Obour Institute Journal
for Engineering and Technology (OI-JET)
Journal homepage: https://oijet.journals.ekb.eg
Volume (2), Issue (1), December 2024

Towards Sustainable Development to Adapt Innovations in Materials Technology by Recycling Waste and Natural Resources

Open access

Prof. Mohammed Saad Atwa: Obour Institute, m.saad@oi.edu.eg
Dr. Nasser Fawzy Ramadan: Obour Institute, nasr.fawzy@oi.edu.eg
Dr. Shery William Salama, Obour Institute, sheryw@oi.edu.eg
Received August 5, 2024, Revised September 5, 2024, Accepted September 15, 2024

Abstract

Egypt has paid attention to environmental affairs, being aware of the extent of their impact on humans, as development depends mainly on the human element, and environmental problems are often due to the technology used in various development activities. Therefore, a large amount of talk is devoted to the mutual relations between innovation, development and the environment. It is about looking at the general interactions between the technologies used and the environment.

The direction of technological development should be changed to pay greater attention to environmental factors, so the process of generating alternative technology and modernizing traditional technology should proceed. Achieving sustainable development in this field requires estimating the potential effects of new technology before spreading its use, as well as the need to achieve the least pollution and lowest outputs with the applied technologies. It is necessary to make efforts to adapt the latest innovations in materials technology, and apply technology to the principle of recycling waste and natural resources.

Keywords: *Sustainability, Technological development, Alternative technology, New technology*

الملخص

لقد إنتبهت مصر إلى الإهتمام بشئون البيئة إدراكاً منها بمدى تأثيرها على الإنسان، حيث أن التنمية تعتمد أساساً على العنصر البشرى، وغالباً ما ترجع المشاكل البيئية إلى التكنولوجيا المستخدمه فى مختلف الأنشطة التنموية ، لذلك فإن الحديث عن شئون العلاقات المتبادلة بين الإبتكار والتنمية والبيئة ينصرف قدراً كبيراً منه نحو النظر إلى التشابكات العامة بين التقنيات المستخدمه والبيئة.

ينبغى تغيير إتجاه التنمية التكنولوجيه لتولى إهتماماً أكبر للعوامل البيئية، لذا ينبغى أن تسير عملية توليد التكنولوجيا البديلة، وتحديث التكنولوجيا التقليدية. يتطلب تحقيق التنمية المستدامة فى هذا المجال تقدير الآثار المحتملة للتكنولوجيا الجديده قبل نشر إستعمالها، كذلك ضرورة الوصول بالتقنيات المطبقة إلى أقل تلوث وأقل مخرجات. من الضرورى بذل الجهود لتطويع آخر المستحدثات لتكنولوجيا المواد، وتطبيق التكنولوجيا لمبدأ أعادة تدوير المخلفات والموارد الطبيعية.
الكلمات المفتاحية: التنمية المستدامة، التنمية التكنولوجية، التكنولوجيا البديلة، التكنولوجيا المستحدثه .

١. الإشكاليه

- إغفال دور المؤثرات البيئية فى تحديد الأنماط التكنولوجيه المحققة للأهداف التنمويه.
- محدودية المغامره بإدخال موجهات جديده من الأنماط التكنولوجيه.
- صعوبة تحقيق علاقه تكامليه بين تكنولوجيا البناء المستحدثه والمؤثرات البيئيه.

a) هدف الدراسه

أبراز دور تكنولوجيا البناء فى تحقيق التوازن الأيكولوجى من خلال الحفاظ على الموارد الطبيعيه الناضبه وتحقيق المتطلبات البيئيه والإجتماعيه والتكيف مع الظروف الطبيعيه والتأكيد على أهمية قبول المجتمع للفكر التقنى المطبق.

Correspondence Author Mohammed Saad Atwa m.saad@oi.edu.eg
Copywrite, High Institute of Engineering and Technology Al Obour
Print ISSN, 2974-4539, Online ISSN: 3062-5270

b) منهجية البحث

- يتناول البحث الدراسه النظريه العامه لتأثير البيئة على تحديد الأنماط التكنولوجيه.
- - الدراسه النظريه التحليليه تقوم بالتحليل لعدة تجارب عالميه ومحليه تحقق العلاقه التكامليه بين تطبيق التكنولوجيا والمؤثرات البيئيه.

٢. المقدمه

إن العمل فى المحيط التكنولوجى يعنى التدخل فى المحيط الحيوى ، إما بإستغلال مواردها الناضبه كمدخلات ، أو لفظ بعض المخلفات ، لذا فإن العمل فى المحيط التكنولوجى يعد أسير لثلاث محددات أولهما تتمثل فى ضرورة تحقيق الأستخدام الأمثل للموارد ، إما بتحسين كفاءة الأستخدام ، أو إعادة الأستخدام وتدويرها أو السعى لإكتشاف موارد ناضبه جديده ، وثانيهما هو ضرورة الإلتزام بحدود قدرة الموارد المتجدده على تجديد نفسها. وأخيرا الإلتزام بقدرة المحيط الحيوى على استيعاب المخلفات دون تلف بيئى (تلوث).

من خلال التعرف على بعض الأراء العالميه حول كيفية تحقيق متطلبات التوازن البيئى التقنى فى مشروعات الإسكان نجد من الضرورى خلق توليفه تجمع بين التنمية المستدامة والتقانه والموارد الملائمه والإحساس بالمكان، حيث يظهر هنا التحدى للوصول إلى التوازن بين الإعتبارات البيئية والقيود الإقتصاديه والأجتماعيه. (نبيل بخيتو ٢٠٠٢)

٣. مراجعة الأدبيات

إن تجربة السنوات الخمس والعشرين الماضيه فى تنمية العالم الثالث تحمل العديد من الإخفاقات. فعمليات نقل التكنولوجيا من البلدان الغنية الى البلدان الفقيره خاصة تلك التى تتم من خلال قنوات سوق القطاع الخاص أى قنوات المؤسسات الإقتصاديه متعددة الجنسيه لم تسهم بشئ فى استراتيجية التنمية التى تلح وتصر على القيام بعملية نقل ضخمه وواسعه النطاق لم تؤدى إلى أى تحسن ملموس على المستوى النسبى أو المطلق. أننا نستطيع أن نصف التغير الإقتصادى والإجتماعى الذى نشهده فى السنوات القليله الماضيه بأنه تنميه تابعه أو تنميه ذليله. (١)

ويقول سوندرا باثل " رئيس قسم نقل التكنولوجيا التابع لمؤتمر الأمم المتحده " إن نقل التكنولوجيا أو تداولها فى سوق بعيده عن الكمال بطبيعتها تعيبها الإمتيازات الإحتكاريه التى يتمتع بها موردوا التكنولوجيا، الذين يتمثلون فى الشركات متعددة الجنسيه كما يعيبها أيضاًأن المشترى فى مركز ضعيف لأن ما يشتريه هو التكنولوجيا، والتكنولوجيا ليست إلا معرفة التى يفتقر إليها المشترى افتقاراً واضحاً. (٢)

لقد أكدت الدراسات التى أجريت فى مؤتمر الأمم المتحده للتجاره والتنميه أن أنماط نقل التكنولوجيا الحاليه أدت إلى زيادة تبعية العالم الثالث على الأقل من ناحية الكم. إن أى بلد نام يعتد على تكنولوجيا البلدان الصناعيه بطريقه غير متوازنه ، وغير متناسقه فهو يقيم بذلك مع تلك البلدان علاقة خضوع وإستسلام لا علاقة مكسب مشترك أو تبادل تجارى تقليدى . فظاهرة علاقة التوازن المنتشره عالمياً هى التى تجعل الفكره التبعيه التكنولوجيه حساسيه فائقة. (١)

٤. تكنولوجيا البناء بإستخدام المواد الطبيعيه وإعادة التدوير

هناك عدة أساليب تسعد على سرعة تجديد الهواء دون تقليل للإداء الحرارى، جميعها تعتمد فى تنفيذها على مواد بناء طبيعيه منها طريقة الغشاء القابل للتنفس وتعد تلك الطريقة سهلة التنفيذ ببعض المواد الطبيعيه دون آخرى، وتعد تلك الطريقه سهلة التنفيذ ببعض المواد الطبيعيه دون آخرى. وتعد قابلية التنفس الناتج عن تجمع الرطوبه ، حيث يتم تنفيذ غشاء التنفس لهياكل الحوائط عن طريق تجميع شنط الصخور البركانيه معاً بخرسانة الورق . كذلك فإن الإطارات الخشبيه تطلب براعة ودقة لتحقيق قابلية التنفس لها، دون الخشب للخطوره ، كالتعفن الناتج عن الرطوبه، وعادة ما توفر تلك التقنيات للبيت الصحه والجمال معاً .

وعند التوصيه بالبناء بالمواد الطبيعيه بالمدن الجديده أو غيرها، فيجب دائماً البحث عن مصادر جديده طبيعيه ُنتاج مواد بناء محققه للصحه والأمان معاً وعموماً فإن أى بيئه محليه عادة ما تمدنا بمواد طبيعيه رائعه للبناء، ذلك لأن معظم هذه المواد تتطلب عمليات بسيطه للتشغيل لنحصل فى النهايه على مواد بناء بيئيه ذات تكلفه بسيطه، وبعض هذه المواد مصادرها متجدده مثل الشجر والقش، والبعض الآخر متوفر بيئياً ولا ينضب مثل الرمال والصخور.

إنه من الرضا لإقتصادياً أن نميل إلى إستخدام مواد البناء القديمه حيث أن مخزن الأشياء القديمه يعد مكان عظيم لابد من إلقاء النظر إليه، لأنه غالباً ما يحتوى على أشياء ذات قيمه ومن المحتمل أن تصلح لإعادة الأستخدتم، وفى الحقيقه تفضيل تدوير مواد البناء يفيد فى تقليل الإحتياج إلى تصنيع مواد جديده، كذلك فإنه يساعد على تقليل الطاقه المستخدمه فى الصناعه والنقل، بالإضافة إلى حماية المواد الخام التى نستخرجها من البيئه.

إن تكلفة إعادة تدوير مواد البناء القديمه أو أى مواد آخرى تمثل جزء أو كسر صغير من تكلفة إستخدام كل ما هو جديد، وما تم توفيره هنا هو الإستدامه.

٥. تكنولوجيا البناء الطبيعى

a) أكياس التربه

إن تكنولوجيا البناء بإستخدام أكياس التراب أو الرمال إستخدمت منذ زمن بعيد، والبدايه كانت فى الحروب، حيث قامت الجيوش بإستخدامهم فى بناء السدود المنيعه نظراً لمقاومتها للرصاص، والقنابل وذلك للسيطره على الفيضان كما أنها تتحمل

أنواع الطقس المختلفه. هذا بالإضافه إلى بساطة وسرعة التنفيذ بمكوناتها المتوفره بيئياً، وبداية إستخدمت حقائب أو أكياس من الخيش لهذا الغرض، حيث تعمل تلك الطريقه التقليديه بشكل جيد حتى تتعفن الأكياس. وحديثاً تم إستخدام أكياس الخيش بحقائب البولى بروبلين (منتجع من إعادة تدوير أكياس الأرز المطبوعه) ، حيث تعد أكثر قوه ومتانه طالما هى بعيده عن ضوء الشمس ، وبذلك أمكن تطبيق تلك التقنيه لتشيد مساكن مؤقته ، ولتحقيق إقامه دائمه بتلك المساكن كان من الضرورى التوصل إلى حماية تلك الأكياس من التلف الناتج عن الأشعه فوق البنفسجيه لضوء الشمس الزائد والدائم ، لذا فقد تم التوصل إلى تغطية تلك الحقائب بنوع من مواد اللصق وذلك بغرض الحمايه. [١]

أخذت أفكار فى البناء بأكياس التراب تتطور، وجاءت ببعض المفاهيم الهجينيه للتوصل إلى إسكان فعال. حيث تم تطوير بإستخدام تربة الملاط أو الأدوب ليستخدم بدلاً منها كسر الصخور البركانيه، تلك الماده البديله التى تحقق عزلا جيداً للمبنى، كما أنها لا يحدث لها أى أضرار نتيجة تعرضها للضغوط، كذلك فقد تم التوصل إلى أسلوب مناسب لتغطية أكياس البولى بروبلين، حيث تم تغطيتها بخرسانة الورق، وتعد من أفضل الحلول لحماية الأكياس من أشعة الشمس والأجواء المناخيه المتقلبه دون الحاجه إلى عمل مانع بخار. [٢] ، وستظل الحوائط بذلك قابله للتنفس ، هذا بالإضافه إلى سهولة صيانة الحوائط التى تم تشطيبها بخرسانة الورق مقارنة بالحوائط التى تم تشطيبها بالملاط أو الأدوب فهى تحتاج دائماً إلى صيانه دوريه منتظمه .

كذلك قد تم إبتكار أسلوباً بسيطاً ومناسباً لضمان تشابك الأكياس معاً، وذلك بإستخدام نوع من السلك الشائك لضمان ترابط الحائط شكل (١،٢،٣،٤).

(1) https://www.greenhomebuilding.com/earthbag.htm

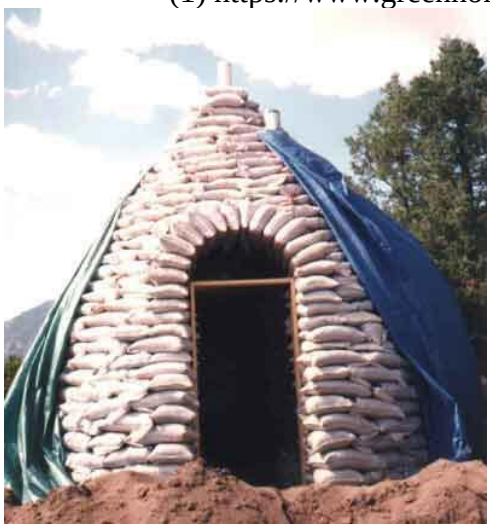

Figure 1

Figure 2

Figure 3

Figure 4

٦. تكنولوجيا البناء بخرسانة الورق

تعد خرسانة الورق من أحدث مواد الإنشاء المستخدمه فى البناء الطبيعى، حيث تعتمد تلك التقنيه على مبدأ تدوير المخلفات الورقيه، وذلك من خلال إعادة إستخدام أثاره أو لب الور ، وذلك لتكوين عجينه ورقيه تعد بوسائل كميائيه أو ميكانيكيه . حيث يتم خلط ألياف الورق المعاد إستخدامه مع الأسمنت البورتلاندى، أو الطين مع كمية من التراب الغير نقى، أما إذا تم إضافة الأسمنت العادى بدل من البورتلاندى، فإن المكون لا يصبح بذلك مادة خضراء ولا مثاليه (ماده غير صديقه للبيئة). فقط نسبة صغيره من الأسمنت البورتلاندى يكون مناسب لتحقيق المقاومة المطلوبه بالخرسانه الورقيه. ولقد أجريت العديد من التجارب للوصول إلى أنسب المكونات والطرق لإعداد خرسانه ورقيه صالحه وذات مقاومه عاليه وصديقه للبيئه (خضراء)، حيث توصل إلى إعداد خليط يتكون من الأسمنت اللبن (خليط من الطين اللبن والأسمنت) والورق المعاد إستخدامه ، الذى يمكن الحصول عليه من أكثر من مصدر متنوع وغالباً ما يكون مجاناً ، مثل ذلك ورق الجرائد والمجلات وأوراق الكتب ، وتلك المخلفات عادة متواجده فى المخلفات المحليه مثل مخلفات مكاتب البريد . (١)

٧. التقنيه المستخدمه فى إنتاج خرسانة الورق

إن نوع خرسانة الورق عادة ما تحدد بنوع المازج أو الخلاط المستخدم فى عملية الخلط ، وبداية لابد من نقل الورق فى الماء بمده كافيه قبل الإستخدام . إن طريقة الخلط الأولى تستخدم خلاطاً عادة ما يحتاج طاقه كهربيه بسيطه لتشغيله وقد أطلق على هذا الخلاط خلاط كازيلاك .

لابد من أن يكون التانك قريباً من مصدر مياه حتى يسهل ملئه بالماء ، ثم يضاف إليه حجم عربة كارو مملوءه بالورق المعاد إستخدامه والجاف ، كذلك يتم إضافة شيكاره أو عبوه من الأسمنت البورتلاندى وربما بعض الرمل ، ثم يتم البدء فى التشغيل بحركة بطيئة ، ويلاحظ وجود شبكه دقيقه بالقاع تعمل على تصفية المياه الزائده أثناء عملية الخلط ، وبذلك تصبح خرسانة الورق المنتجه ناعمه وتشبه الطين ، حيث تعد إستخداماتها فى الحوائط ، والأرضيات والأسطح . وذلك بإنتاج بلوكات الخرسانه الورقيه المصبوبه داخل فورم خشبيه بنفس أبعاد البلوكات المتعارف عليها لتستخدم فى تشييد الحوائط ، كما تم إستخدامها كعنصر رئيسى لكسوة الحوائط والأسقف والأسطح والدرج المشيد بإستخدام أكياس التربه . (١)

كذلك فقد تم حديثاً إنتاج ألواح حائطيه سابقة التصنيع من الخرسانه الورقيه تستخدم فى تشييد الفواصل الداخليه (جدران داخليه).

شكل (٥،٦،٧)

Figure 5

Figure 6

شكل (3) عمل احواض الزهور

شكل (4)كتل بنائية من الخرسانة الورقية

شكل (5)ديكورات من الخرسانة الورقية

شكل (6) عمل المصطبات في الساحات العامة

شكل (7)هياكل من الخرسانة الورقية

شكل (8)عمل وحدات التسقيف

Figure 7

قاسم محمد شاكر، الخرسانه الورقيه papercrete، المؤتمر الدولى الرابع لتقنيات الهندسه المدنيه والبيئيه ، ٢٠٢٢، كلية الهندسه، القسم المدنى ، جامعة الكوفه
تجربة البناء بأكياس التربه وخرسانة الورق (هسبريا – كلورادو- أمريكا)

فى أواخر التسعينات بدئت تلك التجربه بمنطقة هسبريا كلورادو بأمريكا تجربة كيلى هارت فى بناء المساكن بأكياس التراب وخرسانة الورق ، هى أولى التجارب الفعليه بتشييد قبب أكياس التراب حيث قام كيلى بمحاولة تشييد بقطر داخلى ١٤ قدم وبإرتفاع ١٦ قدم ، وبدايه كانت المحاوله لإستخدام اكياس مملوءه بالرمل الرفيع ، ولكن فشلت التجربه نظراً لأن الرمل لن يستطيع تحمل الشكل فسقطت القبه ، والمحاوله الآخرى إستخدم فيها كيلى مادة الأسكوريا (حجر بركانى مكسر) ، حيث لها قدره أفضل على التماسك شكل القوس فوق المدخل، الذى تم تكوينه بالخشب وأزيل فيما بعد ، بينما القبه الرئيسيه قد ظلت مغطاه بعد رصها بالحقائب معظم الوقت حتى تم الإنتهاء من صب خرسانة الورق فوقها من الخارج ، وذلك بغرض إبعاد ضوء الشمس نظراً لتأثير الأشعه فوق البنفسجيه الضاره على حقائب البولى بروبلين . وتعد هذه التجربه أحدى مظاهر العماره المستدامه التى بناءها بمقاطعة لم تتبنى رمز
البنايه الموحده.

نظام الإنشاء المتبع

ليس هناك أساس خرسانى يستند عليه هذ المنشأ ، فقط فإن الحوائط ترتكز على وسادة من الأسكوريا ممتده ومستمره أسفل الحائط وضعت مباشرة على الرمل الطبيعى للتربه ، يلى تلك الوساده عدة طبقات من شنط البوليبوروبولين المملوءه بالرمل والممتدة لأعلى حتى منسوب بداية القبة ، أما باقى الطبقات فقد تم إنشاءها بأكياس البوليبروبولين المملوءه بالأسكوريا والمرصوصه معاً بشكل متداخل ، وذلك لضمان تشكيل القبه ، ويتم تثبيت أكياس التربه بواسطة ضفائر من السلك الشائك توضع بين كل طبقتين.كما أن القبب المشيده ذات أطراف علويه تساعد على دعم شكل القبه.

جميع أكياس التربه تم كسوتها من الداخل والخارج بخرسانة الورق(ورق تم تدويره مع الأسمنت البورتلاندى)، والطبقه الخارجيه النهائية للسطح دائماً ما تكون مطليه بلصقه الجير أو خرسانة الورق المخلوطه بالرمل ، أو بالطلاء بمادة اللاتكسLatex .

٨. النتائج المستخلصه من التجربه:

- توفير قدراً مناسباً من التهوية الطبيعية غير المباشرة من خلال توفير بعض المنافذ العلوية وأنابيب توزيع الهواء بالإضافة إلى قابلية الحوائط للتنفس الطبيعي بشكل جيد .
- توفير قدراً مناسباً من الإضاءة الطبيعية وذلك من خلال الفتحات العريضة المتوفرة بالواجهة الجنوبية.
- أثبت بناياتها كفاءة عالية من حيث العزل الصوتي نظراً لزيادة سمك الحوائط.
- كفاءة العزل الحراري لتلك الحوائط المشيدة بأكياس الرمل، والأسقف المقببة المشيدة بأكياس الأسكوريا حيث بلغت قيم ٤٠ = R وأثبتت الاختبارات مثالية هذه القيم.
- توفير قدراً هائلاً من الطاقة الكهربائية المستهلكة في أعمال التسخين والتدفئة.

٩. تجربة تشييد مبنى خدمى ملحق لمنشأه سكنيه(كلورادو- أمريكا)
(تجربة كيلى هارت لتطبيق تكنولوجيا البناء المهجنه)

إن تجربة كيلى هارت فى تشييد مبنى ملحق ببيته بمدينة كلورادو بأمريكا يتكون من جراج ومكان خاص بالعمل، تعد إحدى التجارب الناجحة لتهجين مواد وأساليب البناء (Earth bag/ papercrete/steel Quonset vault) ، حيث أن الهدف الرئيسى من تلك التجربه هو الوصول إلى عمل معمارى يتلائم مع معطيات ومتطلبات البيئة المحيطه، حيث تم دمج العديد من مواد البناء(طبيعية، صناعية،معاد تدويرها،مخلفات معاد تدويرها) بأساليب إنشاء ملائمة وبسيطة، ومن حيث الشكل فقد تم الجمع بين شكل القبه والقبو والأسطح المستوية، ولقد حدد كيلى هارت عدة متطلبات يجب تحقيقها فى تلك التجربه ، تتمثل فى ضروره تقليص تكلفة البناء (مبنى رخيص).

كذلك ضرورة تحقيق أكبر قدر ممكن من تخزين الطاقه "الحراره والبروده" لتحقيق أكبر قدر ممكن من الراحه الحراريه الطبيعية، مع الإعتماد على عماله محدوده.

https://www.greenhomebuilding.com/earthbag.htm

١٠.مراحل تنفيذ المشروع

إنشاء الهيكل الحديدى:

بداية تم بناء حائطان من أكياس التربه يعلوه الهيكل حيث تشكيل حديد الهيكل بمقاس ٣٤*١٦ سم ليشكل بذلك مجموعه من الإطارات على هيئة أقواس متراصه فى صفوف متوازيه، تحصر بينها أكياس التربه لتكون بذلك شكل قبوات .

لقد تم تثبيت دعامات خشبية ٢*١٠ سم عند نقاط الإتصال بين الشنط والهيكل الحديدى، وكان من الضرورى تربيط جميع العناصر المكونة للهيكل معاً بأسلاك معدنية قويه ومتينه ، وقد روعى أيضاً دعم جميع الفتحات بإطارات خشبيه.[١]

ثالثاً إنشاء الحوائط وتغطية القبو بأكياس التربه Earth bag

مع الإنتهاء من تثبيت الهيكل والتأكد من إستقرار القبو بدرجة كافية، تم البدأ فى رص أكياس التربه المملوءه بكسور الصخور البركانيه ، أو الأسكوريا ، ولزيادة قدرة المنشأ على التحمل يتم رص صفات متجاوران من شنط التربه بداية من سطح الأرض ، وبإرتفاع نحو ١٠ قدم ، ولقد روعى ربط الأكياس معاً بأسلاك معدنيه بسمك ٢ مم ، وذلك قبل تنفيذ الكسوه لزيادة مقاومة الحائط حتى لا يصاب بالشروخ أو الكسور ، ولجعل الحائط أكثر تداخلاً وترابطاً يتم تثبيت لوح خشبى أعلى الشنط.

رابعاً : معالجة وحماية الحوائط والهيكل الإنشائى:

لقد تم وضع بطانه بلاستيكية ما بين الشنط وحديد الهيكل ليس فقط للحماية من الرطوبة ، ولكن أيضاً لحماية الحديد من التأكل ،كذلك فقد تم تغطية الشنط بواسطة مادة التاربس Tarps لحماية مادة البولى بروبولين (المصنوع منها الشنط) من أشعة الشمس.

خامساً : مرحلة التشطيبات الخارجية والداخلية :

عد الانتهاء من تشييد الحوائط والأسقف تبدأ مرحلة التشطيب ، وذلك بكسوة أكياس التربة وحديد الهيكل معاً بواسطة خرسانة الورق المنتجة بخلط الأسمنت البورتلاندي ومخلفات الورق ، مع إضافة نسبة بسيطة من الرمل لتعطى الخرسانة ثقل أكبر وسطحاً أكثر صلابة ، وأكثر مقاومة للحريق والانكماش .

- تغطية الإطارات الحديدية بكسوتها بمواد نسيجية كالقماش أو الجوخ أو نسيج الصوف الزجاجي، على أن يتم تثبيتها باستخدام مواد لاصقة .
- استخدام الألواح الصخرية لكسوة منحنى القبو من الداخل .
- استخدام ألواح خشب التونج Tongue لكسوة الجدران الرأسية من الداخل وتحقق بذلك نوعاً من العزل الحراري الجيد.

تجربة كيلى هارت فى هجين مواد البناء8 Figure

المصدر : https://www.greenhomebuilding.com/hybrids.htm

(1) https://www.greenhomebuilding.com/hybrids.htm

١١.النتائج المستخلصه من التجربه:

- وضوح مدى مقاومة الهيكل بعد تمام تثبيته للرياح العاتيه فلم يحدث لديه أية تشوهات Deformation أو التواءات Straining واضحة.
- نجحت تلك التقنية في توفير أكبر قدر ممكن من الراحة الحرارية للمستخدم ، حيث جاء على المبنى فصل الشتاء دون أي مشاكل ظاهرية ، وبعدها فصل الصيف حيث اختبر المبنى في درجات حرارة ورطوبة مرتفعة إلا أن الفراغات الداخلية ظهرت ذات برودة مرغوبة ومناسبة.
- . قبول المجتمع لتطبيق هذا الفكر التقني وسهولة الإجراءات .

١٢.تجربة تشييد إحدى البنايات السكنية بولاية باترسون - امريكا (Patterson - US.A)

(تجربة البناء ببالات القش)

اتجه المخصصون لهذا الأسلوب في البناء ، وذلك لما له من مزايا متعدده للإنسان والبيئة في الحاضر والمستقبل. وقد تم تشييد هذه البناية بولاية باترسون Patterson بأمريكا ، حيث تم إنشاء هذا البيت بواسطة بالس وماين Beals & Maine . ويعد هذا المبنى ملحق لبيت قائم قديم مشيد بالكامل من الخشب ، أما المبنى الجديد فقد تم تشييده ببالات القش المتوفر بالمنطقة ، حيث يقع جزء من المبنى أسفل سطح الأرض ، ويتم الوصول للمدخل عن طريق كوبرى صغير يتخلله شجرة تم الحفاظ عليها، وفيما يلى وصف عام لعناصر إنشاء المبنى وتجهيزاته الفنية .

١٣.أساليب الإنشاء المتبعة

جميع حوائط المبنى شيدت بواسطة بالات قش الأرز المضغوط ، حيث تم رصها في صفوف متوازية ومتلاصقة ، وتم تثبيتها معاً بواسطة أسلاك مجدولة ومشابك عريضة ، وتلك البالات محصورة بين عناصر الإطار الخشبي المكون للهيكل الرئيسي .وقد روعي ملئ الفراغات بين البالات بمعجون من الطين والجص ، كما تم تدعيم البالات حول الشبابيك بأسلاك معدنية لتشكل العمق المائل لجوانب الفتحة ، وبعد الانتهاء من تشييد الحوائط روعي تغطيتها بالبلاستيك حفاظاً على القش من الرطوبة أو البلل خاصة في فصل الشتاء .

أما سقف البناية فقد أخذ شكلاً مائلاً ، وذلك من خلال ميل مجموعة من العوارض الخشبية مثبتة على الدعائم الرأسية المكونة للهيكل ، والسقف بالكامل تم تغطيته بألواح خشبية معزولة ورقيقة ترتكز من إحدى أطرافها على حائط البالات ، وقد روعي ملئ

الفجوات الخارجية بين الحائط والألواح بحشوات من مخلوط الطين والقش ، كما روعي في أعلى منطقة بالسقف عمل تقوس بالسطح العلوى بعرض قدم واحد وطول ٤٨ قدم تم تغطيته بالفيبر جلاس وذلك لتعظيم استقبال ضوء الشمس .

لقد تمت مرحلة التشطيب للحوائط من خلال تنفيذ أربع طبقات بغرض الوصول إلى سطح أملس ، حيث تبدأ بطبقة تحضيرية للسطح وذلك برش السطح بالطين السائل بواسطة تلك الضخ المخصص لذلك ، يلي ذلك تنفيذ طبقتان من الكلس أو الجيـر الســائل ، وأخيراً الطبقة النهائية من مخلوط الرمل والكلس ، حيث توفر بذلك للحائط خاصية التنفس الطبيعي بشكل جيد ، ولقد تم تنفيذ الأرضية من بلاطات الأدوب ، حيث تعطى دفئاً طبيعياً للمكان ، كذلك تم استخدام بالات القش فى الأرضية لإنشاء مصاطب ، تم نهو سطحها بنفس طبقـات التشطيب سابقة الذكر ، وهي عادة ما تستخدم في الجلوس .

تم تزويد المنزل بنظام تسخين وتدفئة مركزى وذلك عن طريق سخان بداخله فرن من الممكن استخدامه فى عمليات التسخين والطهي.

١٤. النتائج المستخلصه من التجربه:

- المساهمة في إعادة التوازن الأيكولوجي : إن توافر مادة البناء الخام الرئيسية (القش) ، حيث أنها دائماً ما تكون متواجدة أينما تنمو حبوب الغلال وهي بذلك لا تنفذ ، والقش يعتبر من مخلفات الإنتاج الزراعي الذي عادة ما يساء التخلص منه بواسطة الحرق ، مما يؤثر تأثيراً ضاراً على البيئة المحيطة .
- كفاءة التهوية الطبيعية : إن التهوية الجيدة للفراغات الداخلية لبنايات بالات القش تعتبر من أهم مميزات تلك التقنية ، وذلك نظراً لما تمتاز به تلك الحوائط من قابلية التنفس الطبيعي [١] .
- تمنع بالات القش مرور أكبر قدر من الموجات الصوتيه عبر الحوائط السميكه ولذلك تتميز تلك الحوائط بدرجه عاليه من العزل الصوتى.

(1) CATHERINE WANEK STRAW BLE CONSTRUCTION - KINGSTON, NM, 2002, PP 33-35.

١٥. الفكر العام لتكنولوجيا البناء بأكياس التربة Earth bag technique

متطلبات التكنولوجيا المطبقة

١	**م. مواد البناء الرئيسية**	**استخدام تربة الملاط أو الرمل بالحوائط - استخدام كسر الصخور البركانية Crushed volcanic rock أو الأسكوريا للأسقف المقبية لسهولة التشكيل - الاستعانة بالمخلفات المنزلية لانتاج حقائب البولى بروبولين Polypropyline والمخلفات الورقية لانتاج خرسانة الورق Papercreate وإطارات القطارات القديمة لتدعيم الموافد - Wagan whells**
٢	**م.المنتج النهائي**	ضرورة تثبيت الحقائب معا بشكل جيد باستخدام الأسلاك الشائكة والأحزمة Chicken wire ولضمان التثبيت وقوة التماسك وحماية الأكياس من أشعة الشمس يتم كسوة الحوائط بالكامل بخرسانة الورق.
	م .تشييد الهيكل الإنشائي	إطار من ألواح خشب اللمبر Lumber عبارة عن مجموعة دعامات تستند على الحقائب السفلية للحائط ، ويتم تكديس الشنط فيما بينها لتشكل بذلك التغطية المقبية .
	م تشييد الأساسات	فقط يكفى إنشاء وسادة من الأسكوريا Scoria أسفل جميع الحوائط .
	م تشييد الحوائط	يتم رص الأكياس بشكل متداخل يشبه رض الطوب - ملء الأكياس بالرمل حتى منسوب التغطية ، ثم تملأ بالأسكوريا Scoria بارتفاع ٦: ٨ بوصة وبعرض الحقائب في باقي طبقات التغطية مع ضمان ترابط الأكياس باستخدام السلك الشائك والضفائر المجدولة .
	م تشييد الأسقف والتغطيات	شكل القبة ذات الطرف العلوى يساعد على دعم الهيكل حيث يتم رص الأكياس بين عناصر الهيكل وتثبيتها بالسلك الشائك Chicken wire والضفائر المجدولة .
	م تشطيب الأرضيات	إمكانية تشطيب الأرضيات من بلاطات الأدب أو الملاط المربعة ذات النمط الحجرى أو الحجر اللوحي أو القرميد أو الخشب أو خرسانة الورق
	م تشطيب الحوائط والأسقف	يتم كسوة جميع الحوائط من الداخل والخارج بخرسانة الورق وطلاء جميع الأسطح الخارجية بمادة اللاتكس Latex أو لصقة الجير أو خرسانة الورق المخلوطة بالرمل مع طلاء جميع الحوائط الداخلية باللاتكس .
	تنفيذ الفتحات	النوافذ : النوع الدائري منها يتم دعمه بإطارات القطارات القديمة مع رص الأكياس حولها ، والنوافذ الخارجية ثابتة ، حيث يتم تثبيت ألواح الزجاج الحراري على الحائط بخرسانة الورق. العقود : يتم تدعيم شكل القوس بدعائم خشبية تزال بعد رص الأكياس وتنفيذ الكسوة ، ويراعى تدعيم المداخل العريضة بالحقائب المتضاعفة Double bag
	م تنفيذ الأثاث الثابت	يتم تشكيل مقاعد عريضة بأكياس التربة، إضافة إلى استغلال جلسات الحوائط العريضة كمقاعد للجلوس - يمكن تشكيل قمة النضد بالمطابخ والجلسات باستخدام خرسانة النضد (تراب ثرى

		ناعم غنى بالمادة العضوية يخلط مع أسمنت الخيث واللون المطلوب) .
٤	**متطلبات أعمال الصيانة**	سهولة أعمال الصيانة للحوائط التي تم كسوتها بخرسانة الورق بالمقارنة بحوائط الملاط .
٥	**م العمالة ومعدات البناء**	الحاجة إلى عمالة غير متخصصة فقط توافر القوى العضلية وبعض الخبرات في أعمال الحفر وملئ الشنط وتجهيز وتقطيع الأسلاك ورض الشنط وكسوة الحوائط ، وخبرة خاصة في أعمال النجارة لإعداد الهيكل - توفير معدات حفر ونقل التربة طبقاً لنوع التربة بالموقع .
٦	**المعالجات والتجهيزات**	الاستعانة بالخلايا الضوئية photovoltic والصوب الزجاجية الجنوبية green house لتوفير قدراً مناسباً من الطاقة في أعمال التسخين والتدفئة .

١٦. الفكر العام لتكنولوجيا البناء ببالات القش Straw bales technique

متطلبات التكنولوجيا المطبقة

١	**م. مواد البناء الرئيسية**	**يمكن استخدام القش من بقايا حصاد الساق والجزوع لأى نبات حتى Gereal كالشعير أو الذرة أو الأرز ، ويشترط أن يكون تام الجفاف .**
٢	**م.المنتج النهائي**	بالات القش يشترط فيها أن تكون مضغوطة تماماً ومربوطة بإحكام ، ويراعى تدعيم حوائط البالات بشكل جيد وأن تكون البالات مسطحة ومستوية تماماً
	م .تشييد الهيكل الإنشائي	إطار خشبى frame work يكون من دعائم رأسية أو ركائز وكمرات ودعامات أفقية تحصر بينها بالات القش.
	م تشييد الأساسات	يتم تشييد الأساسات من بالات القش العريضة المستمرة بارتفاع حوالي ١٠٢٠م من سطح الأرض والمثبتة مع حوائط البالات بقضبان من الحديد - يراعي عزل الأساس بمواد عزل متضاعفة .
	م تشييد الحوائط	يتم إنشاء الحوائط بالبالات المجمعة أثنان أو ثلاثة بالات بالتان - بأبعاد ١٨*١٤*٣٦ بوصة - تزن نحو ٥٠٠ باوند ويلاحظ أن الحوائط العريضة منها ذات قدرة عالية على تحمل الأحمال.
	م تشييد الأسقف والتغطيات	ميل السقف يكون من خلال ميل الهيكل الخشبى ويتم تغطية السقف بألواح خشبية معزولة ترتكز على حوائط البالات ، يمكن تشييد الأسقف مقببة مشكلة بواسطة الهياكل الخشبية التى تحصر بينها البالات.
	م تشطيب الأرضيات	إمكانية تشطيب الأرضيات من بلاطات الأدب اللدائنية ذات الشكل الحجري أو الملاط الدافئة - أو الخشب المصقول بنبتة الجوتة أو القرميد
	م تشطيب الحوائط والأسقف	يتم كسوة الحوائط الداخلية بمحارة أسمنتية stucco cement يستخدم فيها أسمنت الخبث مع إضافة الرماد البركانى ash لتخفيف الآثار البيئية والأسقف الداخلية بكسوة جصية . وعادة ما يتم كسوة الحوائط الخارجية بأربع طبقات ، الطبقة الأولى تحضيرية حيث ترش بالطين السائل ، وطبقتان من الكلس السائل، والطبقة النهائية عبارة عن خليط من الرمل والكلس .
	تنفيذ الفتحات	ليس لها متطلبات
	م تنفيذ الأثاث الثابت	يمكن استخدام بالات القش في إنشاء مصاطب أرضية للجلوس مع الاستفادة بجلسات النوافذ العريضة ، ويتم تشكيل قمة النضد للمطابخ والجلسات بخرسانة النضد الملونة (يمكن الحصول على ٣٥٠ لون) وذلك باستخدام التراب الناعم Mold مع الأسفلت واللون المطلوب لصب السطح النهائي ومعالجته بالتنعيم والتلميع والجلس (يشبه المزبل والجرانيت).
٤	**أساليب الإنشاء المتبعة**	ليس لها متطلبات
٥	**م العمالة ومعدات البناء**	لا تتطلب تلك التقنية عمالة ذات مهارة عالية فقط تحتاج إلى بعض المهارات الأساسية في أعمال النجارة وقدراً مناسباً من القوى العضلية - الاحتياج فقط إلى بعض معدات البناء البسيطة والتقليدية .
٦	**المعالجات والتجهيزات**	ضرورة تزويد منشأتها بسخان شمسى يحتوى بداخله على فرن يستخدم في أعمال الطهي والتدفئة .

.http:/www.greenhome bulding.com/straw bales.htm pp. 1-9

١٧. الفكر العام لتكنولوجيا البناء بخرسانة الورق Papercrete techinique

متطلبات التكنولوجيا المطبقة

١	**م. مواد البناء الرئيسية**	**المخلفات الورقية المتوفرة محليا والمتعددة المصادر، اسمنت بورتلاندي أو عادى – طين clay** **- تراب غير نقى dirt.**
٢	**م.المنتج النهائي**	خرسانة الورق : يتم انتاجها بخلط حوالى نصف متر مكعب من مخلفات الورق مع الماء للحصول على عصارة أو لب الورق - fiber paper pulped الذي يخلط بعد ذلك يدوياً مع عبوة من الأسمنت البورتلاندي مع إضافة الماء وبعض الرمل وأحيانا يتم الخلط داخل خلاط كاديلاك cadilac of mixer (بداية حركة بطيئة) ، مع ضرورة تصفية المياه الزائدة من خلال الشبكة الموجودة بالقاع حتى نحصل على منتج نهائي ناعم ويشبه الطين من حيث القوام ملاط الورق Paperadobe هو احدى منتجات خرسانة الورق حيث يستخدم الملاط كبديل للأسمنت. بلوكات خرسانة الورق: يتم صب خرسانة الورق داخل فرم حشبية بغرض انتاج بلوكات عريضة تصلح لأعمال البناء وتشييد الحوائط . بلوكات خرسانة الورق والملاط : يتم هنا خلط خرسانة الورق مع الملاط والرمال بواسطة نظام الخلط بالرداغ وتصب داخل فرم حشبية لانتاج بلوكات تستخدم في تشييد الحوائط
	م .تشييد الهيكل الإنشائي	حوائط حاملة من بلوكات خرسانة الورق مدعمة عند الأركان والزوايا .
	م تشييد الأساسات	تنفيذ الأساسات مستمرة باستخدام بلوكات خرسانة الورق العريضة المتضاعفة .
	م تشييد الحوائط	يتم بناء الحوائط الخارجية باستخدام بلوكات خرسانة الورق أو خرسانة الورق والملاط ، وذلك باستخدام مونة لصق أسمنتية . وفي حالة تشييد الحوائط بأكياس التربة يتم تقويتها بكسوة خرسانة الورق - الحوائط الداخلية Partition يتم تشييدها بواسطة ألواح حائطية Paneles سابقة التصنيع من خرسانة الورق (تصب داخل فرم) .
	م تشييد الأسقف والتغطيات	عادة ما يتم استخدام خرسانة الورق لتغطية الأسقف والأسطح المشيدة بأكياس التربة أو بالات القش لتجعلها أكثر تماسكا وصلابة - امكانية تهجين بعض ألياف المواد الطبيعية مع الخيرزان - Bamboo and natural fibers لانتاج مكون بناء طبيعي التشييد الأسقف .
	م تشطيب الأرضيات	استخدام نفس مكونات المنتج النهائي مع إضافة بعض الرمل لكي تكتسب الخرسانة مقاومة عالية وتقل درجة انكماشها وتمددها ، ويتم صبها داخل فرم (ويمكن إضافة بعض المكونات الطبيعية) .
	م تشطيب الحوائط والأسقف	تعد خرسانة الورق العنصر الرئيسي في كسوة Plaster حوائط أكياس التربة أو بالات القش earth bag من الداخل والخارج .
	تنفيذ الفتحات	إمكانية دعم الفتحات باستخدام إطارات القطارات القديمة الدائرية الشكل.
٤	**م العمالة ومعدات البناء**	الاحتياج إلى عمالة متخصصة في البناء وأعمال التركيبات الفنية - تعدد أساليب البناء نظرا لإستخدام العديد من تقنيات البناء والخلط المتطورة - يمكن الاكتفاء بخلاطة وبعض المعدات البسيطة لاتمام عمليات التثبيت
٥	**المعالجات والتجهيزات الفنية**	إن إضافة بعض المواد الطبيعية كالرمل إلى المنتج النهائي يساعد على تقليل درجة الانكماش والتمدد ويكسب الخرسانة مقاومة عالية للحريق .

.http/www.greenhome bulding.com/papercrete htm pp. 1-19

المخاوف والمخاطر التى تواجه تطبيق التكنولوجيا

التقنيه المطبقه	مشاكل تواجه تطبيق التكنولوجيا	الحلول المطبقه
تكنولوجيا البناء	- خرسانة الورق لديها خاصيه التنفس الكامله مما يجعلها تمتص كميات هائله من الرطوبه أو المياه	بالرغم من أن خرسانة الورق ترحب بالرطوبه ألا أنها تطردها بالبخر بسرعه أكبر وببساطه .

بخرسانة	المعرضه لها	
الورق	تعرض خرسانة الورق للتقلبات المناخيه من أختلاف كبير فى درجات الحراره ، أو التعرض للرطوبه التى يليها جفاف مباشرة ، قد يؤدى ذلك لحدوث إنكماش أو تمدد للأسطح	إن إضافة مواد طبيعيه للمنتج كالرمل والبلاط يضيف مميزات جديده للمنتج ، ومنها تقليل نسبة الإنكماش وزيادة درجة المتانه والتحمل ومقاومة عاليه للضغط.
	تعرض خرسانة الورق للتلف والنعومه فى حالة إحتفاظها بالرطوبه لفتره طويله خاصة الأساسات	
	إن إضافة الأسمنت العادى لخليط خرسانة الورق يجعل من المنتج النهائى ماده غير صديقه للبيئه	فقط إضافة نسبه صغيره من الأسمنت البورتلاندى أو الأسمنت اللبن يعد مناسباً لتحقيق المقاومه المطلوبه والحصول على ماده خضراء .
	تعرض المنتج النهائى للقوارض والحشرات	وجود المواد الطبيعيه للمنتج يجعله ذات قدره على مقاومة الحشرات والقوارض .
تكنولوجيا البناء بأكياس التربه	تلف أكياس التربه المصنعه من البولى بروبلين ، نتيجة تعرضها لأشعة الشمس الفوق بنفسجيه الضاره.	كسوة وتغطية أكياس التربه من الخارج بخرسانة الورق، حيث تعمل على حماية الأكياس من أشعة الشمس وزيادة صلابة المنشأ.
	الأكياس المملوءه بالرمل يصعب عليها تحمل الشكل غير العمودى مما يؤدى إلى صعوبة التشكيل وسقوطها	استخدام مواد بديله يملأ بها الأكياس كالأسكوريا (الحجر البركانى المكسر) حيث لها القدره على تماسك الشكل، بالإضافه إلى دعم الشكل بإطار خشبى يكدس بين جوانبه الشنط، ثم تكسى بخرسانة الورق لزيادة التماسك
	حدوث ميل للقبه أثناء تنفيذها بسبب الأنتفاخ الخارجى الناتج من الضغط العلوى للأكياس المتراكمه	تثبيت الشنط بواسطة الأسلاك الشائكه المثبته بين كل صف وآخر هذا بالإضافه إلى أحزمة السلك المجدول
	صعوبة تنفيذ الفتحات العريضه بالحوائط	إمكانية تصميم المداخل العريضه بالحقائب المتضاعفه ، كذلك إمكانية تغليف الأعمده بين العقود بشبكه من السلك قطرينها ٢ بوصه قبل التكسيه بخرسانات الورق

١٨. النتائج

- تحقيق المتطلبات الفنيه والفيزيائيه للعناصر الإنشائيه يكون إما طبيعياً أو بتحسين خواص المنتج النهائى أو بإمداد المنشأ ببعض المعالجات .
- تحقيق الفكر التقنى المتميز يلزم له توفير المعدات والعماله اللازمه كماً ونوعا، مع ضمان مرونة أساليب التنفيذ طبقاً لمستويات التكنولوجيا المطبقه
- تطبيق الأفكار التقنيه الجديده والمتميزه يلزم له ضمان قبول المجتمع للفكر التقنى وتوافر إجراءات التطبيق .
- تطبيق الأفكار التكنولوجيه الجديده يلزم لها تحديد قيمة التكلفه الفعليه للمنشأ بداية بتحديد تكلفة المواد الخام الطبيعيه ، والبديله وتكلفة تجهيز المخلفات المعاد أستخدامها أو تدويرها ، وتكلفة إستهلاك الطاقه والتجيزات الفنيه والبشريه والمعالجات والإمدادت الفنيه .
- إن الفكر التقنى المتمثل فى إعادة إستخدام وتدوير المخلفات يحقق مزيداً من الشروط الفنيه ومتطلبات الراحه الطبيعيه كما يساهم فى الحد من استنزاف الموارد الطبيعيه .
- لتحقيق متطلبات الراحه الطبيعيه للمنشأ يجب أن يحقق مكون البناء الرئيسى قيم المؤثره فى العزل الحرارى ، ويوفر قدراً كافيا من الكتله الحراريه إضافه الى توفير القدر الكافى من التدفئة والتبريد والتهويه والإضاءه الطبيعيه.
- لتحقيق متطلبات التوازن الأيكولوجى يلزم مساهمة التكنولوجيا فى التخلص من مخرجات البيئه لإعادة إستخدام أو تدوير المخلفات ، كذلك المساهمه فى الحفاظ على الموارد الطبيعيه الناضبه بالإستنباط مواد بناء ومصادر طاقه بديله للمساهمه فى الحد من التلوث الناتج عن الإنتاج والتشغيل ويظهر مردود ذلك بيئياً وأقتصادياً ليحقق بذلك أهم أهداف التنميه المستدامه.

المراجع

(١) فؤاد زكريا ، التفكير العلمى ، الكويت ، الطبعه الثالثه، ١٩٨٨.
(٢) أسامه الخولى ، مصطفى طلبه ، ٢٠٠٢، البيئه وقضايا التنميه : دراسه حول الواقع البيئى فى الوطن العربى والدول النامیه، المجلس الوطنى للثقافه والفنون والأداب، الكويت .

(٣) محسن عبد الحميد توفيق ، التكنولوجيا ذلك الداء والدواء ، معهد البيئه ، جامعة عين شمس ، ١٩٨٨.
(٤) ماجد محمد أبوالعلا ، البناء بأكياس التربة كمدخل لبناء مساكن الالجئين، ٢٠٢٠، رسالة دكتوراه ، كلية الهندسه ، جامعة الفيوم.
(٥) ليلى اللحام ، تقنية إعادة إستخدام الخرسانه الناتجه عن هدم الأبنيه ، رسالة ماجستير ، الجامعه الأفتراضيه السوريه، ٢٠١٧
(٦) قاسم محمد شاكر ، الخرسانه الورقيه papercrete ، المؤتمر الدولى الرابع لتقنيات الهندسه المدنيه والبيئيه ، ٢٠٢٢، كلية الهندسه ، القسم المدنى ، جامعة الكوفه
(٧) https://www.greenhomebuilding.com/earthbag.htm
(٨) https://www.greenhomebuilding.com/papercrete.htm
(٩) نبيل بخيت ، نحن ودعاة التنميه المستدامه ، مؤتمر القمه العالمى للتنميه المستدامه جوهانسبرغ جنوب أفريقيا ، ٢٠٠٢
(١٠) CATHERINE WANEK STRAW BLE CONSTRUCTION - KINGSTON, NM, 2002, PP 33-35.
(١١) نبيل بخيت ، نحن ودعاة التنميه المستدامه ، مؤتمر القمه العالمى للتنميه المستدامه جوهانسبرغ جنوب أفريقيا ، ٢٠٠٢
(١٢)فؤاد زكريا ، التفكير العلمى ، الكويت ، الطبعه الثالثه، ١٩٨٨، ص٣٢.
(١٣)أسامه الخولى ، مصطفى طلبه ، ٢٠٠٢، البيئه وقضايا التنميه : دراسه حول الواقع البيئى فى الوطن العربى والدول الناميه، المجلس الوطنى للثقافه والفنون والأداب، الكويت .
(١٤)محسن عبد الحميد توفيق ، التكنولوجيا ذلك الداء والدواء ، معهد البيئه ، جامعة عين شمس ، ١٩٨٨ ، ص٣ .
(١٥) (2) ماجد محمد أبوالعلا ، البناء بأكياس التربة كمدخل لبناء مساكن الالجئين، ٢٠٢٠، رسالة دكتوراه ، كلية الهندسه ، جامعة الفيوم.
(١٦) https://www.greenhomebuilding.com/papercrete.htm
(١٧) (١) ليلى اللحام ، تقنية إعادة إستخدام الخرسانه الناتجه عن هدم الأبنيه ، رسالة ماجستير ، الجامعه الأفتراضيه السوريه، ٢٠١٧