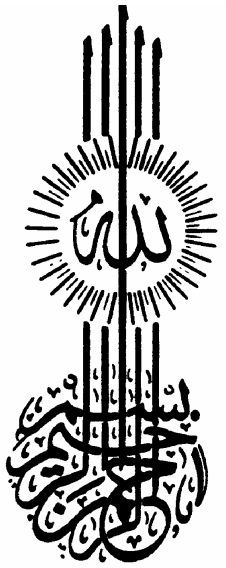
بسم الله الرحمن الرحيم

ترميم الآثار المعدنية وصيانتها

تأليف

أ.د عبد الناصر بن عبد الرحمن الزهراني **د. محمد أبو الفتوح غنيم**

قسم إدارة موارد التراث – كلية السياحة والآثار – جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ح جامعة الملك سعود، ١٤٣٤هـ (٢٠١٣م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

الزهراني، عبد الناصر بن عبد الرحمن

ترميم الآثار المعدنية وصيانتها/عبد الناصر بن عبد الرحمن الزهراني؛ محمد أبو الفتوح -الرياض، ١٤٣٤هـ

٣١٦ ص؛ ١٧ × ٢٤سم

ردمك: ٤- ١٥٧- ٥٠٧- ٦٠٣- ٩٧٨

١- تشكيل الطين ٢- أشغال المعادن ٣- الصناعات المعدنية أ- غنيم، محمد أبو الفتوح (مؤلف مشارك) ب. العنوان

ديوي ٦٧١,٥ ٣ ١٤٣٤/٧٦٨٣

رقم الإيداع: ١٤٣٤/٧٦٨٣

ردمك: ٤- ١٥٧- ٥٠٧- ٦٠٣- ٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره في اجتماعه الثامن للعام الدراسي ١٤٣٣/١٤٣٤ هـ، المعقود بتاريخ ١٤٣٤/٦/١٨ هـ، الموافق ٢٠١٢/٤/٢٨ م

النشر العلمي والمطابع ١٤٣٤ هـ

إهداء

إلى كلية السياحة والآثار – جامعة الملك سعود... التي شهدت ميلاد هذا العمل، وإلى كل الدارسين، والمهتمين، والعاملين في حقل ترميم وصيانة الآثار، نهدي هذا العمل، داعين الله أن ينفعنا وإياهم به.

مقدمة

تشكّل المعادن ثلثي العناصر الموجودة على كوكب الأرض، ونحو ٢٤٪ من كتلته. وتوجد المعادن في أشكال متعدّدة، مثل: الحديد الصلب، وأسلاك النحاس، ورقائق الألمونيوم، والحِلِيّ الذهبية. وتستخدم المعادن بصورة واسعة اعتماداً على خواصها، مثل: القوة، والصلابة، والقابلية للسحب والطرق، ودرجة الانصهار العالية، والتوصيل الحراري والكهربي، وغيرها من الخواص الفيزيائية والكيميائية.

وتمثل المعادن قاسماً مشتركاً في العديد مما يحيط بنا من أشياء، وما نستعمله في حياتنا اليومية، فهناك العديد من الأشياء التي صنعت من معادن أو سبائك معدنية، أو اشترك معدن في صناعتها، أو أن تكون نفسها قد صنعتها آلات معدنية. فوسائل النقل المختلفة، مثل: الطائرات، والسفن، والقطارات، والسيارات، والكثير من الأجهزة الكهربائية، وأسلاك الكهرباء، وحديد التسليح، وأدوات المطبخ، والأسلحة والمعدات العسكرية، بل وصناعة الإلكترونيات، التي تمثل التطور المذهل في عالم اليوم، وغيرها من شؤون الحياة؛ لا تخلو من وجود المعادن، بل تمثل المعادن عصب كل هذه الصناعات. ويمكن القول: إنه بدون المعادن لم يستطع الإنسان تجاوز أسلوب

حياة العصر الحجري، حيث لم يكتشف المعدن بعد، فالتطور الذي وصلنا إليه لا شك يدين بالفضل، بعد الله، للمعادن. وقد مرّ هذا التطور بتاريخ طويل، وشمل عمليات معقدة، بداية من التعرف على خامات المعادن في الطبيعة، والتعرف على خواصها المختلفة والمميزة، وإدراك طرق صهرها، ثم تقنيات تشكيلها، وطرق صناعاتها المختلفة، حتى وصلت إلى ما وصلت إليه من تطور مذهل.

والقليل من المعادن يوجد في صورة منفردة أو خالصة Native، ولقد اهتدى إليها الإنسان القديم بسهولة، غير أن معظمها كان مختلطاً مع معادن أخرى في الصخور والعروق الصخرية، فيما يعرف بالخامات المعدنية . وهذه الخامات في الواقع لا يشير مظهرها إلى أي معدن تمثله ؛ مما يرجح أن يكون اهتداء الإنسان القديم إلى تلك المعادن كان عن طريق الصدفة، فمن المحتمل أن يكون صانعو الفخار القدماء، قد ساقتهم الصدفة لاستخدام بعضٍ من هذه الخامات في صناعتهم، فأدى ذلك إلى تعرضها للحرارة العالية ؛ مما نتج عنه تعرضها للصهر، وظهور الفلز المعدني المسال، وانفصاله عما كان مختلطا به من معادن أخرى، ثم تبع ذلك التجريب مع خامات مختلفة، أدت إلى اكتشاف العديد من المعادن أو الفلزات المعدنية المختلفة، والتعرف على خواصها، مثل: النحاس، والرصاص، والقصدير، والحديد، والزنك وغيرها من الفلزات المعدنية، التي استخدمت على مراحل في تاريخ الحضارة الإنسانية. وللحصول على هذه الخامات التي تحتوي على هذه الفلزات، اهتدى الإنسان إلى طرق التعدّين المختلفة لاستخراج الخامات الحاملة لهذه الفلزات المعدنية.

ولقد كانت عمليات التعدّين قديماً بدائية وشاقة، وكانت تمتد إلى شهور وسنين ؛ لهذا كانت تُسند إلى العبيد، أو من حُكم عليهم بأحكام من المجرمين. وفي بعض الحضارات القديمة، كان المشتغلون في عمليات التعدّين من المقربين إلى الملوك،

وممن يحظون بالأهمية وتخليد الذكر، كما نجد فيما سُجِّل عن بعثات التعدّين في مصر القديمة (عافية، ٢٠٠٦م: ١٦).

وتمر الخامات المعدنية بعد ذلك بعملية صهرها Smelting، وفيها تُعرَّض الخامة لدرجة حرارة عالية لفصل الفلز المعدني عما اختلط به من مواد أخرى، حيث تتجمع في صورة مادة زجاجية تسمى بالخبث، يسهل التخلص منها. ومن المحتمل أن يكون الصهر قد حدث لأول مرة بالصدفة في فرن من أفران حرق الفخار، ولكن مع مرور الزمن، توصل المشتغلون بالمعادن إلى طرق عديدة لتوفير أفران صهر ذات درجة حرارة عالية، تكفي لصهر المواد الخام، والفلزات، والسبائك المعدنية، مثل: اختراع المنافيخ لتزويد الفرن بالهواء اللازم لإشعال الوقود، أو استخدام وقود الفحم الخشبي للحصول على درجات حرارة عالية، ثم كانت مرحلة التشغيل، التي يتم فيها تحويل مصهور المعدن، الذي تم الحصول عليه إلى مشغولة معدنية يمكن الاستفادة منها. وعادة ما كان يتم ذلك عن طريق صب المصهور المعدني في قوالب معدة مسبقاً، أو طرق المعدن، الذي يكون في صورة شرائح لدنة، إلى أشكال معينة.

ولقد كان امتلاك المعادن قديما دليلاً على الثراء، فقد كانت تمثل مصدراً للثروة، بما لها من قيمة عالية لدى الناس، مثل: الذهب والفضة. ولعل الخطوة المهمة في تاريخ البشرية، التي قامت فيها المعادن بالدور الأول والمهم، هو اختراع العملة، وصارت المعادن النقية هي الضمان الحقيقي للتبادل التجاري بين الدول منذ القرن السابع قبل الميلاد. وهو الأمر الذي يسر وسهل التبادل التجاري بين الشعوب والدول، وجعل الدول والحكومات، هي التي تضمن نقاء المعادن ووزنها. فأصبحت العملات الذهبية أو الفضية أو السبائك المعدنية الأخرى ذات أوزان ثابتة.

ولم يقتصر استخدام المعادن قديماً في صناعة العملات Coins أو الأسلحة، بل استخدمت في العديد من الصناعات القديمة، مثل: صناعة الحلي Jewelry، وصناعة التماثيل، والأدوات المنزلية، أو أدوات الاستعمال اليومي ، مثل: الأواني، والأباريق، والطشوت، والمباخر، وغيرها من الأدوات والمصنوعات، وأضافت إلى كل حضارة من إبداعاتها وفنونها، وتركت بصمتها في هذا المجال الذي تطور من عصر إلى آخر.

غير أن المعادن، بما تتميز به من قوة تحمل ومقاومة - باستثناء الذهب Gold - تتعرض للصدأ والتآكل بفعل عوامل التلف المحيطة بها، كأن تُعرَّض للهواء لمدة طويلة، بما يحتويه من غازات، أو ملوثات، أو تكون مدفونة في التربة، بما فيها من أملاح ذائبة، أو مغمورة في مياه البحر، بما فيه من غازات ذائبة وأيونات متلفة.

وكل هذه الظروف تمثل بيئة التلف، التي توجد فيها المعادن الأثرية، وهو ما قد يصل بالمعادن الأثرية إلى درجة عالية من التلف والتآكل في بعض الحالات، بحيث لا يستدل على وجودها إلاّ من بقايا لونها، كما في حالة بعض المعادن الأثرية التي كانت مدفونة زمناً طويلاً في التربة. وقد تتعرض المعادن الأثرية لما يعرف بالتمعدن Mineralization الكامل، حيث تحتفظ بشكلها الخارجي في صورة مشوهة، بينما تحول جوهرها ولبها المعدني إلى نواتج للصدأ والتآكل. وقد يُعثر على المعادن الأثرية، وقد غطتها طبقات من الصدأ ناتجة عن تفاعل هذه الآثار المعدنية (فلزاتها أو سبائكها)، مع الأيونات المتوفرة في الوسط المحيط. وقد تكون هذه الطبقات من نواتج الصدأ في صورة رقيقة ومتجانسة غير ضارة، وبلون جذاب تضفي على بعض المعادن الأثرية مظهرا مقبولاً، فتعرف بالباتينا Patina النبيلة أو في صورة بثرات وحفر كثيفة، أو متناثرة آكلة للسطح المعدني مسببة ثقوباً ونقراً مشوهة، أو في صورة طبقات سميكة من الصدأ

تخفي أسفلها تآكلاً مستمراً في بدن الأثر المعدني، ويُعرف هذا بالباتينا الضارة، وهي التي يجب التخلص منها، حتى لا يأتي على كل الأثر المعدني مع مرور الزمن. كما قد تتعرض المعادن الأثرية للتشوه الناتج عن التحطم أو التهشم؛ مما يتطلب ترميمها وتعديلها. وللحفاظ على المعادن الأثرية في ظروف غير متلفة، أو لتجنب تعرضها للتلف المستقبلي، يجب صيانتها بصورة دورية حتى بعد علاجها، وخاصة في بيئة المتاحف والمخازن.

ويتناول هذا الكتاب المعادن الأثرية بداية من الفلزات Metals التي تشكلها، وطرق استخلاصها من خاماتها ثم السبائك التي صنعت منها، والظروف التي تؤدي إلى تلفها وتعرضها للصدأ والتآكل، وذلك من خلال عرض لأهم الفلزات التي استخدمت قديماً في الصناعات المعدنية وسبائكها، وسلوكها في البيئات المتلفة وميكانيكية صدأها وتآكلها، وطرق علاجها وصيانتها، ثم طرق وقاية المعادن الأثرية من الصدأ والتآكل في بيئة العرض والتخزين.

يتناول الفصل الأول الذي يحمل عنوان: "المعادن: الطبيعة والتركيب"، حيث نتناول فيه مقدمة عن تاريخ استخدام المعادن، وشرح لبعض المفاهيم والمصطلحات المتعلقة بالمعادن، والتركيب الدقيق لها، وخواص الفلزات والسبائك المعدنية. والفصل الثاني يتناول طرق استخلاص الفلزات من خاماتها الطبيعية، ثم طرق تشكيل الفلزات قديما، مثل: تقنية الصب، أو التقنيات المختلفة للتشكيل على البارد. الفصل الثالث يشمل مفهوم صدأ المعادن الأثرية وميكانيكية الصدأ، وأنواعه، والأشكال المختلفة التي يوجد عليها. أما الفصل الرابع فيتضمن الذهب والفضة وظروف تعرضهما للصدأ وطرق علاجهما وصيانتهما، وفي الفصل الخامس النحاس وسبائكه وظروف تعرض الآثار النحاسية للصدأ والتآكل وكيفية علاجها، بينما خصص الفصل السادس

للحديد وسبائكه، والفصل السابع للآثار المصنوعة من الرصاص والقصدير وكيفية تعرضها جميعاً للصدأ وطرق علاجها وصيانتها. أما الفصل الثامن فيتضمن أساليب وطرق حماية المعادن الأثرية بعد العلاج والصيانة، ثم يختم الكتاب بالفصل التاسع الذي يتضمن الصيانة الوقائية للآثار المعدنية في بيئة المتاحف وبيئة المخازن. ويحمل عنوان: " الصيانة الوقائية للمعادن الأثرية في بيئة المخازن والمتاحف". ويتعرض هذا الفصل للظروف والأخطار التي يمكن أن تتعرض لها المعادن الأثرية في المتاحف والمخازن، حيث العرض أو التخزين. وبعض هذه الأخطار يتولد من الظروف البيئية المحيطة، التي قد تتفق مع تلك الظروف والعوامل، التي تؤدي إلى تلف المعادن في الأوساط البيئية المختلفة، ومنها المعدلات المرتفعة أو المتذبذبة من درجات الحرارة، وارتفاع معدلات الرطوبة النسبية. وبعضها الآخر يتعلق بالملوثات المختلفة المنبعثة من مواد العرض والتخزين، أو من الأجواء المحيطة ببيئة العرض والتخزين، مثل: الأبخرة، والأحماض الضارة المنبعثة من أنواع من الأخشاب والأقمشة والدهانات، أو ما قد ينتج من تلف عن أنواع معينة من الإضاءة وشدتها، أو التلف الميكروبيولوجي، أو الأتربة التي لا تخلو منها بيئة المخازن والمتاحف. ويتطلب هذا أن نلم بمصادرها، وندرك تأثيراتها المتلفة؛ حتى يتسنى بعد ذلك وضع إستراتيجيات الصيانة والوقاية وإجراءاتهما. وهذا ما سوف يُناقش مع كل خطر من الأخطار السابقة للوقاية منها.

المؤلفان

المحتويات

الإهداء ..... هـ

مقدمة ..... ز

الفصل الأول: المعادن: الطبيعة والتركيب ١

(١,١) المعادن قديما ١

(١,٢) المعادن اصطلاحاً ٤

(١,٣) الفلزات والمعادن ٦

(١,٤) خواص الفلزات ١٠

(١,٥) السبائك ١٣

(١,٦) تركيب الفلزات ١٨

الفصل الثاني: استخلاص المعادن وتشكيلها ٢٧

(٢,١) استخلاص الفلزات من خاماتها ٢٧

(٢,٢) تقنيات تشكيل الفلزات المعدنية قديماً ٣٠

الفصل الثالث: صدأ المعادن الأثرية ٤٣

(٣,١) مفهوم صدأ المعادن الأثرية وتآكلها ٤٣

(٣,٢) الصدأ والباتينا ٤٤
(٣,٣) تصنيف عمليات الصدأ ٤٨
(٣,٤) أشكال الصدأ ٥٥
الفصل الرابع: الفضة والذهب، الصدأ والعلاج ٦١
(٤,١) الذهب ٦١
(٤,١,١) استخلاص الذهب ٦٣
(٤,١,٢)سبائك الذهب ٦٤
(٤,١,٣) الذهب والصدأ ٦٥
(٤,١,٤) علاج وصيانة المشغولات الذهبية ٦٧
(٤,٢) الفضة ٦٩
(٤,٢,١) خامات الفضة ٧٠
٤,٢,٢ استخلاص الفضة من خاماتها ٧٢
(٤,٢,٣) سبائك الفضة ٧٤
(٤,٢,٤) صدأ الفضة ٧٥
(٤,٢,٥) علاج وصيانة الفضة ٨٥
الفصل الخامس: النحاس وسبائكه، الصدأ والعلاج والصيانة ١٠٣
(٥,١) النحاس ١٠٣
(٥,٢) استخلاص النحاس من خاماته ١٠٦
(٥,٣) سبائك النحاس ١٠٧
(٥,٤) صدأ النحاس وسبائكه ١١٣
(٥,٥) علاج وصيانة مشغولات النحاس وسبائكه ١٢٩

الفصل السادس: الحديد: الصدأ والعلاج ١٥١
(٦,١) وجود الحديد في الطبيعة ١٥١
(٦,٢) خامات الحديد ١٥٣
(٦,٣) استخلاص الحديد من خاماته ١٥٧
(٦,٤) سبائك الحديد ١٦٠
(٦,٥) صدأ الحديد وسبائكه ١٦٢
(٦,٦) علاج الآثار الحديدية وصيانتها ١٧٧
الفصل السابع: الرصاص والقصدير: الصدأ والعلاج ١٨٩
(٧,١) الرصاص ١٨٩
(٧,١,١) سبائك الرصاص ١٩١
(٧,١,٢) صدأ الآثار المصنوعة من الرصاص ١٩٢
(٧,١,٣) علاج الآثار المصنوعة من الرصاص وصيانتها ١٩٥
(٧,٢) القصدير ٢٠١
(٧,٢,١) سبائك القصدير ٢٠٢
(٧,٢,٢) صدأ الآثار المصنوعة من القصدير ٢٠٤
(٧,٢,٣) علاج القصدير وصيانته ٢٠٦
الفصل الثامن: طرق حماية المعادن الأثرية بعد العلاج ٢٠٩
(٨,١) الطلاء الواقي ٢٠٩
(٨,٢) الطرق الكهربية ٢١١
(٨,٣) موانع الصدأ ٢١٢
(٨,٣,١) المشاكل التي تواجه تطبيق موانع الصدأ على المشغولات الأثرية المعدنية ... ٢١٥

(٨,٣,٢) معايير اختيار موانع الصدأ المناسبة للاستخدام في أغراض الصيانة الأثرية . ٢١٧
(٨,٣,٣) طرق تطبيق موانع الصدأ في مجال صيانة الآثار ٢٢٠
(٨,٣,٤) بعض موانع الصدأ المستخدمة والمختبرة للاستخدام في مجال الصيانة والترميم٢٢٧
الفصل التاسع: الصيانة الوقائية للآثار المعدنية في المتاحف والمخازن ٢٤٣
(٩,١) مفهوم الصيانة الوقائية..... ٢٤٣
(٩,٢) الأخطار البيئية في المتاحف والمخازن وكيفية تجنبها ٢٤٥
(٩,٢) ارتفاع معدل الرطوبة النسبية وتذبذبه ٢٤٥
(٩,٢,٢ تذبذب درجات الحرارة..... ٢٤٨
(٩,٢,٣) الإضاءة ٢٥٢
(٩,٢,٤) الملوثات ٢٥٣
(٩,٢,٥) أخطار أخرى ٢٦٤
المراجع ٢٦٧
المراجع العربية..... ٢٦٧
المراجع الأجنبية ٢٦٩
ثبت المصطلحات ٢٧٩
أولاً : عربي – إنجليزي ٢٧٩
ثانياً : إنجليزي – عربي ٢٩٥
كشاف الموضوعات ٣٠٩