Journal of Advanced Engineering Trends
ISSN : 2682 - 2091

Vol.43, No.1. January 2024

http://jaet.journals.ekb.eg

تقييم مواد البناء ودورها في تحقيق الاستدامة وأثر ذلك على تصميم واجهات المبانى

م .محمد حسين عبدالعزيز[1] د .غادة محمد عبدالعزيز[2] أ.د. مهند محمد العجمى[3]

1 معيد بقسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة - جامعة المنيا
2 المدرس بقسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة - جامعة المنيا
3 أستاذ بقسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة - جامعة المنيا

ملخص :

يعتبر اختيار مواد البناء هو المكمل لعملية التصميم المعماري وذلك لأن اللغة الخاصة بالمادة جزء من الشكل المعماري واند ماجها معاً ويحقق التكامل المطلوب في العملية التصميمة، فالقدرات التصميمية والخبرة تساعد في عملية اختيار المادة ، لذلك أصبح الشكل المعماري " الواجهات مقترناً باختيار مواد البناء المستخدمة فمواد البناء تخدم الشكل في المقام الأول ثم التأثير في الفكرة والمضمون المعماري في المقام الثاني ، تمثل المواد أحد عناصر تكنولوجيا البناء التي شهدت تطوراً ملحوظاً في القرن العشرين حيث تم استخدام مواد جديدة في البناء وتطور استخدامها ، وتعتبر مواد البناء مؤثراً ظاهراً 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.

وكما 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.

ويهتم هذا البحث بدراسة أهداف العملية التصميمية، وتأثير استخدام مواد البناء على تلك العملية فى شكل الواجهات وكذلك التأثير فى الفكرة والمضمون المعماري مع وضع تقييم لمعايير الاستدامة لمواد البناء والمواد الذكية شائعة الاستخدام، ودراسة مواد البناء الاكثر انتشارًا وتأثيرها في عملية التصميم المعماري.

A R T I C L E I N F O

Article history:
Received:
Accepted:
Online:

Keywords: المصطلحات الدالة:

الواجهات – مواد البناء – العملية التصميمية – المواد الذكية

1- مقدمــة

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 وتدخل مواد البناء في تشكيل المبني بصفة عامة وبخاصة في تشطيب وتصميم الواجهات الخارجية بصفة خاصة وأيضاً في تكوين أنظمة المبني المختلفة من الأنظمة الإنشائية التي تشكل الهيكل الأساسي للمبني، وكذلك أنظمة الواجهات الخارجية والتي تحمي المبني من العوامل الخارجية ومدي تلائمها مع البيئة المحيطة.

إن الإطار الحاكم لنجاح العملية التصميمة 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 الاقتصادي للتصميم أو مناسبتها للاستخدام وتحقيقها للاستدامة وبالتالي فإن تحليل مواد البناء المستخدمة في الواجهات الخارجية تعتبر أداه لزيادة كفاءة التصميم المعماري للواجهات الخارجية وباختيار مواد البناء المناسبة \تثري الواجهات من الناحية التصميمية وبالإضافة إلي تحقيق أعلي معايير للاستدامة .

Revised:28 April , 2022, Accepted:28 June , 2022

2- المشكلة البحثية

إن تصميم الواجهات الخارجية يتأثر بالتقدم التكنولوجي في مجال البناء والذي جعل خيال المعماري ليس له حد أمام ما يمكن أن يتطور إليه واجهات المباني وخاصة مع وجود تلك الطفرة في مواد البناء.

وتتلخص المشكلة البحثية انه فى كثير من الاحيان نجد عدم توافق بين التصميم المعماري للواجهات وتطور مواد البناء المختلفة بالإضافة إلى انها احياناً لا تهتم بتحقيق جميع جوانب عملية الاستدامة.

3- هدف البحث

هناك دافعاً للبحث في الدراسة والتحليل لمرحلة اختيار مواد البناء الشائعة في الواجهات الخارجية والوقوف علي كيفية أن تكون مناسبة للبيئة الخارجية وتحقيقها لمعايير الاستدامة وبالتالي يمكن بلورة هدف البحث في تحديد مراحل

تقييم مواد البناء والوقوف علي خصائصها ودراسة العلاقة المتبادلة بينها وبين استخدامها في الواجهات الخارجية بهدف تحسين جودة التصميم الواجهات ودورها فى تحقيق الاستدامة.

4- منهجية البحث

للوصول الى تحقيق أهداف البحث انتهج البحث المناهج البحثية التالية :

١ -**المنهج الوصفى :** من خلال دراسة المفاهيم المتعلقة بالواجهات وأهداف عملية تصميمها ومواد البناء المختلفة والمواد الذكية.

٢ -**المنهج التحليلى** : من خلال تحليل خصائص مواد البناء المختلفة ودورها فى تحقيق الاستدامة وأثر ذلك على الواجهات.

5- الواجهات

الواجهات هي عبارة عن مصطلح معماري يدل علي الغلاف الخارجي للمبني ولكنها تطلق غالباً علي الواجهة الرئيسية وهي كلمة معناها في الهندسة المعمارية واجهة مبني وغالباً ما تكون الأكثر أهمية من وجهة نظر المصمم، كما أن الواجهة تكون المحدد الرئيسي لعملية تصميم بقية المبني ويوجد أيضاً في بعض المناطق قوانين تحدد أنماط تصميم للواجهات الخارجية طبقاً للتصميم الحضري للمنطقة. (ممدوح علي ، 2012 ، ص 12)

وتنقسم الواجهات إلي قسمين كالتالي:

أولاً: الواجهات الأساسية: وهي التعبير عن تشكيل واجهات المباني ، وتتسم بأنها تخدم الوظيفة الرئيسة في المبني ، كما تتوفر فيها الفتحات الأساسية الهامة في المبني والقابلة للتكرار وغالباً ما تكون الواجهة الرئيسية الواجهة المطلة علي المعالم والشوارع الرئيسية. (شريف دسوقى، 2015، ص6)

ثانياً: الواجهات الثانوية: هي واجهات أقل أهمية من الواجهات الأساسية وتكون عليها فراغات داخلية مساعدة أو فراغات أقل أهمية من الفراغات الرئيسية وغالباً ما تتسم في الفتحات بصغر مساحتها نسبياً عن الواجهة الأساسية. (شريف دسوقى، 2015، ص6)

وتهدف عملية التصميم المعماري للواجهات إلي:

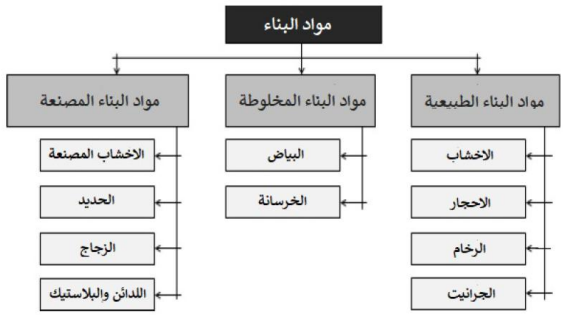
أ- تحقيق الوظيفة: أول أهداف عملية التصميم المعماري هو أن يكون شكل الواجهة يمثل وظيفة المبني كما يحقق غرض الانتفاع من المبني. (شريف دسوقى، 2015، ص6)

ب- الناحية الجمالية: أن يكون التصميم المعماري للواجهة يهدف للوصول إلي قيمة جمالية لها تأثير حسي مباشر علي المتلقي، وذلك يعتبر هدفاً أساسياً لكل المصممين، ولا خلاف علي أن الجماليات هي الإطار الحاكم لتصميم الواجهات المعمارية. (عصام صلاح، 2013، ص11)

ج- الرمزية: يقصد بالرمز العلامة الخاصة الدالة علي شيء ما قائم بذاته ، فتدل علي معني مقصود يفهم منها عن طريق الاصطلاحات فتمثله وتحل محله كما في الكتابة والرسوم الفنية (جيهان أحمد ناجي ، 2015، ص 86).

6- مواد البناء المستخدمة في الواجهات

تلعب مواد البناء دوراً هاماً في تعبير المبني عن وظيفته ومجاله وأسلوب إنشائه 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 عموماً دوراً كبيراُ في تحديد سمات الواجهات الخارجية للمبني (محمد إبراهيم محمد، 2019، ص 10)، وفيما يلي عرض لتطور المواد المعمارية التي يعتمد عليها المعماري في تشكيل وتجسيد مبانيه وسيتم الاقتصار علي المواد التي تتعلق بالواجهات الخارجية محل البحث الذي يحدده شكل رقم (1).



شكل رقم (1) تصنيف مواد البناء المعاصرة المستخدمة في الواجهات (الباحث)

ويمكن تصنيف مواد البناء علي النحو التالي:

6-1 المواد الطبيعية

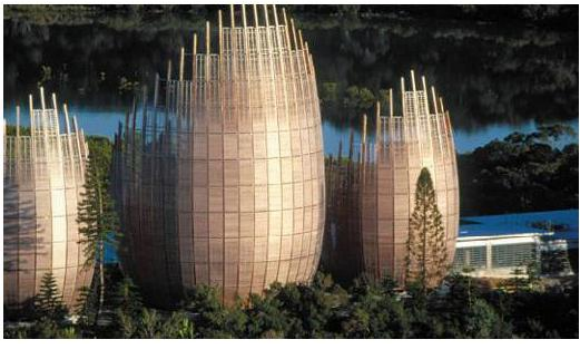
وهي التي تعبر عن المواد التي تستخدم علي طبيعتها ولا يتدخل الإنسان إلا في تهذيبها أو معالجتها من مصادرها الطبيعية ليسهل استخدامها (ممدوح علي 2012، ص 58)، وتعد المواد الطبيعية من أكثر المواد ملائمة لما تحمله من خصائص طبيعية وما تنقله للغلاف الخارجي من جمال وانعكاس للطبيعة وهي تنقسم إلي مواد طبيعية صخرية مثل الحجر والرخام ومواد طبيعية عضوية مثل الخشب (هبة الله علي ، 2018 ، ص 26).

أ- الأحجار: تعتبر الأحجار من أقدم المواد التي استخدمت في العمارة وتوجد علي أشكال وألوان وخصائص متعددة وذلك مثل الأحجار اللينة والأحجار الصلبة كالبازلت والرخام والجرانيت وتستخدم في الأرضيات والحوائط والكسوات الخارجية " الواجهات " (ممدوح علي 2012، ص 57) ويعتبر الحجر مادة مركبة تستطيع تحمل قوي الضغط الواقعة عليها إلا أنها ضعيفة في تحمل قوي الشد وهو ما يفسر استخدامها في العناصر التي تتعرض لقوي

ضغط محورية كالأعمدة والحوائط والتكوينات المركبة كالقباب ويضفي البناء بالحجر علي صفة الكتلية والضخامة والإبهار(محمد إبراهيم محمد ، 2019 ، ص 12) وشكل رقم (2) يوضح أحد تلك المباني.

شكل رقم (2) نموذج لاستخدام الأحجار فى الواجهات، مبنى فان هامل (مبنى سكنى) عام 1951، للمعمارى ادوين فرانسيس
المرجع: www.modmidmod.com

ب- الخشب: تعتبر الأخشاب من أقدم المواد التي عرفها الإنسان وتصنف إلي مجموعتين الأخشاب اللينة Softwood والأخشاب الصلبة Hard wood ، وفي القرن العشرين تطورت صناعة الأخشاب ليتم التحكم التام في خصائصها من حيث مدي تحملها 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 إنتاج أشكال مبتكرة لتغطية الأسقف والكسوات الخارجية (F. Henley & H. Liddell ، 2010، ص10) شكل رقم (3) يوضح أحد تلك المباني.



شكل رقم (3) مواد طبيعية عضوية-الخشب، مثال كلاسيكى على العمارة الخضراء مركز جان مارى تجيباو الثقافى للمعمارى رينزو بيانو
المرجع: www.inhabitat.com

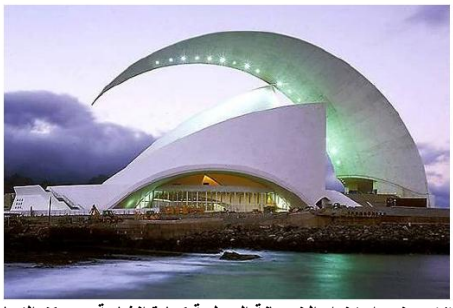
2-6 مواد مخلوطة

هي مواد بناء جديدة تنتج من خلط عدد من المواد الطبيعية 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 (نوبي حسن،2010، ص5) ومن أهم هذه المواد المخلوطة الخرسانة التي تنقسم إلي:

أ – الخرسانة المسلحة:

عبارة عن خليط مواد طبيعية من الرمل وكسر الحجر أو الزلط ومادة لاصقة كالأسمنت وحديد التسليح يضاف إليها الماء لتنتج في النهاية مادة لدنة سهلة التشكيل، وكان لإنتاج الخرسانة سابقة الإجهاد دور كبير في تطور طرق الإنشاء مما أعطي قدرات عالية في المنشآت ذات البحور الواسعة والأشكال غير التقليدية الإنسانية والمنحنية التغطيات القشرية والمنحنية والمنطبقة والقباب والقبوات .

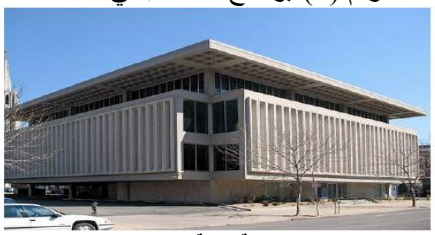
وتعتبر من أكثر المواد تعبيراً عن المبني إضافة لما تمتاز به من تأثيرات مناسبة وشكل رقم (4) يوضح أحد تلك المباني.



شكل رقم (4) يوضح استخدام الخرسانة المسلحة كمادة إنشائية – مركز التجارة العالمى بنيو جيرسى
المرجع: www.modmidmod.com

ب- التكسيات الخرسانية السابقة التجهيز
Concrete Cladding Precast

بداية استخدام الخرسانة السابقة التجهيز كان فى أواخر 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 واللون المطلوب إختيار الألوان المختلفة، وفي إطار الثورة الرقمية والاعتماد علي برمجيات الحاسب الآلي تلاشت عوائق استخدام الخرسانة وأصبح هناك حرية في التشكيل بها مهما ازدادت البحور مما أتيح حرية الابداع للمعماري (عمرو عبدالمنعم ، 2012 ، ص 170) وشكل رقم (5) يوضح أحد المباني .



شكل رقم (5) يوضح استخدام الخرسانة سابقة التجهيز – مبنى ادارى بيمعمارى وليام موشو
المرجع: 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 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 رقم (6) يوضح أحد تلك المباني .

شكل رقم (6) يوضح استخدام الالواح الخرسانية المسلحة بالصوف الزجاجى – فندق سوفيتل بنيوزيلاندا
المرجع: www.eboss.co.nzlibrary

د- الألواح الخرسانية المسلحة بالبولستر

Glass Reinforced Polyester – GRP

يرجع استخدام الألواح الخرسانية المسلحة بالبولستر إلي منتصف عام 1950م ، ثم ظهرت الألواح المضغوطة والمقواة بخلفية من الخرسانة السابقة للتجهيز، وتقوم الفكرة الأساسية علي اتحاد مادة ألياف لها قوة شد عالية مع مادة ذات أساس راتنجي للتماسك وإعطاء قوة الضغط للمنتج ، وتنتج علي عدة صورة فمنها وحدات جاهزة " نماذج تشكيلية ثابتة " أو ألواح مختلفة السمك طبقاً للاستخدام المطلوب والتي تستخدم في كسوة الواجهات الخارجية وتجليد الأعمدة أو قد تكون علي هيئة ألواح خرسانية بها مادة عازلة والتي تعمل علي زيادة كفاءة العزل الحراري للواجهات الخارجية أو في القواطيع الداخلية (محمد إبراهيم محمد ، 2019 ، ص 43) وشكل رقم (7) يوضح ذلك .

شكل رقم (7) يوضح استخدام الألواح الخرسانية المسلحة بالبولستر (GRP) في التشكيل بالطوب في الواجهات الخارجية
المرجع: www.england.all.biz

هـ - الخرسانة المنفذة للضوء

Light – Transmitting Concrete

في عام 2001م أبتكر المعماري المجري " Aron Losonczi " خلطة خرسانية لها نسبة نفاذية للضوء، هذه الخرسانة تعطي عند تمام 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 ، 2019 ، ص 54) وشكل رقم (8) يوضح ذلك .

شكل رقم (8) يوضح استخدام الخرسانة المنفذة للضوء
المرجع: www.gimagine.com

3-6 المواد المصنعة

المواد المصنعة هي عبارة عن مواد خام " عضوية " يتم تصنيعها ومعالجتها تحت ظروف معينة لينتج بها الشكل النهائي للمادة (هبة الله علي 2018 ، ص 26) وتكتسب المادة صلابتها وقوتها من خلال إضافة بعض المواد لتحسين خصائصها الإنشائية والجمالية ، تعد المعادن والطوب والزجاج واللدائن والطوب الزجاجي والحراريات والأخشاب والنحاس والبرونز والتيتانيوم من أشهر المواد المصنعة والتي يمكن توصيفها كالتالي:

أ- المعادن

استخدمت المواد المعدنية في المنشأت مع بداية القرن التاسع عشر وتطورت في فترة الثورة الصناعية وأصبحت تستخدم كمواد إنشائية ومع تطور تكنولوجيا مواد البناء وظهور المواد المعدنية الجديدة ظهرت الشبكات المعدنية بأشكالها المختلفة في معالجات الغلاف الخارجي (عمرو عبدالمنعم ، 2012 ، ص 170) والمعادن تتميز بأنها من أكثر المواد صلابة ومتانة وتكتسب شيئاً من صلابتها وقوتها من خلال إضافة بعض المواد لتحسين خواصه .

▪ الحديد الصلب Steel

كان التوسع في إنتاج الحديد هو أحد الأسباب الرئيسية في قيام الثورة الصناعية في أوروبا واستخدامه في مجال البناء ظل محدوداً حتي تطورت طرق وأساليب التصنيع، وذلك بسبب إحتواء مادة الحديد علي نسبة من الكربون وعن طريق زيادة هذه النسبة أو نقصها تتغير خصائص العديد من الصلابة إلي اللدونة ، إلي جانب أنه يكتسب صفات أخري متعددة بعد إضافة بعض المعادن الأخري إليه ، في القرن العشرين تم التوسع في المباني الهيكلية الحديدية حتي وصلت إلي ارتفاعات شاهقة كما في أمريكا وأوروبا كما في "Hearst tower" في نيويورك (ممدوح علي ، 2012 ، ص 64) .

ومع 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 عبدالمنعم ، 2012، ص 170) ، 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 شيوعاً، إلي جانب أنه يظهر بصورة جذابة ويقبل التشكيل بأي شكل في خيال المصمم . (ممدوح علي ، 2012 ، ص64) وشكل رقم (9) يوضح أحد المباني .

شكل رقم (9) يوضح استخدام حديد الصلب في الغلاف الخارجى – متحف توبمان للفنون ولاية فيرجينيا
المرجع: www.arcspace.com

▪ الألومنيوم Aluminum

يعتبر الألومنيوم من المواد الخفيفة التي استخدمها المعماريون بكثرة في هذه الفترة نظراً لخففه وزنه ومقاومته العوامل الجوية واللدونة العالية التي تجعله سهل التشكيل، (محمد عطية عطية ، 2019 ، ص 55)، ويتميز بأنه معدن خفيف الوزن يصنع ويسحب إلي قطاعات بأسماك وألوان مختلفة للعوامل الجوية ويمكن تشكيله بأشكال مختلفة علي حسب متطلبات المصمم سواء مستطيل أو دائري أو مربع ويمكن تشكيله علي شكل ألواح مستوية لتكسيات الواجهات الخارجية ، وشكل رقم (10) يوضح أحد المباني .

شكل رقم (10) يوضح استخدام الالومنيوم فى تشكيل الواجهات الخارجية – متحف توبمان للفنون – بولاية فيرجينيا
المرجع: www.arcspace.com

▪ 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 المقاومة للصدأ أو التآكل أو الأكسدة كما يتميز بسهولة التشكيل كما أن سطحه يعطي لون طبيعي فضي مائل للزرقة لامع ويتميز بقلة تكلفته مقارنة بمواد التكسيات الأخري (محمد عطية عطية ، 2019، ص 39) وشكل (11) بوضح أحد المباني .

شكل رقم (11) يوضح استخدام الزنك مع نسب مختلفة من التيتانيوم فى تكسية الواجهات – متحف الفن الحديث – فنلندا
المرجع: www.rockwool.se

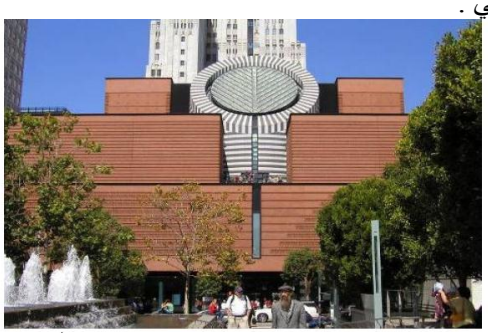
▪ النحاس والبرونز Bronze & Copper :

النحاس مادة معدنية تلي الحديد في الأهمية، ويتميز النحاس بقابلية التشكيل، وباتحاد النحاس مع الزنك يتحول إلي نحاس أصفر وعندما يضاف إلي القصدير يصبح برونز، والنحاس مادة شائعة الاستخدام معمارياً وهي مادة معدنية غنية بالاحتمالات اللونية، كما يتميز بأنه مادة سهلة التشكيل، وتعدد استخدامات النحاس كمادة بناء وتستخدم بصورة خاصة في تكسيات الحوائط الخارجية ، كما يعتبر البرونز أطول عمراً وأكثر تحملاً من النحاس للعوامل الجوية وأمكن استخدامه علي هيئة بانوهات أو قوائم في الحوائط الستائرية(محمد إبراهيم محمد 2019، ص15) وشكل رقم (12) يوضح ذلك.

شكل رقم (12) يوضح استخدام النحاس كمادة تشطيب فى الواجهات الخارجية – المتحف الحربى الكندى
المرجع: www.publichistroycommons.org

ب – الطوب Brick

يعتبر قالب الطوب هو أقدم ابتكار حضاري في عملية البناء ، بحيث يتم تركيبها في واجهات المباني المختلفة وذلك لما فيه من مقاومة شديدة للعوامل الجوية وقد حدثت تطورات كبيرة في صناعة الطوب أدت إلي تغيير 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 استخدام الطوب وأصبح استخدامه ليس مجرد مادة بنائية إنشائية أو مالئة ولكن كأداة لتحقيق العديد من التصميمات والمعالجات وأعمال الديكور في الواجهات (نوبي حسن،2010، ص7) وشكل رقم (13) يوضح أحد المباني .



شكل رقم (13) يوضح استخدام مادة الطوب كسوة للواجهات الخارجية – متحف سان فرانسيسكو
المرجع: www.publichistroycommons.org

ج – 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 الأخري تحت درجات الحرارة العالية

أصبح الزجاج اكثر تحملاً بإمكانيات التصنيع المعاصرة وقد أدي التطور التكنولوجي إلي إمكانية استخدام الألواح الكبيرة من الزجاج الشفاف أو العاكس تماماً ليصبح علامة مميزة للفراغات الخارجية والداخلية (ممدوح علي ، 2012 ، ص 72) كما أن تدخل الثورة الرقمية في تطوير الزجاج ليصبح من مواد التقنية المتقدمة فأصبح الزجاج الآن من المواد الذكية مثل Chromogenic Glass والذي يحول من صفاته طبقاً لاحتياجات المبني إلي كونه متعدد الخواص البصرية ، كما ظهرت أنظمة وأنواع الزجاج المتقدمة " Advanced Glazing System Techniques". وشكل رقم (14) يوضح أحد المباني .

شكل رقم (14) يوضح استخدام الحوائط الستائرية فى تكوين الواجهات الخارجية – مبنى تور اجبار – اسبانيا
المرجع: www.arcspace.com

د- الحراريات والسيراميك Ceramic

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 ، 2019 ، ص 34) كما استخدمت أنواع مختلفة من الحراريات المصنوعة من أنواع مختلفة من الطين المحروق والتي تنتمي إلي السيرميك فمنها البلاطات الأرضية، وقد تنوعت هذه البلاطات السيراميك المزججة في الملمس بين الخشن الأمن للسير عليه وبين الناعم المصقول كما تطورت مقاسات البلاطات الزخرفية المتداخلة وشكل رقم (15) يوضح أحد المباني.

شكل رقم (15) يوضح استخدام السيراميك فى الواجهات الخارجية – مبنى المكتبة المركزية – ليفربول بانجلترا
المرجع : www.designbuybuild.co.uk

هـ - اللدائن

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 (ممدوح علي ، 2012 ، ص 75) 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 ومختلفة (نادية ثابت،2014،ص8) وشكل رقم (16) يوضح أحد المباني .

شكل رقم (16) يوضح استخدام اللدائن فى المنشأت المنفوخه – معرض فوجى باليابان
المرجع: www.tensint.com

و – البلاستيك Plastic

يتميز البلاستيك بسهولة التشكيل وخفة الوزن وقوة التحمل والتكلفة، وفي عام 1992م استخدم المعماري Rem Koolhaas ألواح البلاستيك المعرج في تغطية نصف مبني Lanan Dance Center في لندن مستخدماً الألواح الشفافة والملونة، والبلاستيك الذي يتم تصنيعه من تحويل بعض المواد الطبيعية أو بعض المواد والمشتقات البترولية والغاز الطبيعي وبعض المواد الكيميائية الأساسية كالكربون والأوكسجين والنيتروجين والكبريت،(نوبي حسن،2010، ص8) والشكل رقم (17) يوضح أحد المباني .

شكل رقم (17) يوضح استخدام الواح البلاستيك المعرج فى تغطية نصف مبنى ساحة لاثان للفنون – لندن – المعمارى ريم كولهاس
المرجع: www.archidim.com

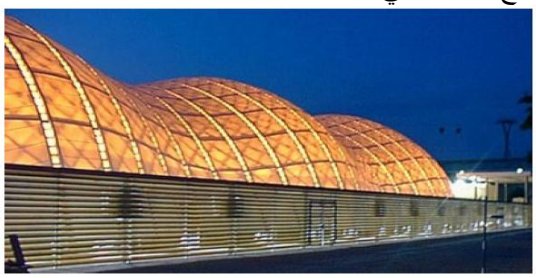
ز- التيتانيوم Titanium

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 نظراً لما تتميز به من لون فضي لامع وسهولة التشكيل وقد استخدمه المعماريون في صورة سبائك التيتانيوم كما يتميز بالمتانة العالية ويستخدم في أعمال التكسيات الخارجية ويعطي إحساس بالعصرية وقد ارتبطت بالبيئة الصناعية وحياة المدنية فهي متعددة التركيبات والتشكيلات للعناصر الإنشائية المختلفة لكنه عالي التكلفة وهو لا يستخدم إلا في المشاريع ذات التكلفة المرتفعة (عمرو عبدالمنعم ، 2012 ، ص 173) وشكل رقم (18) يوضح أحد المباني .

شكل رقم (18) يوضح استخدام مادة التيتانيوم فى الواجهات الخارجية – ملعب مركز شينينج الرياضى الأوليمبى – الصين
المرجع: www.ar.beijing.cn

ح – الأغشية Membrane

الأغشية عبارة عن أنسجة رقيقة لها قابلية للشد والتشكيل الحر في تغطية الفراغات ذات البحور الواسعة ونقل الأحمال إلي نقاط الارتكاز الرئيسة كما أنها تتميز بقابلية تحمل ضغط الهواء ، وتتكون الأغشية من شبكة نسيجية رقيقة تختلف في طريقة التصنيع والنسيج من نوع إلي آخر كما تغطي هذه الأنسجة من الوجهين بطبقتين من المواد المصنعة للربط بين الأنسجة الرئيسية للغشاء ولحمايته من الرطوبة والإشعاعات والحرائق والفطريات كما تساعد علي إعطاء اللون النهائي المطلوب وتحافظ علي العمر الافتراضي لها (نوبي حسن،2010، ص8) وشكل رقم (19) يوضح أحد المباني .



شكل رقم (19) يوضح استخدام الأغشية – المعرض الوطنى لجناح اليابان اكسبو 2010
المرجع: www.people.bath.ac.uk

7- المواد الذكية Smart Material

المواد الذكية هي نتاج تداخل المواد التقليدية مع الأنظمة الإلكترونية الدقيقة، وهو ما أحدث ثورة في المواد جعلها تستجيب للمتغيرات الحادثة من حولها والتفاعل معها بما يلائم الوظيفة التي أعدت من أجلها ، وذلك عن طريق المجسات الإلكترونية في المادة وبالتالي يصبح أداء المادة غير تقليدي (ذكي). (يسري عبدالقادر،2013،ص10)

ويمكن تعريف المواد الذكية علي إنها مواد لديها القدرة علي تغير المظهر واللون باستخدام أجهزة إحساس ووسائل تشغيل آلية ومحولات طاقة ورقائق المعالجات وتنقسم إلي مواد خصائصها Property Changing مثل اللون أو الحالة ومواد تتبادل الطاقة Energy Exchanging (هبة الله علي ، 2018 ، ص26) كما تعتمد المواد الذكية علي مبدأ الاقتباس من الطبيعة البيولوجية للإنسان فالإنسان يتصف بالحياة والعقل حيث أنهما خاصيتان متكاملتان وقد تم استغلال هاتين الخاصيتين لابتكار نوعية جديدة من مواد البناء التي سميت بالذكية حيث توزع الأعصاب في جميع أنحاء المبني بشكل يمكن الاستجابة للمتغيرات الخارجية بصورة تلقائية فتلك المواد لها المقدرة علي التقييم والإصلاح الذاتي والإحساس بالمتغيرات والمؤثرات الطبيعية أو غير الطبيعية وتتم الاستجابة للمتغيرات والتفاعل معها من خلال مجموعة من المجسات Sensors خلال المادة للتحكم في صفاتها (يسري عبدالقادر،2013،ص10) وتتصف تلك المواد بما يلي :

- القدرة علي التغير والتحول بما يلائم الظروف المحيطة .
- سرعة الاستجابة اللحظية للمحفز الخارجي.
- حساسة وقابلة للتطور والتكيف حيث نستطيع تغيير خصائصها الفيزيائية وسلوكها كالشكل واللون ودرجة اللزوجة .
- القدرة علي العمل خلال نظام الكتروني .
- امكانية التحكم فى هذه المواد عن بعد.
- خفة الوزن وقوة الاحتمال مع سهولة الاحلال والتبديل.
- القدرة على التقييم والاصلاح الذاتى وترميم اجزائها
- التالفة التى سببتها الظروف البيئية.
- التشخيص الذاتى حيث تمتلك تلك المواد قدرات كشف المشاكل والخلل الموجود بها، وذلك من خلال مقارنة ادائها الحالى بأدائها السابق، حتى تتمكن من الرقابة وتحديد تأثير أى منطقة تالفة بها بهدف التحقق من مدى قدرتها على اداء وظائفها.
- القدرة على الاحساس وملائمة الظروف الخارجية المحيطة من ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة.
- القدرة على تغير لون المادة حسب الرغبة او حسب الظروف المحيطة بها.
- القدرة على الانسياب والتدفق فى الشكل المراد للمادة التكون به.

ويمكن تصنيف المواد الذكية إلي ما يلي :

- المواد الذكية متغيرة الخواص.
- المواد الذكية متغيرة اللون.
- المواد متغيرة الانسياب والتدفق.
- المواد الذكية المحولة للطاقة.
- المواد الكهروحرارية.
- المواد الكهرومغنطسية.

8- تقييم مواد بناء الواجهات الخارجية شائعة الاستخدام ومدي 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 :

1- وصف مادة البناء توضيح ما هي مادة البناء وأهميتها.
2- خصائص مادة البناء والتي تؤثر علي استخداماتها المختلفة والتي تشمل (الطبيعية والميكانيكية والحرارية وقوة التحمل).

3- تصنيف مواد البناء بتوضيح ما إذا كانت من المواد الطبيعية أو المخلوطة أو المصنعة .
4- تحقيق مواد البناء لخصائص الاستدامة من كفاءة المصادر وجودة البيئة الداخلية ومعايير الكفاءة بإظهار درجة تأثير مواد البناء على تلك الخصائص.

تتضمن مواد البناء التي سيتم دراستها في هذا الجزء أهم المواد شيوعاً في الاستخدام والتي تدخل في الواجهات الخارجية والتي تشمل كلا من (الأخشاب الطبيعية – الخرسانة المسلحة – الحديد الصلب – الألومنيوم – اللدائن – الزجاج) مع ذكر بعض التطبيقات الهامة لكل منها:

جدول رقم (1) خصائص مادة الأخشاب كمادة بناء مستدامة (الباحث)

خصائص مادة البناء	الخصائص الطبيعية	تتراوح كثافة الأخشاب الطبيعية بين 400 – 700 كجم / م2 تزداد صلابة الأخشاب كلما ازدادت كثافتها وذلك في مستوي رطوبة منخفض .
	الخصائص الميكانيكية	تزيد مقاومة الشدة للأخشاب في اتجاه الألياف 20 مرة في الاتجاه المؤدي وتبلغ قوة الشدة 3 أضعاف الشد لنفس الاتجاه ، كما تعد الأخشاب من أكثر مواد البناء مرونة.
	الخصائص الحرارية	الأخشاب ضعيفة التوصيل الحراري وتتميز بمقاومتها العالية نسبياً للحرارة كما أن الأخشاب من المواد القابلة للاحتراق وذات معدل احتراقي سريع .
	خصائص قوة التحمل	معامل التمدد الحراري متوسط نسبياً كما تتغير أطوال الألواح نتيجة التعرض للرطوبة . (F. Henley & H. Liddell ، 2010، ص10)

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	المسامية	الصيانة	إعادة الاستخدام	قابلية التدوير	التحلل	كفاءة الطاقة	الحفاظ على المياه
●	●	●	●		◉		●			◉	○	○	●	●	●	●	●

◉ عنصر التقييم المختار ● يحقق بقوة O يحقق بشكل ضعيف ○ لا يحقق

جدول رقم (2) خصائص مادة الحديد الصلب كمادة بناء مستدامة (الباحث)

خصائص مادة البناء		
	الخصائص الطبيعية	تبلغ كثافة الحديد الصلب 8000 كجم / م3 وهي أعلي مواد البناء كثافة ، يتميز بأعلي معدلات صلابة.
	الخصائص الميكانيكية	تتنوع مقاومة الشد لسبائك الحديد الصلب المختلفة بين 410 – 560 نيوتن مم2 . 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 في حمايتها من الحرائق باستخدام الطرق الهندسية .
	خصائص قوة التحمل	معامل التمدد الحراري للحديد قليل نسبياً بالمقارنة بالألومنيوم علي سبيل المثال . تتحمل قطاعات الحديد الصلب العوامل الجوية ويمكن معالجة سطحها ضد الصدأ . (عمرو عبدالمنعم ، 2012، ص 170)

مدي تحقيق الحديد لمعايير الاستدامة

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

◉ عنصر التقييم المختار ● يحقق بقوة O يحقق بشكل ضعيف ○ لا يحقق

جدول رقم (3) خصائص مادة الالومنيوم كمادة بناء مستدامة (الباحث)

خصائص مادة البناء		
	الخصائص الطبيعية	يعد أكثر المعادن خفة في الوزن وتصل كثافته إلي 2700كجم/ م2 وله معامل متانة عالي جداً .
	الخصائص الميكانيكية	يتراوح مقاومته لقوي الشد بين 70- 140نيوتن/ مم2 وتصل مقاومتها في بعض السبائك إلي 345 نيوتن/ مم2 وهي مقاومة عالية مقارنة بوزنه ، معامل المرونة 3/1 معامل الحديد الصلب.
	الخصائص الحرارية	جيدة للتوصيل الحراري وتتحمل الحرارة العالية ، تحتاج العناصر الإنشائية للحماية من الحرائق.
	خصائص قوة التحمل	معامل التمدد الحراري للألومنيوم عالي يتطلب مراعاة تفاصيل التنفيذ. يتميز بمقاومة عالية للصدأ والتآكل وتتطلب معالجة الأسطح بالطلاء والأكسدة. (محمد عطية عطية ، 2019 ، ص 55)

مدي تحقيق الالومنيوم لمعايير الاستدامة

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

◉ عنصر التقييم المختار ● يحقق بقوة O يحقق بشكل ضعيف ○ لا يحقق

جدول رقم (4) خصائص مادة اللدائن كمادة بناء مستدامة (الباحث)

خصائص مادة البناء		
	الخصائص الطبيعية	تتميز بوزن خفيف نسبياً وبكثافة بين 940 – 1220كجم/ م3 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 كبير وتحتاج إلي تصميم تفاصيل التنفيذ بعناية، تتميز بمقاومة للرطوبة لكنها تتغير بفعل العوامل الجوية (نادية ثابت،2014،ص8)

مدي تحقيق اللدائن لمعايير الاستدامة

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

◉ عنصر التقييم المختار ● يحقق بقوة O يحقق بشكل ضعيف ○ لا يحقق

جدول رقم (5) خصائص مادة الزجاج كمادة بناء مستدامة (الباحث)

خصائص مادة البناء		
	الخصائص الطبيعية	تبلغ كثافة الزجاج 2400كجم/ م3 وهي مادة بناء خفيفة نسبياً .
	الخصائص الميكانيكية	يتحمل بعض أنواع الزجاج لقوي الضغط وخاصة في الزجاج المسلح والإنشائي . الزجاج مادة 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. (ممدوح علي ، 2012 ، ص 72)

مدي تحقيق الزجاج لمعايير الاستدامة

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

◉ عنصر التقييم المختار ● يحقق بقوة O يحقق بشكل ضعيف ○ لا يحقق

9- مناقشة تأثير مواد البناء على تصميم الواجهات

إن العملية التصميمية للواجهات تحتاج إلى ان تتوافق فيها كل الحلول التصميمية المتاحة جنباً إلى جنب مع المعايير التشكيلية أو الوظيفية أو البيئية التي يتبناها المعماريين كل حسب موقفه من العمارة ويرجع ذلك إلى الثورة التقنية التي سمحت للمعماريين تحقيق كل الأفكار التصميمية سواء على مستوى أنظمة أو مواد البناء.

فهناك الواجهات المتحركة التي يمكن تحريك عناصرها حسب إتجاهات الشمس وهناك المواد التي يمكن أن تغير من طبيعتها بهدف تحسين عزل المباني بالإضافة إلى إستخدام تقنيات مثل إضاءة الواجهات بنظام والمواد الخفيفة الشفافة والعازلة في آن واحد والقائمة تزداد يوما بعد يوم مثال على ذلك مبنى مركز الدراسات العربية بباريس شكل رقم (20).

شكل رقم 20 – مركز الدراسات العربية بباريس – المعمارى Jean Nouvel عام 1987
المرجع https://www.carep-paris.org

الأمر الذي دفع إلى إمكانية تحقيق الواجهات لعدد كبير من الوظائف في آن واحد وهو فى حد ذاته توجه إقتصادي ناجح ، منه علي سبيل المثال :

الحماية من السلبيات البيئية المحيطة : ويتضمن ذلك العزل الحراري والصوتي والرياح والأمطار والتلوثات المختلفة.

الربط أو العزل بين الداخل والخارج : وتتضمن توفير الإضاءة والتهوية الطبيعية والإطلالة على الخارج والعيش في البيئة الطبيعية والتواصل بين السكان كما يمكن أن توفر الخصوصية البصرية والصوتية عند الحاجة.

التعبير عن وظيفة المبنى : في التاريخ القديم كانت واجهات المباني تتشابه بالرغم من إختلاف ظائفها ، إنتبه المصممين لهذه المشكلة وبدأت الواجهات تعبر عن وظيفة أو وظائف المبنى وتطور هذا التوجه بحيث أصبح اليوم مطلباً أساسياً في التصميم.

تحقيق عامل الجذب : هناك مباني تحتاج إلى أن تكون بمظهر أو بتشكيلات تجذب الجمهور إليها مثل المباني التجارية أو الترفيهية أو الثقافية مثل أن تكون الواجهات شفافة تماماً لتسمح بالتعرف على ما بداخلها من محلات تجارية أو ترفيهية أو يمكن أن تكون واجهات لمكتبات عامة أو متاحف تهدف إلى جذب المارة ورفع المستوى المعرفي والثقافي للسكان.

تميز المبنى : هناك مباني ذات وظائف هامة مثل المباني الدينية أو ذات الوظائف الوطنية وتكون بحاجة إلى أن تميز نفسها فى المنطقة التي تقع فيها أو أن تتميز عن المباني المحيطة. **ولتحقيق الوظائف السابقة يمكن تحديد بعض مواد البناء شائعة الاستخدام في الواجهات الخارجية في تحقيق الاستدامة وجدول رقم (6) يوضح ذلك .**

جدول (6) : مواد البناء المختلفة وتأثيرها علي الواجهات لتحقيق الاستدامة (الباحث)

الأخشاب	**تعد الأخشاب مادة بناء هامة جداً لما تتمتع به من خصائص جيدة وكونها مادة بناء طبيعية متجددة وعالية المتانة لذا تتعدد استخداماتها في إنشاء المباني كعناصر إنشائية في تنفيذ الأعمدة والكمرات والأسقف وعناصر إنشائية كالقواطع الداخلية والحوائط الستائرية الخارجية ، وفي الأغلفة الخارجية من البانوهات الإنشائية وغيرها كما تعد الأخشاب من أكثر مواد البناء مرونة ، وتزداد صلابة الأخشاب كلما ازدادت كثافتها وذلك في مستوي رطوبة منخفض والأخشاب ضعيفة التوصيل الحراري وتتميز بمقاومتها العالية نسبياً للحرارة .**
الحديد الصلب	**يعد من أكثر المواد بناء شيوعاً في الاستخدام لما يتمتع به من خصائص القوة والصلابة والمتانة وسهولة في التشكيل ويستخدم أيضاً في الكسوات الخارجية وفي تشكيل الحوائط الستائرية ، ولقد انتشر استعمال الحديد الصلب الذي لا يصدأ في اتجاهات العمارة التقنية Hi – Tech المعبرة عن تكنولوجيا العصر في تشكيل الواجهات الخارجية للمباني . (سيد مرعي ، 2010 ، ص 64) كما فتحت تطبيقات الحاسب الآلي كمردود إيجابي للثورة الرقمية آفاقاً جديدة في استخدام الحديد الصلب فمع التطور الكبير في البرمجيات حدثت طفرة كبيرة في تصميم الواجهات الخارجية (عمرو عبدالمنعم ، 2012 ، ص 17)**
الألومنيوم	**يعتبر من المواد الخفيفة التي استخدمت بكثرة في هذه الفترة نظراً لخفة وزنه ومقاومته للعوامل الجوية و اللدونة العالية التي تجعله سهل التشكيل وهو موصل جيد للكهرباء ويتميز بالأسطح الطبيعية العاكسة للحرارة وطول العمر الافتراضي، ويستخدم الألومنيوم في تشكيل الأسقف المستوية والقباب والقبوات وكعنصر غير إنشائي في تكوين الحوائط الستائرية والأسقف المعلقة والكسوات الخارجية والكاسرات الشمسية وأجهزة التظليل وغيرها .**
الدائــن	**تعد من المواد المصنعة والتي انتجت في القرن العشرين وترجع خواصها إلي 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 وتعتمد صلابة المادة علي شكلها ونوع البوليمر المستخدم، وتستخدم في تغطية الأسقف باستخدام الأغشية المشدودة كما تستخدم أيضاً في أعمال الكسوة الخارجية وأغراض العزل الحراري.**
الزجاج	**يتمتع الزجاج بعدة مميزات تجعله مادة امنه بيئياً فهو يتم تصنيعه من مواد طبيعية مندمجة ومنخفضة، ويساهم تميزه بقابليته العالية للتدوير ومعامل متانه عالى فى تقليل اللأثر البيئى له، ولقد امكن التحكم فى العديد من الصفات الخاصة بالزجاج وانتاج انواع مختلفة تتباين فى الخصائص ومنها الطوب الزجاجى وألواح الزجاج الانشائى والزجاج الرقاقى والزجاج عالى الكفاءه وغيرها وتتعدد استخدامات الزجاج لتشكل الأغلفة الخارجية والنوافذ وبعض الاستخدامات الانشائية الاخرى.**

إن استخدام مواد بناء معينة في واجهات المباني هو أحد الإستراتيجيات الهامة فى فهم طبيعة وخصائص ذلك النوع من التصاميم، ومن المؤكد أن مواد البناء تقدم العديد من المزايا لمصمم المبنى مثل:

- خفض التكاليف الخاصة بالصيانة.

- ترشيد استهلاك الطاقة.
- تحسين الصحة العامة للمستخدمين.
- المرونة في التصميم.
- المساعدة فى ترشيد الموارد الطبيعية.
- تقلل من التأثيرات البيئية السلبية المرتبطة بصناعة مواد البناء.

بشكل عام مواد البناء المستخدمة في العمارة البيئية تحتوى على موارد متجددة أكثر من الموارد غير المتجددة وهي الأفضل فى الحفاظ على البيئة، وحتى يتم تحقيق اهداف ومواصفات العمارة البيئية خاصة في تصميم واجهات المباني لابد من تحديد متطلبات المسكن والمبنى وفهم مواد البناء المستخدمة والعمل على تصميم الواجهات وفقا لهذا المفهوم ووفقا لمعايير محددة في اختيار مواد البناء المعاصرة والتى تطورت إمكانياتها بفضل التطور التكنولوجى وزيادة المعرفة بالخصائص الطبيعية لمواد البناء بجانب العوامل المؤثرة الخارجية كالعوامل الاقتصادية والسياسية والاجتماعية والبيئية، ومعرفة الخصائص الطبيعية لمواد البناء والعوامل المؤثرة على مواد البناء ومفهوم مواد البناء المتوافقة بيئيا والمعروفة بمواد البناء المستدامة، ودراسة الخصائص الهامة لمواد البناء من الخصائص الطبيعية والفيزيائية والكيميائية والميكانيكية والحرارية والتى تؤثر بشكل كبير على استخدامات مواد البناء وقد ساهم التطور التكنولوجى فى التحكم فى عدد كبير من خصائص مواد البناء التى ادت لتغيرات فى اشكالها وقطاعاتها، ودراسة تصنيف مواد البناء إلى مجموعات تبعا لخصائصها الطبيعية وتبعا لطبيعة الاستخدام حيث تفيد المعرفة الكاملة بخصائص مواد البناء فى اختيار المواد التى تتوافق مع طبيعة الاستخدام واتى تأثرت بمبادئ الاستدامة كجزء لا يتجزأ من منظومة المبانى المستدامة.

وعند اختيار مواد البناء لابد من مراعاة أسس عامة وهي :

- كفاءة المصدر(يأتي من مورد متجدد – طبيعي – لها شهادة اعتماد وجودة).
- جودة التهوية التي يسمح بها هذا الاختيار.
- الكفاءة في استخدام الطاقة.
- ترشيد استهلاك المياه.
- الإتاحة أو سهولة الحصول على المادة.
- التماسك والقدرة على تحمل الوظيفة المطلوبة منهم.

كما نرى فى العناصر السابقة فانه يجب التكامل بين جميع الجوانب سواء كان تصميمى او بيئى او اقتصادى حتى يظهر واضحا مفهوم الاستدامة فى تصميم واجهات المبانى.

10- النتائــج

من اهم ما توصل إليه البحث:

نتائج الدراسة النظرية

- إن تطور إمكانيات مواد البناء التقليدية وزيادة المعرفة بخصائصها وإمكانياتها الإنشائية والمعمارية ذلك بجانب العوامل المؤثرة الأخري كالعوامل السياسية والاجتماعية والاقتصادية وكل ذلك أدى إلي تطور الواجهات الخارجية .
- تعتبر مواد البناء مؤثر ظاهر له أهميته علي مستوي 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 المبني المختلفة .
- لم تتوقف الثورة التكنولوجيا الرقمية عند تغيير خواص بعض المواد لتصبح مواد أساسية بل الأكثر هو ابتكار المواد الجديدة المصنعة وتعد مواد البناء المحاكية للطبيعة من أهم إبداعات الثورة الرقمية ، حيث خضعت هذه العملية إلي تشكيل المواد عن طريق التحكم الميكني بالحاسب الآلي .
- تعتمد المواد الذكية علي مبدأ الاقتباس من الطبيعة 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 .
- تدخل مواد البناء في تشكيل المبني بصفة عامة والواجهات الخارجية بصفة خاصة وأيضاً في تكوين أنظمة المبني المختلفة من أنظمة إنشائية التي تشكل الهيكل الأساسي للمبني ، وأنظمة الغلاف الخارجي الواجهات الخارجية والتي تحمي المبني من العوامل الخارجية وأنظمة الخدمات المختلفة والأنظمة الداخلية .

نتائج الدراسة التحليلية

- إن مواد البناء المستدامة هي تلك المواد التي تستخدم المصادر الأولية بكفاءة وهي مواد مؤثرة بيئيا ، تحترم حدود المواد الغير متجددة كما في خام المعادن والمواد البترولية ، تتكامل مع الأنظمة الايكولوجية والدورات الطبيعية للمواد، غير سامة وتصنع من مواد معاد تدويرها، ونفسها قابلة للتدوير وإعادة الاستخدام، ذات كفاءة في استهلاك الطاقة والمياه، صديقة للبيئة غير ملوثة لها وتصنع بأسلوب صديق للبيئة ، وأسلوب استخدامها متوافق بيئيا و كذلك يمكن استعادتها بعد الاستخدام.
- تمر مواد البناء بعدة مراحل خلال فترات الإنتاج والاستخدام وحتى مرحلة التخلص النهائي بما يعرف بدورة حياة مواد البناء، ولقد أثرت مبادئ الاستدامة علي

دورة حياة مواد البناء التقليدية لتشمل إعادة الاستخدام والتدوير لمواد البناء بدلا من التخلص النهائي لها بالدفن، للحفاظ علي الموارد الطبيعية وحماية البيئة من التأثيرات السلبية لمخلفات البناء.

- يصاحب مواد البناء خلال دورة حياتها استهلاك المصادر الأولية للمواد واستهلاك للطاقة من المصادر المختلفة (المتجددة والغير متجددة)، فضلا عن إنتاج المخلفات الصلبة والملوثات المختلفة من تلويث للبيئة والأنظمة الايكولوجية و الهواء و الماء و التأثير علي الصحة.
- أن مواد البناء المستدامة يجب أن يتوافر بها مجموعة من المعايير التي تحقق استدامة مواد البناء والتي تم تصنيفها إلي ثلاث مجموعات أساسية، وهي معايير كفاءة المصادر والتي تشمل مواد البناء الطبيعية أوالوفيرة، منع التلوث، تقليل المخلفات، ذات محتوي معاد التدوير، الطاقة المندمجة، المواد المحلية، ومعامل المتانة. ومعايير جودة البيئة الداخلية من معامل السمية والصيانة، ومعايير الكفاءة من كفاءة الطاقة وقوة التحمل بالإضافة إلي قابلية مادة البناء للتدوير وإعادة الاستخدام والتحلل.
- تؤثر خصائص الاستدامة علي اختيار مادة البناء، وتعمل علي تيسير عملية الاختيار والمقارنة بين مواد ومنتجات البناء المستخدمة ومعرفة مدي توافقها مع الاعتبارات البيئية وتحقيقها لمعايير الأمان للمستخدمين.
- هناك بعض الاستراتيجيات الهامة المتبعة لتحقيق استدامة مواد البناء في المباني . والتي تحقق معايير الكفاءة ومن هذه الاستراتيجيات إعادة استخدام الهيكل الإنشائي للمشروعات القائمة مع إجراء بعض التعديلات التي تسمح بإعادة الاستخدام، وإدماج أساليب التصميم والبناء التي تسمح بإعادة تفكيك المبني وإعادة استخدامه بعد انتهاء فترة عمر المبني. بالإضافة إلي إعادة استخدام مكونات المبني، وإتباع أساليب الترشيد في استخدام مواد البناء، واستخدام مواد البناء ذات المصادر المتجددة والوفيرة، والمواد المنتجة محليا، والمواد القابلة لإعادة الاستخدام والتدوير والتي تحتوي علي مواد معاد تدويرها.

11- التوصيات :

- يجب علي المصمم التدقيق في إختيار المواد المستخدمة في الواجهات الخارجية مما يحقق الانسجام فيما بينها ويضفي التوازن والجمال الهادئ علي تكوين الواجهة ، كما أن استعمال مواد قليلة جداً في الواجهة قد يقلل من تأثيرها ويجعلها سلبية بكما أن الإفراط في استعمال المواد بدرجة كبيرة قد يكون منفراً ويميل بالواجهة إلي الابتذال.
- استخدام مواد البناء الحديثة له دوراً كبيراً في تحديد سمات الواجهة الخارجية للمباني ومادة الخرسانة من أكثر المواد تعبيراً عن الصراحة في الواجهات الخارجية.
- اختلاف المواد المستخدمة في الواجهة ينتج عن اختلاف في تصميم الواجهات مع المحافظة علي شكل الكتل الخارجية .
- توافر مواصفات خاصة في اختيار مواد البناء المستخدمة في الواجهات الخارجية (سهولة الصيانة، مقاومة الحريق، مقاومة احتراق الرطوبة، المتانة، الحفاظ علي البيئة، سرعة وجودة التشطيب، الحفاظ علي كفاءة الطاقة).
- الاخشاب واللدائن والزجاج من اكثر المواد التى حققت ملائمة مع معايير الاستدامة فى تصميم الواجهات وتحقيق المبادئ التصميمية دون الخلل بمبادئ الاستدامة على الجانب الآخر.
- ضرورة التوسع في الأبحاث العلمية للمواد المحلية بما يساعد علي تطويرها وتحسينها بما يساعد علي إعطاء مساحة أكبر لاستخدامها بما يتوافق مع البيئة المحيطة وتحقيق الاستدامة من خلال مواد طبيعية ومحلية.

12 – المراجع

- شريف كمال دسوقى، انعكاس الثورة الرقمية على العمارة والعمران فى اطار التنمية المستدامة فى مصر، المؤتمر المعمارى الدولى، بحث علمى، جامعة اسيوط، 2015.
- عصام صلاح سعيد، التطور فى استخدام مواد البناء وتأثيره على العمارة البيئية فى المناطق الحارة، بحث علمى، جامعة اسيوط، 2013.
- نوبى محمد حسن، دور مواد البناء الحديثة فى تطور الفكر المعمارى فى القرن العشرين، بحث علمى، جامعة القاهرة، 2010.
- نادية محمد ثابت، دور التقنيات الحديثة فى تحقيق استدامة مصادر مواد البناء الطبيعية، بحث علمى، جامعة الازهر، 2014.
- يسرى عبدالقادر عزام، دور التكنولوجيا المتوافقة فى تدعيم مفاهيم العمارة الخضراء، بحث علمى، جامعة اسيوط، 2013
- جيهان أحمد ناجي ، تأثير المعالجات التشكيلية للفراغ المعماري للإنسان ، رسالة ماجستير ، جامعة عين شمس ، 2015.
- عمرو عبدالمنعم جبره ، تقييم الاداء الحراري للمباني التعليمية في مصر ، رسالة ماجستير، جامعة عين شمس، 2012.
- محمد إبراهيم محمد عبدالهادي ، أثر التكنولوجي علي التشكيل المعماري ، دراسة تحليلية علي العمارة في الربع الأخير من القرن العشرين ، رسالة ماجستير ، جامعة عين شمس ، 2019.
- محمد عطية عطية ، تأثير نظم ومواد الإنشاء الحديثة علي تطوير تصميم الفراغ، رسالة ماجستير ، جامعة عين شمس ، 2019.

- مني محمد حسني عجور ، منهجية تصميم الواجهات والآلات الحاكمة ، رسالة دكتوراه، جامعة حلوان ، 2016.
- هبه الله علي سلامة الحركة في العمارة المعاصرة، رسالة ماجستير ، جامعة عين شم ، 2018.
- ممدوح علي يوسف، واجهات المباني – مفاهيم ومفردات وتشكيل، المؤتمر المعماري الدولي الرابع عشر العمارة ، والعمران علي مشارف الألفية الثالثة كلية الفنون الجميلة ، جامعة القاهرة ، 2012.

- F. Henley & H. Liddell, Trans "The Ecology of building materials" Oxford: Architectural press, 2010

ـ مواقع شبكة المعلومات الدولية (الإنترنت) :

www.modmidmod.com/Accessed(1/5/2022)
www.gimagine.com/Accessed(12/5/2022)
www.arcspace.com/Accessed(12/5/2022)
www.commons.wikimedia.org/Accessed(15/5/2022)
www.designbuybuild.co.uk/Accessed(11/4/2022)
www.archrecord.construction.com/Accessed (18/4/2022)
www.blog.kmpfurniture.com/Accessed(12/5/2022)
www.eboss.co.nzlibrary.com/Accessed(20/4/2022)
www.publichistorycommons.org/Accessed(25/5/2022)
www.archdaily.com/Accessed(13/3/2022)
www.architecture.com/Accessed(13/3/2022)
www.london-architecture.info/Accessed(13/3/2022

ABSTRACT

The choice of building materials is the complement to the architectural design process because the material is part of the architectural shape and is combined and achieves the required integration in the design process. Design capabilities and expertise help in the material selection process, so the architectural shape has become "Facades in conjunction with the selection of building materials used. Building materials serve the form primarily and then influence the idea and architectural content in the second", Material is an element of construction technology that has undergone remarkable development in the twentieth century as new materials have been used in construction and their use has evolved, the shape and proportions of materials are used to materials such as iron or interactive materials such as smart materials.

As the impact of materials relates directly to the dynamics of the structural system, the lighter flexible materials are used, the greater the flexibility of formation and the greater the correlation and continuity between the building's different components, giving the opportunity to create applications for dynamic balance.

This research is interested in studying the objectives of the design process, the impact of the use of building materials on that process in the form of facades, as well as the influence on the idea and architectural content with the study of the sustainability standards of commonly used building materials and smart materials, and the study of the most building materials used and their impact on the architectural design process.