وزارة التخطيط
الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية
دائرة السيطرة النوعية/قسم الصناعات الانشائية

مواد وطرق البناء الحديث

التعرف على اساليب البناء الحديث وطرق التعامل معها

دراسة من اعداد

اسراء محمد جواد
معاون رئيس كيمياويين

ريم فكرة عبدالله
معاون رئيس مهندسين

2021

الفصل الاول

الفصل الثاني

التوصيات والاستنتاجات

المصادر

الخلاصة

تتناول هذه الدراسة اساليب ومواد البناء ومدى تاثيرها على الطابع العمراني وعلى صحة الانسان وبيئته وماهي سلبيات استخدام المواد التقليدية في البناء وما الامور التي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار عند الشروع في انشاء المباني والحد من عمليات استنزاف الطاقة والموارد ومايصاحب عمليات انتاج المواد البنائية من تلوث وانبعاث غازات سامة وماهي البدائل.

وتتضمن الدراسة فصلين وكما يلي :

الفصل الاول : يتضمن مفهوم تكنلوجيا البناء الحديث وتم طرح بعض اساليب هذا البناء واهدافه وتم ذكر بعض تطبيقاته مثلاً الجدران المزدوجة، الاساسات و الالواح الخرسانية مسبقة الصب، الخرسانة الرغوية (مميزاتها وعيوبها) و اخيراً الهيكل النفقي مع شرح لمميزاته وعيوبه.

الفصل الثاني: كرس هذا الفصل لموضوع مواد البناء الخضراء والمستدامة وافضلية استخدامها عن مواد البناء التقليدية بالاضافة الى الخرسانة الخضراء ، المزايا والعيوب وفي نهاية الفصل تم طرح امثلة عالمية للابنية الخضراء والمستدامة.

جدول المحتويات

رقم الفقرة	العنوان	الصفحة
	المقدمة	III
	الهدف من الدراسة	IV
الفصل الاول / تكنولوجيا وطرق البناء الحديث		
1-1	تكنلوجيا و طرق البناء الحديث	1
2-1	اهداف عملية البناء الحديث	1
3-1	اساليب البناء الحديث	2
1-3-1	تكنولوجيا الجدران المزدوجة	2
2-3-1	الأساسات الخرسانيّة مسبقة الصب	2
3-3-1	الألواح الخرسانيّة المصبوبة مسبقاً	2
4-3-1	الخرسانة الرغوية او الخلوية	2
1-4-3-1	مميزات الخرسانة الرغوية	3
2-4-3-1	مجالات تطبيق الخرسانة الرغوية	3
3-4-3-1	العوامل التي تؤثر على نوعية وخصائص الخرسانة الرغوية	4
5-3-1	الهياكل النفقية	5
1-5-3-1	مميزات استخدام الهيكل النفقي Tunnel form	6
2-5-3-1	عيوب استخدام الهيكل النفقي	6
6-3-1	حبل من الألياف الكربونية يمكن أن يضاعف من ارتفاع ناطحات السحاب	7
الفصل الثاني / مواد البناء المستدامة و الخضراء		
	مواد البناء المستدامة	8
1-2	الخرسانة الخضراء	9
1-1-2	اسباب استخدام الخرسانة الخضراء	10
2-1-2	تطبيقات الخرسانة الخضراء	10
3-1-2	مزايا الخرسانة الخضراء	10
4-1-2	عيوب الخرسانة الخضراء	11
2-2	مواد وتقنيات البناء المستدامة	11
3-2	أمثلة عالمية للأبنية الخضراء الصديقة للبيئة	11
الاستنتاجات		15
التوصيات		16
المصادر		17

المقدمة

مع تطور العالم المستمر ولمواكبة نتائج هذا التقدم الواضح ولتلبية الاحتياجات السكانية المتزايدة ومتطلبات العصر كان من الطبيعي تطور مواد واساليب البناء تماشيا مع هذا التقدم العلمي والتكنلوجي وباختلاف المعاييرو بحسب ملائمتها للغرض المستخدمة من اجله،حيث ان مواد البناء الحديثة تمتاز بسهولة الاستخدام والمقاومة العالية والمتانة والكفاءة مما جعل عملية البناء اكثر سهولة ومرونة وعملية التنفيذ اسرع وبأيدي عاملة ووقت اقل. ان بناء المنزل باستعمال طرق ومواد بناء حديثة لا يكلف نفس الوقت والجهد الذي يتطلبه البناء بالطرق التقليدية ويمكن ملاحظة تاثيرالاساليب والطرق الحديثة على التصميم والطابع العمراني للمباني حيث ان كل عصر لابد ان يترك اثره في شكل العمارة وانماط المباني كنتيجة لاستخدام مواد واساليب جديدة بالاضافة الى اختلاف المتطلبات والاحتياجات لكل مرحلة.

هنالك معاييرعديدة لاختيار مواد البناء من حيث ملائمتها للغرض وتكلفتها و المتانة والامان والتأثير على صحة الانسان والبيئة ويعتبر المعيار الاخير الخاص بالتاثير على البيئة والناتج عن ضررعمليات استخراج المواد الخام والتلوث من عمليات التصنيع وتاثيرات عملية نقل المواد ومدخلات الطاقة مما يؤثر على معدل انتاج غاز ثاني اوكسيد الكاربون وغيرها من المركبات هو المعيار الاهم والاخطرللاختيار ايضا التاثير على صحة الانسان في جميع مراحل دورة حياة المادة الانشائية المستخدمة بداية من مرحلة استخراج المادة الخام ثم عمليات التصنيع والعمل بها واخيرا مرحلة التخلص من المادة او قابلية تحللها او اعادة تدويرها او استخدامها مع مواد اخرى ،هذه المعايير وغيرها تؤخذ بنظر الاعتبار عند الاتجاه لاستخدام مواد البناء الحديثة او المستدامة.

الهدف من الدراسة

يهدف هذا العمل الى تسليط الضوء على مواد وطرق البناء الحديث ومزايا هذا النوع عن البناء التقليدي حيث ان طرق البناء التقليدية تؤثر بشكل سلبي على البيئة و الانسان و استهلاك الطاقة وتاثيرها على الاقتصاد بالاضافة الى افضلية استخدام مواد البناء الخضراء واستخدام مواد مستدامة والاستفادة من هذه التقنيات في بناء المجمعات السكنية والمدارس والمستشفيات والتخلص من مشكلة العشوائيات و لتقليل الاثر البيئي السلبي لمواد البناء في كافة دورة حياتها وتسليط الضوء على بعض الامثلة التي تم فيها استخدام الاساليب الحديثة ونجاحها بسرعة الانجاز وتقليل التكلفة.

حيث ان احد التحديات للتوجه لاساليب البناء الحديثة هي وعي المجتمع لترك مواد وطرق البناء التقليدية وترسيخ ودعم ثقافة البناء الجاهز بدل البناء التقليدي المتعارف عليه وايضا التشجيع على مبدأ العمارة الخضراء.

الفصل الاول

تكنلوجيا وطرق البناء الحديث

١ ١- تكنلوجيا و طرق البناء الحديث

مما لا شك فيه ان اساليب البناء الحديثة اصبحت من مقتضيات العصر فهي لا تعد ترفاً بل ضرورة لتحقيق الاحتياجات الملحة ومنها تجهيز المجمعات السكنية الضخمة بسرعة لاعتمادها على مواد مصنعة يجري تجميعها في الموقع بدلاً من عملية الاعداد المتبعة في البناء العادي والتي تستغرق وقتاً اطول حيث يتم البناء بطريقة أكثر كفاءة، مع الحفاظ على بقاء الجودة بنفس مستوى جودة الأبنية التي تتم باستخدام الطرق التقليديّة (شكل ١)، حيث يتم بناء مبانٍ بما يقدّر بأربعة أضعاف الأبنية التي تتم بذات عدد العمالة المستخدمة [١،٢] كما ان تكنلوجيا البناء الحديث اصبحت من المجالات الخصبة التي تتنافس لدخوله وتطويره اكبر الشركات.

شكل ١-: مواد البناء التقليدية[٢]

١-٢ اهداف عملية البناء الحديث:-

- ادخار الوقت
- ادخار التكلفة
- ادخار الجهد وعدد العمال
- تقليل الاضرار البيئية والانبعاثات السامة
- تقليل التشرخ او تضرر المباني
- تقليل استهلاك الطاقة
- اعادة تدوير مخلفات الهدم (استدامة المواد لتعويض الاستخدام السيء لموارد الارض).

من الامثلة على المواد الي تستخدم في الابنية الحديثة قوالب جاهزة من الحديد والالمنيوم للسقف والجدران معا حيث يكون فيها عزل خارجي شرائح اسمنت من الخارج ومن الداخل صوف صخري.

١-٣ أساليب البناء الحديث[٣]

١-٣-١ **تكنولوجيا الجدران المزدوجة**: تقوم هذه التكنولوجيا في البناء على استخدام جدارين منفصلين، يفصل بينهما مسافة، حيث يتم وضعهما في الموقع المرغوب، وتثبيتهما ثم يتم ملء الفجوة بالخرسانة، وهو من أسرع طرق البناء الحديثة، والتي يتم استخدامه عادةً بالتزامن مع استخدام الأرضيات الجاهزة.

١-٣-٢ **الأساسات الخرسانيّة مسبقة الصب**: حيث يتم صبها في المصنع ، ثم يتم إحضارها للموقع، ويتم تدعيمها بأكوام خرسانيّة خاصّة، و تعد ميزة هذه الأساسات تقليل الحفر، وزيادة الإنتاجيّة والجودة.

١-٣-٣ **الألواح الخرسانيّة المصبوبة مسبقاً**: و تشتمل هذه الألواح على الأبواب، الشبابيك والتشطيبات ووحدات البناء ثلاثيّة الأبعاد التي يتم صنعها خارج الموقع، ثم يتم إحضارها الى الموقع وتثبيتها مع الوحدات الأخرى حسب الرغبة.

١-٣-٤ الخرسانة الرغوية او الخلوية [٤، ٥] (Foam concrete)

هي شكل من اشكال الخرسانة وتسمى ايضا" الاسمنت الرغوي او الخرسانة المسامية او الخرسانة الغازية وهي عبارة عن خلطة من الاسمنت والرمل وبعض المواد الكيمياوية المضافة والتي تخلط بخلاطة عادية وتضخ بمضخات خاصة مما يؤدي الى تكوين فقاعات هوائية داخل الخلطة وذلك بدخول الهواء اثناء الضخ مما يؤدي الى تكون خلايا مملوءة بالهواء داخل العجينة الاسمنتية مما يجعلها خفيفة الوزن وكثافتها اقل من كثافة الخرسانة العاديةحيث تتراوح كثافتها بين 300 الى 1800 كجم\م^3 مما يقلل من الحمل الميت (dead load) على الهيكل وتكلفة الإنتاج وتكلفة العمالة المتضمنة أثناء البناء والنقل كما ان الموصلية الحرارية للخرسانه الرغويه تتراوح من 0.065 الي 0.43 واط\م.ْ الشكل ٢ يمثل الخرسانة الرغوية.

شكل- ٢: الخرسانة الخلوية[٤]

٣-١-٤ ١-مميزات الخرسانة الرغوية

١- ذات جدوى اقتصادية عالية حيث أن خفة وزنها وقلة كثافتها يؤثران بشكل ايجابي علي التكلفة الاجمالية للمباني التي تستخدم فيها الخرسانة الرغوية وذلك من خلال تقليل وزن المبنى وتقليل كميات الحديد المستخدمة وتوفير الطاقة بسبب قدرتها العالية على العزل الحراري.

٢- ذات انتاجية عالية حيث ان الخرسانة الرغوية لا تحتاج لمعدات اضافية وجهد اضافي اثناء عملية الصب وتحتاج الى عمالة قليلة للتنفيذ.

٣- سهلة الاستخدام والتشكيل وذلك لانسيابيتها وسرعة تشكيلها ومن الممكن صبها في قوالب واشكال مختلفة و كذلك يمكن ضخها بدون حدوث انفصال حبيبي.ولها قابلية تشغيل ممتازة مما يسمح باجراء معالجات مختلفة للاسطح.

٤- صديقة للبيئة وغير ضارة ويمكن استخدام أسمنت كبريتات الكالسيوم الأخضر (GCSA) لتحضير الخرسانة الرغوية لعمل جسور الطرق[٦].

٥- مقاومة للحرائق: تعتبر الخرسانة الرغوية مادة غير عضوية فبالتالي غير قابلة للاحتراق ولقد اثبتت التجارب ان بلاطة من الخرسانة الرغوية بكثافة 1400 كجم\م^3 وبسمك 15 سم قد قاومت الحريق لمدة تزيد عن سبع ساعات.

٦-عزل صوتي : للخرسانة الرغوية القدرة العالية علي امتصاص الاصوات فاستخدامها يغني عن متطلبات العزل الصوتي وذلك بفضل مساماتها الكثيرة.

٣-١-٤- ٢ مجالات تطبيق الخرسانة الرغوية

الخرسانة الرغوية لها استخدامات في مجالات وتطبيقات عديدة كأعمال ردم الخنادق او في طبقات الاساس للطرق او في الجدران وادناه امثلة من اهم استعمالاتها:

ا- الارضيات والسقوف وتستخدم كمادة لملء جدران المنازل أو الفجوات الصناعية.

ب- صناعة البلوك، الطابوق المصبوب، البلوك العازل وقواطع الجدران.

ج- السقوف والالواح العازلة للحرارة والصوت باقل اوزان اضافية.

د- قاعدة لبناء الطرق وطبقات الاساس وايضا تستخدم الخرسانة الرغوية في بناء الانفاق حيث انها تستخدم في مليء الفراغات والتجاويف التي تظهر اثناء بناء الانفاق.

هـ- عمل الكتل والبلاطات الخفيفة للقواطع والجدران المحملة بسبب قابلية تشغيلها العالية.

و- أعمال ترميمات واصلاح المباني القديمة بسبب خفة الوزن وسهولة التعامل بها.

ز- أعمال تنسيق الحدائق والديكورات الخارجية وبناء ملاعب التنس وكرة السلة او مضمار الجري .

ح- تستخدم الخرسانة الرغوية كعازل حراري للاسقف ومادة الارضيات واعمال التسوية. وتستخدم كمادة مالئة اسفل البلاط في الارضيات،وتستخدم الخرسانة الرغوية لعمل الواح تغطية الاسقف المعلقة والمستخدمة في العزل الحراري او العزل الصوتي في المساكن والابنية ومباني المؤسسات وتستخدم في الردم اسفل شبكة التدفئة وفي توفير الطاقة في التدفئة.

ط- عمل طبقات الميلان الخفيفة وتستخدم للتسوية والميول وتغطية المواسير في الأسطح وتستخدم كذلك في عمل الطبقات تحت الارضية للطرق والجسور.

٣-١-٣-٤ العوامل التي تؤثر على نوعية وخصائص الخرسانة الرغوية

يتم تحديد الخصائص الفيزيائية للخرسانة الرغوية من مزيج مختلف فقد يشمل استخدام أسمنت بورتلاندي لوحده أو باضافة نسبة مئوية من مسحوق الرماد المتطاير ، وغبار الحجر الجيري أو الرمل جنبا إلى جنب مع وحدة تخزين محددة سلفا من الهواء المسحوب ، هذا المزيج يصبح رغوة خرسانية جديدة و التي تظهر بلون رمادي فاتح وتعتمد مقاومة الكسر للخرسانة الرغوية على مجموعة من العوامل اهمها الكثافة و نسبة الركام الى الاسمنت بالاضافة الى :

١- نوع وخواص الركام المستخدم وتدرجه.

٢- نسبة الماء الى الاسمنت.

٣- درجة الدمك Degree of compaction.

أما عن عيوب الخرسانة الرغوية فاهمها انها خرسانة هشة وضعيفة ولذلك تحتاج إلى العناية الكبيرة للتنفيذ و كذلك عند تركيب العزل حيث يمكن ان تؤدي الأعمال فوقها إلى بعض التكسر والتصدعات في سطحها.

ويمكن انتاج الخرسانة الرغوية بطرق متعددة ومن هذه الطرق هو استخدام المواد المولدة للرغوة او ذات الهواء المقصود (او الحابسة للهواء)او من خلال احداث تفاعلات كيمياوية تنتج غازات تدخل بين مكونات الخلطة. الشكل (٣) يمثل اعمال صب للخرسانة الرغوية.

الشكل- ٣: سقف منفذ باستخدام الخرسانة الرغوية[٥]

٣-١- ٥ الهياكل النفقية Tunnel form [٧]

الهياكل النفقية هي نوع من أنظمة القوالب الحديثة المستخدمة لأغراض البناء، هذا النظام هو تقنية ناشئة بسبب تقنية البناء الفعالة وانخفاض تكلفة الميزانية المخمنة في مشروع البناء، وتقليل مدة العمل حيث يسمح للمقاول بصب الجدران والألواح في عملية واحدة في دورة يومية. فهو يجمع بين سرعة وجودة ودقة الإنتاج المصنع / خارج الموقع مع المرونة والاقتصاد في البناء في الموقع ويتم التعرف عليه كأسلوب حديث للبناء (MMC). ينشئ هذا النظام هيكلًا فعالًا للحمل لاستخدامه في مجموعة متنوعة من التطبيقات كونه فعال بشكل خاص في المشاريع ذات الإنشاءات الخلوية المتكررة مثل المجمعات السكنية والفنادق وسكن الطلاب والثكنات العسكرية والسجون.

تمتاز بانها ذات مقاومة محسنة للزلازل وتستهلك وقت بناء اقل بشكل كبيرإذا ما قورنت بإطارات الخرسانة المسلحة التقليدية والأنظمة المزدوجة.(الشكل-٤ يمثل الشدات النفقية).

نظام قالب النفق او هيكل النفق هو نظام قالب فولاذي يعمل على صب خرسانة الجدار والأرضية بنفس الوقت وتصنع اسطحه المواجهة للخرسانة من الصفائح مما يقلل تكلفة القالب الى ادنى حد ويزيد من مستوى الامان للعمال الى اعلى حد وذلك بفضل انظمة السقالات المستخدمة كما يمكن استعماله كل يوم في صب الخرسانة. وفي هذا النظام يمكن استعمال القالب في صب

الخرسانة لمرات كثيرة في انشاء الابنية ذات الامتداد الافقي و تحت عناية خاصة، وبفضل هذا النظام يمكن صب خرسانة من طابق واحد كل يومين أو كل يوم وذلك اعتمادا" على حجم البناء ثم يتم فك الهيكل ونقله وذلك بحسب نتائج قوة كسر الخرسانة حيث يمكن اجراء معالجة واضافة مواد مسرعة. تكون هياكل الشدات النصف نفقية على هيئة ⊥ مقلوب بحيث يمكن تشكيل فراغ الغرفة من شدتين على شكل ⊥ أو شدة نفقية واحدة على شكل ∩. اما حديد التسليح فيكون على هيئة شبك ملحوم ويتم تجهيزه في الورشة داخل الموقع الى جانب عمل جميع الفتحات قبل الصب.

٣-١- ٥ ١-مميزات استخدام الهيكل النفقي Tunnel form

تكون اقتصادية ومقاومة للزلازل وتقل فيها أخطاء التصنيع إلى الحد الادنى وتقل كلفة عمل الابنية الى حد كبير (شكل٥-) بالاضافة الى:

١- الجودة العالية في العمل والحصول على اسطح تامة التشطيب.

٢- يعطي قوة تحمل عالية للمباني.

٣- سرعة التنفيذ و باستخدام نظام القوالب النفقية يمكن توفير مساحة فعالة للبناء.

٣-١- ٥ – ٢عيوب استخدام الهيكل النفقي

١- يحتاج الى دقة عالية وفريق مدرب وعلى كفاءة عالية.

٢- لا يوفر مرونة في التصميم.

٣- في حالة عدم الاهتمام بتنظيف الشدة من بقايا الخرسانة لا يمكن استخدامها مرة اخرى.

٤- الجدران الخرسانية لا تناسب الاجواء الحارة.

٥- شروخ الانكماش عند الجفاف ناتج عن حركة الشدات.

٦- شروخ التمدد والانكماش الحراري نتيجة اختلاف التأثير الحراري على الجدران الخارجية و الجدران الداخلية [٨].

الشكل- ٤: الشدات النفقية[٧]

الشكل٥-: بناء باستخدام الشدات النفقية[٧]

٣-١- ٦ حبل من الألياف الكربونية يمكن أن يضاعف من ارتفاع ناطحات السحاب [٩]

إحدى أهم المشاكل التي تواجه المهندسين عند بناء الأبنية الشاهقة الارتفاع هي معالجة تقنيات المصاعد فيها، فعند الوصول الى ارتفاع معين تصبح كمية الحبال الحديدية المستخدمة لرفع الأشخاص إلى الأعلى ثقيلة جداً، إلّا أن إحدى الشركات الفنلندية وجدت حلاً بديلاً لذلك، فقد قامت الشركة بتطوير حبل مصنوع من ألياف الكربون يكون أخف وزناً من الحبال الحديدية بـ 90 % ويمكنه دعم سحب المصاعد لارتفاعات تصل إلى ضعفي الحد الحالي، ويدعى هذا الاختراع باسم(Ultra Rope) ، حيث يمكنه تحمل ثقل المصعد على إرتفاع يصل لكيلومتر، ويعتقد أن هذا الاختراع قد يحدث تغييراً في مجال خدمة المصاعد، لكون عمره الإفتراضي هو ضعفي عمر الحبل الحديدي التقليدي.

الفصل الثاني

مواد البناء المستدامة و الخضراء

قد زاد اهتمام العالم الأن بالطبيعة وضرورة الحفاظ عليها وتم إعتماد هذا المبدأ في كثير من المجالات وقد يكون أهمها مجال تصميم وإنشاء المباني وهنا يأتي دورنا بصفتنا الجيل القادم جيل "المستقبل "نصمم أن نعمل بهذا المبدأ ليس كخيار يمكن إضافته للمبنى وإنما كضرورة في أي عمل نعمل عليه.هذه المباني قد تكون بسيطة في تصميمها مقارنة بالكثير من التصاميم المبدعة التي نراها في الوقت الحالي ولكن جمالها يكمن في هدفها فهذه المباني تجمع بين إبداع المصمم وروعة الطبيعة وخضرتها مما يضفي على التصميم جمال ذا بعد أخر.المباني الصديقة للبيئة والمعروفة أيضا بالبناء الصديق للبيئة أو المباني المستدامة ويقصد بالاستدامة انها تلبية حاجات الناس اليومية دون تحطيم الموارد البيئية في المستقبل وذلك بالاعتماد على التخطيط طويل المدى وهي مفهوم متعدد الاوجه يتضمن ابعادا اجتماعية واقتصادية وهي تمثل افكار هدفها ضمان نمط حياة افضل للمجتمع سواء في الحاضر او المستقبل [١٠] . استدامة البناء هى ممارسة لخلق هياكل واستخدام العمليات المسؤولة بيئيا والفعالة من حيث الموارد المستخدمة في البناء عبر دورة حياة المبنى من تحديد المواقع والتصميم والبناء والتشغيل والصيانة والتجديد، و اخيرا التفكيك (شكل ٦) .هذه الممارسة تتوسع وتنجز التصميم الكلاسيكي للبناء فيما يخص الاقتصاد ، المنفعة،المتانة والراحة.على الرغم من أن التقنيات الجديدة يجري تطويرها باستمرار لاستكمال الممارسات الحالية في خلق هياكل أكثر صداقة للبيئة إلا أن الهدف المشترك هو أن المباني الصديقة للبيئة صممت للحد من الأثر الإجمالي على البيئة وعلى صحة الإنسان وثمة مفهوم مماثل هو البناء الطبيعي ، الذى عادة ما يكون على نطاق أصغر ، ويميل إلى التركيز على استخدام المواد الطبيعية المتوفرة محليا.وفي وجهة نظر البعض فإن العمارةالخضراء هي منظومة عالية الكفاءة تتوافق مع محيطها الحيوي بأقل أضرار جانبية ، فهي دعوة إلى التعامل مع البيئة بشكل أفضل يتكامل مع محدداتها.

شكل -٦: البيئة المستدامة[١٠]

١-٢الخرسانة الخضراء Green Concrete [١١]

الخرسانة الخضراء أو الخرسانة البيئية هي نفسها الخرسانة العادية، ولكنها مصنوعة من مواد النفايات والمخلفات أو مواد صديقة للبيئة لجعلها تدوم لفترة اطول وللتقليل من استهلاك الطاقة اثناء عملية التصنيع كما يمكن استخدام المواد غير العضوية المتبقية مثل غبار الحجر و الخرسانة المكسرة كركام اخضر في صناعتها.

تعتبر الخرسانة الخضراء رخيصة جدًا في الإنتاج لأننا نستخدم منتجات النفايات كبديل جزئي للأسمنت والركام حيث يمكن مثلاً استخدام غبار السليكا والرماد المتطايرو خبث افران صناعة الحديد والالياف الزجاجية يتزايد استخدام الخرسانة في عمليات البناء بمعدل أسرع ومع تطور المجتمع الحضري واحتياجاته زاد الطلب على مواد البناء.

يعتبر الأسمنت والركام المكونات الرئيسية للخرسانة وعمليات التعدين المستمرة قللت من مصادر توافرهم وتسبب هذا الامر في مشاكل نقص مواد البناء في الآونة الأخيرة ولسد هذا النقص، هناك حاجة لإيجاد البديل إلى حد ما.

في الوقت الحاضر، صناعة البناء تبحث عن مواد وحلول بديلة ومن ضمن هذه الحلول استخدام "الخرسانة الخضراء."

الخرسانة الخضراء هي نوع جديد من الخرسانة في مجال صناعة البناء المستدام.حيث إنه مفهوم ثوري لصناعة الخرسانة وتم تطوير الخرسانة الخضراء لأول مرة من قبل Dr. WG في الدنمارك عام1998 وهدفها هو تقليل الاثر البيئي للخرسانة.

٢-١-١ اسباب استخدام الخرسانة الخضراء

أ- لتقليل الطلب على المواد التقليدية

كما ذكر أعلاه، فإن نمو صناعة البناء أصبح سريعًا في السنوات الأخيرة، كما أن استهلاك الخرسانة يزداد إلى حد كبير. تسبب هذا إلى جانب مصادر التعدين المحدودة إلى النقص في مواد البناء التقليدية مثل الأسمنت والركام. لذلك لتقليل الطلب على مواد البناء العادية، تعتبر الخرسانة الخضراء بديلاً أفضل.

ب- لتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

في الخرسانة التقليدية، نستخدم مادة تتضمن عملية إنتاجها انبعاث كمية كبيرة من ثاني أكسيد الكربون في البيئة وهي الاسمنت البورتلاندي حيث ان انتاج طن واحد منه يصاحبه انبعاث طن تقريبا من غاز ثاني اوكسيد الكربون وغازات وابخرة اخرى ضارة. بينما تستخدم الخرسانة الخضراء نفايات مواد صديقة للبيئة تنبعث منها نسبة منخفضة جدًا من ثاني أكسيد الكربون في البيئة.

ج- لتدوير المواد وإعادة استخدامها

حيث أن بناء أي هيكل ينطوي على كمية هائلة من المواد وينتج أيضًا كمية كبيرة من نفايات البناء أيضًا ولا يتم استخدام هذه النفايات في أي عمل آخر. لذلك، لدى الخرسانة الخضراء مفهوم حول إعادة تدوير وإعادة استخدام مواد النفايات هذه لصنع الخرسانة.

٢-٢-١ تطبيقات الخرسانة الخضراء

- تستخدم على نطاق واسع في تشييد المباني
- يتم استخدامها في بناء الركائز
- يمكن استخدامها في بناء الطرق كم يتم استخدامها في بناء الجسور.

٢-٣-١ مزايا الخرسانة الخضراء

- الخرسانة الخضراء مصنوعة من النفايات والمواد المعاد تدويرها مثل الرماد المتطاير ، خبث فرن الانفجار المحبب الأرضي، الركام الاصطناعي، إلخ.
- تقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتساعد في الحد من التلوث البيئي.
- لديها مقاومة جيدة للحرارة والأحماض.
- تحل مشكلة إعادة التدوير والتخلص من المساحة المطلوبة لمواد النفايات الصناعية لأنها مصنوعة من مواد النفايات المتبقية

•الخرسانة الخضراء أكثر ملائمة للأعمال الخرسانية الجماعية الكتلية لأنها تنتج حرارة أقل من تفاعل الإماهة.

•مقاومة الشد والضغط للخرسانة الخضراء أفضل اعتمادا على نوع المواد المستخدمة والمضافات مقارنة بالخرسانة التقليدية.

• تساهم في تقليل استهلاك الأسمنت بشكل عام.

•اقتصادية مقارنة بالخرسانة التقليدية.

•توفر قابلية تشغيل أفضل من الخرسانة التقليدية.

٢-١-٤عيوب الخرسانة الخضراء

•الهياكل المصنوعة من بعض أنواع الخرسانة الخضراء لها عمر أقل نسبيًا من الهياكل ذات الخرسانة التقليدية.

•قد تختلف مقاومة الانضغاط مع تغير المواد الخضراء المستخدمة.

•امتصاص الماء مرتفع.

•خصائص الانكماش والزحف عالية مقارنة بالخرسانة التقليدية.

•تكون مقاومة الانحناء أقل في الخرسانة الخضراء.

٢-٢مواد وتقنيات البناء المستدامة

الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية (GLASS FIBER REINFORCED CONCRETE)

ألواح البوليسترين مع شبكة التسليح المغلون (SismoBuilding Technology)

قوالب كوفور (COFFOR)

٢-٣ أمثلة عالمية للأبنية الخضراء الصديقة للبيئة [١١]

عند التمعن في أوضاعنا البيئية الصارمة ومواردنا المحدودة ندرك بأن حاجتنا إلى تطبيق العمارة الخضراء والإنشاءات المستدامة أكثر من الدول الصناعية المتقدمة . وإذا كانت كميات أشعة الشمس وحرارتها ووهجها في منطقتنا من أعلى المعدلات في العالم فإن هذا يعني وجود فرص ذهبية لتوظيفها كمصدر بديل لإنتاج الطاقة ، بالإضافة إلى استغلالها في إضاءة المباني والمنشآت خلال ساعات النهار. ومع ذلك فنحن سمعنا عن مباني في بعض البلدان التي تغيب عنها الشمس لأيام طويلة في السنة ، وهذه المباني تعتمد بشكل أساسي في الإضاءة الداخلية على ضوء النهار الطبيعي حيث توفر نصف كمية الطاقة المستهلكة في الإضاءة ، بينما نرى مبانينا التي تقبع تحت الشمس الحارقة والوهج الضوئي القوي مظلمة ومعتمة من الداخل وتعتمد

فقط على الإضاءة الاصطناعية التي تضيف أعباء اقتصادية إلى فاتورة الكهرباء ، بل إن تلك الدول قطعت أشواطا متقدمة في تطبيقات استغلال الطاقة الشمسية كمصدر بديل للطاقة في المباني . يوجد في الدول الصناعية الكثير من المباني الكبرى التي تجسد مفهوم العمارة المستدامة الخضراء التي تقلل من التأثيرات على البيئة ، بالإضافة إلى استغلال الرياح وشلالات المياه في إنتاج الطاقة.

ومن هذا المباني مبنى في ساحة التايمز في نيويورك مبنى برج (Conde Nast) المكون من ٤٨ طابقا وهو مصمم من قبل (Fox & Fowle Aechitects) . الشكل - ٧.

حيث يعد أحد الأمثلة المبكرة التي طبقت جميع مبادئ العمارة المستدامة الخضراء في مبنى حضري كبير ، وقد استعملت فيها تقريباجميع التقنيات التي يمكن تخيلها لتوفير الطاقة. فقد استخدم المبنى نوعية خاصة من الزجاج تسمح بدخول ضوء الشمس الطبيعي وتبقي الحرارة والأشعة فوق البنفسجية خارج المبنى ، وتقلل من فقدان الحرارة الداخلية اثناء الشتاء وهناك ايضا خليتان تعملان على وقود الغاز الطبيعي تزودان المبنى بـ (400 كيلوواط) من الطاقة،وهو مايكفي للتغذية المبنى بكل كمية الكهرباء التي يحتاجها ليلا بالاضافة الى (5%) من كمية الكهرباء التي يحتاجها نهارا. اما عادم الماء الحار فقد أنتج بواسطة خلايا الوقود المستخدمة للمساعدة على تسخين المبنى وتزويده بالماء الحار .بينما وضعت أنظمة التبريد و التكييف على السقف كمولد غاز أكثر من كونها مولد كهربائي، وهذا يخفض من فقدان الطاقة المرتبط بنقل الطاقة الكهربائية.كما أن لوحات (Photovoltaic Panels)الموجودة على المبنى من الخارج تزود المبنى بطاقة إضافية تصل إلى (15 كيلو واط). وداخل المبنى تتحكم حساسات الحركة بالمراوح وتطفىء الإضاءة في المناطق قليلة الإشغال مثل السلالم. أما إشارات الخروج فهي مضاءة بثنائيات خفيفة مخفضة لإستهلاك الطاقة. والنتيجة النهائية هي أن المبنى يستهلك طاقة أقل بنسبة (35- 40%)مقارنة بأي مبنى تقليدي مماثل .

الشكل - ٧: برج كوند ناست[١١]

ومن الأمثلة الأخرى على العمارة الخضراء برج Swiss Re Tower في أحد شوارع مدينة لندن وهو من تصميم المعماري نورمان فوستر وتم انجازه بين عامي 2001 - 2004 و يتكون من 40 طابقاً وبارتفاع180 متر. يشير اللندنيون لهذا الصرح المعماري بأنه الإضافة الأحدث إلى خط أفق مدينتهم العريقة إلا أن الشيء الرائع في هذا المبنى ليس شكله المعماري كثمرة الخيار كما يظهر في الشكل رقم٨ ولكن كفائته العالية في استهلاك الطاقة، فتصميمه المبدع والخلاق يحقق وفرا استهلاك الطاقة يصل إلى 50% من إجمالي الطاقة الذي تستهلكه بناية تقليدية مماثلة .ويتجلى غنى المبنى بمزايا توفير الطاقة في استعمال الإضاءة والتهوية الطبيعية كلما أمكن ذلك. وتتكون واجهة المبنى من طبقتين من الزجاج (الخارجية منها عبارة عن زجاج مزدوج)، والطبقتان تحيطان بتجويف مهوى بالستائر الموجهة بالحاسب الآلي. كما أن نظام حساسات الطقس الموجود على المبنى من الخارج يراقب درجة الحرارة وسرعة الرياح ومستوى أشعة الشمس، ويقوم بغلق الستائر وفتح لوحات النوافذ عند الحاجة، أما شكل المبنى فهو مصمم بحيث يزيد من استعمال ضوء النهار الطبيعي، ويقلل من الحاجة للإضاءة الاصطناعية، ويتيح مشاهدة مناظر خارجية طبيعية حتى لمن هم في عمق المبنى من الداخل.

شكل-٨: برج سويس ري[١١]

وبالتأكيد فأن هناك عوامل رئيسية تؤثر في اختيار مواد واساليب البناء وذلك حسب المساحة والغاية من البناء والعامل الاقتصادي ومدى توفر المادة مع الاخذ بنظر الاعتبار استدامة المبنى لفترة زمنية اطول والتقليل من الحاجة الى عمليات الصيانة المتكررة وترشيد استهلاك الطاقة.

الاستنتاجات

١- إن مواد البناء تعد من اهم العناصر المؤثرة على طبيعة العمران في كل عصر من العصور.
٢- توجد علاقة وثيقة بين التطور والتقدم التكنلوجي وبين شكل المباني الناتجة عنه.
٣- استخدام مواد واساليب البناء تكون حسب ملائمتها لتحقيق الغاية المرجوة منها حيث أن لكل مادة انشائية صفات وخصائص تكون أما ايجابية او سلبية وحسب البيئة والمناخ المستخدمة فيه.
٤- اساليب ومواد البناء الاكثر شيوعا" هي المواد التقليدية والمؤثرة سلبا" على صحة الانسان والبيئة.
٥- استخدام تقنيات البناء الحديثة سيكون له اثر كبير وفعال في تحسين البيئة والحصول على طابع عمراني مستدام بما يخدم المدن والسكان في محافظات العراق.
٦- يمكن الدمج بين تقنيات البناء الحديث ومعايير الاستدامة فيما يتعلق بالجانب البيئي والاجتماعي.
٧- عملية تصنيع مواد البناء حول العالم تتجه نحو الافضل من ناحية مراحل التصنيع والتدوير وحماية البيئة.
٨- يمكن التخفيف من مشكلة الكثافة السكانية داخل المدن بالاعتماد على البناء الجاهز للمجمعات خارج المدن ويكون تصميمها كأبنية خضراء وتشجيع القطاع الخاص للاستثمار في هذا المجال واستغلال المساحات حول االمدن .

التوصيات

١- العمل على انشاء مواصفات عراقية خاصة بالانشاءات الحديثة والمواد الخضراء والمستدامة.

٢- العمل على استبعاد المواد الانشائية ذات التأثير الضار على صحة الانسان والبيئة.

٣- التشجيع على استخدام مواد بناء معاد تدويرها والاستفادة من المخلفات وتدويرها لاكثر من مرة اذا امكن.

٤- زيادة الوعي المجتمعي للاقبال على مواد البناء الحديثة والاتجاه نحو المواد المستدامة وتشجيع تطبيق المقترحات الانشائية المستدامة ومنها خطة عراق 2030 للمساهمة في حل مشكلة العراق في تكييف المباني في الصيف وتقليل استهلاك الطاقة الكهربائية و استهلاك المياه.

٥- زيادة الثقافة باهمية الابنية الخضراء من خلال الاعلانات المتلفزة والمسموعة واقامة الندوات وورشات العمل لتسليط الضوء على ضرورة الاتجاه نحو العمارة الخضراء في العراق.

٦- العمل على تخضير المباني القديمة و القائمة نظرا" لما توفره عملية التخضير من سرعة وكفاءة مثلى في تحسين الاداء البيئي.

٧- تقييم الابنية الخضراء من حيث تقليل الهدر بالمواد والجهد والتكلفة والحد من الممارسات التي تؤدي الى هدر موارد اكبر مما نريد نوفيره.

المصادر

1- Mesároš, P., and T. Mandičák. "Factors affecting the use of modern methods and materials in construction." IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 71. No. 1. IOP Publishing, 2015: 12053

2- "Using modern methods of construction to build homes more quickly and efficiently",Retrieved, 15-1-2019. Edited.

3- Neenu Arjun, "Modern Methods of Construction -Details and Applications" www.theconstructor.org, Retrieved 2019. Edited

4- امير عبد الرحمن هلال. "دراسة بعض خواص الخرسانة الرغوية باعتماد سرعة الموجات فوق الصوتية."Iraqi Journal of Civil Engineering.(2007) 8

5- Raj, Amritha, Dhanya Sathyan, and K. M. Mini. "Physical and functional characteristics of foam concrete: A review." Construction and Building Materials 221 (2019): 787-799.

6 - Ge, Zhi, et al. "Use of green calcium sulphoaluminate cement to prepare foamed concrete for road embankment: A feasibility study." Construction and Building Materials 237 (2020): 117791.

7- Sasidharan, Angitha, and Mohammed Aslam. "Comparative study of tunnel form and framed buildings by dynamic analysis." International Conference on Technological Advancements in structures and construction, June. (2015): 108-114

8- Sotoudeh, Yaser, et al. "Building technology for mass concrete tunnel form method." Advances in Environmental Biology (2013): 2190-2195.

9- https://tokyorope-intl.co.jp/cfcc/cfcc.html.

10- Amany Ragheb,Hisham El-Shimy,Ghada Raghab." Green Architecture: Aconcept of sustainability."Procedia-Social and Behavioral Sciences 216 (2016):778-787

11 - " التوافق التكنلوجي لخامات البناء واثره بيئيا على التصميم الداخلي": مجلة العمارة والفنون ، المجلد 3، العدد العاشر.(2018).