المجلس العلمي

المحاضرة 7: محاضرة مراحل التدخل العلاجي ميدانيا.

تمهيد

1- التنظيف

2- التقوية

3- أعمال الترميم

خلاصة

المجلس العلمي

تمهيد

بعد الدراسات التمهيدية المستفيضة لمشروع ترميم المبنى التاريخي، وفهم المبنى والتعرف على الأضرار اللاحقة به، تأتي مرحلة الترميم التي تتضمن بدورها عدة مراحل وخطوات، وفيما يلي ذكر بعض الطرق العلاجية لبعض الأضرار التي نصادفها بكثرة في المعالم الأثرية.

1-التنظيف

في عملية الترميم بعد إجراء أعمال الفحص والتوثيق والصيانة الطارئة أو الوقائية للمبنى تأتي عملية التنظيف، حيث يترتب على التنظيف اتخاذ القرارات اللاحقة لكيفية التدخل بالنسبة إلى صيانة مواد البناء.

نهدف من خلال عملية التنظيف إزالة الأوساخ والأتربة المشوهة لأسطح أحجار المباني والجدران القديمة، وإزالة المواد التي تشكل مصدر تنشيط لعمليات تلف أخرى، وأيضا للحصول على سطح نظيف يُسهل عملية العلاج سواء عند ربط المونة أو عند إجراء عمليات التقوية، واستظهار الزخارف أو النقوش أو الألوان الموجودة على السطح. وبالرغم من أهمية خطوة التنظيف في عملية الحفاظ إلا أنه أحيانا يلحق أضراراً للأثر مثل فقدٍ لأجزاء من السطح، والتبقع، وتنشيط الأملاح القابلة للذوبان عند استخدام الماء، أو تؤدي إلى إزالة طبقات الباتينا ومظهر القدم أو الشيخوخة عن سطح الأثر.

تشتمل أعمال التنظيف على إزالة الأتربة والأوساخ أو المواد غير المرغوب بها والتي تشوه سطح الأثر، وكذلك الأملاح المترسبة على السطح[92].

أ – تنظيف الأتربة والأوساخ:

تنقسم أعمال التنظيف للأتربة والأوساخ المختلفة عن أسطح الحجارة وباقي مواد البناء القديمة ما بين أساليب تنظيف ميكانيكية وكيميائية، ويتم اللجوء إلى الأخيرة في حال عدم نفع أساليب التنظيف الميكانيكية.

---

[92] – سلمان أحمد محاري، مرجع سابق، ص: 164

أ-1-التنظيف الميكانيكي

يعتمد على وسائل وأدوات يدوية مثل استخدام أنواع مختلفة من الفُرَش من حيث الحجم والخشونة لإزالة الأتربة، كما يمكن اللجوء إلى استخدام بعض السكاكين والمشارط غير الحادة لإزالة بعض الترسبات الصلبة من سطح الأثر. ويراعى عند التنظيف أن يتم من أعلى إلى أسفل، وأيضا يراعى عند الاقتراب من السطح أن تُستبعد الأدوات الحادة حتى لا تجرح السطح. كما يمكن استخدام بعض الأجهزة الحديثة مثل أجهزة الكشط الهوائي[93].

من شروط التنظيف نذكر مايلي :

-إعطاء وصف كامل وموضح عن حالة الأثر شاملا مثل أصل مكونات الأحجار و أنواعها ومصدرها وكذلك العنصر التاريخي لها.

- معرفة الخصائص الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية لمادة الحجر ثم تشخيص ما طرأ على الأحجار من تشرخات.

-دراسة الظروف البيئية المحيطة بالمبنى من المياه الجوفية والأملاح كذلك محتوى المائي للتربة ومدى اختلاف درجة حرارة اليل والنهار وذلك في فصول السنة.

-دراسة التلوث الجوي و أهم عناصره.

- إزالة الأتربة بإستخدام الأدوات اليدوية البسيطة كالفرشاة مثلا حيث يتم التنظيف من الأعلى إلى الأسفل ثم تزال الطبقة السطحية تدريجيا بعد ترطيبها بالماء أوالبخار إذا كانت الرواسب في صورة هشة ولكن تستخدم الطرق الألية في حالة تصلد هذه الرواسب.[94]

---

[93]- سلمان أحمد المحاري، مرجع سابق، ص: 164

[94]- رقية عبد الصمد ، مرجع سابق، ص: 43

أ-2-التنظيف الكيميائي:

بعد الانتهاء من عملية التنظيف الميكانيكي يأتي التنظيف الكيميائي إذا سمحت حالة الأثر بذلك، وهذا باستخدام منظفات مختلفة على حسب نوع التلف الذي سيتم تنظيفه، ويستخدم الماء المقطر في البداية، إذ أن المياه غير النقية تضر بسطح الأثر.

توجد مجموعة متنوعة من المواد التي تستخدم في التنظيف الكيميائي مثلالمذيبات الهلامية وهي عبارة عن محاليل قاعدية ضعيفة، حيث تتميز بقيمة الأس الهيدروجيني أقل من 7 ، بالإضافة إلى المنظفات الصناعية وتوجد منها ثلاثة أنواع وهذا على حسب خواصها : منظفات سالبة الشحنة، وأخرى موجبة وهناك غير الأيونية أي المتعادلة.

يعد استعمال المبيدات للقضاء على العامل البيولوجي من أعمال التنظيف الكيميائي ، من

ذلك المبيدات المستعملة ضد البكتيريا والفطريات ومبيدات الطحالب والأشنات والأعشاب، حيث يتم رشها أو استعمالها مع كمدات مع وجوب مزجها بالماء للتخفيف من تركيزها، كما يمكن تكليس الأماكن المصابة للقضاء على الكائنات المجهرية ، وقبل أي استعمال للمبيد ينبغي تجريبه لمعرفة أثاره، كما يجب تجنب المبيدات المحتوية على الأحماض ومصادر الأملاح أو غسل السطح بعد المعالجة بمياه مقطرة لتفادي تبلور الأملاح [95].

ب- الأملاح الناتجة عن تبخر المياه:

يمكن التخلص من الأملاح بالتنظيف الميكانيكي، حيث يتم إزالة بعض الأملاح المترسبة على الأسطح الأحجار باستخدام الأدوات والأجهزة اللاّزمة لتحقيق هذا الغرض[96]، أو باستعمال بعض المواد والمستحلبات الكيميائية مثل كمادات من الطمي بعد غسله ونقعه في الماء العذب لمدة 48 ساعة تقريبا، حتى يفقد ما به من أملاح قبل أن يستخدم، ثمّ يتم استخدامه على الجدران للتخلص

---

[95] زينب شلبي، مرجع سابق، ص - ص: 92- 91

[96]- محمد عبد الهادي محمد، مرجع سابق، ص 213.

من الأملاح الموجودة بها، وهذه الطريقة يمكن استخدامها في الجدران الخالية من النقوش والزخارف والألوان مثل قصر سيدي بومدين وأسوار المنصورة[97]. ينظر الشكل رقم: 4

كما توجد طريقة أخرى للتخلص من الأملاح باستخدام الغسيل الكثيف بالماء العذب، لكن هذه الطريقة تؤدي إلى إضافة مياه إلى مواد البناء وهذه الأخيرة تخلق مشاكل أخرى صعبة وأيضا مكلفة [98].

2- التقوية:

يقصد بالتقوية إعادة ترابط وتماسك وتحسين خواص المادة أو الحجر التي تعرضت للتجويةوفقدت تماسكها وتشققت وفقدت بعض أجزائها.

وتعتبر عملية التقوية من أكثر أعمال الصيانة خطورة نتيجة لعدم قابليتها للاسترجاع واحتمالية تسببها بتأثيرات غير مرغوبة مثل إمكانية فقد السطح المقوى. ولهذا فهناك بعض المواصفات التي ينبغي أن تتوفر في مادة التقوية المناسبة وهي قدرتها على تحقيق معدل تغلغل جيدة وقدرتها على منع تسرب الماء إلى داخل المادة وفي نفس الوقت لا تمنع خروجها منها، وأن تقاوم عامل التقادم وتزيد من قوة المادة ولا تؤثر على لون السطح، وأن تتناسب مع خواص مادة البناء.

يراعى بعض الشروط للمعالجة بالتقوية وهي أن تكون قابلة للاسترجاع، وأن لا تضر بالمادة ولا تغير من التركيب الكيميائي لها أوعلى الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لمادة البناء.

أ-مواد التقوية:

يمكن تصنيف مواد التقوية المستخدمة في تقوية مواد البناء إلى ثلاث مجموعات وهي مواد غير عضوية ومواد عضوية مخلقة صناعيا ومواد سيليكونية [99].ينظر الشكلين رقم 5و 6.

---

[97]- محمد أحمد أحمد عوض، مرجع سابق، ص 308.

[98]- جوجيوتوراكا، تكنولوجيا المواد وصيانة المباني الأثرية، تر: أحمد إبراهيم عطية، ط1، دار الفجر النشر والتوزيع، القاهرة، 2003، ص 220.

[99]- سلمان أحمد المحاري، مرجع سابق، ص: 167

3- أعمال الترميم

توجد بعض التدخلات العلاجية التي تمكننا من التصدي لتأثيرات بعض العوامل الجوية والتي سنذكرها كمايلي:

أ-علاج عوامل التلف الميكانيكية:

سد الشقوق وملء الفجوات: يمكن تميز أنواع من الشقوق على مستوى المباني فمنها ما هو مجهري ومنها ما تكون بأبعاد صغيرة أو متوسطة، وهناك الشقوق الكبيرة كما نجد الفجوات والثقوب والتي يجب سدها قبل توسعها وتسببها في انكسار الحجارة وسقوطها، وقبل البدء في عملية سد الشقوق ينبغي اختيار ملاط السد المناسب بعد تجربته أولا على حجارة من نفس النوع ومعرفة خواصه الكيميائية والفيزيائية، وبعد التأكد من فعاليته يمكن تطبيقه على المعلم التاريخي[100].

أ-1-استكمال المونة وتدعيمها:

تتعرض المونة الرابطة للحجارة في جدران المباني للتلف نتيجة تعرضها لعوامل التجوية المختلفة، بحيث تتعرض للتآكل أو التساقط؛ مما يعرض الجدار للضعف والانهيار أوالسماح للماء بالدخول إلى الجدار ومن ثم إتلافه، لذلك فإن استكمال المونة وتدعيمها أمرٌ ضروري في عملية الصيانة وذلك عن طريق تنظيف وإعادة ملء العراميص أو الفواصل بين الحجارة.

ينبغي اختيار مونة مناسبة لاستكمال الفجوات والفواصل لا تضر بلأثر تتوفر على الصفات التالية.

-أن تتطابق المونة الجديدة مع المونة القديمة في اللون والتركيب.

-أن تتطابق نوعية الرمال الجديدة من حيث اللون والحجم مع رمال المونة القديمة.

-أن تكون ذات نفاذ أكبر من مواد البناء المجاورة لها وتسمح للرطوبة بالتبخر.

---

[100]- شلبي زينب، مرجع سابق، ص- ص: 105-106

فاختيار نوعية المونة المستخدمة يتم بناء على المعرفة السابقة بنوعية وتركيب المونة الأصلية أو بناء على نتائج التحاليل لعينات من المونة الأصلية باستخدام الأساليب العلمية الحديثة. والمونة الغالب استخدامها في الوقت الحاضر في أعمال الترميم هي مونة أساس تكوينها مادة الجير[101].

ب-علاج عوامل التلف الطبيعية:

ب-1-الريّاح:

يمكن التقليص من حجم خطورة الريّاح والحد من حجم التلف المصاحب لها من خلال إزالة الرمال من حول المباني الأثرية، وإقامة مصدات للرمال المتحركة أو عن طريق رش التربة من حول المبنى الأثري بالراتنجات واللدائن الصناعية ولاسيّما راتنجات السليكون إستر (Silicone Esters)، بالإضافة إلى تشجير المناطق المتاخمة للمباني الأثرية لصد الريّاح والعواصف المحملة بالرمال[102].

ب-2-الرطوبة:

تعتبر الرطوبة من أهم عوامل التلف وأشدها تأثيرا على المباني التاريخية، حيث تختلف أساليب الوقاية وعزلها من المبنى باختلاف مصادرها:

***الرشوحات الناتجة عن التسرب من التمديدات الصحية:** يلاحظ تأثيرها السلبي على الجدران الحاملة لأنابيب الصرف الصحي المتآكلة، والتي بها ثغرات لذلك يستوجب استبدالها بشبكة جديدة[103].

***الرشوحات الناتجة عن المياه الجوفية وصعود الرطوبة بواسطة الخاصية الشعرية:** تتم الوقاية منها بواسطة طريقتين هما :

---

[101]- سلمان أحمد المحاري، مرجع سابق، ص-ص: 175-176

[102]- عبد المعز شاهين، ترميم وصيانة المباني الأثرية والتاريخية، سلسلة الثقافة الأثرية والتاريخية، مطابع المجلس الأعلى للآثار، 1994، ص: 204.

[103]- هزار عمران وجورج دبورة، مرجع سابق، ص 102.

الطريقة الأولى: وتتمثل في تجفيف التربة بالاعتماد على بناء نظام صرف محكم حول موقع البناء، وذلك لإبعاد المياه عنه، ويوجد نوعين من التصريف هما:

- التصريف الأفقي: ويقوم على بناء الأنابيب المصنوعة من الآجر أو السيراميك أو الإسمنت المسلح ضمن خنادق تقع تحت منسوب المنطقة الأرضية الخاضعة لمياه، ثمّ تغطى بالحصى والرمل ثمّ العشب، بحيث تنفذ المياه بسهولة إلى الأنابيب ثمّ تفرغ الأنابيب باتجاه شبكة التصريف العامة.

- التصريف الشاقولي: يسهل من التصريف الأفقي ويساعد على تخفيض منسوب المياه الجوفية بشكل مؤقت، ويتم بحفر مجموعة من الآبار تضخ منها المياه خارجا[104].

الطريقة الثانية: تتمثل في عمل حزام أو سد من الخرسانة المعزولة ضد مصدر المياه، وذلك بعد أن يحدد اتجاهها بالضبط، وهذا الحزام يتم تحديد سمكه وعمق اتجاهه بحيث يصبح على عمق أسفل من منسوب مصدر الماء، و كذلك يحدد بعده عن حرم المبنى الأثري، وبذلك يمكن إيقاف مصدر المياه والتلف و تجف التربة وتتصلب.

وأحيانا يضطر أيضا المرمّم إلى عمل خندق يحيط بالمبنى من جميع الاتجاهات، لغرض تجفيف الأساسات والتربة المحيطة من الرطوبة ووقف النشاط الكيميائي والميكانيكي للأملاح الضّارة بالأحجار الرسوبية والمتحولة[105].

***الرطوبة الناتجة عن التكاثف:** لمنع عملية تكاثف الرطوبة على الحوائط والتخلص منها ينصح بزيادة عملية تبخير الأماكن ومنع مصادر المياه عن الحوائط[106]، ومن بين الأساليب التي يمكن إتباعها لتحقيق هذا الغرض نذكر ما يلي:

***التهوية:** تساعد عملية التهوية على التخلص من الرطوبة الجوّية العالية في حالة المباني الأثرية التي تحتوي على عناصر زخرفيه معمارية لا تسمح باستخدام أسلوب التدفئة الاصطناعية (أخشاب، نقوش، صور جدارية) مثل الجامع الكبير ومسجد أبي الحسن التنسي...، وتتم عملية التهوية بتركيب

---

[104]- هزار عمران وجورج دبورة، مرجع سابق، ص 106- 107.

[105]- محمد أحمد أحمد عوض، مرجع سابق، ص 295-297.

[106]- جورجيوتوراكا، مرجع سابق، ص 223.

مجموعتين من المراوح في اتجاهين متقابلين، حيث تسمح إحداهما بإدخال الهواء من خارج المبنى إلى داخله وتعمل الأخرى على سحب الهواء من الداخل إلى الخارج، وبذلك يمكن تجديد هواء المبنى وتفادي ظاهرة تكاثف الرطوبة[107].

*التدفئة: يعمّم استخدام هذه الطريقة في الأماكن الباردة لخفض نسبة الرطوبة ومنع تكثفها على أسطح الجدران، وقوام هذه الطريقة شبكة من الأنابيب المعدنية تغذي مركزيا بالماء الساخن، فتشع الحرارة في كافة أرجاء المبنى بشرط أن لاترتفع درجة الحرارة في الجو عن 16 درجة مئوية[108].

ب-3-الأمطار:

أوّل ما يجب القيام به لتجنب خطر الأمطار وتخفيف شدة تأثيرها هو زيادة مقاومة مواد البناء وإزالة نقاط الضعف، من خلال منع تغلغل مياه الأمطار إلى الشقوق والشروخ الموجودة في الجدران أو السطوح أو الأساسات، وذلك من خلال سد المنافذ والشقوق بالمونات المناسبة وتكحيل فواصل الأحجار بمونة قويّة جديدة بدلا من المونة القديمة[109]، كما يمكن معالجة ملاط الحوائط بالراتنجات واللدائن الصناعية التي تزيد من مقاومته لتأثير المياه، وتغطية بلاطات الأسقف بطبقة عازلة تمنع تسرب المياه منها وتزويدها بالعدد الكافي من المزاريب التي تمنع تجمع المياه عليها، بالإضافة إلى تغطية قمم الجدران غير المسقوفة بطبقة عازلة من مونة تقاوم تأثير المياه وتمنع تسربها إلى داخل الجدران[110].ينظر الشكل رقم 7.

كما يمكن حماية المبنى من الأمطار بزرع بعض الأشجار الصغيرة والنباتات قرب المبنى، حيث تشكل حاجز حماية ضد الأمطار، كما تلعب دورا فعالا في تخفيض الرطوبة الأرضية لقدرة جذورها على امتصاص المياه، أمّا بالنسبة للأشجار الكبيرة فيجب ترك مسافة أمان بينها وبين المبنى تبلغ مرة

---

[107]- عبد المعز شاهين، مرجع سابق، ص 215.

[108]- عزت زكي حامد قادوس، علم الحفائر وفن المتاحف، مطبعة الحضري، الإسكندرية، 2004، ص 208.

[109]- أحمد إبراهيم عطية وعبد الحميد الكفافي، مرجع سابق، ص 126.

[110]- عبد المعز شاهين، المرجع نفسه، ص 207- 208.

ونصف ارتفاع الشجرة، لأنّ جذورها تمتد على مساحات واسعة بحثا عن الماء ممّا يشكل خطرا على تربة الاستناد[111].

ب-4-مياه الرشح والنشع:

يمكن تلخيص أهم وسائل وأساليب صيانة المباني الأثرية من أخطار مياه الرشح والنشع فيما يلي:

-الطباقات غير منفذة للمياه: وهي عبارة عن طبقات عازلة تمنع تحرك مياه الرشح والنشع في الاتجاه الرأسي، تستخدم في الحوائط والأرضيات. يتم تنفيذها بطريقتين هما:

*الطريقة الأولى: وتتلخص في عمل مقاطع أفقية في الجدران بالتبادل، يليها إدخال المواد العازلة غير المنفذة للمياه، هذه المواد العازلة عبارة عن ألواح معدنية وألواح بلاستيكية وراتنجات الإيبوكسي الممزوجة بالرمل.

*الطريقة الثانية: يتم إنجاز ثقوب تحقن الجدران من خلالها بالمواد العازلة غير المنفذة للمياه، ومن بين أنواع المواد المناسبة نذكر راتنجات السيليكون Silicone وراتنجات الإيثيل سيليكات وأخلاط راتنجات السيليكونات Siliconate mixture واللاتكس latex[112].

- كما يمكن التخلص من مياه الرشح والنشع والتقليل من حجم خطورتها ومنع وصولها إلى الأساسات والقواعد بواسطة التصريف الشاقولي والتصريف الأفقي المذكورة آنفا .

ج-علاج عوامل التلف البيولوجي:

تلحق الكائنات الحيّة بالمباني الأثرية أضرارا وخيمة ولاسيّما إذا توفرت الشروط اللاّزمة لتكاثرها، ومن بين أساليب مكافحتها ومنع تفاقمها نذكر مايلي:

111- هزار عمران وجورج دبورة، مرجع سابق، ص 106 -107.

112- عبد المعز شاهين، مرجع سابق، ص213.

ج-1-الكائنات الحيّة الدقيقة:

للتقليل من الفعل التدميري للكائنات الحيّة الدقيقة والحد من تكاثرها يجب:

- تثبيت الرطوبة النسبية في أجواء المباني فيما بين 55-65 %، وفي درجة حرارة تتراوح ما بين 17° و25° درجة مئوية.

- رش الأجزاء المصابة بمحاليل المبيدات الكيميائية، ويمكن استخدام محلول فلوريد الصوديوم التجاري أو فلوريد الماغنسيوم [113].

ج-2-النباتات:

تعدّ من أشد عوامل التلف فتكا بالمباني الأثرية ويصعب التخلّص منها، لذلك ينصح بسد الشروخ والشقوق وبتكحيل الفواصل الموجودة بين حجارة البناء تكحيلا متقنا، أمّا في الحالات العادية فمن السهل اجتثاث الأعشاب والنباتات من حين إلى آخر حتى لا تتزايد.

ج-3-الوطاويط :

يمكن طرد الوطاويط من المباني الأثرية ولاسيّما المهجورة بتعميم الإضاءة في جميع أرجاء المبنى، والعمل على سد الفجوات والشروخ والشقوق التي يمكن أن تتخذها الوطاويط مضاجع لها، وفي الأخير تبخير الأماكن المتضررة بأبخرة الكبريت[114] .

ج-4-الطيّور:

يمكن التخلص من أنواع الطيّور من خلال تزويد المبنى بالمصائد، ووضع أسلاك شائكة فوق الجدران وغلق النوافذ والأبواب وتفقد الدوري للمبنى[115].

---

[113]- عبد المعز شاهين، مرجع سابق ، ص 219.

[114]- المرجع نفسه، ص 216- 217.

[115]- المرجع نفسه، ص 218.

خلاصة

يعد التنظيف أول مرحلة لصيانة وترميم المباني التاريخية وهو نوعين تنظيف يدوي وآخر كيميائي، كما يلجأ المرمم أحيانا للتقوية بعض العناصر المعماريةفي المبنى التى يصعب التخل فيها دون تقوية مع مراعاة شروط التقوية وأخذ الحيطة والحذر لمدى خطورتها على المبنى في حالة الخطأ عند تطبيقها، كما يتسم الترميم بعدة مراحل تطبيقية من شأنها إسترجاع المبنى والقضاء على عوامل التلف.

المجلس العلمي

المحاضرة 8: طرق اختبار مواد الحام الحديثة الداخلة في عملية التّرميم.

تمهيد

1- أنواع المواد الحام

2- خواص المواد الهندسية

3- أنواع اختبارات المواد الحام

خلاصة

المجلس العلمي

تمهيد

عرف الإنسان المواد الخام المختلفة منذ نشأته على الأرض، واستعملها في صنع أدواته اليومية وأسلحته البسيطة، ثم أخذ من ذلك الحين يبحث عن الجديد والأفضل من هذه المواد حتى أصبحت حاليا تشكل الحجر الأساسي للتقدم العلمي والتكنولوجي والصناعي.

وعلى العموم المواد الهندسية أي الخام هي المادة الأولية والمصنعة التي تستعمل في إنتاج السلع والأدوات المختلفة.[116]

1-أنواع المواد الخام(الهندسية):

تنقسم المواد الهندسية بحسب طبيعتها إلى الأنواع التالية:

- مواد معدنية (Metallic Material)تشمل المواد المعدنية جميع المواد الخام وسبائكها، وتنقسم المواد المعدنية التي تدخل في المشغولات والأعمال الإنشائية إلى:

مواد حديدية مثل تشمل الصلب والحديد المطاوع والحديد الزهر.

مواد غير حديدية مثل النحاس والبرونز والألمنيوم والرصاص والقصدير .... الخ.

-مواد غير معدنية تشمل المواد غير معدنية البوليمرات والبلاستيكيات بأنواعها والخزفيات أو مثل الأرتلونArtleon والبريسبكس Perspex والخشب ..... الخ.

-مواد مشعة (مولدة للطاقة) مثل الماء والوقود والمواد المشعة مثل اليورانيوم لإنتاج الطاقة الذرية.

---

[116] -اختبار المواد، المملكة العربية السعودية للتدريب التقني والمهني، الإدارة العامة للتصميم وتطوير المناهج، طبعة 1429 هـ، ص: 2

تعتبر الأرض والغلاف الجوي والمائي للأرض هي المصدر الرئيسي للمواد الخام (Raw Materials) التي يستخرج منها كافة المواد الهندسية[117].

2-خواص المواد الهندسية:

ونقصد بالخواص المواد الهندسية أو الخام المقاييس التي تصف جودتها. كما تعد اللغة أو العبارات التي يوضح بها المصمم احتياجاته للمادة التي ستقاوم الأحمال والكسر والتفتت والتفاعلات الكيميائية والإشعاعات والحرارة..وتفيد الخواص أيضا في اعتبارها أساسا لمقارنة انتظام العينات المختلفة للمادة الواحدة ، ويلاحظ أنه لاتوجد قطعتان من مادة واحدة لها نفس الخواص تماما بمنتهى الدقة، وذلل بسبب عوامل كثيرة تتعرض لها المادة أثناء الصناعة أو نتيجة لعمليات التشكيل أو إلى عوامل الزمن أو إلى التغيير في درجة الحرارة أو الرطوبة أو عوامل أخرى.

تنقسم خواص المواد الهندسية إلى عدة أقسام:

-خواص فيزيائية تتمثل في الأبعاد والشكل والكثافة والمسامية والرطوبة..إلخ

- خواص كيميائية: التركيب الكيميائي وحمضي أو قلوي ومقاومة الصدأ...إلخ

-خواص فيزيوكيميائية: مثل امتصاص الماء والإنكماشوالتمدد نتيجة للحرارة..إلخ

-خواص بصرية مثل اللون ونفذ الضوء وانعكاس الضوء..إلخ

- خواص ميكانيكية كالمقاومة والمتانة و الصلادة والصلابة والقصافة...إلخ

- خواص حرارية ونقصد بها الحرارة النوعية والتمدد والتوصيل الحراري..إلخ

-خواص كهرومغناطسية مثل النفاذ المغناطيسي

---

117 - خصائص واختبارات المواد الهندسية، مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهني، يات للحلول والتعليم، عمان، ص 4-5

-خواص سمعية ونقصد بها التحويل الصوتي و الإنعكاس الصوتي...إلخ [118].

3-أنواع اختبارات المواد الخام:

تنقسم إلى:

أ-**اختبارات ميكانيكية اتلافية للمواد:** وفيها تتلف العينة ولا يحافظ على سلامتها مثل الكسر والثني والخدش ..أهمها:

-اختبار الشدtension test، اختبار الضغطcompression test، اختبار الصلادةhardness test، اختبار الصدم impact test، اختبار الإلتواء torsion test[119].

ب-اختبارات ميكانيكية غير متلفة:

هناك العديد من الأنواع المختلفة للاختبارات الإتلافية ترتكز في مفهومها وطريقة عملها على مبادئ وأسس فيزيائية مختلفة للكشف عن بنية المادة ومواضع وجود الشروخ والتشوهات الداخلية والسطحية فيها والتي لا يمكن كشفها بالعين المجردة. ولكل نوع من هذه الاختبارات مزاياه الخاصة به ولكن خبرة القائم على الاختبار ومعرفته الجيدة بمزايا كل نوع والعيوب المحتمل تواجدها في الجزء أو العينة الخاضعة للاختبار هي المتحكم الرئيسي في اختيار نوع الاختبار الأكثر ملائمة لاختبار هذا الجزء أو العينة. وأكثر أنواع الاختبارات الإتلافية انتشارا نذكر:

-اختبار بطريقة الفحص البصري(Visual Inspection)

-اختبار بطريقة السوائل النافذة أو المخترقة(Penetrant Inspection)

-اختبار التسرب(Leak Test)

---

[118] -اختبار المواد...، مرجع سابق، ص: 2-3

[119] -اختبار المواد ...، مرجع سابق، ص: 5

-الاختبار بالطرق الحرارية(Thermal Test)

-اختبار بطريقة الجسيمات المغنطة(Magnetic Particle Test)

-اختبار بطريقة التصوير الشعاعي(Radiography Test)

-اختبار بطريقة الموجات فوق الصوتية(Ultrasonic Test)

-اختبار بطريقة التيارات الدوامة(Eddy Current Test)

-الاختبار بالموجات القصيرة[120](Microwave Test)

خلاصة

تعد عملية اختبار المواد الخام الداخلة في أعمال الترميم خطوة حيوية في تحديد نوعية المواد ومدى مطابقتها لأعمال ترميم المعلم الأثري، من اجل التحك في المخاطر التي يتعرض لها المعلم الأثري أثناء و بعد أعمال الترميم، وهي تتنوع بين اختبارات ميكانيكية متلفة وأخرى غير متلفة.

[120] خصائص واختبارات المواد الهندسية ، مرجع سابق، ص:120