بسم الله الرحمن الرحيم

طرق تحليل الكميات البيئية الضئيلة

تأليف

جون ر. دين

جامعة نورثومبريا - نيوكاسل - المملكة المتحدة

ترجمة

الدكتور/ عبد الرحمن بن عبد الله الورثان

أستاذ بقسم الكيمياء

كلية العلوم -جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٢٩هـ (٢٠٠٨م)

هذه ترجمة عربية مصرح بها من مركز الترجمة بالجامعة لكتاب :

METHODS for Environmental Trace Analysis

By : John R.Dean

(C) John wily & Sons, 2003

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

دين ، جون

طرق تحليل الكميات البيئية الضئيلة . / جون دين ؛ عبدالرحمن بن عبدالله الورثان . - الرياض ، ١٤٢٩هـ

٣٥٥ ص ؛ ١٧×٢٤ سم

ردمك : ٢-٢٧١-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨

١- الكمياء التحليلية ٢- التحليل الكيميائي أ. الورثان ،عبدالرحمن بن عبدالله (مؤلف مشارك) ب . العنوان

ديوي ٥٤٦ ١٤٢٩/١٠١٢

رقم الإيداع : ١٤٢٩/١٠١٢

ردمك : ٢-٢٧١-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة ، شكلها المجلس العلمي بالجامعة ، وقد وافق المجلس العلمي على نشره - بعد الاطلاع على تقارير المحكمين - في اجتماعه الخامس للعام الدراسي ١٤٢٧/١٤٢٨هـ ، المعقود بتاريخ ٣٠/١٠/١٤٢٧هـ الموافق ٢١/١١/٢٠٠٦م .

النشر العلمي والمطابع ١٤٢٩هـ

تمهيد السلسلة
Series Preface

حدث في السنوات الأخيرة اتساع سريع في توفير وسائل تطوير التعليم والتي جلبت معها الحاجة إلى الإمداد بوسائل مرنة للتعليم من أجل الاستجابة لمتطلبات المزيد من الأنماط المتعددة للطلاب. وفي هذا الخصوص، أثبت مفهوم **التعليم المفتوح** open learning أنه طريقة تعليم قيِّمة وفعَّالة، وخاصة لهؤلاء الطلاب الذين لا يملكون الوقت اللازم بتفرغهم التام للدراسة لعدة أسباب. ونتيجة لذلك، نشرت لأول مرة John Wiley & Sons Ltd. سلسلة من المراجع في أواخر الثمانينيات من القرن العشرين عن **الكيمياء التحليلية بالتعليم المفتوح** Analytical Chemistry by Open Learning (ACOL)). تلك السلسلة التي غطت الغالبية العظمى من التقنيات التحليلية، انتشرت بسرعة كمصدر قيِّم للتعليم معطية وسائل ملاءمة ومرنة للدراسة بالنسبة لهؤلاء الناس، الذين لظروفهم الشخصية لا يكونوا قادرين على التمتع بمزايا الطرق الأكثر ملاءمة في التعليم بهذا الموضوع خاصة.

وتلا نجاح سلسلة الكيمياء التحليلية بالتعليم المفتوح (ACOL)، والتي يُفهم من اسمها أنها تتعلق بالكيمياء التحليلية Analytical Chemistry، إدخال سلسلة التقنيات التحليلية في العلوم (Analytical Techniques in the Sciences (AnTS للتعليم المفتوح،

وكان هدفها التغطية الأكثر شمولية للعديد من مناطق العلم التي يُطبق فيها الآن التقنيات التحليلية بتوسع. وفي أذهاننا أن سلسلة التقنيات التحليلية في العلوم (AnTS) لا تمدنا فقط بالعديد من الكتب والتي لا تغطي التقنيات الفعلية ذاتها وحسب، ولكنها تغطي أيضا فروع المعرفة العلمية والتي تستلزم بالضرورة طرقاً تحليلية متميزة.

استمر التطوير في أجهزة التحليل الآلي، وبالتالي ازداد عدد المواد التي يمكن تحليلها روتينياً. إن الكتب التي تتعلق بالتقنيات techniques في تلك السلسلة سوف تعكس التطور في أجهزة التحليل الآلي، وتمدنا في الوقت نفسه بمناقشات تامة وتفصيلية عن المفاهيم الأساسية والنظريات بطريقة التحليل. وسوف تغطي مثل هذه الكتب العديد من التقنيات متضمنة التحليل الآلي عموماً والأطياف والكروماتوجرافيا والهجرة الكهربائية electrophoresis والتقنيات المرادفة والطرق الكهروتحليلية والتحليل بالأشعة السينية ومواضيع أخرى. أضف إلى ذلك أن الكتب في هذه السلسلة سوف تتضمن **تطبيق** application التقنيات التحليلية في العديد من التطبيقات مثل علم البيئة، والعلوم الحياتية، والتحليل الطبي، وعلم التغذية، وعلم الأدوية، والصيانة، وعلم الآثار القديمة ، وعلم البوليمرات ، وعلم المواد في الحالة الصلبة عموماً.

الكتب مؤلفة من قِبَل أناس متخصصين وبطريقة يسهل قراءتها بحيث يتضمن كل فصل تعليم الأهداف الموضوعية وملخصات المواضيع التي غطتها. إن تقدم القارئ مقرون باستخدامه لأسئلة التقدير الذاتي (Self Assessment Questions (SAQs وأسئلة المناقشة (Discussion Questions (DQs والتي يدعم إجاباتها النصوص. ولهذا فإن الكتب مناسبة لتطبيقات الاستذكار الذاتي ولتكوين أساس شركة صناعية بمخططات تدريب منزلية. ويحتوي كل نص أيضا على كمية من المواد الداعمة متضمنة المراجع وقوائم بالألفاظ الأوائلية والاختصارات وجداول وحدات القياس الدولية والثوابت الفيزيائية المهمة ، إضافة إلى ثبت المصطلحات والمراجع لمصادر البحث.

نأمل أن تثبت هذه السلسلة الحالية من المراجع بأنها نافعة ومصدر له قيمته في التعليم لكل من الطلاب والأساتذة الراغبين في العلم.

داف أندو

دارتفورد، المملكة المتحدة

تمهيد
Preface

خاض مجال تحضير العينة البيئية ثورة في العشرين سنة الأخيرة. وما كان ضروريا هو تطوير سلسلة من طرق العمل الأساسية، واستمر تطويرها إلى مناطق جديدة بتأثير قوي من المفاهيم الصناعية. ويغطي هذا الكتاب أساساً المفاهيم التقليدية لتحضير العينة البيئية لكل من الفلزات والمركبات العضوية من العديد من المواد الأصلية.

الكتاب مقسَّم إلى اثني عشر فصلاً تغطي الأساسية الجيدة لتدبير شئون المختبر، خلال أخذْ العينات وتخزينها وفي النهاية تحضير العينة للمركبات العضوية وغير العضوية من المواد الأصلية البيئية. وفصل آخر متخصص في طرق التحليل التي يمكن استخدامها للتحليل الكمي. ويسمح ذلك لمستخدم الكتاب أن يُجري التجارب بطريقة فعَّالة، والإرشادات مهداة أيضا للاحتفاظ بها في المختبر.

أمدنا الفصل الأول بمفاهيم الأمن والسلامة في المختبر عموما، إضافة إلى التوجيه المحدود نحو تسجيل البيانات الرقمية (بالوحدات الملائمة)، مع إعطاء أمثلة عن كيفية عرض البيانات بطريقة فعَّالة على شكل جداول وأشكال. وغطى الفصل أيضا المواضيع الخاصة بأخذ العينات الصلبة والسائلة. وفي النهاية، تمارين عددية متضمنة حساب معاملات التخفيف واستخدامها في حساب التراكيز الأصلية في العينات البيئية.

ويتعلق الفصل الثاني بمفهوم ضمان الجودة وكل ما يتضمنه من أجل الحصول

على معلومات موثوق بها عن العينات البيئية. وُضعت تأكيدات خاصة على المصداقية والدقة. وفي النهاية، التفاصيل عند استخدام المواد المرجعية المعتمدة في التحليل البيئي.

وتضمن الفصل الثالث أخذ العينات الممثِلة لأنظمة العينة. وأمدنا أيضا بتفاصيل محددة عن أخذ عينات التربة والمواد المترسبة (الرسوبيات) والماء والهواء. ويتعلق الفصل الرابع بمواضيع تخزين العينات وحفظها بالنسبة للمواد الملوثة العضوية وغير العضوية. وعلى وجه الخصوص، ركَّز على مكوث المعلومات عن الجسيمات الكيميائية في العينات البيئية الأصلية.

ركَّز الفصلاَن الخامس والسادس على مفاهيم تحضير العينات النوعية المتوافرة للتحليل العنصري للمواد الملوثة من العينة البيئية الأصلية، أساساً، التربة والماء. ويتعلق الفصل الخامس بالطرق المتوافرة لتحويل عينة بيئية صلبة إلى الشكل المناسب للتحليل العنصري. أكثر الطرق شيوعا مبنية على الهضم بالحمض للعينة الأصلية الصلبة، إما باستخدام فرن الموجات الدقيقة (الميكروويف) وإما السخان الكهربائي السطحي. وتنمو أهمية المعلومات عن الجسيمات الكيميائية بإعطاء بعض الأمثلة النوعية. ويلي ذلك أمثلة عن الطرق الانتقائية لإزالة الجسيمات بدون تدمير العينة. التفاصيل معطاة عن الطرق المتوافرة للاستخلاص الانتقائي للجسيمات الفلزية في دراسات التربة إما باستخدام طريقة استخلاص أحادية وإما تتابعية. إضافة إلى طريقة إجراء اختبار الاستخلاص الوظائفي (الفسيولوجي) على التربة. وفي النهاية، دور الطريقة التي تحاكي الاستخلاص المعدي.المعوي لاستخلاص الفلزات من الأطعمة. ويمدنا الفصل السادس بتفاصيل طرق استخلاص أيونات الفلزات من العينات المائية. وُضعت تأكيدات خاصة على استخلاص السائل بسائل بالرجوع إلى التبادل الأيوني والترسيب المشترك.

يركز الفصلاَن السابع والثامن على مفاهيم تحضير العينات النوعية المتوافرة

لاستخلاص المركبات العضوية من العينات البيئية الأصلية، أساساً، التربة والماء. ويتعلق الفصل السابع بدور الاستخلاص بهز الدورق على إزالة المادة العضوية من العينات الأصلية للتربة الأصلية. تباينت تلك التقنيات مع التطورات في تحضير العينة من استخلاص المركب العضوي والمعروفة بالاستخلاص السائل فوق الحرج والاستخلاص بمساعدة الموجات الدقيقة، والاستخلاص بالسائل المضغوط. والفصل الثامن مرتب بطريقة مشابهة. بداية، أمدنا بالتفاصيل عن استخدام الاستخلاص بالسوكسليت لنزع المركبات العضوية من العينات المائية. ويلي ذلك وصف للمفاهيم الأحدث والمعروفة بالاستخلاص بالطور الصلب والاستخلاص الدقيق بالطور الصلب.

ويتعلق الفصل التاسع باستخلاص المركبات الطيارة من الهواء الجوي. حيث وُضعت هنا تأكيدات خاصة عن التفكيك الحراري وإمرار الهواء وحجزه. ويركز الفصل العاشر على الطرق المستخدمة للتركيز التمهيدي للعينات بعد الاستخلاص. وفي هذه الحالة، نركز انتباهنا على مفهومين شائعين هما التبخير الدوار، والتفريغ الإسقاطي الغازي، على الرغم من أن تفاصيل هاتين الطريقتين لم تتوفرا.

ويعطي الفصل الحادي عشر التفاصيل الملاءمة لتحليل كل من الفلزات والمركبات العضوية. بالنسبة لتحليل العناصر، فلقد أولينا اهتماما خاصا بالطرق الطيفية الذرية متضمنة طيف الامتصاص الذري وطيف الانبعاث الذري. وأعطيت تفاصيل أيضا عن أطياف تألق الأشعة السينية للتحليل المباشر للفلزات في العينات الصلبة، والكروماتوجرافيا الأيونية للأنيونات في المحلول والفولتامتري النزعي المصعدي لأيونات الفلزات في المحلول. بالنسبة للمركبات العضوية، رَكَّزْنَا اهتمامنا بصفة خاصة على المفاهيم الكروماتوجرافية، أساساً الكروماتوجرافيا الغازية والكروماتوجرافيا السائلة ذات الأداء العالي. أعطيت تفاصيل أيضا عن طيف الأشعة تحت الحمراء لتحويل فورييه لتحليل الهيدروكربونات البترولية الكلية.

ويمدنا الفصل الثاني عشر والأخير بأمثلة عن الأشكال المستخدمة لتسجيل المعلومات في المختبر وقت إجراء التجربة. أعطيت الإرشادات أيضا عن تسجيل المعلومات المصاحبة للمعالجة التمهيدية للعينة. ثم أمدنا بالأشكال التخصصية لتسجيل تفاصيل تحضير العينة المقرون بالعينات البيئية العضوية وغير العضوية. وفي النهاية، أعطى الإرشادات العامة لتسجيل المعلومات المصاحبة لتحليل الفلزات والمركبات العضوية. واختتم الفصل باختيار قوائم من الدوريات العلمية والكتب (العامة والتخصصية) والأقراص المدمجة وأفلام الفيديو والمواقع على شبكة المعلومات الدولية internet.

وفي الختام، أود أن أنوه تنويها خاصا لجميع الطلاب الذين يريدون تنمية معلوماتهم في مجال تحضير العينة البيئية. الإنجازات عديدة ومختلفة عبر نطاق عريض لتحضير العينة البيئية، ولكن جميعها جدير بالاهتمام.

جون ر. دين
جامعة نورثومبريا
نيوكاسل – المملكة المتحدة

الألفاظ الأوائلية والاختصارات والرموز
Acronyms, Abbreviations and Symbols

AAS	طيف الامتصاص الذري
AC	تيار متردد
ACN	أسيتونيتريل
ACS	الجمعية الكيميائية الأمريكية
A/D	المتماثل إلى الرقمي
AE	كحول إيثوكسيلات
AES	طيف الانبعاث الذري
AFS	طيف التألق الذري
aMAE	الاستخلاص الجوي بمساعدة الموجات الدقيقة
ANOVA	تحليل الاختلاف
APDC	ثنائي ثيوكربامات بيروليدين الأمونيوم
AsB	بيتان الزرنيخ
AsC	كولين الزرنيخ

الاستخلاص المتسارع بالمذيب	ASE
الفولتامتري النزعي المصعدي	ASV
جوي (وحدة الضغط)	atm
مكتب الصندوق الاجتماعي المرجعي (الأوربي)	BCR
الحاجة الكيميائية الحيوية للأكسجين	BOD
منظم الضغط الخلفي	BPR
نقطة الغليان	bpt
بنزين.تولوين.إيثيل بنزين.زايلينات	BTEX
كولوم	C
جهاز مقرون الشحنة	CCD
الهجرة الكهربائية الشعرية	CE
الكروماتوجرافيا الكهربية الشعرية	CEC
الكروماتوجرافيا الغازية الشعرية	cGC
التأين الكيميائي	CI
الحاجة الكيميائية للأكسجين	COD
قوانين التحكم في المواد الضارة بالصحة	COSHH
مادة مرجعية معتمدة	CRM
طيف امتصاص ذري بارد البخار	CVAAS
مقدِّر أسْر إلكتروني	ECD
الإيثيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل	EDTA
أثر الإلكترون	EI
قوة دافعة كهربية	emf

طيف امتصاص ذري كهروحراري (تذرر)	ETAAS
إلكترون فولت	eV
نظام تركيز تبخيري (آلي)	EVACS
طيف امتصاص ذري لهبي	FAAS
مقدِّر تأين لهبي	FID
تألق	FL
مقياس الشدة الضوئية (المضوائية اللهبية)	FP
مقدِّر الشدة الضوئية اللهبي (مقدِّر مضوائي لهبي)	FPP
الأشعة تحت الحمراء لتحويل فورييه	FTIR
كروماتوجرافيا غازية	GC
طيف امتصاص ذري فرن الجرافيت	GFAAS
الصحة والأمن عند العمل	HASAW
مصباح المهبط الأجوف	HCL
الكروماتوجرافيا السائلة ذات الأداء العالي	HPLC
طيف الامتصاص الذري بتوليد الهيدريد	HyAAS
الكروماتوجرافيا الأيونية	IC
البلازما مزدوجة الحث	ICP
البلازما مزدوجة الحث.طيف الانبعاث الذري	ICP.AES
البلازما مزدوجة الحث.مطياف الكتلة	ICP.MS
نصف القطر الداخلي	id
الأشعة تحت الحمراء	IR
المنظمة الدولية للتعيير	ISO

ع

الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية	IUPAC
جول	J
كروماتوجرافيا سائلة	LC
مدى ديناميكي خطي	LDR
المختبر الكيميائي الحكومي	LGC
استخلاص السائل بسائل	LLE
الاستخلاص بمساعدة الموجات الدقيقة	MAE
أحادي بيوتيل القصدير	MBT
ميثيل أيزوبيوتيل الكيتون	MIBK
البلازما المستحثة بالموجات الدقيقة	MIP
حمض أحادي ميثيل الزرنيخ	MMAA
مطياف الكتلة	MS
مقدِّر انتقائي للكتلة	MSD
تشتيت الطور الصلب للمادة الأصلية	MSPD
المعهد الدولي للمقاييس والتقنية	NIST
الطنين (الرنين) النووي المغناطيسي	NMR
مبيد حشري عضوكلوريني	OCP
أوكتاديكايل سيلان	ODS
مبيد حشري عضوفوسفاتي	OPP
عضوقصديري	OT(s)
هيدروكربونات أروماتية عديدة الحلقات	PAH
اختبار الاستخلاص المبني فسيولوجيا	PBET

PCB	ثنائي فينيل عديد الكلور
PCDD	ثنائي بنزو.بارا.دايوكسين عديد الكلور
PCDF	ثنائي بنزوفيوران عديد الكلور
PEF	الاستخلاص بالسائل المضغوط
pMAE	الاستخلاص بالسائل المضغوط بمساعدة الموجات الدقيقة
PMT	أنبوبة المضاعف الضوئي
ppb	جزء من البليون (10^9)
ppm	جزء من المليون (10^6)
ppt	جزء من الألف (10^3)
psi	رطل لكل بوصة مربعة
PTFE	عديد رباعي فلورو إيثيلين
QFAAS	طيف الامتصاص الذري بفرن الكوارتز
RF	تردد راديو
rms	جذر متوسط المربعات
rpm	لفة (دورة) في الدقيقة
RSC	الجمعية الملكية للكيمياء
SAX	تبادل أيوني قوي
SCX	تبادل كاتيوني قوي
SD	انحراف معياري
SE	مقدار الخطأ المعياري
SFC	كروماتوجرافيا سائلة فوق الحرجة
SEF	استخلاص سائل فوق الحرج

النظام الدولي للوحدات	SI (units)
متابعة (مراقبة) الأيون المنفرد	SIM
اختبار المقاييس والمواد	SM & T
مادة التربة العضوية	SOM
بيروليدين ثنائي ثيوكربامات الصوديوم	SPDC
الاستخلاص بالطور الصلب	SPE
الاستخلاص الدقيق بالطور الصلب	SPME
مادة مرجعية قياسية	SRM
ثلاثي بيوتيل القصدير	TBT
أكسيد ثلاثي بيوتيل القصدير	TBTO
مقدِّر التوصيل الحراري	TCD
التحليل الوزني الحراري	TGA
الكروماتوجرافيا ذات الطبقة الرقيقة	TLC
الهيدروكربونات البترولية الكلية	TPH
ثلاثي فينيل القصدير	TPT
محدِّد الموقع لمصدر موحَّد	URL
وكالة حماية البيئة بالولايات المتحدة	USEPA
الأشعة فوق البنفسجية	UV
فولت	V
مرئي	vis
المادة المراد تحليلها العضوية الطيارة	VOA
وات	W

WWW	موقع واسع عالمي
XRF	تألق الأشعة السينية
A_r	كتلة ذرية نسبية
C	سرعة الضوء؛ التركيز
D	نسبة التوزيع
e	شحنة إلكترونية
E	الطاقة؛ قوة المجال الكهربي؛ الجزء المستخلص من المادة المراد تحليلها
E_h	جهد الأكسدة والاختزال
f	تردد (خطي)؛ بُعْد بؤري
F	ثابت فاراداي
G	ثابت الجاذبية
I	تيار كهربي
K	معامل التقسيم
K_d	معامل التوزيع
m	كتلة
M_r	كتلة جزيئية نسبية
p	ضغط
Q	شحنة كهربية (كمية الكهرباء)
R	ثابت الغازات المولي؛ مقاومة؛ معامل الارتباط
R^2	معامل التعيين
t	الزمن؛ معامل الطالب؛ دلالة إحصائية (نظرية)
T	درجة حرارة ثيرموديناميكية

جهد كهربي	V
شحنة أيونية	z
طول الموجة	l
التردد (للإشعاع)	n
قياس الانحراف المعياري	s
التغيّر	s^2

المحتويات

تمهيد السلسلة ..... هـ
تمهيد ..... ط
الألفاظ الأوائلية والاختصارات والرموز ..... م

الفصل الأول: مهارات المختبر الأساسية

معرفة أهداف الفصل ١
(١ , ١) مقدمة ١
(٢ , ١) مفاهيم الأمن والسلامة ٢
(٣ , ١) تسجيل النتائج العملية ٣
(٤ , ١) الوحدات ٤
(٥ , ١) تعبئة العينة :السوائل ٧
(٦ , ١) تعبئة العينة: المواد الصلبة ٧
(٧ , ١) تحضير المحاليل للتحليل الكمي ٨
(٨ , ١) عرض المعلومات: الجداول ٨
(٩ , ١) عرض المعلومات: رسومات بيانية ٩
(١٠ , ١) الحسابات: معاملات التخفيف ١٣
(١١ , ١)الملخص ١٤
(١٢ , ١) قراءة أخرى ١٥

الفصل الثاني: المفهوم البحثي لتحضير العينة

معرفة أهداف الفصل ١٧
(١ , ٢) مقدمة ١٧
(٢ , ٢) إثبات الجودة ١٨
(١ , ٢ , ٢) شهادة الجدارة للمحلل (اختصاصي التحليل) ٢١
(٢ , ٢ , ٢)استعادة الإضافات المعلومة ٢١
(٣ , ٢ , ٢)تحليل المواد المرجعية المعتمدة ٢١
(٤ , ٢ , ٢)تحليل كواشف بلانك ٢١
(٥ , ٢ , ٢) التعيير بالمحاليل القياسية ٣٣
(٦ , ٢ , ٢) تكرار التحليل ٣٣
(٧ , ٢ , ٢) صيانة أوراق عمل التحكم ٣٣
(٣ , ٢) الملخص ٣٤
(٤ , ٢) المراجع ٣٥

الفصل الثالث :أخذ العينات

معرفة أهداف الفصل ٣٧
(١ , ٣) مقدمة ٣٧
(٢ , ٣) طريقة أخذ العينات ٤٠
(٣ , ٣) عدد العينات ٤١
(٤ , ٣) أخذ عينات التربة والمواد المترسبة (الرسوبيات) ٤٢
(٥ , ٣) أخذ عينات الماء ٤٦
(٦ , ٣) أخذ عينات الهواء ٤٨
(٧ , ٣) الملخص ٥١
(٨ , ٣) المراجع ٥١

الفصل الرابع :تخزين العينات

معرفة أهداف الفصل ٥٣

(١ , ٤) مقدمة ٥٣
(٢ , ٤) الطرق ٥٤
(٣ , ٤)الملخص ٦٢
(٤ , ٤) المراجع ٦٣

تحضير العينة للتحليل غير العضوي

الفصل الخامس : المواد الصلبة

معرفة أهداف الفصل ٦٧
(١ , ٥)مقدمة ٦٨
(٢ , ٥) تقنيات التفكيك ٦٩
(٣ , ٥) الحرق الجاف ٦٩
(٤ , ٥) الهضم بالحامض (متضمنا استخدام الموجات الدقيقة «الميكروويف») ٧٠
(١ , ٤ , ٥) الهضم بالموجات الدقيقة ٧٧
(٢ , ٤ , ٥) طريقة الهضم بالموجات الدقيقة ٨٣
(٣ , ٤ , ٥) الصهر ٨٨
(٥ , ٥) دراسات متخصصة ٨٩
(٦ , ٥) أمثلة منتقاة من تحديد الفلز ٩١
(١ , ٦ , ٥) الزئبق ٩١
(٢ , ٦ , ٥) القصدير ٩٦
(٣ , ٦ , ٥) الزرنيخ ١٠٢
(٤ , ٦ , ٥) الكروم ١٠٧
(٧ , ٥) طرق استخلاص انتقائية ١٠٩
(١ , ٧ , ٥) دراسات امتصاص النبات ١٠٩
(٢ , ٧ , ٥) دراسات تلوث التربة ١١٠
(٣ , ٧ , ٥) طرق الاستخلاص الأحادي ١١٣
(٤ , ٧ , ٥) طريقة الاستخلاص المتعاقب ١١٩

(٥ ,٧ ,٥) دراسات الأطعمة ١٢٦
(٥ ,٨) دراسات الحالة على الطرق الكلية والانتقالية لتحليل الفلز ١٣١
(٥ ,٨ ,١) مثال (٥ ,١) :تحليل الفلز الكلي للتربة، متبوعا بطيف الامتصاص الذري اللهبي ١٣١
(٥ ,٨ ,٢) مثال (٥ ,٢) :تحليل الفلز الكلي للتربة باستخدام طيف فلورة الأشعة السينية مقارنة مع الهضم بالحمض، متبوعا بطيف الامتصاص الذري اللهبي ١٣٤
(٥ ,٨ ,٣) مثال (٥ ,٣) :تحليل الفلز التتابعي للتربة، متبوعا بطيف الامتصاص الذري اللهبي ١٣٥
(٥ ,٩) الملخص ١٣٨
(٥ ,١٠) المراجع ١٣٨

الفصل السادس : السوائل - المياه الطبيعية ومياه الصرف

معرفة أهداف الفصل ١٤١
(٦ ,١) مقدمة ١٤٢
(٦ ,٢) استخلاص السائل بسائل ١٤٢
(٦ ,٣) التبادل الأيوني ١٤٧
(٦ ,٤) الترسيب المشترك ١٤٩
(٦ ,٥) الملخص ١٥٠
(٦ ,٦) المراجع ١٥٠

تحضير العينة للتحليل العضوي

الفصل السابع : المواد الصلبة

معرفة أهداف الفصل ١٥٣
(٧ ,١) مقدمة ١٥٤
(٧ ,٢) الاستخلاص بواسطة السوكسليت ١٥٦

(١ , ٢ , ٧) مثال (١ , ٧) :الاستخلاص بواسطة السوكسليت
للهيدروكربونات الأروماتية عديدة الحلقات من التربة الملوثة .. ١٥٨
(٧ , ٣) الاستخلاص بهز الدورق ١٦١
(١ , ٣ , ٧) مثال (٢ , ٧) :استخلاص الفينولات من التربة الملوثة بهز
الدورق ١٦٣
(٧ , ٤) الاستخلاص فوق الصوتي ١٦٤
(٧ , ٥) الاستخلاص السائل فوق الحرج ١٦٦
(١ , ٥ , ٧) التجهيزات الآلية ١٦٨
(٢ , ٥ , ٧) مثال (٣ , ٧) :الاستخلاص السائل فوق الحرج للمبيدات
الحشرية العضوكلورينية من التربة الملوثة والسيلايت ١٧١
(٧ , ٦) الاستخلاص بمساعدة الموجات الدقيقة ١٧٥
(١ , ٦ , ٧) التجهيزات الآلية ١٧٥
(٢ , ٦ , ٧) مثال (٤ , ٧) :الاستخلاص الجوي بمساعدة الموجات الدقيقة
للهيدروكربونات الأروماتية عديدة الحلقات من التربة الملوثة ... ١٧٧
(٣ , ٦ , ٧) مثال (٥ , ٧) :الاستخلاص المضغوط بمساعدة الموجات الدقيقة
للهيدروكربونات الأروماتية عديدة الحلقات من التربة الملوثة ... ١٨٠
(٧ , ٧) الاستخلاص السائل المضغوط ١٨٢
(١ , ٧ , ٧) التجهيزات الآلية ١٨٤
(٢ , ٧ , ٧) مثال (٦ , ٧) :الاستخلاص السائل المضغوط لكل
من DDT وDDD و DDE من التربة الملوثة ١٨٧
(٧ , ٨) انتشار الطور الصلب للمادة الأصلية ١٨٨
(١ , ٨ , ٧) مثال (٧ , ٧) :انتشار الطور الصلب للمادة الأصلية لإيثوكسيلات
الكحول المنتشرة على نسيج السمك المتجانس ١٩٠
(٧ , ٩) الملخص ١٩٣
(٧ , ١٠) المراجع ١٩٦

الفصل الثامن: السوائل

معرفة أهداف الفصل ١٩٧
(٨ , ١) استخلاص السائل بسائل ١٩٨
(٨ , ٢) الاستخلاص بالمذيب ١٩٨

(١ ,٢ ,٨) مثال (١ ,٨) :استخلاص السائل بسائل للعديد من
الهيدروكربونات الأروماتية عديدة الحلقات المختلفة من الماء ٢٠٣
(٨ ,٣) استخلاص الطور الصلب ٢٠٦
(١ ,٣ ,٨) أنواع أوساط استخلاص الطور الصلب ٢٠٧
(٢ ,٣ ,٨) الأنبوب أو القرص المشكل ٢١٠
(٣ ,٣ ,٨) طريقة تشغيل الاستخلاص بالطور الصلب ٢١٣
(٤ ,٣ ,٨) اختيار المذيب ٢١٤
(٥ ,٣ ,٨) العوامل المؤثرة في الاستخلاص بالطور الصلب ٢١٧
(٦ ,٣ ,٨) مثال (٢ ,٨) : الاستخلاص بالطور الصلب للفينولات المختلفة
من الماء ٢١٨
(٤ ,٨) الاستخلاص الدقيق ذو الطور الصلب ٢١٩
(١ ,٤ ,٨) الجزء العملي ٢٢١
(٢ ,٤ ,٨) مثال (٣ ,٨) : الاستخلاص الدقيق بالطور الصلب لمخلوط
BTEX من الماء..... ٢٢٣
(٥ ,٨) الملخص ٢٢٧
(٦ ,٨) المراجع ٢٢٨

الفصل التاسع: المركبات الطيارة

معرفة أهداف الفصل ٢٢٩
(١ ,٩) مقدمة ٢٢٩
(٢ ,٩) المج «عدم الامتزاز» الحراري ٢٣٠
(٣ ,٩) إمرار الهواء وحجزه ٢٣٣
(١ ,٣ ,٩) مثال (١ ,٩) :الاستخلاص بإمرار الهواء وحجزه لمخلوط BTEX
من الماء ٢٣٥
(٤ ,٩) الملخص ٢٣٧
(٥ ,٩) المراجع ٢٣٨

الفصل العاشر: التركيز التمهيدي باستخدام تبخير المذيب

معرفة أهداف الفصل ٢٣٩
(١٠,١) مقدمة ٢٣٩
(١٠,٢) التبخير الدوار ٢٤٠
(١٠,٣) تركيز Kuderna.Danish التبخيري ٢٤١
(١٠,٤) نظام التركيز التبخيري الذاتي ٢٤٢
(١٠,٥) التفريغ الإسقاطي الغازي ٢٤٣
(١٠,٦)الملخص ٢٤٩
(١٠,٧) المراجع ٢٤٩

الفصل الحادي عشر: التقنيات الآلية لتحليل الكميات الضئيلة

معرفة أهداف الفصل ٢٥١
(١١,١) مقدمة ٢٥٢
(١١,٢) التحليل العضوي البيئي ٢٥٣
(١١,٢,١) التقنيات الكروماتوجرافية ٢٥٣
(١١,٢,٢) تقنيات أخرى ٢٦٢
(١١,٣) التحليل غير العضوي البيئي ٢٦٤
(١١,٣,١) طيف الامتصاص الذري ٢٦٤
(١١,٣,٢) طيف الانبعاث الذري ٢٧١
(١١,٣,٣) البلازما مزدوجة الحث_مطياف الكتلة ٢٧٥
(١١,٣,٤) تقنيات أخرى ٢٧٧
الملخص ٢٨٠

الفصل الثاني عشر تسجيل المعلومات في المختبر والوسائل المختارة

معرفة أهداف الفصل ٢٨١
(١٢,١) تسجيل المعلومات ٢٨١

(١,١,١٢) مقدمة ٢٨١
(٢,١,١٢) أمثلة لأوراق البيانات ٢٨٢
(٢,١٢) الوسائل المختارة ٢٩٦
(١,٢,١٢) الدوريات العلمية ٢٩٦
(٢,٢,١٢) الكتب ٢٩٦
(٣,٢,١٢) برامج الكمبيوتر ٣٠٢
(٤,٢,١٢) أقراص مدمجة ٣٠٣
(٥,٢,١٢) أفلام الفيديو ٣٠٣
(٦,٢,١٢) المواقع المفيدة على شبكة المعلومات ٣٠٣
(٣,١٢) الملخص ٣٠٤

الإجابات على أسئلة التقدير الذاتي ٣٠٥
الملاحق ٣١٩
مسرد ثبت المصطلحات
أولاً : عربي-إنجليزي ٣٢٥
ثانياً : إنجليزي-عربي ٣٣٨
كشاف الموضوعات ٣٥٣