نحو منظومة لدراسة أساليب وتقنيات أعمال ومواد الترميم " فى العمارة والفنون الإسلامية"

Towards the system for the study of methods and techniques and "materials restoration work "in architecture and Islamic Arts

مقدم من : د.م. / أحمد حنفى محمود أحمد

دكتور مهندس

رئيس قسم الهندسة المعمارية بمعهد القاهرة العالى للهندسة وعلوم الحاسب والإدارة–القاهرة الجديدة

القاهرة – جمهورية مصر العربية

Tel.٠٢٢٦٢٤٧١١١

Mob.٠١٠٢٢٣٣٨١٧١–٠١١٤٦٠٠٠١١٧

Email address : Ahmed.Hanafy@chi.edu.eg

Email address: dr.ahmed.hanafy.ah@gmail.com

Email address : elwessam٤@Gmail.com

(١) المقدمة وهدف البحث :

- إن التراث المعمارى هو أثمن ما تملكه الأمم، فهو الجذور التى تؤكد إمتداد الأمة فى أعماق الماضى وتُثبت بقاءها فى الحاضر وتحفزها على البقاء فى المستقبل، ومما لاشك فيه أن المبانى الأثرية هى أهم عناصر التراث الأثرى، فالمبنى الأثرى هو كتاب مفتوح نرى فيه روح الماضى، وفلسفته وفنونه وعقائده، لذا فإن الحفاظ على التراث المعمارى الأثرى بشكل عام والمبانى الإسلامية الأثرية بشكل خاص، هو حفاظ على بقاء روح الماضى وحافز على النمو فى المستقبل بشرط أن تراعى قيم الأصالة (أصالة المادة، أصالة الموقع، أصالة الحرفة) لأن قيمة الأثر تكمن فى أصالته، ولذا فلا بد وأن يكون الهدف من الترميم والصيانة هوالحفاظ على تلك الأصالة ... فقد يصبح الترميم تدميراً- بدلاً أن يكون حفاظ وصيانة - إذا أضاع تلك الأصالة.
- كما أن الحفاظ على التراث المعمارى وإبراز قيمته أضحى أكثر من مجرد مؤسسة ثقافية حيث أنه عامل مهم فى التنمية الحضرية، وهو يخلق روابط ذات مدى طويل بين الأجيال المتعاقبة، ويحافظ على روح المكان، وثمة اليوم توجه كل الدول نحو حماية التراث المبنى المنبثق من تراثات محليةإلى جانب تثمين المواقع الأركيولوجية بهدف نقل الخبرة الحرفية والعادات الإجتماعية التى كانت تمثلها فى الماضى. ولأن خامات ومونات البناء بالمبنى الأثرى هى عُرضة للبيئة المحيطة بما تحتويه من عوامل وقوى تلف وبالتالى هى الأكثر احتياجاً للصيانة والترميم .
- ومن الجدير بالذكر أن المبنى الأثرى يتكون من العناصر الإنشائية مثل الأساسات، والحوائط الحاملة والكمرات والأعتاب بأنواعها مثل (عتب مستقيم - عقد عاتق - عقود بأشكالها المختلفة)، والأسقف بأنواعها وتفاصيلها المختلفة فضلاً عن ما تحمله هذه العناصر الإنشائية من عناصر و وحدات زخرفية ومن المؤكد أن لكل مكون من هذه المكونات خاماته ومكوناته وتقنياته التي تُناسب المكون وطبيعة المبنى وبيئته وعصره.
- وحيث أن المبانى الأثرية والعمارة الإسلامية تعتبر شواهد على التاريخ البشرى وجسراً تنتقل خلاله الخبرات والعادات الإجتماعية بين الأجيال ورأفة بتلك المبانى التى تمثل ماضى الشعوب كان لابد من إحياء الماضى وتحريك النبض فيه من خلال الترميم وإعادة تاهيل المبانى بحيث نعيد لتلك المبانى رونقها لأن التراث الذى لا يستخدم يندثر.
- وجدير بالذكر أن ثمة تقنيات معاصرة تستخدم هذه الايام فى الترميم وتساهم بشكل كبير فى الحفاظ على التراث وإحياءه وإصلاح ما تتعرض له الأبنية من تلف وتصدعات بفعل الزمن .

- كما تميز العصر الإسلامى بمصر بكم هائل من التراث المعمارى المتنوع من الطرز المعمارية وأحجام المبانى وإرتفاعاتها وأغراض الإنشاء وبالتالى التنوع الشديد فى الخامات المستعملة ومونات وتقنيات البناء، ونظراً للكم الضخم المتبقى من هذا الثراث المعمارى الإسلامى بالقاهرة والأقاليم، فقد وفر مادة خصبة لدراسة أساليب وتقنيات الترميم، هذا فضلاً على أن مشروعات ترميم التراث المعمارى الإسلامى بمصر خاصة القاهرة التاريخية قد أثارت جدلاً شديداً حول الخامات والتقنيات المستخدمة فى ترميم هذه المبانى الإسلامية وخاصة الحوائط الحاملة مما احتاج إلى دراسة علمية لتقييم خامات وتقنيات البناء التقليدية وإعادة إستخدامها فى أعمال الترميم، وهذا ما سوف نتناوله بالدراسة فى هذا البحث.

(٢) التمهيد العام للبحث :

- مع ظهور فكرة الحفاظ على المبانى الأثرية والتراثية بالشكل المعروف فى القرنين الثامن والتاسع عشر، تبنى المعماريون مبدأ الترميم (Restoration) فى تلك الفترة بشكل عام كآلية لصيانة وحفظ هذه المبانى، كما أنه ومع تطور المفاهيم فى مجال الحفاظ تحول هذا المفهوم تدريجياً إلى مفهوم الحفاظ المستدام ليشمل عملية الإبقاء وصون المنشأ جنباً إلى جنب مع الأخذ بنظر الإعتبار إدراك القيم المتعلقة به وعلاقته بنسيجه الحضرى وخصائص مجتمعه المتواجد ضمنه وإرتباطاته به.
- وفى خلال السنوات الثلاثين الماضية، بدأ مفهوم الحفاظ على التراث المعمارى والعمراني (Built Heritage) بالتحول تدريجياً من تضمنه بشكل أساسى هدف حماية المبانى التاريخية الأثرية المنفردة، إلى عملية إدراك وتقدير شاملة للبيئة الحضرية المبنية بالإضافة إلى عملية المحافظة على المبانى التاريخية والتى عادة ما تتضمن جوانب أخرى كالمحافظة على مجموعة مبانى تقليدية متميزة، نسيج حضري تراثى، نسق أو نمط معمارى معين لزقاق أو شارع تراثى، علاقات عمرانية حيزية بين المنشآت والفضاءآت الخارجية المتآخمة لها.
- ولتوضيح كل ذلك يتم دراسة وتوضيح العناصر التالية وصولاً إلى النتائج والتوصيات المرجوة من البحث.

٢-١ مفهوم وتعريف الترميم :

- الترميم هو فن الحفاظ على الموروث المعمارى الذى هو جزء من هويتنا الحضارية، وهو إعادة تأهيل المبانى القديمة التى تعرضت بفعل الزمن والعوامل الطبيعية غير الطبيعية للتلف والتصدعات مما أدى إلى فقدانها لجزء كبير من القيم الجمالية التى تحتويها .

- والترميم عملية متخصصة بشكل استثنائى، تهدف إلى المحافظة على القيم الجمالية والتاريخية للمعلم وإبرازها، وتستند إلى احترام المواد الأصلية والوثائق الأصلية، وإذا اتضح أن التقنيات التقليدية غير ملائمة، فإن تدعيم الأثر وتقويته يمكن أن يتم باللجوء إلى أى من تقنيات البناء والترميم الحديثة التى أظهرت نجاحاتها المعطيات العلمية والتجربة، وتوحيد الأسلوب ليس الهدف المنشود من عملية الترميم، فالتعويض عن عناصر مفقودة يجب أن يكون بطريقة منسجمة مع الأثر ككل، وإنسجامها مع العناصر الأصلية حتى لا تتسبب عملية الترميم بتزييف الأدلة الفنية أوالتاريخية .
- كما أن الترميم يتمثل أيضا فى إقامة المبانى الأثرية المنهارة وإستبدال الأجزاء المتآكلة بمواد حديثة تتماثل مع المواد الأثرية فى التركيب والطبيعة والمظهر، وتتم عمليات الترميم بحيث لا تطمس أو تغير الطرز المعمارية الأثرية للمبانى بحيث يسهل التفريق بين الأجزاء القديمة والأجزاء التى أقيمت حديثاً بالمبنى .

ومن هنا كان التعريف العام للترميم هو إعادة المبنى التراثى إلى حالة من الحالات الأصلية التى كان عليها من قبل، ويتم الترميم بإزالة التعديات، وأعمال التدعيم والتقوية، وتتم هذه الأعمال لعلاج التلفيات والعيوب بمواد المبنى التراثى وجعله صالحاً للإستخدام مع إستخدام نفس مواد المبنى القديمة أو مواد مماثلة لها فى الشكل واللون والخواص الفيزيائية والكيميائية، وبنفس أسلوب الإنشاء القديم مع إبراز مواد المبنى القديمة والحديثة .

٢-١-١ تعريف الترميم المعمارى للأثار: عرفت أعمال الترميم المعمارى للمبانى الأثرية من قبل عدة جهات وأكثرها شمولية أنها مجموعة الأعمال الفنية والتنفيذية التى تهدف إلى حفظ العمل المعمارى أو إعادته إلى الشكل الحالى التى يستطيع معها أدآء وظائفه المطلوبة منه، وعلى هذا فإن ترميم المبانى المعمارية الأثرية هى مجموعة إجراءآت لتدعيم البنية الداخلية للمبنى الأثرى حتى يستطيع مقاومة العوامل البيئية الخارجية لإيقاف أوتقليل الخطر من عوامل التقادم الزمنى والبيئة المحيطة عليها، وإصلاح ما طرأ على العناصر من تلف فى ظل إحترام الحفاظ على الشكل التقليدى لها .

٢-٢ الهدف من الترميم :

- يهدف الترميم بشكل عام إلى الحفاظ على البنية الإنشائية للمبانى المراد ترميمها وتدعيم تلك المبانى عبر توثيق ورفع هندسى لها، وترميم وإعادة بناء الأجزاء العمرانية التى تتطلب مداخلة طارئة لوقف حالة تدهور البناء وعادة ما تشمل عملية الترميم تجديد الهيكل الخارجى للمبنى وإكساء الأسقف وتنفيد أبوب وشبابيك فى الفتحات وتحسين المواد العازلة ومعالجة بلاط الأرضيات وتنفيذ بلاط جديد أينما يلزم

وتمديد شبكة صرف صحى وتجهيز دورات مياه وتنفيذ شبكة كهربائية وأخيراً يجب عمل التقوية الإنشائية ومعالجة الشروخ .

- ويكون الهدف فى الأصل من الترميم إحياء التراث المعمارى الإسلامى والحفاظ عليه لأنه كما ذكرنا الشاهد الحى على تاريخ الوطن ومن هنا جاء الإهتمام بذلك التراث، للتعرّف على الحياة الإجتماعية والإقتصادية والسياسية التى أنتجت ذلك التراث، وحتى يكون الترميم ذا جدوى اقتصادية يتم إستخدام المبانى المرممة فى وظائف مناسبة تتلاءم مع وظيفتها الأساسية وقد يكون هذا الإستخدام موفقاً فى بعض الحالات إلا أنه لم يكن كذلك أحياناً أخرى، مثلما حدث فى القاهرة وبعض الدول الأخرى، حيث أن هناك عدداً من البيوت القديمة رمّمت وجرى أحياؤها لتوظيفها فى وظائف مناسبة ويعتبر هذا استثماراً لتلك المبانى التاريخية، ويمكن أن يكون ترميم بعض المباني مناسبة لإحياء بعض الفنون الزخرفية والصناعات الخشبية، بالإضافة إلى تنشيط السياحة لهذه المواقع بإستخدام بعض الأبنية فيها كمراكز خدمات سياحية .

- ويعتبر أيضاً الهدف من الترميم هو إحياء المفهوم الأصلى للأثر أو وضوح شكله وذلك بشرط **أن يقوم الترميم على أسس وقواعد محددة منها :**

أ) إحترام المادة الأصلية والأدلة الأثرية والتصميم الأصلى للمبنى ويتم الترميم بأقل قدر من التدخل.

ب) السماح بإحلال الأجزاء الناقصة فى بعض الحالات الضرورية فقط أو بشرط أن يكون الجزء المستكمل متميزاً عن الأصل ومنسجماً مع الكل .

ج) التأكيد على أن ترميم كل مبنى أثرى حالة خاصة، و لابد أن تولى إهتماماً خاصاً.

د) إحترام جميع الإسهامات التى أضافتها جميع العصور السابقة، والحفاظ على جميع الإضافات اللآحقة التى يمكن إعتبارها وثائق تاريخية وليست مجرد ترميمات سابقة .

هـ) عند احتواء المبنى على أعمال مركبة تنتمى إلى عصور مختلفة، فإن الكشف عن الحالة التحتية يمكن تبريره فقط فى ظروف استثنائية .

و) الإحترام الكامل للجمال الذى اكتسبه الأثر مع تقادم العهد به عند تنظيف الأسطح الخارجية للمواد.

٢-٣ دراسة التشققات كمؤشر لإحتياج المبنى للترميم :

- التشققـات هى الأسلوب الذى يحاول المبنى أوالمنشأ أن يظهر لنا أن هناك خلل ما أوانه بحاجة للترميم، ولتكون عملية ترميم المنشآت ناجحة فمن الضرورى معرفة أسباب قصور أدآء مادة البناء،

فعند معرفة هذه الأسباب يتم إختيار أسلوب الترميم المناسب وعندها يكون العمل ناجحاً، و لهذا يجب التفريق بين المشاهدات عن أشكال التشققات وعن أسباب هذه التشققات.

وبعد التعرف على السبب الحقيقى يمكن وضع الحلول مع ضمان عدم تكرار الأسباب ولهذا يجب إتباع **الخطوات التاليه :**

- **التقييم** :الخطوة الأولى هى تقييم حالة مادة البناء (خشب، طوب، حجر، خرسانة)، وهذا التقييم يمكن أن يتضمن مراجعة مخططات التصميم مذكرة التصميم الإنشائى، وفحص المادة بالنظر، وفحص بإستخدام أسلوب الفحص بدون تكسير (NDT)، وفحص عينات من مادة البناء فى المختبر، وبعد الإنتهاء من هذا التقييم يتكون معرفة كاملة لدى فريق العمل بحالة مادة البناء وأسباب التشققات .
- **ربط النتيجة بالسبب** : بعد إنتهاء مرحلة تقييم المنشأ يتم ربط المشاهدات ونتائج الفحوصات بآلية حصول التشققات، وحيث أن العديد من التشققات من الممكن أن تكون ناتجة عن أكثر من سبب، يجب محاولة معرفة السبب الفعلى لتقديم الحلول المناسبه .
- **إختيار أسلوب الترميم** : بعد أن تم تحديد سبب أو أسباب التشققات الذى تم ملاحظته يتم إختيار الأسلوب الأنجح للترميم والمواد المستخدمه لذلك.
- **إعداد المخططات والمواصفات** : الخطوة التالية فى عملية الترميم هى إعداد المخططات الإنشائية لتدعيم العناصر التى بحاجة للتدعيم ومواصفات المواد المستخدمة لهذا العمل، وحيث أن بعض الأمور لا تكون واضحة تماماً قبل بدء أعمال الترميم فإن هذه المخططات يجب أن تكون مرنة وقابلة للتعديل .
- **تنفيذ الترميم** : إن نجاح عملية الترميم تعتمد على مدى التقيد بالمخططات والمواصفات والتى ينبغي أن تكون أعلى مستوى من الدراسة والتحليل من أعمال إنشاء المبانى الجديدة .

٢-٤ أساليب الترميم الانشائى للمبانى الأثرية .

- تتضمن أعمال الترميم الإنشائى للمبانى التراثية، محاولة الحفاظ على الإتزان الإنشائى لها والترميم الإنشائى لا يختلف فى مراحله الإساسية عن الترميمات الأخرى، بمعنى أنه يجب أن يبدأ أولاً بالتشخيص، لمعرفة أسباب التلف، وحالة المبنى الإنشائية، وتحليل التربة،....الخ، ثم إجراء أعمال الترميمات المختلفة، حيث علاج التربة أسفل الأساسات وتحسين خواصها، ثم الترميم الإنشائى للأساسات، الحوائط والأعمدة والقباب، إلى غير ذلك من عناصر المبنى الإنشائية .

– إن الطرق التقليدية المستخدمة فى الترميم الإنشائى للمبانى التراثية، قد لا تجدى مع الحالات الحرجة، كميول الأعمدة، الحوائط، واستمرار هبوط الأساسات ،... الخ، ولذا يجب الإستعانة بالتكنولوجيا الحديثة التى تساهم لحد كبير فى الترميم، بشرط أن تتوافق مع شروط المواثيق الدولية لحفظ المبانى التراثية، حتى يمكن تطبيقها فى أعمال الترميم .

و لتحديد أسلوب الترميم المناسب يجب ما يلى:

١. إتمام الدراسات المطلوبه لتحديد العناصر الإنشائية (الأساسات والأعمدة) المراد ترميمها بالطرق التقليدية اولاً .
٢. توضيح أسباب تدهور العناصر الإنشائية .
٣. توضيح أهم التقنيات الحديثة المستخدمة فى أعمال الترميم الإنشائى لهذه العناصر.

٢-٤-١ أولاً : دراسة كيفية ترميم العناصر الإنشائية بالطرق التقليدية

والتى يمكن تلخيصها لكل عنصر كما يلي:

أ) الأساسات :

يتم زيادة مساحة التحميل على الأرض ويتم ذلك بعمل كتلة من الخرسانة المسلحة أوالعادية تحت الأساس. كما يمكن زيادة مساحة القاعدة بدون الحفر أسفلها وهى طريقة أقل تكلفة وأقل خطورة ويتم ذلك بتخشين سطح الإتصال وتركيب دسر لمقاومة قوى القص. ويتم ربط الأساسات المنفصلة بواسطة جسور ربط عريضة لتشكل أساساً مستمراً. وكذلك معالجة صدأ الحديد وإضافة طبقة من الخرسانة المقاومة للأحماض لحماية الحديد مستقبلاً .

ب) الأعمدة :

ويكون من خلال تلبيس الأعمدة بطبقة خرسانية مسلحة لا تقل عن ١٠ سم بعد تخشين السطح الخرسانى مع وضع كانات مناسبة للعزوم الجديدة المتوقعه نتيجة لزيادة الأحمال أو كما يتم تلبيس الأعمدة الخرسانية بطبقة معدنيه (ستره أو جاكيت) مع ضمان ربط الستره المعدنية بالخرسانة القديمة بتخشين السطح الخرسانى وحقن الروبه الخرسانيه بينهما، وكذلك يتم تلبيس الأعمدة بإستخدام تقنية ألواح الفايبر (Fiber Reinforce Plastics) ويتم الربط بإستخدام الإيبوكسى المناسب .

٢-٤-٢ دراسة أسباب تدهور العناصر الانشائية

يمكن دراسة أسباب تدهور العناصر الإنشائية من خلال توضيح أهم العوامل التى تسبب تغير التربة – بمعنى حدوث هبوط أو تغير فى خصائص التربة ،..الخ، وبالتالى حدوث حركة للأساسات الواقعة عليها، وظهور شروخ بها وللعناصر الإنشائية للمبنى التراثى و**ذلك من خلال الجدول التالى :**

أسباب التدهور	العوامل المساعدة
❖ **تغير الأحمال Load changes**	▪ تغير الإنشاء Alterations structural ▪ تميد الأسطح Roof extensions ▪ إنشاء المبانى الجديدة المجاورة للمبانى القديمة Adjacent new structures ▪ أعمال الهدم بجوار المبانى القديمة Adjacent demolition works
❖ **تقليل الدعامات Reduction of support**	▪ أعمال الحفر والتنقيب عن الأثار وأعمال القطع cutting Excavations and ▪ الجدران الساندة الضعيفة yielding retaining walls ▪ حفر الأنفاق والتعدين tunneling and mining ▪ تدعيم الأرض الضعيفة لسد الشروخ والفتحات settlement of soft ground swallow-holes and fissures
❖ **اهتزازية التربة Water removal**	▪ الزلازل Earthquakes ▪ الانفجارات Explosions ▪ ألة اهتزازات ثقيلة Heavy vibrating machinery
❖ **إزالة المياه Water removal**	▪ ضخ المياه الأرضية pumping ground water ▪ تصريف الأرض land drainage ▪ جفاف التربة Droughts ▪ نمو الأشجار Tree growth
❖ **غمر المياه Water inundation**	▪ إزالة الأشجار Tree removal ▪ تسريب البلاعات Leaking drains ▪ رفع الثلج (يحدث نتيجة تمدد الرطوبة وتجمدها Frost heave (caused by the expansion of moisture as it freezes) ▪ عدم ضخ المياه الجوفية Decline in aquifer pumping

جدول رقم (١)

www.bulidingconservation.com،Clive Richardson

ومن الجدول السابق، يتضح أنه هناك عوامل تدهور للأساسات بعضها طبيعى كالزلازل، والمياة الجوفية .... الخ، وبعضها يظهر نتيجة لعدم الدراسة الإنشائية الجيدة للمنشأ، أو لعدم إسناد أعمال الترميم لشركات متخصصة، فتستخدم القنيات الحديثة للترميم بصورة خاطئة، **لذا يلزم الاتي :**

١- إسناد أعمال الترميم والإصلاح لشركات متخصصة .

٢- تدريب العمال والفنيين داخل مراكز التدريب المختصة فى مجال الترميم والإصلاح .

٣- المراجعة والإهتمام بكل ما يقدمه العلم من جديد فى مجال الترميم والحفاظ على المبانى الأثرية

٤- أن يتم عمل دراسة إنشائية للمنشأ قبل البدء فى أعمال الترميم .

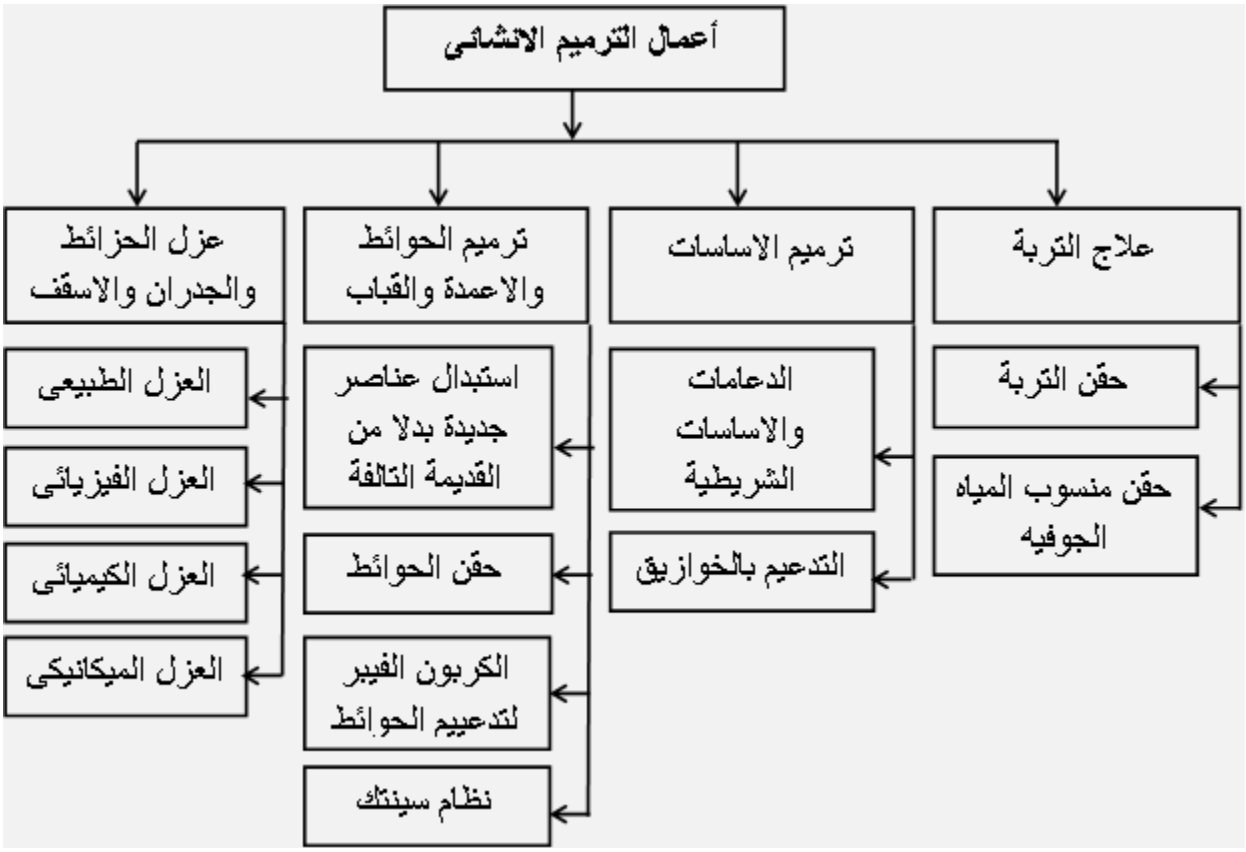
٥- إجراء أعمال التوثيق للمبنى التراثى قبل وأثناء وبعد التدخل .

٦- يجب مراعاة اختيار مواد لا تصدأ، وإستخدام وصلات وروابط جديدة من الإستلنس استيل أو أى مواد أخرى، مع مراعاة أن تتفق تلك المواد مع مواد البناء المكونة للمبنى ولا تتفاعل معها .

٧- عمل اختبارات للتأكد من صلاحية أعمال الترميم والتدعيم .

٢-٤-٣ الترميم الإنشائى بالتكنولوجيا الحديثة

وسوف يتم توضيح فكرة عامة عن أهم التقنيات الحديثة المستخدمة فى أعمال الترميم الإنشائى، وذلك كما يلى فى الشكل رقم (١) **التالى:**



- وقد تطورت تكنولوجيا ترميم العناصر الإنشائية بشكل كبير وسنقوم بالدراسة لبعض نماذج لتنقيات وأنظمة حديثة لترميم النظام الإنشائى مثل نظام الكربون فيبر Carbon Fiber فى تدعيم المنشأت ونظام سينتك للتدعيم الإنشائى Cintec فى تربيط الحوائط والعقود ، ...الخ .

أولاً : نظام الكربون فايبر Carbon Fiber :

يستخدم نظام الكربون فايبر فى التدعيم الإنشائى لكلاً من الطوب والحجر والخرسانة والخشب، والأعمال المعدنية، ويتوفر **بعدة أشكال مختلفة لتناسب التصميمات المختلفة هي :**

١- نسيج من ألياف الكربون أحادى الإتجاه، وتكون على أشكال لفائف كبيرة، ويستخدم للتطبيق بأسلوب جاف Dry lay – up .

٢- شرائح من البوليمرات المسلحة بألياف الكربون .

٣- قضبان تسخدم فى التدعيم الداخلى للحوائط .

وفيما يلى توضيح للحالات التى يستخدم فيها التدعيم بالكربون فايبر .

الحالات الى يستخدم فيها لتدعيم وتقوية المنشأت من الخرسانة المسلحة، والطوب والحجر، والأخشاب، فى حالات **أحمال عزوم الإنحناء والقص نتيجة لما يلى :**

١- الزيادة فى الأحمال .

٢- التلف بالعناصر الإنشائية .

٣- تحسين حدود التشغيل للعناصر الإنشائية .

٤- اكتشاف أخطاء فى التصميم أو التنفيذ للمنشأ .

٥- التغير والتعديد في النظام الإنشائى .

٦- تغيير المواصفات القياسية .

❖ **مميزات التقنية :**

١- السهولة والسرعة فى التنفيذ .

٢- تعدد إستعماله كتسليح فى حالات إجهادات الإنحناء والقص .

٣- المرونة فى التطبيق حيث يسهل تشكيله مع تفاصيل السطح الهندسى .

٤- يقاوم الكيماويات والظروف البيئية .

٥- يتوفر بأشكال مختلفة ليناسب التصميمات الإنشائية المختلفة .

٦- إمكانية توجيه الألياف بالإتجاه المرغوب فيه حسب الإحتياج والطلب .

- **عيوب التقنية :**

١- التكلفة العالية لمادة التنفيذ .

٢- لا يستخدم لتقوية العناصر المزخرفة أوالمنقوشة ، حيث يحتاج الي سطح أملس أثناء تطبيقه.

ثانيا : نظام سينتك Cintec للتدعيم الإنشائى للمبانى التراثية :

يستخدم نظام سينتك Cintec فى اعمال الترميم الإنشائى للمبانى التراثية، وفيما يلى توضيح لكلاً من فكرة النظام، المواد المكونة له، أماكن تطبيقه، ومميزات وعيوب النظام .

أ- **فكرة نظام سينتك Cintec :** تعتمد فكرة النظام على عمل نظام إنشائى حديث مكون من شبكة من القضبان الحديدية، وذلك للإستعانة به بجانب النظام الإنشائى القديم أو الإستغناء نهائياً عن النظام الإنشائى القديم والإعتماد على نظام سينتك لترابيط الحوائط. بالإضافة إلى أنه يستخدم فى ربط الحوائط وتزرير الشروخ الآمنة لرفعة كفاءة النظام الإنشائى للمبني .

ب-**المواد المكونة لنظام التدعيم : قضبان الصلب :** وهى أسياخ من الإستنلس ستيل غير قابلة للصدأ، و**الجراب Stock:** وهو مصنوع من الكتان، يتميز بالمرونة وقابليته للتمدد، و**الجراوت Grout :** وهى المونة المستخدمة لملئ الفراغ بين الحجر وأسياخ الحديد .

ت-**أماكن تطبيق نظام التدعيم بسينتك Cintec فى المنشأ :**

- **ربط الحوائط المزدوجة :** حيث يبنى حائطين خارجيين من الحجر المهذب ويوضع بينهما كسر حجر وذلك لملئ الفراغ بين الحائطين ولإمكانية زيادة عرض الحائط .**تربيط الحوائط :** يحدث عادة إنفصال للحوائط عن بعضها البعض نتيجة لهبوط التربة، أو للزلازل أو الإهتزازات الأرضية .
- **تدعيم العقود :** يحدث أن تنفصل الأحجار المكونة للعقود نتيجة لزيادة وتغير نوع الأحمال الواقعة عليها لذا يستخدم لربط العقد بجسم الحائط. و**تزرير الشروخ :** سواء كانت الشروخ رأسية أم أفقية **فى العقود أو الحوائط .**
- **<u>مميزات نظام سنتيك للتدعيم الإنشائى.</u>**

١- السرعة والسهولة فى التنفيذ ويستخدم مواد بسيطة ومحددة .

٢- المرونة فى التصميم بحيث يتناسب مع جميع المشاريع .

٣- نظام إنشائى مساعد للنظام الإنشائى القديم وسهل الإستخدام حتى فى الأماكن الضعيفة.

٤- غير مرئى حيث يختفى داخل النظام الإنشائى القديم للمبنى، فلا يؤثر على المظهر الخارجى للمبنى التراثى.

- **<u>عيوب نظام سنتيك للتدعيم الإنشائى.</u>**

١-عدم إمكانية تطبيق فكرة الإسترجاع، والتى ينادى بها فى المواثيق الدولية .

٢-الأحمال الزائدة الناتجة عن النظام الإنشائى الجديد ستؤثر بشكل أو بآخر على مادة البناء (الحجر القديم).

٢-٥ دراسة تقنيات الترميم الدقيق لمواد البناء ومواد الترميم.

الترميم الدقيق لمواد البناء من العمليات الحرجة جداً عند ترميم المبانى التراثية، لذا يجب أن يتم الإستعانة بفنيين ذو خبرة كبيرة فى مجال الترميم، لان كل عنصر فى المبنى التراثى مهما قل حجمه يعد

قيمة يجب المحافظة عليها، وترميمه بطريقة صحيحة حتى لا تفقد قيمته.

- وتتعدد المواد المستخدمة فى المبانى التراثية، مثل الأحجار والطوب والخشب والمعادن ،...الخ. ولكل نوع منها طريقة ومواد مختلفة فى الترميم، حيث إن لكل مادة خواص معينة وبالتالى مظاهر تلف مختلفة، ولكن بوجه عام **يمكن إيجاز جميع الأعمال الخاصة بأعمال الترميم الدقيق وهى :**

- بملئ الشقوق والفجوات، حقن الشروخ وتثبيت القشور السطحية وتجميع وتقوية الكتل الحجرية، إستخلاص الأملاح .
- ترميم وعلاج النقوش الجدارية والزخارف والحليات وتنظيف وتثبيت الألوان وترميم جميع العناصر المعمارية المرتبطة بالنحت والنقش والتصوير.

-وفيما يلى عرض لطرق الترميم الدقيق الحديثة لبعض مواد البناء فى المبانى التراثية، وهى الأحجار والطوب والخشب والألواح المعدنية. **حيث يتم استعراض** :أنواع المواد ثم الأسباب المختلفة التى تؤدى إلى تلفها. و عرض أهم التكنولوجيا الحديثة المستخدمة فى أعمال الترميم الدقيق لكل مادة.

٢-٥-١ الأحجار

يعتبر تجديد وصيانة الهيكل الخارجى للأثر هو عنصر مهم فى عملية الترميم وحيث أن الحجر مادة طبيعية متوفرة فقد استخدم الحجر كمادة بناء منذ فجر الحضارة الانسانية وعصور ما قبل التاريخ ويتم إستعمالها حتى يومنا هذا، حيث يتميز بالقوة والمتانة فى مقاومته للعوامل الجوية بالإضافة إلى ما يضفيه من طابع جمالى من ناحية الملمس واللون والشكل. ولكن الحجر لم يستخدم فى بداية الحضارة الإسلامية لصعوبة تقطيعه وإستخراجه من المحاجر لذا لجأ المسلمون إلى البناء بالطوب اللبن ثم ظهر البناء بالحجر مرة اخرى فى العصر الفاطمى، فى إستخدامات مختلفة مثل بناء المنازل والبوابات والأسوار وإستخدم الحجر فى الزخارف والحفر البارز والغائر وفى عمل الفتحات والكوابيل والأعتاب والشرفات والقباب والتى بقيت إلى الآن شاهد على حضارة الإنسان القديم وإبداعاته الفنية وما يزال إستخدام الحجر مستمراً كونه مادة أساسية فى البناء والنحت ومن أهم الأحجار المستخدمة فى البناء الصخور النارية أو البركانية، الصخور الرسوبية والصخور المتحولة، لذا سنتطرق لأهم العوامل المؤثرة على تلف الحجر وكيفية صيانته وحفظه وتدعيمه.

❖ **أسباب تلف الأعمال الحجرية : تعددت الأسباب التى تؤدى إلى تلف الأعمال الحجرية منها:**

١- التدهور الناتج عن خواص الحجارة وتفاعلها مع بيئتها مثل تبلور الأملاح- الأحماض - أثار حرارية - البلل والجفاف - عوامل عضوية - الطحالب - الفطريات - الأشجار والنباتات - الحيوانات.

٢- تدهور مرتبط بعمليتى إستخراج وتشغيل الحجارة، ناتج عن عدم كفاءة التنفيذ، وعدم الصيانة الجيدة، أوتدهور ناتج عن تفاصيل غير دقيقة وغير متقنة فى التصميم.

ويمكن إيجاز ما سبق من خلال الجدول التالى : جدول رقم (٢)

السبب		مظاهر التلف
التدهور الناتج عن خواص الحجارة وتفاعلها مع بيئتها	تبلور الأملاح	تفتت الروابط بين حبيبات سطح الحجر
	الأحماض	تآكل سطح الحجر
	أثار حرارية	زيادة المسافة بين جزيئات الحجر وتفكك روابطه
	البلل والجفاف	تغير فى خواص الحجر
عوامل عضوية	البكتيريا	تحلل الأحجار وتكون سبغة أوتلطيخ على سطح الحجر.
	الطحالب	لها تأثير حامضى على سطح الحجر تضر بالحجر
	الفطريات	تفتت الاحجار أثناء نموها خاصة بدخولها الشروخ، وتزيد من رطوبة الحجر
	الأشجار والنباتات	تفتت الأحجار أثناء نموها خاصة بدخولها الشروخ، وتزيد من رطوبة الحجر
	الحيوانات	لها أضرار ميكانيكية كإحداث حفر، أو قرض للأخشاب ...الخ، واخطار كيميائية
تدهور مرتبط بعمليتى استخراج وتشغيل الحجارة		ظهور شروخ صغيرة جداً فى الحجارة قبل الإستخدام وإتساعها مع مرور الوقت.
تدهور ناتج عن تفاصيل غير دقيقة وغير متقنة فى التصميم		يحدث إنهيار فى الواجهة، وإنزلاق الأحجار وإنهيار الكسوات بسبب عدم تثبيت الحوامل جيداً
تدهور ناتج عن عدم كفاءة التنفيذ		كسوء خلط المونة أو ملئ الفواصل، وينتج عنه إنفصال القطع الحجرية عن أماكنها وسقوطها.
تدهور ناتج عن عدم الصيانة الجيدة		دخول المياه إلى المبنى نتيجة عدم ملئ الفواصل وصيانة مزاريب المطر.

❖ **الترميم الدقيق للحجر :** عملية الحفاظ على الحجار فى المبانى التراثية وخاصة المبانى التاريخية والأثرية ليس الهدف منها إظهار الناحية الجمالية فقط بل محاولة إبقاء المبنى بنفس حقيقته إلى

الأجيال اللآحقة فى المستقبل لذا يجب أن يكون الحفاظ على الجدران الحجرية القديمة بحيث لا يضر باللون والملمس وإن كان لابد من إستبدال بعض الأجزاء وتعديل مناسيب البعض الآخر فيجب على الأقل المحافظة عى السمات الخاصة بالأحجار القديمة وعمل ذلك يعتمد على نوع المواد والتقنيات المستخدمة فى الترميم **وتشمل مراحل الترميم الدقيق للحجر مايلى :**

- **اولاً: التشخيص :** يأخذ تلف وتدهور الأحجار أشكالاً مختلفة وإذاً يجب أولاً دراسة عوامل التلف التى تؤثر على الأحجار وتسبب تدهورها وتحليل المبنى إنشائيا وتحليل لمواد بناؤه ويتم ذلك من خلال دراسة عامة لحالات الطقس والمناخ والدراسة البيولوجية والدراسات الإنشائية والمعملية. وبعد الوصول إلى معرفة كل من أسباب التلف ومدى إنتشاره فى الحجر يتم إجراء أعمال الترميم الدقيق من تنظيف وإستخلاص أملاح وذلك بتحديد المواد المعالجة وإختبارها قبل إستخدامها.
- **ثانياً: التنظيف:** عملية تنظيف الأحجار من العمليات الحرجة فى عمليات ترميم وصيانة الأحجار خاصة إذا كانت الأسطح منقوشة أو ملونة نظراً لتداخل ذرات الأتربة مع سطح الحجر مما يصعب التقريق بينهم، وقد تنوعت طرق التنظيف تبعا للتطور الهائل فى التكنولوجيا فظهرت أجهزة شفط الأتربة بالبخار أو الهواء والتنظيف بالمواد الكيمائية والتنظيف بإستخدام أشعة الليزر ...الخ، مما يتطلب معه مهارة خاصة من القائمين على عملية التنظيف. ويجب أن يوضع فى الإعتبار أن بعض المواد ربما تفقد لو تم تنظيفها بطريقة غير سليمة، لذا يجب أن تتم عمليات التنظيف بحساسية خاصة وبتقنيات عالية خاصة للأسطح المزخرفة والمرسوم عليها .

  وينبغى توضيح أنه لا يجب إستخدام المواد الكيميائية فى تنظيف الأحجار إلا فى الضرورة القصوى حيث يمكن أن تتسبب فى نشاط ملحى للحجر ولكن يمكن إستخدامها فى حالة تلوث الحجر بأى مواد كيمائية يصعب تنظيفها بالطرق الأخرى ، وقد ظهرت مؤخراً تقنيات حديثة خاصة تساهم بقدر كبير فى تنظيف الأحجار وتمتاز بأنها لا تلمس الحجر وبالتالى لا تسبب له أى ضرر منها سبيل المثال تقنية الكمادات Poultices Techniques، الموجات فوق الصوتية لتنظيف الأحجار Ultrasonic Cleaning، تقنية الليزر Laser Technology ، التنظيف البيولوجي Biological Cleaning .
- **ثالثاً: استخلاص الأملاح :** ويجب قبل البدء فى عملية إستخلاص الأملاح عزل أساسات المبنى دون وصول المياة إليها، تقوية الكتل الحجرية الضعيفة قبل إستخلاص الأملاح بمواد لا تسد مسامها وأخيراً إزالة الأملاح من الأسطح الغير منقوشة وغير الملونة.
- **رابعاً: التقوية :** ويقصد بعملية تقوية الحجر إعادة الترابط والتماسك لمادة الحجر وذلك عن طريق ربط الأجزاء السليمة بالأجزاء التالفة بالحجر كما تعمل على تحسين قدرة الحجر على مقاومة العوامل

البيئية المختلفة وتتم عملية تقوية الحجر بعدة طرق أهمها الإسقاء والحقن والتجميد وإستخدام الأسياخ الحديدية والدبل الخشبية .....و غيرهم.

- **خامسا: الحماية :** بعد كل عمليات المعالجة السابقة يتم تطبيق نظام حماية للحجر والهدف منه هو الحفاظ على الحجر من تأثير العوامل الجوية المختلفة أو العوامل البشرية بعدة طرق منها على سبيل المثال الأغشية السطحية، الحماية البيئية .

٢-٥-٢ الطوب

إستخدم الطوب منذ القدم فى أعمال البناء ، واستمر إستخدامه إلى الآن مع تطور طريقة تصنيعه، وذلك بخلط الطفلة مع الرمل مع إضافة مواد أخرى تحسن خواصه، وفى منتصف القرن التاسع عشر أستخدمت الميكنة فى صناعة الطوب الذى أصبح يشكل إما فى قوالب أو بتقطيع كتل كبيرة من الطين كما أمكن التحكم فى حرارة الفرن مما أدى إلى تحسين خواص الطوب. و يرص الطوب بصورة مداميك وأحيانا يأخذ أشكالاً معينة فيما يسمى الرباط العادى، والرباط الفلمنكى، والرباط الإنجليزى، ويتم الربط بين الطوب بإستخدام مونة لحام والتى تساعد فى توزيع الأحمال على سطح الطوبة.

❖ **عوامل التلف المؤثرة على الطوب : تتمثل عوامل التلف المؤثرة على الطوب فيما يلى:**

١-عيب ناتج عن سوء التصنيع. ٢- التفاصيل غير الدقيقة والضعيفة فى حائط الطوب.

٣- التنظيف السئ للطوب قد يؤدى ليس فقط إلى إزالة طبقة الإتساخات و لكن أيضاً الى إزالة طبقات أصلية من الطوب.

٤- نمو النباتات بجانب المبنى يؤدى أيضاً إلى تلفها. ٥-الرطوبة.

٦-نمو الحيوانات والطيور والتى تقوم ببناء العشوش مسببة ضرر للحوائط والأسقف.

❖ **الترميم الدقيق للطوب: ويتم من خلال عدة مراحل وهى:**

- **أولاً: التشخيص :** يلزم لإجراء التشخيص الجيد للطوب دراسة عدة عوامل وصولاً إلى أسباب التلف والذى يعطى مؤشراً لكيفية أعمال التنظيف والترميم الدقيق للطوب بعد ذلك وهى كالتالى:

- دراسة عوامل ومظاهر التلف ومن أهمها(تدهور وتآكل سطح الطوب – إنفصال الطوب عن مونة الربط وسقوطه- سقوط البياض من على سطح الحوائط – تدهور الروابط بين حبيبات الطوب – شروخ فى حوائط الطوب) .
- دراسة معملية و يتم فيها تحديد خواص الطوب ومكوناته،...الخ.
- دراسة إنشائية لمعرفة السبب فى الشروخ وإنهيار الحوائط والعقود،.... الخ.

- **ثانيا: تنظيف أعمال الطوب:** من الصعب تنظيف الطوب بالكشط أو بالماء لذا يتم تنظيفه بمواد كيمائية تذاب فى الماء، ويجب الإحتراس حتى لا تتضرر المونة من تلك المواد الكيميائية كما يجب دقة الإختيار فى حالة المبانى القديمة ويتم تنظيف الفراغات الرطبة فى الطوب والدعائم، أو يمكن إزالة بعض المداميك للتنظيف وإعادتهم، كما يمكن الإستعانة بما يستخدم من أجهزة لتنظيف الحجر مثل (رذاذ المياه water mists – الرزاز الضبابى nebulous spray – التنظيف بالبخار– التنظيف بأجهزة الجوس والتورك jos–torc cleaning system – بإستخدام الليزر). مع الأخذ فى الإعتبار أن الطوب مادة مصنعة أضعف من الحجر لذا يجب البعد عن إستخدام الأجهزة والمواد التى تشكل ضغطا زائداً على الطوب .
- **ثالثا: إستخدام المواد الكيميائية والمواد المقوية:** يجب البعد عن إستخدام المواد الكيميائية من أحماض و قلويات لأنه ينتج عنها أملاحاً تسبب إجهادات داخلية فى الطوب، وكذلك المواد المقوية يجب أن يكون إستعمالها كآخر حل لعملية العلاج ولكن فى التدهور الشديد للطوب يمكن إستعمال مواد مقوية لاصقة تساعد على الترابط بين حبيبات الطوب.
- **رابعا: إصلاحات أعمال الطوب:** تتدرج أعمال إصلاحات الطوب من إصلاحات ثانوية إلى رئيسية كما يلى : الإصلاحات الثانوية وتتم بطلاء الواجهات مع مراعاة أن يكون الطلاء غير مانع لخروج البخار حتى لا يتكثف داخل الطوب ويضر به، وأما الإصلاحات الرئيسية وتكون من خلال التجميد فى حالة تدهور سطح الطوب إلى حد الليونة، أو بإستبدال الطوب أو عكسه، وضع وصلات بين الطوب لزيادة تماسكه، أو يتم إزالة وإستبدال الأجزاء المتدهورة بأخرى بعد التاكد من ترابط بقية الواجهات، وأخيراً إصلاح الدعائم الإنشائية بإزالة التالف منها وإستبداله وهى خطوة هامة للإنشاء الذى يحمل الواجهات ككل .

٢–٥–٣ الأخشاب

قد أستخدمت الأخشاب فى العمائر الإسلامية كدعامات للمبانى فى عصر المماليك وأيضا فى عمل القباب التى من الآجر حيث تحتوى مجموعة من الخشب أشبه بالقفص وأيضاً أستعملت الأخشاب فى عمل الأسقف، عمل الأبواب والشبابيك، كراسى المصاحف، المنابر، المشربيات، وغيرها.

وقد تقدم إستخدام الحفر على الخشب تقدما ملحوظا فى العصرين الأيوبى والمملوكى، وإعتنى النجارون بالزخارف الهندسية والنجمية التى أتقنوها حيث يتميز الخشب بأنه سهل التشغيل، وقوة تحمله للشد والضغط، ولكنه مادة غير متجانسة حتى لو قطع من نفس الشجرة. ومن أنواع الأخشاب اللينة (الخشب الشوح الأبيض والشوح الأصفر – الخشب الكرمانى – الخشب البينو– الخشب العزيزى)، ومن أنواع الأحشاب الصلبة (الخشب القرو – الخشب الزان – الخشب الماهوجنى).

❖ **مظاهر وأسباب تلف العناصر الخشبية :**

الأخشاب إحدى المواد العضوية لذا فهى تتعرض لكل أمراضها، من تآكل وتعفن والتفاف وإعوجاج وإصابة بالفطريات والحشرات وتغير فى الشكل والتركيب الخلوى، إذا وجدت فى الظروف التى تتسبب فى كل ذلك. وتتعدد أسباب تعفن الأخشاب نتيجة لعدة عوامل بيولوجية، كيميائية، فيزيائية، وإشعاعية، كما تتعرض الأخشاب للإصابة بالكثير من الفطريات، الحشرات، الطحالب والحيوانات التى تنمو داخلها وتتغذى عليها، وتعد الرطوبة من أكثر العوامل التى تساعد على نمو الفطريات، بالإضافة إلى عوامل أخرى كالضوء والهواء، حيث تعتمد على الخشب كمصدر للغذاء بالإضافة إلى أنها تغير من لون الخشب .ويتلف الخشب أيضاً نتيجة لتعرضه للأحماض، القلويات، أو المذيبات العضوية أو بتعرضه للأمطار الحامضيه خاصة إذا كان الخشب معرض للهواء الطلق كالمشربيات والشبابيك والشبابيك الخشبية والأبواب ،.... الخ. حيث يحدث انتفاش للخشب نتيجة لإمتصاصه للماء وعند تعرضه للحرارة فإنه يجف و يظهر به تشققات.

❖ **الترميم الدقيق للأخشاب :**

- **أولا: التشخيص:** يجب أولاً دراسة عوامل التلف التى تؤثر فى الأخشاب وتسبب تدهورها وتحديد نوع الخشب وتركيبه الكيميائى سواء فى الأجزاء التالفة أو فى الأجزاء الأخرى، ثم دراسة عامة لحالات الطقس والمناخ، بالإضافة إلى الدراسات البيولوجية والتى تلزم لمعرفة أنواع الفطريات والبكتريا لمعرفة طرق مقاومتها، إستخدام أجهزة فحص التالف سواء على السطح الداخلى أوالخارجى للخشب، كما يمكن إستخدام الميكروسكوب المجسم، الفحص بالأشعة السينية لتحليل المواد المستخدمة فى التقوية.
- **ثانيا: مرحلة التثبيت:** يتم عمل تثبيت وتقوية للقشور الضعيفة التى من الممكن ان تتساقط بمرور الوقت وقبل أعمال التنظيف ويكون على مرحلتين وهما الحقن والرش بإستخدام مواد كيمائية معينة.
- **ثالثا: التنظيف:** ويتم تنظيف الخشب إما ميكانيكيا بإستخدام أنواع مختلفة من الفرش وشفاط صغير حيث يتم إزالة الأتربة والجراثيم بإستخدام الفرشاة مع الشفط السريع قبل إعادة ترسيب العوائق مرة اخرى على السطح مع مراعاة إستخدام فرشاة خاصة لكل لون. أو كيميائيا بإستخدام الكثير من المواد الكيميائية لتنظيف الأخشاب المزخرفة والملونة أو غير المزخرفة، حيث يتم الإختيار فيما بينهم بالتجارب المعملية مع أخذ عينة من الخشب التراثى لإجراء الإختبارات عليه وتحديد أنسب طرق العلاج بما لا يضر بالعنصر التراثى.
- **رابعاً: إزالة إعوجاج أو التفاف الأخشاب:** وتأخذ عملية إزالة إعوجاج أو التفاف الأخشاب وقتاً طويلاً ، وربما لا تاتى بالنتائج المطلوبة إلا بعد فترة من العمل المطلوب.

- **خامسا: التقوية** : الهدف الأساسى من التقوية هو الوصول إلى مرحلة ثبات تساعد على ترابط الأنسجة المنفصلة، وإعادة الخصائص الميكانيكية للمادة، وتتم التقوية بالطرق الميكانيكية والكيميائية .
- **سادسا: حماية الأخشاب من الإصابة البيولوجية :** سبق وذكرنا أن الرطوبة هى العامل الأساسى الذى يساعد على الإصابة البيولوجية للخشب لذا ينبغى تطبيق أنظمة تحكم للحد من الإنتشار البيولوجى داخل الخشب مع استعمال العلاج الكيميائى المناسب للإجزاء المصابة وإزالة الأجزاء المصابة والتالفة، وصيانة الأخشاب من الإصابة من الفطريات والإصابة بالحشرات.
- **سابعا: العزل:** وتستخدم المواد الكيميائية المناسبة وبواسطة الفرش الناعمة يتم عزل الأسطح المزخرفة والغير مزخرفة ثم تدهن بعد تدعيمها بالجملاكة كمادة طبيعية وشفافة لا تخفى ثمر الخشب.

٢-٥-٤ العناصر المعدنية

لقد أستخدم المعدن فى أضيق الحدود فى البناء قديماً، وذلك لعمل الشبابيك التى كانت على هيئة مصبعات حديدية، ولعمل أحجبة الشبابيك، والأشرطة المصفحة لأبواب المداخل، ولعمل الكوبستات، والجلسات والأعتاب، وذلك لسهولة التشكيل وخفة الوزن ...الخ. وقد سارت صناعة المعادن على النهج القديم ولكن أضيف إلى الطرق السابقة طرق الزخرفة القديمة التى تشمل حفر غائر أو بارز أوتخريم أو ترصيع بالمينا، وهناك طريقة التجفيف حيث تطعيم الأوانى بالذهب أو الفضة أو الإثنين معا.

❖ **أنواع مواد العناصر المعدنية :**

- النحاس – البرونز– ألواح الحديد والصلب المجلفن.
- صفائح القصدير – الإستلس ستيل – الزنك.

❖ **أسباب تلف الأعمال المعدنية: و هناك أسباب عامة لتدهور العناصر المعدنية مثل:**

- التآكل – الكشط– الإجهاد – الحريق.

وهناك تدهور للمعدن ناتج عن طبيعه خواصه مثل الصدا والتاكسد ومعامل التمدد الحرارى.

❖ **الترميم الدقيق للمعادن :** مراحل الترميم الدقيق للعناصر المعدنية لا يختلف عن المواد الأخرى إلا فى المواد المعالجة وبعض الأجهزة المستخدمة، بالإضافة إلى بعض أعمال التقوية للعناصر المعدنية مثل الترقيع، التسليح والإستبدال وفيما يلى خطوات الترميم الدقيق للمعادن:

- **اولاً: التشخيص:** حيث تطورت التكنولوجيا الخاصة بفحص وتحليل المعادن وبالتالى تحديد نوع التلف ومن أهم هذه التقنيات فى الفحص والتحليل، إستعمال الليزر (lips)، والطرق الكهروكيميائية (EiS).
- **ثانياً: التنظيف :** ويتم بإستخدام الطرق الميكانيكية والطرق الكيميائية والطرق الخاصة مثل تطبيقات البلازما وإستخدام الليزر.

- **ثالثاً: العزل:** وتتوقف المواد المستخدمة فى العزل على نوع المادة المراد عزلها فيختلف عزل الحديد عن النحاس والبرونز أو عن الزنك أو القصدير وحديثاً يتم الإتجاه إلى إستنباط موانع صدأ جديدة من الزيوت النباتية مع زيادة التحكم فى عمليات منع الصدأ .

٢-٦ التقنيات الحديثة في الترميم :

تختلف العملية المتبعة للترميم حسب المادة المصنوع منها الأثر ونسبة تلفها، فكان يستخدم **قديماً** عدة طرق مثل طريقة رش المنحوتة بالماء الكلسى أوالماء الخالى من المعادن، أو إستعمال تركيبة كيميائية تعتمد على صودا الأمونيوم حيث تمزج هذه المادة بالماء لتصبح عجينة، وهناك طريقة أخرى لمعالجة طبقات أكثر قسوة بإستخدام غبار الياقوت.

أما حديثاً إستخدم مهندسوا الترميم ألية أشد فعالية وأكثر دقة فى التنظيف تسمى الموجات فوق الصوتية مثل التى يستخدمها أطباء الأسنان، ويستخدم المرمم هذه التقنية لمعالجة المنطقة المغطاة بالأسمنت وهى مكامن الأملاح المتحجرة أوالحصى، وكثيرًا ما تكون هذه المكامن بقسوة الرخام إلا أن الموجات الفوق صوتية تستطيع أن تحوله إلى غبار وقد أثبتت دقة عالية فى هذا المجال.

هذا كما أن هناك ثمة تقنيات حديثة أخرى تستخدم في الترميم منها إستعمال أشعة الليزر، حيث يرسل الليزر المستخدم فى الترميم ومضات قصيرة جدًا تؤدى إلى تحطم درجة التكلس وتحولها إلى غبار، وهذه العملية تحقق مستوى عالى من الدقة تسهم فى الإسراع فى التنفيذ أيضًا، كما أنه أسلوب مناسب لتنظيف زجاج النوافذ والأجزاء الصدئة من المعادن كما هوالحال فى القطع الفنية الإسلامية على سبيل المثال .

ومن اجل الحصول على نتائج ايجابية للترميم لابد من اجراء التالي:

١- إعداد رسوم هندسية كاملة للأثر من مساقط ومقاطع و واجهات وتفاصيل.

٢- التصوير الفوتوجرافى للآثر بزوايا مختلفة، ولكل جزء من أجزائه وتكبيرها بالمقاسات المطلوبة.

٣- ترقيم القطع والأجزاء للأثر بمادة يسهل إزالتها وتنزيل هذه الأرقام على الرسم المعد لذلك.

٤- فحص مادة البناء كيميائياً حتى يمكن تقوية الجزء الضعيف قبل فكه .

٥- يشرع فى فك الأحجار حجر حجر بكل حرص ودقة يغلف كل حجر حتى ينزل سليما من مكانه وبنظام تام .

٦- يتم معالجة الأحجار بعناية فائقة والإستعاضة عن الأحجار المتآكلة بأحجار جديدة من نوع الحجر القديم بأضيق الحدود .

٧- يجب إعادة إستخدام المواد القديمة سواء الأحجار أو الأخشاب أو الرخام وغيرها بعد معالجتها وتقويتها .

٢-٧ التكنولوجيا المعاصرة فى خدمة الترميم

-يتكون أى مبنى من عناصر إنشائية (أساسية)، وعناصر معمارية، وعناصر تكوينية (غير اساسية)، وتمثل العناصر الإنشائية فى المبنى كلاً من الأساسات، الأعمدة، الكمرات، الحوائط الحاملة، الأسقف، الأكتاف ،... إلخ، وتمثل العناصر المعمارية كلاً من القباب، والأقبية، والسلالم،... الخ، وتمثل العناصر التكوينية كلاً من المأذن، العقود، المقرنصات، الحليات، الزخارف، الشرفات، الكرانيش، ... الخ، ويختلف شكل تواجد هذه العناصر السابقة فى المبنى التراثى حسب نوعية كل مبنى سواء كان مدرسة أو جامع، أو مسكن ، .... إلخ ، وأيضاً العصر الذى ينتمى إليه، فرعونى، قبطى، إسلامى،... إلخ.

-هذا بالإضافة إلى تنوع مواد البناء فى المبنى الواحد، وإختلافها عبر العصور المختلفة، وتنوع إستخدامها فى المبنى، فهناك مواد بناء أساسية لبناء المبنى كالأحجار، الطوب، وهناك مواد بناء غير أساسية كالألواح المعدنية، والأخشاب وغيرها، وهناك مواد بناء مساعدة كالمواد الرابطة مثل الجير والجبس والقصروميل ،... الخ. هذا الإختلاف فى عناصر المبنى التراثى ونظم الإنشاء، ومواد البناء المستخدمة، يقابله فى التطور التكنولوجى ما يناسبه لترميمه، وبما يتفق مع طبيعة كل مبنى.

٢-٧-١ دور التكنولوجيا الحديثة فى عمليات الترميم

يجب أولاً قبل دراسة دور التكنولوجيا فى عمليات الترميم المعمارى للأثر توضيح كيف تناولت المواثيق الدولية دور التدخل التكنولوجى للحفاظ على التراث المعمارى شكل رقم (٢) **من خلال عدة بنود وهى:**

١. الإستعمال المتعقل للمواد والتقنيات والوسائل الحديثة.
٢. الإستعانة بكل العلوم والتقنيات فى الحماية والترميم.
٣. ينبغى القيام بالتقنيات وفقا للمعايير العلمية والتوصيات المحددة للمبادئ الدولية التى تطبق فى حالة التقنيات الأثرية والمصدق عليها من قبل اليونسكو.
٤. تطوير الدراسات العلمية والتكنولوجية والأبحاث وتطبيق الطرق لمساعدة الدول فى المحافظة على تراثها(إتفاقية حماية التراث العالمى الحضارى والطبيعى) .
٥. تسبق المساعدة التى تقدمها لجنة التراث العالمى دراسات علمية وإقتصادية وتكنولوجية مستفيضة (إتفاقية حماية التراث العالمى الحضارى والطبيعى).
٦. الأصل هو إستعمال التقنيات والمواد الأصلية فى الترميم، ويمكن الإستعانة بالتقنيات الحديثة عندما تعجز التقنيات القديمة عن الإصلاح، ويجب أن تثبت كفاءة هذه التقنيات عن طريق خبراء، وبإثباتات علمية.
٧. يفضل إستعمال التقنيات التى يمكن العدول عنها والعودة بالأثر لحالته الأصلية قبل الترميم.

٨. يجب إحترام المواد والتقنيات الأصلية مع إمكانية استعمال المستحدث المؤكد منها.

٢-٧-٢ شروط إستخدام التكنولوجيا الحديثة فى الحفاظ على التراث المعمارى .

أ) اختبار التكنولوجيا المستخدمة لضمان صلاحيتها قبل إستخدامها فى أعمال الترميم.

ب) لا تطغى التكنولوجيا الحديثة على المبنى التراثى.

٢-٨ تطبيقات إستخدام الحاسب الآلى فى ترميم الآثار

-دخلت عملية ترميم الآثار، مرحلة هائلة من التطوير بإستخدام أجهزة الحاسب الآلى والكمبيوتر فى تصفيف وتصنيف وتجديد الأثر بما لا يخل بكل إمكاناته الأثرية أو يقلل من أبعاده وتوزيعاته، بل يعطى وبدقة أكثر حياة جديدة للأثر إعتماداً على المعلومات المتوافرة عن الأثر المتهدم أو حتى الذى تمت إزالته منذ سنين طويلة.

- لذلك فإن الكمبيوتر لابد من تزويده بعلوم تخدم هذا الجانب من الكيمياء والطبيعة والجيولوجيا والبيولوجيا والعمارة والهندسة وميكانيكا الصخور وعلوم التربة والمياه وغيرها ليعطي تقييماً حقيقياً فى التعامل مع الأثر وأنسب وسائل لمعالجته، لأن عمليات الترميم ليست مجرد عمليات إصلاح لما تلف من آثار بل لها أصولها وتقاليدها ومعاييرها المرتبطة أيضا بالخبرة الواسعة وخصائص النوعيات المختلفة من الآثار والتنوع حسب ظروف وجودها ومادتها وشكلها ومظهرها وسماتها الفنية.

- كما أن الترميم الهندسى للأثر يتضمن بعد توافر معلومات الكمبيوتر، تدعيم وحقن وعزل الأساسات وإقامة الحوائط المساندة والمانعة للإنهيارات وصلب السقوف والأعتاب وحل المشكلات المترتبة على مياه الرشح والنشع وغير ذلك من أعمال هندسية إنشائية تضمن بقاء المبانى وعدم إختلال توازنها، ويستوجب ذلك إستخدام مواد تتلاءم فى خواصها الطبيعية مع المواد الأثرية وبحيث لا يترتب على إستخدامها أية أضرار جانبية فى المستقبل ثم تأتى مرحلة الترميم الدقيق والذى يشمل جميع الأعمال الخاصة بملئ الشقوق والفجوات وحقن الشروخ وتثبيت القشور السطحية ، وترميم جميع العناصر المعمارية الداخلية المرتبطة بالنحت والنقش والتصوير وغيرهم.

- كما أن المستحدث فى إستخدامات الكمبيوتر الآن في ترميم الآثار يشمل أيضاً علوم المناخ والتلوث البيئى وظواهر التحلل البيولوجى بفروعها مثل الكائنات الدقيقة وعلم الحيوان، والكائنات الدقيقة الضارة بالأثر، وطرق مقاومتها، وفى نفس الوقت فإنه إلي جانب إعتماد الترميم على علم صيانة الآثار فهو يعتمد أيضا على فروع الفنون التطبيقية والجميلة مثل النحت والتصوير الزيتى والعمارة والهندسة المعمارية والديكور، وبإستخدام الحاسب الآلى يتم تسجيل المبانى الأثرية بطرق وأساليب مختلفة للتسجيل والترميم والصيانة وذلك على حسب إختلاف نوعية المبانى.

- ومن خلال الكمبيوتر توضع البيانات على الرسم الهندسى أو الرسومات الطوبوغرافية بسرعة ودقة فائقة في النتائج، وبإستخدام نظام تجميع وتسجيل بيانات الكتل البنائية بصفة عامة والأثرية بصفة خاصة وإستخدام أنظمة المساحة التصويرية للأرض موضوع الأثر بإستنباط المعلومات المترية الأبعاد والأبعاد الوصفية والتفاصيل اللآزمة لإنتاج وإستخراج لوحات تفصيلية (واجهات، قطاعات، مساقط أفقية) كما يظهر العمق أو البعد الثالث بإستخدام أزواج متداخلة من الصور بجهاز الحاسب الآلى.

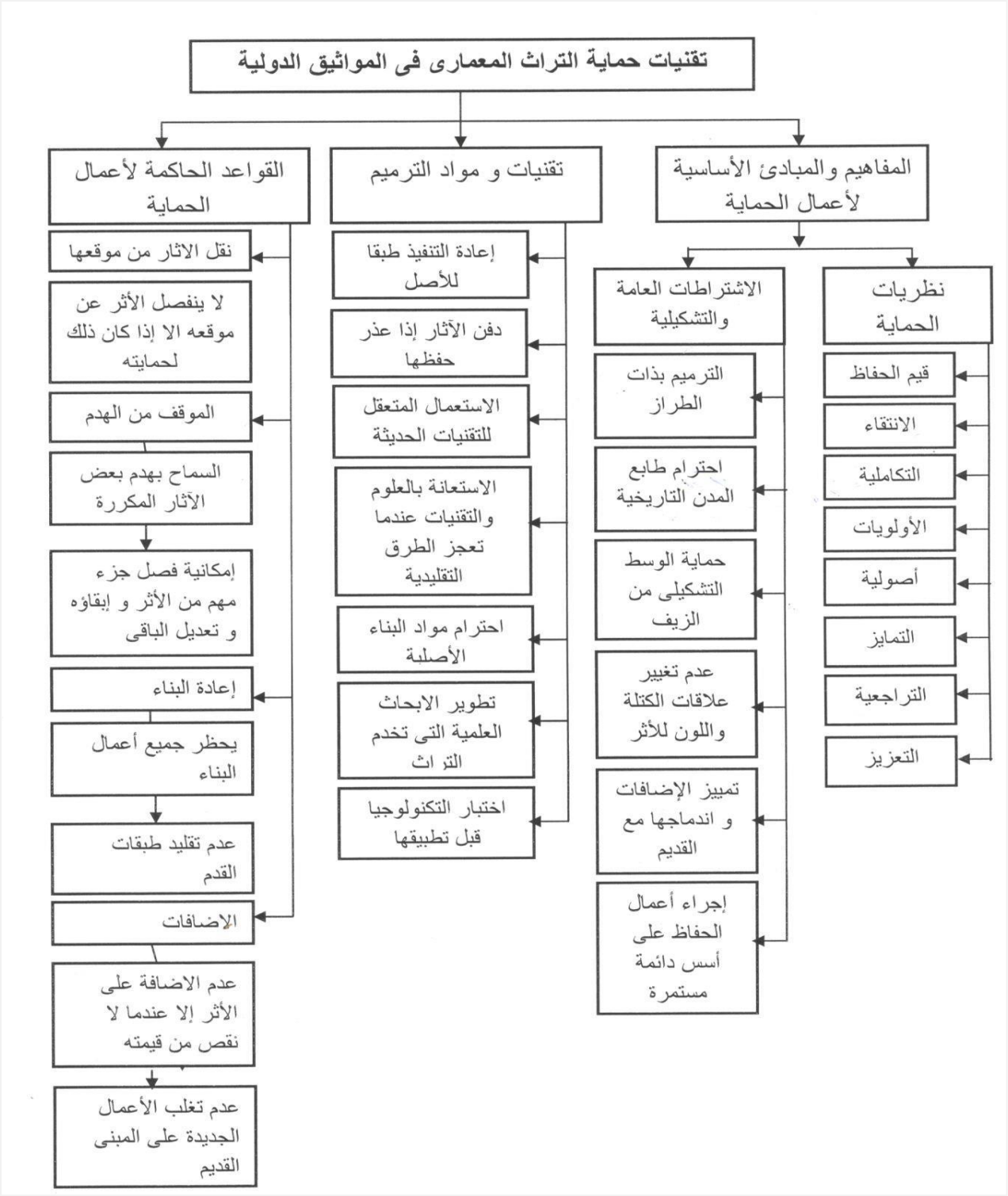
وهذه الطريقة الجديدة أى المساحة التصويرية الرقمية هى تقنية معلوماتية لإستنباط المعلومات الهندسية والدرجات اللونية والمعلومات الوصفية الخاصة بمعالم المبنى من الصور الرقمية الخاصة بها.

كما تتضمن دراسة مدخلات البيانات مثل الصور الرقمية أو الفوتوغرافية للأثر.

و يتميز هذا الأسلوب الجديد فى الترميم بأن هذا النوع من الرسم يسمح بتتبع حركة المبانى من سنة لأخرى من الحركات والميل والهبوط بما يوفر للمهندس والمرمم الوقوف على بيانات ثمينة للتقويات اللآزمة والأخطار المهددة للمعالم الأثرية.

ولعل أحدث وأول إستخدامات للطريقة الجديدة ومن خلال إستخدامات الكمبيوتر والتى تمت على بعض المنشآت الأثرية مثل مسجد الرفاعى وقصر محمد على فى القاهرة على سبيل المثال .

كما تتميز الطريقة الجديدة أيضاً بامكان التسجيل المجسم للمنشآت الأثرية والتاريخية، أى عمل نماذج دقيقة لها بإستخدام التقنية الحديثة.



شكل رقم (٢) تقنيات حماية التراث المعمارى فى المواثيق الدولية

٢-٩ أليآت الحفاظ على التراث المعمارى والعمرانى الإسلامى .

تنقسم سياسات الحفاظ على التراث بشكل رئيسى إلى قسمين هما :

أ) **الحفاظ الوقائي Preventive Conservation :** ويسمى أيضاً الحفاظ غير المباشر، ويتضمن جميع العمليات الوقائية والإستباقية والتي تحول دون أو تؤخر من عمليات تدهور وإندثار المبنى التاريخي .

ب) **الحفاظ العلاجي Curative Conservation:** ويسمى أيضا الحفاظ المباشر، فيشمل التدخلات الفعالة بالمستويات التالية (ذكراً لا حصراً) ابتداءً من الأقل إلى الأعلى تدخلاً وتأثيراً على القيمة التاريخية **للمنشأ وهو كالتالى:**

- **الحماية Protection:** تشمل جميع إجراءات الصيانة والتدخلات البسيطة التى تساهم فى حماية المبنى وتأخير سرعة تدنى مستواه الهندسى والوظيفى الحالي.
- **الحفظ Preservation:** المحافظة على المبنى وصيانته على الصورة الحالية له ومنع وتقليل تأثير عوامل تدهوره وإندثاره وحمايته من الأضرار المستقبلية المتوقعة .
- **التدعيم الإنشائي Consolidation:** تقوية وتعزيز الهيكل الإنشائى للمبنى التراثى من خلال الإضافة الفيزيائية للمواد الساندة والداعمة لغرض التأكد من استمرارية متانة وسلامة الهيكل، وللحيلولة دون تدهور حالته الإنشائية .
- **الترميم والإستعادة Restoration:** عملية الإحياء والمحافظة على المبنى كما هو وأعادته إلى وضعه الأصلى الذى كان عليه عند الإنشاء أو لفترة زمنية محددة سابقة، وتتضمن مثلاً أعمال إزالة العناصر الدخيلة وأعمال التنظيف وأعمال إستبدال القطع المتهرئة بأخرى جديدة على أن يتم تمييزها عن مثيلاتها القديمة.
- **إعادة التأهيل Rehabilitation:** وتتضمن جميع الإجراءات والتدخلات التى تهدف إلى إعادة إحياء المبنى وظيفياً سواء بنفس الوظيفة السابقة أو أية وظيفة مناسبة ومتوافقة مع وظيفة المنشأ التاريخى الأصلية.
- **إعادة الإستخدام التكيفي Adaptive Reuse:** وتتضمن هذه السياسة إعادة الإستخدام التكيفى Adaptive Reuse ، والذى يهدف إلى تبنى وظيفة ملائمة ومناسبة جديدة للموقع أو المنشأ التاريخى تعمل على تعزيز قيمه الثقافية والإجتماعية والإقتصادية.

- **الإستنساخ وإعادة الإنتاج Reproduction & Replication :** عملية تصنيع نسخة (أو نسخ) طبق الأصل لعنصر أو جزء من مبنى تاريخي وذلك لتضرره أو لوجود تهديد بيئى في حال بقاءه ضمن موقعه، فيتم إستبداله بعنصر مصنع طبق الأصل يحل محله، مع الإحتفاظ بالأصل ضمن بيئة محمية كالمتاحف مثلا.
- **إعادة الإنشاء Reconstruction:** عملية إعادة بناء عنصر أو مبنى تاريخى هدم أو إندثر نتيجة الكوارث الطبيعية أو الحروب وبإستخدام مواد حديثة إعتماداً على وثائق حقيقية معتبرة. وتتضمن أيضاً عملية إعادة إنشاء مبنى تاريخى ونقله من موقعه الأصلى إلى موقع آخر بهدف حمايته من خطر وتهديد العوامل الطبيعية والبيئية المحدقة به.

٢-٩-١ إجراءآت حماية المبانى الأثرية والتراثية

لابدّ من اتخاذ عدّة إجراءآت لحماية المبانى الأثرية حتى تكون بمأمن عن التخريب والتهديم أولى هذه الإجراءآت هي:

١ . إجرآء مسح أثرى أو تراثى للمنطقة المراد حمايتها للتعرف على أهمية المبانى الأثرية والتراثية التاريخية والفنية والأثرية وعمل مخططات أولية لها وتوثيقها وتصويرها.

٢ . إعداد قوائم بالمبانى الأثرية أو التراثية المراد حمايتها .

٣ . المراقبة المكثفة فقد لا تكون الدراسات والتشريعات غير كافية لحماية المبانى التاريخية، فكم من بناء أثري مُسجّل هدمه أصحابه ليقيموا بناءًا حديثاً مكانه توخياً لكسب مادى لهم لو أقاموا منشأة حديثة.

٤ . التوعية: وتتلخص بتعريف المواطن على أهمية الآثار الثقافية والإقتصادية له ولغيره وإنتهاز الفرص لإثارة إهتمامه بالتراث الحضارى وإشعاره بالمسؤولية.

٥ . إشراك المواطنين فى تحمل مسؤولية حماية التراث الحضارى الأثرى والتراثى لتحسيسهم بالمسؤولية وذلك بإدخالهم ومشاركتهم فى اللجان والمؤسسات الحكومية والأهلية الراعية لذلك.

٢-٩-٢ الصيانة الوقائية للأثار الإسلامية:

- دراسة تقنيات الصيانة الوقائية دائماً ما تهدف إلى تحقيق ضبط المنظومة البيئية للمبانى الأثرية من خلال دراسة قياس البيئة المناخية لتقليل تأثير عوامل البيئة المناخية، والحد من خطر العوامل المتلفة الأخرى وخصوصا الأخطار الطبيعية والبشرية المختلفة .
- كما أن الصيانة الوقائية تهدف إلى الحد من أعمال الترميم وتقليل تكلفة أعمال الترميم لضرورة الإحتفاظ بأصالة المبانى الأثرية.

(٣) النتائج والتوصيات .

١. تعددت فى مصر مناهج وسياسات الترميم للآثار الإسلامية سواء للجهات المحلية أو الأجنبية ومن خلال دراسة بعض هذه المشروعات والإطلاع على الدراسات النظرية الخاصة بهذا المجال ورصد النتائج الفعلية الثابتة من الواقع العلمى قدر الإمكان يمكن الوقوف على مدى صحة وفاعلية هذه المناهج من خلال مالها وما عليها وأوجه التطابق والإختلاف والقصور بها، ويكون ذلك من خلال تتبع المحاور الرئيسية لمناهج الترميم المتمثلة فى النقاط التالية: فلسفة الترميم – المنهج الترميمى – تسجيل وإختيار وتوثيق الأثر – الدراسات والفحوص – خطة التدخل – أعمال الترميم للآثار الإسلامية – الإحياء والإرتقاء والصيانة.

٢. يجب توخى الحذر والدقة العلمية والتاريخية عند إستخدام أى تقنيات فى معالجة عناصر المبنى الداخلية والخارجية حتى لا يتم طمس المعلم التراثى وإفقاده هويته الأصلية.

٣. يجب أن يكون الكادر المشرف والعاملون فى مشروع الترميم مؤهلين ومتخصصين فى كافة المجالات (كيمياء – طبيعة – عمارة .... الخ)، لأن افتقاد الخبرة قد يسبب اتخاذ قرارات و معالجات غير صائبة أو لا تحل المشكلة من جذورها، فعملية الترميم هى عملية ذات طابع خاص، كونه يتم من خلالها التعامل مع مفردات معمارية ذات قيمة تاريخية ومعمارية فتحتاج عملية الترميم الى متخصصين.

٤. يجب على القائمين والمشرفين على مشاريع الترميم الإهتمام بإدخال التقنيات التى تساعد فى أعمال الترميم عند حاجة المبنى لذلك، حيث أنها تساهم فى أن يتم الحفاظ على المبنى بأعلى كفاءة واقل جهد ووقت .

٥. ضرورة تشجيع إستخدام تقنيات الترميم الحديثة بشرط أن تشاركها مواد وتقنيات الترميم التقليدية كبدائل مطروحة، ولا يتم تطبيقها إلا فى حالة ثبوت أنها البديل الأفضل وتحقق جميع القواعد والإشترطات التى وضعت للحفاظ على المبنى التراثى.

٦. يجب أن تتم عمليات الترميم الإنشائى تحت إشراف مهندسين متخصصين لأن أى خطأ قد يسب فقدان الإتزان الإنشائى للعنصر وبالتالى التأثير على المبنى ككل، خصوصاً ان أعمال الترميم الإنشائى من الأعمال التى فيها نسبة خطورة عالية.

٧. يجب ألا يستهان بعناصر التدعيم المؤقت عند ترميم المبانى التراثية، لما ينتج عنها من خطورة، حيث يجب أن يتم تنصيبها طبقاً للرسومات التنفيذية المعدة لها.وعند نقطة إتصال عناصر الشدة بالمبنى،

يجب وضع مادة خفيفة غير صلبة لا تسبب جروحا للمبنى، مثل الأسفنج، أو شرائح من البلاستيك. ويجب ألا تستخدم السقالات من الأنواع التالية لما لها من أضرار على المبانى التراثية.

- شدة بعارضة تحميل Putlog Scaffolding : لأنها لابد أن تتداخل مع المبنى.
- السقالة المقيدة Truss-out Scaffold: لأنها تتداخل مع بنية المبنى.
- السقالة المرفوعة Slung Scaffold: تعتمد فى تربيطها على عناصر المبنى الإنشائية، مما يشكل خطورة ومجازفة فى تثبيتها.

٨. يجب فحص المبانى التراثية لمعرفة أسباب تلف موادها، ومدى التلف الموجود بها حيث تختلف المواد المستخدمة فى الترميم بإختلاف المشاكل التى تتعرض لها القطع الأثرية مثل إستخدام الكمادات والماء المقطر والكحول والإيبوكسى وكذلك إستخدام مواد كيميائية مثل فلوريدالصوديوم و.... غيرهم.

٩. الأحجار مادة طبيعية لذا فهى تتعرض لكثير من عوامل التلف، مثل التلف الطبيعى، البيولوجى ..الخ، ولذا تعددت مظاهر تلفها كوجود مواد ملوثة على السطح، ترسيب أملاح وتفتت بين جزيئتها، ومن ثم يجب إستخدام التقنيات الحديثة التى تساهم فى علاجها، أهمها تقنية الليزر، والتى تعد أفضل الطرق المستخدمة فى التنظيف، لإمكانها التفريق بين ذرات الحجر وأى جسم غريب، والتى يمكن إستخدامها أيضا فى تنظيف المعادن والطوب. وهناك الكثير من العوامل التى تؤثر تأثيراً سلبياً على الحجر منها عوامل كيميائية وعوامل ميكانيكة كالحرارة والرطوبة والتجمد والرياح ورذاذ البحر والنباتات والحيوانات. وبالرغم من قساوة الحجر فإنها لم تحمه من المؤثرات الخارجية والحيوانية والبشرية لذلك لابد من إستخدام الطرق المناسبة والأدوات والمواد اللآزمة لصيانة وحفظ الحجر بكافة أشكاله.

١٠. أهم خطر يواجه الأخشاب هى الكائنات البيولوجية، لذا يجب القضاء عليها أولاً بأول ومراقبة الخشب بإستمرار بإستخدام نظام مراقبة بإستعمال السينسيور.

١١. ضرورة الحرص عند إستخدام تقنيات الترميم الدقيق مثل مواد التنظيف أوالتقوية أوالحماية للأسطح إلى جانب ووسائل التنظيف الآلى والفيزيائى، كى لا تسبب تفتت سطح العنصر أوتغير بالمعايير الصحيحة حتى لا تتلف الأسطح المزخرفة.

١٢. يجب أن تخضع مواد العنصر المراد ترميمه الى الفحص الدقيق بواسطة أحد تقنيات الفحص الحديثة (الميكروسكوب –الأشعة السينية ..إلخ) لمعرفة التركيب النسيجى لمادة العنصر وخصائصها الكيميائية والفيزيائية وسبب تلفها، ونفس الشئ يجب إتباعه مع المواد التى ستستخدم فى عملية ترميم المبنى وذلك لمعرفة هل تناسب المادة المستخدمة فى الترميم العنصر التراثى.

١٣. لابد من إستخدام تقنيات التوثيق الحديثة (الحاسب الآلى- التصوير الفوتوجرامترى- التصوير الفوتوغرافى...الخ)، فى أى مشروع ترميم ، لأنها تساهم فى تخزين كل العلومات التى تخص المبنى قبل الترميم أو أثناء مراحل الترميم، وبالتالى يكون هناك سهولة فى الوصول إلى أى معلومات يتم الإحتياج اليها أثناء ترميم المبنى أو فى حالة حدوث مستجدات مستقبلية للمبنى وإحتياج على أثرها إلى ترميم أجزاء منه.

١٤. نوصى بعدم إستخدام تقنيات المواد الحديثة فى أعمال الترميم المعمارى بشكل عالى إلا بعد فحصها وتجريبها على عينات خارجية لمعرفة تأثيرها، وذلك لأنه لا يمكن الحكم بشكل قاطع على صلاحيتها فى أعمال الترميم إلا بعد مرور فترة زمنية، وخصوصا أن بعض المواد تكون أملاح ذائبة أو يتغير لونها بعد وضعها على العنصر. كما نوصى بعدم إستخدام التقنيات التى تساعد فى دعم الأجزاء الإنشائية الضعيفة فى المبنى التراثى إلا بعد التأكد من أنها لا تسبب أى خطر على العنصر مثل إحداث شروخ أو خدوش و غير ذلك

١٥. نجاح أى تقنية فى الترميم يرتبط بكفاءة مستخدميها، لذا يجب أن يكون القائمين على الترميم ذو كفاءة عالية. وأخيراً نوصى بضرورة إنشاء مدرسة حرفية مجهزة بأحدث الإمكانات العلمية والتطبيقية من أبناء المعاهد والجامعات، وإقامة ندوات ومؤتمرات حول ترميم الآثار وأهميتها، وإتاحة الفرصة لتعاون الهيئات والشركات العاملة فى مجال ترميم الآثار، وعمل برنامج عرض منتقل لنماذج الآثار المصرية فى كل أنحاء العالم لتحقيق دعاية كافية عنها وأعلى عائد سياحى، وإنشاء مراكز تمثل متاحف مصغرة داخل المبانى التعليمية والعمل على نشر وإتاحة الفرص للجميع للإسهام فى الحفاظ على آثار مصر سواء من خلال وعى الأفراد أو مشاركة رجال الأعمال.

(٤) المراجع .

١. سناء إبراهيم عبد المقصود:**دراسة أساليب ترميم وحفظ الأثار العربية**- ماجستير- كلية الهندسة – جامعة عين شمس-١٩٩٩م.

٢. عادل سعد حرفوش:**أسس وقواعد ترميم المبانى الأثرية بين النظرية والتطبيق**-ماجستير-كلية الآثار-جامعة القاهرة-٢٠٠٢م.

٣. نيفين غريب السيد:**الترميم المعمارى للآثر**-ماجستير-كلية الفنون الجميلة-جامعة الإسكندرية-١٩٩٩م.

٤. رانيا اسماعيل احمد:**تكنولوجيا الترميم الحديثة الية لاستمرار حياة المبانى الأثرية** -ماجستير- كلية الهندسة-جامعة القاهرة-٢٠٠٦.

٥. سعاد رمضان إبراهيم:**الترميم المعمارى للمبانى التاريخية الاسلامية فى مصر**-دكتوراة- كلية الهندسة-جامعة القاهرة-٢٠٠٥.

٦. على غالب أحمد:**تطوير أساليب إدارة الترميم والحفاظ على الأثار الاسلامية فى مصر**-مؤتمر الأزهر الهندسى الدولى السابع-كلية الهندسة-جامعة الازهر-٢٠٠٣.

٧. عادل سعد أحمد حرفوش:**تقييم خامات وتقنيات البناء التقليدية بالمبانى الأثرية الإسلامية بمصر وتطويرها لإعادة إستخدامها فى الترميم**-دكتوراة-كلية الاثار-جامعة القاهرة-٢٠٠٩.

٨. رنده السفارينى-**مؤتمر العمل الهندسى الاستشارى الثالث فى فلسطين**-ورقة بحثية-٢٠٠٩.

٩. عبد الحميد عبد الحميد السيد الكفافى-**دراسة تقنيات الصيانة الوقائية للحفاظ على المبانى الأثرية الإسلامية تطبيقا على بعض المبانى من العصر العثمانى بالقاهرة**-دكتوراة

١٠.عماد هانى العلاف-**مفهوم الحفاظ العمرانى المستدام**-مقالات فى العمران-٢٠١٤

١١.Sherif A.Mourad:Structural Evalution and Restoration of Historica Buildings-Arabic Conf.for Restoration and Rehabilitation Buildings-Cairo-

١٢.Ahmed Mohamed Abd El-rahman:GIS Application in Documenting and Analyzing Architectal Heritage-international Conference on Heritage Cities-Luxor-Egypt-٢٠٠٦.

١٣.Amin Saleh Ali:Heritage Evaluting Consequent Impacts From Urban Violations Over El-Gouri Group-International Conference on Heritage Cities-Luxor-Egypt-٢٠٠٦.

١٤.Lindsay MacDonald: Digital Heritage-Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier-Oxford-UK-٢٠٠٦.

القاهرة ٢٠١٥/٨/٣٠