JAUES

Journal Of Al Azhar University Engineering Sector

Vol. 12, No. 42, January, 2017, 791-807

تأثير تطور مواد البناء على تصميم الغلاف الخارجي وواجهات المباني

مجدي محمد قاسم و محمد محمد عبد الحميد و أحمد ماهر إبراهيم فوده
قسم هندسة العمارة - كلية الهندسة - جامعة الأزهر

ABSTRACT
The selection of building materials has been considered as complementary for the process of architectural design, because the language concerning the material is part of the architectural form and their integration together "Material & Form", so that they could achieve a Desirable objective, and the design capacities is the cause of the reasons for selecting the material, so the architectural form " External elevations " has become coupled with the selection of used building materials, in the first place, the building materials serve the form, and then in the second place they narrate the history and the architectural implications. Also, materials have represented one of the substances of architectural technology that have witnessed a remarkable development in the twentieth century where new materials have been used in building and their use has been developed, and building materials have been considered an apparent influence that has its significance on the level of perceptual equilibrium of several important aspects such as percentages, structural performance, its touching where the form of materials and their percentage used in serving the movement," Agile materials such as iron or interactive materials such as smart materials", the impact of direct materials has also been connected with the dynamism of a construction system, the more you use light flexible materials the more the configuration flexibility increases, the continuity and connection increases among the different substances of a building, a matter that offers an opportunity for an innovation of developed applications of dynamic equilibrium, as well as its touching which is affected by the type of used materials in finishing where it is possible to increase smooth surfaces Vs. rough surfaces, the commonly used materials of External elevations will be evaluated regarding the extent of their sustainability achievement, the research will be addressed to know the following :
1. The goals of the architectural design process for external interfaces.
2. The impact of building materials on external elevations
3. An assessment of sustainability criteria of the commonly used building materials for external elevations
4. A Study of building materials, the most popular and influential on external elevations.

ملخص
يعتبر اختيار مواد البنـاء هو المكمل لعملية التصميم المعماري وذلك لان اللغة الخاصة بالمادة جزء من الشكل المعماري واندماجهما معاً " Material & Forum " بحيث يحققان هدفا منشوداً ، والقدرات التصميمية هي سبب من أسباب اختيار المادة ، لذلك أصبح الشكل المعماري " الواجهات " مقترنا باختيار مواد البناء المستخدمة فمواد البناء تخدم الشكل في المقام الأول ثم تروي التاريخ والمضمون المعماري في المقام الثاني ، كما تمثل المواد أحد عناصر تكنولوجيا البناء التي شهدت تطورا ملحوظا في القرن العشرين حيث تم استخدام مواد جديدة في البنا ء وتطور استخدامها، و تعتبر مواد البناء مؤثر ظاهر له أهميته علي مستوي الاتزان الإدراكي من عدة جوانب هامة كالنسب والأداء الإنشائي والملمس حيث يستخدم شكل المواد ونسبها في خدمة الحركة " مواد رشيقة كالحديد أو مواد تفاعلية كالمواد الذكية " ، كما يتصل تأثير المواد مباشرة بديناميكية النظام الإنشائي فكلما استخدمت مواد مرنة خفيفة زادت مرونة التشكيل وزاد الارتباط والاستمرار بين عناصر المبني المختلفة ، مما يعطي الفرصة لابتكار تطبيقات متطورة للاتزان الديناميكي ،و أيضا يتأثر

الملمس بنوع المواد المستخدمة في التشطيب حيث يمكن زيادة المسطحات الملساء مقابل المسطحات الخشنة ، كما سيتم تقييم مواد بناء الواجهات الخارجية شائعة الاستخدام من مدى تحقيقها للإستدامة و سيتطرق البحث إلى معرفة ما يلي :

١. أهداف عملية التصميم المعماري للواجهات الخارجية.
٢. تأثير مواد البناء علي الواجهات الخارجية.
٣. تقييم معايير الاستدامة لمواد بناء الواجهات الخارجية شائعة الاستخدام .
٤. دراسة مواد البناء الأكثر انتشارا وتأثيرا علي الواجهات الخارجية .

- **المصطلحات الدالة: Key Words**

(الواجهات الخارجية - مواد البناء - العملية التصميمية - مواد ذكية - معايير الاستدامة) .

١. مقدمة Introduction :

تعد مواد البناء أحد العناصر الهامة التي تؤثر علي التصميم المعماري في العصور المختلفة ، والتي لعبت هذا الدور الهام منذ نشأة الإنسان علي سطح الأرض و تدخل مواد البناء في تشكيل المبني بصفة عامة وبخاصة في تشطيب و تصميم الواجهات الخارجية بصفة خاصة و أيضاً في تكوين أنظمة المبني المختلفة من الأنظمة الإ نشائية التي تشكل الهيكل الأساسي للمبني ، وأيضا أنظمة " الواجهات الخارجية " والتي تحمي المبني من العوامل الخارجية ومدى تلائمها مع البيئة المنفذه فيها . (سيد مرعي ٢٠١٠ ، ص٥٦)

٢. تحديد المشكلة البحثية : منذ بداية النصف الثاني من القرن العشرين وحتى الآن ، حدثت تطورات هائلة ترتقي إلي مرتبة الطفرات في مجالات العمارة عموما وفي مجال مواد البناء علي وجه ا لتحديد حتى أن تطور مواد البناء في هذه الفترة الأخيرة من عمر التاريخ يكاد يفوق التطور الذي حدث منذ بدء الخليقة حتى النصف الأول من القرن العشرين.

ولقد واكبت الحضارة الغربية ذلك التطور وكانت هي المحرك الرئيسي له وانعكست بتطبيقاتها علي جميع المجالات وأحدثت تغير كبير في مجال العمارة علي وجهة الخصوص، فنجد أن تصميم الواجهات الخارجية يتأثر بالتقدم التكنولوجيا في مجال البناء و الذي جعل خيال المعماري ليس له حد أمام ما يمكن أن يتطور إليه واجهات المباني وخاصة مع وجود تلك الطفرة في مواد البناء .

الأمر الذي كان دافعا للبحث في التطرق الى دراسة إستخدام مواد البناء شائعة الإستخدام فى الواجهات الخارجية ، والوقوف علي كيفية أن تكون مناسبة للبيئة الخارجية و تحقيقها لمعايير الإستدامة ، **وبالتالي يمكن بلورة المشكلة البحثية فيما يلي:**

(تحديد تطور مواد البناء والوقوف علي تطورها ودراسة العلاقة المتبادلة بين ها وبين إستخدامها فى الواجهات الخارجية ذلك من خلال نظره عامة بهدف تحسين جوده تصميم الواجهات)

٣. الفرضية العلمية للبحث : إن الإطار الحاكم لنجاح العملية التصميمية هو أسلوب وطريقة دمج وتشغيل عناصر تصميم الواجهات مع مواد البناء وذلك لتحقيق كفاءة التصميم المقترح، سواء من حيث الكفاءة الوظيفية أو لإثراء القيمة الجمالية للواجهات أو تحقيق العامل الإقتصاد ي للتصميم أو مناسبتها للإستخدام و تحقيقها للإستدامة ،وبالتالي فإن تحليل مواد البناء المستخدمة في الواجهات الخارجية تعتبر أداه لزيادة كفاءة التصميم المعماري للواجهات الخارجية وبدراسة مواد البناء تثري الواجهات من الناحية التصميمية إضافة الى تحقيق أعلى معايير للإستدامة .

٤. تعريف الواجهات " Facade ": هي عبارة عن مصطلح معماري فرنسي يدل علي الواجهة الخارجية للمبني ولكنها تنطلق غالبا علي الواجهة الرئيسية . أو هي **الواجهة** بشكل عام أو جانب واحد من المبني وعادة تكون الواجهة الأساسية وهي كلمة تأتي من اللغة الفرنسية ومعناها حرفياً " واجهة " أو " واجهاً " ، ومعناها في الهندسة المعمارية واجهة مبني وغالبا ما تكون الأكثر أهمية من وجهة نظر المصمم كما أن الواجهة تكون المحدد الرئيسي لنغمة التصميم لبقية المبني و يوجد أيضا في بعض المناطق قوانين تحدد أنماط تصميم للواجهات الخارجية طبقا للتصميم الحضري للمنطقة. (ممدوح علي ٢٠٠٠ ، ص١٢) .

٥. تعريف مواد البناء : هي المواد التي يعتمد عليها المعماري في تجسيد مبانيه ، وتعد مواد البناء من العناصر الهامة المؤثرة علي النتاج المعماري للواجهات الخارجية في أي عصر من العصور ، ومع تطور إمكانيات مواد البناء التقليدية وزيادة المعرفة بخصائصها وإمكانيتها الإنشائية والمعمارية أدي ذلك إلي تطور الواجهات الخارجية. (مني محمد حسني ٢٠٠٦ ، ص٢٥)

٦. مفهوم الواجهات : وتنقسم إلي قسمين :

أولا : الواجهات الأساسية : وهي العنصر الحيوي في التعبير عن تشكيل واجهات المبا ني ، وتتسم بأنها تخدم الوظيفة الرئيسة في المبني ، كما تتوفر فيها الفتحات الأساسية الهامة في المبني والقابلة للتكرار وغالبا ما تكون الواجهة الرئيسية الواجهة المطلة علي المعالم والشوارع الرئيسية .

ثانيا : الواجهات الثانوية : وهي واجهات أقل أهمية من الواجهات الأساسية وتطل عليها فراغات داخلية مساعدة أو فراغات أقل أهمية من الفراغات الهامة . وغالبا ما تتسم فيها الفتحات بصغر مساحتها نسبيا عن الواجهة الأساسية.

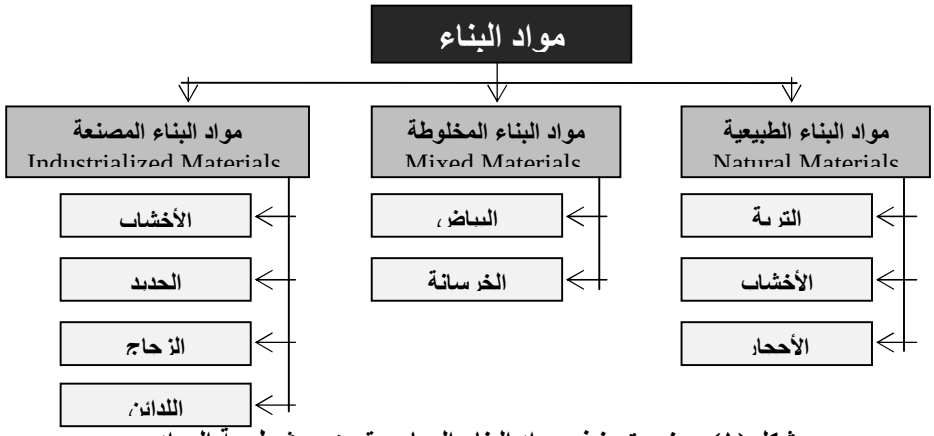
٧. أهداف عملية التصميم المعماري للواجهات الخارجية :

٧-١ :تحقيق الوظيفة : أول أهداف عملية التصميم المعماري هي أن يحقق شكل الواجهة الوظيفة المطلوبة منها كما يحقق غرض الإنتفاع من المبني ، ويقصد بالوظيفة هنا مفهومها .

٧-٢ :الناحية الجمالية : أن يكون التصميم المعماري للواجهة يهدف للوصول إلي قيمة جمالية لها تأثير حسي مباشر علي المتلقي وذلك يعتبر هدفاً أساسيا لكل المصممين ، ولا خلاف علي أن الجماليات هي الإطار الحاكم لتصميم الواجهات المعمارية .

٧-٣ :الرمزية : يرمز بالرمز العلامة الخاصة الدالة علي شئ ما قائم بذاته ، فتدل علي معني مقصود يفهم منها عن طريق الاصطلاحات فتمثله وتحل محله كما في الكتابة والرسوم الفنية. (جيهان أحمد ناجي ٢٠٠٢ ، ص٨٦)

٨. تأثير مواد البناء علي الواجهات الخارجية: تلعب مواد البناء دوًرا هًاما في تعبير المبني عن وظيفته وأسلوب إنشائه وموقعة بالإضافة إلي ما تحققه من إضفاء المتعة الجمالية علي التشكيل الخارجي والتنسيق الداخلي للمبني ، كما تعد مواد البناء ، والنظم الإنشائية وطرق التنفيذ أهم العناصر المؤثرة علي عملية التشكيل المعماري للمبني ، حيث تلعب مواد البناء الحديثة دورا كبيرًا في تحديد سمات الواجهات الخارجية للمبني (محمد إبراهيم محمد ٢٠٠٣ ، ص١٠) ، وفيما يلي عرض لتطور المواد المعمارية التي يعتمد عليها المع ماري في تشكيل وتجسيد مبانيه وسيتم الاقتصار علي المواد التي تتعلق بالواجهات الخارجية محل البحث والذى يحدده شكل (١).



شكل (١) يوضح تصنيف مواد البناء المعاصرة من حيث طبيعة المواد

ويمكن تصنيف المواد إلي :

٨-١ مواد طبيعية " Natural Materials " : وهي التي تعبر عن المواد التي تستخدم علي طبيعتها ولا يتدخل الإنسان ألا في تهذيبها أو معالجتها من مصادرها الطبيعية لتتحمل العوامل الجوية (سيد مرعي ٢٠١٠ ، ص٥٨) ، وتعد المواد الطبيعية من أكثر المواد ملائمة لما تحمله من خصائص طبيعية وما تنقله للغلاف الخارجي من جمال وإبهار الطبيعية وهي تنقسم إلي مواد طبيعية صخرية مثل الحجر والرخام ومواد طبيعية عضوية مثل الخشب . (هبة الله علي ٢٠٠٨ ، ص٢٦)

شكل (٢) نموذج لاستخدام الأحجار في الواجهات ,مبني سكني 1951 by E. Francis-Van Hummell Building, **المصدر www .modmidmod.com**

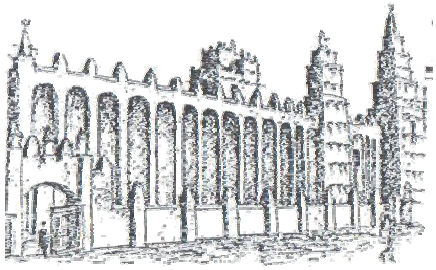
ويمكن تصنيف المواد إلي :

أ- **الأحجار" Stone " : تعتبر الأحجار من أقدم المواد التي** استخدمت في العمارة وهي توجد علي هيئات وأشكال متعددة وذلك مثل الأحجار اللينة والأحجار الصلبة كالبازلت والرخام والجرانيت ، وتوجد علي أشكال وألوان وخصائص متعددة ، وتستخدم في الأرضيات والحوائط والكسوات الخارجية " الواجهات "(سيد مرعي ٢٠١٠ ، ص٥٧). وتعتبر الحجر مادة مركبة تستطيع تحمل قوي الضغط الواقعة عليها إلا أنها ضعيفة في تحمل قوي الشد وهو ما يفسر إستخدامها في العناصر التي تتعرض إلي لقوي ضغط محورية

كالأعمدة والحوائط والتكوينات المركبة كالقباب ، ويضفي البناء بالحجر علي المباني صفة الكتلية والضخامة والإبهار. (محمد إبراهيم محمد ٢٠٠٣ ، ص١٢) وشكل (٢) يوضح أحد تلك المبانى .

ب- الخشب " Wood ": تعتبر الأخشاب من أقدم المواد التي عرفها الإنسان و يصنف إلي مجموعتين : الأخشاب اللينة " Softwood " والأخشاب الصلبة " Hardwood " قديما كان الخشب هو المادة الوحيدة للاستخدام الإنشائي ، وفي القرن العشرين تطورت صناعة الأخشاب ليتم التحكم التام في خصائصه من حيث مدي تحمله للحرارة أو الرطوبة أو العوامل المناخية المختلفة ، ،كما ظهرت الماكينات الحديثة التي تعمل علي تطويع الأخشاب وتحويلها من صورة إلي أخري لم تكن موجودة من قبل ، مما ساعد علي أنتاج أشكال مبتكرة لتغطية الأسقف والكسوات الخارجية. (F. Henley & H. Liddell 2000، Pg 222) ، وشكل (٣) يوضح أحد تلك المبانى

شكل (٣) مواد طبيعية عضوية - الخشب , ويعتد مثالا كلاسيكيا على العمارة الخضراء
Tjibaou Cultural , new Caledonia by By Renzo Piano , 1998.
المصدر www inhabitat.com



شكل (٤) يوضح البناء بالطين - مسجد نينو الكبير - مالي جائزة الأغاخان عام ١٩٨٣ ، المصدر: العمارة البيئية ص ١٥٧

ج - الطين " Clay ": يعد من أقدم مواد البناء التي عرفها الإنسان حيث إنتشر إستخدامه في الـ حضارات القديمة ، وقد أخذ أشكالًا مختلفة لكونه قابل للصب في أشكال مختلفة . وتتميز المباني الطينية بأنها ذات أمكانية للعزل الحرارة نهاراً ومن أ مثال ذلك مباني حضر موت في اليمن ، ولا زالت تستخدم هذه المادة وعلي نطاق أوسع نظرا لما تتمتع به من سهولة التشكيل وقد كان التقدم التكنولوجي له تأثير كبير لتحسين الخواص والأداء لهذه المادة. وشكل (٤) يوضح أحد تلك المبانى.

٢-٨ مواد مخلوطة " Mixed Materials ":

و هي مواد بناء جديدة تنتج من خلط عدد من المواد طبيعية أو المواد المصنعة بغرض الحصول علي مواد ذات خواص وتشكيل مختلف عن خواص وتشكيل المواد الأصلية ، وقد يضاف إليها مواد لاصقة بغرض إكسابها شكل وصفات جديدة.

أ- الخرسانة "Concrete":

هي عبارة عن خليط من مواد طبيعية من الرمل و كسر الحجر أو الزلط ومادة لاصقة كالأسمنت يضاف إليها الماء لتنتج في النهاية مادة لدنة بلاستيكية سهلة التشكيل ، وكان لإنتاج الخرسانة سابقة الإجهاد دور كبير في تطور طرق الإنشاء مما أعطي قدرات عالية في المنشات ذات البحور الواسعة ، والأشكال غير التقليدية الأنسابية والمنحنية التغطيات القشرية والمنحنية والمنطبقة والقباب والقبوات . (سيد مرعي ٢٠١٠ ، ص٥٧) ، وتعتبر من أكثر المواد تعبيراً عن الصراحة في المبني إضافة لما تمتاز به من تأثيرات ملمسيه. وشكل (٥) يوضح أحد تلك المبانى

شكل (٥) يوضح استخدام الخرسانة المسلحة كماد إنشائية بمركز التجارة العالمي نيويورك
المصدر www.inhabitat.com

شكل (٦) يوضح استخدام PCC - مبني مكتبي – مصنع كالاتر
المصدر www. blog.kmpfurniture .com

شكل (٧) يوضح استخدام GRC -فندق سوفيتل - نيوزلندا
المصدر: www.eboss.co.nzlibrary

شكل (٨) يوضح استخدام " GRP "في التشكيل بالطوب في الواجهات الخارجية
المصدر: www.all.biz.england

ب- التكسيات الخرسانية السابقة التجهيز الواجهات الخارجية "Precast Concrete Cladding":

بداية استخدام الخرسانة السابقة التجهيز أ واخر الخمسينات وأوائل الستينات حيث استخدمت كبانوهات حاملة وبانوهات كسوة للواجهات الخارجية غير الحاملة علي السواء وقد أتاحت تصنيع الخرسانة سابقة التجهيز التحكم في ملمس السطح الخارجي ما بين الخشونة والنعومة حسب التشكيل المطلوب في أطار الثورة الرقمية والاعتماد علي برمجيات الحاسب الآلي تلاشت عوائق استخدام الخرسانة وأصبح هناك حرية في التشكيل بها مهما ازدادت البحور مما أتيح حرية الإبداع للمعماري (عمرو عبد المنعم ٢٠٠٢ ، ص١٧٠) وشكل (٦٩ يوضح أحد المبانى

ج- الألواح الخرسانية المسلحة بالصوف الزجاجي : " Glass Fiber Reinforced Concrete - GRC "

تعتبر الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية مادة مركبة مكونة من الأسمنت والرمل والماء مضا فًا إليها ألياف زجاجية وهي العامل الأساسي في تكوين هذه المادة . كما تنتج علي هيئة ألواح رقيقة ، أو وحدات مفردة ويمكن تصنيع الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية بوحدات تشكيلية دقيقة متماثلة ويتم تركيبها بالطرق الميكانيكية حيث أنها تقبل التخريم والقطع والترميم وشكل (٧) يوضح أحد تلك المبانى

د - الإلواح الخرسانية المسلحة بالبولستر :
" Glass Reinforced Polyester - GRP "

يرجع استخدام GRP إلي منتصف عام ١٩٥٠ م ، ثم ظهرت ألواح الـ GRP المضغوطة والمقواة بخلفية من الخرسانة السابقة للتجهيز ، وتقوم الفكرة الأساسية لمادة GRP علي اتحاد مادة أليا ف لها قوة شد عالية معم مادة ذات أساس راتنجي للتماسك وإعطاء قوة الضغط للمنتج .

وتنتج علي عدة صور فمنها وحدات جاهزة " نماذج تشكيلية ثابتة " أو ألواح مختلفة السمك طبقا للاستخدام المطلوب والتي تستخدم في كسوة الواجهات الخارجية وتجليد الأعمدة أو قد تكون علي هيئة " Sandwich Panel" والتي تعمل علي زيادة كفاءة العزل الحراري للواجهات الخارجية أو في القواطيع الداخلية. (محمد إبراهيم محمد ٢٠٠٣ ، ص٤٣) ، وشكل (٨) يوضح أحد تلك المبانى

شكل (٩) يوضح إستخدام الخرسانة المنفذة للضوء
المصدر: www. gimagine.com

هـ - الخرسانة المنفذة للضوء "Light - Transmitting Concrete" :

في عام ٢٠٠١ م أبتكر المعماري المجري " Aron Losonczi " خلطة خرسانيه لها نسبة نفاذية للضوء هذه الخرسانة تعطي عند تمتم جفافها نفس الخصائص الميكانيكية للخرسانة العادية ، وتتكون هذه الخرسانة من نفس المواد المكونة للخلطة الخرسانية العادية بالإضافة إلي الألياف الزجاجية أو الألياف البلاستيكية وهي المادة التي تعطي نسبة نفاذية للضوء. (محمد عطية عطية ٢٠٠٩ ، ص٥٤) ، وشكل (٩) يوضح أحد تلك المبانى

٨-٣ مواد مصنعة " Industrialized Materials ":

تعبر عن مواد خام " عضوية " يتم تصنيعها ومعالجتها تحت ظروف معينة لينتج بها الشكل النهائي للمادة (هبة الله علي ٢٠٠٨ ، ص٢٦) وتكتسب المادة صلابتها وقوتها من خلال إضافة بعض المواد لتحسين خصائصها الإنشائية والجمالية ، وتعد المواد المعدنية والطوب والزجاج واللدائن والطوب الزجاجي والحراريات والأخشاب والنحاس والبرونز والتيتانيوم من أشهر المواد المصنعة وأهمها .

أ- المعادن " Metal ": استخدمت المواد المعدنية في المنشات مع بداية القرن التاسع عشر وتطورت في فترة الثورة الصناعية وأصبحت تستخدم كمواد إنشائية بصورة وأقتصر إستخدام المواد المعدنية في تلك الفترة ومع تطور تكنولوجيا مواد

البناء وظ هور المواد المعدنية الجديدة ظهرت الشبكات المعدنية بأشكالها المختلفة في معالجات الغلاف الخارجي (عمرو عبد المنعم ٢٠٠٢ ، ص١٧٠) والمعادن تتميز بأنها من أكثر المواد صلابة ومتانة وتكتسب شيئا من صلابته وقوته من خلال إضافة بعض المواد لتحسين خواصه .

ب- الحديد الصلب " Steel ": قد كان التوسع في أنتاج الحديد هو السبب الرئيسي في قيام الثورة الصناعية في أوروبا وإستخدامه في مجال البناء ظل محدودا حتى تطورت طرق وأساليب التصنيع ، هو عبارة عن إحتواء مادة الحديد علي نسبة من الكربون وعن طريق زيادة هذه النسبة أو نقصها تتغير خصائص الحديد من الصلابة إلي اللدونه ، إلي جانب أنه يكتسب صفات أخري متعددة بعد إضافة بعض المعادن الأخرى إليه . في القرن العشرين تم التوسع في المباني الهيكلية الحديدية حتى وصلت إلي رتفاعات شاهقة كما في أمريكا وأوروبا كما في "Hearst tower" في نيويورك ، (سيد مرعي ٢٠١٠ ، ص٦٤) ، وشكل (١٠) يوضح أحد تلك المبانى

و مع التطور الكبير في البرمجيات حدثت طفرة كبيرة في تصنيع الحديد وتمثلت في برنامج " Catia " في تنفيذ التشكيلات المعقدة وكذلك كيفية تحويل هذه التشكيلات إلي قطاعات يمكن تصنيعها مسبقاً. (عمرو عبد المنعم ٢٠٠٢ ، ص١٧٠) ، قد تجسد ذلك في الحديد غير القابل للصدأ "Stainless Steel" الذي يستخدم في أعمال التشطيبات والتكسيات للغلاف الخارجي ، وما زالت تلك المادة من أكثر مواد التكسيات شيوعا ، إلي جانب أنه يظهر بصورة جذابة ويقبل التشكيل بأي شكل في خيال المصمم . (سيد مرعي ٢٠١٠ ، ص٦٤) ، وشكل (١١) يوضح أحد المبانى .

شكل (١٠) يوضح استخدام الإمكانيات الهائلة للحديد لإنشاء ناطحة السحاب والحصول علي أداة جديدة في تصميم الغلاف الخارجي مبنى "Hearst Tower" مدينة نيويورك -المصمم نورمان فوستر
المصدر: www. arcspace.com

شكل (١١) يوضح استخدام الأستالس ستيل في الغلاف الخارجي ، متحف توبمان للفنون - ولاية فرجينيا ،
المصدر: www. arcspace.com

شكل (١٢) استخدام الألومنيوم في تشكيل الواجهات الخارجية متحف توبمان للفنون - فرجينيا
المصدر: www. arcspace.com

ج- الألومونيوم " Aluminum ":

يعتبر الألومنيوم من المواد الخفيفة التي إستخدامها المعماريون بكثرة في هذه الفترة نظرا لخفه وزنه ومقاومته للعوامل الجوية واللدونه العالية التي تجعله سهل التشكيل. (محمد عطية عطية ٢٠٠٩ ، ص٥٥) ، ويتميز بأنه معدن خفيف الوزن يصنع ويسحب إلي قطاعات مختلفة بأسماك مختلفة وبألوان مختلفة متحملة للعوامل الجوية ويمكن تشكيلة بأشكال مختلفة علي حسب متطلبات المصمم سواء مستطيل أو دائري أو مربع ، ويمكن تشكيلة علي شكل ألواح مستوية لتكسيات الواجهات الخارجية ، و شكل (١٢) يوضح أحد المبانى .

د- النحاس والبرونز " Bronze & Copper ":

النحاس مادة معدنية تلي الحديد في الأهمية ، ويتميز النحاس بقابليه للتشكيل ، وبإتحاد النحاس مع الزنك يتحول إلي نحاس أصفر ، وعندما يضاف إلي القصدير يصبح برونز ، والنحا س مادة شائع الاستخدام معماريًا وهي مادة معدنية غنية بالاحتمالات اللونية ، كما يتميز بأنة مادة سهلة التشكيل . وتعدد استخدامات النحاس كمادة البنا ء وتستخدم بصورة خاصة في تكسيات الحوائط الخارجية ، كما يعتبر البرونز أطول عمرًا وأكثر تحملًا من النحاس للعوامل الـ جوية ، وهو أمكن استخدامه علي هيئة بانوهات أو قوائم في الحوائط الستائرية. (محمد إبراهيم محمد ٢٠٠٣ ، ص١٥) ، و شكل (١٣) يوضح أحد المبانى .

شكل (١٣) يوضح إستخدام النحاس كمادة تشطيب في الواجهات الخارجية - المتحف الحربي الكندي
المصدر: www. publichistorycommons.org

شكل (١٤) يوضح استخدام مادة الطوب ككسوه للواجهات الخارجيه - المتحف سان فرانسيسكو - ماريويوتا ، المصدر: www. commons.wikimedia.org

شكل (١٥) يوضح استخدام الحوائط الستائرية في تكوين الواجهات الخارجية- Torre_agbar building - أسبانيا المصدر: www. arcspace.com

هـ- الطوب "Brick ":

يعتبر قالب الطوب هو أقدم ابتكار حضاري في عملية البناء بحيث يتم تركيبها في وا جهات المباني المقابلة للشمس وذلك لما فيه من مقاومة شديدة للحرارة . وقد حدثت تطورات كبيرة في صناعة الطوب أدت إلي تغير شكله ومقاييسه وألوانه وملمسه ، ومع مرور الوقت أصبح الطوب ذو أشكال هندسية دقيقة الأبعاد والأشكال واللون ، وظهرت أنواع مختلفة من الطوب ، كما تميز الطوب باستخداماته المتعددة ، وقد أدي التطور في أساليب ومواد الإنشاء إلي التوسع
في إ ستخدام الطوب وأصبح استخدامه ليس مجرد مادة بنائية إنشائية ولكن
كأداة لتحقيق العديد من التصميمات والمعالجات والأعمال الديكورية في الواجهات .
وشكل (١٤) يوضح أحد المبانى .

شكل (١٦) يوضح استخدام السيراميك في الواجهة - متحف الأطفال بمدينة بروكلين الأمريكية المصدر: www. arcspace.com

و - الزجاج "Glass " :

يعتبر الزجاج من المواد الصناعية ذات التركيب البلوري الضعيف الذي يسمح للضوء باختراقه وهو من المواد المصنعة الناتجة عن خلط وتصنيع السيليكا " الكوارتز" مع بعض العناصر الأخرى تحت درجات الحرارة العالية ، وأصبح الزجاج بإمكانيات التصنيع المعاصرة وقد أدي التطور التكنولوجي إلي إمكانية استخدام الألواح الكبيرة من الزجاج الشفاف أو العاكس تمامًا ليصبح علامة مميزة للفراغات الخارجية والداخلية (سيد مرعي ٢٠١٠ ، ص٧٢). كما إن تدخل

شكل (١٧) يوضح استخدام اللدائن في المنشات المنفوخة - معرض فوجي باليابان

الثورة الرقمية في تطوير الزجاج ليصبح من مواد التقنية المتقدمة فأصبح الزجاج الآن من المواد الذكية مثل " Chromogenic Glass " والذي يحول من صفاته طبقا لاحتياجات المبني إلي كونه متعدد الخواص البصرية ، كما ظهرت أنظمة وأنواع الزجاج المتقدمة "Advanced Glazing System Techniques"

ز- الحراريات والسيراميكات " Ceramics ":

يتميز السيراميك بخواص متعددة منها قوة التحمل ، المتانة والصلابة ، خمود التفاعل الكيميائي وانعدام المسامية وقلة أضراره ومرونة التشكيل والاستخدام في تصنيع منتجات متعددة الأغراض والمواصفات (محمد إبراهيم محمد ٢٠٠٣ ، ص٣٤) كما استخدمت أنواع مختلفة من الحراريات المصنوعة من أنواع مختلفة من الطين المحروق ، والتي تنتمي إلي السيرميكات فمنها البلاطات الأرضية ، وقد تنوعت هذه البلاطات السيراميكيه المزججة في الملمس بين الخشن الآمن للسير عليه وبين الناعم المصقول ، كما تطورت المقاسات لتصل أطوالها في بعض الأحيان إلي متر وعرضها إلي أجزاء من المتر بسمك يصل إلي ١٠ ملليمترات هذا بخلاف البلاطات الزخرفية المتداخلة. وشكل (١٦) يوضح أحد المباني

ح- اللدائن " Polymers ":

تعرف اللدائن علي أنها فصيلة واسعة ومتنوعة من المواد ويتكون عنصرها الأساسي من مادة " راتنج " التي تكون جامدة في حالتها النهائية وطرية في بعض مراحل صناعتها (سيد مرعي ٢٠١٠ ، ص٧٥) ، ولعل من أكثر مميزات اللدائن أنها تتمتع بمدي واسع من الخواص ، وتعد اللدائن من المواد المنفذة للضوء حيث أنها في حالتها العادية شفافة ولكنها تتحول إلي معتمة عند إضافة مواد أخري ، ، كما أنها رديئة التوصيل الحراري كما أنها ليس لها خاصية لونية محددة ولكن يمكن تلوينها باستخدام مواد وصبغات لونية جديدة ومختلفة

وشكل (١٧) يوضح أحد المباني

شكل (١٨) يوضح استخدام الواح البلاستيك المعرج في تغطية نصف مبني " Lanan Dance Center "المعماري " Rem Koolhaas "- لندن
المصدر: www. architecture.com

ط - البلاستيك " Plastic ":

يتميز البلاستيك بسهولة التشكيل وخفة الوزن وقوة التحمل والتكلفة ، وفي عام ١٩٩٢ م أستخدم المعماري " Rem Koolhaas " الواح البلاستيك المعرج في تغطية نصف مبني " Lanan Dance Center " في لندن مستخدمين الألواح الشفافة والملونة ، والبلاستيك يتم تصنيعه من تحويل بعض المواد الطبيعية أو بعض المواد والمشتقات البترولية والغاز الطبيعي وبعض المواد الكيميائية الأساسية كالكربون والأوكسجين والنيتروجين والكبريت .وشكل (١٨) يوضح أحد المباني

شكل (١٩) يوضح استخدام مادة التيتانيوم في الواجهات الخارجية - ملعب مركز شينينج الرياضي الأوليمبي - الصين - المصدر: www. ar.beijing2008.cn

ي- التيتانيوم " Titanium ":

التيتانيوم من العناصر خفيفة الوزن وقد بدأ تصنيعه في فترة الخمسينات من القرن العشرين وسرعان ما بدأ في الظهور كمادة جديدة تستخدم في معالجة الفراغات والتكوينات المعمارية نظرا لما تتميز به من لون فضي لامع وسهولة التشكيل وقد أستخدمه المعماريون في صورة سبائك التيتانيوم ، كما يتميز بالمتانة العالية ويستخدم في أعمال التكسيات الخارجية ويعطي أحساس بالعصرية وقد ارتبطت بالبيئة الصناعية وحياة المدنية فهي متعد دة التركيبات والتشكيلات للعناصر الإنشائية المختلفة لكنه عالي التكلفة وهو لا يستخدم إلا في المشاريع ذات التكلفة المرتفعة . (عمرو عبد المنعم ٢٠٠٢ ، ص١٧٣) وشكل (١٩) يوضح أحد المباني

ك - الأغشية " Membrane ":

الأغشية عبارة عن أنسجة رقيقة لها قابلية للشد والتشكيل الحر في تغطية الفراغات ذات البحور الواسعة ونقل الأحمال الي نقاط الارتكاز الرئيسة كما أنها تتميز بقابلية تحمل ضغط الهواء . وتتكون الأغشية من شبكة نسيجية رقيقة تختلف في طريقة التصنيع والنسيج من نوع إلي أخر كما تغطي هذه الأنسجة من الوجهين بطبقتين من المواد المصنعة للربط بين الأنسجة الرئيسية للغشاء ولحمايته من الرطوبة والإشعاعات والحرائق والفطريات كما تساعد علي أعطاء اللون النهائي المطلوب وتحافظ علي العمر الافتراضي لها . وشكل (٢٠) يوضح أحد المباني

شكل (٢٠) يوضح استخدام الاغشية - المعرض الوطني لجناح اليابان أكسبو ٢٠٠٠ – المصدر: www. people.bath.ac.uk

ل - الزنك " Zinc ":

يستخدم الزنك في صورة ألواح رقيقة مضاف إليها نسبة من التيتانيوم أو الكوبر لإعطائه درجة من اللمعان وتعتبر ألواح الزنك من المواد المعدنية المقامة للصدأ أو التآكل أو الأكسدة كما يتميز بسهولة التشكيل كما ان سطحه يعطي لون طبيعي فضي مائل للزرقة لامع ويتميز بقلة تكلفته مقارنة بمواد التكسيات الأخرى (محمد عطية عطية ٢٠٠٩ ، ص٣٩) وشكل (٢١) يوضح أحد المبانى

من التيتانيوم في تكسيه الواجهات "متحف الفن الحدي
- فنلندا المصدر: www. rockwool.se

٨-٤ المواد ذكية "Smart Material ":

وهي المواد التي لديها القدرة علي تغير المظهر واللون باستخدام أجهزة أحساس ووسائل تشغيل آلية ومحولات طاقة ورقائق المعالجات ، وتنقسم إلي مواد تغير خصائصها " Property Changing " مثل اللون أو الحالة ، ومواد تتبادل الطاقة " Energy Exchanging " . (هبة الله علي ٢٠٠٨ ، ص٢٦) ، كما تعتمد المواد الذكية علي مبدأ الاقتباس من الطبيعية البيولوجية للإنسان ، أنه م ا خاصيتان متكاملتان ، وقد تم نوعية جديدة من مواد البناء والتي سميت جميع أنحاء المبني بشكل يمكن تلقائية ، فتلك المواد لها المقدرة علي بالمتغيرات والمؤثرات الـ طبيعية أو والتفاعل معها من خلال مجموعه من لتتحكم في صفاتها حيث

شكل (٢٢) مواد ذكـية- المعهد العربي بباريس - معماري Jean Nouvel - 1987 المصدر www.bluffton.edu

١. المقدرة علي الإحساس بالطاقة .
٢. سهلة الفك والتركيب والإحلال والتبديل
٣. خفيفة الوزن ولها قدرة فائقة علي الاحتمال بخلاف قدرتها علي الالتئام .
٤. القدرة علي التحول وفًقا لملائمة البيئة المحيطة وظروفها. (عمرو عبد المنعم ٢٠٠٢ ، ص١٧٥) وشكل (٢٢) يوضح أحد المبانى

فالإنسان يتصف بالحياة والعقل حيث استغلال هاتي ن الخاصيتين لابتكار بالذكية حيث توزع الأعصاب في الاستجابة للمتغيرات الخارجية بصورة التقييم والإصلاح الذاتي والإحساس غير الطبيعية وتتم الاستجابة للمتغيرات المجسات Sensors خلال المادة تتصف:

٩- تقييم مواد بناء الواجهات الخارجية شائعة الإستخدام ومدى تحقيقها للإستدامة:

تعرض الدراسة في هذا الجزء إلي توضيح مدي تحقيق بعض مواد البناء شائعة الاستخدام لمعايير الاستدامة بالاستفادة من الخصائص الطبيعية وتصنيف مواد البناء واستخداماتها المختلفة ، وذلك من خلال جداول مقارنة لمجموعة من الخصائص والتي يمكن توضيحها في النقاط التالية :

١. وصف مادة البناء ، توضيح ما هي مادة البناء وأهميتها .
٢. خصائص مادة البناء والتي تؤثر علي أستخدمها في والتي تشمل (الطبيعية والميكانيكية والحرارية وقوة التحمل) .
٣. تصنيف مواد البناء بتوضيح ما إذا كانت من المواد الطبيعية أو المخلوطة أو المصنعة .
٤. تحقيق مادة البناء لخصائص الاستدامة ، وتوضح مدي تحقيق مواد البناء لخصائص الاستدامة من كفاءة المصادر وجودة البيئة الداخلية ومعايير الكفاءة بإظهار درجة تأثير تلك الخصائص علي مادة البناء .

تتضمن مواد البناء التي سيتم دراستها في هذا الجزء أهم المواد شيوعا في الا ستخدام والتي تتدخل في الواجهات الخارجية والتي تشمل كلاً من " الأخشاب الطبيعية - الخرسانة المسلحة - الحديد الصلب - الألومونيوم - اللدائن - الزجاج " (سيد مرعي ٢٠١٠ ، ص١٠٧) مع ذكر بعض التطبيقات الهامة لكل منها :

جدول (١) خصائص مادة الأخشاب كمادة بناء مستدامة
٩-١ دراسة خصائص مادة الأخشاب كمادة بناء مستدامة

وصف مادة البناء	- تعد الأخشاب مادة بناء هامة جدا لما تتمتع به من خصائص جيدة وكونها مادة بناء طبيعية متجددة وعالية المتانة لذا تتعدد استخداماتها في أنشاء المباني كعناصر إنشائية في تنفيذ الأعمدة والكمرا ت والأسقف وعناصر إنشائية كالقواطع الداخلية والحوائط الستائرية الخارجية ، وفي الأغلفة الخارجية من البانوهات الإنشائية وغيرها . (نادية محمد ثابت ٢٠٠٤ ، ص٢٢٥)	 شكل (٢٤) الأخشاب من المواد الطبيعية العضوية
خصائص مادة البناء	**الخصائص الطبيعية**	تتراوح كثافة الأخشاب الطبيعية بين ٤٠٠ - ٧٠٠ كجم / م٢ تزداد صلابة الأخشاب كلما ازدادت كثافتها وذلك في مستوي رطوبة منخفض
	الخصائص الميكانيكية	تزيد مقاومة الشد للأخشاب في اتجاه الألياف ٢٠ مرة في الاتجاه العمودي وتبلغ قوي الشد ٣ أضعاف مقاومة الشد لنفس الاتجاه ، كما تعد الأخشاب من أكثر مواد البناء مرونة
	الخصائص الحرارية	الأخشاب ضعيفة التوصيل الحراري وتتميز بمقاومتها العالية نسبيا للحرارة كما أن الأخشاب من المواد القابلة للاحتراق وذات معدل احتراقي سريع.
	خصائص قوة التحمل	معامل التمدد الحراري متوسط نسبيا كما تتغير أطوال الاواح نتيجة التعرض للرطوبة .

مدي تحقيق الأخشاب لمعايير الاستدامة

كفاءة المصدر									**البيئة الداخلية**		معايير الكفاءة				
			الطاقة المندمجة				معامل المتانة								
المواد الطبيعية	منع التلوث	تقليل المخلفات	محتوي معاد التدوير	منخفضة	متوسطة	عالية	المواد المحلية	منخفضة	متوسطة	عالية	السمية	الصيانة	أعادة الاستخدام	قابلية التدوير	التحلل	كفاءة الطاقة	الحفاظ علي المياه
●	●	●	●		■		●			■	○	○	●	●	●	●	●

■ عنصر التقييم المختار ● تأثير قوي ○ تأثير ضعيف ○ تأثير سلبي

جدول (٢) خصائص مادة الحديد الصلب كمادة بناء مستدامة

٢-٩ دراسة خصائص الحديد الصلب كمادة بناء مستدامة

وصف مادة البناء

- يعد الحديد الصلب من أكثر مواد البناء شيوعا في الاستخدام لما يتمتع به من قوة وصلابة ومتانة وتحمل لدرجات الحرارة العالية وسهولة في التشكيل والإنتاج بأشكال ومقاسات متعددة ويتميز بقابلية عالية للتدوير وإعادة الاستخدام ، كما يستخدم في تكوين الهياكل الإنشائية في المباني ويستخدم أيضاً في الكسوات الخارجية وفي تشكيل الحوائط الستائرية الزجاجية وغيرها.(سيد مرعي ٢٠١٠ ، ص١١٢)

شكل (٢٥) الهيكل الإنشائي من قطاعات الحديد الصلب
المصدر : www. howberypark.com، Red Kite House -USA

خصائص مادة البناء

الخصائص الطبيعية	تبلغ كثافة الحديد الصلب ٨٠٠٠ كجم / م^{3} وهي أعلي مواد البناء كثافة ، يتميزبأعلى معدلات صلابة.
الخصائص الميكانيكية	- تتنوع مقاومة الشد لسبائك الحديد الصلب المختلفة بين ٤١٠ - ٥٦٠ نيوتن مم^{2} . - الحديد الصلب من أكثر مواد البناء قوة وصلابة وقدرة علي تحمل قوي الشد والضغط .
الخصائص الحرارية	-.الحديد الصلب مثل باقي المعادن جيدة للتوصيل الحراري وتتحمل الحرارة العالية . - تحتاج العناصر الإنشائية الي حمايتها من الحرائق باستخدام الطرق الهندسية .
خصائص قوة التحمل	- معامل التمدد الحراري للحديد قليل نسبيا بالمقارنة بالالومنيوم علي سبيل المثال - تتحمل قطاعات الحديد الصلب العوامل الجوية ويمكن معالجة سطحها ضد الصدأ .

مدي تحقيق الحديد الصلب لمعايير الاستدامة

كفاءة المصدر										البيئة الداخلية		معايير الكفاءة				
المواد	منع التلوث	تقليل	محتوي	الطاقة المندمجة: منخفضة	الطاقة المندمجة: متوسطة	الطاقة المندمجة: عالية	المواد المحلية	معامل المتانة: منخفضة	معامل المتانة: متوسطة	معامل المتانة: عالية	السمية	الصيانة	أعادة الإستخدام	قابلية التدوير	التحلل	كفاءة الطاقة	الحفاظ علي
○	○	○	○			□	○			□	○	○	○	○	○	○	○

□ عنصر التقييم المختار ○ تأثير قوي ○ تأثير ضعيف ○ تأثير سلبي

جدول (٣) خصائص مادة الألومنيوم كمادة بناء مستدامة

٩-٣ دراسة خصائص الألومنيوم كمادة بناء مستدامة

وصف مادة البناء	يعد الألومنيوم من المواد التي تستخدم في تشكيل العناصر الإنشائية ، حيث يتميز بـ القوة والمتانة وخفة الوزن ومقاومة الاحتكاك ومعامل إنعكاس عالي ،و يستخدم الألومنيوم في تشكيل الأسقف المستوية والقباب والقبوا ت وكعنصر غير إنشائي في تكوين الحوائط الستائرية والأسقف المعلقة والكسوات الخارجية والكاسرات الشمسية وأجهزة التظليل وغيرها.	شكل (٢٦) استخدام بانوهات الألومنيوم في كسوة الواجهات الخارجية المصدر : www. dezeen.com
خصائص مادة البناء	**الخصائص الطبيعية**	- يعد أكثر المعادن خفة في الوزن وتصل كثافته إلي ٢٧٠٠ كجم / م^3 ، وله معامل متانة عالي جدا .
	الخصائص الميكانيكية	- يتراوح مقاومته لقوي الشد بين ٧٠ - ١٤٠ نيوتن / مم^2 وتصل مقاومتها في بعض السبائك إلي ٣٤٥ نيوتن / مم^2 وهي مقاومة عالية مقارنة بوزنه ، معامل المرونة ٣/١ معامل الحديد للصلب .
	الخصائص الحرارية	-. جيدة للتوصيل الحراري وتتحمل الحرارة العالية ، تحتاج العناصر الإنشائية للحماية من الحرائق .
	خصائص قوة التحمل	- معامل التمدد الحراري للألومونيوم عالي يتطلب مراعاة تفاصيل التنفيذ . - يتميز بمقاومة عالية للصدأ والتآكل وتتطلب معالجة الأسطح بالطلاء والأكسدة .

مدي تحقيق الألومنيوم لمعايير الاستدامة

كفاءة المصدر											البيئة الداخلية		معايير الكفاءة				
				الطاقة المندمجة				معامل المتانة									
المواد الطبيعية	منع التلوث	تقليل المخلفات	محتوي معاد التدوير	منخفضة	متوسطة	عالية	المواد المحلية	منخفضة	متوسطة	عالية	السمية	الصيانة	أعادة الاستخدام	قابلية التدوير	التحلل	كفاءة الطاقة	الحفاظ علي المياه
●	○	○	●			■	○			■	○	○	●	●	◯	◯	○

■ عنصر التقييم المختار ● تأثير قوي ◯ تأثير ضعيف ○ تأثير سلبي

جدول (٤) خصائص مادة اللدائن كمادة بناء مستدامة

٩-٤ دراسة خصائص اللدائن كمادة بناء مستدامة

وصف مادة البناء	تستخدم اللدائن ومركباتها في الأغراض الإنشائية والأغلفة الخارجية ، ولها خصائص مختلفة وغالبا ما تنتج أسطح منحنية والتي تأتي بأشكال جديدة وتتميز بسهولة التشكيل وتعتمد صلابة المادة علي شكلها ونوع البوليمر المستخدم ، وتستخدم في تغطية الأسقف با ستخدام الأغشية المشدودة ، كما تستخدمَ أيضا في أعمال الكسوة الخارجية وأغراض العزل الحراري.	شكل (٢٧) تغطية الملاعب بالأغشية المنفوخة من اللدائن المصدر : www.specialtyfabricsreview.com
خصائص مادة البناء	**الخصائص الطبيعية**	- تتميز بوزن خفيف نسبياً وبكثافة بين ٩٤٠ - ١٢٢٠ كجم / م^3 ، تزداد الصلابة كلما ازدادت الكثافة .
	الخصائص الميكانيكية	- تتميز اللدائن بخصائص جيدة لمقاومة الشد بالنسبة لوزنها ، كما أنها لا تتحمل قوي الضغط.
	الخصائص الحرارية	-.تتميز برداءة التوصيل الحراري وهي مادة عزل حراري جيدة جميع أنواع اللدائن قابلة للاحتراق .
	خصائص قوة التحمل	- معامل التمدد الحراري للدائن كبيرو تحتاج إلي تصميم تفاصيل التنفيذ بعناية ، تتميز بمقاومة للرطوبة لكنها تتغير بفعل العوامل الجوية .

مدي تحقيق اللدائن لمعايير الاستدامة

كفاءة المصدر												البيئة الداخلية		معايير الكفاءة				
المواد	منع التلوث	تقليل	مخلوي معاد التدوير	الطاقة المندمجة			المواد المحلية	معامل المتانة			السمية	الصيانة	أعادة	قابلية التدوير	التحلل	كفاءة الطاقة	الحفاظ علي
				منخفضة	متوسطة	عالية		منخفضة	متوسطة	عالية							
●	○	●	●	■			●			■	○	○	○	●	○	●	●

■ عنصر التقييم المختار ● تأثير قوي ○ تأثير ضعيف ○ تأثير سلبي

جدول (٥) خصائص مادة الزجاج كمادة بناء مستدامة

٥-٩ دراسة خصائص الزجاج كمادة بناء مستدامة

وصف مادة البناء

- يعتبر الزجاج من مواد البناء المصنعة من مواد طبيعية وفي رة باستخدام درجات الحرارة العالية ويتميز بالشفافية العالية وخفة الوزن وسهولة التشكيل ، وتكمن أهمية الزجاج في المباني المعاصرة ، كما أمكن التحكم في العديد من صفات الزجاج وإنتاج أنواع مختلفة تتباين في الخصائص ومنها الطوب الزجاجي وألواح الزجاج الإنشائي وغيرها ، وتتعدد استخدامات الزجاج لتشكل الأغلفة الخارجية والنوافذ .(سيد مرعي ٢٠١٠ ، ص١١٨)

شكل (٢٨) توظيف الزجاج المزدوج في الواجهات الخارجية Swiss re building - London -
المصدر : www. ming3d.com

خصائص مادة البناء

الخصائص الطبيعية	- تبلغ كثافة الزجاج ٢٤٠٠ كجم / م^{٣} وهي مادة بناء خفيفة نسبيا .
الخصائص الميكانيكية	- يتحمل بعض أنواع الزجاج لقوي الضغط وخاصة في الزجاج المسلح والإنشائي . - الزجاج ماده غير مرنة قابلة للكسر ولا تتحمل قوي الشد .
الخصائص الحرارية	- معامل التوصيل الحراري لها ضعيف بينما يحدث الفقد والاكتساب بخاصية التوصيل الحراري لها وقد أمكن التغلب عليها بالأغلفة الزجاجية المزدوجة.
خصائص قوة التحمل	- الزجاج مادة مقاومة للعوامل الجوية إلا أنها قابلة للكسر .

مدي تحقيق الزجاج لمعايير الاستدامة

كفاءة المصدر												البيئة الداخلية		معايير الكفاءة				
المواد الطبيعية الوفيرة	منع التلوث	تقليل المخلفات	مخلوي معاد التدوير	الطاقة المندمجة			المواد المحلية	معامل المتانة			السمية	الصيانة	أعادة الاستخدام	قابلية التدوير	التحلل	كفاءة الطاقة	الحفاظ علي
				منخفضة	متوسطة	عالية		منخفضة	متوسطة	عالية							
●	○	●	●	■			●			■	○	○	●	●	●	○	○

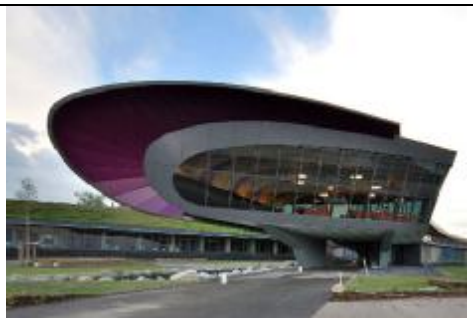
■ عنصر التقييم المختار ● تأثير قوي ○ تأثير ضعيف ○ تأثير سلبي

١٠- مقارنة بين مواد البناء شائعة الإستخدام ومدي تأثيرها علي الواجهات الخارجية :

ومن خلال ما سبق يمكن تحديد مواد بعض مواد البناء شائعة الإستخدام فى الواجهات الخارجية و تحديد توصيف مختصر لكل مادة مع التوضيح بأمثلة من مبانى منفذه وهذا ما يتضح بالجدول رقم (٦) و الذى يوضح مقارنة بين مواد البناء الأكثر انتشارا وتأثيرا علي الواجهات الخارجية .

جدول (٦) مقارنة بين مواد البناء الأكثر انتشارا وتأثيرا علي الواجهات الخارجية

مادة البناء		
الأخشاب	- أن استخدام ا لأخشاب قديما كان بشكل قليل يكاد يكون معدوما في الواجهات الخارجية أما في العصر الحديث وخاصًا بعد معالجة الأخشاب بالماك ينات الحديثة التي تعمل علي تطويع الأخشاب وتحويلها من صورة طبيعية إلي صورة أخري يمكن أن يطلق عليها مادة مصنعة وبالتالي نجد استخدام الأخشاب بصورة كبيرة في الواجهات الخارجية .	 شكل (٢٩) مبنيTjibaou Cultural مستخدم مادة الأخشاب
الخرسانة المسلحة	- تعتبر الـ خرسانة مادة البناء الأولي وصورة التقدم الإنساني في العصر الحديث كما أن أنتاج الخرسانة سابقة الإجهاد لها دور كبير في تطور الوجهات الخارجية وابتكار الأشكال غير التقليدية الأنسابية والمنحنية التغطيات القشرية والمنحنية " Shells " والمنطبقة " Folded " والقباب والقبوات ، كما تعد الخرسانة من مواد البناء واسعة الاستخدام في الأغلفة الخارجية من البانوهات الإنشائية ويمكن استخدامها دون تشطيب أو بتشطيب لتحقيق الأهداف الجمالية للواجهات الخارجية .	 شكل (٣٠) مبني متحف جوجنهايم مستخدم مادة الخرسانة المسلحة
الحديد الصلب	- يعد من أكثر مواد البناء شيوعا في الاستخدام لما يتمتع به من خصائص القوة والصلابة والمتانة وسهولة في التشكيل و يستخدم أيضاً في الكسوات الخارجية وفي تشكيل الحوائط الستائرية ، ولقد أنتشر استعمال الحديد الصلب الذي لا يصدأ في اتجاهات العمارة التقنية " Hi-Tech " المعبرة عن تكنولوجيا العصر في تشكيل الواجهات الخارجية للمباني . (سيد مرعي ٢٠١٠ ، ص٦٤) كما فتحت تطبيقات الحاسب الآلي كمردود ايجابي للثورة الرقمية أفاقا جديدة في استخدام الحديد الصلب ، فمع التطور الكبير في البرمجيات حدثت طفرة كبيرة تصميم الواجهات الخارجية(ع مرو عبد المنعم ٢٠٠٢ ، ص١٧٠).	 شكل (٣١) مبنيRed Kite House - مستخدم مادة الحديد الصلب

الألومنيوم	يعتبر من المواد الخفيفة التي استخدمت بكثرة في هذه الفترة نظرا لخفه وزنه ومقاومته للعوامل الجوية واللدونه العالية التي تجعله سهل التشكيل وهو موصل جيد للكهرباء ويتميز بالأسطح الطبيعية العاكسة للحرارة وطول العمر الافتراضي، ويمكن تشكيلة بأشكال مختلفة سواء مستطيل أو دائري أو مربع ، ويمكن تشكيلة علي شكل ألواح مستوية لتكسيات الحوائط الخارجية " الواجهات "	 شكل (٣٢) نموذج مبني مستخدم مادة الألومنيوم
اللدائن	تعد من الـ مواد المصنعة والتي أنتجت في القرن العشرين وترجع خواصها إلي محتواها الراتنجي القابل للتشكيل و يمكن إضافة عناصر متعددة إليها للحصول علي ملمس بحيث تحاكي شكل وملمس الأخشاب أو الأحجار أو الطوب والصخور مما يؤثر علي الواجهات الخارجية و يمكن تلوينها باستخدام مواد وصبغات لونية جديدة ومختلفة بالإضافة إلي أن اتحاد بعض المواد مع اللدائن ينتج مواد مختلفة مما يجعلها مادة ثرية يمكن استخدامها في الواجهات .	 شكل (٣٣) نموذج مبني مستخدم مادة اللدائن
الزجاج	وقد أدي التطور التكنولوجي إلي إمكانية استخدام الألواح الكبيرة من الزجاج الشفاف أو العاكس تمامًا ليصبح علامة مميزة للفراغات الخارجية ولمعالجة الواجهات ، كما تعد أكثر خصائص الزجاج وضوحًا تفاوت نفاذي ته للضوء من الزجاج الشفاف إلي نصف الشفاف حتى المعتم بدرجاته و يوجد بعض الصور الأخرى مثل بلاطات الطوب الزجاجي التي تستخدم في الحوائط ليصبح من مواد التقنية المتقدمة كما أصبح الزجاج الآن من المواد الذكية بعد أن تدخل الثورة الرقمية في تطوير الزجاج والذي يحول من صفاته طبقا لاحتياجات التصميم .	 شكل (٣٤) مبنيTorre_agbar building مستخدم مادة الزجاج

١٠- النتائج :

١- تطور إمكانيات مواد البناء التقليدية وزيادة المعرفة بخصائصها وإمكانيتها الإنشائية والمعمارية ذلك بجانب العوامل المؤثرة الأخرى كالعوامل السياسية والاجتماعية والاقتصادية أدت إلي تطور الواجهات الخارجية .

٢- تعتبر مواد البناء مؤثر ظاهر له أهميته علي مستوي الاتزان الإدراكي كالنسب والأ داء الإنشائي والملمس حيث يستخدم شكل المواد ونسبها في خدمة الحركة " مواد رشيقة كالحديد أو مواد تفاعلية كالمواد الذكية " ، كما يتصل تأثير المواد مباشرة بديناميكية النظام الإنشائي فكلما استخدمت مواد مرنة خفيفة زادت مرونة التشكيل وزاد الارتباط ر بين عناصر المبني المختلفة .

٣- لم تتوقف الثورة التكنولوجيا الرقمية عند تغيير خواص بعض المواد لتصبح مواد أساسية بل الأكثر هو ابتكار المواد الجديدة المصنعة وتعد مواد البناء المحاكية للطبيعية من أهم إبداعات الثورة الرقمية ، حيث خضعت هذه العملية الي تشكيل المواد عن طريق التحكم الميكني بالحاسب الآلي .

٤- تعتمد المواد الذكية علي مبدأ الاقتباس من الطبيعية البيولوجية للإنسان ، فالإنسان يتصف بالحياة والعقل حيث أنها خاصيتان متكاملتان ، وقد تم استغلال هاتان الخاصيتين لابتكار نوعية جديدة من مواد البناء والتي سميت بالذكية حيث توزع الأعصاب في جميع أنحاء المبني بشكل يمكن الاستجابة للمتغيرات الخارجية بصورة تلقائية ، فتلك المواد لها المقدرة علي التقييم والإصلاح .

٥- تدخل مواد البناء في تشكيل المبني بصفة عامة والواجهات الخارجية بصفة خاصة و أيضاً في تكوين أنظمة المبني المختلفة من أنظمة إنشائية التي تشكل الهيكل الأساسي للمبني ، و أنظمة الغلاف الخارجي " **الواجهات الخارجية** " والتي تحمي المبني من العوامل الخارجية ، وأنظمة الخدمات المختلفة والأنظمة الداخلية .

١١- التوصيات :

١. يجب علي المصمم التدقيق في إختيار المواد المستخدمة في الواجهات الخارجية مما يحقق الإنسجام فيما بينها ويضفي التوازن والجمال الهادئ على تكوين الواجهة ، كما أن استعمال مواد قليلة جدا في الواجهة قد يقلل من تأثيرها ويجعلها سلبية كما أن الإفراط في استعمال المواد بدرجة كبيرة قد يكون منفراً ويميل بالواجهة إلى الابتذال.

٢. إستخدام مواد البناء الحديثة له دورًا كبيرًا في تحديد سمات الواجهة الخارجية للمباني ومادة الخرسانة من أكثر المواد تعبيراً عن الصراحة الإنشائية في الواجهات الخارجية .

٣. إختلاف المواد المستخدمة في الواجهة ينتج عن إختلاف في تصميم الواجهات مع المحافظة علي شكل الكتل الخارجية .

٤. يجب أن تـ توافر في إختيار مواد البناء المستخدمة في الواجهات الخارجية (سهولة الصيانة - مقاومة الحريق - مقاومة إختراق الرطوبة - المتانة - الحفاظ علي البيئة - سرعة وجودة التشطيب - الحفاظ علي كفاءة الطاقة) .

المراجع :

- **الرسائل العلمية باللغة العربية :**

١. عمرو عبد المنعم جيره ، **تقييم الأداء الحراري للمباني التعليمية في مصر** ، رسالة ماجستير ، جامعة عين شمس ، ٢٠٠٢.

٢. هبة الله علي سلامة ، **الحركة في العمارة المعاصرة** ، رسالة ماجستير ، جامعة عين شمس ، ٢٠٠٨

٣. محمد إبراهيم محمد عبد الهادي ، **أثر التكنولوجيا علي التشكيل المعماري " دراسة تحليلية علي العمارة في الربع الأخير من القرن العشرين "** ، رسالة ماجستير ، جامعة عين شمس .

٤. سيد مرعي منصور علي ، **نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء كمدخل لتحقيق العمارة المستدامة في مصر** ، رسالة ماجستير ، جامعة المطرية ، ٢٠١٠.

٥. مني محمد حسني عجور ، **منهجية تصميم الواجهات والآلات الحاكمة** ، رسالة دكتوراه ، جامعة حلوان ، ٢٠٠٦

٦. جيهان أحمد ناجي ، **تأثير المعالجات التشكيلية للفراغ المعماري للإنسان** ، رسالة ماجستير ، جامعة عين شمس ، ٢٠٠٢.

٧. F. Henley & H. Liddell , Trans " **The Ecology of building materials** " Oxford : Architectural press 2000,Pg 222

٨. محمد عطية عطية ، **تأثير نظم ومواد الإنشاء الحديثة علي تطوير تصميم الفراغ** ، رسالة ماجستير ، جامعة عين شمس ، ٢٠٠٩ .

- **الأبحاث والمقالات والدوريات العلمية :**

١. ممدوح علي يوسف ، واجهات المباني - مفاهيم ومفردات وتشكيل ، المؤتمر المعماري الدولي الرابع عشر العمارة والعمران علي مشارف الألفية الثالثة ، ٢٠٠٠ .

٢.نادية محمد ثابت ، **دور التقنيات الحديثة في تحقيق استدامة مواد البناء الطبيعية (الأخشاب - الأحجار)** ، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثامن ، ٢٠٠٤.

- **مواقع شبكة المعلومات الدولية (الانترنت) :**

- -www .modmidmod.com
- - www.gimagine.com
- -www. arcspace.com
- -www. commons.wikimedia.org
- -www.designbuybuild.co.uk
- -www.archrecord.construction.com
- - www. blog.kmpfurniture.com
- - www.eboss.co.nzlibrary.com
- - www.publichistorycommons.org
- -www.archdaily.com
- -www.archdaily.com
- -www. architecture.com
- -www. architecture.com
- -www london-architecture.info