التطور التقنى والجمالى لمواد البناء الحديثة وأثره على تصميم واجهات العمارة العضوية

Technological and aesthetic development of modern building materials and its impact on designing organic architecture facades

م. د/ منى صبح عبد الفتاح صبح

المدرس بكلية التربية – شعبة التصميم والزخرفة والإعلان - جامعة حلوان

Dr. Mona sobh Abd-El Fatah Sobh

Instructor at the Faculty of Education - Department of Design, Decoration and Advertising - Helwan University

Mona.sobh@yahoo.com

ملخص البحث :

الإحتياج العالمي للإستدامة البيئية أصبح واجبا على المصمم المزخرف ، والمعمارى أكثر من كونه خيارا تصميميا أو رغبة ، فمع تغير الحضارات والثقافات (وحدوث أزمة فى مصادر الطاقة ، ومواد البناء) زادت الحاجة إلى وجود أنواع جديدة من المنشأت التى تحقق مبدأ الإستدامة والتوافق مع البيئة ، وبالتالى إهتمت الكثير من المعامل بالبحث عن مواد بناء جديدة أقل فى التكاليف ، وأقدر على التعبير عن فنون العمارة الجديدة بحيث تكون ذات إمكانيات عالية تراعى البعد الجمالى ، و البيئى ، والإقتصادى فضلا على توظيفها بتقنيات بناء جديدة لتحقيق أقصى استفادة منها مع استهلاك أقل فى الكميات .

ويعتبر الإتجاه العضوى فى التصميم أحد المدارس المعمارية القائمة على محاولة الإستلهام من ميكانيكا الإنشاء الموجودة فى عناصر الطبيعة ليصبح تصميم (الواجهات المعمارية ، والمساقط الأفقية ، والمقاطع) متناغم تماما مع خطوط عناصر البيئة الطبيعية يكمل إنسجامها وتوازنها لتحقيق مفهوم التنمية المستدامة ، والذى يقصد به تحقيق التوافق ، والتجانس التصميمى ، واللونى ، والجمالى مع البيئة للحد من التلوث البصرى كذلك عدم استنزاف الموارد الطبيعية للحد من التأثير السلبى على مكونات البيئة من خلال التوفير فى استهلاك الطاقة ، وفاعلية الموارد مع الأخذ فى الإعتبار إبراز التكنولوجيا الحديثة فى التصميم ، وأساليب توظيف الخامات .

وبناءا على التطور الهائل فى تكنولوجيا البناء ، وما واكبه من ظهور مواد بناء جديدة ، وبالتالى تطور التشكيلات المعمارية تظهر أهمية تعرف المصمم المزخرف على كيفية الإستخدام الأمثل لمواد البناء وفقا لإمكانياتها فى تحقيق التشكيل العضوى لتصميم الواجهات المعمارية فى ضوء سياقات الإستدامة البيئية فضلا على الإستفادة من المعانى الإيحائية ، والتأثيرات اللونية ، والملامس المختلفة لهذه المواد.

كلمات مفتاحية :

العمارة العضوية – (Nature and Architecture) - التصميم البيئى - مواد البناء المصنعة .

Abstract:

The global need for environmental sustainability has become a duty for designer and architect More than being a "design or desire" option. With the change of civilizations, cultures and a crisis in energy sources and building materials, the need for new types of building that achieve the principle of sustainability and harmony with the environment has increased. Consequently, many laboratories interested on searching for new building materials have high possibilities that take into account the environmental, economic and aesthetic dimension, as well as employing new construction techniques to make the most of it with less consumption in quantities. The

organic direction in design is considered one of the architectural schools based on trying to draw inspiration from the construction mechanics present in the elements of nature, so that the design (architectural facades, horizontal planes, and sections) is completely harmonious with the lines of the elements of the natural environment that complements its harmony and balance to achieve the concept of sustainable development, which is intended to achieve compatibility The design, color, and aesthetic homogeneity with the environment to reduce visual pollution, as well as not depleting natural resources to reduce the negative impact on the components of the environment by saving energy consumption and resource efficiency, taking into account the emergence of modern technology in design, and methods of employing raw materials.
Based on massive development in building technology, and the accompanying emergence of new building materials, and thus the development of architectural formations, the importance of the decorated designer recognizing how to optimally use building materials according to their capabilities in achieving the organic formation of designing architectural facades in the light of environmental sustainability contexts as well as making use of meanings Suggestive, color effects, and different textures of these materials.

Keywords:
Organic architecture – Environmental Design - Nature & Architecture – Fabricated Materials.

مقدمة البحث :

انعكس التطور الهائل لإمكانيات مواد البناء على تطور المفاهيم التصميمية (البيئية والجمالية) ، وبالتالى وجدت اتجاهات معمارية ذات أهداف مختلفة والتى مثلت فى مجملها تغيرا كبيرا فى طبيعة تصميم الواجهات المعمارية فقد كانت مواد البناء فى الماضى تقيد بشكل كبير الإبداع التصميمى والهندسى ولكنها أصبحت الأن هى الوسيلة الأساسية لتنفيذ العديد من الأفكار التصميمية الجريئة والمتطورة ، الأمر الذى إنعكس على تطور الإتجاهات المعمارية والمفاهيم التصميمية وأوجدت مفردات تشكيلية جديدة على الجانب البصرى والتعبيرى والتشكيلى ، والذى بدوره أتاح استمتاعا بصريا وتأثيرا حسيا لدى المشاهد بالإضافة إلى تحقيق جوانب وأهداف وظيفية ، ويعتبر الإتجاه العضوى أحد الإتجاهات المعمارية القائمة على فكرة التوظيف والإستخدام الأمثل لمواد البناء وفقا لإمكانياتها الإنشائية والجمالية والتشكيلية وما وصلت إليه من تقنيات بما يخدم الأداء الوظيفي والتصميمي للمبنى مع مراعاة تحقيقها للجوانب البيئية والإقتصادية ، وبالتالى تطبيق مفهوم التنمية المستدامة Sustainable Development والذى يقصد به الحصول على احتياجات الحاضر من موارد ومواد خام دون استنزاف للموارد الطبيعية وذلك من خلال اتخاذ مجموعة من السياسات والإجراءات التصميمية والتنفيذية لتحقيق التوازن بين تفاعل المنظومات البيئية الثلاثة (البيئة الطبيعية ، البيئة المصنعة أو المنشأة ، البيئة الإجتماعية) ، وبناءا عليه فالتصميم المعمارى العضوى هو علم وفن تشكيل البناء فى إطار من التوافق والتجانس التصميمى واللونى والجمالى مع المحيط الحيوي للحد من التلوث البيئى والبصرى كذلك استهلاك أقل قدر ممكن من الطاقة والموارد الطبيعية للحد من التأثير السلبى على مكونات البيئة الطبيعية مع الأخذ فى الإعتبار استخدام التكنولوجيا الحديثة فى مراحل التصميم والتنفيذ وأساليب توظيف وتطويع مواد البناء المستخدمة للوصول للهدف التصميمي والبيئى المطلوب .

ومن هنا تظهر أهمية دراسة المصمم المزخرف لميكانيكية النظام الإنشائى والأداء الوظيفي لعناصر الطبيعة كأحد أهم المفردات الرئيسية المرتبطة إرتباطا وثيقا بتصميم واجهات العمارة العضوية ، والتى يجب دراستها الدراسة الوافية لفهم واستيعاب مفهوم العضوية كذلك استخلاص قواعد التصميم الحاكمة فى الطبيعة لتطبيقها جماليا وإنشائيا فقد أكدت الدراسات

أنه عند تصميم مبنى مستدام يجب النظر إلى الطبيعة كمادة للإستعارة وجعلها مشكلة المصمم والفنان للوصول إلى الحالة التصميمية المثالية وإلى عمارة متوافقة بيئيا ، كذلك تعرف المصمم المزخرف على كيفية الإستخدام الأمثل لمواد البناء وفقا لإمكانياتها التقنية فى تحقيق أهداف التشكيل العضوى فضلا على الإستفادة من المعانى الإيحائية والتأثيرات المختلفة لهذه المواد وما تضيفه من انطباعات حسية بلونها وطريقة معالجتها التشكيلية لإستكمال وإثراء التشكيل العضوى للواجهات .

مشكلة البحث :

تتمثل مشكلة البحث فى توضيح كيفية الإستخدام الأمثل لمواد البناء خاصة مع التطور فى إمكانياتها التشكيلية والإنشائية والوظيفية والتى أضفت إليها صفات تصميمية جديدة لم تكن موجودة لنفس المواد فى العصور السابقة الأمر الذى ينعكس على تحقيق العديد من الأهداف الجمالية والإقتصادية والبيئية وبالتالى يتطلب من المصمم المزخرف الإهتمام بدراسة العلاقة التبادلية بين التشكيل العضوى ومواد البناء والتكنولوجيا الحديثة للإستفادة من مميزات اشتراكهم سويا لتصميم وتنفيذ الواجهات المعمارية .

أهداف البحث :

1. التعرف على الخصائص الإنشائية والتشكيلية المميزة لكل مادة من مواد البناء وسلوك كلا منها عند الإستخدام كذلك التعرف على مدى الإختلاف بين كل مادة بناء وأخرى فى إمكانية تحقيقها للتشكيل العضوى وفقا لطبيعتها وحسن تطويعها من قبل المصمم.
2. دراسة تبادلية العلاقة بين التطور التقنى لمواد البناء وتطور اتجاهات تصميم الواجهات المعمارية كذلك دراسة مدى امكانيات مواد البناء التقنية والتشكيلية وما وفرته من انطباعات حسية وجمالية لتصميم الواجهات المعمارية.

فروض البحث : تنطلق الدراسة من عدة فرضيات يمكن صياغتها كالأتى :

1. تطور تصميم وتنفيذ الواجهات المعمارية جاء إنعكاسا للتطور التقنى لمواد البناء والمعرفة الدقيقة بإمكانياتها وحسن استخدامها الأمر الذى أدى إلى زيادة كفاءتها المعمارية والجمالية والوظيفية .
2. الفهم الدقيق لخصائص مواد البناء من قبل المصمم والمعماري يحقق أقصى استفادة من إمكانياتها ويضمن توظيفها التوظيف الصحيح ليكون المردود التصميمي ملائم للهدف الوظيفي .
3. التطور التقنى لمواد البناء أدى لظهور العديد من الإتجاهات المعمارية والتصميمية الحديثة ، وأوجد مفردات تشكيلية جديدة ، وأتاح تنفيذ أفكار تصميمية كان من الصعب تحقيقها فى الماضى
4. دراسة مبادئ تصميم عناصر الطبيعة تعد من أهم الوسائل للوصول إلى مبادئ يمكن توظيفها لإنتاج واجهات عضوية تندمج وتتوافق مع البيئة الطبيعية وتتمتع بالكفاءة الإنشائية والتشكيلية.

محاور البحث :

أولا : التصميم العضوى .

ثانيا : التطور التقنى لمواد البناء وتأثيرها على تصميم الواجهات المعمارية العضوية :

(٢ - ١) مواد البناء الطبيعية Natural materials . (٢ - ٢) مواد البناء المخلوطة Mixed Materials .

(٢ – ٣) مواد البناء المصنعة Fabricated Materials.

منهج البحث : سوف تتبع الباحثة المنهج الوصفى التحليلى لأنواع مواد البناء التى استخدمت لتنفيذ نماذج معمارية اتبعت قواعد الإتجاه العضوى فى تصميمها بداية من العصور القديمة .

أولا : التصميم العضوى .

ارتبط مفهوم التصميم العضوي Organic Design دائما بالطبيعة(*) والكائنات الحية ، وفى مجال العمارة تعنى كلمة عضوى لونا من العمارة ارتبط بناؤها التصميمى بمحاولة الإستلهام من ميكانيكا الإنشاء الموجودة فى عناصر البيئة الطبيعية ليصبح تصميم (الواجهات المعمارية ، والمساقط الأفقية ، والمقاطع) متناغم تصميميا ووظيفيا مع عناصرالمحيط الحيوى وبالتالى تحقيق مفهوم التنمية المستدامة ، وقد اختلف وتطور مفهوم وشكل وأهداف التصميم العضوى خلال الحضارات والعصور المختلفة مثله مثل أى إتجاه تصميمى أخر، فالنزعة البدائية فى التصميم العضوى بدأت بمحاكاة أشكال الطبيعة حيث ظهر تقليد لأشكال الكائنات الحية كالنبات والحيوان والإنسان كما هى دون فهم حقيقى لمعنى بناؤها العضوي وكان ذلك بداية من العصر الفرعونى بهدف الزخرفة والتجميل بحيث اعتمد الفنان فى البداية على (مبدأ التقليد والمحاكاة) ، والذى تتماثل فيه مفردات التصميم العضوى مع نظيراتها فى النموذج الطبيعى المراد محاكاته عن طريق إدراكها إدراكا بصريا ظاهريا فقط دون التعمق فى أسرارها وعلاقاتها البنائية الداخلية المنظمة لتكون الأشكال التصميمية التى تنتمى لهذا النمط تعتبر نماذج شكلية مطابقة لمثيلاتها فى الطبيعة ، ومع الوقت تطور أسلوب التشكيل الزخرفى العضوى بحيث اعتمد الفنان على (مبدأ الإستنباط أو المقاربة) ، وفيه تتخذ مفردات التصميم العضوى تشكيلا مقاربا لمفردات النموذج الطبيعى دون أن تماثلها ولكنها تستعير بعض من سماتها عن طريق تجريد خطوطها فتصبح على صلة وثيقة فى ظاهرها بالنماذج الطبيعية ، وتظهر تطبيقات (مبدأ التقليد والمحاكاة ، ومبدأ الإستنباط) فى تصميم تيجان الأعمدة وتصميم واجهات وحوائط معابد الحضارات الفرعونية والإغريقية والرومانية والتى تم محاكاة أواستنباط تشكيلها من بعض النباتات أو الحيوانات بعد تجريدها أو إعادة صياغتها تشكيليا.

وقد كانت بدايات تطبيق نظرية العمارة العضوية فى العمارة الإغريقية والرومانية بحيث تطورت أهداف وأساليب توظيف المفهوم العضوى فى التصميم ليشمل التكوين الإنشائى للبناء المعمارى ككل وليس فقط التجميل الخارجى ، حيث وضع الإغريق النسب التى تحدد نسب الجسم الإنسانى كأساس وتم تطويرها لتتناسب مع التشكيل المعمارى ، ثم تبنى هذه النظرية وطورها بعض فناني عصر النهضة .

ومع بدايات القرن ال١٨ زاد الإهتمام بدراسات علوم الأحياء وتشريح الكائنات الحية لتتبع عمليات نموها وتطورها الأمر الذى ساهم فى تطوير الفكر البنائى والتصميمى للإتجاه العضوى ، وبناءا عليه بدأت إتجاهات المصمم تتركز على (مبدأ الإقتداء بالمبدأ التكوينى لعناصر الطبيعة) ، والذى يعتمد على الدراسة العميقة جدا لاستيعاب إبداع النتاج البنائى لعناصرالطبيعة ، بحيث تصمم وتنفذ عناصر وأجزاء التصميم العضوى وفق مبادئ للتشكيل وعلاقات بنائية إنشائية تستخلص من النموذج الطبيعى وتوظف بصورة تلائم المنتج المعمارى ، وعلى الرغم من أن التشكيلات الناتجة لا تماثل أو تشابه النماذج الطبيعية إلا أن إقتداء مبادئها التشكيلية الحاكمة من الطبيعة تجعلها متوافقة ومنسجمة مع النماذج الطبيعية ، ويعد هذا المبدأ هو أساس بناء فكرة العمارة المستدامة بمحاكاة الطبيعة ، والتى تعتبر أحد اتجاهات العمارة العضوية الحديثة التى تحاول التوافق مع متغيرات البيئة الطبيعية بهدف تحقيق مفهوم التنمية المستدامة فقد عرف الفنان منذ بداية الحضارات أن الطبيعة بكل أشكالها الحية هى المعلم الأول الذى يعود إليه دوما ليستقى منه الخبرة فهى بمثابة قاموس ثرى للألوان والخطوط والأشكال والعلاقات والنظم البنائية التى يمكن من خلالها ابتكار عناصر معمارية تحتوى على تكوينات زخرفية ليست فقط

جميلة ولكنها ذات أهداف وظيفية فكلما اقتربت العمارة من الطبيعة كلما حققت للإنسان الإستقرار المادى والوجدانى والروحانى والعقلانى .

والمتتبع لإتجاه العمارة العضوية فى الأونة الأخيرة يمكن أن يلحظ التطور الهائل والغير مسبوق لهذا الإتجاه كنتيجة لفهم وتطبيق المصمم الفنان لمبادئ التصميم الحاكمة للطبيعة بناءا على دراسة ظواهرها للوقوف على أسبابها ، وكنتيجة فعلية لتطور تكنولوجيا تصنيع مواد البناء أمكن تجسيد وصياغة العديد من التشكيلات الزخرفية العضوية بصورة واقعية ، والتى كان من الصعب تخيلها فى الماضى لولا استخدام التكنولوجيا الحديثة فى مراحل التصميم والتنفيذ وأساليب توظيف وتطويع مواد البناء المستخدمة للوصول للهدف التصميمي الجمالى والبيئى الوظيفى المطلوب .

ثانيا : التطور التقنى لمواد البناء وتأثيرها على تصميم الواجهات المعمارية العضوية :

أضفت كل مادة بناء استخدمت فى العمارة بصمتها وتأثيرها الواضح وفقا لخواصها وإمكانياتها ، ومع التطور التقنى فى الأونة الأخيرة وما حدث من تطور وتنوع هائل فى مواد البناء أصبحت الإشكالية هى كيفية التعبير عن ذلك الكم الهائل من مواد البناء وتوظيف كلا منها فيما يناسبها دون خلل أو عشوائية بما قد ينعكس بالسلب على مظهر المنتج المعمارى النهائى وبالتالى الإضرار بالبيئة المحيطة ، وبناءا على الخصائص الطبيعية الفيزيائية للمادة أو وفقا لطبيعة المادة تصنف مواد البناء إلى مواد بناء طبيعية ، مواد بناء مخلوطة ، مواد بناء مصنعة .

(٢-١) مواد البناء الطبيعية Natural materials :

[هى مواد مصدرها الأساسى من الطبيعة والبيئة المحيطة ، وهى غالبا ما تستخدم على طبيعتها ولا تتدخل الصناعة فى صورتها إلا لتهذيبها وتقطيعها من مصادرها ثم معالجتها لتتحمل العوامل الجوية ، وتقسم إلى مواد صخرية كالأحجار ، ومواد عضوية كالأخشاب بجميع أنواعها] [2] p. 248 .

(أ) استخدام الأحجار لتنفيذ تصميم عضوى :

تعتبر الأحجار(*) من أقدم مواد البناء المعروفة استخداما وأكثرها مقاومة مع مرور الزمن ، وقد تطور استخدامها وأسلوب توظيفها على مر العصور بداية من الحضارات القديمة لما تضفية من تأثيرات جمالية وإنطباعات حسية توحى بالإبهار الحجمى والقوة ، [وتعد العمارة المصرية القديمة من الأمثلة الهامة على بداية تطويع الأحجار لتحقيق عمارة عضوية بطريقة جمالية رائعة ، فقد استطاع الفنان المصرى القديم أن يصل فى بناؤة العضوى إلى الجمال والإبهار باستغلال التكوينات الطبيعية (كالجبال) ، والتى أدمج معها كتله المعمارية الضخمة كما فى معبدى أبو سمبل] [2] p. 31 ، كذلك جاءت الأعمدة الحجرية الفرعونية بتشكيلات زخرفية عضوية مجردة مستوحاة من الطبيعة استخدم فيها الفنان الدعائم النباتية المختلفة كزهرة اللوتس ونبات البردى مما أعطى شعورا بالجمال والقوة بما تحويه من نحت وتشكيل عضوى وزخرفة وألوان ، (صورة ١) .

وفى العمارة اليونانية تأثر الفنان بشكل نبات الأكنتس ، وقام بتصميم ونحت شكل تاج العامود الكورنثى من الأحجار (صورة ٢) ، كذلك استخدم الإتجاه التشخيصى فى تصميم أعمدة المعابد حيث استخدم أجساما بشرية فى مدخل معبد الإركثيون بأثينا وتم تنفيذها باستخدام الرخام الأبيض (صورة ٣) ، [وبطريقة زخرفية هندسية رائعة تداخل فيها التكوين العضوى مع التجريد الهندسى تم تصميم الأسطح المضلعة أو (ذات الأعصاب) ، والتى استخدمت فى بناء وتجميل الكثير

من مبانى الكنائس فى أوروبا فى الفترة ما بين القرن ال ١٠وال ١٦ ، والتى استلهم تصميمها العضوى من بعض أنواع النباتات وأوراق الشجر وتم تنفيذها باستخدام الأحجار المختلفة] [7] p. 277، (صورة ٤) .

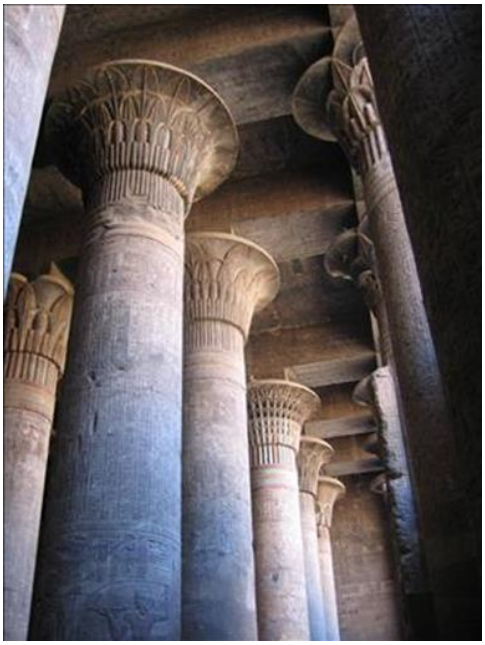
[كذلك استخدمت الأحجار المنحوتة فى بناء واحد من المبانى الأكثر غرابة والمتبقية من الفترة الكلاسيكية الجديدة فى العمارة البريطانية ، وهو مبنى الأناناس بإسكتلندا ، وهو يتكون من قبة منحوتة من الحجارة متقنة التشكيل أخذت تشكيلا عضويا مطابقا تماما لفاكهة الأناناس ، ويعد هذا المبنى مثالا مذهلا للحرفية ولمدى المهارة الفائقة لبنائى الأحجار فى هذه الفترة فالمبنى ذو الشكل العضوى المعقد منفذ بأعلى مستوى من الدقة الوظيفية لحمايته من أخطار الصقيع فكل ورقة حجرية منحوتة لها صرفها الخاص بها لحماية المبنى من أن تتراكم المياه داخل وحداته ، وبذلك يكون المصمم الفنان قد اهتم بالتصميم الجمالى والوظيفى فى تصميم وحداتة الجمالية] [9] ، (صورة ٥) .

تلى ذلك العديد من المشروعات التى ظهرت فى فترات زمنية مختلفة حتى عام ١٩٠٠م ، فظهرت حركة الفن الجديد الذى حاول فيها المعماريون أقتباس أشكال وألوان الزهور والفراشات والطيور والأسماك والقواقع والأصداف حتى أمواج البحر وكثبان الرمال فى تشكيل أعمالهم وبلغ هذا الإتجاه ذروته فى برشلونة بأسبانيا على يد المعمارى Antonio-Gaudi الذى أشتهر بأعمالة العضوية ، (صورة ٦) .

ومع بدايات القرن ال٢٠ حدث تغير جذرى فى أساليب استخدام وتوظيف الأحجار نتيجة لإهتمام المصممين والباحثين بالتطوير من عملية تصنيع وتحسين خواص الأحجار فى محاولة للمحافظة على مصادرها من النضوب ، [وتعد تكنولوجيا صناعة الألواح الحجرية أحد الأساليب الحالية المثالية والمتعددة الطرق والتى تتوافق مع التوجه الحالى لمبدأ الإستدامة والحفاظ على مواد البناء الطبيعية لتصنيع أشكال جديده من خلال استخدام عمليات إعادة التدوير لمخلفات المحاجر من كسر ومساحيق للأحجار ونفايات صناعية لإنتاج الألواح الحجرية التى بالإضافة إلى أنها تفوق الحجر الطبيعى من حيث القوة والمقاومة للعوامل الجوية إلا أنها تتمتع بصفات جمالية متعددة ، وذات جوانب اقتصادية جيدة] [10] .

وكمثال على ذلك أمكن الحصول على أنواع خاصة من [الألواح الحجرية ذات سمك رفيع جدا ويغطيها من الخارج طبقة من الزجاج الملون والتى تسمح للضوء أن يمر خلالها ليعمل على إبراز جماليات الأحجار من تعريقات وألوان وبالتالى إعطاؤها مظهر فريد ومتميز] [15] (صورة ٧ ، ٨) .

وبالإضافة إلى أن الطبقة الزجاجية المضافة تحافظ على الجمال الطبيعى لسطح الحجر وتحميه من العوامل الجوية والتلوث والمواد الكيميائية فهى تعد وسيلة مناسبة لإظهار جماليات الأنواع النادرة من الأحجار كما أن تقطيعها بسماكات رفيعة جدا يؤدى إلى زيادة كمية المنتج النهائى ، وبالتالى إمكانية استخدام الأحجار النادرة بشكل أكبر مع استخدام كمية أقل



(صورة ١) الأعمدة الحجرية الفرعونية بتشكيلات زخرفية مجردة مستوحاة من الطبيعة [41].

(صورة ٢) تفصيلة لتاج عمود ذو تشكيل عضوى من احد المعابد على الطراز اليوناني [17].

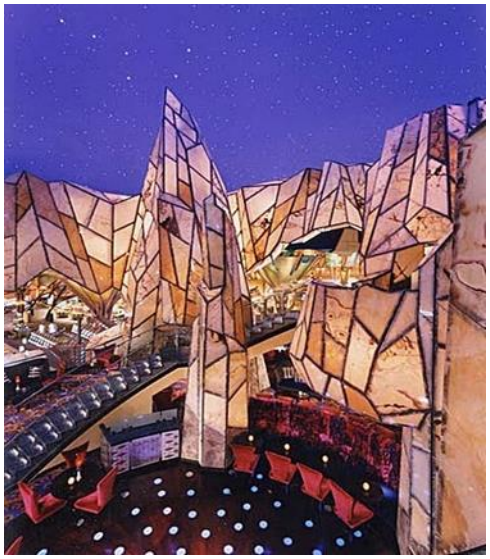
(صورة ٣) استخدم الفنان الإتجاه العضوى التشخيصى فى العصر اليونانى لتصميم أعمدة المعابد باستخدام الرخام الأبيض [40] .

(صورة ٤) تصميم فراغ chapter House بكاتدرائية Wells بانجلترا ، وقد استوحى الفنان تشكيل السقف من أوراق البلوط ، وقد أعطى التشكيل فى مجملة شكل شجرة نخيل كبيرة [16].

(صورة ٥) مبنى الأناناس بإسكتلندا أخذ تشكيلا عضويا مطابقا تماما لفاكهة الأناناس وقد تم تنفيذه بالكامل باستخدام الأحجار المنحوتة [18].

(صورة ٦) تعتبر عمارة Mila بأسبانيا من أشهر الأمثلة على العمارة العضوية ، والتى قام بتصميمها الفنان Antonio-Gaudi بحيث تبدو خطوطها المتعرجة كأنها أمواج بحر ، وبالتالى تشعر المشاهد بأنها انشئت من مادة لينة مع أن الحوائط الخارجية بنيت من الحجر المنحوت وبدون أى طلاء من أى نوع ، وقد ساعد على التنفيذ وجود روابط ودعامات مختفية من الحديد لتثبيت الكتل الحجرية المنحوتة مع بعضها البعض [19]

(صورة ٧) واجهة بنك باركليز الفرنسى بباريس والمنفذ عام ٢٠١١ ، وقد صممت واجهة المبنى باستخدام الألواح الحجرية وبتكوين عضوى يشبه الأوراق المطوية باستخدام الأحجار الملونة شبه الشفافة والتى تسمح للضوء الطبيعى بالدخول للمبنى طوال فترة النهار ، فالواجهة تتكون من غلاف خارجى على هيئة طبقتين الأولى حائط زجاجى ستائرى والثانى من الألواح الحجرية الشفافة ذات السمك الرفيع والتى وفرت من خلال تشكيلها العضوى وملامسها وألوانها احساسا بالتداخل مع عناصر وخطوط البيئة المحيطة [20].



(صورة ٨) مشروع Mohegan Sun Casino بأمريكا والذى تم تنفيذه عام ٢٠٠١ باستخدام الألواح الحجرية شبة الشفافة والتى أعطت احساس بجو شبه أسطورى للمشروع والمكان [21].

عن ما سبق، وخلال الفترة القادمة سوف يشهد العالم إنطلاقة فى إنتاج الأحجار بتقنية النانو للوصول إلى مميزات جمالية وتشكيلية ووظيفية أكثر بتكلفة اقتصادية أقل مع استهلاك أقل فى الكميات فى محاولة دائمة لتحقيق مبادئ التنمية المستدامة.

(ب) استخدام الأخشاب لتنفيذ تصميم عضوى:

[تعد الأخشاب من أقدم المواد التى عرفها الإنسان لإنتشارها الطبيعى على سطح الكرة الأرضية ، فهى مادة بناء طبيعية متجددة المصادر تستخدم الطاقة الشمسية لتجدد ذاتها فى دورة مستمرة كما أنها ذات طبيعة قابلة للتحلل البيولوجى وتعمل على تخزين الكربون ، كذلك المنتجات المصنعة من الأخشاب مواد قابلة لإعادة الإستخدام والتدوير وتواصل تخزين الكربون على امتداد عمرها ، ولذلك فالخشب مادة بناء مستدامة(*) تقابل كل معايير الإستدامة كمادة بناء خام ، والخصائص البيئية للأخشاب تجعل منها بديلا ممتازا للكثير من مواد البناء التى تستخدم فى عملية البناء والتشييد والتى تترك بصمة كربون (**) أكبر بكثير من مواد مثل الخرسانة والصلب والألومنيوم والبلاستيك] [1] p. 36 ، ولذلك يعتبر الخشب بأنواعه المختلفة أهم الخامات العضوية التى تستخدم لتصميم عمارة عضوية ، ومن أهم الخصائص البنائية للأخشاب هى شيوع الخلايا العضوية فى تكوينها وتركيبها والتى تعطيها الجمال المتمثل فى ملمس الألياف والتعاريق والتعاشيق والألوان المختلفة بما يضفى الجمال على المبانى سواء كان التوظيف فى الفراغات الداخلية أو الخارجية ، وقد استفاد العديد من المصممين والمعمارين من هذه المميزات فى تصميم الكثير من المشروعات التى امتازت بتشكيل عضوى بديع .

ومع بدايات القرن ال٢٠ تطورت صناعة الأخشاب بحيث تم إجراء العديد من العمليات الكيميائية ليتم التحكم فى خصائصه من حيث زيادة مدى قوة تحمله للعوامل البيئية والجوية المختلفة وزيادة مقاومته للحشرات والرطوبة والحريق عن طريق استخدام العديد من المواد العازلة سواء التى توضع عليه بالرش أو الطلاء أو الغمر فى محاليل خاصة ، مما أتاح للأخشاب

موضعا متقدما ضمن مواد البناء الحديثة خاصة فى الفترة الأخيرة ، [ومع التطور التكنولوجى وباستخدام الحاسب الألى فى حساب وتحليل وتصميم العناصر التصميمية والإنشائية أمكن زيادة كفاءة وجماليات المنشآت الخشبية حيث أمكن باستخدام ماكينات التصنيع الرقمى CNC التى تعمل كالطابعة بأداة قطع بدلا من الحبر بالإستعانة ببرامج الحاسب الألى CAD & CAM تصميم وإنتاج القطاعات الإنشائية الخشبية والقواطيع الداخلية الزخرفية مما أدى لتطور شكل المنشأت الخشبية بطريقة مذهله أعطت للعمارة العضوية أشكالا زخرفية جديدة ومبتكرة سواء للواجهات الخارجية (صورة ٩) أو الفراغات الداخلية للمبانى] [11]، (صورة ١٠) ، وقد تتيح تقنية النانو فى المستقبل مجالات متعدده من حيث تطوير خواص الأخشاب أو معالجتها بالطلاءات لتحسين خواصها .

(٢-٢) مواد البناء المخلوطة Mixed Materials :

[هى فى الأصل عبارة عن خليط من عدة مواد طبيعية أو مصنعة لتنتج فى النهاية مادة أخرى جديدة تختلف فى خواصها وتشكيلها عن المواد الداخلة فى تركيبها ، وهذه المواد تضاف إليها مواد أخرى لاصقة للحصول على الشكل النهائى المطلوب ، ولتكسبها صفات جديدة غير موجودة بها ، ومن أشهر هذه المواد المخلوطة المستعملة فى الإنشاء والكسوات للواجهات المعمارية هى الطين والخرسانة] [2] p. 251 .

(صورة ٩ أ - ب) استخدام ماكينة CNC فى تصميم وتنفيذ بانوهات الخشب Plywood المستخدم فى تصميم الواجهة المعمارية لجناح بولندا بمعرض أكسبو ٢٠١٠ بشنغهاى الصين [٢٢].

(صورة ١٠ أ - ب) التصميم الداخلى لمطعم BanQ بوسطن الجنوبية بأمريكا كنموذج لإستخدام التصنيع الرقمى CNC مع الأخشاب لتصميم وتنفيذ القطاعات الخشبية ، والتى نتج عنها فراغا مميزا من الناحية الإنشائية والجمالية بالإضافة إلى التعبير عن مدى التطور التكنولوجى فى عمارة المبانى العضوية الخشبية , [٢٥] [٢٤] .

(أ) استخدام الطين لتنفيذ تصميم عضوى :

الطين من أقدم مواد البناء التى عرفها الإنسان وهو مادة طبيعية رخيصة ومتوفره ، خفيفة الوزن وسهلة النقل والإستخدام ، وهو [يعتبر من الخامات المحلية التى استخدمت فى جميع حضارات العالم نظرا لملائمته للظروف الإقتصادية والمناخية ، وهو بمرونته التشكيلية ساعد على تجسيد فنون الشعوب المختلفة فى أشكال رائعة تعبر عن البدائية والغريزية الصافية بالنحت الحجمى والخطوط المنحنية والزخارف الملونة التى تغمر الواجهات أو أجزاء منها مع إمكانية إعطاء العمارة أشكالا قريبة من التشكيلات الطبيعية كقمم الجبال والكهوف والأشكال والخطوط المنحنية حرة التكوين وجميعها تؤدى إلى حيوية فى التشكيل بلا حدود ويظهر فيها الجمال النابع من البيئة المحيطة بها دون إنفصال بينهما] [1]p.262 ، (صورة ١١).

[ويتكون الطين من ترسبات صخرية من مواد معدنية دقيقة جدا وغالبا ما تكون هذه الحبيبات على شكل رقائق دقيقة وعند إضافة الماء إليها تكتسب خاصية التماسك واللدونة وتصبح قابلة للتشكيل بفعل قوى التجاذب التى تنشأ بينهما ، وفى حالة الجفاف تكن صلدة بدرجة قريبة من صلادة الأحجار ، ويختلف لون الطين من الرمادى إلى البنى إلى الأحمر إلى الأصفر نتيجة لمكوناته ، وهو مادة لا يحتاج استخدامها فى البناء إلى خبرات عالية أو تكلفة كبيرة ، وتعد من أفضل المواد البيئية حيث أنها لا تشكل أى تلوث للبيئة أثناء التصنيع أو التنفيذ أو التعديل أو فى حالة هدم المبنى وإعادة بناؤه كما أنها لا تساهم فى ازالة الغابات أو تعتمد على المواد المصنعة وهى مادة غير سامة وقابلة لإعادة التدوير ، ويتميز الطين بسهولة ومرونة تشكيله (إنشائيا وزخرفيا) من خلال قابليته للتشكيل اليدوى (صورة ١٢) أوالصب فى شكل حوائط مصمتة أو شكل قوالب من الطوب مما ينتج عنه الحصول على خصائص معينة فى الشكل الخارجى] [1]p.38 .

وقد كان للتقدم الهائل والوصول إلى طرق هندسية لتحسين الأداء الإنشائى للطين عن طريق دراسة الخواص الميكانيكية والفيزيائية والكيميائية له الأثر الكبير فى تحول مادة الطين من مادة مجهولة الخواص شعبية الممارسة إلى مادة هندسية يمكن إخضاعها لمقاييس الجودة وكفاءة الإنتاج والتنبؤ إلى حد كبير بسلوكها الإنشائى طوال فترة تشغيلها ، حيث حظيت هذه المادة فى الوقت الحاضر باهتمام كبير لأهميتها فى حل بعض المشاكل التى تعانى منها المجتمعات الصناعية والنامية على حد سواء مثل مشاكل الطاقة والتلوث والإسكان والبطالة وكذلك الإهتمام المتزايد عالميا في الحصول على مبانى متوافقة بيئيا فعلى سبيل المثال واكب التطور التكنولوجى تطور فى تصنيع الطوبة من الطين إلى ظهور الأنواع المختلفة من الطوب مثل الطوب الأحمر والحرارى والتراكوتا ... إلخ ، ونتيجة لتطور خواص المادة ظهرت طرق بناء مختلفة والتى بناءا عليها نفذت العديد من المشروعات باستخدام الطين والتى توضح مدى تميزها التشكيلى وانسجامها الجمالى مع البيئة المحيطة .

والمتتبع لتاريخ التصميم والعمارة عامة ومواد البناء خاصة يلحظ أنه مازال أمامنا الكثير من الوقت حتى نتعلم الكثير عن الطين كواحد من أوائل مواد البناء التى عرفت فى تاريخ الإنسانية، وهو يمثل الأن أحد أهم مواد البناء الخضراء ويعد بديلا ممتاز لصناعة الأسمنت التى تنتج كميات كبيرة من ثانى أكسيد الكربون ، وهو ما يدعوا إلى زيادة الجهود البحثية لتشجيع الإهتمام بالطين كمادة بناء للمستقبل .

(صورة ١١ أ - ب) أتاحت ليونة الطين عامل جذب للفنانين التشكيلين لتحويل الحوائط الطينية الإنشائية إلى جداريات من خلال الرسم عليها قبل تمام الجفاف لتظهر مدى براعة الفنان فى التعبير عن موروثة الثقافى من خلال الرسم لينتج نوعا من أنواع العمارة العضوية المصنوعة يدويا ذات التصاميم التلقائية الجميلة [٢٧],[٢٨] .

(صورة ١٢ أ - ب) واجهة أحد المنازل الطينية المنفذه بطريقة Cob بإنجلترا والتى تظهر مدى إمكانية النحت والتشكيل العضوى ، وقد تم تنفيذ المبنى عن طريق خلط الطين والرمل والقش ، وتبنى الحوائط من الأرض لأعلى باستخدام الأيادى والأقدام لتشكيل نتوات وكتل من الخليط ثم تنحت أسطح الحوائط بأشكال سلسة متعرجة لينتج فى النهاية مبنى عضوى منحوت باليد ، ويستخدم الجص المكون من الجير والرمل كمانع لتأثيرات الرياح والمطر ، وهذه الطريقة تمتاز بطلاقة وحرية التشكيل العضوى وسهولة الحصول على أى شكل مع استخدام أبسط تقنيات للبناء بالإضافة إلى قلة التكلفة [٢٦] .

(ب) استخدام الخرسانه لتنفيذ تصميم عضوى :

[عرفت الخرسانة(*) منذ العصر الرومانى ولكنها لم تستخدم بصورتها الحقيقية سوى عام ١٨٩٠م حيث ظلت الخرسانة لفترة طويلة تعتبر مادة قبيحة غير دقيقة لا تصلح إلا للصب فى المناطق الغير مرئية ، وبدراسة خواصها بدأت تتحول تدريجيا إلى مادة جمالية أثبتت كفاءتها للاستخدام فى أنواع كثيرة من الإنشاءات ، وتمتاز الخرسانة بأنها مادة سهلة التشكيل Plastic يمكن إعطاؤها سطحا أو ملمسا أو لونا خاصا وذلك بمعالجتها بطرق آلية أو كيميائية] [6]p.90، فالخرسانة مادة ذات مكونات متعددة وأى تحسينات تدخل على أحد مكوناتها أو أى إضافات تؤثر على تطويرها من الناحية الجمالية أو الإنشائية المعمارية ، ويعد لون وملمس وسهولة تشكيل السطح الخارجى للخرسانة أحد أدوات التصميم في يد الفنان والمعمارى .

والخرسانة غير المعالجة لها لون رمادى مخضر باهت ينتج عن استعمال معظم الأسمنتيات ، وهو لون ذو تأثير بصرى ضعيف غير مثير من الناحية الجمالية ، ومن الممكن تلوين الخرسانة بلون قليل الشده قريب من لونها الأساسى عن طريق استعمال الأسمنتات البيضاء (صورة ١٣) ، والصبغات الطبيعية الخام فى الخليط] [3]p.275 ، وهناك طريقة أخرى لتلوين الخرسانة باستعمال الركام الطبيعى الملون أو الصناعى ، حيث يعتمد السطح الخرسانى الملون الناتج على حجم وشكل ولون

الركام المستخدم والتباين بينه وبين الأسمنت المضاف فيظهر ويبرز بوضوح مع الأسمنت الأبيض عنه مع الأسمنت الرمادى ، وكذلك إذا كان الأسمنت المستخدم غامق اللون نتيجة إضافة الأصباغ فالركام الفاتح اللون يعمل بشكل أفضل ، كذلك يوفر إضافة [كسر الزجاج المعاد تدويرة للخرسانة سطحا جماليا فهى تتيح مجموعة من الألوان وتوفر تأثيرا رائعا فى الظلام عند استخدام المؤثرات الضوئية] [8] ، كذلك بإضافة أصباغ أكسيد الحديد للخرسانة أمكن الحصول على خرسانة ذات ألوان مختلفة ، (صورة ١٤) .

أما بالنسبة لخاصية الملمس [فتتميز مادة الخرسانة بإمكانيات واسعة فى تحقيق أسطح ذات ملمس مميز لما لها من طبيعة بلاستيكية تجعلها مناسبة لكافة التكوينات والزخرفة المعمارية (صورة ١٥ ، ١٦) ، وتلعب الشدات بأنواعها المختلفة دورا كبيرا فى إنتاج الملمس الخرسانى ، فيمكن الحصول على السطح الناعم عن طريق إستخدام قوالب من مواد صلبة كالصلب أو البوليستر المقوى بالألياف الزجاجية (GRC) أو الخشب الرقائقى المغطى بالبلاستيك Plastic – Coated Plywood] [4]p.84 ، وللحصول على السطح الخشن هناك طرق عديدة أبسطها استخدام الألواح الخشبية التى تترك إنطباعاتها على السطح الخرسانى ، والتى يمكن من خلال تنويع توزيعها وترتيبها فى الشدات الوصول إلى أسطح غنية الملمس ، وتتيح عملية إضافة الركام احتمالات كثيرة لملمس السطح الخرسانى فبجانب دورها فى اللون فهى تلعب دورا كبيرا فى الملمس بتحويل السطح الخرسانى إلى سطح غنى خشن يختلف باختلاف نوع الركام وأشكاله وطريقة توزيعه ، [وللحاسب الألى وماكينات CNC دورا كبيرا فى تشكيل بطانات القوالب والذى ينعكس بدوره على تطور التشكيلات التى يمكن الحصول عليها بالخرسانة لاسيما الخرسانة سابقة التجهيز حيث تعمل الماكينات على سهولة الحصول على كافة التشكيلات المراد تحقيقها فضلا على ما توفرة من دقة عالية ووفر فى الوقت وسرعة فى التنفيذ وهى جوانب اقتصادية هامة وتعد أحد المحددات الأساسية لدى المصمم والتى يلزم دراستها جيدا للوصول تصميمه فى إطار إقتصادى] [5]p.120 .

[وتعكس التقنيات الحديثة ما وصلت إلية الخرسانة من تقدم غير مسبوق لتصبح مادة منفذة للضوء (صورة ١٧) ، والتى غيرت المفهوم القديم بأن الخرسانة مادة مصمتة ووفرت تأثيرات جديدة لم تكن موجودة من قبل من خلال عدة تقنيات

(صورة ١٣) توضح استخدام الخرسانة الملونة لتصميم الواجهة المعمارية لإدارة إطفاء ومركز تدريب بألمانيا [23].

(صورة ١٤) الخرسانه المسلحة أحدثت ثورة فى التشكيل العضوى من حيث تنوع التشكيلات بالإضافة إلى إمكانيات التلوين ، وتوضح الصورة أحد المنازل بجزيرة Isla Mujeres بالمكسيك ، وقد تم تصميم المبنى على هيئة محارة بحرية ضخمة [31].

(صورة ١٥ أ - ب) ملامس زخرفية نباتية مختلفة لجداريات تم تنفيذها باستخدام الخرسانة المسلحة [٣٢],[٣٣]

منها صنع ثقوب صغيرة فى الخرسانة لا تؤثر على فعاليتها وتزيد من شفافيتها لتصبح حوالى ٢٠% ، أو عن طريق دمج مصفوفات من زجاج الألياف الضوئية Fiber Optic Glass داخل خرسانة متجانسة مما يسمح للضوء بالمرور مباشرة من خلالها دون أن يقلل ذلك من مقاومة أو قوة تحمل هذه الخرسانة التى استخدمت كأداة من أدوات الفن المعمارى والتى أمكن إنتاجها فى شكل بلوكات وألواح استخدمت لتنفيذ الحوائط والأرضيات والأرصفة المضيئة] [4]p.66 ، [وحديثا تم ابتكار نوع جديد من الأسمنت الشفاف مكون من راتنج اللدائن الحرارية الشفافة ومواد غير عضوية مثل الألومينا لإنتاج خرسانة ينفذ من خلالها الضوء وقد استخدمت هذه التقنية فى تصميم واجهات معمارية لتصبح أشبة بنافذه كبيرة تسمح بمرور ضوء الشمس للفراغات الداخلية خلال فترات النهار فيتم استخدام إضاءة داخلية أقل مما يؤدى لتوفير الطاقة المستهلكة ، وفى الليل تبدو من الخارج مضاءة من خلال الفراغات الداخلية ، وقد وصل نسبة إنتقال الضوء من خلال الحائط بسمك ٥ سم إلى ٢٠%] [12] ، وباستخدام هذه المادة أمكن الجمع بين تأثير العمارة التقليدية والتصميم العضوى المبتكر ، ومع التقدم العلمى فى مجال تقنيات النانو أمكن تحسين أداء الخرسانة بحيث [تم تصنيع خرسانة تقوم بالحد من التلوث الناتج فى الهواء نتيجة تفاعل مكوناتها مع أشعة الشمس ، وتعد الخرسانة ذاتية التنظيف والتى تقاوم إلتصاق الأتربة على سطحها أحد المواد الحديثة التى استخدمت في تصميم واجهات معمارية عضوية] [13] .

(٢ – ٣) مواد البناء المصنعة

[هى مواد يتم تصنيعها ومعالجتها فى المصنع من مواد طبيعية أو مواد راتنجية ، وهذه المواد تكتسب صلابتها وقوتها من خلال إضافة بعض المواد إليها لتحسين خصائصها الإنشائية والجمالية ، ومن أشهرها المعادن(*) (الحديدية وغير الحديدية) واللدائن والطوب والزجاج ...] [2]p.255 .

<u>الحديد Iron :</u> يعتبر من المواد المعروفة قديما كأحد المواد المتميزة بصلابتها وقوتها وظل استخدامة فى البناء محدودا حتى تطورت طرق تصنيعة ، ونتيجة لإجراء العديد من الأبحاث والتجارب فى مجال علم المعادن ومع الإحتياج إلى تكسيات ذات خصائص جديدة ظهر نوع متميز من الصلب متعدد الألوان ذو أشكال جمالية لا يتآكل ولا يصدأ أطلق عليه stainless steel ، وهو يستخدم فى التكسيات الخارجية والداخلية وأنتجت منه ألواح زخرفية تمتاز بمجموعة من التأثيرات المختلفة ذات درجات نعومة متباينة ، وتعد ألواح الصلب أكثر مواد التكسيات شيوعا فهى تقبل التشكيل على أى صورة فى خيال المصمم وذلك لأنها من الأسطح القوية الصلبة التى تحتفظ بتشكيلاتها وألوانها ضد أى عوامل جوية أو سوء استعمال كما أنها أقل الأسطح عرضة للتشوة أو الكسر ، (صورة ١٨) .

<u>الألومنيوم Aluminum:</u> [الألومنيوم فلز لين يمكن زيادة متانته بإضافة عناصر سبائكية إليه حتى يصبح ملائما للإستخدام فى التطبيقات الإنشائية ، كما أنه يمكن تصنيعه وتشكيله وإعادة تدويرة فهو يقبل اللحام والصبغ والمعالجة الكيميائية وغير

قابل للإشتعال وعازل للماء وغير سام] [1]p.66 ، كما يمتاز بالمقاومة العالية للصدأ والتأكل والمرونة وشديد التحمل ضد عوامل الزمن نتيجة لطبقة الأكسيد الرقيقة التى تتكون تلقائيا على سطحه ، وللألومنيوم مظهر جذاب كما يمكن اعطاؤة أى تأثير ذو ملمس باستخدام التقنيات الحديثة ، (صورة ١٩) ، [ويعتبرالألومنيوم من المواد التى شهدت تطورات رائعة حيث استطاع العلماء تصنيع بودرة النانو ألومنيوم ليستخدم كطلاء للأسطح ليكون كطبقة حماية من الترددات الكهرومغناطيسية الناتجة من إنتشار تكنولوجيا الإتصالات ، كذلك تتميز ألواح الألومنيوم المصنعه بتكنولوجيا النانو بأنها ذاتية التنظيف كأحد حلول مقاومة التلوث فهو مناسب للمناطق الخارجية شديدة الغبار] [14].

(صورة ١٨) واجهة مبنى - EUITI University School Mines بأسبانيا تم تصميمه باستخدام ألواح الصلب المثقوب ، وبالتالى يكتسب صفة الشفافية لتحقيق التهوية والإضاءة للفراغات الداخلية أثناء النهار بهدف التقليل من استخدام الطاقة [34].

(صورة ١٩) تصميم وملامس زخرفية عضوية لواجهة أحد الكنائس بمدينة كانساس الأمريكية ، والتى تم تنفيذها عام ٢٠١٢ م باستخدام بانوهات الألومنيوم والتى أضفت إحساس بالجمال [35]. .

<u>النحاس Copper</u>: مادة معدنية تلى الحديد فى الأهمية فهو ذات مقاومة عالية للصدأ والتآكل ، ويتميز كمادة تكسيات بقدرة تحمل عالية وثراء لونى واسع المدى ، ولذلك يعد واحد من مواد التكسيات المعدنية التى استخدمت بكثرة فى الأونة الأخيرة لما لها من تأثيرات جمالية ولونية مختلفة ، (صورة ٢٠) .

<u>التيتانيوم Titanium</u>: معدن أقوى من الصلب وفى نفس الوقت أخف منه بحوالى ٤٥ % ، كما أنه أكثر مقاومة للتآكل من البلاتين ، وهو سهل التشكيل وله مقاومة ممتازة للأكسده والصدأ ، ويمتاز بمقاومته الميكانيكية العالية كما أنه قابل للطرق والسحب ، وقد برع العديد من الفنانين فى توظيف مادة التيتانيوم لتصميم العديد من الواجهات المعمارية .

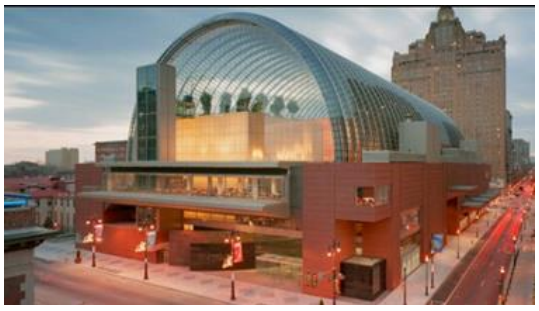
<u>الزجاج Glass</u>: [الزجاج من المواد المصنعة ، وهو مادة شفافة صلبة مقاومة للرطوبة والتآكل والمواد الكيميائية ولا تتأثر بمعظم الأحماض ، وقد بدأ استعمالها حديثا فى منتصف القرن ال ١٩] [42] ، وقد أصبح الزجاج علامة مميزة لأستمرارية الفراغات الداخلية والخارجية فى العمارة المعاصرة لما يتميز به من الشفافية والنفاذية للضوء حيث يمكن التحكم فى لون وملمس سطح الزجاج للتحكم فى كمية الضوء الداخل إلى الفراغات الداخلية ، (صورة ٢١) .

<u>الطوب Brick :</u> بدأ الطوب فى الأماكن التى ندر فيها وجود الحجر وذلك منذ حوالى خمسة آلاف سنة فهو مادة بناء عضوية يؤخذ من الطبقة السطحية للأرض مختلطا ببعض الأعشاب ويقطع إلى قطع منتظمة ويجفف فى الشمس ، وقد حدثت تطورات كبيرة فى صناعة الطوب بسبب التقدم العلمى والتكنولوجى لصناعة الماكينات ، وفى اتجاه العمارة العضوية الطوب كان له بصمته الواضحة فى تنفيذ العديد من التشكيلات التى تميزت بالبساطة وقوة التعبير ،(صورة ٢٢) ويعد المعمارى الأسبانى أنطونيو جاودى واحد من المعماريين القلائل اللذين تفهموا إمكانيات هذه المادة باستخدمها فى مشروعاته حيث تجلت عبقريتة فى كيفية التوظيف لتنفيذ الأشكال المنحنية دون طمس لمادية الخامة .

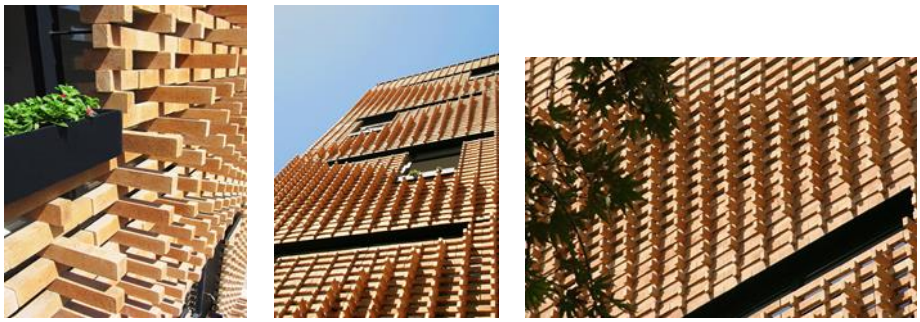
<u>اللدائن Plastic</u>: تعد اللدائن من المواد المصنعة وترجع خواصها إلى محتواها الراتنجى القابل للتشكيل من خلال جزيئاتها المعروفة باسم البوليمرات ، وهى تمتاز بمدى واسع من الخواص يفوق ما للمعادن والأخشاب والخرسانة مجتمعة من

الخواص ، ويمكن إضافة عناصر متعددة إليها للحصول على ملمس محدد من خلال استعمال قوالب أثناء الصب بحيث تحاكى شكل وملمس الأخشاب والأحجار والصخور ... ، وهى من المواد المنفذه للضوء فهى شفافة فى حالتها العادية وتتحول إلى معتمة عند إضافة مواد أخرى ، وخصائصها الحرارية تتيح لها إمكانية الصهر وإعادة الإستخدام مرة أخرى ، ويعد أهم ما يميز اللدائن عن كثير من مواد البناء قدرتها العالية للتشكل والإنحناء لعدد لا نهائى من الأشكال هذه الميزه تجعلها ملائمة لتنفيذ التشكيلات العضوية ، (صورة ٢٣) .

(صورة ٢٠) استفاد الفنان من خاصية التغير اللونى لخامة النحاس بفعل العوامل الجوية وقام بتصميم واجهة مركز المؤتمرات Irving بأمريكا عام ٢٠١١ حيث استخدم ألواح النحاس الأحمر التى تحولت فى خلال عام وأصبح لونها بنى مزرق وخلال سنوات أصبح لونها أخضر وقد وظف المصمم ألواح النحاس المثقب لتحقيق فكرة نفاذية الضوء للداخل [37].



(صورة ٢١) توظيف ال Electronic Glass لتصميم واجهة مركز Kimmel بأمريكا عام ٢٠٠١ بهدف تحقيق التحكم الحرارى والشمسى والبصرى فهذه النوعية من الزجاج تعتبر وسيلة رائعة للتحكم فى أشعة الشمس بدون استخدام ظلال أو ستائر للإحتفاظ بالإتصال المباشر بالوسط الخارجى وذلك عن طريق خاصية تغيير لون الزجاج إلكترونيا للحد من ضوء وحرارة الشمس [36] .



(صورة ٢٢) تصميم مبنى بإيران عام ٢٠١٢ ونلاحظ ترتيب الطوب بطريقة متدرجة متبادلة مما أضفى احساس بديناميكية الواجهة ، وقد كان من أهداف الفنان توصيل فكرة أنه حتى مع الميزانية الصغيرة لخامات البناء يمكن الحصول على تصميم جمالى تشكيلى للواجهة المعمارية .[٣٨]

(صورة ٢٣ أ – ب) تشكيل عضوى باستخدام اللدائن مستوحى من شكل الحوت لتنفيذ أحد المنازل بالمكسيك ، وقد استخدمت مادة Polyurethane وهى أحد الراتنجات السائلة لتنفيذ الهيكل الإنشائى ثم تم تغطية السطح الخارجى للمنزل بكسر بلاطات السراميك الملون . .[٣٩]

وبناءا عليه ترى الباحثة أنه على مر التاريخ، اتجهت البشرية إلى تقوية علاقاتها مع الطبيعة بأكثر من طريقة من أجل الحفاظ على استمرارية وجودها بشكل غريزي في محاولة للوفاء بإحتياجات الإنسان الأساسية من المصادر الطبيعية. وانعكس ذلك بالطبع على العلوم المختلفة التى تعنى بالعلاقة بين بالإنسان والبيئة والتأثيرات المتبادلة بينهما خاصة مع تزايد احتياج العالم للطاقة وفى ظل تزايد أعداد السكان . ومن هنا بالطبع برز مفهوم التصميم العضوى المحب للطبيعة كأحد الإتجاهات في مجال التصميم والعمارة والذي يعنى بالعلاقة بين الإنسان والبيئة المستدامة [لأنه لا يستنفذ الموارد المحلية الطبيعية ، ويفهم البيئة المحيطة بالإنسان ويقوي علاقته بها، كما أنه يحترم البعد التاريخي والإنساني للمجتمعات فى محاولة لتحسين صحة الفرد ووضع التصميم على صلة بالتاريخ والثقافة الخاصة بالمجتمع] [43] .

نتائج البحث :

1. أدى النقص المتزايد فى مخزون الإحتياطى لمواد الخام الطبيعية إلى توجة الباحثين والمعماريين لدراسة دورة حياة المادة بكامل مراحلها لتحديد مدى تأثر مصادرها بالإستخدام العشوائى الذى قد يؤدى إلى الوصول لمرحلة النضوب ، الأمر الذى أدى لظهور العديد من التوجهات المعمارية التى تبنت عدة مبادئ تضمن بقاء وإستدامة الموارد من خلال ترشيد الإستهلاك وإعادة التدوير.

2. لتصميم مبنى مستدام يجب النظر إلى الطبيعة كمادة للإستعارة وجعلها مشكلة المصمم للوصول للحالة المثالية وإلى عمارة متفاعلة بيئيا عن طريق محاكاة أشكال ووظائف ونظم عناصر البيئة .

3. أصبحت عملية اختيار مواد البناء من العمليات المعقدة خاصة مع تنوع البدائل فى المادة الواحدة ولضمان الإختيار والإستخدام الأمثل للمواد يجب أن يكون المصمم المزخرف والمعمارى على دراية بالمادة المختارة بداية من عملية استخراجها وإنتهاءا بعملية الهدم والتخلص النهائى منها أو إعادة استخدامها وتدويرها مع مراعاة كافة الجوانب البيئية والإقتصادية .

4. حققت كل مادة من مواد البناء بصمة واضحة فى تصميم واجهات العمارة العضوية وفقا لخصائصها المختلفة ، وقد ساعد دخول علوم الحاسب الألى فى عمليات التصميم والتنفيذ على ظهور تشكيلات عضوية جديدة كان من الصعب الحصول عليها بالطرق التقليدية ، فضلا عن الوفر المادى الناتج عن عدم إهدار تلك المواد وماله من عوامل اقتصادية وبيئية .

5. ساعد التطور التكنولوجى ودخول تقنية النانو على إنتاج مواد جديدة تتميز بالكفاءة الإنشائية والمعمارية والتشكيلية وبالتالى توظيفها بطرق جديدة وبأسلوب يتلائم مع تطور الفكر المعمارى ، فقد ساعد استخدام العديد من المعالجات على تحسين قدرات المواد التقليدية والإتجاه بها نحو الإقتصاد مع إمكانيات غير محدودة للون والملمس .

توصيات البحث :

1. ضرورة إطلاع المصمم المزخرف الدائم على مواد البناء الحديثة والتعرف على خصائصها وإمكانياتها التشكيلية والبيئية لتصميم وتنفيذ عمارة تراعى كافة الجوانب البيئية .

2. ضرورة الإطلاع الدائم على الأفكار والإتجاهات المعمارية من خلال الأعمال الرائده والتعمق فى دراستها وتطويعها لخدمة العمارة المحلية .

3. الإهتمام بتطوير مناهج التعليم وتوجيه الدارسين لإبتكار تصميمات مأخوذه من عناصر الطبيعة وتوظيف مواد البناء بطرق غير تقليدية للمساهمة فى حل مشاكل التلوث البيئى والبصرى .

4. إنشاء مراكز تدريبية متخصصة بهدف تطوير الكفاءة المهنية من خلال صياغة برامج تعليمية لإستيعاب التقنيات الحديثة وبما يواكب التغيرات فى الإتجاهات المعمارية .

مراجع البحث :

الرسائل العلمية :

1. السيد محمود عبد الخالق ، ربيع ، تطويع مواد البناء لخدمة الأغراض التصميمية ، رسالة دكتوراه ، جامعة القاهرة ، كلية الهندسة ٢٠١٥ .

El syed Mahmoud abd elkhalek, Rabe3, Tatwe3 mawad el bena2 le5edmat ela8rad altasmimia , resalet doctorah, gam3et alqhera, kolyt el handsa 2015 .

الكتب العربية :

2. أ.د / رأفت ، على ، الإبداع الفنى فى العمارة ، القاهرة : دار الأهرام للتوزيع ، ١٩٩٧م .

Ra2fat, Ali, Al2ebda3 alfany fi al3emara, alqhera, dar el ahram lltawze3, 1997 .

3. أ.د / رأفت ، على ، فن العمارة والخرسانة المسلحة ، القاهرة : مؤسسة الحلبى وشركاه للنشر والتوزيع ، ١٩٧٠م .

Ra2fat, Ali, fan al3emara w al5rasana almosal7a, alqhera, mo2saset al7alabi w shorakah llnashr w altawze3, 1970.

الكتب الأجنبية :

4. Lyons, Arthur, "Materials For Architects and Builders", Elsevier, Italy, 2007c.

5. Bennett, David, "The Art of Precast Concrete-Colour Texture Expression", Birkhauser-Publishers for Architecture, Germany, 2005c.

6. Minke, Gernot, "Building with Earth", Birkhauser – Publishers for Architecture, Germany, 2006c.

7. Portoghesi, Paolo, Translated by Erika G.Young, "Nature and Architecture", Skira Editore,Milan,Italy, 2000c.

مواقع الإنترنت :

http://www.architonic.com/ntsht/concrete-in-architecture-2-not-really-grey/7000529**8.**

9. http:en.wikipedia.org/wiki/Dunmore_Pineapple

10.www.breton.it/engineeredstone/en/product/default~231/BRETONSTONE%C2%AE_SLABS~8

11. www.dezeen.com/2010/06/03/polish- pavilion-for-shanghai-expo-2010-by-wwaa-architects/

12. http://www.expo2010china.hu/index.phtml?module=hir&ID=1635

13. http://www.archdaily.com/20105/church-of-2000-richard-meier/

14. http://www.flickr.com/photos/geometricanic/6891434454/in/set-7215762972073147

15. www.taltos.it/en/QuarzProdotti.html

https://www.wellsfriends.org/1-welcome16.

https://althistory.fandom.com/es/wiki/Jordania_(Paz_en_tierra_santa)17 .

https://www.tapatalk.com/groups/angusmacinnes/the-pineapple-t11196.html18.

https://pixels.com/featured/antoni-gaudi-casa-batllo-facade-george-oze.html19.

https://www.contemporist.com/origami-building-by-manuelle-gautrand-architecture/20.

https://archinect.com/people/project/17134539/mohegan-sun-casino-connecticut/1713695621.

https://kometong.wordpress.com/2009/12/21/poland-pavilion-shanghai-expo-2010-china/22.

23. https://www.architonic.com/es/story/susanne-fritz-concrete-in-architecture-2-not-really-grey/7000529

https://architizer.com/projects/banq/24

https://www.interiorzine.com/2015/03/13/yue-restaurant/25

http://naturalhomes.org/goatlings.htm 26.
http://mrrekaz.blogspot.com/2015/11/blog-post_570.html27.
28. https://www.dailymail.co.uk/travel/travel_news/article-3341353/Anakato-Nubian-guest-house-oasis-colour-Egyptian-desert.html
https://archello.com/es/project/zilverparkkade 29.
https://engeduca.com.br/concreto-translucido/30.
https://www.housebeautiful.com/lifestyle/g26595659/airbnb-seashell-house-casa-caracol/31.
http://transmaterial.net/reckli-formliners/32.
https://www.archiexpo.fr/prod/reckli-gmbh/product-5792-1385715.html33.
https://architizer.com/projects/euiti-university-school-mines34.
http://www.formakers.eu/project-1223-gould-evans-st-teresas-academy-windmoor-center35.
https://vinoly.com/works/kimmel-center-for-the-performing-arts/36.
https://www.dallasweekly.com/articles/the-irving-convention-center/37.
https://www.archilovers.com/projects/68372/brick-pattern-house.html38.
http://curious-places.blogspot.com/2013/05/ballena-mexicana-mexican-whale-house.html39.
40. https://www.sutori.com/item/3500-338-hellenic-period-known-as-the-classic-period-of-greece-this-is-when
41. https://learningcenter.univ-lille.fr/egyptologie/index.php/esna-temple-de-khnoum-epoque-romaine

الدوريات العلمية :

٤٢. أ.م.د/ محمد حسنى عبد الحليم إمام ، أمجد ، القيم الوظيفية للزجاج فى العمارة العضوية ، مجلة (العمارة والفنون والعلوم الإنسانية) ، المقاله (١) ، المجلد (الخامس) ، العدد (٢٢) ، صيف ٢٠٢٠ .

Mo7amed 7osni 3bd el7aleem emam, Amgad, AlQeiam alwazefia llzogag fi al3emara al3odwia, magalet (al3emara w alfinon w al3olom alensania), makala (1) , mogalad (5) , 3adad (22), 2020 .

٤٣. أ.م.د/ محمود إبراهيم ، مها ، التأثير المتبادل بين الإنسان والبيئة : (مفهوم التصميم العامى وعلاقته بالإستدامة فى الفراغ الداخلى) ، مجلة (العمارة والفنون والعلوم الإنسانية) ، المقاله (٢٨) ، المجلد (الرابع) ، العدد (١٧) ، سبتمبر وأكتوبر ٢٠١٩ .

Ma7moud Ibrahim, Maha, Alt2seer almotabadal byn alensan w albe2a; mafhome altasmem al3ami w 3elakto b alestedama fi alfara3' alda5ili, , magalet (al3emara w alfinon w al3olom alensania), makala (28) , mogalad (4) , 3adad (17), sep&oct 2019 .

(*) الطبيعة هى العالم المادى بكل ما يحتوية من نباتات وحيوانات وظواهر طبيعية ليست من صنع الإنسان وإجمالا يكون المقصود بالطبيعة أنها العالم المحيط المخلوق بكامله ، كما أنها تعنى الطابع الكامن المتأصل فى الشئ ، والمبادئ التى تعمل فى كل شئ حى وتعطى الحياة شكلها وطابعها ، وفى الطبيعة كل شئ يتجمع ويتحد ويتكامل ، والإنسان بكل نواحيه جزء من الطبيعة ويعمل طبقا لقوانينها ومبادئها ، فالطبيعة هى المصدر الذى لا ينضب نتيجة للعمليات الخلاقة بين عناصرها المختلفة .

(*) تصنف الصخور (وهى الأحجار الطبيعية قبل استخراجها من القشرة الأرضية أو الجبال) وفقا للعمليات الطبيعية التى تكونت من خلالها مع أو على سطح الأرض إلى ثلاثة أنواع رئيسية (صخور نارية كالبازلت Basalt ، والجرانيت) ، (صخور رسوبية) ، (صخور متحولة كالرخام) ، ولذلك توجد الأحجار فى الطبيعة على أشكال وألوان وخصائص متعددة .

(*) مادة بناء مستدامة : هى المادة التى تستخدم مصادر الأرض بكفاءة وتكون مادة مسئولة بيئيا غير ملوثة أو سامة وذات كفاءه فى استهلاك الطاقة والمياه وتصنع وتستخدم بأسلوب متوافق بيئيا ومن مواد يعاد تدويرها وهى نفسها يمكن تدويرها وإعادة استخدامها .

(**) بصمة الكربون للمنتجات هى قياس آثار الإنبعاثات التى تنتج عن إنتاج السلع والتى تتسبب بتغير المناخ العالمى .

(*) هى خليط من مواد طبيعية متفاوتة الأحجام من ركام صغير كالرمل وكبير ككسر الحجر أو الزلط ومادة لاصقة كالأسمنت يضاف إليها الماء لتنتج فى النهاية مادة بلاستيكية سهلة التشكيل تصب فى قوالب أو شدات بالأشكال المطلوبة ونتيجة للتفاعلات الكيميائية يشك الأسمنت أولا ثم يتصلب فيتحول الخليط إلى كتلة تشبه بعض الأحجار الطبيعية وتظل قوتها فى ازدياد لمده طويلة تصل إلى سنين .

(*) يمكن تعريف المعادن بأنها مواد طبيعية ذات تركيب كيميائى مميز ، وتركيبها البلورى الداخلى يتحكم فى كثير من الصفات الطبيعية لها كالصلابة والخدش والوزن النوعى واللون ، وتتميز بدرجة عالية من تنظيم الخلايا ولذلك فهى من أكثر المواد صلابة ومتانة ، وهى توجد فى الطبيعة على صورتها الخام ، ويمكن إضافة بعض المواد إليها لتحسين خواصها الإنشائية والجمالية .