ENGINEERING RESEARCH JOURNAL (ERJ)
Vol. 1, No. 46 October 2020, pp.125-134
Journal Homepage: erj.bu.edu.eg

أثر إستخدام التقنيات الذكيه فى تحسين الكفاءه الوظيفيه (تعدد الإستخدامات) للمفردات المعماريه فى المبانى التراثيه

جيهان أحمد إبراهيم

استاذ مساعد قسم العماره كليه الهندسه ـ الجامعه الحديثه للتكنولوجيا والمعلومات

الملخص:
التراث جزء من هويه الشعوب هوتلك الأشياء التى يتركها الأجداد ويرثها الأبناء ويرغبون فى الإحتفاظ بها والحفاظ عليها كما إنه يعبر عن البعد الثقافى للمجتمع ، والمفردات المعماريه تصل إلى أرقى مستوياتها عندما ترتبط بدلالات تراثية ، ولذلك فإن التهاون أو الإهمال فيما يتعلق بالتراث والمتمثل في (تغيير الأحمال ، الظروف البيئيه ، عوامل التعريه , وكذلك الإستخدام السئ للأفراد) يؤدي إلى إهدار الثروة القومية وتراجع البعد الثقافى لدى المجتمع , ويؤدي هذا الإهمال إلى إحتياج العناصر التراثيه إلى معالجات خاصه لترميمها وتقويتها والحفاظ على حالتها الإنشائيه , ولكن الطرق التقليديه المستخدمه فى تلك المبانى التراثيه لم تثبت الكفاءه اللازمه فى عمليات الترميم والحفاظ عليها من هذا التدهور , لذا أصبح من الضرورى البحث من خلال التطور التكنولوجي عن المواد المستخدمة فى عمليات الصيانة والترميم ، وأيضاً عمليات التقوية والحماية وخاصة التى تنتج من استخدام تكنولوجيا النانو وذلك لما أثبتته هذه التكنولوجيا من نجاح فى كافة المجالات والعلوم المختلفة ، عن طريق تقييمها ودراسة كفاءتها دون إخلالها بالموروث ، والعمل على إستخدام الآخرين لها مع يقينهم التام بإستدامة الموروث من خلالها .
الفرضيه البحثيه تعتمد على أن الزخارف المتواجده فى المبانى التراثيه على إعتبارها أحد المفردات المعماريه تصل إلى أقصي درجات التدهور فى حين أنه يمكن الإستفاده منها وإستخدامها فى عمليات الحفاظ والترميم بكفاءه .

الكلمات الداله :التقنيات الذكيه ــ الكفاءه الوظيفيه ــ الزخارف ــ المبانى التراثيه ــ تعدد الإستخدامات

المقدمه:
تعد الزخارف من أحد المفردات المعماريه الهامه في المباني التراثية حيث لديها القدرة على إبراز الماضي , كما أن لها الطابع الخاص الذي يعبر عن التاريخ الثقافي للمنطقه ولها أهمية في إظهار الخصائص الجمالية والإبداعيه والتقنيه في العماره , لذلك فهى تمثل الأهمية الحقيقية للمباني التراثية .
وتتعدد أنواع الزخارف فمنها الكتابات الهندسيه والزخارف الجصيه من الخشب أو الحجر أو النحاس أو معادن ذات تفاصيل إبداعيه. ويختلف وجود الزخارف داخل أو خارج المبانى التراثيه فبعضها يستخدم على الواجهات الخارجيه والبعض الآخر يستخدم كنقوش على الحوائط الداخليه والأسقف والأرضيات.
وتتعدد إستخدامات بعض هده الزخارف لتصبح عناصر إنشائيه لتدعيم المبنى بالإضافه لوظيفتها الجماليه ويتطلب ذلك معالجتها بوسائل التقنيه الحديثه ذات الكفاءه العاليه التى تحقق تلك الأهداف دون الإخلال بالموروث.
ولإثبات تلك الفرضيه تنقسم الورقه البحثيه إلى جزأين كما يلي:
أولا. تقييم كفاءة الطرق التقليدية المستخدمه فى تدعيم وترميم العناصر المعماريه والزخارف للمباني التراثيه
ثانيا. تقييم دور التكنولوجيا الحديثه في ترميم وتدعيم الزخارف (من الحجر أو الخشب) للمبانى التراثيه.

١. طرق الترميم التقليدية المستخدمه فى الحفاظ على العناصرالمعماريه للمباني التراثيه
ويعرف الحفاظ بأنه "التدخلات المادية في المنشآت لضمان استمرار سلامتها الهيكلية" (Marston, 1998), كما أنه "يهتم بحماية ووقاية الأبنية التاريخية أو ذات القيمة التاريخية وفق أساليب علمية متطورة, تهدف إلى إطالة عمر المبنى التراثي, ومحاربة الأضرار التي تلحق بالممتلكات التراثية سواء الطبيعية أو البشرية" (Steven, 1996) .
سيتم تقسيم هذا الجزء من الدراسة إلى ثلاثة أجزاء ؛ تعريف كفاءة ترميم وتدعيم المبانى التراثيه ، عرض أشكال التدهور التي تحتاج إلى ترميم ، وأخيرا تقييم كفاءة الطرق التقليدية المستخدمه فى تدعيم وترميم العناصر المعماريه للمباني التراثيه.

١/١ كفاءة ترميم وتدعيم المبانى التراثيه
(Efficiency) أي الكفاء وهي تشير إلى التكلفه حيث أنها تعنى (doing things wright) (فعل الأشياء بطريقه صحيحه) وهي على النقيض من ال (effectiveness) أي الفعاليه أي (doing the wright things) (فعل الأشياء الصحيحه) والتى قد تعارض أسس الحفاظ على المبانى التراثيه ، التى لابد من التعامل معها بطريقه حساسه ، حيث أن المبدأ الأساسي في عمليات الحفاظ والترميم هو فهم أهمية و قيمه المكان التراثى قبل اتخاذ أي قرارات بشأن عملية الحفاظ حتى لا يفقد الموروث قيمته التراثيه ومن خلال دراسه ومقارنه الإتجاهات المختلفه للتعامل مع المناطق التراثيه المتدهوره .
ـ لم تكتفي هيئه التنسيق الحضاري بوضع قائمه للمبانى التراثيه المعرضه للهدم فقط ولكنهاحددت نوعيه الانهيار والدمار التى آلت إليه هده المبانى وكذلك كيفيه الحفاظ عليها عن طريق الإحلال أو الإزاله أو الإضافه كبعض سياسات التعامل مع النطاق التراثى كما يلي : (مصطفى، بسام محمد ٢٠٠٠)

الإحلال : تعتبر سياسه الإحلال هى الصوره المعتدله للإزاله وبهدا يمكن تجنب الأضرار التى قد تحدثها الإزاله الشامله على الهيكل الإجتماعى والإقتصادى للمنطقه.
والإحلال (الفك وإعاده البناء فى موقع آخر) تكون مبنية على المعلومات والمراجع والوثائق الخاصة بكافة عناصر المبنى الأثري بحيث يكون العنصر الجديد تكراراً أو تقليداً للقديم (نفس المواد ــ الشكل ــ اللون ...)، وفي حالة عدم توفر المواد الأصلية القديمة يتم إيجاد بديل يقترب بمواصفاته منها بقدر الإمكان .(Kay W., Anne G., 1999)

كما أن أعمال الإحلال قد تتم بصوره تدريجيه أو كامله أو قد تشتمل على أعمال الإحلال الجزئي للأجزاء المتهدمه والتالفه من النسيج العمرانى للنطاق التراثى وتتميز بمراعاتها للأبعاد الغير عمرانيه للتراث .
يمكن اللجوء في عمليات إعادة البناء للمباني الأثرية إلى استخدام الوسائل المختلفة للتعامل مع المباني الأثرية والتاريخية (منفردة أو مجتمعة) والتي هي على درجات من الالتزام والمرونة وتتدرج من الحفظ وعدم السماح بأي تغير إلى الإحلال الجزئي أو الكلي، وصولاً إلى الارتقاء ورفع المستوى لمرافق المبنى الأثري. وقد يشتمل ذلك أيضاً أعمال التقوية والتدعيم (عمل أي تدعيمات إنشائية لازمة)، وكذلك عمل جميع عمليات الترميم والإحلال والاستبدال التي قد تكون لازمة لعناصر المبنى. ويجب أن يتزامن ذلك كله مع إزالة أسباب التدهور والتلف .(Zador M., 1988)

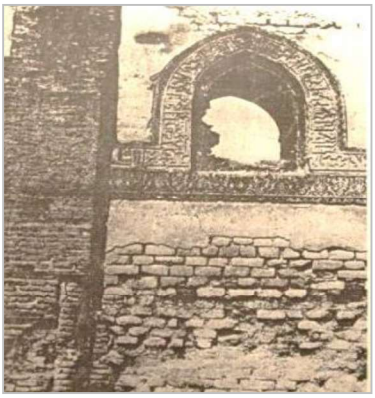
الإزاله: وترتبط هده السياسه عاده بالأماكن المتخلفه والسيئه وغير ذات القيمه بالنطاقات التراثيه والتي لا يرجى نفع من إصلاحها أو ترميمها. وتكون الإزاله بهدف إقامة مشروعات تساعد على تنميه وتطوير النطاق ذاته مع الأخذ فى الإعتبارتوفير مساكن بديله لقاطنى المبانى المزاله. الأجزاء المعاد بنائها أو إنشائها سيتم تعريفها بوضوح كتكوين أو أجزاء معاصرة، أي أنها سوف تنتمي إلى العصر الحديث .(John W., 1983)

الإضافه: التغيير الوحيد المقبول يتعلق بأعمال الارتقاء ورفع المستوى للمبنى الأثري وذلك بإضافة أي خدمات لازمة كهروميكانيكية، وصحية، وكهربية، واحتياطات الأمن والحريق، ولكن بطريقة غير مرئية بحيث لا تسيء للتخطيط المعماري الأصلي.
ومن الضروري التأكد من عدم إغفال أهميه ال (efficiency) فى عمليات الترميم أي الترميم بطريقه صحيحه ومستدامه و بأقل التكاليف .

٢/١ أشكال التدهور والإنهيار للعناصر التراثيه التى تحتاج إلى الترميم

تتعدد أسباب تدهور المبانى التراثية مابين غياب الصيانة الوقائية المنتظمة والصيانة الإصلاحية. (شكل ١) ،عدم وجود تشريعات لحماية تلك المبانى والمنشآت (شكل ٢) ، وجود مشاكل إنشائية ، تأثيرالعوامل الطبيعية مثل الرياح والأمطار والحرارة ، الرطوبة وارتفاع منسوب المياه الجوفية (شكل ٣) وضعف شبكه الصرف الصحي والتقنيات الضعيفة المستخدمة في عملية الترميم وتأثيرها على الأجزاء التى تم ترميمها ، و يمكن تصنيف التدهور وفقا لخطورته إلى ضرر بسيط ، ضرر قابل للإصلاح ، والإصلاح الشامل أو الاستبدال (د/سلمان ،٢٠١٧) .

شكل(١) مبنى حدث له تخريب وهدم متعمد ١٠ شارع ناصر الدين مع البستان (يوليو ٢٠٠٦)	شكل(٢) التداعى الشديد للمبانى القديمه وغياب تشريعات حمايتها لفتره طويله
المصدر: (هيئه التنسيق الحضاري)	المصدر: (هيئه التنسيق الحضاري)

شكل(٣) تأثير المياه الجوفيه فى جامع عبد الرحمن كتخدا والقاعه الشتويه في بيت السحيمي	شكل (٤) تأثير الرياح والرطوبه على الحائط الشمالى للجامع الأزهر سنه ١٩١٥
	
المصدر :الباحث	المصدر :(Jere L. Bacharach, 1995)

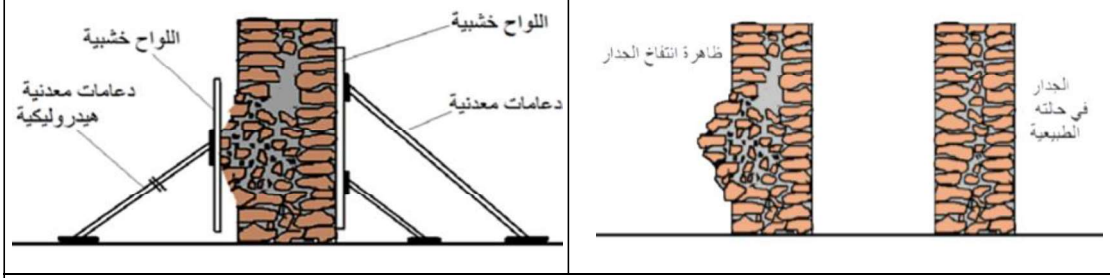
ضرر بسيط نتيجه لشروخ سطحية : هذه النوع ليس له تأثير انشائي على سلامة المبنى، وانما يقتصر تأثيرها فقط على تشويه مظهر السطح (تأثير جمالي) وغالبا ما يكون سبب هذه الشروخ الإنكماش الذي يحدث لطبقات الملاط عند جفافها في البداية، أو قد تحدث نتيجة التحركات الناشئه بسبب التمدد الحراري الإنكماش. ويتراوح حجم هذه الشروخ من ١٠ ملم ولغاية ٢٠ ملم.

ضرر يمكن علاجه : نتيجه تعرض بعض الجدران أو أجزاء منها لظاهرة التحدب أو الإنتفاخ في أحد واجهاتها؛ وذلك إما بسبب تعرض أحد واجهتي الجدار لقوة ضاغطة يؤدي إلى ميلانه أو انتفاخ أحد أجزاء باتجاه الواجهة الأخري، وهذه الظاهرة غالبا ما تتواجد في بقايا جدران المواقع الأثريه "الأطلال" نتيجة لضغط الرمال والتربة على احد جوانب الجدار .وقد تنتج هذه الظاهرة بشكل كبير في جدران المباني القديمة المبنية من واجهتين داخلية وخارجية يتخللهما كسر حجرية ونسبة عالية من المونة Grouts ،وعند وجود فجوات بين أحجار واجهتي الجدار بإمكان الرطوبة ومياه الأمطار أن تدخل إلى وسط الجدار وتؤدي إلى إذابة المواد القابلة للذوبان وغسلها وإضعاف الجدار من الداخل، وأيضا تؤدي إلى انتفاخ المركبات الطفلية في المونة. وتكرر حدوث كلتا العمليتين الإذابة والإنتفاش يؤدي إلى إضعاف المونة الموجودة في وسط الجدار وبالتالي تؤدي إلى خلخلة وسط الجدار وحدوث فراغات داخلية ينتج عنها انفصال أحد واجهتي

الجدار وانحنائه. وأيضا قد يؤدي ضعف المونة الداخلية وغسلها ونزحها إلى تساقط الكسر الحجرية بداخل الجدار باتجاه الأسفل؛ وبالتالي تجمعها عند نقطة معينة في الأسفل مسببة ضغطا على أحد جوانب الجدار وعلاجها يكون عن طريق عمليات الضغط ثم حقن الفراغات بمواد سائله (شكل ٥) (د/سلمان ،٢٠١٧).

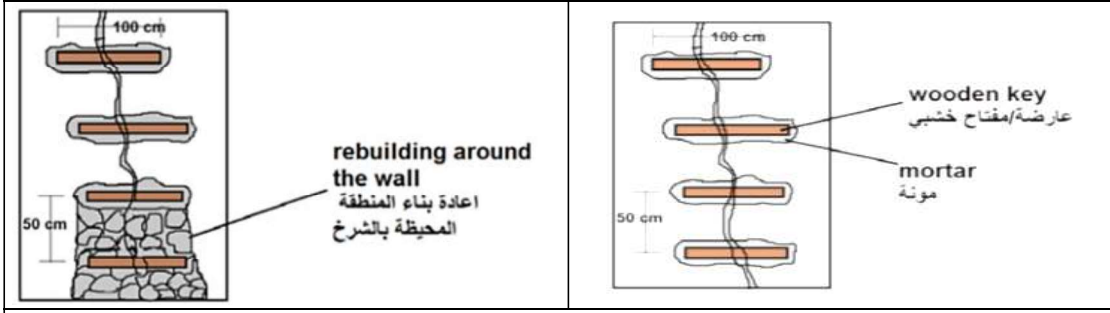
شروخ انشائية : هذه النوع من الشروخ أكثر خطورة وله تأثير انشائي سلبي على سلامة المبنى ، يتراوح حجمها ما بين ٢٠ملم ولغاية ٢٥ ملم ، واما الشروخ التي تزيد عن ٠,٢٥ ملم فهي خطيرة جدا حيث من الصعب مراقبتها نتيجة احتمالية تحركها واتساع حجمها بشكل سريع ودون سابق انذارويكون نتيجه إنهيار هياكل أو أجزاء من هياكل المبنى أو أحد دعاماته وكذلك إنهيار أجزاء من جدران المبنى أو أرضياته كما حدث فى زلزال ١٩٩٢ ، وكلما زاد اتساع حجم الشرخ زادت خطورته على المبنى، ويجب مراقبة الشرخ من حيث كونه نشط أو مستقر للتأكد من سبب المشكلة، انشائي أم لا؛ مما يستدعي البحث عن السبب والتدخل السريع. أما إذا كان الشرخ مستقر، فهذا يعني انه يجب علاج الشرخ ولكن ليس بصورة طارئة (شكل٨،٧،٦)

شكل (٥) يوضح اسلوب معالجة انتفاخ الجدار بإعادة التموضع بالضغط



المصدر : حفظ المبانى التاريخيه د/سليمان احمد المحاري

شكل (٦) عملية إعاده البناء بعد إجراء عملية ربط الشروخ بالعوارض الخشبيه

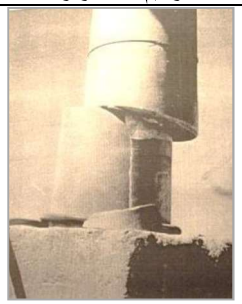


المصدر : حفظ المبانى التاريخيه د/سلمان احمد المحاري

شكل (٧) إنهيار الشخشيخه والقبه الخشبيه بمنزل السحيمى عقب زلزال١٩٩٢

المصدر : معرض الصور بالمنزل

شكل(٨) إنهيار احد الأعمده الرخاميه مسجد صرغتمش الناصري قبل الترميم عقب زلزال١٩٩٢



المصدر : معرض الصور بالمسجد

٣/١ تقييم كفاءة طرق الترميم التقليدية للعناصر المعماريه فى المباني التراثيه

تتعدد طرق الترميم والحفاظ على المبانى الأثريه فى مصر فمنها ما يهتم بازاله التعد يات، و أعمال التنظيف،ومنها التدعيم والتقوية، وتتم هذه الأعمال لعلاج التلفيات والعيوب بمواد المبنى التراثي وجعله صالح للاستخدام مع استخدام نفس مواد المبني القديمة أو مواد مماثلة لها في الشكل واللون والخواص الفيزيائية والكيميائية، وبنفس أسلوب الإنشاء االقديم مع إبراز مواد المبني القديمة والحديثة ، وكلها وسائل لإحياء التراث.

١/٣/١ التدعيم والتقويه كأحد وسائل إحياء التراث

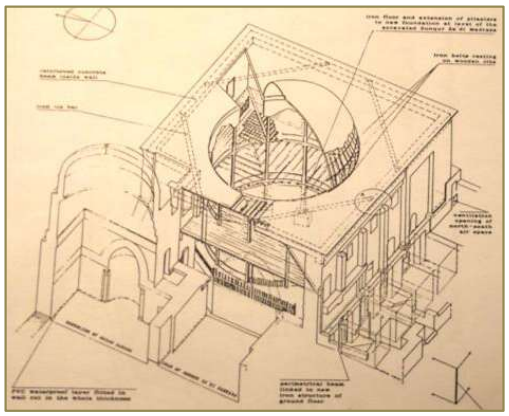
يتم استخدام هذا النوع من الترميم بشكل شائع عندما يكون التمويل لعمليات الترميم محدودة ، كما ظهر في مهمة المعهد الألماني (الذي يمثل برنامج الإنقاذ الألماني - المصري) لإنقاذ درب القرمز بشارع المعزبالدرب الأصفرمنذ عام ١٩٧٣ استخدمت تقنيات بسيطة والمواد التقليدية ، وذلك بسبب التمويل المحدود وندرة معدات ومواد الترميم المتطورة في السوق المحلية ، وخاصة في بداية العام للمشروع. لذلك في الغالب تم استيراد الطوب الأحمر والحجر والأخشاب. تم عمل التدعيم والبياض باستخدام مونه مكونه من الجير والرمل مضافا إليهم الطوب المسحوق أو رماد الخشب . كما تم إحياء تقنيات التراث. فمثلا؛ تم تنظيف المبانى المغطاه ببلورات الملح وتغطيتها بطبقات من الطين ، ورممت طبقات جديدة من البياض بواسطه ألياف الفيبر ، كما تم تدعيم وتقويه جدران من الطوب بواسطه قطع خشبيه على شكل كمرات تربط أجزاء الحائط ببعضها. فى حين أستخدمت المواد الحديثة فقط لترميم العناصر الزخرفية ، وخاصة القطع الخشبيه

والمعدنيه الملونه ، والفسيفساء الرخاميه ، والنقوش الجصيه .وعند تقييم كفاءه المواد المستخدمه في الترميم نجد أنها لاتستطيع أن تواجه الظروف البيئيه المحيطه بالأثر لفتره طويله ولهدا فإنها ليست ذات كفاءه عاليه فى الترميم .

٢/٣/١ وسائل التدعيم والترميم الحديثه

وتتنوع هذه الوسائل بين استخدام الراتنجات (الايبوكسي والاكريليك وغيرها) و الصفائح الكربونية (البوليمرات المقواة بالألياف الكربونية) بحيث تعمل على تدعيم المبنى بجانب الإنشاء الأساسي ، كما تستخدم الحوائط الساندة (shear walls) فى التدعيم .
أحد الأمثلة لإستخدام وسائل الترميم الحديثة ظهرت في ترميم قبة مبنى (Sama kana) في القاهرة ، شكل (9).
فبعد التشوه الدي أصاب القبه بسبب تسطيحها نتيجه هبوط الأساسات للمبنى فقد تم تدعيم القبه بالسقالات الخشبيه من الداخل وتم أستخدام أحزمه من المعدن لتثبيت القبه من الخارج .(Jere L. Bacharach, 1995)

شكل(٩) قبه مبني Sama Kana بالقاهره أثناء الترميم

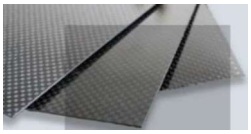
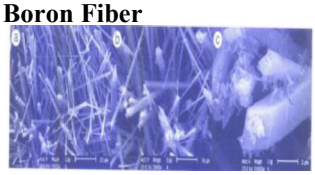


المصدر :Jere L. Bacharach, 1995

نظرا لمشكلة تسطيح القبة والتشويه الناجم عن تسوية الأساس ،فقد تم تدعيم القبة بالسقالات الخشبية داخليا ، وتم استخدام حزام فولاذي من الخارج ، وتم ترميم مركز القبه الخشبى بواسطة راتنجات الايبوكسي. ثم تغطيه الألواح من الخارج بواسطه شبكه من السلك تم تغطيته بمونه الجير التى تشبه إلى حد كبير المونة القديمة في تركيبته ، مع إضافة راتنجات الأكريليك إلى الأسطح الخارجية .تم عمل كمرات من الخرسانه تربط الجدران الرأسيه للمبنى بالهيكل الخشبي للسقف والقبه .ونتيجه لطريقه التثبيت الجيده لجميع أجزاء البناء مع تقويه الجدران بالحقن بمواد راتنجيه ساعد ذلك فى تقويه المبنى وعدم تأثره بزلزال ١٩٩٢.
ولكن استخدام تكنولوجيا مركبات الفيبر فى طلاء الأسطح يعمل على تدعيم وتقوية الأسطح وتتعدد أنواع تلك المركبات وتتعدد خواصها واستخداماتها كما يوضحه (جدول ١)

جدول(١): أنواع الألياف المستخدمه فى الترميم وخواصها واستخداماتها

أنواع الفيبر	الأنواع الشائعه الإستخدام	الخواص	الإستخدامات
الألياف الزجاجيه **Glass fiber**	E-glass with boron or without	• لديها قدره توصيل كهربائي منخفضة • أرخص الألياف الزجاجية • قوة الشد العالية معامل قوى الشد الفردية حول ٣٥٠٠ ميجا باسكال. • استطالة إلى حد الكسر ما يقرب من ٥ ٪. • تبلغ درجة الحرارة القصوى لاستخدام E-glass حوالي ٥٠٠ درجة مئوية • مقاومة التآكل من الزجاج E بدون البورون تقارب سبعة أضعاف مقاومة التآكل للبورون • يكون للألياف الإلكترونية الخالية من البورون حوالي ١٠٪ كعازل للكهرباء أعلى من البورون المحتوي على نظارات E • الكثافة 2620(kg / m3) • قوة الشد 3450(MPa) • معامل يونغ 81(GPa) • CTE (10-6 / k) 5.0	•يمثل زجاج-Eglass 90٪ من سوق الألياف الزجاجية ويستخدم بشكل أساسي في مصفوفة البوليستر.
	ECR-glass	* ألياف خاليه من ال boron وخواص معدله لتقاوم قلويه الأحماض . * تتشابه خصائصها الميكانيكية مع E-glass ، ولكن ولكنها أخف فى الوزن نتيجه تفاعلها مع حمض الكبريتيك. * مكلف نتيجه لزيادة مقاومته للصدأ .	* يصنع ال ECR-glass ليقاوم الاحماض والقلويات عند تعرضه لها .
	Silica/quartz	* تحتوي الياف السليكا وزجاج الكوارتز على نسبه عاليه من أكسيد السليكون * تتحمل الحراره المرتفعه	* يستخدم فى أجهزه الاتصالات والأقمار الصناعيه لحمايتها من الشحنات الكهربائيه الزائده .
	S-glass, R-glass and E-glass	S-glass أقوى من الزجاج E-glass بحوالى من١٠-١٥ ٪ E ، لكنه مماثل في خصائصه للزجاج E-glass و R-glass . * مقاومته للحرارة أفضل من زجاج E-glass.	

		* ألياف S-glass تحتوي عل سليكات معدله مما يعطي زيادة في الخواص الميكانيكية. يتم اختيار S-glass عادة للعديد من التطبيقات الإنشائية بسبب أدائها الميكانيكي الحراري المتميز. وتجدر الإشارة إلى أن درجات حرارة الذوبان لل S-glass عاليه ، مما يتطلب مزيدًا من الطاقة مما يجعل هذه الألياف أكثر تكلفة من E-glass. الكثافة (كجم / م ٣) ٢٥٠٠ قوة الشد (MPa) (4590) معامل يونغ (GPa) 89 CTE 5.6 (10-6 / k) الإنهيار (٪) ٥,٧	
D-glass	الياف ال D-glass ذات حجم أقل ومعامل عزل كهربائي ثابتوأقل ٤٠٪ من ال E-glass.	يستخدم فى الدوائر الكهربيه لأن لها معامل عزل ثابت .
Carbon fiber **الألياف الكربونيه** 	* ألياف الكربون هي من أفضل المواد المركبة ، بما لها من مقاومة عاليه للإجهاد الناتج عن الضغط مقارنة بالألياف الزجاجية أو القراميد. * ألياف الكربون الغير المعالجة لا تتأثر بالرطوبه ، لذا فعند الإستخدام يجب الإستعانه بالتدخل الميكانيكي إلى جانب المعالجة السطحية كي يتم والترابط الكيميائي بين الألياف والمواد المحيطه. * معظم الألياف الكربونيه مشتقه من poly acrylonitrile جيدة التوصيل للكهرباء (ثلاث أضعاف النحاس) .	تستخدم الالياف الكربونيه لتتحمل الشد. تستخدم فى التطبيقات التى تتطلب خواص كهربائيه جيده حيث أنها موصل جيد للكهرباء .
Aramid fiber 	تمتاز ألياف القراميد بقوه صلابتها بالنسبه إلى وزنها إذا ما قورنت بالألياف الأخري قوة الشد لالياف القراميد مماثله لقوه الشد للالياف الزجاجيه ولكن معامل الصلابه لها ضعف معامل الصلابه للالياف الزجاجيه . كما أنها تتميز بكفاءه توصيل الطاقه الكهربيه بالمقارنه بالكربون .	
Boron Fiber 	تمتاز الياف البورون بأنها ذات معامل صلابه أقوي من الألياف الزجاجيه خمس مرات ولكنها أعلى تكلفه منها لذلك فإن الألياف الزجاجيه أكثر شيوعا من ألياف البورون حيث أن الهدف من التقويه والتدعيم أن تكون أقل تكلفه مع أقوي صلابه ممكنه .	

المصدر:Addington, M. ,et al, 2005

٢. تقييم دور وسائل تكنولوجيا النانو فى الترميم وعلاقتها بالزخارف فى المبانى الأثريه:

فى هدا الجزء من البحث سوف نقوم بتوضيح العلاقه بين الزخارف والنقوش(فى المبانى الأثريه) واساليب الترميم الحديثه كما يلى :

1/2 دور المواد الذكيه فى عمليات الترميم:

تتميز المواد الذكيه بملامح وسمات خاصه تسمح باستخدامها كبديل لمواد الترميم التقليديه بعد اختلاف خصائصها تحت ظروف خاصه Electro rheological and Magneto rheological materials)حيث أن فرق الجهد الكهربائي يكسبها صلابة ويغير من معامل اللزوجة و(جدول ٢) يوضح العلاقه بين متطلبات الترميم والمواد الذكيه (محمد محمد شوقى أبو ليله ٢٠١٨).

جدول(٢) : العلاقه بين متطلبات الترميم فى العماره المواد الذكيه

المشكله المعمارية	الظواهر الماديه المصاحبه	المواد الذكيه المستخدمه
إهتزازات المبني الناتج عن الزلازل أو الأعمال الميكانيكيه	إلتواء – ميل هبوط- ترييح الإجهاد- شروخ	Piezoelectric Magneto rheological Electro rheological Shape-memory alloys Fiber optics

المصدر : (محمد محمد شوقى أبو ليله ٢٠١٨)

2/2 دور وسائل تكنولوجيا النانو فى عمليات الترميم:

تعددت وسائل تكنولوجيا البناء الحديثة المستخدمه فى تطوير مواد الترميم الأثريه والتى من شأنها إنتاج أكاسيد لمواد نانومترية دات خواص جديده تضاف إلى خواصها أو قد تختلف عن خواصها الأصليه لاستخدامها فى ترميم المواد الأثرية دون التأثير على طبيعه الأثر والتأكيدعلى حماية مواده وأصوليتها وإثرائها وللوصول لدلك نبدأ بتوضيح دور تكنولوجيا النانو فى العماره الحديثه لتطبق على العماره التراثيه .

1/2/2 تقييم دورمواد النانو فى العماره (حمايه وتقويه) :

علم النانو هو العلم الذي يهتم بدراسة الموادعلي مستوي الجزيئات و الذ رات و تصنيفها و دراسة خصائصها الميكانيكية و الكيميائية ودراسة الظواهر المرتبطة بها .اما تكنولوجيا النانو فهى التكنولوجيا المتقدمة القائمة علي دراسة علم النانو و العلوم الاساسية الاخري مع توفير القدرة التكنولوجيه لتصنيع المواد متناهية الصغر و التحكم في بنيتها الداخلية عن طريق اعادة ترتيب الذ رات و الجزيئات المكونة لها مما يضيف الحصول علي منتجات متميزة و فريدة يمكن توظيفها في تطبيقات متنوعة.

- هناك مواد نانوية تستعمل في مواد البناء لتحسين الخصائص الفيزيائية و هناك مواد لتحسين الخصائص الميكانيكية و الكيميائية، و نظرا لخصائصها فإنها تستعمل سواء في مواد التشطيب اوالانشاء،وغالبا ما تستعمل المواد النانوية ذات الخصائص الفيزيائية في مواد التشطيب كالزجاج والدهانات علي الحوائط الخارجية و هذا لايعني انها لاتحسن بعض الخصائص الميكانيكية والكيمائية بل إن تاثيرها الاهم و الاكثر علي الخصائص الفيزيائية حيث عادة تكون ذات نحفيزضوئي اي عملية فيزيائية نتيجة تفاعل حبيبات اكاسيد المواد مع الاشعة فوق البنفسجية .ومن المواد التي تستعمل لتحسين الخصائص الفيزيائية (ثاني اكسيد التيتانيوم) ، اما من المواد التي تستعمل لتحسين الخصائص الميكانيكية هي(انابيب النانو الكربونية والنانو فيبر) ، كما ان بعض المواد تتمتع بكونها تعمل علي تحسين كلا من الخصائص الكيميائية و الميكانيكية مثل السيلكا النانويه وجزيئات النحاس النانويه .(.محمد شريف الأسكندرانى ، ٢٠١٤)

أ- أنابيب النانو الكربونيه : (Carbon Nano tubes) (CNTs)

الأنابيب النانوية الكربونية هي شكل متآصل من الكربون لها بنية نانوية طولانية بحيث أن نسبة الطول إلى نصف القطر تفوق المليون. ولهذه الأنابيب خصائص فريدة ومميزة من حيث القوة والمتانة من جهة ومن حيث الخصائص الكهربائية من جهة أخرى، كما أنها موصلات حرارية فعالة. نتيجة لذلك فإنها تدخل في العديد من الاستخدامات في مجالات التقنيه النانوية والإلكترونيات والبصريات والعديد من فروع علم المواد، بالإضافة إلى دخولها في مجال التصميم والعمارة. وتنتمي الأنابيب النانوية الكربونية إلى فصيلة الفوليرين من حيث البنية، والتي تتضمن أيضاً كرات الكربونBuckyball ، حيث أن واحداً على الأقل من طرفي الأنبوب يكون مغلقاً بنصف كرة من ذلك النمط. للأنابيب النانوية الكربونية تركيب بلوري خاص يكون على شكل أنبوب مجوف يتألف من ذرات الكربون متصلة فيما بينها على أشكال خماسية، وسداسية / أو سباعية. تتم صناعته بدايةً من الكربون .الرابطة الكيميائية لهذه الأنابيب هي بالكامل من نمط (sp2) وذلك بشكل مشابه لبنية الجرافيت. وتتميز أنابيب الكربون بخفه الوزن وقوه الصلابه التى تصل الي خمس مرات ضعف قوه المنشآت الحديديه .

ومن أمثله المنشآت المصنوعه من أنابيب الكربون النانونيه هو مبنى حيدار سنتر للفنون شكل (١٠) أحد أعمال زها حديد ومركز النسيج بالصين (CTC) شكل (١١) كنماز ج لمبانى قويه وإنشاءات خفيفه .

شكل (١٠)حيدار سنتر : زها حديد استخدام انابيب النانو فى بناءجسم المبنى	شكل (١١)CTC (China Textile Center) Zaha Hadid
Source : https://www.e-architect.co.uk/images/jpgs/azerbaijan/heydar-aliyev-centre-f030713.jpg	Source:https://cdnimd.worldarchitecture.org/extuploadc/003-6-.jpg

وتتيح أنابيب الكربون النانويه حرية في التصميم المعماري، من خلال استغلال الخصائص الفريدة و المتميزة، حيث بات من الممكن استخدام واجهات زجاجية في المباني التي تقع بمناطق حارة جافة، و علاوة علي ذلك توفر في استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني. وتتفاعل جزيئات أنابيب الكربون النانونيه مع مواد البناء في جميع عناصر المبني حتي العناصر الانشائية، لتستخدم فى المعالجة الذاتية للشروخ العميقة و السطحية، و تحديد اماكن الحمل الزائدعلي العناصر الإنشائيه، و كشف زيادة استهلاك الطاقة فوق المعدل الطبيعي.
ولكن المركبات النانوية التي تتكون من مادتين او اكثر تعتبر ذات خصائص فريدة حيث انه من الممكن أن يتم الدمج بين خصائص المواد المختلفة علي هيئة مركب نانوي، و استخدامه في تطبيق ليخدم المبني في المواد الهيكلية او غير الهيكلية. (وليد محمد ابو شوشه ٢٠١٦)

ب- النانوسيليكا Nano-silica:

تستخدم النانو سيليكا لإنتاج مونة و خرسانة فائقة الأداء من حيث الخواص الفيزيائية و الميكانيكية. حيث يتم ذلك بإستبدال نسب من الأسمنت الموجود فى المونة أو الخرسانة بنسب من المواد النانوية مثل النانو ميتاكاولين أو النانو سيليكا و قياس مدى تأثير هذه المواد على الخصائص الفيزيائية و الكيميائية و الميكانيكية للخلطات الأسمنتية. بالإضافة لما لذلك مردود إيجابى فى تقليل التلوث البيئى و خفض إنبعاث ثانى أكسيد الكربون نتيجة صناعة الأسمنت كما يسهم فى تقليل الطاقة و ايضا يحافظ على الموارد و الخامات الطبيعية المستخدمة فى صناعة مواد البناء

الإستبدال الجزئى للأسمنت البورتلاندى العادى بنسبة ٥٪ نانو ميتاكاولين أو ٢٪ نانو سيليكا يزيد من قوة التحمل للضغط الميكانيكى و كذلك مقاومة الإنحناء للمونة المتصلدة. كما أن ذلك يقلل بدرجة كبيرة قابلية تغلغل ايونات الكلوريد فى الخرسانة المتصلدة بسبب الإنخفاض الكبير فى درجة المسامية.

ج- جزيئات النحاس النانويه copper nanoparticles :

تعد جزيئات النحاس من جزيئات المواد النانوية ثلاثية الأبعاد سواء كانت على هيئة حبيبات أم مساحيق وهى فائقة النعومة وتتصدر قائمة الانتاج العالمي من المواد النانوية بوجه عام وذلك نظرا لتعدد استخداماتها في المجالات والتطبيقيات التكنولوجية الحديثة نظرالقدرتها على تقليل خشونه سطح المعدن مما يؤدي إلى إرتفاع قدرتها في وقف امتداد الشروخ وتحاشي ظاهرة الاجهادات الواقعة عليها .(Guerrini G. 2011)

شكل (١٢) Research Innovation Center ريتشارد ماير بيرجامو ايطاليا	شكل(١٣) Centre Hospitalier De Niort ايطاليا سيمنت جروب فرنسا
http://www.cristalactiv.com/	http://www.cristalactiv.com

د- علاقه النانو تكنولوجي بالخشب :

إجتذب السيلولوز الذي يعد المكون الرئيسي لألياف النباتات (lignocellulose)الاهتمام باعتباره مادة جديدة خفيفة الوزن ومتينة ورفيقة بالبيئة عندما تتم معاملتها لألياف سيلولوز نانونية CNFs ، حيث يقال إن وزنها خُمس وزن الفولاذ وقوتها ٥ أضعافه. سيؤدي استخدام هذه الألياف النانوية إلى نموذج جديد في البناءالخشبي المستدام حيث أن كل من الإنتاج والاستخدام سوف يكونان معا دورة متجددة. كدلك وجد أن استخدام الياف النانو سيلولوز (lignocellulose في المقياس النانوي) ينتج أسطح ذات خواص جديده مثل الأسطح ذات التعقيم الذاتي (self-sterilizing)، والأسطح ذات الإصلاح الذاتي الداخلي (internal self-repair) عن طريق حساسات نانويه غير مرئيه داخل أسطح الخشب تعطي قراءات واضحه عن أداء المنتج من خلال مراقبة الأحمال الإنشائيه والتسريب الحراري ودرجه الرطوبة والتسويس الناتج عن الفطريات . كدلك إضافة الحبيبات النانونيه مثل(النحاس cu) (أو الفضه Ag) أو ثانى أكسيد التيتانيوم (Tio2)أو السيليكا (So2) إلى الخشب يكسب الخشب قدره على مقاومة الحريق و طرد الماء ومقاومة التلف و حماية الخشب من الأشعه فوق البنفسجيه شكل (١٣) (Mayo J. 2015)

شكل 13 : خشب معالج بألياف النانوسيلولوز واستخدامه فى البناء (out door) بدلا من الخشب التقليدى	
source:https://media2.picsearch.com/is	

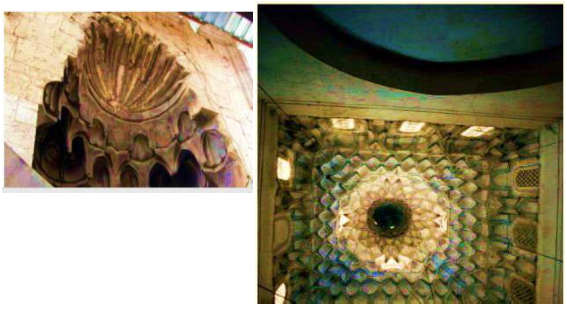
٣. دور الزخارف كعنصر متعدد الوظائف داخل المبانى التراثيه :

في الوقت الحاضر ، تشير معظم المباني العالمية إلى الهيكل الخارجي كنوع من إستعراض إمكانيات التكنولوجيا الحديثه فى تحقيق جماليات المبنى بالإضافه للإمكانيات العديده الأخري التى توفرها للعماره فى مجال البناء بما يحقق سلامه المبانى واستدامتها كما هو موضح في برج Sheth Tower, Iris Bay, (Dubai) للمعمارى Atkins مبنى إداري ذو تصميم فريد ومتميزشكل (١٤) ولم تقف التكنولوجيا عند هدا الحد بل أنتجت مايسمي المبنى المنحني المستطيل (Egg-shaped museum) بدبى المتحف على شكل حلقه غلافها الخارجي يحكي شعر أوروايه داخل الغلاف نفسه، و تمثل الحلقة ما نعرفه اليوم ، بينما يمثل الثقب داخل الحلقه كل ما هو غير معروف ، وفقًا لما يرويه المعماري شون كيلا شكل (١٥).

شكل (14) برج أيريس بدبى أثاء الإنشاء وبعد الإنشاء	شكل (15) Egg-Shaped Museum Dubai
https://www.e-architect.co.uk/ iris_bay_a191108_3.jpg by chies architect	المصدر : الباحث زياره للموقع بشارع الشيخ رايد بدبي (الإمارات) Shon Kiela Archetect

بالإشارة إلى المباني التراثية ، تمثل الزخارف أحيانًا وسائل لعناصر إنشائيه كما هو موضح في القبه المقرنصه في مدرسة النوريه الكبري بحلب دمشق من قبل حاكم زنجد نور الدين (١١٧٤-١١٤٧) يتألف المجمع من مدرسة ومسجد وضريح مؤسسها ، حيث تظهر القبه من الجص معلقة من قب و خارجي فوقها من خلال إطار خشبي. ومدخل المدرسه نصف قبه مقرنصه تعلو مدخل المدرسه شكل(١٦) .

مثال آخر (قبه مسجد زمرد خاتون) في بغداد يرجع إلى العصر العباسي حيث تتكون من ٩ صفوف من المقرنصات الإنشائيه دات التصميم المتميز كعنصر زخرفي وتنتهي بقبه صغيره شكل(١٧)(Tabbaa Y., 2015).

شكل (١٦) مدرسة النوريه الكبري بحلب دمشق العصر العباسي	شكل (١٧) مسجد زمرد خاتون فى بغداد العصر العباسي
	
https://s3.amazonaws.com/media.archnet.org.jpg	https://upload.wikimedia.org /wikipedia/.jpg

شكل(١٨) بيت السحيمى شارع المعز بحى الدرب الأصفر	
	وأحيانا تستخدم الزخارف ككوابيل لحمل بلاطه السقف أو كتيجان للأعمده التى تحمل البلاطه سواء كانت مصنوعه من الخشب أو الحجر كما هوموضح من داخل بيت السحيمى شارع المعز بحى الدرب الأصفر . شكل (١٨)
المصدر : الباحث	

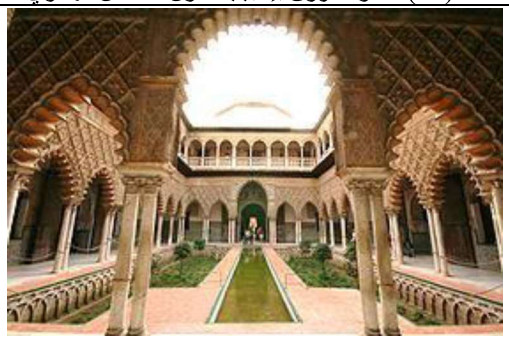
كما تلعب الزخارف دورا مهما فى زخرفة العناصر الإنشائيه للمبنى لتحقيق القيمه الجماليه حيث تستخدم فى صوره شرائط تحيط بالعناصر الإنشائيه أو غلاف على شكل ألواح تزين بها الجدران والأسقف الداخليه والأسطح الخارجيه . ونجد معظم المباني التراثية خاصة في المدن العربية تمتلئ بالفن الزخرفي من الجص ، والجص عبارة عن مادة مصنوعة من الجبس والكلس والرمل والمياه تستخدم وهى لاتزال مبللة للزخرفة المعمارية ، ويمتاز الجص بسرعة كبيرة للجفاف في الشمس ولكنه لايستطيع مقاومه الماء. والزخارف الجصيه يمكن أن توضع مباشرة على المبنى أو تستخدم في شكل الواح مسبقة الصنع يتم تثبيتها بعد ذلك على المبنى.

ظهر هذا الجص على أعمدة القصور والقلاع والمساجد كما هو موضح في مسجد جامع أصفهان وهو من أقدم مساجد إيران القائمة، ويعود إنشاؤه إلى عام ٧٧١م يقع في مدينة أصفهان في محافظة أصفهان، إيران .وقد أحترق المسجد أواخر القرن الحادي عشر. والمسجد الحالي نتاج عملية مستمرة من البناء وإعادة البناء والترميم منذ إنشائه نهاية القرن الثامن الميلادي واخر ترميم للمسجد جرى نهاية القرن العشرين.,ومسجد جمعة أصفهان مدرج على لائحة اليونسكو للتراث العالمي منذ عام ٢٠١٢ شكل (١٩).

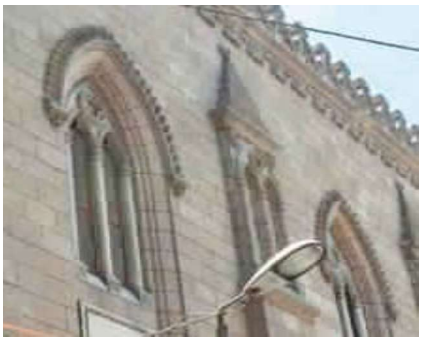
ظهرت الزخارف الجصية أيضاعلى المآذن والقباب كما هو موضح في مآذنه وقبه مسجد قاني باي الرماح، شكل (٢٠)

شكل (١٩)مسجد جامع أصفهان :المحراب وقاعة الصلاة ، التي بنيت خلال عهد السلجوقية	شكل (٢٠)مسجد قاني باي الرماح المأذنه والقبه
. https://upload.wikimedia.org/ Jameh_mosque_Isfahan.jpg	https://d4dmzqt83g0v8.cloudfront.net/news/large/_0.JPG

كما جاءت الجدران المحلاه بالزخارف فى القصور العربيه بأسبانيا منتصف القرن الثانى عشر كما هو موضح على التوالي شكل(٢١،٢٢) قصر الحمرا بالأندلس ، وقصر المورق بأشبيليه حيث الأقواس نصف الدائريه المزخرفه من الجص بزخارف مميزه لتكون الواجهه المطله على الفناء الداخلى

شكل (٢١) قصر الحمرا بالأندلس القرن الثامن الهجري	شكل (٢٢) قصر المورق بإشبيليه القرن الخامس الهجري
	
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/ _2014.jpg	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/ _de.jpg

كما ظهرت الزخارف على العقود (arches) فوق أعتاب الفتحات سواء كانت أبواب أو نوافذ كما هو الحال فى مسجد الإمام الحسين حيث الزخارف تعلو نوافذ حائط المسجد والتى تنتمي للعماره المميزه للدوله الفاطميه والبوابه الرئيسيه فى مسجد قرطبه بأسبانيا حيث العقد على شكل حدوة الفرس تعلوه الزخارف ذات الطابع المميز للعماره الأندلسيه الذين قاموا بتزيين العديد من الحصون وجدران المدينة فى القرن السابع الهجري شكل (٢٤ ، ٢٣).

شكل(٢٣) مسجد الإمام الحسين القرن الثامن الهجري	شكل (٢٤) مسجد قرطبه بأسبانيا القرن السابع الهجري
	
Source: https://scontent.faly3-1.fna.fbcdn.net/v/t1.0.jpg	Source:http://en.wikipedia.org/wiki/Great_ Mosque_ of_ C%C3%B3rdoba

شكل ٢٥: استخدام الزخارف الخشبيه كعنصر حمايه داخل بيت السحيمي	
	كما استخدمت الزخارف كعناصر حمايه من العوامل الجويه (أمطار ، آشعه الشمس) أو للخصوصيه كما هو موضح من داخل الفناء الداخلى لبيت السحيمى بشارع المعز شكل (٢٥) .
المصدر / الباحث	

الخلاصه :

على الرغم من أن الكفاءه الإقتصاديه وكفاءه الأداء تعد من المعايير الأساسيه التى تؤخذ فى الإعتبار عند إختيار مواد البناء إلا أنه فى نهايه الأمريكون الإختيار حيث:

- المواد التى تتوافر فيها جماليات الشكل وحسن المظهر الخارجي.
- المواد التى يتوافر وجودها محليا أو إقليميا.
- الموادالتى يسهل التعامل معها فيما يتعلق بالمهارات البشريه.
- ويعتبر المهندسون المعماريون مواد البناء جزء من التصميم المعماري إذ شرط قبول المواد فى الإنشاء هو أن تكون مقبوله بصريا وإنشائيا ، ولكى يتحقق ذلك كان الإتجاه نحو إنتاج مواد ذكيه باستخدام تكنولوجيا النانو ، حيث تعتبر تكنولوجيا النانو تطبيق متطور الأوجه من تطبيقات الإستدامه والعماره الخضراء حيث أن منتجات وتطبيقات تكنولوجيا النانو فى المبانى تقدم حلول معماريه لجميع المشاكل البيئيه الناتجه من المبانى ، ويجري باستمرار تحسين تطوير الأنابيب النانوية كما يمكن الآن إنتاج الأنابيب النانوية عالية الجودة بتكلفة أقل بكثير وبكميات كبيرة وتتميز بأن لها مردود اقتصادى كبير حتى ولو على المدى البعيد لأنه يمكن أن تكون باهظه الثمن إلي حد ما ولكن على المدى البعيد يكون عمرها الإفتراضى أكبر وتوفر في صيانه المبانى . كما أن التقدم السريع لتكنولوجيا النانو أدى إلى إنتاج مواد ذات مظهر بصري جيد يناسب تشطيب المبانى داخليا وخارجيا .

- تتيح التطبيقات و المواد النانوية حرية في التصميم المعماري من خلال استغلال ما قدمته تكنولوجيا النانو من تطبيقات و مواد ذات خصائص فريدة و متميزة. وخاصة فيما يتعلق بمشاكل التآكل في المنتجات الخرسانية ، حيث وفرت تقنيه النانو طلاءات تتحمل العوامل الجويه المختلفه حيث يمكنها إصلاح أو منع الضرر الناتج عنها.

وحيث أن (efficiency) تعنى كلا من تكلفه منخفضه ووزن خفيف مقارنه بالاحمال ، لذا فإنه عن طريق تكنولوجيا النانو يمكن تقليص نسبه المواد المستخدمه فى الهيكل الإنشائي للمبني.

مما سبق يتضح أنه فى العماره المعاصره تمكن الرواد من استخدام وسائل التقنيه الحديثه وعناصر الإنشاء لتصبح فى ذات الوقت عناصر معماريه زخرفيه لواجهات المبانى وبالمقارنه بالمبانى التراثيه نجد ان العناصر الزخرفيه استخدمت كعناصر إنشائيه بالإضافه لقيمتها الجماليه واستخداماتها فى المواضع المختلفه داخل وخارج المبانى .

النتائج :

• قبل البدء فى عمل ترميم أوأي تغييرات في العناصر التراثيه ، من الضروري أولاً فهم الأسباب التى أدت إلى الحاله التى وصلت اليها تلك العناصر . وما هى أهميتها ؟ ما هو تاريخ تطورها ؟ هل هى من العناصر التراثيه المميزه ؟ هل هى فى مكان ذو قيمه تراثيه ؟ هل تعطى دلاله عن هويتنا الثقافية؟ . وذلك حتى تتم عمليه الترميم بطريقه لا تؤثر سلبا على قيمتها التراثيه .

ولهذا ، حتى في حالة محدوديه التمويل المادى ، يجب الاتفاق على استراتيجية للحفاظ تضمن حماية جميع الآثار المفهرسة ، ولحمايه تلك الاستراتيجيه يجب وضع بعض الأولويات التي من شأنها أن تنظم الجهود والموارد.

• يجب ان تتوافق خواص مواد الترميم الحديثه مع خواص المواد التراثيه حتى لا يفقد الموروث قيمته التاريخيه ، وهذا التوافق يكون فى تشابه الخصائص البصريه مثل اللون والحجم والملمس ، النسب ، الكتلة ، الهيئه ، الإنسجام ، نسبة الصامت إلي المفتوح ، الزخرفة ، التفاصيل وما إلى ذلك وفى حالة عدم توافق مادة الترميم الجديده بالمادة الاصليه فإن هذا يضعف من قيمه الموروث التاريخيه ، ولذا لابد من التوافق حتى إذا ما تمت مطابقة جميع الخصائص البصرية ، يصبح من الصعب للغاية التمييز بين ما هو تاريخي وما هو جديد.

المراجع العربيه:

[١] احمد- شريف االسكندراني، "مجلة عالم المعرفة" تكنولوجيا النانو من اجل غد افضل"، العدد -١ 2131ابريل، ٢٠١٤

[٢] د/سلمان أحمد المحاري: حفظ المبانى التاريخيه "مبان من مدينة المحرق" المركز الدولى لدراسة صون وترميم الممتلكات الثقافية ٢٠١٧.

[٣] محمد محمد شوقي أبولیله ٢٠١٨ " تقنيات الذكاء في العمارة نحو استثمار المباني التراثية" المجله الدوليه فى العماره والهندسه والتكنولوجيا.

[٤] مصطفى، بسام محمد (٢٠٠٠)" :(دراسة تأثير المحيط التخطيطي والعمراني على التداعيات المعمارية للمباني الأثرية وطرق ترميمها وصيانتها تطبيقاً على وكالة بازرعة ومحيطها -القاهرة الفاطمية"، بحث ماجستير، كلية الآثار، جامعة القاهرة.

[٥] وليد محمد بلال حسين ابو شوشه "استخدام تكنولوجيا النانو لرفع كفاءه المبانى السكنيه " رساله مقدمه إلي كليه الهندسه جامعه القاهره للحصول على درجه الماجستير ٢٠١٦

المراجع الأجنبيه:

[1] Addington, M. ,et al, 2005;"Smart Materials and New Technologies For the architecture and design professions", Architectural Press, Britain.

[2] - JERE L., BACHARACH, 1995; "the restoration and conservation of Islamic monuments in Egypt", The American University in Cairo press, Egypt.

[3] John W., (1983): "Conservative Views", A. J Magazine.

[4] Kay W. , Anne G. , (1999): "Guidelines for Preserving, Rehabilitating, Restoring & Reconstructing of Historic Buildings", The Secretary of Interior's Standard for the Treatment of Historic Properties, U.S. Department & Interior National Park Services & Heritage Preservation Services, Washington D.C.

[5] Mayo J. 2015. “Solid Wood, case studies in mass timber Architecture, Technology, and design”. Published by Rout ledge, Milton Park, Abingdon, Oxon.

[6] Marston F. J, (1998). Historic preservation Curatorial Management of the Built World. University Press of Virginia, Charlottesville, & London.

[7] Singha K., et al, May 2013 Study on boron fiber: Review Article (PDF Available)

[8] Gian luca guerrini “cristal global conference “London, 17 nov.2017

[9] Tiesdell S. et al, (1996). Revitalizing Historic urban Quarters.

[10] Yasser T. 2015” The Muqarnas Dome: Its Origin and Meaning” Muqarnas, Vol. 3 (1985), pp. 61-74 Published by: Brill Stable

[11] Zador M., (1988): "Some Recent Ideas on Selecting Concerning Agents for Stone Facades", 6th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, Torun.

مواقع الإنترنت:

[1] http: //www.gongyaosealing. com (قراميد فيبر)

[2] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e2/Glasfaser_Roving.jpg/330px-Glasfaser_Roving.jpg

[3] https://media2.picsearch.com/is?x5Z9RXTYkgpElFJXfVxrcTyhOPjM4h0DXs_PVim99Y4&height=255 (كربون فيبر)