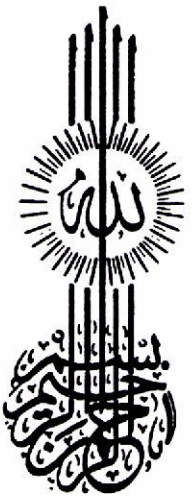
بسم الله الرحمن الرحيم

الكيمياء التحليلية الوزنية

تأليـــــف

الدكتور محمد علي خليفة الصالح

الأستاذ المساعد بقسم الكيمياء

كلية التربية – جامعة الملك سعود – أبها (سابقا)

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ح جامعة الملك سعود، ١٤٢١هـ (٢٠٠٠م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

الصالح، محمد علي خليفة

الكيمياء التحليلية الوزنية - الرياض.

٣٥٦ص، ١٧×٢٤ سم

ردمك: ٥ - ٨٩ - ٣٧ - ٩٩٦٠

١ - الكيمياء التحليلية أ - العنوان

ديوي ٥٤٦ ٢١/٠٠١٠

رقم الإيداع: ٢١/٠٠١٠

ردمك: ٥ - ٨٩ - ٣٧ - ٩٩٦٠

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي، وقد وافق المجلس على نشره - بعد اطلاعه - على تقارير المحكمين في اجتماعه الرابع للعام الدراسي ١٤١٦/١٤١٧هـ، الذي عقد بتاريخ ١٤١٦/٦/٥هـ، الموافق ١٩٩٥/١٠/٢٩م.

مطابع جامعة الملك سعود ١٤٢١هـ

الإهداء

إلى أمي راجيا من المولى أن يجعله في صحيفة أعمالها.

إلى طلابنا الأعزاء، راجيا من المولى أن ينفعهم بما فيه لما فيه خير البلاد والعباد. راجيا منهم أن يواصلوا المسيرة العلمية.

إلى مكتبتنا العربية، راجيا لها المزيد من التقدم والنماء.

المؤلـــف

كلمة شكر

الشكر لله أولاً، لقوله تعالى:

﴿ وَوَصَّيْنَا ٱلْإِنسَٰنَ بِوَٰلِدَيْهِ حَمَلَتْهُ أُمُّهُۥ وَهْنًا عَلَىٰ وَهْنٍ وَفِصَٰلُهُۥ فِى عَامَيْنِ أَنِ ٱشْكُرْ لِى وَلِوَٰلِدَيْكَ إِلَىَّ ٱلْمَصِيرُ ﴾ (سورة لقمان، الآية ١٤).

فقد أنعم عليّ بعمل هذا الكتاب، راجيا منه أن يتم فضله بإتمامه ثم يبقيه لي ذخراً عنده يوم ألقاه.

والشكر للوالدين ثانياً، لقوله تعالى في الآية السابقة:

﴿ أَنِ ٱشْكُرْ لِى وَلِوَٰلِدَيْكَ إِلَىَّ ٱلْمَصِيرُ ﴾

فقد ثنىّ، بعد الله، بالوالدين تعظيما لهما وتكريما. فقد كان لهما دور كبير في حياتي، فجزاهما الله عني خير الجزاء.

والشكر للناس ثالثا، لحديث رسولنا الكريم محمد صلى الله عليه وسلم: "من لم يشكر الناس لم يشكر الله"، وأحق الناس بالشكر: رسول الله صلى الله عليه وسلم، ثم زوجتي، وأولادي، وأهلي الذين كانوا دائماً يشجعونني على العلم، وعلى إتمام هذا العمل.

والشكر أيضا لكل من أسهم في إتمام هذا الكتاب وإظهاره للوجود. لهم مني جميعا جزيل الشكر.

المؤلف

المقدمة

لعل من أهم الفروق بين أمة راقية وأمة غير راقية، أن أفراد الأولى يحبون لغيرهم ما يحبون لأنفسهم، ويشيع بينهم العمل لأنفسهم ولغيرهم، وأن أفراد الثانية يحبون لأنفسهم ولا يعملون إلا لها مهملين مساعدة غيرهم.

لقد أعددت هذا الكتاب لطلاب السنوات المتقدمة، فهو يغطي منهاج الكيمياء التحليلية (التحليل الوزني) بقسميه، النظري، العملي. فالطالب الذي كان قد درس مقرر الكيمياء التحليلية: التحليل الوصفي، والتحليل الحجمي أصبح قادراً على القيام بهذا التحليل الذي يتطلب الصبر والأناة، بسبب ما يستغرقه من وقت وجهد.

يتصف التحليل الوزني بالدقة العالية، إلا أن الوقت الطويل الذي يستغرقه، يجعله محدود الاستخدام في مجال الصناعة الكيميائية، لأن الصناعة تتطلب تحليلاً آنياً سريعاً للوقوف على سير التفاعلات، والوصول بها إلى أفضل النتائج التي تحقق الربح.

يشتمل هذا الكتاب على بابيْن رئيسيين، يُعْنَى الأول بالتحليل الوزني من الناحية النظرية الموسعة ويُعْنَى الثاني بكل ما يتعلق بالتجارب العملية لهذا النوع من التحليل. ولقد حرصت على أن أبدأ كل تجربة بعرض موجز لأهم الأسس والمبادئ التي تعتمد عليها، ثم طريقتها التجريبية العملية، ثم حساباتها الضرورية للوصول إلى النتيجة النهائية الصحيحة.

أرجو أن أكون قد وفقت في إعداد هذا الكتاب، كي يكون مرجعا لأعزائي الطلاب، وإسهاما مني في مكتبتنا العربية التي أتمنى لها المزيد من المؤلّفات العربية.

المؤلّـــــف

نبذة تاريخية

اشتغل العرب بالكيمياء - كغيرهم من الأمم - وزاد اشتغالهم بها منذ سطع نور الإسلام الذي حض على العلم، وشجع أهله، ووعدهم بالجزاء في الدنيا قبل الآخرة، قال تعالى: "ويرفع الله الذين آمنوا منكم والذين أوتوا الكتاب العلم درجات" (المجادلة، الآية ١١).

ومن هنا بدأنا نلحظ ظهور علماء كيميائيين مسلمين من غير العرب (كابن سينا). ويعد خالد بن يزيد بن معاوية الأموي (٨٥ هـ/٧٠٤ م) من أوائل المسلمين الذين اشتغلوا بالكيمياء، وممن اشتغل بها: جعفر الصادق (١٤٨هـ/٧٦٥ م)، ثم جاء تلميذه جابر بن حيان (أواخر القرن الثامن الميلادي) الذي لقبه العلماء بواضع علم الكيمياء.

ويعد ابن حيان أول من صنف المعادن الذائعة، ومن اكتشافاته الكيميائية التحليلية الوزنية: الحموض القوية، وطرق تحميض الذهب والفضة، والتقطير، وطرق التقطير الثلاث، والتصعيد، والتكثيف، والترشيح، وترشيح السوائل وتصفيتها، واكتشاف ماء الفضة، وأملاح النشادر.

وتحدث عن الميزان، فقال: "إن الغرض منه وزن الكيفيات في مختلف الأجسام، ورد جميع الأشياء إلى نظام من الكمية والقياس فنحصل على علم مضبوط".

وممن اشتغل بها أيضاً: الرازي (٣٢١هـ/٩٣٢م) الذي كني بجالينوس العرب، ثم جاء المجريطي (٣٩٥ هـ/١٠٠٤م)، فالخوارزمي (٤٢٦ هـ/١٠٣٤م) له كتاب في الصنعة وهو "يمن الصنعة وعون الصناع".

وهناك أبو منصور الموفق، وكان ممن يحضِّرون العقاقير ويبيعونها، وعلي حلبي الحكيم الرومي (وهو من علماء القرن التاسع عشر الميلادي).

وقد أثبت البحث التاريخي أن العرب في القرنين العاشر والحادي عشر الميلاديين (٣٢٠ هـ/ ٤٢٠ هـ تقريبا) لم يكتفوا بإجراء التجارب وكتابة الرسائل العلمية فحسب، بل بحثوا في النظريات الكيميائية، فقد استحضرت العقاقير المختلفة بتقطير النباتات، والأعشاب، أو بتفاعلها تفاعلاً كيميائيًّا بمواد أخرى.

وقد اكتشفوا كثيراً من المواد التي لم تكن معروفة مثل: الكحول، البوتاس، ونترات الفضة وكثيراً من الحوامض[1].

(١) مجموعة أبحاث عن تاريخ العلوم الطبيعية في الحضارة العربية والإسلامية والمجتمع العربي، للدكتور أحمد شوكت الشطي، أستاذ بكلية الطب في جامعة دمشق ١٣٨٤هـ (١٩٦٤م).

المحتويات

الصفحة

الإهداء ..... هـ
كلمة شكر ..... ز
المقدمة ..... ط
نبذة تاريخية ..... ك

الباب الأول: القسم النظري

الفصل الأول: التحليل الكمي وطرقه ٣
التحليل الكمي ٣
طرق التحليل الكمي ٤
الفصل الثاني: التحليل الوزني ١١
مبدأ التحليل الوزني ١١
الرواسب والكواشف المرسبة ١٢
حساب كمية الكاشف المرسب اللازمة ١٧
الفصل الثالث: العوامل المؤثرة في تمام الترسيب ٢١
تأثير زيادة كمية الكاشف المرسب في الترسيب ٢١
تأثير الأملاح (القوة الأيونية) في الترسيب ٢٣

تأثير درجة الحرارة في الترسيب ٢٦
تأثير تركيز أيونات الهيدروجين في الترسيب ٢٧
تأثير ظواهر تشكل المعقدات في تمام الترسيب (الحجب)..... ٣٦
الفصل الرابع: الرواسب البلورية وغير البلورية ٣٩
مقدمة ٣٩
تشكل الرواسب البلورية ٤٣
تشكل الرواسب غير البلورية ٤٩
الفصل الخامس: الترسيب المشترك المرافق ٥٥
تعريف الترسيب المشترك المرافق ٥٥
أنواع الترسيب المشترك المرافق ٥٨
استخدام الترسيب المشترك المرافق تحليليا ٦٣
تحقيق ظاهرة الترسيب المشترك المرافق ٦٤
الفصل السادس: العينة التحليلية ٦٧
تحضير عينة التحليل وطريقة انتقائها ٦٧
مقدار عينة التحليل وطريقة أخذها ٧١
إذابة عينة التحليل ٧٣
الفصل السابع: طرق فصل الأيونات الشائبة ٧٩
الطرق الكيميائية ٧٩
الطرق الفيزيائية ١٠١
الفصل الثامن: أخطاء التحليل ودقة نتائجه وصحتها ١٠٩
الأخطاء القياسية ١٠٩
أخطاء المصادفة (العشوائية)..... ١١١
دقة نتائج التحليل وصحتها (مصداقية) ١١٢

الفصل التاسع: حساب نتائج التحليل..... ١٢٧
حسابات تقريبية أولية..... ١٢٨
حسابات دقيقة..... ١٢٩
حسابات نتائج التحليل النهائية..... ١٣١

الباب الثاني: القسم العملي

الفصل العاشر: الموازين التحليلية..... ١٣٩
الميزان التحليلي العادي..... ١٣٩
الميزان التحليلي المتخامد ذو الكفتين..... ١٦١
الميزان التحليلي المتخامد ذو الكفة الواحدة..... ١٦٤
موازين النابض (الزنبرك) الكهربائية..... ١٦٧
الفصل الحادي عشر: أدوات التحليل وتنظيفها – ملاحظات عن التحليل..... ١٧١
أدوات التحليل وتنظيفها..... ١٧١
ملاحظات عن التحليل..... ١٧٦
الفصل الثاني عشر: العمليات التي تجرى على الراسب..... ١٨١
ترشيح الراسب..... ١٨١
غسل الراسب..... ١٨٦
تجفيف الراسب وحرقه..... ١٩٤
الفصل الثالث عشر: تجارب مخبرية..... ٢٠٣
التجربة الأولى: تعيين ماء التبلور في مركب كلوريد الباريوم..... ٢٠٣
التجربة الثانية: تعيين الرطوبة في المركبات المماصة لبخار الماء وحساب
النسبة المئوية للعنصر في العينة الرطبة..... ٢٠٨
التجربة الثالثة: تعيين الباريوم في مركب كلوريد الباريوم..... ٢١٠
التجربة الرابعة: تعيين الكبريت في محلول حمض الكبريتيك..... ٢١٧

التجربة الخامسة : تعيين أيونات الكلوريد في مركب كلوريد الباريوم ٢١٩
التجربة السادسة : تعيين أيون الحديد في محلول مركب كلوريد الحديد
الثلاثي ٢٢٥
التجربة السابعة : تعيين أيونات الألومنيوم في مركب الألن ٢٢٩
التجربة الثامنة : تعيين أيونات الكالسيوم في مركب كربونات الكالسيوم ... ٢٣٥
التجربة التاسعة : تعيين ثاني أكسيد الكربون في مركب كربونات
الكالسيوم ٢٤١
التجربة العاشرة : تعيين أيونات المغنسيوم في مركب كبريتات المغنسيوم ٢٤٦
التجربة الحادية عشرة : تعيين أيون الفوسفات في ثنائية الصوديوم..... ٢٥٤
التجربة الثانية عشرة : تعيين أيونات الكالسيوم وأيونات المغنسيوم معا
في محلول واحد..... ٢٥٦
التجربة الثالثة عشرة : تعيين النيكل في الفولاذ ٢٦١
التجربة الرابعة عشرة : تعيين الذهب في المجوهرات..... ٢٦٧
تمارين للحل على جميع فصول الكتاب مع أجوبتها ٢٧١
الملاحق ٢٩٣
المراجع..... ٣٢٧
ثبت المصطلحات..... ٣٢٩
عربي - إنجليزي ٣٢٩
إنجليزي - عربي ٣٤٣