیان شده باشد.
- معرف های شیمیایی دارای کیفیت "معرف های ویژه آزمایشگاهی"^۳ هستند، مگر اینکه به صورت دیگری بیان شده باشند.

^۳ Specified laboratory reagent

فصل اول

سازماندهی نتایج حاصل از تجزیه

۱- اهمیت ارتباط و طرح ریزی

ارتباط ضعیف بین آزمایشگر تجزیه ای^۱ و محقق باعث می شود تا کار آزمایشگر تجزیه ای بر روی نمونه ها برخلاف انتظار محقق باشد. لذا ضروری است که آزمایشگر تجزیه ای و محقق به منظور اطمینان از ثمر بخشی و قابل قبول بودن کارهای انجام شده بر روی نمونه ها و همچنین حصول رضایت از آزمایش های صورت گرفته، از اطلاعات همدیگر مطلع باشند.

^۱ Analyst

به هنگام خواندن این مطالب از شما درخواست می گردد به موقعیت در نظر گرفته شده برای آزمایشگر تجزیه ای به دقت توجه کنید. در پایان این مطالب تعدادی یادداشت توضیحی وجود دارد، اما قبل از رجوع به آنها تقاضا می شود کمی در مورد چگونگی اجتناب از نتایج غیر قابل قبول تامل نمایید.

تصور کنید گفتگوی زیر بین محقق و آزمایشگر تجزیه ای که در واقعیت هم ممکن است پیش بیاید، در آزمایشگاه صورت بگیرد:

محقق: هفته آینده تعدادی از گیاهان مورد آزمایش را برداشت خواهیم کرد. لازم

است مقدار فسفر (P) موجود در آنها را بدانم. آیا می توانید آنها را برایم تجزیه کنید؟

آزمایشگر تجزیه ای: بله، یکی از روشهای استاندارد ما، تعیین مقدار P در ماده گیاهی

می باشد. چه زمانی نمونه ها را برایم می آورید؟

محقق: اگر من نمونه ها را روز پنجشنبه برداشت کنم، آیا می توانم آنها را صبح

جمعه برایتان بیاورم؟

آزمایشگر تجزیه ای: باید برنامه کاری روزانه ام را بررسی کنم. بسیار خوب، شما

می توانید آنها را روز جمعه برایم بیاورید. پس صبح جمعه شما را با نمونه های مورد نظر

می بینیم.

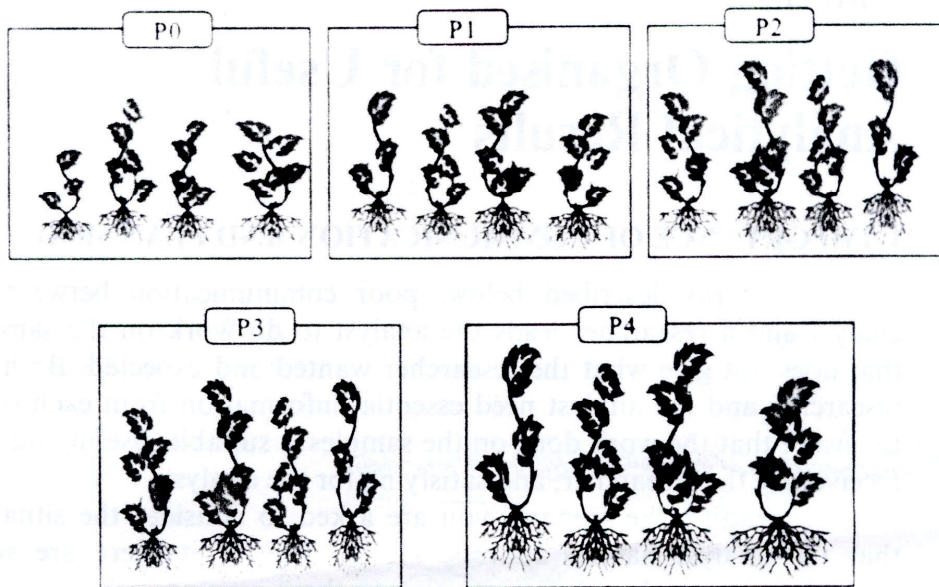
ایجاد تغییرات جزئی در برنامه، امری اجتناب ناپذیر است. محقق باید محل کارش را

زود ترک می کرد و نمونه ها را به همکارش می داد تا به آزمایشگاه برسد. نمونه های مورد

نظر در زمان تعیین شده (صبح جمعه) در پنج کیسه قابل حمل به همراه یک یادداشت به دست آزمایشگر تجزیه ای رسید. در یادداشت چنین آمده بود:

"نمونه های گیاهی برای تجزیه P ارائه می شود. امیدوارم نتیجه این آزمایش ها پس از دو هفته آماده باشد."

کیسه های قابل حمل به صورت P_۱ و P_۲ و P_۳ و P_۴ نامگذاری شدند. هر کیسه شامل چهار گیاهچه بود که مقداری خاک نیز به ریشه های آنها چسبیده بود (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱- گیاهان دریافتی برای کار تجزیه

آزمایشگر تجزیه ای به دلیل اینکه قبلاً نمونه هایی را از این محقق دریافت نکرده بود و کار تجزیه آنها را نیز در این آزمایشگاه انجام نداده بود، بایستی از قدرت خلاقیت و ابتکارات خویش در مورد این نمونه ها استفاده می کرد؛ به ویژه آنکه نگهداری آنها تا زمان برگشت محقق، امکان پذیر نبود.

- آیا شما مشکلاتی را برای آزمایشگر تجزیه ای در تصمیم گیری و چگونگی پیشرفت کار پیش بینی می کنید؟
- چه توصیه ای برای او دارید؟
- آزمایشگر تجزیه ای کدام قسمت از گیاهچه را برای آزمایش نیاز داشت:

■ آیا همه مواد را می توان فراهم ساخت؟

■ آیا خاک ریشه گیاهان باید جدا شود؟

■ آیا ریشه و خاک باید از گیاهچه جدا شود؟

■ آیا فقط برگ گیاهچه ها مورد آزمایش قرار می گیرد؟

- چه مقدار نمونه موجود می باشد:

■ در هر مورد پنج نمونه موجود می باشد که در هر کدام، مواد چهار گیاه

جمع شده است؟

■ ۲۰ نمونه، یعنی ۴ بار تکرار یک گیاه در هر مورد؟

• آیا فکر می کنید چنین تصمیم هایی در ارتباط با کار تجزیه و یا نتیجه

هریک از این موارد، مهم می باشد؟

انجام این کار ریسک بالایی داشت؛ چرا که آزمایشگر تجزیه ای و محقق هر دو ادعا

می کردند بیشتر از دیگری می دانند؛ ضمن آنکه در این خصوص، ارتباط کافی نیز با

یکدیگر نداشتند. شاید این مسئله ناشی از عدم آگاهی محقق نسبت به کار آزمایشگر

تجزیه بود که مانع می شد سوالات خود را از آزمایشگر بپرسد. شاید هم محقق به روش

خاصی عادت داشت و تصور می کرد روش او با آنچه که در این کار، مورد انتظار و نیاز است،

متناسب می باشد.

آزمایشگر تجزیه ای علی رغم آنکه فردی منطقی و کمک کننده بود،

نمی توانست در همه موارد با محقق به توافق برسد. او در مورد فرضیه های زیر که برایش

منطقی به نظر می رسید، پیشرفت کرد.

• بریدن ریشه و جدا کردن خاک از گیاهان.

• استفاده از پنج سینی آلومینیومی ، نامگذاری آنها از P. تا P_۴ و گذاشتن

قسمت سر چهار گیاه از هر کیسه در سینی مناسب.

• گذاشتن سینی ها در آون و خشکاندن نمونه ها در شب با درجه حرارت

۸۰ °C.

• خرد کردن گیاهان خشک در هر سینی ، آسیاب کردن همه مواد در یک سینی و گذراندن آنها از الکی به قطر ۱ mm تا نمونه ای هم جنس از هر سینی به دست آید.

• ادامه کار با تعیین غلظت (P (g kg⁻¹) در پنج نمونه مورد نظر. به هنگام بازگشت محقق، کار آزمایشگاه تجزیه در ارائه گزارش نتایج، راضی کننده بود (جدول ۱-۱).

جدول ۱-۱- نتایج تجزیه

نمونه	P.	P _۱	P _۲	P _۳	P _۴
فسفر (P) gkg ⁻¹	۰/۹۶	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۲۶	۶/۳۵

حال محقق چند سؤال و پیشنهاد داشت.

- به نظر می رسد تراکم برگ در نمونه P_۴ خیلی بالا بوده است.
- آیا نتایج به دست آمده از لحاظ آماری مورد قبول می باشد؟