رصد تغير أنواع مواد البناء وتحليل خصائصها الرئيسية وأثره على تصميم واجهات وأغلفة المباني

دكتور/ مجدي محمد قاسم*، دكتور/ محمد محمد عبد الحميد**، مهندس/ أحمد ماهر إبراهيم فوده***

ملخص

يعتبر اختيار مواد البناء هو المكمل لعملية التصميم المعماري وذلك لان اللغة الخاصة بالمادة جزء من الشكل المعماري واندماجهما معاً "Material & Forum" بحيث يحققان هدفاً منشودا، 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 البناء وتطور استخدامها، وتعتبر 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، وأيضا 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 وسيتطرق البحث إلى معرفة ما يلى:

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 على التصميم المعماري في العصور المختلفة، والتي لعبت هذا الدور الهام منذ نشأة الإنسان على سطح الأرض وتدخل مواد البناء في تشكيل المبني بصفة عامة وبخاصة في تشطيب وتصميم الواجهات الخارجية بصفة خاصة، أيضاً في تكوين أنظمة المبني المختلفة من الأنظمة الإنشائية التي تشكل الهيكل الأساسي للمبني، أيضا 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 إلى مرتبة الطفرات في مجالات العمارة عموما وفي مجال مواد البناء على وجه التحديد 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

*أستاذ العمارة المساعد بكلية الهندسة جامعة الأزهر

**مدرس العمارة بكلية الهندسة جامعة الأزهر

*** باحث بقسم العمارة بكلية الهندسة – جامعة الأزهر

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 وتحقيقها لمعايير الإستدامة، وبالتالي يمكن بلورة المشكلة البحثية فيما يلى (تحديد تطور مواد البناء والوقوف علي خصائصها ودراسة العلاقة المتبادلة بينها 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 الإقتصادي للتصميم أو مناسبتها للإستخدام وتحقيقها 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 "Façade"

هي عبارة عن مصطلح معماري فرنسي يدل على 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 فى الهندسة المعمارية واجهة مبنى وغالبا ما تكون الأكثر أهمية من وجهة نظر المصمم كما أن الواجهة تكون المحدد الرئيسي لنغمة التصميم لبقية المبني ويوجد 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 على النتاج المعماري للواجهات الخارجية في أي عصر من العصور، ومع تطور إمكانيات مواد البناء التقليدية وزيادة المعرفة بخصائصها وإمكانيتها الإنشائية والمعمارية أدى ذلك إلى تطورالواجهات الخارجية، (منى محمد حسني ٢٠٠٦، ص ٢٥).

٦- مفهوم الواجهات وتنقسم إلى قسمين:

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

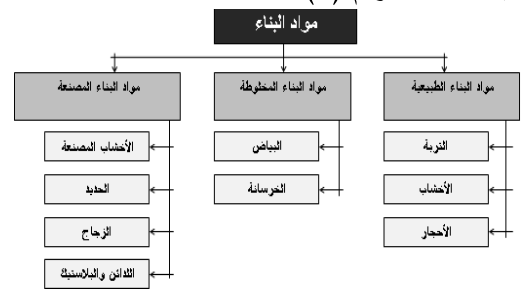
٧-٢- الناحية الجمالية أن يكون التصميم المعماري للواجهة يهدف للوصول إلي قيمة جمالية لها تأثير حسي مباشر علي المتلقي وذلك يعتبر هدفاً أساسيا لكل المصممين، ولا خلاف علي أن الجماليات هي الإطار الحاكم لتصميم الواجهات المعمارية.

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 فى الكتابة والرسوم الفنية. (جيهان أحمد ناجي ٢٠٠٢ ، ص٨٦).

٨- تأثير مواد البناء علي الواجهات الخارجية

تلعب مواد البناء دوراً هاماً 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 كبيراً في تحديد سمات الواجهات الخارجية للمبني (محمد إبراهيم محمد ٢٠٠٣،ص ١٠)، وفيما يلي عرض لتطور المواد المعمارية التي يعتمد عليها المعماري في تشكيل وتجسيد مبانيه وسيتم الاقتصار على المواد التي تتعلق بالواجهات الخارجية محل البحث الذى يحدده شكل رقم (١).



شكل رقم ١- تصنيف مواد البناء المعاصرة من حيث طبيعة المواد

ويمكن تصنيف المواد إلى:

٨-١- مواد طبيعية "Natural Materials" وهي التي تعبر عن المواد التي تستخدم على 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 إلى مواد طبيعية صخرية مثل الحجر والرخام ومواد طبيعية عضوية مثل الخشب (هبة الله علي ٢٠٠٨، ص٢٦)، ويمكن تصنيف المواد إلى:

أ- الأحجار "Stone" تعتبرالأحجار من أقدم المواد التي استخدمت في العمارة وهي توجد على هيئات وأشكال متعددة وذلك مثل الأحجار اللينة والأحجارالصلبة كالبازلت والرخام والجرانيت، وتوجد على أشكال وألوان وخصائص متعددة، وتستخدم في الأرضيات والحوائط والكسوات الخارجية "الواجهات" (سيد مرعي ٢٠١٠، ص٥٧) ويعتبر الحجر مادة مركبة تستطيع تحمل قوى الضغط الواقعة عليها إلا أنها ضعيفة في تحمل قوى الشد وهو ما يفسر إستخدامها في العناصر التي تتعرض لقوى ضغط محورية كالأعمدة والحوائط والتكوينات المركبة كالقباب، ويضفي البناء بالحجرعلى المباني صفة الكتلية والضخامة والإبهار (محمد إبراهيم محمد٢٠٠٣، ص١٢) وشكل رقم(٢) يوضح أحد تلك المباني.

شكل رقم ٢- نموذج لاستخدام الأحجار في الواجهات، مبنى سكني Van Hummell Building,- 1951 by E. Francis

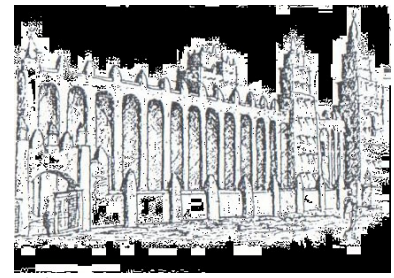
المصدر www .modmidmod.com

ب- الخشب Wood تعتبر الأخشاب من أقدم المواد التي عرفها الإنسان ويصنف إلى 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 مدى تحمله للحرارة أو الرطوبة أو العوامل المناخية المختلفة، كما ظهرت الماكينات الحديثة التي تعمل علي تطويع الأخشاب وتحويلها من صورة إلي أخرى لم تكن موجودة من قبل، مما ساعد على أنتاج أشكال مبتكرة لتغطية الأسقف والكسوات الخارجية (F. Henley & H. Liddell 2000, Pg 222)، شكل رقم (٣) يوضح أحد تلك المباني.

شكل رقم ٣ - مواد طبيعية عضوية - الخشب، ويعتد مثالا كلاسيكيا على العمارة الخضراء.Tjibaou Cultural, New Caledonia by Renzo Piano, 1998

المصدر www inhabitat.com

ج - الطين "Clay" يعد من أقدم مواد البناء التي عرفها الإنسان حيث إنتشر إستخدامه في الحضارات القديمة، وقد أخذ أشكالاً مختلفة لكونه قابل للصب في أشكال مختلفة .وتتميز المباني الطينية بأنها ذات أمكانية للعزل الحرارة نهاراً ومن أمثال 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 رقم (٤) يوضح أحد تلك المباني.



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

٨-٢ مواد مخلوطة "Mixed Materials"

هي مواد بناء جديدة تنتج من خلط عدد من المواد طبيعية أو المواد المصنعة بغرض الحصول على 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 وكسر 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 أعطى قدرات عالية في المنشآت ذات البحور الواسعة والأشكال غيرالتقليدية الأنسابية والمنحنية التغطيات القشرية والمنحنية والمنطبقة والقباب والقبوات (سيد مرعي ٢٠١٠ ، ص٥٧)، وتعتبر من أكثر المواد تعبيراً عن الصراحة في المبنى إضافة لما تمتاز به من تأثيرات ملمسيه وشكل رقم (٥) يوضح أحد تلك المبانى.

شكل رقم ٥ - يوضح استخدام الخرسانة المسلحة كمادة إنشائية مركز التجارة العالمي نيو جيرسي – كالاترافا المصدر www. blog.kmpfurniture .com

ب- التكسيات الخرسانية السابقة التجهيز الواجهات الخارجية Precast Concrete Cladding

بداية استخدام الخرسانة السابقة التجهيز أواخر الخمسينات وأوائل الستينات حيث استخدمت كبانوهات حاملة وبانوهات كسوة للواجهات الخارجية غير الحاملة على السواء وقد أتاحت تصنيع الخرسانة سابقة التجهيز التحكم في ملمس السطح الخارجي ما بين الخشونة والنعومة حسب التشكيل المطلوب في أطار الثورة الرقمية والاعتماد على برمجيات الحاسب الآلي تلاشت عوائق استخدام الخرسانة وأصبح هناك حرية في التشكيل بها مهما ازدادت البحور مما أتيح حرية الإبداع للمعماري(عمرو عبد المنعم٢٠٠٢، ص١٧٠) وشكل رقم (٦) يوضح أحد المبانى.

شكل رقم ٦- يوضح استخدام PCC – مبنى مكتبي – للمعماري وليام موشو المصدر www. modmidmod .com

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

تعتبر الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية مادة مركبة مكونة من الأسمنت والرمل والماء مضافاً إليها ألياف زجاجية وهي العامل الأساسي في تكوين هذه المادة، كما تنتج على 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 رقم (٧) يوضح أحد تلك المبانى.

شكل رقم٧- يوضح استخدام GRC – فندق سوفيتل – نيوزلندا المصدر: www.eboss.co.nzlibrary

د – الألواح الخرسانية المسلحة بالبولستر
Glass Reinforced Polyester - GRP

يرجع استخدام GRP إلى منتصف عام ١٩٥٠م، ثم ظهرت ألواح الـ GRP المضغوطة والمقواة بخلفية من الخرسانة السابقة للتجهيز، وتقوم الفكرة الأساسية لمادة GRP

على اتحاد مادة ألياف لها قوة شد عالية مع مادة ذات أساس راتنجي للتماسك وإعطاء قوة الضغط للمنتج، وتنتج على 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 على هيئة "Sandwich Panel" والتى تعمل على زيادة كفاءة العزل الحراري للواجهات الخارجية أو فى القواطيع الداخلية (محمد إبراهيم محمد ٢٠٠٣، ص٤٣)، وشكل رقم (٨) يوضح أحد تلك المبانى.

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

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 إلى الألياف الزجاجية أو الألياف البلاستيكية وهي المادة التي تعطي نسبة نفاذية للضوء، (محمد عطية عطية ٢٠٠٩، ص٥٤)، وشكل رقم (٩) يوضح أحد تلك المبانى.

شكل رقم ٩- يوضح إستخدام الخرسانة المنفذة للضوء المصدر: www. gimagine.com

٨-٣- مواد مصنعة Industrialized Materials

تعبر عن مواد خام "عضوية" يتم تصنيعها ومعالجتها تحت ظروف معينة لينتج بها الشكل النهائي للمادة (هبة الله على ٢٠٠٨ ، ص٢٦) وتكتسب المادة صلابتها وقوتها من خلال إضافة بعض المواد لتحسين خصائصها الإنشائية والجمالية، تعد 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 وظهور 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

كان التوسع في أنتاج الحديد هو السبب الرئيسي في قيام الثورة الصناعية في أوروبا وإستخدامه في مجال البناء ظل محدوداً حتى تطورت طرق وأساليب التصنيع، وهو عبارة عن إحتواء مادة الحديد على نسبة من الكربون وعن طريق زيادة هذه النسبة أو نقصها تتغير خصائص الحديد من الصلابة إلى اللدونه، إلى جانب أنه يكتسب صفات أخرى متعددة بعد إضافة بعض المعادن الأخرى إليه، في القرن العشرين تم التوسع في المباني الهيكلية الحديدية حتى وصلت إلى رتفاعات شاهقة كما في أمريكا وأوروبا كما في"Hearst tower" في نيويورك، (سيد مرعي ٢٠١٠، ص ٦٤)، وشكل رقم (١٠) يوضح أحد تلك المبانى.

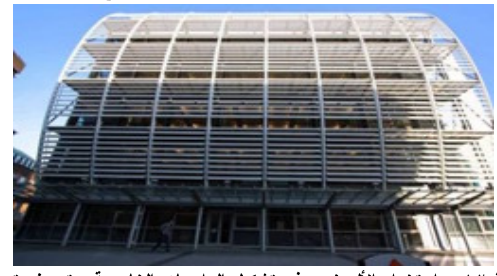
ومع التطور الكبير في البرمجيات حدثت طفرة كبيرة في تصنيع الحديد وتمثلت في برنامج "Catia" في تنفيذ التشكيلات المعقدة وكذلك كيفية تحويل هذه التشكيلات إلى قطاعات يمكن تصنيعها مسبقاً، (عمروعبد المنعم٢٠٠٢، ص١٧٠)، وقد تجسد ذلك في الحديد غير القابل للصدأ "Stainless Steel" الذي يستخدم في أعمال التشطيبات والتكسيات للغلاف الخارجي، وما زالت تلك المادة من أكثر مواد التكسيات شيوعا، إلى جانب أنه يظهر بصورة جذابة ويقبل التشكيل بأي شكل في خيال المصمم، (سيد مرعي ٢٠١٠، ص٦٤)، وشكل رقم (١١) يوضح أحد المبانى.

شكل رقم١٠- يوضح استخدام الإمكانيات الهائلة للحديد لإنشاء ناطحات السحاب والحصول علي أداة جديدة في تصميم الغلاف الخارجي مبنى "Hearst Tower" مدينة نيويورك – المصمم نورمان فوستر المصدر: www. arcspace.com

شكل رقم ١١- يوضح استخدام الأستالس ستيل في الغلاف الخارجي ، متحف توبمان للفنون – ولاية 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 إلى قطاعات بأسماك وألوان مختلفة متحملة للعوامل الجوية ويمكن تشكيلة بأشكال مختلفة على حسب متطلبات المصمم سواء مستطيل أو دائري أو مربع، ويمكن تشكيلة على شكل ألواح مستوية لتكسيات الواجهات الخارجية، وشكل رقم (١٢) يوضح أحد المبانى.



شكل رقم١٢- استخدام الألومنيوم في تشكيل الواجهات الخارجية متحف توبمان للفنون – فرجينيا – المصدر: www. arcspace.com

د- النحاس والبرونز Bronze & Copper

النحاس مادة معدنية تلي الحديد في الأهمية، ويتميز النحاس بقابلية التشكيل، وبإتحاد النحاس مع الزنك يتحول إلى نحاس أصفر، وعندما يضاف إلى القصدير يصبح برونز، والنحاس مادة شائعة الاستخدام معمارياً وهي مادة معدنية غنية بالاحتمالات اللونية، كما يتميز بأنه مادة سهلة التشكيل، وتعدد استخدامات النحاس كمادة البناء وتستخدم بصورة خاصة في تكسيات الحوائط الخارجية، كما يعتبر البرونز أطول عمراً وأكثر تحملاً من النحاس للعوامل الجوية، وأمكن استخدامه على هيئة بانوهات أو قوائم في الحوائط الستائرية (محمد إبراهيم محمد ٢٠٠٣، ص١٥) وشكل رقم (١٣) يوضح أحد المبانى.

شكل رقم١٣- إستخدام النحاس كمادة تشطيب في الواجهات الخارجية – المتحف الحربي الكندي، المصدر:www. publichistorycommons.org

هـ- الطوب Brick

يعتبر قالب الطوب هو أقدم ابتكار حضاري في عملية البناء بحيث يتم تركيبها في واجهات 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 إستخدام الطوب وأصبح استخدامه ليس مجرد مادة بنائية إنشائية ولكن كأداة لتحقيق العديد من التصميمات والمعالجات وأعمال الديكور في الواجهات وشكل رقم (١٤) يوضح أحد المبانى.

شكل رقم ١٤- يوضح استخدام مادة الطوب ككسوه للواجهات الخارجية – المتحف سان فرانسيسكو - ماريويوتا، المصدر:
www. commons.wikimedia.org

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 تماماً ليصبح علامة مميزة للفراغات الخارجية والداخلية (سيد مرعي ٢٠١٠، ص٧٢). كما إن تدخل 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 إلى كونه متعدد الخواص البصرية، كما ظهرت أنظمة وأنواع الزجاج المتقدمة "Advanced Glazing System Techniques"

شكل رقم ١٥– يوضح استخدام الحوائط الستائرية في تكوين الواجهات الخارجية– Torre_agbar building – أسبانيا، المصدر: www. arcspace.com

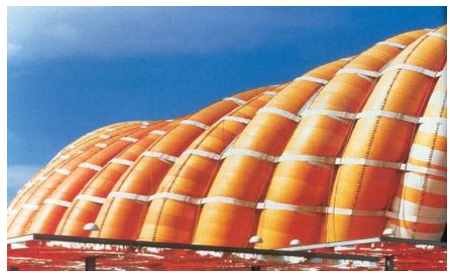
ز– الحراريات والسيراميكات Ceramics

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 إلى 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 إلى متر وعرضها إلى أجزاء من المتر بسمك يصل إلى ١٠ ملليمترات هذا بخلاف البلاطات الزخرفية المتداخلة وشكل رقم (١٦) يوضح أحد المبانى.

شكل رقم١٦– يوضح استخدام السيراميك في الواجهات الخارجية – مبني المكتبة المركزية ليفربول – انجلترا، المصدر: www. designbuybuild.co.uk

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 إلى معتمة عند إضافة مواد أخرى، كما أنها رديئة التوصيل الحراري كما أنها ليس لها خاصية لونية محددة ولكن يمكن تلوينها باستخدام مواد وصبغات لونية جديدة ومختلفة وشكل رقم (١٧) يوضح أحد المبانى.



شكل رقم ١٧– يوضح استخدام اللدائن في المنشات المنفوخة، معرض فوجي باليابان المصدر: www. tensinet.com

ط – البلاستيك Plastic

يتميز البلاستيك بسهولة التشكيل وخفة الوزن وقوة التحمل والتكلفة، وفي عام ١٩٩٢م أستخدم المعمارى "Rem Koolhaas" الواح البلاستيك المعرج في تغطية نصف مبنى "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 رقم (١٨) يوضح أحد المبانى.

شكل رقم١٨– يوضح استخدام الواح البلاستيك المعرج في تغطية نصف مبنـي " Lanan Dance Center "المعماري " Rem Koolhaas "– لندن
المصدر: www. architecture.com

ي– التيتانيوم Titanium

التيتانيوم من العناصر خفيفة الوزن وقد بدأ تصنيعه في فترة الخمسينات من القرن العشرين وسرعان ما بـدأ فـي الظهور كمادة جديـدة تسـتخدم فـي معالجـة الفراغـات والتكوينات المعمارية نظرا لما تتميز به من لـون فضـي لامع وسهولة التشكيل وقد أستخدمه المعماريون في صورة سبائك التيتانيوم، كما يتميز بالمتانة العالية ويسـتخدم فـي أعمال التكسيات الخارجية ويعطي أحساس بالعصرية وقـد ارتبطت بالبيئة الصناعية وحيـاة المدنيـة فهـي متعـددة التركيبات والتشكيلات للعناصرالإنشائية المختلفة لكنه عالي التكلفة وهو لا يسـتخدم إلا فـي المشـاريع ذات التكلفـة المرتفعة (عمرو عبد المنعم٢٠٠٢، ص١٧٣) وشكل رقـم (١٩) يوضح أحد المباني.

شكل رقم١٩– يوضح استخدام مادة التيتانيوم في الواجهات الخارجية – ملعب مركـز شينينج الرياضي الأوليمبي – الصين – المصدر: www. ar.beijing2008.cn

ك – الأغشية Membrane

الأغشية عبارة عن أنسجة رقيقـة لهـا قابليـة للشـد والتشكيل الحر في تغطية الفراغات ذات البحور الواسـعة ونقل الأحمال الى نقاط الارتكاز الرئيسة كما أنهـا تتميـز بقابلية تحمل ضغط الهواء، وتتكون الأغشـية مـن شـبكة نسيجية رقيقة تختلف في طريقة التصنيع والنسيج من نـوع إلي أخر كما تغطي هذه الأنسجة من الوجهين بطبقتين مـن المواد المصنعة للربط بـين الأنسـجة الرئيسـية للغشـاء ولحمايته من الرطوبة والإشعاعات والحرائق والفطريـات كما تساعد علي أعطاء اللون النهائي المطلوب وتحافظ على العمرالافتراضي لها وشكل رقم٢٠ يوضح أحد المباني.

شكل رقم٢٠– يوضح استخدام الاغشية – المعرض الـوطني لجنـاح اليابـان 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 وتعتبـر ألواح الزنك من المواد المعدنية المقامة للصدأ أو التآكـل أو الأكسدة كما يتميز بسهولة التشكيل كما ان سـطحه يعطـي لون طبيعي فضي مائل للزرقة لامع ويتميز بقلـة تكلفتـه مقارنة بمواد التكسيات الأخرى (محمـد عطيـة عطيـة ٢٠٠٩، ص٣٩) وشكل (٢١) يوضح أحد المباني.

شكل رقم ٢١– يوضح استخدام الزنك مع نسب مختلفة من التيتانيوم في تكسـيه الواجهات متحف الفن الحديث – فنلندا، المصدر: www. rockwool.se

٨–٤ المواد الذكية Smart Material

وهي المواد التي لديها القدرة على تغير المظهر واللون باستخدام أجهزة أحساس ووسائل تشغيل آليـة ومحـولات طاقة ورقائق المعالجات، وتنقسم إلى مواد تغير خصائصها "Property Changing" مثل اللون أو الحالة، ومواد تتبادل الطاقة "Energy Exchanging"، (هبة الله علي ٢٠٠٨، ص٢٦) كمـا تعتمد المواد الذكية على مبـدأ الاقتبـاس مـن الطبيعيـة البيولوجية للإنسان، فالإنسان يتصف بالحياة والعقل حيـث أنهما خاصيتان متكاملتان، وقد تم استغلال هاتين الخاصيتين لابتكار نوعية جديدة من مواد البناء التي سـميت بالذكيـة حيث توزع الأعصاب في جميع أنحاء المبنى بشكل يمكـن الاستجابة للمتغيرات الخارجية بصورة تلقائية، فتلك المـواد لها المقدرة على التقيـيم والإصـلاح الـذاتي والإحسـاس

بالمتغيرات والمؤثرات الطبيعية أو غير الطبيعية وتتم الاستجابة للمتغيرات والتفاعل معها من خلال مجموعه من المجسات "Sensors" خلال المادة لتتحكم في صفاتها حيث تتصف:

ا- المقدرة على الإحساس بالطاقة.

ب- سهلة الفك والتركيب والإحلال والتبديل.

ج- خفيفة الوزن ولها قدرة فائقة على الاحتمال بخلاف قدرتها على الالتئام.

د- القدرة على التحول وفقاً لملائمة البيئة المحيطة وظروفها (عمرو عبد المنعم٢٠٠٢، ص١٧٥) وشكل رقم (٢٢) يوضح أحد المبانى.

شكل رقم٢٢- مواد ذكية- المعهد العربي بباريس – معماري Jean Nouvel 1987 - المصدر www.bluffton.edu

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

تعرض الدراسة في هذا الجزء إلى توضيح مدى 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 على 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 مدى 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 الاستخدام 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 رقم 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 والكمرات والأسقف وعناصر إنشائية كالقواطع الداخلية والحوائط الستائرية الخارجية ، وفي الأغلفة الخارجية من البانوهات الإنشائية وغيرها . (نادية محمد ثابت ٢٠٠٤ ، ص٢٢٥)	شكل رقم 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 .

مدى تحقيق الأخشاب لمعايير الاستدامة

كفاءة المصدر																					
المواد الطبيعية	منع التلوث	تقليل المخلفات		محتوي معاد التدوير		الطاقة المندمجة			المواد المحلية	معامل المتانة			البيئة الداخلية		معايير الكفاءة					
						منخفضة	متوسطة	عالية		منخفضة	متوسطة	عالية	السمية	الصيانة	أعادة الاستخدام	قابلية التدوير	التحلل	كفاءة الطاقة	الحفاظ على المياه
عنصر التقييم المختار																					
تأثير قوى																					
تأثير ضعيف																					
تأثير سلبى																					

جدول رقم 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 رقم ٢٥- الهيكل الإنشائي من قطاعات الحديد الصلب

المصدر: Red Kite House - USA - www. howberypark.com

خصائص مادة البناء

الخصائص الطبيعية	تبلغ كثافة الحديد الصلب ٨٠٠٠ كجم / م٣ وهي أعلي مواد البناء كثافة، يتميزبأعلى معدلات صلابة.
الخصائص الميكانيكية	- تتنوع مقاومة الشد لسبائك الحديد الصلب المختلفة بين ٤١٠ - ٥٦٠ نيوتن مم٢ . - 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.

مدى تحقيق الأخشاب لمعايير الاستدامة

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

□ عنصر التقييم المختار ● تأثير قوى □ تأثير ضعيف ○ تأثير سلبى

جدول رقم ٣- خصائص مادة الألومنيوم كمادة بناء مستدامة

٣-٩ دراسة خصائص الألومنيوم كمادة بناء مستدامة

وصف مادة البناء

يعد الألومنيوم من المواد التي تستخدم في تشكيل العناصر الإنشائية، حيث يتميز بالقوة والمتانة وخفة الوزن ومقاومة الاحتكاك ومعامل إنعكاس عالي، و يستخدم الألومنيوم في تشكيل الأسقف المستوية والقباب والقبوات وكعنصرغيرإنشائي في تكوين الحوائط الستائرية والأسقف المعلقة والكسوات الخارجية والكاسرات الشمسية وأجهزة التظليل وغيرها.

شكل رقم٢٦- 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 / م٢، وله معامل متانة عالي جدا.
الخصائص الميكانيكية	- يتراوح مقاومته لقوي الشد بين ٧٠ - ١٤٠ نيوتن / مم٢ وتصل مقاومتها في بعض السبائك إلي ٣٤٥ نيوتن / مم ٢ 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.

مدى تحقيق الأخشاب لمعايير الاستدامة

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

□ عنصر التقييم المختار ● تأثير قوى ○ تأثير ضعيف ○ تأثير سلبى

جدول رقم ٤– خصائص مادة اللدائن كمادة بناء مستدامة

٤-٩ دراسة خصائص مادة الأخشاب كمادة بناء مستدامة

وصف مادة البناء	تستخدم اللدائن ومركباتها في الأغـراض الإنشـائية والأغلفة الخارجية، ولها خصائص مختلفة وغالبا ما تنتج أسطح منحنية والتي تأتي بأشكال جديدة وتتميز بسهولة التشكيل وتعتمد صلابة المادة علـي شـكلها ونوع البوليمر المستخدم، وتسـتخدم فـي تغطيـة الأسقف باستخدام الأغشية المشدودة، كما تسـتخدم أيضاً في أعمال الكسوة الخارجية وأغـراض العـزل الحراري.

شكل رقم 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 / م٣ ، 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 الأخشاب لمعايير الاستدامة

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

□ عنصر التقييم المختار ○ تأثير قوى ○ تأثير ضعيف ○ تأثير سلبى

جدول رقم ٥– خصائص مادة الزجاج كمادة بناء مستدامة

٥-٩ دراسة خصائص الزجاج كمادة بناء مستدامة

وصف مادة البناء	– يعتبر الزجاج من مواد البناء المصـنعة مـن مواد طبيعية وفيرة باستخدام درجـات الحـرارة العالية ويتميز بالشفافية العالية وخفـة الـوزن وسهولة التشكيل، وتكمن أهمية الزجـاج فـي المباني المعاصرة، كما أمكن التحكم في العديـد من صفات الزجاج وإنتاج أنواع مختلفة تتبـاين في الخصائص ومنها الطوب الزجاجي وألـواح الزجاج الإنشائي وغيرها، وتتعـدد اسـتخدامات الزجاج لتشكل الأغلفة الخارجية والنوافذ .(سيد مرعي ٢٠١٠ ، ص١١٨)

شكل رقم 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 / م٣ 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 الأخشاب لمعايير الاستدامة

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

□ عنصر التقييم المختار ○ تأثير قوى ○ تأثير ضعيف ○ تأثير سلبى

١٠– مقارنة بين مواد البناء شائعة الإستخدام ومدي تأثيرها على الواجهات الخارجية

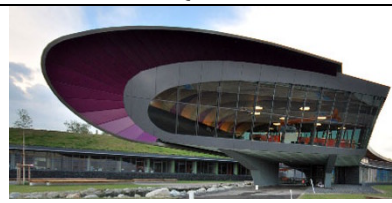
من خلال ما سبق يمكن تحديد مواد بعض مواد البنـاء شائعة الإستخدام فى الواجهات الخارجية وتحديد توصـيف مختصر لكل مادة مع التوضيح بأمثلة من مبانى منفذه وهذا ما يتضح من الجدول رقم (٦) الذى يوضح مقارنـة بـين

مواد البناء الأكثر انتشارا وتأثيرا على الواجهات الخارجية.

جدول رقم ٦- مقارنة بين خصائص مواد البناء الأكثر انتشارا وتأثيرا على الواجهات الخارجية

مادة البناء	خصائصها	نماذج
الأخشاب	- أن استخدام الأخشاب قديما كان بشكل قليل يكاد يكون معدوما في الواجهات الخارجية أما في العصر الحديث وخاصاً بعد معالجة الأخشاب بالماكينات الحديثة التي تعمل على تطويع الأخشاب وتحويلها من صورة طبيعية إلي صورة أخرى يمكن أن يطلق عليها مادة مصنعة وبالتالي نجد استخدام الأخشاب بصورة كبيرة في الواجهات الخارجية.	شكل رقم ٢٩ مبنىTjibaou Culturalمستخدم مادة الأخشاب
الحديدالصلب	- يعد من أكثر مواد البناء شيوعا في الاستخدام لما يتمتع به من خصائص القوة والصلابة والمتانة وسهولة في التشكيل ويستخدم 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(عمرو عبد المنعم ٢٠٠٢ ، ص١٧٠).	شكل رقم ٣٠- مبنى متحف جوجنهايم مستخدم مادة الخرسانة المسلحة

تابع جدول رقم ٦- مقارنة بين خصائص مواد البناء الأكثر انتشارا وتأثيرا على الواجهات الخارجية

مادة البناء	خصائصها	نماذج
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 رقم ٣٢- نموذج مبنى مستخدم مادة الألومنيوم
اللدائن	تعد من المواد المصنعة والتي أنتجت في القرن العشرين وترجع خواصها إلى محتواها الراتنجي القابل للتشكيل ويمكن إضافة عناصر متعددة إليها للحصول علي ملمس بحيث تحاكي شكل وملمس الأخشاب أو الأحجار أو الطوب والصخور مما يؤثر علي الواجهات الخارجية ويمكن 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 رقم ٣٣- نموذج مبنى مستخدم مادة اللدائن
الزجاج	وقد أدي التطور التكنولوجي إلي إمكانية استخدام الألواح الكبيرة من الزجاج الشفاف أو العاكس تماماً ليصبح علامة مميزة للفراغات الخارجية ولمعالجة الواجهات، كما تعد أكثر خصائص الزجاج وضوحاً تفاوت نفاذيته للضوء من الزجاج الشفاف إلي نصف الشفاف حتى المعتم بدرجاته ويوجد 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 رقم ٣٤- مبنىTorre_agbar building مستخدم مادة الزجاج

١١- النتائج

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

٢- تعتبر مواد البناء مؤثر ظاهر له أهميته على مستوى الاتزان الإدراكي 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 بين عناصر المبنى 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 الى تشكيل المواد عن طريق التحكم الميكني بالحاسب الآلي

٤- تعتمد المواد الذكية على 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 المبنى بشكل يمكن الاستجابة للمتغيرات الخارجية بصورة تلقائية، فتلك المواد لها المقدرة على التقييم والإصلاح.

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

١٢- التوصيات

١- يجب على 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 جداً 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 دوراً كبيراً 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 على شكل الكتل الخارجية.

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

THE IMPACT OF THE DEVELOPMENT OF BUILDING MATERIALS ON THE DESIGN OF THE OUTER SHELL AND THE ELEVATIONS OF A BUILDING

Dr. Majdi Mohammed Qasim*, Dr. Mohammed Mohammed Abdulhameed**
And Eng. Ahmed Maher Ibrahim Fouda

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.

١٣- 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، أثرالتكنولوجيا على التشكيل المعماري "دراسة تحليلية على العمارة في الربع الأخير من القرن العشرين"، رسالة ماجستير، جامعة عين شمس.

٤- سيد مرعي منصور علي، نحو منظومة متكاملة لتطويراستخدام 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.

7- 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 على 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