تكنولوجيا البناء وموضع إستخدام المادة فى العمل المعمارى

د . م ./ أحمد حنفى محمود أحمد

رئيس قسم الهندسة المعمارية - معهد القاهرة العالى للهندسة وعلوم الحاسب والإدارة - التجمع الأول

د . م ./ عبد الشكور عرب

مدرس - قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة الأزهر

م./ هبة عبد السلام

معيدة بقسم الهندسة المعمارية - معهد القاهرة العالى للهندسة وعلوم الحاسب والإدارة - التجمع الأول

❖ **الملخص :**

إن التقدم الهائل فى تكنولوجيا البناء خلال الآونة الأخيرة وما شهده العالم فى العقود السبعة الماضية قفزة هائلة فى مجال تكنولوجيا البناء، ويواكب هذه القفزة ثورة معرفية فى الدول المتقدمة، كما تحاول الدول بهذه الثورة تقديم أفكار جديدة لحل مشاكل الإنسان المعاصرة، ومن خلال الثورة المعرفية وصفت التكنولوجيا على أنها حاوية المعرفة المتميزة كماً ونوعاً وتطبيقاً، ومن المعروف أن الهيكل الأساسى لتقدم الدول حضاريا على مر التاريخ هو كم وجودة المعرفة لديها، وتنعكس التكنولوجيا بدورها فى هذه الحضارات على مدى ما وصل إليه المجتمع من مستوى معرفى ناجح، ولأن المسكن هو المطلب الأساسى للأنسان فقد تزايد الطلب عليه بدرجة كبيرة دفعت الدول النامية للسعي وراء نقل تكنولوجيا البناء من الدول المتقدمة، وذلك لتوفير المسكن لأفرادها بسهولة، فمن خلال تجربة الحرب العالمية الثانية وما خلفته من دمار، إبتكرت الدول المتقدمة تكنولوجيا جديدة وسريعة فى البناء، وبدأت تطبيقها بنجاح.

وتعد هذه التكنولوجيا من أهم السلع التي تصدرها الدول المتقدمة إلي الدول النامية، ومن هنا ظهر ما يسمى بالتبعية التكنولوجية نتيجة إعتماد الدول النامية على تكنولوجيا البناء للدول المتقدمة، ودون وجود قواعد معرفية فى الدول النامية تتلقى التكنولوجيا المستوردة من الخارج وتستوعبها، وقد تم تطبيقها فى الدول العربية وفى مقدمتها مصر وذلك من خلال قنوات نقل التكنولوجيا المختلفة التى تواجه مشاكل الإحتياجات المتزايدة للبناء داخل البلاد.

وفى العصر الحالى يعتبر البناء المعمارى منتجاً تكنولوجياً علمياً هندسياً فنياً قائماً على أبحاث فى تخصصات العلوم المختلفة، بل ويمكن القول دون مبالغة أن البناء المريح للإنسان مستقبلاً قد يقوم على تضافر كل العلوم المعروفة لدينا، ولكن تظل علوم مواد البناء هى مقدمة العلوم المستخدمة فى إنتاج العمارة الحقيقية. بينما العمارة تظهر متى إستطاع المعمارى إدخال السرور والبهجة على الناظر من خلال العلاقات الخاصة لمكونات العمل المعمارى المعروضة تحت ضوء الشمس وهذا من الناحية الخارجية للغلاف.

ويقول المعمارى (جون راسكن) : أن العمل المعمارى يكون إيجابياً حينما يؤثر على حواس الإنسان ويكون هذا متعلقاً بثلاث أسس هى -:

- **أولاً :** إختيار المواد الجيدة الطبيعية المعمرة. .
- **ثانياً :** الإهتمام بالتفاصيل والتفانى فى تصميمها وإنجازها. .
- **ثالثاً :** إتقان العمل والتمهل فى أداءه بدلاً من التسرع فى إنجازه. .

ومن هنا كان دور التكنولوجيا فى العمل المعمارى الحقيقى هو إيجاد منظومة لإستخدام مادة البناء المتطورة، كي يتم تصميم شكل الفراغ الداخلى بحيث يكون فراغاً ديناميكياً يمكن أن يتعامل مع متطلبات الإنسان الطبيعية وسهولة إستخدام الفراغ الداخلى.

❖ المقدمة :

إن السعى المستمر لتحقيق التواصل بين التكنولوجيا ومواد البناء الحديثة يمكن أن ينتج العمارة الفائقة التقنية، حيث أن العمارة تعكس بشكل أساسى المواد التي يتشكل منها المنتج المعمارى الذى نشاهده فى نهاية الأمر، ولهذا يلزم الإهتمام بمادة المنتج الذى نرآه لأنها هى التي تشكل إنطباع عند رؤية المبنى، فمواد البناء تصنع البيئة من حولنا وتحدد لنا بشكل كبير ما هو جميل فيها على أن هناك مواد وتقنيات ساهمت فى بناء الصورة المعاصرة للعمارة أكثر من غيرها. كما أن المادة تدخل بشكل أساسى فى تركيبة الشكل الخارجى للعمارة والفراغ الداخلى على السواء، وتفتح سبلا كثيرة فى تقديم العمارة الفائقة التقنية كما أنها ساهمت فى إحداث ما يعرف بالسيولة البصرية للشكل المعمارى، وقد كان لها تأثيراً جاداً فى نقل العمارة من عصر متباين فى مبانيه مع العصور السابقة له إلى عصر أشبه ما يكون بعالم الفضاء وتراكيبه الهلامية.ويكون هنا التساؤل الذى يطرحه البحث عن مدى علاقة تكنولوجيا المادة بالإنسان وراحة المستخدم لتلك الفراغات، وما هى الخطوات القادمة التى سوف تتيحها لنا إستخدام هذه المواد بواسطة ثورة الكفاءة والتحكم فى خواص هذه المواد من خلال التطور التكنولوجى الهائل المطل علينا فى الألفية الثالثة للوصول إلى أقصي حدود الراحة الطبيعية للإنسان داخل تلك الفراغات. حيث أنه يتمثل الدور الأساسى للمادة فى عملية الفصل بين البيئة الحيوية بكل مقوماتها وطاقتها المختلفة من ناحية وطاقة بيئة الفراغ المعمارى الداخلى من ناحية أخرى مكونة غلاف محكم.

الكلمات المفتاحية : تكنولوجيا البناء – التشكيل المعمارى – الفراغ المعمارى – مواد البناء.

❖ المشكلة البحثية :

الإفراط فى إستخدام تكنولوجيا البناء الحديثة بكثرة فى الكثير من المشاريع المعمارية المصرية خلال الآونة الأخيرة دون مراعاة للمحلية، ونتيجة للتسارع فى مجال الإنتاج لتقنيات البناء أدى ذلك إلى هرولة الكثير من المعماريين لتيار التكنولوجيا الحديثة، وهذا لا يعني البعد نهائياً عن الإستخدام لتلك التقنيات ولكن محاولة لعمل توافق بين معطيات تكنولوجيا البناء ومرادفات عمارتنا المحلية وعدم التقليد اللآعقلانى لمشاريع قد لا تناسب بيئتنا المحلية فيما يعرف بظاهرة (التغريب). ولذلك توجه الدراسة بهدف التعرف على مدى تأثير التكنولوجيا الحديثة من مواد وعناصر الإنشاء وطرق التشييد على الغلاف الخارجى والداخلى للوصول إلى منتج معمارى متوافق.

❖ أهداف البحث :

يهدف البحث إلي تحقيق أعلى مستوى من كفاءة إستخدام المادة فى المبانى المعاصرة، كما يهدف الي تحديد الملامح الرئيسية التى تحكم العلاقة الجدلية بين مادة البناء والتى تشكل الغلاف الخارجى للمبنى ومنظومة

تكنولوجيا إنتاج المادة وتكنولوجيا البناء بما يحقق التوافق بينهما وبين المحيط العمرانى والمرجع الثقافى للمستخدمين ومعتقداتهم .

❖ أهمية البحث :

- قد يكون من يهمه البحث :

- سكان المناطق الحارة الذين يعانون من التعرض للشمس عدد ساعات كبيرة سنوياً ويستخدمون التكييفات نتيجة الإستخدام للمواد الحديثة دون وعى لخصائص تلك المواد.
- المعمارى الذى يستخدم تكنولوجيا المواد الحديثة تماشيا مع الحديث منها دون المعرفة لتطبيقات ذلك الجديد بطريقة يمكنه الإستفادة منه بما يلائم البيئة المحيطة.

❖ حيثيات البحث :

هناك علاقة بين التقنية والفراغ المعمارى تتمثل فى خلق الراحة لمستخدم المنتج المعمارى من خلال توظيف مواد البناء عن طريق التقنيات الحديثة، وقد مثلت عملية الراحة مشكلة فى البناء على مر العصور بدءاً من العصر الحجرى وإنتهاءاً بعصر العولمة، ذلك العصر الذى ظهر به ثورة الكفاءة والتي تحكمت فى التطور الشديد والمتلاحق للمواد مما نتج عنه مفهوماً أعمق لكيفية توظيف مواد البناء الحديثة من خلال موضعها لتحقيق راحة المستخدم مما يتماشي مع متطلباته الوظيفية والثقافية، وبرغم أن الدراسات فى هذا المضمار غير كافية إلا أن هناك بعض الدراسات التي أجريت لتوضح العلاقة بين العوامل المناخية للبيئة ومواد البناء التقليدية وأثرها على تحقيق الراحة داخل الفراغ، ولهذا يتناول البحث محاولة الربط بين التكنولوجيا الحديثة بكافة تقنياتها والراحة لمستخدم المنتج المعمارى سواء الحرارية أو البصرية وانعكاس تأثير هذا الإستخدام للمواد الجديدة على العمارة المصرية بصفة خاصة خلال الآونة الأخيرة.

وهذا لا ينكر الحاجة إلى إستخدام تكنولوجيا الحديثة للمسايرة مع التقدم الحالى، كما أن التاريخ بدون إنجازات معمارية هو تاريخ غير كامل وذلك لإفتقاده الجانب المادى المتمثل فى الجانب العمرانى، حيث أن التاريخ المكتوب تاريخ جامد لا حركة فيه تماما مثل الصورة الناقصة التركيب لا تكتمل إلا بإكتمال مكونتها. ومن هنا كان لابد من تناول الخبرات السابقة للمعماريين الذين استخدموا مواد البناء بالدراسة والتحليل، وبيان مستوى نجاح تكنولوجيا البناء لتحقيق الإحتياجات المطلوبة منها، وذلك تماشياً مع التنوع الكبير والمتباين بين مختلف أنواع المناخ بالعالم كأحد العوامل الهامة التى لابد من النظر إليها عند توظيف تلك التكنولوجيا.

١- تكنولوجيا البناء ودورها فى العملية المعمارية :

تعتبر مادة البناء هى العامل الحيوى الأول فى صياغة غلاف الفراغات المعمارية فهى وراء الشق المادى الملموس فى تلك الفراغات الداخلية والغلاف الخارجى للمنشآت، كما أنها تتألف من المواد الموجودة سواء الطبيعة أوالصناعية المستحدثة، كما أن تكنولوجيا البناء تمثل العلم والمعرفة والثقافة فى خلط وتوليف وتشكيل تلك المواد **وتنقسم تقنية البناء من حيث وظيفتها فى العملية البنائية إلي ثلاث أقسام وهى**:

أ) تكنولوجيا البناء :

ظهرت التكنولوجيا بظهور الإنسان حيث أن التكنولوجيا نشأت من آلاف السنين وهى تعتمد على القوة العقلية والبدنية للأنسان معاً بشكل تكاملى، وكل ما كان يستعين به الإنسان من أدوات وخلافة أطلق عليه التكنولوجيا البدائية كمفرزات خبرة عقلية ومهارات يدوية وضعت كأساس لقيام الحضارات، فكل حضارة تركت لنا على مر العصور بصمات التكنولوجيا الخاصة بها. وبالنظر إلي المعني اللغوى للكلمة : تنقسم إلي

قسمين Techno أى (التقنية والبراعة الفنية)، والقسم الثاني Logy بمعني (علم أو دراسة) باللاتينية وبمعنى (تسجيل الأدآء) بالإنجليزية وبذلك يصبح المعني اللغوى هو (التسجيل العلمى لأدآء المهارة الفنية الحرفية).

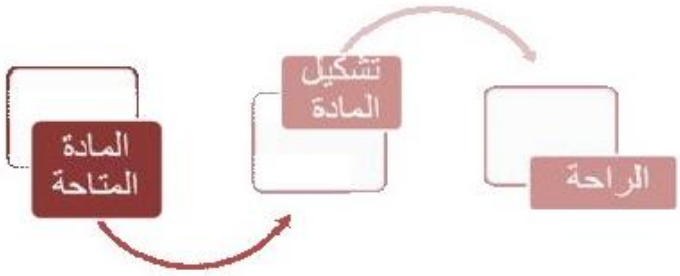
ب) تكنولوجيا مادة البناء. :

عنصر من عناصر تكنولوجيا البناء ودورها هو تطوير المادة الطبيعية وإنتاج مواد صناعية جديدة متوائمة مع البيئة ومع راحة المستخدم.

ج) تكنولوجيا موضع المادة. :

نتجت من تكنولوجيا مادة البناء حيثما تعددت وتطورت أنواع مواد البناء، ودورها هو تحديد موضع المواد الحالية والجديدة فى منظومة البناء سواء المشكلة للغلاف الخارجى للمبنى أو الفراغ المعمارى الداخلى. فقد كانت المادة الأولية والغير متطورة فى السابق تشكل الغلاف والفراغ الداخلى معاً كتكنولوجيا تحاول التعامل مع مادة أحادية كالطين والحجر والخشب وقد كان يقتصر دور تكنولوجيا البناء على تشكيل المادة الواحدة وهيكلتها فى البناء كما فى شكل (١)، أما فى العصر الحديث ومع ظهور تكنولوجيا تطوير المادة وابتكار مواد صناعية جديدة لها مواصفات خاصة توائم متطلبات الإنسان فظهرت تكنولوجيا جديدة وهى تكنولوجيا موضع المادة فى البناء (تحديد جدلية مادة البناء والتقنية والراحة) لتبين الطرق المستخدمة فى كيفية تنظيم وتركيب المواد فى مواضعها داخل البناء كما فى شكل (٢)، وهو ما إنعكس على مقياس كفاءة الغلاف الخارجى والفراغ المعمارى فى التواؤم مع تكوين الإنسان الخارجى والأنسجام مع الطبيعة الحساسة والدقيقة داخل الجسم البشرى، كما سعت التكنولوجيا إلى استحداث مواد جديدة وتطور الأمر إلى مرحلة إنتاج مادة لتحقق وظائف معينة بعينها، ومن هنا تناغمت عملية تطور المادة وفقاً لمتطلبات المبنى والإنسان (وهو ما يعرف **بثورة الكفاءة من خلال التقنيات الذكية**)، وذلك عن طريق خلق علاقة وظيفية وبصرية وحرارية مريحة بين الإنسان والفراغ تطابق ما صادفه الإنسان من راحة داخل الكهوف (المسكن الأول كنموذج موجود لم يشارك فى صناعته الإنسان) الأمر الذى ساهم فى زيادة ارتباط الإنسان ارتباطاً وثيقاً مع الفراغ المسبب للراحة.

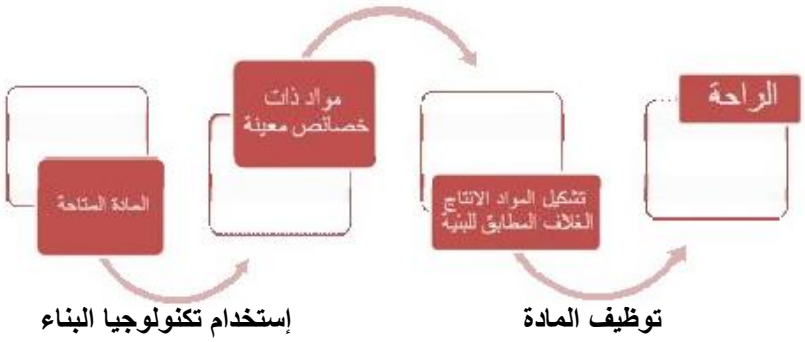
أ- فى العصر القديم



شكل (١) مخطط يوضح سير المادة المستخدمة فى العمل المعمارى. (المصدر الباحث)

ب - فى العصر الحديث

بواسطة تكنولوجيا تطور موضع المادة



شكل (٢) مخطط يوضح سير المادة المستخدمة فى العمل المعمارى. (المصدر الباحث)

١-١ مادة البناء وأنواعها :

عند دراسة مواد البناء وأنواعها يتم حصر لمواد البناء أيً كان الموضع والعصر التى نشأت أو ظهرت فيه وهى كالتالى :

- **مواد البناء الطبيعية -:** وهى تلك المواد التي تستخدم دون معالجة كالحجر والطين وغيرها من أنواع النباتات الجافة التى كانت تُجمع ويبنى بها مباشرة وهى أقدم الأنواع.
- **مواد بناء طبيعية معالجة - :** كالطوب والخشب، قبل البدء بالبناء يجب معالجتها قليلاً كصنع القوالب وقطع الأشجار.
- **الثلوج - :** يستخدم فى مناطق محدودة كالقطب الشمالي.
- **مواد البناء المصنعة -:** كالطوب المحروق والخرسانة والصلب، حيث تمر المواد التى أصلها مواد طبيعية بمرحلة التصنيع قبل إستخدامها للبناء.
- **مواد البناء الصناعية -:** كالزجاج واللدائن ومنها أنواع طبيعية مصنعة كالأسمنت والسيراميك وغير مصنعة كالجص والحجر والزلط والجير والرمل وغيره.

١-٢ تكنولوجيا مواد البناء بين نوع المادة ووظيفتها فى الفراغ المعمارى :

تشكل العوامل الطبيعية (المناخية / الجغرافية / الطبوغرافية / الجيولوجية / البيولوجية) إطار البيئة الخارجية للإنسان والتى تتغير ظروفها من موقع إلى آخر، وعندما يحدث تعارض بين هذه العوامل المترابطة فى البيئة الخارجية وتظهر أنماط غير مناسبة لمعيشة وتطور الإنسان، يلزم التدخل لمعالجة هذه الظروف الجديدة عن طريق التخطيط والتصميم الملائم لمعطيات واحتياجات المكان والإنسان معاً، وذلك بواسطة التكنولوجيا المتطورة لمواد البناء.

ومن هنا كانت مادة البناء عامل أساسى فى راحة الإنسان، وقد عرفت المادة فى إصطلاح أهل العلم بأنها الجوهر والأصل فى تكوين الأشياء، أو هى الشئ الحسي الذى يدرك بإحدى الحواس الخمس كالحديد والماء والهواء وعرفت بأنها كل ما يتكون ويشغل حيز، أو هى ما يتكون منه جميع الاشياء.

- **خواص المادة -: للمادة نوعان من الخواص· :**

١ - الخواص الفيزيائية وتعرف بالحس مثل اللون والشكل والملمس.... الخ.

٢ - الخواص الكيميائية وتعرف بأمور كالوزن والكثافة.

- **وأهم خواص المادة :** المرونة - القوي والتوازن فى المائعات - الضغط الجوي - خواص السوائل وغيره.

حالات المادة. :

١ - المادة الصلبة الجامدة كالصخور.

٢ - المادة السائلة كالماء.

٣ - المادة الغازية كالهواء.

١-٢-١ وظيفة تكنولوجيا مواد البناء فى البيئة والفراغ المعمارى :

المادة (بنية البناء)، كما أن دراسة خواص مواد البناء هى العامل الأساسى فى تكنولوجيا البناء ولأن البحث يهتم بدراسة كيفية تحقيق الراحة لمستخدم الفراغ المعمارى، كان لابد من دراسة مادة الغلاف المحيط بهذا الفراغ المعمارى، وعلى الأخص من ناحية تعامل هذه المادة مع الحرارة سلباً وإيجاباُ والدور التى تلعبه تكنولوجيا البناء لرفع كفاءة مادة الغلاف الخارجى والتى تعد الركيزة الأولى لمقاومة تدفق الطاقة داخل الفراغ المعمارى، فبدون دراسة مادة الغلاف بتعمق يفقد الفراغ المعمارى القدرة والسيطرة على تحقيق الراحة الحرارية للإنسان داخل هذا الفراغ، ومن هنا تنقسم المواد على سطح الأرض من حيث التعامل مع الحرارة وعلاقة المادة بتدفق الطاقة إلي نوعان :

١-٢-١-١ النوع الأول : مادة ذات سطح غير منفذ للماء

لا نفاذية لسطحها مثل القار والخرسانة والطوب المحروق Artificial Structure وهى مواد لها تراكيب صناعية الصناعى والحجارة الصناعية، وتعتبر أسطح هذه المواد مغلقة جزئياً بنسب متفاوتة، فيقاوم سطحها امتصاص الماء ويمنعه من الإختلاط بالجزيئات، ولأن الماء هو الماص الأول للطاقة فإن المحتوى الحرارى أو السعة الحرارية لهذه المواد ضعيفة جدا.

١-٢-١-٢ النوع الثانى : مادة ذات سطح منفذ للماء

وهى مواد عالية النفاذية للماء مثل الطين والخشب والمسطحات الخضراء ولها سعة حرارية عالية جدا نظراً لمحتواها المائى العالى وتشكل المواد التى تكافح الجزيرة الحرارية فى المدن الخضراء، وهى تمتص الطاقة طوال النهار وتعكسها ليلاً إلى الفضاء الخارجى وهى مواد صديقة للبيئة لأنها تتم دورة الطاقة اليومية بنجاح (تمتص الطاقة بالنهار نظراً لأنها تملك سعة حرارية عالية وتصرف الطاقة الزائدة عن حاجتها ليلاً بالإشعاع عند برودة الغلاف الجوى) .

١-٣ تكنولوجيا الفراغ المعمارى المصمم بيئيا وعلاقته الوثيقة بالإنسان :

يعتبر البحث فى تكنولوجيا البناء وعلاقته بالفراغ المعمارى مدخلاً هاما لتحقيق متطلبات المستخدم فقد اتجهت هذه الأبحاث إلى تعميق فكرة ربط الفراغ المعمارى بمنظومة البيئة الخارجية كى تصل إلى منتج معمارى مصمماً بيئياً وملائم ومريح للأنسان، وقد كانت هناك محاولات قديمة من المعمارى فرانك لويدرايت فى أوائل القرن العشرين مثال فيلا الشلالات شكل (٣)، وإنتهاءاً بمحاولات فرانك جيري - حمزة وينج ونورمان فوستر فى أواخر القرن العشرين مثال القبة الزجاجية للبرلمان الألمانى شكل (٤)، وبداية القرن الحادى والعشرين متمثلة فى تصميم مباني تضم فراغات داخلية متوافقة بيئيا مع دورة الطاقة العامة للبيئة الخارجية. وقد نجحت تلك المحاولات من خلال الإختيار للمادة وتوظيفها فى غلاف الفراغ المعمارى، فضلا عن الجهود التى بذلت لفهم إنعكاس التغيرات البيئية على المبنى، والحلول التى سجلت من خلال

تجارب المعماريين لآلية إستيعاب المبنى لهذه التغييرات البيئية، كمحاولة للوصول إلى غلاف المبنى المناسب للبيئة المحيطة . ١

شكل (٣) فيلا الشلالات فرانك لويد رايت .

شكل (٤) القبة الزجاجية للبرلمان الألمانى ،نورمان فوستر .٢

١-٣-١ نجاح تكنولوجيا البناء لدراسة وإختيار مادة الغلاف :

ساهمت تكنولوجيا البناء بطريقة فعالة فى تطوير مواد البناء فقد دخلت تلك المواد فى صراع التنافس الكبير لزيادة المعروض منها بالعالم، إذ أن هذه المواد تساهم بطريقة مباشرة فى صناعة البناء كمنتج عالمى، ولكن هناك استثمار بحثى وغير تجارى تقوم به بعض الهيئات العلمية والعالمية والتى تحاول وضع معايير لمواد البناء والتعريف بالخواص الحقيقة الموثقة لهذه المواد. وبالتالي تعتبر تلك المراكز هى المرجعية للمعماريين الذين يحرصون على أن تظل مهنة العمارة مهنة بحثية فى المقام الأول، ومما سبق يتضح أن تكنولوجيا مواد البناء والناتجة من خبرات تنفيذ البناء تتلخص فى خمسة مراحل :

١ - المادة فى فكر المعمارى.

٢ - إستخدام المادة فى العمل المعمارى.

٣ - نجاح أو فشل المادة فى تحقيق فكر المعمارى.

٤ - مرحلة النقد الموضوعى للمادة.

٥ - إستخدام النقد لإعادة تطوير المادة وتأهيلها مع تلافى الأخطاء الناتجة من الخبرات السابقة (وتكون النتيجة تطور تكنولوجي للمادة) .

١-٣-٢ غلاف المبنى المتطور تكنولوجيا :

إستطاع الباحثون التعرف على خصائص مواد البناء، وصار يستخدمها المعمارى بأقصى فاعلية لتلبية إحتياجاته ومتطلباته، وكانت هناك مواد أولية كانت تستعمل على نطاق واسع على مر التاريخ دون محاولات تطوير هذه المواد، وقد جرت فى الفترة الأخيرة بحوث على هذه المواد لمحاولة إستنباط مواد لها خواص متقدمة تكنولوجياً ومنها على سبيل المثال وليس الحصر كالتالى :

المادة	الخصائص الوظيفية	الخصائص المعمارية	الأمثلة
الألمونيوم	- يستخدم الألمونيوم كغلاف ل ٤٠ % من مباني العالم. - العنصر الملبي لإحتياجات المباني الحديثة داخلياً وخارجياً نظراً للخواص الطبيعية. - قوة التحمل وصلابة سطح المادة..	- التناغم مع مظاهر التشطيب الخارجى المتقدم فى تكنولوجيا الفترة الحالية. - خفة الوزن ولا يتأثر سطحه بالتأكسد. - الشكل الجذاب وقدرة التحمل الإحتكاك والبري. - قدرة السطح على التعامل مع الأشعة الحارة والمرئية بالتوزيع داخل الفراغ من خلال الإنعكاس من الغلاف الخارجى.	 أبراج ماليزيا . [٣]
التيتانيوم	- يمتاز بقوة تحمل ضعف مادة الألمنيوم، وصلابة السطح وشدة الإنعكاسية المستدامة .[٤] - تستخدم كماد ة الغلاف الخارجى وتعتبر من المواد المعمرة. - القدرة على تركيب التيتانيوم بطريقة ملفوفة .[٥]	- يمتاز بشكل جمالي طبيعي والتحمل المستمر لمتغيرات المناخ. - يعطي هذا المعدن كفاة تضاهى مادة الألمنيوم وتتفوق عليه فى مسألة الصدأ. - أقوي من الفولاذ وأخف منه بحوالي٤٥ % وأثقل من الألمنيوم بحوالي% ٦٠.	 متحف دنفر كولورادو بالولايات المتحدة الأمريكية [٦]
الزجاج	- يعتبر عازل جيد للحرار ة ولا يستخدم فقط فى الأماكن الحارة. - يعزل قسماً من الحرارة وثمة أنواع كثيرة ينقل الأشعة الحرارية بسهولة. - قساوة الزجاج بقدرته على مقاومة الخدش أو الإحتكاك.	- التناغم مع مظاهر التشطيب الخارجى المتقدم فى تكنولوجيا الفترة الحالية. - يمتاز بشفافية متجانسة صافية حيث تمر من خلاله جميع الأشعة الضوئية. - يمكن للمرء أن يرى من خلال النافذة دون أن يراه الناظر من الجانب الآخر.	
القماش	- يتمكن من الفتح والغلق لحماية الفراغ من الحرارة. - يعكس كمية من لإشعاع الشمسي الحار - تطوير القماش الي مادة تسمي التيفلون تستطيع أن تتحمل لوقت طويل.	- تغطية مساحات كبيرة كما تساهم تكنولوجيا ميكانيكية لتشغيل الأذرع للتمكن من الحركة. - تتحرك بواسطة الخلايا الضوئية التي تعمل بالتعرض لأشعة الشمس المسلطة على القماش.	 المسجد النبوي.
الحديد الطبيعي	- تدعي هذه المادة بالفولاذ المقاوم للصدأ ولا يتجرح. - الوصول إلي مقاومة الأكسدة العالية فى الهواء فى درجة الحرارة البيئية العادية بإضافة حد أدني ١٣ % من معدن كروم مع الحديد.	- تصل نسبة إستعماله ٢٦ % للبيئات القاسية خاصة الحارة أو الباردة الرطبة. - المادة الإنشائية الرئيسية فى ناطحات السحاب والبنايات الكبيرة الأخري	 صالة السباحة المغطاة الأولمبية.

١-٤ النتائج :

١) تكنولوجيا البناء سلاح ذو حدين يمكن أن تؤدى إلى النجاح فى الحصول على منتج معمارى متلائم مع البيئة، أو تكون سبب فى فشل ذلك المنتج المعمارى.
٢) تكنولوجيا البناء وجدت بمعرفة الإنسان نتيجة لسعيه الدائم فى الحصول على ما يحقق الراحة له فى كافة المجالات، وبحثه الدائم للسيطرة على مادة البناء لتحقيق أغراضه فى الحصول على المأوى الملائم لإحتياجاته.
٣) تفاوتت درجة موضوعية التأثر بعمارة التكنولوجيا فى العالم الغربى إعتماداً على درجة فهم وإستيعاب ما وراء الحقيقة المادية لهذه العمارة.
٤) تمكنت التكنولوجيا بإستخدام علوم البيئة من تطوير مادة البناء حتى تتطور فى غلاف المبنى بآليات ملموسة بحيث تساعد المعمارى فى إمكانية إستخدام تكنولوجيا المواد بحيث تتوافق مع البيئة المحيطة .

١-٥ التوصيات :

١) يوصى البحث بالإستمرار فى إصدار أبحاث فى مجال الراحة والعمارة عن طريق التكنولوجيا المتطورة فيمكن البحث التعرف على الراحة الحرارية من خلال دراسة ورصد مواد التشطيبات والمنتجة من تطور تكنولوجى وبيان أثر إستعمالها على الراحة الحرارية داخل الفراغ .
٢) يوصى البحث بضرورة التوافق مع واقع المجتمع والإهتمام بالمستخدم وتفعيل دوره فى صنع القرار .
٣) يوصى البحث بضرورة تركيز مراكز البحث العلمي على تبنى سبل وآليات تطوير التراث بما يثبت تراكميته وقدرته على مواكبة متغيرات العصر التكنولوجى .
٤) يوصى البحث بضرورة توجيه مراكز البحث العلمي قدراً أكبر من جهدها لتطوير مواد البناء وتقنيات الأنشاء بما يتوافق مع البيئة المحلية للمنتج المعمارى والواقع الاقتصادي.
٥) يوصى البحث بضرورة رفع مستوى المعماريين الخريجين، من خلال عقد ندوات ودورات تدريبية من شأنها توثيق الصلة بين هؤلاء المعماريين والمستجدات المطروحة على الساحة المعمارية فى مصر والعالم الغربي.

❖ المراجع :

١) بكري بهاء الدين حافظ – عمارة المناطق الحارة – محاضرات تمهيدي ماجستير - كلية الهندسة جامعة القاهرة – ٢٠٠٢.
٢) http://news.travelerpedia.net/destinations, Date ١٢-١-٢٠١٤.
٣) عالم البناء – عدد ١٠٠ – عام ١٩٨٩ م.
٤) http://www.kl.com/portal/gallery/show/C. ١٥-١-٢٠١٤ , Date
٥) http of Congress – Titanium at building, , Date ١٥-١-٢٠١٤ .www.loc.gov.library
٦) Frank O.Gehry : Guggenheim Museum Bilbao by Juan Ignacio Vidarte .
٧) www.designbuild-network.com/projects/dam/dam.html. ١٨-١-٢٠١٤ , Date
٨) www.idu.net. ١٨-١-٢٠١٤ , Date