بسم الله الرحمن الرحيم

كيمياء الترميم والصيانة

تأليف

الأستاذ الدكتور
عبد الناصر بن عبد الرحمن الزهراني

الدكتور
محمد أبو الفتوح غنيم

قسم إدارة موارد التراث والإرشاد السياحي- كلية السياحة والآثار
جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS
ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ح جامعة الملك سعود، ١٤٣٦هـ (٢٠١٥م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

الزهراني ، عبدالناصر بن عبدالرحمن

كيمياء الترميم والصيانة. / عبدالناصر بن عبدالرحمن الزهراني ؛

محمد أبوالفتوح غنيم - الرياض، ١٤٣٦هـ.

٢٨٨ ص ؛ ١٧سم × ٢٤ سم

ردمك: ٥ - ٣٢٩ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

١- الكيمياء أ. غنيم، محمد أبوالفتوح (مؤلف مشارك) ب.العنوان

ديوي ٥٤٠ ١٤٣٦/٢٦

رقم الإيداع: ١٤٣٦/٢٦

ردمك: ٥ - ٣٢٩ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨

نشر هذا الكتاب بناء على موافقة المجلس في اجتماعه الثاني والعشرون للعام الدراسي ١٤٣٤/١٤٣٥هـ المعقود بتاريخ ١١/٨/١٤٣٥هـ الموافق ٩/٦/٢٠١٤م ، بعد استيفائه شروط التحكيم العلمي بالجامعة.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

إهداء

"إلى كل المهتمين بترميم الآثار وصيانتها، نهدي هذا العمل المتواضع ".

المؤلفان

المقدمة

تعدّ الكيمياء Chemistry علماً من العلوم الطبيعية التي عرفها الإنسان منذ زمن بعيد، وقد ارتبط هذا العلم منذ القدم بالصناعة، والطب، والدواء، والمعادن، والتعدين، وصناعة الألوان، وبعض الصناعات الفنية، مثل: دبغ الجلود، وصبغ الأقمشة، وصناعة الزجاج. وهو العلم الذي يهتم بدراسة العناصر الحرة، والذرات والجزيئات، والمركبات، والمعادن، والمادة في صورها المختلفة: الصلبة، والسائلة، والغازية، وسلوك هذه المواد، وتفاعلاتها والتغيرات التي تنتج عن هذه التفاعلات، والروابط الكيميائية التي تنشأ بين الذرات وخواصها.

ولعلم الكيمياء إسهاماته المتعددة والكبيرة في الصناعة وغيرها من مجالات الحياة المختلفة، ولقد تشعب هذا العلم وصارت له أفرع عديدة، من أهمها:

الكيمياء العضوية، وهو العلم الذي يدرس بناء وخواص، وتركيب وتفاعلات المركبات الكيميائية التي تحتوي على عنصر الكربون كعنصر أساسي، ثم الهيدروجين، وعناصر أخرى.

الكيمياء غير العضوية، وهي الكيمياء التي تهتم بدراسة الخواص الكيميائية والفيزيائية للمركبات غير العضوية وتفاعلاتها الكيميائية.

الكيمياء التحليلية، وهو العلم الذي يدرس التركيب الكيميائي للمواد الطبيعية والاصطناعية.

والكيمياء الفيزيائية، وهو الفرع الذي يقوم على دراسة خواص وبناء مختلف المواد والجسيمات التي تتكون منها المواد العضوية، وكذلك غير العضوية.

الكيمياء الحيوية، الذي يختص بدراسة التركيب الكيميائي لأجزاء الخلية في مختلف الكائنات الحية على اختلاف أنواعها سواءٌ كانت كائنات دقيقة (بكتيريا، فطريات، طحالب)، أو راقية كالإنسان والحيوان والنبات.

و**علم البوليمرات** فرع آخر متشعب من فروع الكيمياء، يتعامل مع التصنيع الكيميائي والخواص الكيميائية للبوليمرات، أو المواد عديدة الجزيئات.

هذا بالإضافة إلى **الكيمياء الكهربية**، وهو فرع يدرس التفاعلات التي تحدث عند أسطح الموصلات الكهربية. وتتعامل الكيمياء الكهربية، بشكل عام، مع كثير من تفاعلات أكسدة واختزال يتم خلالها انتقال الالكترونات مما يتيح فرصة لتشكل جهدٍ كهربائيٍ وتيارٍ كهربائي، كما يحدث في تآكل المعادن والفلزات المعدنية. وبالإضافة إلى الأفرع السابقة يمكن القول إنه لا مجال في الحياة إلا ونجد لعلم الكيمياء بصمته فيها فهو بحق "إكسير" الحياة.

ومجال ترميم وصيانة الآثار والمقتنيات الفنية والتراثية من المجالات الحديثة، التي استفادت بشكل كبير ومباشر من علم الكيمياء إلى حدٍّ يبشر بميلاد علم يمكن أن نطلق عليه علم "كيمياء الترميم والصيانة". وجدير بالذكر أن علم الصيانة Conservation science، أو علم الترميم والصيانة، هو العلم الذي يهتم بدراسة ترميم وصيانة التراث الثقافي المادي من خلال استخدام أدوات، وخامات، وأجهزة فحص وتحليل خاضعة لمواصفات البحث العلمي من أجل المحافظة على هذا التراث من التلف والضياع. وهو بذلك يشمل مجالات بحث عديدة، مثل: البحث في تركيب القطع الأثرية والأعمال التراثية والتاريخية والمقتنيات الفنية، والتعرف على المواد والوسائط التي دخلت في صناعتها، وتكنولوجيا هذه الصناعة، وما طرأ عليها من تلف وتدهور، وكيفية علاجها وصيانتها والمواد المستخدمة في ترميمها وصيانتها وكيفية الحفاظ عليها. والمعروف أن المواد الأثرية والتراثية جميعها يتركب من مواد كيميائية.

وعملية الترميم هي عملية علاج للمواد الأثرية والتراثية وإصلاحها، وصيانتها من عوامل وأسباب التلف، باستخدام مواد كيميائية وباتباع الطرق العلمية بهدف المحافظة عليها أطول فترة ممكنة في حالة أقرب ما تكون لحالتها الأصلية. ويمكن أن يشتمل مفهوم الترميم والصيانة إضافة

إلى صيانة التراث الثقافي المادي، مثل: التراث المعماري، والتراث الفني والأعمال الفنية، على صيانة موارد التراث الطبيعي وكيفية تأهيلها والمحافظة عليها.

ويساهم علم الكيمياء بنصيب وافر في مساعدة علم الترميم والصيانة؛ حيث يسهم في دراسة تركيب المواد الأثرية والمشغولات الفنية والتراثية والتعرف على طبيعتها وخواصها، وفي تفهم أسباب وعوامل تلف هذه المواد، والتغيرات الكيميائية والفيزيائية المصاحبة للتلف، ونواتج ومظاهر هذا التلف، ودراسة المواد التي تستخدم في علاجها وترميمها وصيانتها، وكذلك المواد المستخدمة في حفظها ووقايتها من التلف، وتغليفها، أو في تخزينها وعرضها.

ويركز هذا الكتاب على عرض المفاهيم الأساسية في مجال الكيمياء، التي لا غنى للعاملين في مجال الترميم والصيانة عن الإلمام بها، ثم تناول تطبيقات الكيمياء المختلفة في مجال الترميم والصيانة:

- في مجال التنظيف ومواده من المذيبات والمحاليل الحمضية والقلوية، والمنظفات الصناعية
- في مجال المقويات واللواصق
- في مجال العزل والطلاءات الواقية وموانع الصدأ
- في الاختبارات الكيميائية لمواد العرض والتخزين والاستخدام
- وفي التعامل الآمن مع المواد الكيميائية في مجال الترميم والصيانة بشكل عام.

وبهذا لا يمكن أن تقوم دراسة في علم الترميم والصيانة دون أن تعتمد بشكل مباشر أو غير مباشر على علم الكيمياء من هنا تأتي أهمية احتواء المكتبة العربية على مثل هذا الكتاب، الذي نأمل أن يكون مرجعاً مهماً للدارسين والمشتغلين في حقل الآثار، والمهتمين بدراسة المواد الأثرية والتراثية بشكل عام، وحقل ترميم وصيانة المواد الأثرية والتراثية والأعمال الفنية بشكل خاص.

ويهدف هذا الكتاب إلى أن يكون معيناً للعاملين بحقل ترميم وصيانة الآثار في الآتي:

- تبسيط كثير من المفاهيم الكيميائية لمن ليس لديه خلفية كيميائية من العاملين في حقل الترميم والصيانة.
- فهم طبيعة وتكوين، أو تركيب، المواد الأثرية التي يراد علاجها وترميمها وصيانتها.

- فهم العوامل والأسباب التي تؤدي إلى تلف المواد الأثرية المختلفة العضوية وغير العضوية، والتي تقوم في الأساس على مجموعة من التغيرات الكيميائية الناتجة عن التفاعلات بينها وبين البيئة الموجودة بها، أو بين مكوناتها الداخلية.
- فهم الطبيعة الكيميائية والسلوكية لمواد العلاج والترميم والصيانة، مثل: مواد التنظيف، ومواد اللصق والتقوية، والأغطية الواقية وموانع الصدأ.
- الإلمام بطبيعة وتأثير مواد الحفظ والتغليف على المواد الأثرية في بيئة الحفظ والتخزين، وعند النقل من مكان لآخر.
- ادراك إجراءات الأمان والسلامة عند التعامل مع المواد الكيميائية، سواء في التعامل معها أو عند تخزينها.

ولهذا يتناول هذا الكتاب في **فصله الأول** المفاهيم والأسس الكيميائية التي لابد للمشتغل، أو للدارس، والمهتم بحقل الترميم والصيانة، أن يلمّ بها ويستوعبها؛ لأنها بمثابة الأرضية التي سيقف عليها، والطريق الذي سيسير عليه للوصول إلى هدفه في فهم طبيعة المواد الأثرية، وفهم العوامل والأسباب التي أدت لتلفها، وكيفية ترميمها وصيانتها.

وفي **فصله الثاني**، يتناول كيميائية تركيب المواد الأثرية المختلفة، العضوية منها وغير العضوية، والمكونات التي تشكّل التركيب الدقيق لها، وكيفية تكوّنها، وذلك تحت اسم: كيميائية تركيب المواد الأثرية.

وفي **الفصل الثالث**، يتناول الكتاب كيميائية تلف المواد الأثرية المختلفة من خلال دراسة الأسباب والعوامل، أو الظروف، المؤدية إلى تعرض المواد الأثرية والتراثية للتلف، والضياع، والتفاعلات الكيميائية، التي تسببها، وميكانيكية هذا التلف، والمظاهر الناتجة عن هذه التفاعلات على تركيب المادة الأثرية وشكلها، وهو ما يعدّ جانباً مهماً ولا غنى عنه قبل وضع خطة العلاج والترميم واختيار مواده.

أما **الفصل الرابع** فيتناول كيميائية ترميم وصيانة المواد الأثرية، ويشمل هذا: كيميائية تنظيف المواد الأثرية باعتبار أن عملية التنظيف من أولويات عمليات الترميم والصيانة، وتساهم الكيمياء بقدر وافر في هذه العملية من خلال المواد الكيميائية، التي تستخدم فيها، مثل: المحاليل

الحمضية، والمحاليل القلوية، والمنظفات الصناعية، والمذيبات العضوية، أو من خلال الأساليب المتبعة في التنظيف، والتي تساهم الكيمياء فيها أيضاً، مثل: التنظيف الكهروكيميائي، أو التنظيف بالموجات الصوتية عبر وجود سائل كيميائي.

ويتناول **الفصل الخامس** كيمياء المواد المستخدمة في لصق، وتقوية المواد الأثرية، باعتبار أن عمليتي اللصق، والتقوية من العمليات المهمة في ترميم المواد الأثرية، التي تعرضت للكسر، أو المواد الأثرية الهشة والضعيفة، أو المفتتة.

ويُختتم الكتاب في **فصله السادس** باحتياطات الأمان والسلامة في التعامل مع المواد الكيميائية في حقل الترميم والصيانة، سواء في نقلها، أو تناولها واستعمالها، أو تخزينها، أو كيفية التخلص الآمن من نفاياتها ومخلفاتها، وكيفية السلامة والوقاية من أضرارها الصحية.

المحتويات

الموضوع	الصفحة
إهداء	**هـ**
المقدمة	**ز**
الفصل الأول: الكيمياء .. مفاهيم وأسس	**١**
١,١ طبيعة المادة وأشكالها	١
١,٢ العنصر والمركب والمخلوط	٦
١,٣ الرموز والصيغ الكيميائية	١٠
١,٤ الذرة والجزيء	١١
١,٥ تركيب الذرة	١٣
١,٦ التكافؤ والترابط الكيميائي	١٨
١,٦,١ التكافؤ	١٨
١,٦,٢ الترابط الكيميائي	١٨
١,٧ التفاعل الكيميائي والمعادلة الكيميائية	٣٢
١,٨ الفلزات واللافلزات وأشباه الفلزات	٣٦
١,٩ التأين والأحماض والقواعد	٣٨
١,١٠ السوائل والمحاليل	٤١
١,١١ الأملاح	٤٨
١,١٢ المركبات العضوية	٥١

١,١٣ المركبات البوليميرية ٥٨
الفصل الثاني: التركيب الكيميائي للمواد الأثرية ٦٥
٢,١ طبيعة تركيب المواد الأثرية ٦٥
٢,١,١ التركيب الكيميائي للمواد الأثرية السيليكاتية ٦٧
أولاً: الأحجار ٦٨
ثانياً: الفخار ٧٣
ثالثاً: الزجاج ٧٧
٢,١,٢ التركيب الكيميائي للمواد الأثرية الفلزية أو المعدنية ٧٨
أولاً: الذهب ٨٢
ثانياً:الفضة ٨٤
ثالثاً: النحاس ٨٦
رابعاً: الرصاص ٩٠
خامساً: القصدير ٩١
سادساً: الحديد ٩٢
٢,١,٣ التركيب الكيميائي للمواد الأثرية العضوية ٩٤
أولاً: الأخشاب ٩٩
ثانياً: الورق والمخطوطات ١٠١
ثالثاً: الجلود ١٠٣
رابعاً: المنسوجات ١٠٦
خامساً: العظم والعاج ١٠٨
الفصل الثالث: كيميائية تلف المواد الأثرية ١٠٩
مقدمة ١٠٩
٣,١ كيميائية تلف المواد الأثرية بفعل الهواء والملوثات الجوية ١١٠
٣,١,١ تأثير الأكسجين في تلف المواد الأثرية ١١١

٣,١,٢ تأثير غاز ثاني أكسيد الكربون في تلف المواد الأثرية ١١٨
٣,١,٣ تأثير غاز النيتروجين في تلف المواد الأثرية ١٢١
٣,١,٤ تأثير الملوثات الجوية في تلف المواد الأثرية ١٢١
٣,٢ التأثير الكيميائي في تلف المواد الأثرية بفعل الماء ١٣٣
٣,٢,١ طبيعة وخواص الماء ١٣٣
٣,٢,٢ التأثير الكيميائي في تلف المواد السيليكونية بفعل الرطوبة ١٣٦
٣,٢,٣ التأثير الكيميائي في تلف المواد المعدنية بفعل الرطوبة ١٤٦
٣,٢,٤ التأثير الكيميائي في تلف المواد الأثرية العضوية بفعل الرطوبة ١٥٢
٣,٣ التأثير الكيميائي للتلف بالحرارة والضوء ١٥٥
٣,١,١ الحرارة ١٥٥
٣,٣,٢ الضوء ١٥٨
الفصل الرابع: الكيمياء وتنظيف المواد الأثرية ١٦٣
٤,١ طبيعة عملية التنظيف ١٦٣
٤,٢ التنظيف الكيميائي بالماء ١٦٤
٤,٢,١ كيمياء الماء ١٦٤
٤,٢,٢ الماء وتنظيف المواد الأثرية ١٦٦
٤,٣ التنظيف الكيميائي بالمذيبات العضوية ١٦٩
٤,٤ التنظيف الكيميائي بالمنظفات الصناعية ١٧٩
٤,٥ التنظيف الكيميائي بمحاليل الأحماض والقلويات ١٨٢
٤,٥,١ التنظيف بالمحاليل الحمضية ١٨٤
٤,٥,٢ التنظيف بالمحاليل القلوية ١٨٩
الفصل الخامس: كيميائية مواد اللصق والتقوية ١٩٧
٥,١ طبيعة مواد اللصق والتقوية ١٩٧
٥,٢ اللواصق والمقويات الطبيعية ٢٠٠

٥,٢,١ الغراء الحيواني ٢٠١
٥,٢,٢ الصمغ العربي ٢٠٣
٥,٣ اللواصق والمقويات الصناعية ٢٠٤
٥,٣,١ راتنجات الثرموبلاستيك ٢٠٦
٥,٣,٢ راتنجات أو لدائن الثرموسيتنج ٢١٣
٥,٣,٣ راتنجات الكولدسيتنج ٢١٥
الفصل السادس: الأمان والسلامة عند التعامل مع المواد الكيميائية **٢١٩**
٦,١ الأمان في استعمال المواد الكيميائية ٢١٩
٦,٢ الأمان في نقل المواد الكيميائية ٢٢٠
٦,٣ الأمان في تخزين المواد الكيميائية ٢٢١
٦,٤ التخلص من النفايات الكيميائية ٢٢٢
٦,٥ الأمان الشخصي عند التعامل مع المواد الكيميائية ٢٢٣
المراجع:
أولاً: المراجعة العربية ٢٣٣
ثانياً: المراجعة الأجنبية ٢٣٦
ثبت المصطلحات **٢٣٩**
أولاً: عربي-إنجليزي ٢٣٩
ثانياً: إنجليزي - عربي ٢٥٧
كشاف الموضوعات **٢٧٥**

قائمة الأشكال

الشكل (١). رسم تخطيطي يوضح تقسيم المواد الأثرية حسب طبيعة تكوينها. ٤

الشكل (٢). ألياف من النسيج الموشاة بخيوط معدنية. ٤

الشكل (٣). أخشاب مطعمة بأحجار كريمة، وعجينة من الزجاج الملون. ٥

الشكل (٤). شكل توضيحي لمكونات الذرة. ١٣

الشكل (٥). رسم تخيلي للسحابة الإلكترونية حول نواة الذرة. ١٥

الشكل (٦). الجدول الدوري للعناصر. ١٧

الشكل (٧). الرابطة الأيونية في مركب كلوريد الصوديوم بين ذرتي الصوديوم والكلور..... ٢٠

الشكل (٨). الرابطة التساهمية بين ذرة الكربون وذرات الهيدروجين الأربع في
جزيء الميثان. ٢٢

الشكل (٩). تكّون جزيء الأكسجين من ذرتي أكسجين برابطة تساهمية. ٢٣

الشكل (١٠). شكل تمثيلي للرابطة الفلزية. ٢٤

الشكل (١١). الرابطة ثنائية القطبية في جزيء حمض الهيدروكلوريك. ٢٥

الشكل (١٢). الرابطة الهيدروجينية كما في جزيء الماء. ٢٦

الشكل (١٣). كيفية تكون الرابطة التساهمية الأحادية بين الأكسجين
والهيدروجين في جزيء الماء. ٢٧

الشكل(١٤). نماذج للفخار الطيني المعروف باسم التراكوتا. ٧٦

الشكل (١٥). ترتيب العناصر في الزجاج..... ٧٨

الشكل (١٦). عملات من الفضة يعود تاريخها للقرن الأول الميلادي،

المتحف الوطني بالرياض، المملكة العربية السعودية. ٨٤
الشكل (١٧). عينة من خام الأرجنتيت Argentite الخام الرئيس للفضة. ٨٥
الشكل (١٨). تمثال من البرونز تغطي سطحه الكثير من التفاصيل الدقيقة،
المتحف المصري بالقاهرة..... ٨٩
الشكل (١٩). تركيب جزيء السليلوز. ٩٦
الشكل (٢٠). أكاسيد ومركبات صدأ مختلفة متكونة على أثر حديدي يعود
لعصر ما قبل التاريخ بالمتحف البريطاني بلندن..... ١١٧
الشكل (٢١). تأثير الحبر الكربوني والحموضة في تلف واحتراق المخطوطات. ١٣١
الشكل (٢٢). جزيئات الماء تحيط بأيونات ملح الطعام (كلوريد الصوديوم NaCl)
المذاب فيه. ١٣٥
الشكل (٢٣). ذوبان بعض مكونات الفخار بفعل الماء في بيئة الدفن. ١٤٠
الشكل (٢٤). آنية من الفخار تعاني من تقشر وضياع لطبقة التغشية السطحية
نتيجة تعرضها لتفاوت في الرطوبة والجفاف. ١٤٠
الشكل (٢٥). آنية زجاجية يتضح على سطحها مظاهر الإعتام الناتجة عن تكون نواتج
التلف على سطح الزجاج عبارة عن أكاسيد معدنية، أو الشوائب الموجودة
بالخامات الداخلة في صناعة الزجاج. ١٤٢
الشكل (٢٦). عملات رومانية من الفضة تغطيها طبقة من كلوريد الفضة
ذات اللون الرمادي. ١٤٥
الشكل (٢٧). خليط من مركبات صدأ النحاس (كربونات نحاسيك قاعدية من النوعين:
الملاكيت الأخضر الترابي والآزوريت الأزرق، وكلوريد نحاسيك قاعدي من نوع
الأتاكاميت الأخضر الداكن، على قاعدة تمثال بالمتحف المصري بالقاهرة. ١٤٧
الشكل (٢٨). مجراف من الحديد تغطي سطحه طبقات قشرية أو صفائحية من
نواتج صدأ الحديد. ١٥١

الشكل (٢٩). آثار حديدية تغطيها بقايا التربة، التي كانت مدفونة بها، مختلطة بنواتج الصدأ. ١٥١
الشكل (٣٠). تآكل ألياف الأخشاب وتفتلها نتيجة تعرضها لبيئة شديدة الرطوبة، من أخشاب العلا القديمة، المملكة العربية السعودية. ١٥٥
الشكل (٣١). مخطوط عليه كتابة قبطية يعاني من التشقق والاصفرار نتيجة التعرض للضوء والحرارة. ١٦٠
الشكل (٣٢). منسوجات أثرية تعاني من الهشاشة للتحلل والتفتت والتغير اللوني نتيجة تعرضها للضوء والحرارة. ١٦٢
الشكل (٣٣). قطبية الماء كما توضحها الرابطة التساهمية بين ذرة الأكسجين وذرتي الهيدروجين. ١٦٦
الشكل (٣٤). التركيب البنائي لمذيب الهكسان. ١٧١
الشكل (٣٥). التركيب البنائي للفورمالدهيد. ١٧٣
الشكل (٣٦). التركيب البنائي للاسيتالدهيد. ١٧٤
الشكل (٣٧). التركيب البنائي للأسيتون. ١٧٤
الشكل (٣٨). تحلل الكولاجين إلى حزم منفردة بفعل الماء. ٢٠٢
الشكل (٣٩). الغراء الحيواني "الحمصي (أ) والمرن (ب)". ٢٠٣
الشكل (٤٠). عينات من الصمغ العربي. ٢٠٤
الشكل (٤١). نموذجان من الكمامات التي يمكن أن تستخدم عند التعامل مع المواد الكيميائية. ٢٢٤
الشكل (٤٢). أشكال توضيحية للأقنعة التي يمكن أن تستخدم في أثناء التعامل مع المواد الكيميائية. ٢٢٤
الشكل (٤٣). نموذجان للأقنعة الواقية من أبخرة الأحماض والمذيبات. ٢٢٤
الشكل (٤٤). نموذجان من نظارات الوقاية. ٢٢٥