مجلة التراث والتصميم - المجلد الرابع -عدد خاص (1) نوفمبر ٢٠٢٤
المؤتمر الاول لكلية التصميم والفنون الإبداعية جامعة الاهرام الكندية
تحت عنوان (رؤية مستقبلية للصناعة المصرية)

التصميم الداخلى المستدام للفراغات البيئية بإستخدام قش الأرز

Sustainable Interior Design Of Ecological Spaces Using Rice Straw

م.د / مشيره فريد محمود قنديل
مدرس بقسم التصميم الداخلى والأثاث كلية الفنون التطبيقية جامعة دمنهور
Dr. Moshera Faried Mahmoud Kandeel
Lecture at Interior Design and Furniture Department Faculty of Applied Arts, Damanhour University
moshera.faried@gmail.com

الملخص

إتجهت أنظار العالم فى السنوات الأخيرة نحو الإنشاء للبيوت المستدامة الصديقة أو الملائمة للبيئة ، وهو نظام للبناء يضع القيمة الأعلى للإستمرارية البيئية والإجتماعية وحماية حقوق الأجيال القادمة ، ويأخذ فى الإعتبار تقليل تأثير المبانى وفراغاتها و.... على البيئة ، وتحقيق الإحساس بالجمال وتوفير المناخ الصحى والراحة لكل فرد . وبدراسة العلاقة بين نظم الإنشاء وإعادة التدوير وجد أن إعادة التدوير والإستخدام هى الوسيلة الفعالة للحد من إستنزاف المواد المستهلكة للطاقة بدلاً من التخلص من أطنان من هذه المواد بطرق تؤدى إلى تلوث البيئة أو بالنفايات ، بالإضافة إلى إستخدام كثير من المواد المعاد تدويرها لتحل محل المواد الخام ، من أجل الحفاظ على الموارد الطبيعية ، وتقليل إستخدام الطاقة والتلوثات المرتبطة بهذه الأنشطة ، مما يشير إلى ضرورة الإهتمام بدراسة النظم الإنشائية الحديثة المستدامة وعلاقتها بإعادة التدوير، بالإضافة إلى تبنى نُظم إنشاء تُزيد من إعادة التدوير وإستخدام المواد الطبيعية المتجددة. ويعتبر بيت بالة القش أحد هذه البيوت المُستدامة الصديقة للبيئة ، ويؤكد أصحاب هذا الإتجاه سهولة وبساطة تعلم التقنيات المُعتمدة على المصادر المتجددة المتوفرة محلياً ، وتعتمد هذه الأنظمة على العمل الإبداعى الإنسانى بدلاً من التقنية العالية وتخصص المهارات ، كما يتميز هذا النظام بأنه إقليمى حيث يعتمد على البيئة المحلية وطبقات التربة والمناخ وطبيعة الموقع وإحتياجات المستعملين. وقد إستعمل القش فى البداية لتقوية الطين وحمايته من التصدع ، وفى أواخر القرن التاسع عشر تم البناء بإستخدام كتل بناء جديدة (الحزم المستطيلة للقش) بإختراع ماكينة تكديس القش (Baler) فى شكل بالات ، وقد عادت طريقة البناء ببالات القش لتُؤخذ بشكل أكثر جدية ، ومن المحتمل فى المدى البعيد أن تكون أكثر أهمية لقطاعات الإنشاء سواء إستخدام القش كمادة إنشائية أو المنتجات البنائية من القش .والبناء ببالات القش هى تقنية طبيعية تستخدم بالات القش كأحد المخلفات الزراعية وأسياخ حديد لتدبيس البالات، ويمكن إستخدامها للمبانى الحاملة والهيكلية ، وتتميز بسرعة البناء ، وإنخفاض التكلفة لتوافر القش كمنتج ثانوى فائض ، ومقاومة جيدة للزلازل ، وعزل ممتاز مع الحفاظ على الطاقة لفترات طويلة ، وإنخفاض الكتلة الحرارية ، ويمكن إستخدامها للحوائط الخارجية لمختلف أنواع المناخ ، وهى تقنية تقابل إحتياجات مستخدم الفراغ المؤقت أو الدائم ، كما تساهم عملية البناء به فى التنمية الإجتماعية ، ولا توجد مشكلة به كطريقة للبناء لكنها تحتاج كود خاص يتوافق مع البيئة المقام فيها وإختيار التشطيب المناسب ، بالإضافة إلى ضرورة الحماية من الرطوبة والأمطار ، والتخزين السليم للبالات .

الكلمات المفتاحية

قش الأرز ، بالات قش الأرز، المخلفات الزراعية ، الإستدامة ، إعادة التدوير

Abstract

In recent years, the world's attention has turned towards the construction of sustainable, environmentally friendly or appropriate houses, which is a building system that places the highest value on environmental and social continuity and the protection of the rights of future generations.It takes into account reducing the impact of buildings and their spaces and...On the environment, achieving a sense of beauty, and providing a healthy climate and comfort for every individual. By studying the relationship between construction and recycling systems, it was found that recycling and use is an effective way to reduce the depletion of energy-consuming materials instead of disposing of tons of these materials in ways that lead to environmental pollution or waste.In addition to the use of many recycled materials to replace raw materials in order to preserve natural resources and reduce energy use and pollution associated with these activities, which indicates the need to pay attention to studying modern sustainable construction systems and their relationship to recycling, in addition to adopting construction systems that increase recycling and the use of renewable natural materials.

The straw bale house is considered one of these sustainable, environmentally friendly houses.Building with straw bales is a natural technology that uses straw bales as one of the agricultural wastes and iron rods to staple the bales. It is characterized by speed of construction, low cost, good resistance to earthquakes, excellent insulation, while conserving energy for long periods and low thermal mass.It is a technology that meets the needs of the space user.

Keywords

Rice straw, rice straw bales, agricultural waste, sustainability, recycling

المقدمة

قش الأرز هو مورد متجدد مقارنة بالأخشاب ، والتى يتم تجديدها عادة كل ٢٠ إلى ٣٠ سنة ، حيث يتم إنتاج القش مرة أو مرتين فى السنة - مادام الناس تحتاج الحبوب كمصدر للغذاء سيتم إنتاج القش كمنتج ثانوى - حتى أصبح التخلص منه قضية بيئية كالتخلص منه عن طريق الحرق . وسعياً لتحقيق مبادئ التنمية المتواصلة والمستدامة ، والتى تهدف إلى الإعتماد على إعادة تدوير المخلفات جائت أهمية البحث فى بدائل لحرق قش الأرز ، حيث يتناول البحث أحد المجالات التى فرضت تواجدها فى الأونة الأخيرة على الساحة العلمية والبحثية ، والتى تهتم بالعلاقة التبادلية بين نظم الإنشاء المستدامة وإعادة التدوير لموادها ، ومدى تأثير هذا التدوير على البيئة المحيطة والأجيال المستقبلية . حيث وجد أن إعادة التدوير والإستخدام هو الوسيلة الفعالة للحد من إستخدام المواد المُستهلكة للطاقة بدلاً من التخلص من هذه المواد ، حيث يمكن إستخدام كميات منها فى عمليات البناء ، وكذلك سوف يساعد فى الحد من النفايات والتحرك للأمام نحو تحقيق الإستدامة . لذا يعتبر الإنشاء ببالات القش كأحد المخلفات الصلبة الزراعية هو من بدائل الإستفادة من قش الأرز كطريقة مباشرة لإستخدامه فى البناء ، كما يعتبر من وسائل القضاء على مشكلة حرق القش وما ينتج عنها من مشاكل بيئية وصحية خطيرة. ومع سعى مصر الآن إلى إعادة تدوير بعض الخامات لتحقيق التنمية المستدامة والشاملة ، وفى ظل الحاجة إلى الحصول على المواد الإنشائية البديلة مع التكلفة المتزايدة للأخشاب ومواد البناء محلياً وعالمياً ، نجد حاجة مُلحة لإمكانية إستخدام قش الأرز فى البناء حيث يعتبر مسكن بالة القش أحد المبانى الصديقة للبيئة . وعلى الرغم من أن فكرة البناء ببالات القش ليست بالجديدة إلا أنها عادت لتُؤخذ بشكل أكثر جدية مما له من مزايا ، فقد تم البناء بقش الأرز فى العديد من الدول فى العصور القديمة لإعتباره مادة متينة للغايه ، فتم العثور على قش غير تالف فى المقابر المصرية القديمة . ويلاحظ أن البناء بقش الأرز شهد

نهضة فى السنوات الأخيرة حتى أصبح منتشر . ويعتبر إنتشار البناء به له تأثير كبير على تحقيق السياسة العامة للدولة وللمحافظة على البيئة والإستخدام الإقتصادى الأمثل للمخلفات الزراعية بدلاً من حرقها الذى يؤدى إلى التلوث البيئى ، ونظراً للتوسع الهائل فى إستصلاح الأراضى الصحراوية ، والجهود التى تُبذل على المستوى المحلى والعالمى بشأن المحافظة على البيئة من الملوثات الناتجة عن عدم الإستخدام الأمثل للمخلفات الزراعية . وهذا يُفسر أهمية إنتشار البناء بقش الأرز فى العديد من الدول لتلبية معظم الإحتياجات المتزايدة للسكان . فيمكن إستخدام قش الأرز فى مجال الإنشاء بعدة طرق منها الإنشاء بوحدة مصنعة من القش (طوبة) ، ألواح من القش المضغوط مختلفة السمك ، بالإضافة إلى الإنشاء ببالات القش وهو مجال البحث .

مشكلة البحث

هناك بعض الآثار السلبية نتيجة لزراعة الأرز بمصر منها ظهور السحابة السواء التى تملأ سماء أغلب مناطق الجمهورية من قرى ومدن بسبب حريق أغلب الفلاحين لقش الأرز للتخلص من الآفات التى قد يسببها بقائه فى الأرض ويتسبب ذلك فى حدوث تلوث بيئى بالغ الضرر على صحة الإنسان . الأمر الذى أوجب التفكير فى طريقة للقضاء على هذا الضرر بل تحويل قش الأرز إلى شئ نافع ذو فائد مادية مرتفعة .

لذا يعد غياب عملية الإستفاة من قش الأرز على الرغم من إمكانية إستغلاله كعنصر إقتصادى فى بناء مساكن صديقة للبيئة لتنمية بعض المناطق وإتاحة فرص العمل لشباب الخريجين ، هى المشكلة الأساسية التى يتناولها البحث .

أهمية البحث

- حماية البيئة من أضرار حرق قش الأرز وتحويله إلى شئ نافع ذو فائد مادية مرتفعة .
- إيجاد بدائل لإستخدام قش الأرز فى العديد من المجالات منها مجال الإنشاء والتصميم الداخلى .

هدف البحث

- رصد إمكانية الإستفاة من قش الأرز كعنصر إقتصادى فى بناء مساكن صديقة للبيئة لتنمية بعض المناطق وإتاحة فرص العمل لشباب الخريجين .
- تقييم الإنشاء ببالات القش لإمكانية تفعيل تنفيذه فى مصر لحماية المناطق المتضررة من آثار التخلص من قش الأرز وفتح بدائل لخلق الأسواق للبقايا الزراعة وإستخدامها فى مجال التنمية العمرانية .
- توضيح كيفية إعادة تدوير وإستخدام قش الأرز لتحقيق مبادئ الإتجاه المستدام وتحقيق التنمية الشاملة .

قش الأرز كأحد المخلفات الزراعية

تعتبر المخلفات الزراعية ثروة يجب الحفاظ عليها ويرجع ذلك إلى أن مصر من الدول الفقيرة للمخلفات الزراعية والطاقة والغابات ، حيث أن المساحات المزروعة تمثل حوالى ٤% من قيمة المساحة الكلية لمصر، وبالتالى فإن حرق هذه المخلفات الزراعية يعتبر إهداراً لطاقة جديدة متجددة ، ويكفى أن نعرف أن كل طن محصول ينتج عنه من ٥ إلى ٦ أطنان من المخلفات ، وهى بالأساس منجم لمواد عضوية حيث أن ٥٠ % منها عبارة عن مكونات عضوية ويتم إستخدام كميات هائلة من الأسمدة الكيماوية والمياه والجهد البشرى لإنتاجها ، لكن الطرق التقليدية للتخلص من هذه المخلفات الزراعية غالباً ما

تكون بصورة خاطئة مثل الحرق المكشوف مما يؤدى إلى وجود مشاكل بيئية وصحية يصعب علاجها ، بالإضافة إلى أن كمية الملوثات الموجودة فى مصر تفوق المعدلات العالمية .

ومن أكثر المخلفات الزراعية إضراراً بالبيئة والصحة العامة هو قش الأرز حيث ينتج بكميات كبيرة فى مصر سنوياً ، فتبعاً لدراسة وزارة البيئة وجد أن قش الأرز يمثل حوالى ٢,٧ مليون طن سنوياً بجميع أنحاء الجمهورية ، ويتم التخلص من نسبة كبيرة من هذه الكمية عن طريق الحرق وهو ما يؤدى إلى ظهور السحابة السوداء والذى أصبح حدثاً سنوياً مصحوباً بالتلوث ، بالإضافة إلى أنها تسبب أمراض الصدر المزمنة على نحو خطير للسكان ، ومن هنا جائت أهمية البحث عن بدائل لحرق القش والإستفادة منه . (١١)

ويذكر أن أكبر البلاد زراعة للأرز كدول جنوب شرق آسيا والولايات المتحدة الأمريكية وغيرها لاتعانى من مشاكل قش الأرز ، فقد لجأت إلى إعادة تدويره وإستخدامه كحل جيد للتخلص منه مع المحافظة على البيئة من التلوث فى نفس الوقت ، والقضاء على المشاكل الصحية وإنتشار الأمراض الصدرية والتنفسية وإستخدامه فى العديد من الصناعات الإقتصادية لرفع العائد الإقتصادى من الزراعة ، معتمدة على طرق وتقنيات للعديد من الصناعات اليدوية والورق وإنتاج الطاقة والمجالات الزراعية والصناعية والهندسية وفى مجال الإنشاء والعمارة وغيرها من الإستخدامات المختلفة لقش الأرز فى دول العالم . حيث وجد أنه عندما يتم إستخدام المخلفات الزراعية فى البناء يتم تحقيق وفرة فى التكاليف المباشرة تصل إلى حوالى ٤٠% من إجمالى تكاليف البناء ، بالإضافة إلى توفير التكاليف غير المباشرة فى إستهلاك الطاقة والعزل الحرارى (٦).

نتائج التخلص من قش الأرز عن طريق الحرق

تبعاً لدراسة وزارة البيئة فى مصر عام ٢٠٠٣ وجد أن حرق المخلفات الزراعية فى شهرى أكتوبر ونوفمبر من كل عام مسئول عن ٤٢% من ظاهرة السحابة السوداء ، حيث يتم حرق قش الأرزسنوياً بجميع أنحاء الجمهورية مما يتسبب فى وجود كثير من الأضرار منها تدهور الصحة العامة للإنسان والحيوان ، تلوث التربة ، تدهور إنتاج المحاصيل والفواكه والخضراوات وغيرها .. (١١)

- **أضرار حرق المخلفات الزراعية فوق سطح التربة الزراعية :** يتسبب دخان حريق مخلفات قش الأرز والمخلفات الزراعية إلى حدوث أمراض صحية للزراع وسكان المحافظات المجاورة ، من حدوث تصادم بين السيارات على الطرق السريعة نتيجة للأدخنة المتصاعدة ، تدهور محاصيل الخضر القائمة وكذلك أشجار الفاكهة المستديمة بالحقول المجاورة ، تلوث الهواء الجوى بالغازات (مثل ثانى أكسيد الكربون والكبريت والنيتروجين وغيرها ...) ، القضاء على الأعداء الطبيعية للحشرات والأفات الضارة بالمحاصيل الزراعية والقضاء على الطيور صديقة المزارع ، بالإضافة إلى أنه قد يؤدى الحرق إلى إنتشار الحرائق فى منازل القرى .
- **أضرار حرق المخلفات الزراعية تحت سطح التربة الزراعية :** موت جميع الكائنات الحية المفيدة للتربة الزراعية والتى تزيد من خصوبتها ، حرق المادة العضوية بالطبقة السطحية من التربة ، خفض خصوبة الأراضى الزراعية ، تحويل طينة التربة الزراعية إلى مادة معدنية صماء (تشبه الطوب الأحمر) ، دخول غاز ثانى أكسيد الكربون من الجو فى التربة الزراعية ويكون ذلك على حساب الأكسجين اللازم لتنفس جذور النباتات والكائنات الحية الدقيقة بالتربة بما يعوق إنتشارها وتكاثرها فتقل خصوبة التربة الزراعية بالكامل .(٢٠)

بدائل حرق قش الأرز

ومع وجود عدة محاولات هدفها الرئيسى إيجاد إستخدامات إقتصادية لقش الأرز للتقليل أو التخلص من حرقه بإعتباره من المخلفات الخطرة إلا أن الإستخدامات المفيدة المُطبقة فعلياً بقش الأرز تستخدم حوالى ٢٥% من الكمية المنتجة وهى نسبة ضئيلة بالنسبة لما يتم حرقه مما يدل على أن كمية قش الأرز المنتجة تزيد كثيراً عن الإستخدامات المحلية .

وتحرص الدولة بالتعاون مع مراكز الأبحاث والمتخصصين فى مجال شئون البيئة بإيجاد حلول وبدائل إقتصادية لقش الأرز بدلاً من حرقه ، وذلك بإستخدامه فى العديد من المجالات الصناعية والزراعية ، وظهرت العديد من التجارب العالمية للإستفادة من قش الأرز ، وقد تضمنت تلك التجارب ما يلى :

١- **إنتاج الطاقة** : وذلك إما بالحرق المباشر من خلال إستخدامه كوقود للأفران فى بعض الصناعات ولكن لم تستمر هذه الطريقة لما لها من أضرار بيئية كثيرة أو عن طريق تحويله إلى وقود غازى أو إنتاج مركب الإيثانول للأغراض الصناعية أو إنتاج البيوجاز والإستفادة منه فى إنتاج الطاقة الكهربائية إلا أن هذه الطرق جميعاً لم تعطى جدوى إقتصادية مناسبة .

٢- **كمادة بناء** : ظهرت المحاولات لإنتاج الألواح المضغوطة من قش الأرز والمستخدمة فى بناء القواطيع الداخلية للمبانى أو إنتاج بعض المواد المستخدمة فى البناء كالطوب وبلاطات الأسقف كما إستخدمت أيضاً بالات القش بعد ضغطها لإستخدامها فى حوائط المبانى حيث تميزت بالعزل الجيد للصوت والحرارة .

٣- **صناعة الورق** : إستُخدم قش الأرز منذ زمن بعيد فى دول أوروبا والولايات المتحدة فى صناعة الورق سواء لأغراض فنية أو فى صنع عبوات ورقية للمحلات أو فى ورق الصحف .

٤- **الصناعات اليدوية :** حيث يستخدم فى صنع الحبال والحقائب والسلاسل والمكانس والأحذية .

٥- **إستخدامات أخرى** : حيث إشتملت على صناعة الأسمدة العضوية والمخصبات وغذاء الحيوانات وتصنيع بعض كيماويات المصانع والمواد المانعة للتآكل ، بالإضافة إلى إستخدامه فى إنتاج نوعية من البلاط الأسمنتى والطوب الخزفى .

وقد أولت تلك التجارب إهتماماً كبيراً بإستخدام قش الأرز كمادة بناء ، حيث أعتبر قش الأرز مورداً متجدداً يمكن توظيفه كمادة إنشاء لكثير من المنشآت فى أوروبا وأمريكا وأستراليا وأسيا .(٢)

الإتجاه المستدام

بدأت الدعوة إلى الإتجاه المستدام نظراً لتعاظم النشاط المعمارى ، والذى يمثل عبء على المنظومة البيئية خلال دورة حياة المبنى بداية من الإنشاء ماراً بالإشغال ثم التشغيل وحتى مرحلة التخلص النهائى من المبنى ، حيث تعتبر العمارة تحدياً فريداً فى مجال الإستدامة ، لذلك لابد من أن تعتمد على تحقيق الإحتياجات مع الإلتزام بالحدود المرتبطة بقدرة البيئة على الإحتفاظ بتوازنها ، فالمشروعات المعمارية تستهلك كميات من مواد الأنظمة الإنشائية وتخرج كميات أكبر من المخلفات والنفايات . وعرف المدخل المستدام بأنه الإتجاه الذى يلبى إحتياجات المستعملين الحاضرة دون الإخلال بالإحتياجات المستقبلية للمستعملين .(١)

المبادئ الأساسية لتحقيق الإستدامة

لقد إستهدف هذا الإتجاه إستدامة الفراغات المعمارية من خلال خلق بيئة مبنية ذات إدارة بيئية مسئولة تعتمد على مبادئ كفاءة الموارد والطاقة لتقليل التأثير السلبى على البيئة وتحقيق الإستدامة المطلوبة ، وذلك من خلال تحقيق مجموعة من المعايير ، وهى :

1- **تحقيق المتانة فى إختيار المواد Durability :** لتحقيق إستدامة الفراغات ويجب أن تكون المواد المستخدمة فى نظم الإنشاء قوية ومتينة ومستقرة وطويلة الأجل وتقاوم التحلل والتأكل والإنصهار ولاتتغير فى وقت قصير .

2- **تحقيق البعد الإقتصادى Economical** : يشجع هذا التوجه على إستخدام مواد الإنشاء المحلية التى تقلل من تكاليف الطاقات المستهلكة فى النقل وغيره .....، وكذلك إختيار مواد إنشاء ذات كفاءة عالية لا تحتاج إلى صيانة دورية والنظر دائما إلى تكاليف التشغيل عند إختيار المواد وليس تكاليف الشراء .

3- **تقليل أعباء الصيانة Low – Maintenance** : الفراغات المستدامة يجب أن تبنى من مواد وتقنيات لاتحتاج إلى صيانة دورية بقدر الإمكان ، أو تبديل بسبب التأكل أو تراجع كفاءة أدائها ولابد أن تكون صديقة للبيئة ، والبعد عن المواد السامة ذات التأثير السلبى على البيئة والإنسان ، ويجب الإهتمام بعمل الصيانة الدورية للمواد التى تحتاج إلى ذلك لزيادة كفائتها أكبر وقت ممكن .

4- **إمكانيات إعادة التدوير والإستخدام Recycling and Reuse :** لابد من إمكانية إعادة تدوير العناصر الإنشائية المستخدمة،لأن ذلك يوفر الطاقات المستهلكة للمواد الخام ويحسن من إستخدام المادة ويشجع للتوجه المستدام(١٠)

العمارة المستدامة

هى عماره تُساند التوازن البيئى عن طريق الإعتماد على نُظم إنشاء إيكولوجيه ومواد بناء يمكن إعادة إستخدامها للتقليل من إستنزاف الموارد الطبيعيه ، وهى تلك المبانى والفراغات التى يتم تصميمها وإنشائها بطرق ومواد البناء المتوفره والتى لا تؤثر سلبياً على البيئه ، وصحة المستعملين والقائمين بالبناء والأجيال القادمه ، و تتناول العديد من الإعتبارات منها:
إستعمالات الأراضى والتأثير على الموقع والبيئه المحيطه ، عدم إستنزاف الثروات والطاقه والمياه ، دراسة تقييم الأثر البيئى للأبنيه ومواد بنائها ، تقليل الإعتماد على الطاقه الغير متجدده ، التخلص من المخلفات وإعادة تدويرها .(٥)

أهداف العمارة المُستدامه

- **فى المحيط الحيوى In the Biosphere :** المحافظه على سلامة العمليات البيئيه الأساسيه .
- **فى المحيط المصنوع In the Made Environment :** إختيار وسائل تقنية ذات مخلفات محدوده ، والإعتماد على إعادة التدوير للمواد ، وترشيد وحُسن إختيار مواقع المراكز الصناعيه .
- **فى المحيط الإجتماعى In the Social Environment :** وضع خطة تنميه للموارد الطبيعيه المتجدده وغير المتجدده فى إطار زمنى يُحقق العداله بين الأجيال ، وتحقيق المشاركه الشعبيه الواسعه .(١٠)

مبادئ العماره المُستدامة

ترتكز العمارة المستدامة على مجموعة من المبادئ لتحقيق أهدافها بإنشاء وتشغيل المبانى المشيدة الصحية Environment Built Healthy وهذه المبادئ يمكن توضيحها فى العناصر التالية :

1- فكرة الإستدامه هى تدوير المواد الإنشائيه للمحافظه على الموارد الطبيعيه ، والسعى إلى عمارة واعيه تقنياً و ثقافياً تحترم البيئه وتحافظ على توازنها.

2- الدمج بين الطبيعة والتقنية الحديثة حيث يظهر المبنى كنظام بيئى مصغر.

3- فهم الأثر البيئى للتصميم ، من خلال تقييم الموقع والطاقة الكامنه به .

4- التواصل المستمر مع الطبيعة سواء كان المبنى مصمم داخل المدينة أو مكان أكثر طبيعية.

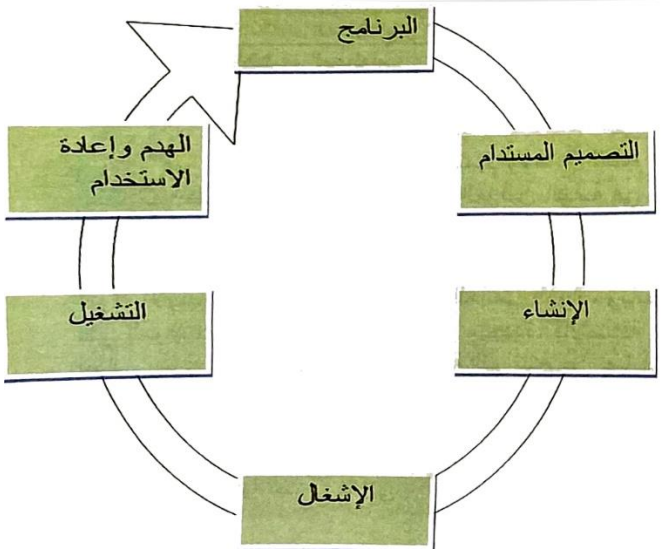
5- قلة إستهلاك المصادر الغير متجددة وإستخدام المصادر الطبيعية ذات الكفاءة العالية .

6- التناسق مع البيئة و فهم العمليات الطبيعية .

7- إختلاق بيئة صحية بإختلاف الموارد القليلة .(٥)

تمثل هذه المبادئ الركائز التى يجب أخذها فى الإعتبار من أجل تحقيق عمارة مستدامة تعتمد أساساً على الترشيد فى - إستهلاك المصادر من الطاقة والمياه ومواد البناء وغيرها ، وذلك من خلال إستراتيجيات تعتمد على التوظيف الجيد والترشيد وإدارة المخلفات للمصادر القابلة للتدوير أو إعادة الإستخدام ، إلى جانب الإهتمام بالبيئة وحمايتها وعدم تلويثها من خلال تصميم المبنى المتوائم مع البيئة المحيطة وعدم إلحاق الضرر بها والسعى إلى تحقيق بيئة داخلية أفضل توفر مستويات الراحة لمستخدميها .

ومما سبق من إستعراض لمبادئ الإتجاه المستدام والعمارة المستدامة نصل إلى أن لكل مبنى دورة حياة متكاملة تبدأ من مراحل التصميم منتقلة للإنشاء ثم الإشغال ومنها إلى التشغيل حتى مرحلة التخلص النهائى والتى تشير إلى التفكيك Deconstruction بدلاً من الهدم Demolition .



شكل رقم (١) يوضح دورة حياة المبنى (١)

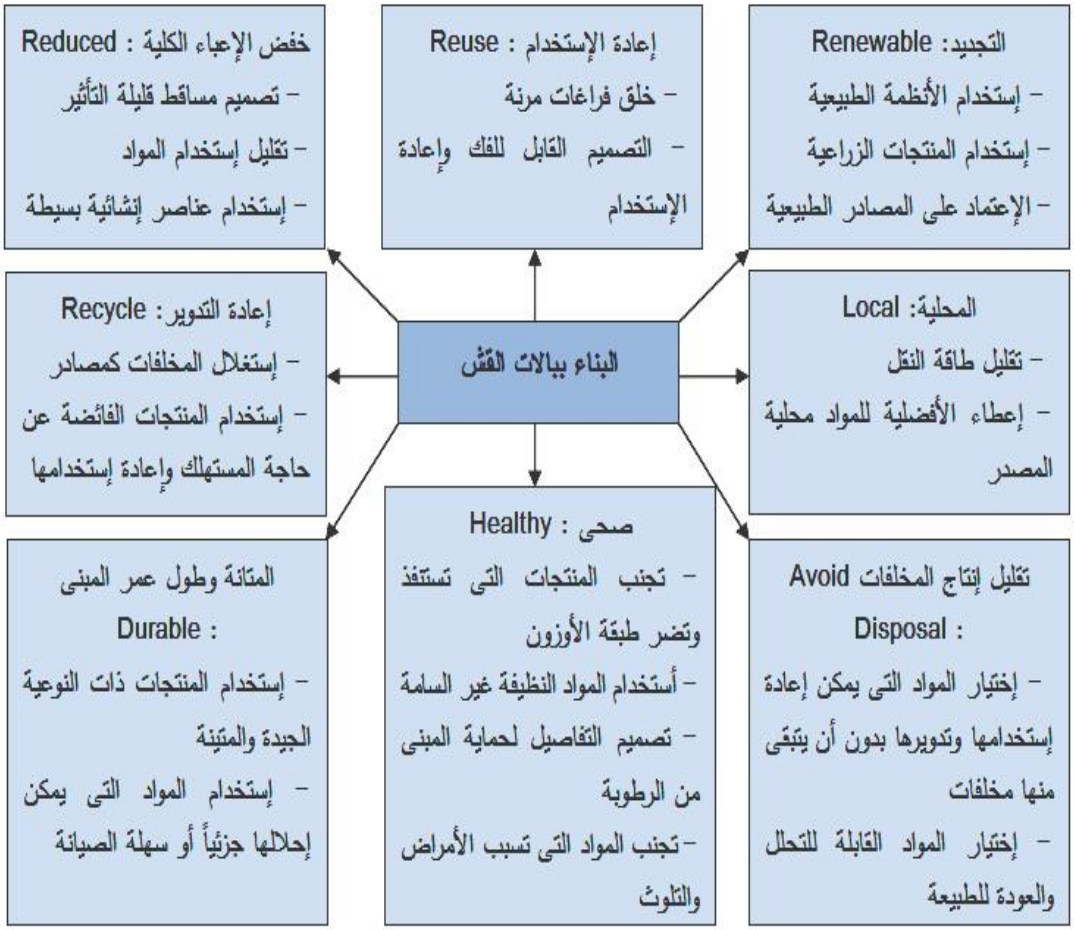
يعبر الإنشاء المستدام Sustainable Construction عن الإبداع وإدارة البيئة المشيدة وكفاءة إستخدام الموارد والطاقة وأخذ البعد الإيكولوجى بعين الإعتبار، كما يهدف إلى تقليل تأثيره على البيئة وبذلك فهو يشتمل على المبادئ التالية

- إستهلاك الحد الأدنى من الموارد غير المتجددة والوصول للحد الأقصى فى عمليات إعادة الإستخدام .
- الإعتماد بشكل كبير على الموارد الجديدة والمتجددة والقابلة للتدوير .
- تلافى إستخدام المواد ذات الصفة السمية .(١)

- البعد الإستدامى لقش الأرز كمادة بناء

ومما سبق يعتبر قش الأرز من مواد البناء المستدامة ، لما له من مميزات من خلال الأبعاد البيئية والإجتماعية والإقتصادية والمتمثلة فى كونه مادة محلية متجددة سنوياً كأحد المخلفات الزراعية ولحماية البيئة من التلوث عن طريق إستخدامه فى

الإنشاء وتنسيق الموقع ثم العودة للطبيعة مرة أخرى ، ولما له من خواص العزل الممتازة ، وخواص مقاومة الحريق والحشرات ، وإنخفاض الطاقة المتضمنة وإنخفاض التكلفة ، المتانة ، الخواص الجمالية.



شكل رقم (٢) يوضح البعد الإستدامى لإعادة تدوير وإستخدام قش الأرز فى البناء .(١)

- مميزات البناء بقش الأرز كأحد المواد الخام المستدامة

- **البناء القوى الدائم**: تعتبر أقدم المبانى التى بنيت بقش الأرز مبنية من حوالى ١٠٠ سنة ، إذا تم بناؤه بشكل جيد ، يكون المنزل المبنى بقش الأرز متيناً مثل المبانى التقليدية . ويعتبر القش والطين مرن للغاية حوالى ١٠ – ١٥ مرة عن الحديد ، ويمكن أن يقاوم ضغط كبير .

- **مقاومة الحريق :** يسجل البناء بقش الأرز معدلات جيدة فى إختبارات الحريق . فحينما يتم ضغط القش حتى لايسمح بوجود الهواء الذى يساعد على الحريق يكون القش بمثابة غرفة مغلقة لايمكن للحريق إختراقها . والجدران المغطاة بالقش المجفف أقل خطورة للحرائق مقارنة بالجدران المغطاة بالأخشاب التقليدية . حيث يقاوم البناء بقش الأرز ساعة واحدة من الحريق مع ١٠٠٠ درجة مئوية .

- **مقاومة الآفات**: لا يمكن للآفات أن تلحق الضرر بجدران قش الأرز لأن بالة القش سميكة وكثيفة بما يكفى لمنع إختراقها من الآفات والحشرات . ولأن القشة تحتوى على قيمة غذائية قليلة لمعظم الآفات والحشرات فلا تكون مكان لعيش الآفات ، وكثافة القش تجعلها غير مناسبة لعيش القوارض .

- **مقاومة الزلازل**: تعتبر هذه المنشآت مقاومة للزلازل نظراً لأن معامل المرونة عالى جداً ، وأظهرت الأبحاث أن منازل بالة القش تتميز بأداء جيد فى الزلازل وبالتالى يعتبر البناء بإستخدام بالات القش ذات قيمة خاصة فى المناطق التى تكون

فيها الزلازل شائعة ، حيث أن بالات القش لديها عرض جيد يتناسب مع الإرتفاع وجدران البالة تستوعب الكثير من صدمات الزلازل ، ومع وجود الجبس يضيف قوة إلى هذه المبانى .

- **حجم مبانى القش :** من الممكن بناء مبانى متعددة الطوابق وبمساحات مختلفة بقش الأرز.

- **مبانى القش جذابة ومريحة :** يعتبر القش من المواد العضوية وهو بديل صحى للمواد الحديثة للبناء فهو طبيعى وغير ضار، والعيش داخل مبانى بقش الأرز أفضل لأنه يقوم بتحسين نوعية الهواء الذى نتنفسه لأنه لا ينشئ أبخرة ضارة مثل الفورمالديهايد كما تفعل العديد من المواد الحديثة ، مما يساعد فى الحفاظ على الهواء النقى داخل الفراغ . وبعد تشطيب حوائط هذه المبانى بالمواد المناسبة فإنها عادة تكون جميلة المنظر ومريحة للعين ، حيث أن مبانى بالات القش تعطى طابع خاص من الجمال كما تخلق هذه الجدران شعوراً فريداً بالراحة ، ويمكن أن تحفز المشاعر الجسدية والنفسية للرفاهية ، وتوفر ظروف معيشية أفضل بكثير من معظم المساكن الحديثة .(٦)

- **سهلة الإنشاء**: مثل هذا المنشأت لا تحتاج إلى طرق معقدة فى الإنشاء بل يمكن لأى شخص أن يتعلم طرق إنشاء وبناء هذا النوع من المبانى ، ويشجع هذا على الإبداع الفردى كما يعتبر البناء بإستخدام بالات القش فرصة لذوى الخبرة القليلة وغيرهم للإنخراط مباشرة فى خلق منازلهم نتيجة سهولة عملية البناء .

- **عزل الحراة والصوت**: تعتبر جدران البناء بقش الأرز عازلاً بتكلفة معقولة عن البناء بالمواد المعاصرة .

- **التوفير فى الطاقة**: وذلك يرجع إلى قيمة العزل الحرارى العالى لهذه المنشآت .

- **منخفض التكلفة :** يتم إنتاج قش الأرز حالياً فائض عن الحاجة . وأيضاً يمكن التصميم والبناء بواسطة الأشخاص نفسهم دون خبرة سابقة فى البناء وبالتالى الإدخار فى تكاليف العمالة ، ويعتبر تخفيض الوقود فى مبانى قش الأرز من الإدخارات وذلك بسبب إرتفاع مستوى العزل فيمكن تخفيض التكاليف بنسبة تصل إلى ٧٥ % سنوياً مقارنة بالمبانى الحديثة .

- **فوائد بيئية**: مثل التخلص من القش والمخلفات فى المناطق التى يتم حرقه فيها ويؤدى إلى حدوث تلوث بيئى بها ، كما أنه يمكن إنشاء مبانى صديقة للبيئة . حيث أن البناء بإستخدام بالات القش له فوائد فى المناطق التى يكون فيها قش بكميات كبيرة لأنه أصبح من النفايات غير المرغوب فيها كما يمكن أن يكون هناك إنخفاض كبير فى تدمير الغابات والأخشاب إذا بنيت المنازل من بالات القش بدلاً من الأخشاب المستهلكة يومياً.

- **تحقيق التنمية المستدامة :** القش هو منتج طبيعى متجدد سنوياً ينمو بواسطة التمثيل الضوئى ، ينتج منه كميات كبيرة كل عام لذلك فإستخدام قش الأرز كمادة بناء يقلل من إستخدام مواد ضارة بالبيئة فى البناء . فعملية تحويل القش من مصدر ضار للبيئة إلى مصدر مفيد لها يؤدى إلى تحقيق التنمية المستدامة حيث يمكن تحويل القش إلى مادة قابلة للتجديد لإستخدامها كمادة بناء .

- **كفاءة الطاقة وإنبعاث غازات الإحتباس الحرارى:**حيث يتم إنتاج أكثر من٥٠% من جميع الغازات المسببة للإحتباس الحرارى من قبل صناعة البناء والتشييد والنقل المرتبطة به لذا فإستخدام قش الأرز فى البناء يساعد فى حل المشكلة(٣)

البناء ببالات القش كمادة بناء مستدامة

- **بالات القش :** يمكن تعريف القش Straw بأنه الجذوع الجافة للنباتات المنتجة للحبوب بعد إزالة رؤوس البذرة نهائياً ، ويمكن تحديد أربع خواص أساسية للبالات لإستخدامها فى البناء تبعاً لخبرة القائمين بالبناء ببالات القش والإختبارات المعملية ، وهى : محتوى الرطوبة ، الكثافة ، تاريخ تخزين البالات ، طول الألياف .

محتوى الرطوبة : يعد تعرض البالات للرطوبة هو العامل الأكثر ضرراً المؤثر على متانة بيت البالة ، فتعفن البالات ينتج إنزيمات تقضى على سيليلوز القش ، فمن الضرورى أن تبقى بالات القش جافة عند الشراء ثم التخزين والنقل وأثناء البناء، ، كما يراعى عند تخزين البالات إبعادها عن الرطوبة وتغطيتها للحماية من المطر والرطوبة والحشرات ، ولا يجب إستخدام البالات التى سبق أن تعرضت للرطوبة سواء مرة واحدة أو عدة مرات ، ومن الضرورى ألا يزيد محتوى الرطوبة عن ٢٠ % من الوزن الكلى للبالة ، ويتطلب ذلك التفتيش المستمر على البالات والتحكم الجيد بإستخدام مقياس الرطوبة .

الكثافة : تتنوع كثافة البالات إعتماداً على نوع الحبوب ومحتوى الرطوبة ونسبة الضغط بجهاز ضغط البالات (١٤).

- تحديد نوع البالة والمكبس

يجب مراعاة الأتى عند إختيار البالات المستخدمة فى البناء ، أن تكون البالات جافه ، مضغوطة ، مربوطة جيداً طوال فترة البناء ، ويراعى إستخدام البالات ذات المقاس الثابت فى الطول والعرض والإرتفاع ، وفى بداية الأمر يتم تحديد نوع البالة والمكبس وفيما يلى نعرض أنواع البالات والمكابس المستخدمة :

أنواع المكابس

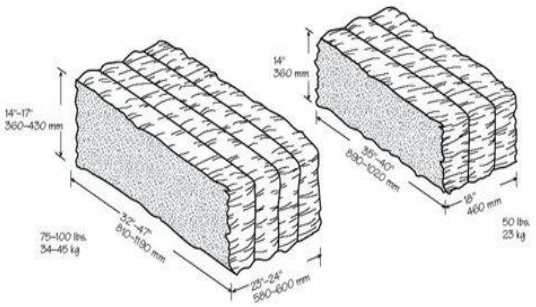
- **المكابس الإسطوانية** : عبارة عن مكابس غرفة الكبس لها إسطوانية والمسافة بين ذراع الكبس ونهاية غرفة الكبس هى التى تحدد أبعاد البالة .
- **المكابس ذات الأشكال الهندسية المنتظمة (المربعة والمكعبة)** : عبارة عن مكابس غرفة الكبس لها إما مكعبة أو على شكل متوازى مستطيلات(٢) .

أنواع بالات القش

هناك العديد من بالات القش حيث يتوقف شكل وحجم البالات على حسب الغرض المستخدمة من أجله مثل البالات الإسطوانية والتى تستخدم عادة كعلف للحيوانات أو كفرشه للماشية الكبيرة أو أى غرض تصنيعى أخر، البالات المكعبة والتى تتميز بأبعاد هندسية مستقيمة كطول وعرض وإرتفاع والتى يمكن أن تستخدم لغرض البناء ، ولهذه البالات نوعان :

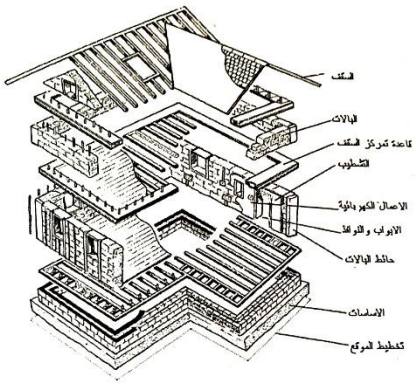
١- **بالات صغيرة :** وأبعادها ١٠٠×٤٥×٣٥ سم (للطول ×العرض×الإرتفاع) ، وزن البالات الصغيرة : ١٥ – ١٩ كجم .

٢- **بالات كبيرة :** وأبعادها ١٠٠×٥٨×٤٠ سم (للطول×العرض×الإرتفاع) ، وزن البالات الكبيرة ٢٩ كجم (١٤).



شكل رقم (٣) أشكال بالات القش الدائرية والمكعبة والبالات صغيرة الحجم ثنائية الأربطة والبالات كبيرة الحجم ثلاثية الأربطة (١٧)

عناصر البناء والإنشاء والتصميم الداخلى لمبانى بالات القش المستدامة

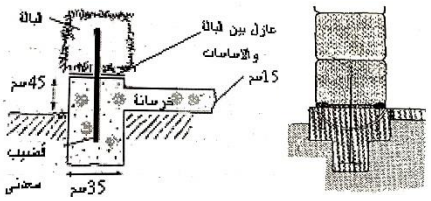


شكل رقم (٤) يوضح عناصر الإنشاء لبيت بالة القش(١٢)

الأساسات

من الضرورى أن يتوافق تصميم الأساسات لمبانى بالات القش مع المواصفات الفنية والمتطلبات الهندسية التى تحقق الأمان والسلامة للمبنى على النحو التالى :

- يتناسب عرض الأساسات مع سمك الحائط فيجب أن تكون الأساسات عريضة بما يكفى لدعم طبقات الجص على جانبى البالة (الحد الأدنى لعرض الأساسات هو عرض البالة التى تحملها بالإضافة إلى سمك التشطيب).
- تتحمل الأساسات سمك الحائط والأحمال الواقع على المبنى فيمكن أن تكون الأساسات من الخرسانة ، وفى المناطق الرطبة يوصى بإستخدام الأعمدة التقليدية أسفل المنزل ، فيجب أن يشتمل تصميم الأساسات على بعض الأساليب التى تسمح بتثبيتها على الجدران والسقف بشكل آمن ، وهذا يمنع السقف من السقوط عند هبوب الرياح القوية .
- تحتاج قاعدة بالة القش إلى أن تبقى جافة فى جدران المبنى لذلك يجب رفع الأساسات عن الأرض بما يكفى لتجنب الأضرار الناجمة عن رش الماء بسبب إرتداد المطر على الأرض فيكون إرتفاع الأساسات من ٢٠ إلى ١٠٠ سم ، وأن يكون هناك حاجز للرطوبة بين الأساسات وبالات القش ويتم وضع مواد مناسبة على الأساسات لحماية البالات من الرطوبة والحشرات أو عن طريق التجفيف الذاتى للأساسات وتثبيت الصف الأول من البالات على الأساسات بشكل جيد .



شكل رقم (٥) تدبيس بالات القش بإستخدام أشاير تستقر فى الأساسات وتمتد لتخترق البالات (على اليمين) والأساسات الخرسانية (على اليسار)(٨)

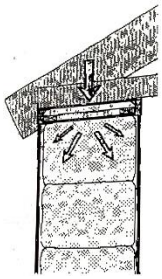
- الحوائط

وتتعدد الحوائط فى مبانى بالات القش فمنها : الحوائط الحاملة ، الحوائط الحاملة المدعمة بالإطار خفيف الوزن ، الحوائط الهيكلية ، النظام الهجين وبالة المونة ، ولكل من هذه الطرق مميزاته وعيوبه من حيث سهولة الإنشاء والإحتياج للأيدى العاملة ، ومساحة الفتحات الممكنة ....

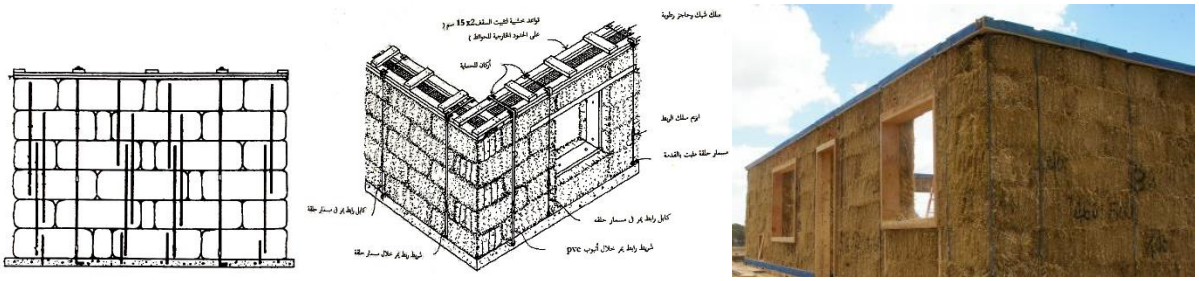
- **الحوائط الحاملة :** ظهرت هذه الطريقة لأول مرة فى الولايات المتحدة الأمريكية فى أواخر القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين نتيجة قلة توافر الأخشاب اللازمة للبناء فى تلك المنطقة حيث إعتبرت بالات القش أحد مواد البناء المحلية

الهامة فى ذلك الوقت . ومازال عدد من البيوت التى بنيت بهذه الطريقة موجودة بحالة جيدة إلى الأن . وفى هذا النظام يتم إستخدام بالات القش كحوائط حاملة ، حيث يتم تحميل المنشأ بالكامل على حوائط القش ، يتطلب هذا النظام أن تكون المواصفات الهندسية والطبيعية للبالات عالية حتى تتحمل الإجهادات الواقعة عليها ، وفى الغالب يتم إستخدام البالات كبيرة الحجم ، ففى هذه المبانى يتم رص البالات وتتكدس داخل الحوائط ويتم تثبيتها من خلال أسياخ معدنية وروابط لربط الحائط بالكامل وتثبيته فى الأرضية الخرسانية المقام عليها المبنى . ويراعى ألا يزيد إرتفاع الحائط من بالات القش عن ٣,٦م بحيث يكون المبنى من دور واحد كما لايزيد طول الحائط بدون عناصر رأسية رابطة عن ٦م . يتم تركيب إطارات الأبواب وتثبتها بالأساسات قبل رص البالات أما إطارات النوافذ فيتم تركيبها أثناء الإنشاء وتثبت بالأقضاب المتصلة بأساسات المبنى ، ووزن السقف يسند مباشرة عليها . ويتميز نظام الحوائط الحاملة بقلة إستخدام الأخشاب ، ويوصى بتصميم مساقط بسيطة مربعة أو مستطيلة وذات أسقف مائلة لتوزيع الأحمال بالتساوى على حوائط المبنى (٧).

صوره رقم (١) بيت ببالات القش فى نبراسكا تم بنائه ١٩٢٥والسقف The Hip Roof يوزع الأحمال بإنتظام على الحوائط (١٧)



شكل رقم (٦) يوضح أن فى الحوائط الحاملة الحائط يحمل وزن السقف مباشرة وينقله إلى الأساسات

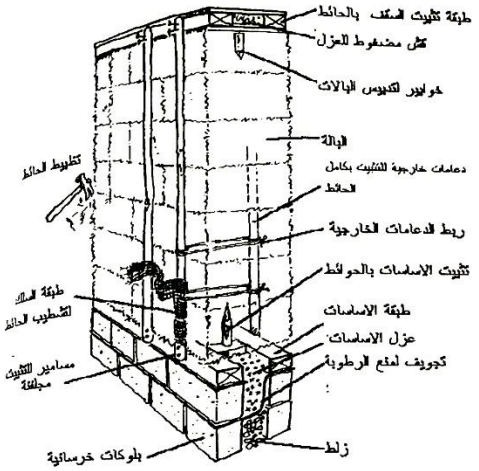


شكل رقم (٧) يوضح طريقة تثبيت البالات والحوائط فى نظام الحوائط الحاملة و العناصر المختلفة المستخدمة فى بناء وتجهيز الحائط حيث يرتبط الصف الأول للبالات بالأساسات بإستخدام أقضاب والصفوف التالية للبالات تدبس بالصف الأول بإستخدام أقضاب من الخشب أو الحديد(١٥)

الحوائط الحاملة المدعمة بالإطار خفيف الوزن

تتميز هذه الطريقة بالإحتفاظ بمميزات أسلوب الإنشاء بالحوائط الحاملة ، ولكنها تتميز بإمكانية بناء السقف قبل الحوائط للحماية من الطقس أثناء عملية رفع الحائط . تستعمل إطارات خشبية ذات وزن خفيف تتطلب التثبيت المؤقت حتى تستقر البالات فى أماكنها ، لكن القش يمثل الجانب الرئيسى لتثبيت البناء بدرجة أكبر من الخشب وهو يعمل مع الخشب لحمل

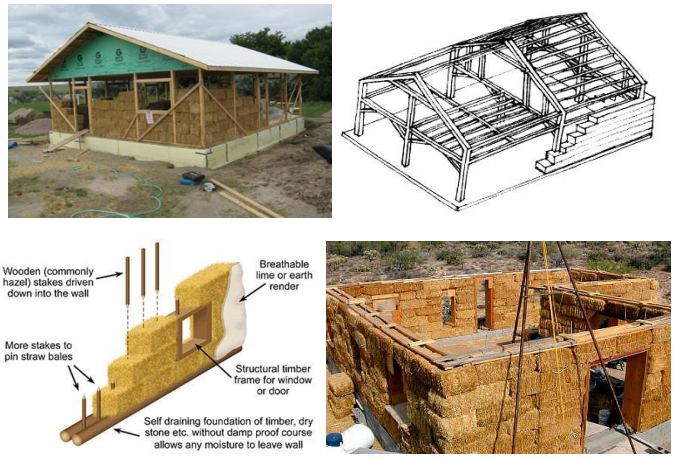
وزن الطوابق والسقف ، توضع الأعمدة الخشبية فى الزوايا وجانبى فتحات الأبواب والنوافذ فقط . ومن مساؤى هذا النظام أنه أكثر تعقيداً من نظام الحوائط الحاملة(٧) .



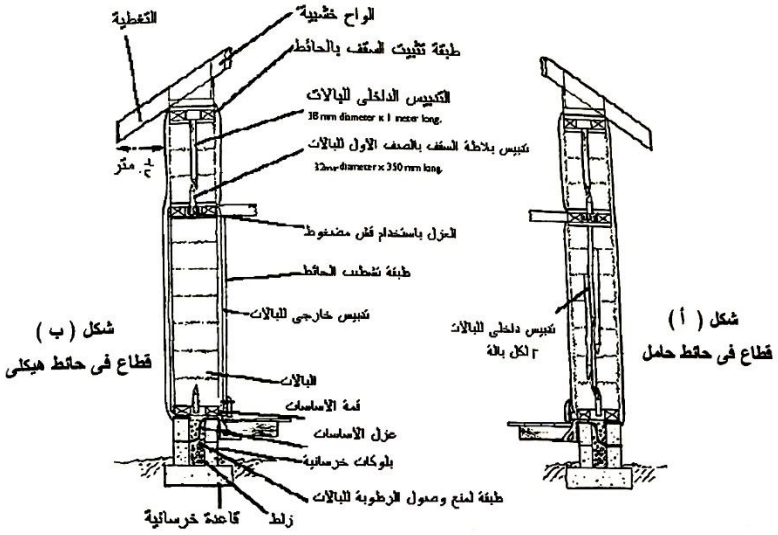
شكل رقم (٨) يوضح تدبيس البالات فى الحوائط الحاملة المدعمة بالإطار خفيف الوزن(١٢)

- الحوائط الهيكلية

فى هذا النظام يتم إستخدام القش كمادة مالئة للحوائط سواء الخارجية أو الداخلية ، حيث يتم بناء المنشأ من دعامات أو هياكل سواء من الخشب أو من المعدن أو من الخرسانة المسلحة أو من الطوب (أعمدة وكمرات وأسقف)، ويمكن إنشاء الهيكل والكمرات خارج الموقع ، ويتم ملئ الحوائط الخارجية للمبنى ببالات القش وذلك لعزل المنشأ حرارياً من الخارج ، هذا النظام لا يتطلب بالات ذات كثافات ومواصفات هندسية عالية حيث أن البالات لاتحمل أى شئ من أجزاء المنشأ ولكنها مادة مالئة وعازلة فقط للحائط . لتثبيت البالات فى هذا النظام يتم إستخدام أسياخ معدنية طويلة للربط بين البالات بدلاً من الأسمنت أو تثبيت البالات فى دعامات المبنى . ويمكن إنشاء السقف قبل رص البالات ليكون حماية للبالات أثناء البناء . ومن مميزات هذا النظام أنه يقل الإحتياج لتسليح حوائط البالات ويمكن تكديس البالات بها ، ويصبح التصميم أكثر مرونة لإنشاء أسقف غير منتظمة وجمالون ولا يؤثر على توزيع الأحمال ، وتكون المبانى متعددة الأدوار بإرتفاع دور أو دورين ، ويمكن تصميم مساقط أفقية مركبة وعمل فتحات زجاجية مختلفة فى أماكن متعددة ، مع إمكانية وضع العناصر الإنشائية الحاملة خارج أو داخل الحائط وإمكانية إنهاء سقف المبنى قبل إنشاء الحوائط مما يعمل على حماية بالات القش من الأمطار والرطوبة .(٧)



شكل رقم (٩) يوضح طريقة رص البالات في نظام الحوائط الهيكلية وتثبيت البالات بالأسياخ



شكل رقم (١٠) يوضح قطاعين (أ ، ب) فى حائطين لمبنى بالة القش أحدهما حامل والأخر هيكلى(١٢)

- **النظام الهجين** : بينما هناك إختلافات كثيرة بين نظامى الإنشاء السابقين ، فقد أوجد نظام هجين يستخدم كلا النظامين السابقين مثل بناء ثلاثة حوائط تحمل الأحمال والرابع يمثل إطار للسماح بوضع زجاج أكثر، هذا النظام تم إختباره للأداء الهيكلى فى كندا فى الثمانينيات وقد أنتج نظام حائط صلب جداً ولكن الأداء الحرارى ليس جيداً نتيجة التوصيل الحرارى خلال نقط المونة .

- **بالة المونة :** بالة المونة أو البالة الهيكلية توضع بين بالات القش مونة مكونة من إسمنت بورتلندى ورمل ، وعندما تجف يبقى المنشأ متماسك ، وقد تطورت هذه الطريقة فى كندا ولها كود بناء ، يتم تشطيب البالات من الداخل والخارج لحماية البالات من العوامل المناخية ولها شكل جذاب (٧).

- الحوائط الداخلية لمبنى بالة القش

ترتبط الحوائط الداخلية والخارجية بعدة طرق منها :

- أوتاد أو خوابير خشبية بقطر لا يقل عن ٢٥ سم وطول كافى لتتمكن من إختراق البالة بمسافة لا تقل عن ٣٠ سم وتوضع خلال الفتحات المجوفة فى Wall Stud المجاور وتبعد لتمكن من إتصال وتد واحد لكل بالة .
- جصص خشبية مدببة أبعادها ١٠ × ٥ سم ولا يقل طولها عن ٣٠سم تخترق صفوف البالات بالطرف المدبب .
- روابط طوب بإستخدام المونة وتثبت بحائط البالة بإستخدام إحدى الطريقتين السابقتين(٣) .

- أعمال نهو الحوائط

القش هو مادة قابلة للتنفس حيث أنه يسمح بمرور غير محسوس لبخار الهواء والرطوبة من خلاله ، فإذا تم إحكام إغلاقه بواسطة مواد مانعة لتسرب المياه ، فسوف تبدأ فى النهاية بالتعفن . فهو يحتاج إلى تهوية جيدة من أجل البقاء فى صحة جيدة من الناحية العلمية ، هذا يعنى أن أى شئ يستخدم لعوامل الطقس أو تزيين القش يجب ألا يحجب هذه الطبيعة للتنفس ، وإن التشطيبات المثالية للقش هى التشطيبات التقليدية المصنوعة من الجير أو التشطيبات الطبيعية ، حيث أن هذه المواد هى أيضاً مواد قابلة للتنفس . وعادة ما يتم دهان جدران القش من الجانب الخارجى مع مزيج من الجير والطين أو مزيج من الأسمنت والجير ، وعادة ماتكون الأسطح الداخلية من الجير أو الطين أو الجبس أو الهيكل الإنشائى . وأحد الإعتبارات

المهمة عند إختيار نوع معين هو أن السطح الخارجى للجدران يجب أن يكون أكثر نفاذية للرطوبة من المسطح الداخلى. وسيؤدى الفشل فى إتباع هذه القاعدة إلى تراكم الرطوبة فى الجدار مما يؤدى فى النهاية إلى تعفن البالات ، تماماً مثل تعفن أى شئ دون علاج ، على سبيل المثال ، إذا إخترنا تحسين السطح الداخلى بإستخدام دهان أسمنتى وختمه بالطلاء الأكريليكى فإن أى رطوبة فى الجدار يمكن أن تتحرك بشكل فعال فقط للخارج . وهناك عدة طرق للحصول على تشطيبات فراغات مبانى بالات القش ، فيمكن شراءها جاهزة ويمكن خلطها فى الموقع من معجون الجير والرمل المحلى أو فى بعض الأحيان من الجير الرملى والرمل حسب المواد المتوفرة(٨) .

- هناك عدة أنواع من التشطيبات لحوائط الوحدة المنشأة ببالات القش إعتماداً على الظروف المناخية ومنها :

- **الجير والطين** : عند تشطيب حوائط بالات القش بمواد مثل الطين أو الجير من الضرورى إستخدام مادة تسليح قادرة على معالجة تلك الأحمال كإستعمال شبكة من السلك يتم ربطها وتثبيتها بالبالات .
- **بياض أسمنتى** : يشمل على خليط من الأسمنت والرمل والجير .
- **بياض الجير** : يشمل على خليط من الرمل والجير ويستخدم فى الحوائط الداخلية والخارجية لأنها تسمح بدخول الهواء وخروج الرطوبة فتجعل الحوائط مسامية.
- **بياض طينى** : خليط من الرمل والطين .

ومن الضرورى حماية الأسطح الداخلية والخارجية لحوائط بالات القش من أضرار اللهب والتعرض للرطوبة والحشرات بإستخدام التشطيبات المناسبة ، أما حوائط البالة المجاورة لدورات المياه وغيرها يتم حمايتها بإستخدام مانع الرطوبة. ويجب توخى الحذر بإتباع الوسائل والطرق المناسبة لإبعاد الرطوبة عن الحوائط أثناء عملية البناء وبعده بإستخدام أسقف لحماية حوائط البالة ووضع البالات بإرتفاع مناسب عن مستوى سطح الأرض كما يمكن التحكم فى الرطوبة بإستعمال مانع الرطوبة بين قمة الأساسات وأسفل حائط البالات لمنع تسرب الرطوبة من الأساسات وإتصالها بالصف الأول للبالات ، كما يتم تغطية كل المسام بالقار ، وهناك أيضاً طبقة تصريف بين القش وقمة الأساسات بإرتفاع بالة وبعرض مساو للأساسات .

- مراحل التشطيب

١- يتم تركيب مواسير الكهرباء والصرف بشكل طبيعى ولكن بإستخدام مواد تتفق مع البيئة .

٢- المحارة

- **محارة الأسمنت** : وهى محارة عادية مثل محارة المنشآت الخرسانية والطوب الأحمر العادية مثل الأسمنت والرمل وغيرها ، هذا النوع مفضل فى الولايات المتحدة الأمريكية حيث يتم تركيب نوع من الشبك المعدني على حائط القش لتتثبيت المحارة على القش ، ثم يتم إستخدام الدهانات العادية أثناء تشطيب الحوائط مثل الزيت أو البلاستيك وغيرها وبالألوان اللازمة للتشطيب .
- **المحارة الطبيعية من الطين** : يتم إستخدام محارة الطين المخلوطة بقطع القش مع إستخدام الجير والرمل ثم تكون الطبقة الأخيرة والخارجية للمحارة لتثبيت الدهانات والألوان الخاصة بتشطيب المنشأ، يستخدم هذا النوع من المحارة فى جميع الدول الأوروبية حيث يميلون لفكرة أن هذا المنشأ طبيعى وبالتالى يجب تشطيبه طبيعياً ليكون المنشأ كله من الطبيعة ، بعد

تشطيب المنشأ لايمكن تمييز هذه المنشأت عن غيرها من المنشأت العادية إلا أنه يتميز بالجمال والروعة والراحة والتوفير، كما أنه يمكن تزويد هذه المنشأت بمجمعات شمسية لتوليد الطاقة وبالتالى يمكن أن تستخدم هذه المبانى فى المناطق النائية(٣).

صورة رقم (٢) بعض الحوائط فى مبانى بالات القش وتظهرالحوائط المنحنية والمموجة والتى تضفى جمالاً وتستخدم كأثاث داخل الفراغات (١٩)

ومن الصور السابقة تعتبر منشآت بالات القش عمل نحتى متصل بالطبيعة المحيطة لإظهار شخصية المصمم المتمثلة فى الإحساس بجمال الملمس العضوى من خلال الحوائط المنحنية والمموجة ، وإستغلال الأركان وسمك الحوائط كأثاث مبنى ملون، وتوظيف إطارات النوافذ . **(١٩)**

- الأرضيات

تتعدد أنواع الأرضيات المستخدمة فى مبانى بالة القش سواء الحاملة أو الهيكلية ويمكن أن تكون :

- أرضية من الخشب .
- خليط من القش والطين الذى يصب فى المكان ثم يصقل ويترك ليجف ويستخدم القش لربط الخليط ولمنع التشقق وعندما تجف الأرضية تزيت بزيت الكتان ويمكن تلوينها بالأصباغ.
- بلاط حيث تملأ منطقة الأرضية بالرمل إلى المستوى المطلوب وبعد ذلك يرتب البلاط فى نمط معين ويرش رمل رفيع بين الشقوق .
- الأرضيات الخرسانية وهى الأرضية الأكثر شيوعاً حيث أنها أسرع فى البناء ومتينة وسعرها معتدل .

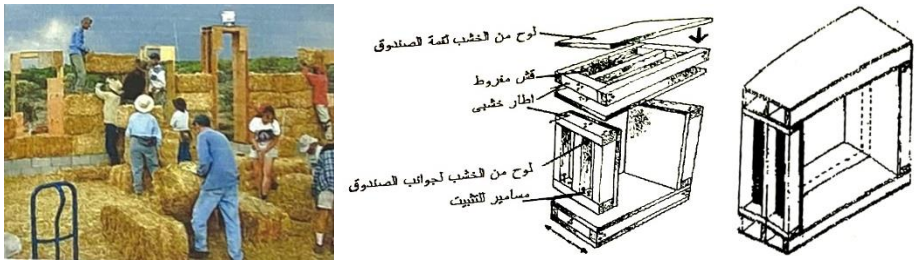
وفى جميع الحالات يتطلب إستعمال عازل للرطوبة أسفل الأرضية لمنع إنتقال الرطوبة إلى المنشأ (٨) .

الفتحات المعمارية (الأبواب والنوافذ)

- تبعد جميع الفتحات فى حوائط البالة الحاملة عن الأركان الخارجية بمسافة لاتقل عن طول بالة كاملة .
- لا تزيد الفتحات فى الحوائط الخارجية للبالة عن ٥٠ % من المساحة الكلية للحائط ويتوقف ذلك على الأبعاد الداخلية ومكان الحائط الذى يعطى مقاومة للأحمال الرأسية .
- حمل الحائط أو السقف الموجود فوق الفتحات لابد أن ينقل إلى الأساسات بإستخدام الإطار الهيكلى .

فى حالة الحوائط الحاملة تستعمل إطارات صندوقية مسلحة لوضع النافذة أو الباب وللمساعدة على نقل حمل السقف ، وتثبت إطارات الأبواب بالأساسات قبل رص البالات أما إطارات النوافذ فتركب أثناء إنشاء الحوائط وتثبت بأشاير تسليح بالأساسات . أما فى الحوائط الهيكلية كل الأحمال من السقف محمولة على التركيب الهيكلى المستعمل وإطارات النوافذ والأبواب تحمل فقط حمل البالات فوق الإطار لذا تستخدم إطارات خشبية لقلة الأحمال التى تتعرض لها . وتثبت الإطارات الصندوقية للأبواب والنوافذ فى حوائط البالة بإستخدام خوابير خشبية أو معدنية لا يقل قطرها عن ٢,٥ سم ، هذه الخوابير تخترق

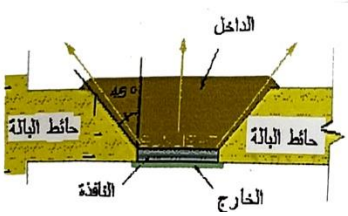
جوانب وقمة الإطار بمسافة لا تقل عن ٣٠ سم داخل البالات وبمسافة لا تزيد عن ٩٠ سم عن بعضها البعض ، على الأقل ٢ خابور لكل جهة من الإطار ، كما يمكن فى بعض الحالات إستخدام زاوية حديد تتمركز أعلى إطار الفتحات وتمتد لترقد فوق البالات لمسافة لاتقل عن نصف البالة المجاورة من الجانبين لزيادة دعامة الفتحات ونقل الحمل فى الأساسات(٣)



شكل رقم (١١) يوضح الإطارات الهيكلية الصندوقية للأبواب والنوافذ وتثبيت إطارات النوافذ والأبواب بحائط البالات والأساسات(١٩)

إختيار الفتحات وأماكنها

يؤثر إختيار شكل الفتحات وأماكنها على إكتساب أو فقد الحرارة ، الوهج ، الخصوصية ، وبسبب تخانة حوائط البالة يكون تصميم الفتحات هام جداً حتى لا تصبح كهوفاً مظلمة . ويراعى عزل الفتحات (الأبواب والنوافذ) لمبنى بالات القش جيداً حتى لاتكون عرضة للأمطار وتؤدى إلى تعفن البالات ، بوضع المواد العازلة المناسبة بين البالات وإطار الفتحات .



شكل رقم (١٢) تصميم لأحد الفتحات لتوجيه الضوء للعديد من الإتجاهات داخل منشأ بالات القش وميل الفتحة للداخل ٤٥ درجة لدخول أكبر كمية من الضوء

صوره رقم (٣) توضح بعض النماذج فى أشكال الفتحات فى بيوت بالات القش(٣)

- الأسقف

توضع أعلى حائط البالة طبقاً لإرتكاز السقف وهى تحمل وزن السقف ويرتبط السقف بالأساسات ، وتستمر على طول قمة الحائط .

- أنواع الأسقف

هناك العديد من الأسقف التى يمكن إستعمالها فى منشأ بالات القش :

- فى حالة الحوائط الحاملة هناك قيود على إختيار السقف فالسقف الأكثر شيوعاً هو Hip Roof ذو الوزن الخفيف والتكلفة المنخفضة ، وهو سقف يميل لأسفل من جميع الجوانب ويتوزع حمل السقف على الأربعة حوائط ، ويحمى الحوائط من المطر والشمس وهو أفضل إختيار لمقاومة أحمال الرياح العالية .

- فى الحوائط الهيكلية تتعدد أنواع الأسقف تبعاً للميزانية والحماية المطلوبة والطابع والوظيفة مثل :

١- **السقف المستوى**: يستخدم فى المناخ الدافئ وهو يميل ميل خفيف لإبعاد المطر عن حوائط البالة ويتميز بسهولة البناء وقلة التكلفة ولكن يعيبه أنه يميل إلى التسريب خصوصاً فى فترات المطر الغزير ولمن الضرورى إجراء الصيانة المنتظمة

٢- **سقف مستوى مائل** : هو سقف مستوى أفقى يميل فى إتجاه واحد من جوانب المبنى إلى الجانب الأخر، يتميز بسهولة البناء وقلة التكلفة ويعطى فرصة دخول الضوء من النوافذ وحماية المبنى من الرطوبة والشمس .

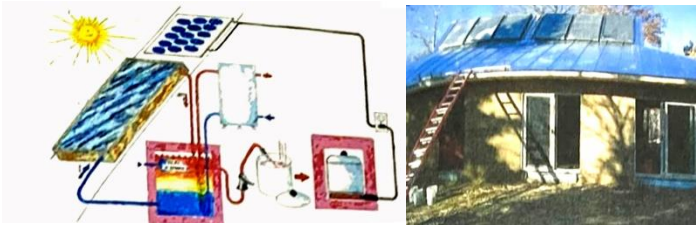
٣- **سقف الجمالون** : هو السقف التقليدى الأكثر شعبية يميل من الجانبين ، يتميز بالسهولة النسبية فى البناء وهو بديل إقتصادى ويعطى فرصة لدور أو نصف دور كمكان لطابق علوى وأماكن للفتحات وتجميل الواجهة ، ولكن من عيوبه هو ترك جانبين من البيت عرضة للمطر والشمس ويمكن علاج ذلك بإنشاء تعريشة للتظليل تحت السقف الرئيسى .

٤- **السقف المزروع** : التصميم يتراوح من البسيط إلى المركب ، ويمكن عزله وزراعته بالنباتات والأعشاب المحلية ، وهو يحتاج إلى صيانة دورية وحسابات لعلاج تلك الأحمال .

٥- **القبب والقبوات ببالات القش**:يمكن إنشاء السقف لمبنى بالات القش بإستخدام القبب والقبوات بأمان تام وقد أجريت العديد من الإختبارات الإنشائية على القبب والقبوات المنشأة ببالات القش وتم تنفيذ عدد من منشأت بالات القش على شكل قبو.

٦- **أسقف الخلايا الضوئية** : لتجمع الأشعة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كهربائية لتسخين المياه وإستخدامها فى الأغراض المنزلية المختلفة (٨).

شكل رقم (١٣) يوضح إستخدام القبوات للتسقيف ومنشأ من بالات القش على شكل قبو فى ولاية تكساس



شكل رقم (١٤) أسقف الخلايا الضوئية فى أحد مبانى بالات القش (١٤)

- الأعمال الصحية والكهربائية

- **الأعمال الكهربائية :** توضع الكابلات الكهربائية فى قناة (معدنية أو بلاستكية صغيرة) بين شقوق البالات وتثبت النقاط الكهربائية فى الأوتاد الخشبية ، تحاط الأنابيب التى تمر بالحوائط بغلاف بلاستيكى لمنع التكثيف الذى يدخل البالات وتثبت المخارج بالجصص الخشبية بشكل أمن بحد أدنى ٣٠ سم داخل البالات .

- **التدفئة :** يتم تركيب أنابيب تدفئة تحت الأرضية الخرسانية .

- **الأعمال الصحية :** توضع أنابيب الغاز أو الماء داخل حوائط البالة فى أنبوب مغلف مستمر لمنع التسرب داخل الحائط والأنابيب التى تظهر على حوائط البالة يتم عزلها بإستخدام مانع مناسب للرطوبة (٧).

- تحليل أحد المنشأت ببالات القش المستدامة :

يتناول البحث تحليل لأحد المبانى من بالات القش كمادة بناء مستدامة ، وهو مبنى سكنى من بالات القش بإيطاليا ، وذلك بهدف إستخلاص مجموعة من الإرشادات والمعايير التى يمكن تطبيقها فى البناء فى مصر كدليل إرشادى لبناء المبانى المستدامة بتقنية قش الأرز ، ومعايير إختيار هذا المثال هى :

معايير بيئية : مناخ البحر الأبيض المتوسط ، معايير معمارية : تنوع الوظيفة المعمارية والفراغات الداخلية وإحتواء المبنى على أدوار متكررة .

<u>- مبنى سكنى من بالات القش بإيطاليا</u>

مبنى سكنى من بالات القش الكبيرة كمادة بناء مستدامة فى إيطاليا ، يقع فى مزرعة ريتشارد فليري Richard Fliri فى جراون بإيطاليا ، تقع المزرعة فى وادى لانجتوفرز Langtaufers في جنوب تيرول على إرتفاع ١٨٥٠ م فوق مستوى سطح البحر حيث يكون الشتاء طويلاً وبارداً ..

الدراسة البيئية للموقع

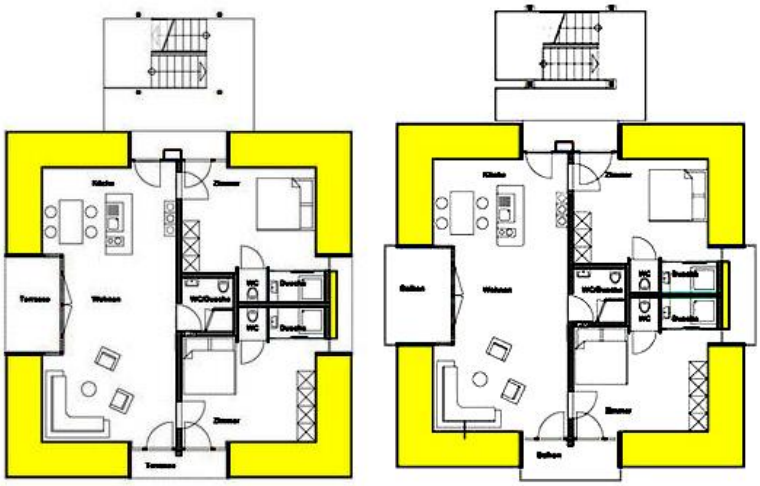
- **الرطوبة :** متوسط الرطوبة للموقع من صفر% إلى ٢٨% ، أقل نسبة رطوبة فى يناير من صفر% إلى ٥% وأعلى نسبة رطوبة فى يوليو من ١٩ إلى ٢٨% .
- **درجات الحرارة على إرتفاعات مختلفة** : درجات الحرارة على إرتفاع ٠,٥م من ٢ إلى ٢٢ درجة سيليزية ، ودرجات الحرارة على إرتفاع ٢م من ٥ إلى ٢٠ درجة سيليزية ، ودرجات الحرارة على إرتفاع ٤م من ٧ إلى ١٧ درجة سيليزية .
- **درجات الحرارة :** أقل درجة حرارة -١٥ درجة سيليزية وأعلى درجة حرارة ٣٢ درجة سيليزية ، ومتوسط درجات الحرارة من -١٥ إلى ٢٩ درجة سيليزية .
- **سرعة الرياح** : متوسط سرعة الرياح من ٠,٥ م/ثانية إلى ٣ م/ثانية وأعلى سرعة رياح ١٣ م/ثانية (٤).

صورة رقم (٤) منزل من بالات القش بإيطاليا(١٣)

- تصميم المبنى وتنفيذه

- **تصميم المبنى** : موقع البناء بمساحة ١٠٠م٢ ينقسم المبنى السكنى إلى وحدتين (شقتين) وإستوديو على السطح بسقفه الزجاجي ، كل وحدة سكنية أو شقة مساحتها ٨٤ م٢ وتحتوى على :

غرفتى نوم مزدوجتين – دورات مياه خاصة–دورات مياه منفصلة–غرفة معيشة كبيرة مفتوحة مع مطبخ صغير ومدفأة(٤)



شكل رقم (١٥) يوضح المساقط الأفقية للدور الأول والمتكرر للمنزل

شكل رقم (١٦) يوضح القطاعات الرأسية للمنزل (١٣)

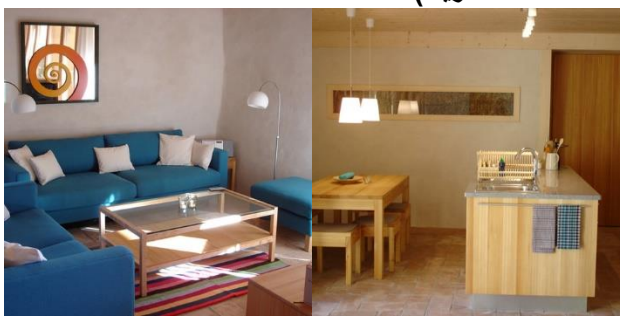
يتمتع المبنى بشكل بسيط يتوافق مع الطبيعة المحيطة به بالوادى ، إستغرق بنائه ستة عشر يوماً فقط ، تم تصميمه من قبل المعمارى فيرنر شميدت werner Schmidt الذى يبنى العديد من المنازل من بالات كبيرة يبلغ سمكها ١,٢ م هذا يعنى أن المنزل معزول بشكل جيد للغاية . تصميم حوائط البيت بنظام الحوائط الحاملة ببالات قش الأرز ، حيث يقع السقف على البالات الكبيرة (٢,٤ م × ١,٢ م × ٠,٧ م) بدون هيكل إطار خشبى لدعمه ، ويوجد شرفة فى كل إتجاه حيث يمكن لشاغلى المنزل الإستمتاع بالمنظر الجميل المحيط المحمى من الرياح . تم تصميم السقف على شكل منحدر ٤٥ درجة للتخلص من أحمال الثلوج الشتوية الكبيرة ، وهو محمي بألواح من الصنوبر فوق عزل البالات الكبيرة ، ويوجد تحت السطح الزجاجي مساحة إستوديو يمكن الوصول إليها عبر درج خارجي مغطى.(٤)

صوره رقم (٥) مجموعة من الصور توضح بناء المنزل من بالات القش حتى إنهائه

صوره رقم (٦) السقف الزجاجى أعلى المنزل والذى يوجد أسفله فراغ الإستديو

صوره رقم (٧) سقف المبنى المنحدر والمحمى فوق بالات القش بألواح من الصنوبر (١٩)

بعد بناء حوائط المنزل من بالات القش ، تم بناء الحوائط الداخلية ثم دهان وتغطية جميع الحوائط بالطين ، وهذا ما يجعل المنزل يتميز بكفاءة عالية فى إستخدام الطاقة ، فتم إستخدام طبقات من الطين فى جميع الحوائط والأرضيات التى تعمل كبطارية (كتلة تخزين) حرارية لتخزين الطاقة من الشمس أثناء النهار وإطلاق الطاقة أثناء الليل وهى بذلك تضمن تكييف الهواء بشكل لطيف ، وفى فصل الشتاء حيث هناك بضعة أشهر عندما تكون الشمس نادراً ماتظهر يقوم موقد التدفئة المركزية الخشبى بجعل المبنى دافئاً ، بالإضافة إلى وجود مدفأة فى كل وحدة (شقة) يمكن تشغيلها بشكل فردى ، بخلاف فترة أشعة الشمس المنخفضة فى فصل الشتاء ، لا يحتاج المبنى إلى طاقة إضافية . ويشعر مرتادى البيت أنهم محاطون بالمواد الطبيعية التى تشكل الجزء الداخلى وهيكل المبنى حيث لا يوجد شئ بارد أو حاد أو صلب (٤)



صوره رقم (٨) توضح الفراغات الداخلية بالمنزل (١٣)

- التجارب المحلية لتدوير قش الأرز والبناء ببالات قش الأرز

تعتبر معظم التجارب المحلية للتنمية المستدامة بتدوير المخلفات الزراعية ومنها قش الأرز محل للدراسة والإختبار وداخل جدران مراكز البحوث والدراسات وما طبق منها مازال لم يجد السُبل المتاحة لتوسيع التطبيق حيث ينقصه التمويل ، التخطيط والإدارة السليمة ، ووعى المستفيدين(٣) .

- مشروع المركز القومى للبحوث للبناء ببالات القش :

يعد المشروع من التجارب التى تم دراستها والتجهيز لها ، ويتمثل فى إنشاء ثلاثة بدائل لنماذج سكنية ببالات القش .

المحاور الرئيسية والمنهجية الخاصة بتدوير قش الأرز لإستخدامه محلياً

- الإدارة والتخطيط : تم تخصيص أرض خاصة بالمركز القومى للبحوث لتنفيذ المشروع وقد أعطى المركز لفريق البحث جميع الصلاحيات اللازمة لتنفيذ وإجراء التجارب اللازمة ، ويشتمل المشروع على :

- إجراء التجارب المعملية على الخامات المصرية ثم مقارنتها بنتائج التجارب العالمية.
- إعداد البالة المصرية لبناء وحدة تجريبية وإختبارها بيئياً .
- تصميم الشكل النهائى للنموذج المصرى الذى سيتم من خلاله إختبار إمكانية تطبيق الطرز المعمارية ذات الطابع المصرى والتى تتناسب مع بيئتنا المصرية .

- التمويل : قام المركز بتمويل المشروع وتخصيص ميزانية خاصة لإجراء التجارب المعملية وشراء البالات والأجهزة المعملية المطلوبة لقياس الرطوبة للبالات ودرجة الحرارة داخل المبنى والضوضاء .

- المشاركة : شارك بعض من رجال الأعمال فى المشروع من خلال تقديم جميع الإمكانيات والعروض والمنح المالية وتقديم أرض للبناء(٩) .

- الدراسات التى قام بها فريق البحث من المركز : قام فريق البحث من المركز القومى للبحوث والمكون من مجموعة من الأساتذة والمهندسين المدنيين والمعماريين بالدراسات اللازمة للتنفيذ وتشمل الدراسات النظرية والمعملية والعملية .

- **الدراسة النظرية :** وتشمل مايلى :

- إختيار المواد الإنشائية المستدامة أو القابلة للتجديد والإتجاه نحو المصادر الطبيعية والإتجاه المستدام لتحسين البيئة .
- العناصر المؤثرة على التصميم والترابط بينها فى منظومة متكاملة لخلق بيئة صحية لتحقيق الكفاءة فى الطاقة .
- دراسة المخلفات الزراعية (قش الأرز) ونسبتها فى مصر وأماكن إنتاجها وتأثيرها على المناطق العمرانية ، ورصد المشاكل الناتجة من التلوث بالمخلفات الزراعية فى مصر (البيئية – الإقتصادية – العمرانية – الصحية).

- دراسة مقارنة بين الأكواد المختلفة المستخدمة لبعض المناطق للبناء بقش الأرز كمحاولة للتوصل إلى كود مصرى للبناء بقش الأرز يتناسب مع البيئة المصرية .

- دراسة إمكانية البناء ببالات القش فى الأجواء المختلفة (الرطب والجاف) .

- دراسة الطرق المختلفة للبناء بالقش ومراحل الإنشاء ودراسة عناصر المبنى من أساسات ، وطريقة بناء الحوائط (حاملة – هيكلية – هجين) وتركيب النوافذ والأبواب والأسقف والتشطيب والأعمال الصحية والكهربائية والتركيبات الداخلية بالإضافة إلى دراسة الطرز المعمارية المختلفة للبناء ببالات القش فى مختلف دول العالم ، وعلى الجانب الأخر الطرز المناسبة للبيئة المصرية .

- **الدراسة المعملية :** وتشمل على شراء البالات والأجهزة المعملية المطلوبة لإجراء الإختبارات على بالات القش وتجهيز البالات لإجراء الإختبارات عليها .
- **الدراسة العملية :** تم وضع بدائل تصميمية للمشروع إعتماداً على تطبيق الدراسة النظرية مع مراعاة الجوانب التالية :

- تنوع النظم الإنشائية لإنشاء حوائط بالات القش (حاملة – هيكلية – هجينه) مع إستغلال خواص ومميزات كل طريقة فى إمكانية الإرتفاع الرأسى ، زيادة مساحات الفتحات (النوافذ والأبواب) ، تقليل إستخدام الخرسانة والحديد والأسمنت وتقليل العمالة وسرعة البناء وسهولة خطوات التنفيذ وتقليل زمن التنفيذ .

- إستغلال مساحة الأرض المتاحة فى توفير عدد مناسب من مبانى بالات القش لإسكان عدد من الأسر بكثافة مناسبة مع مراعاة التكلفة وتنوع التصميم ومساحات المبانى .

- دراسة العمالة الموجودة فى الموقع وإمكانية إستغلالها فى عملية الإنشاء وتدريبها على البناء ببالات القش .

- إستغلال خواص قش الأرز فى البناء بحيث يمكن إعادة تدوير مخلفات البناء (هالك قش الأرز) فى تصميم وتنسيق الموقع وإستغلال سمك حوائط قش الأرز فى العزل الحرارى والصوتى وفى إنشاء الحوائط والأسوار حول التجمعات السكنية والحصول على بيئة صحية وآمنة خالية من التلوث وإنبعاث الغازات السامة .

- توزيع مبانى بالات القش وإيجاد مساحات خضراء لخلق فراغات معيشية بين المبانى السكنية .

- محاولة التصميم مع أقل إستغلال للطاقة (Zero Energy) عن طريق العناصر الأتيه :

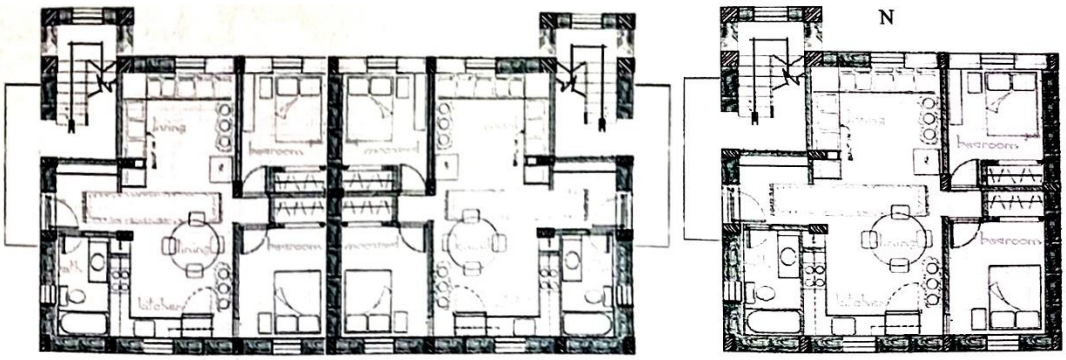
تقنيات التصميم الشمسى السالب ، وضع النوافذ بالشكل والحجم الكافى للحصول على الإضاءة والتهوية الجيدة والتدفئة المناسبة ، العزل الجيد للأسقف والأرضيات والفتحات .... وذلك لتقليل الطاقة اللازمة للتدفئة والتبريد ، تقليل تسرب الهواء لتفادى الحرارة الغير مرغوبة أو الهواء البارد بالتصميم الجيد للأبواب والنوافذ ، إختيار موقع وتوجيه المبنى للإستفادة من الشمس فى الشتاء وتفاديها فى الصيف ، تصميم وتنسيق الموقع وتوزيع الظلال للحدائق والأفنية وأماكن الأشجار ، حسن توزيع الحيزات المعيشية الداخلية فمناطق المعيشة والجلوس يفضل وضعها فى الجهة البحرية كلما أمكن ذلك(٣) ..

- البدائل التصميمية للمشروع

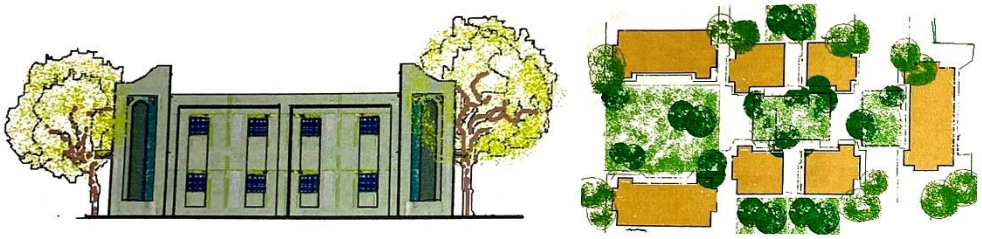
- البديل الأول : بناء الوحدة السكنية ببالات القش بنظام الحوائط الحاملة وتتكون من طابق واحد وتشتمل على غرفتين نوم ، حمام ، مطبخ ، فراغ للمعيشة والطعام ، وقد صممت الحوائط الخارجية ببالات القش أما الحوائط الداخلية من الطوب وتبلغ مساحة الوحدة ٨٦ م٢.

شكل رقم (١٧) يوضح مسقط أفقى لوحدة سكنية ببالات القش بنظام الحوائط الحاملة لأسرة مكونة من أربع أفراد وتوزيع الوحدات السكنية على جزء من أرض المشروع وواجهة للوحدات السكنية

- البديل الثانى : بناء الوحدات السكنية ببالات القش بنظام الحوائط الهيكلية وتتكون من طابقين ويشتمل كل طابق على وحدة سكنية تضم غرفتين نوم ، حمام ، مطبخ ، فراغ للمعيشة والطعام . وقد صممت الحوائط الخارجية ببالات القش أما الحوائط الداخلية من الطوب والهيكل من الخرسانة المسلحة وتبلغ مساحة الوحدة ١٠٠ م٢ .

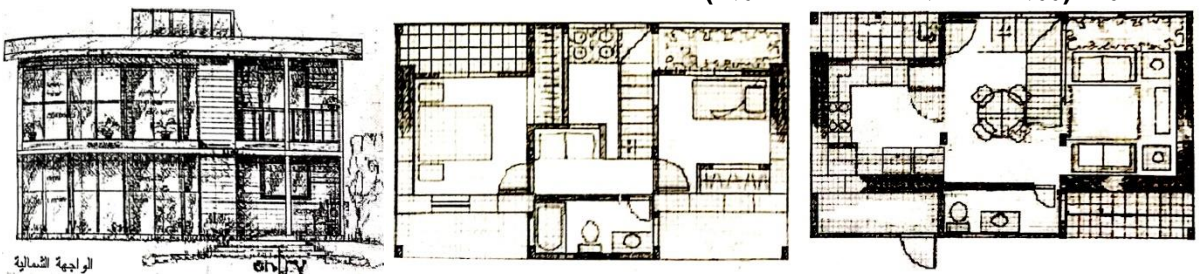


شكل رقم (١٨) يوضح مسقط أفقى لوحدة سكنية من بالات القش بنظام الحوائط الهيكلية من طابقين وتجميع لمبنيين للحصول على أربع وحدات سكنية



شكل رقم (١٩) يوضح توزيع الوحدات السكنية من بالات القش على جزء من أرض المشروع وواجهة لأحد الوحدات السكنية

البديل الثالث : بناء الوحدات السكنية ببالات القش بنظام الحوائط الهجينة وتتكون من طابقين ويشتمل الطابق الأرضى على حمام ، مطبخ ، وفراغ للمعيشة والطعام . ويشتمل الطابق العلوى على غرفتين نوم وحمام وقد صممت الحوائط الخارجية ببالات القش والطوب والهيكل من الخرسانة المسلحة وتبلغ مساحة الوحدة ١٠٠ م٢ .



شكل رقم (٢٠) يوضح مسقط أفقى للدور الأرضى والأول للوحدة المنشأة ببالات القش بنظام الحوائط الهجينة والواجهة الشمالية للوحدة السكنية ويلاحظ إمكانية زيادة مساحة الفتحات فى الواجهة والإمتداد الرأسى.

- دراسة جدوى لإقتصاديات البناء ببالات القش

قام فريق البحث للمشروع بعمل مقارنة بين غرفتين بمساحة ٣×٣×٣ متر أحدهما من بالات القش والأخرى من الطوب . وعند حساب التكلفة المباشرة لبناء كلاً منهما ، وجد أن تكلفة البناء بقش الأرز تمثل ٦٩ % من تكلفة البناء بالطوب ، أما عند حساب التكلفة غير المباشرة والمتمثلة فى حفظ الطاقة وجد أن البناء ببالات القش يوفر حوالى ٢٥ - ٤٠ % من الطاقة اللازمة على مدار عمر المبنى نتيجة العزل الممتاز لحوائط بالات القش.(١٦)

- نتائج التجربة

- تواجه التجربة للمركز القومى للبحوث للبناء ببالات القش العديد من العقبات منها :

- تُستخدم مكابس البالات المتاحة حالياً فى مصر لكبس البالات لإستخدامات أخرى غير البناء ولذلك فالبالات المنتجة تختلف فى أشكالها وأبعادها وخواصها عن البالات المطلوبة للبناء ولذلك واجه فريق البحث مشكلة تصميم مكبس بمواصفات معينة تتوافق مع المواصفات الفنية والهندسية .

- يتعرض المشروع إلى الإجراءات الروتينية الحكومية فى التمويل وصرف التدفقات المادية اللازمة لسير العمل مما يؤدى إلى تأخره وقد تؤدى إلى توقفه لفترات طويلة حيث ينحصر فى عدد من البنود المحدودة التى يمكن من خلالها صرف المستحقات المادية .

- يحتاج المشروع إلى العديد من الأجهزة المعملية التى تستخدم لإجراء التجارب على كل من البالات والفراغات المعمارية وتتعدى ميزانية هذه الأجهزة الحد المسموح به فى السنة الواحدة ممايؤدى إلى تأجيل شرائها للميزانية الجديدة .

- يعتمد تسويق المشروع على وضع خطة كاملة للتسويق مرتبطة بالتصميم والتنفيذ ودراسة إحتياجات السوق ومواصفات الوحدة السكنية وأعمال الدعاية والتوعية للأساليب والبدائل التنفيذية .

- أسفرت التجربة القائمة للمركز القومى للبحوث للبناء ببالات القش على العديد من الإيجابيات فمنها :

- تقليل ضرر التخلص من قش الأرز وحرقه .

- فتح سوق جديدة للإستفادة من قش الأرز .

- الإستفادة من مميزات قش الأرز فى البناء .

- إيجاد فرص عمل جديدة للشباب وزيادة إنتفاع المزارعين (٩).

- تقييم الوضع الحالى ودراسة الأسباب التى تعوق إدارة سليمة للمخلفات الزراعية (قش الأرز) فى مصر :

من الدراسة السابقة لمشروع المركز القومى للبحوث والذى يهدف إلى تدوير قش الأرز وإستخدامه كمادة بناء لتحقيق التنمية المستدامة ، تبين أن هناك عدد من الأسباب التى تعوق تدوير المخلفات الزراعية (قش الأز) فى مصر ، ومنها :

- تقلص دور الإعلام ونشر الوعى :

عدم الوعى بأهمية التخلص الأمن من المخلفات الزراعية وإعادة إستخدام قش الأرز فى البناء .

عدم الوعى بأهمية تأثير الأنشطة البشرية على الصحة العامة والبيئة .

عدم الوعى بإمكانية إيجاد فرص عمل جديدة فى مجال تدوير المخلفات .

عدم الثقة فى نجاح مثل هذه المشاريع لعدم تنفيذها من قبل .

- التعليم والتدريب :

نقص المعرفة بالخطوات والطرق المختلفة لتخطيط المنتج سواء بإعادة إستخدامه أو التخلص منه .

نقص التدريب وتنمية القدرات على البناء ببالات القش .

- التشريعات :

غياب دور القوانين البيئية والصحية والإقتصادية الحاكمة لعملية تدوير المخلفات الزراعية فى مصر .

تعقد إجراءات الهياكل الضريبية والقانونية .

غياب عمليات تمكين المستعملين .

- التخطيط والإدارة :

ضعف الكفاءات الإدرارية والفنية القائمة على مجال تدوير المخلفات الزراعية وإعادة إستخدامها .

ضعف التخطيط لعملية التخلص من المخلفات الزراعية .

التداخل بين التخصصات والمسئوليات للأطراف المشاركة فى عملية التنمية بتدوير المخلفات الزراعية .

غياب دور الإشراف والتوجيه اللازمين لعمليات المتابعة الدورية للإنشاء ببالات القش .

- الكود :

عدم توافر المواصفات الفنية والهندسية للبناء ببالات القش والتى تصلح لتنفيذها فى البيئة المصرية وعدم الجدية فى إعداد الكود اللازم لذلك .

- التمويل :

غياب الدور التمويلى والذى يؤدى إلى زيادة العبء على الموازنة العامة والحكومة المركزية ، وعدم توفير البدائل التمويلية لتأمين الميزانية بالرغم من إمكانية الإعتماد على القطاع الخاص فى تمويل المشروعات الصغيرة والمتوسطة القائمة على تدوير قش الأرز لفتح أسواق للإستفادة من قش الأرز ولتوفير فرص عمل حرفية وصناعات تكميلية بالمناطق المتضررة من آثار التخلص من قش الأرز وكذلك الإعتماد على الجهود الذاتية فى التشييد والبناء ببالات القش بالإضافة إلى دعم المنظمات المحلية لتقليل دور الحكومة والتخفيف عنها وإستغلال الإمكانات الفنية والمالية للجمعيات الأهلية غير الحكومية فى مجال الإنشاء ببالات القش تحقيقاً للتنمية العمرانية(٣).

- إستبيان للمتخصصين لتحديد دور الأطراف المشاركة فى التغلب على إعاقة تدوير قش الأرز وإستخدامه فى مجال التنمية المستدامة وبناء بيوت صديقة للبيئة فى مصر :

ومن خلال إستعراض وتحليل التجربة المحلية السابقة تم التوصل إلى أنه لتطبيق تفعيل الإنشاء ببالات القش فى مصر يجب تكامل أدوار الأطراف المشاركة فى عملية تدوير المخلفات لإزالة الأسباب التى تعوق إعادة إستخدام قش الأرز فى التنمية المستدامة ، لذا قامت الباحثة بعمل إستبيان للمتخصصين (تم توجيه الإستبيان لعدد من أعضاء هيئة التدريس بكلية الفنون التطبيقية وكلية الهندسة وعدد من المهندسين المعماريين والمدنيين وعدد من المصممين الداخلين) لبيان دور الأطراف المشاركة فى هذه العملية للتغلب على إعاقة تدوير قش الأرز وإستخدامه فى مجال التنمية المستدامة وبناء بيوت صديقة للبيئة فى مصر :

نتائج الإستبيان للمتخصصين لتحديد دور الأطراف المشاركة فى التغلب على إعاقة تدوير قش الأرز وإستخدامه فى مجال التنمية المستدامة وبناء بيوت صديقة للبيئة فى مصر :

دور الأطراف المشاركة فى التغلب على أسباب إعاقة تدوير قش الأرز وإستخدامه فى مجال التنمية المستدامة وبناء بيوت صديقة للبيئة فى مصر :	مشاركة الأطراف فى عملية تدوير قش الأرز					
	الجهات الحكومية	الجهات غير الحكومية	المهندسيين المتخصصين	مراكز الأبحاث	مجموعة رأس المال	المستفيدين من شاغلى تلك الفراغات
تخطيط عمليات تدوير المخلفات الزراعية	٨٤,٦ %	١٥,٤ %	٤٦,٢ %	%٧٦,٩	%٧,٧	%١٥,٤
عمليات جمع القش وتحويله إلى بالات وتخزينه	%٧٦,٩	%٢٣,١	%٣٠,٨	%١٥,٤	٣٠,٨ %	%٣٨,٥
دعم الأعمال والصناعات القائمة على تدوير قش الأرز	٨٤,٦ %	٢٣,١ %	%١٥,٤	٣٠,٨ %	٣٠,٨ %	٣٠,٨ %
نقل بالات قش الأرز لمناطق الإستهلاك	%٥٣,٨	%٣٠,٨	%٢٣,١	%٠	%٤٦,٢	%٥٣,٨
إعداد الدورات التدريبية للبناء بقش الأرز	%٦٩,٢	%٧,٧	%٧٦,٩	%٨٤,٦	%١٥,٤	%١٥,٤
نشر الوعى بأهمية تدوير المخلفات الزراعية ومنها قش الأرز	%٩٢,٣	%٣٨,٥	%٣٠,٨	%٣٨,٥	%٤٦,٢	%٢٣,١
تصميم الكود المناسب للبناء ببالات قش الأرز	%٣٠,٨	%٧,٧	%٦٩,٢	%٦٩,٢	%٧,٧	%٧,٧

التنفيذ والإشراف على المشروعات القائمة على إستخدام بالات قش الأرز والمتابعة والصيانة	%٥٣,٨	%٧,٧	%٨٤,٦	%٤٦,٢	%٢٣,١	%١٥,٤
تصميم الفراغات المختلفة بإستغلال خصائص ومميزات قش الأرز ليتوافق مع البيئة	%٢٣,١	%٧,٧	%٨٤,٦	%٢٣,١	%٢٣,١	%٢٣,١
تبسيط الإجراءات والقوانين وتوفير اللوائح والتشريعات لتنفيذ مثل هذه المشروعات	%١٠٠	%٢٣,١	%١٥,٤	%٣٨,٥	%٠	%٧,٧

أظهرت نتائج الإستبيان دور الأطراف المشاركة فى التغلب على إعاقة تدوير قش الأرز وإستخدامه فى مجال التنمية المستدامة وبناء بيوت صديقة للبيئة فى مصر كالتالى

- يعتمد تخطيط عمليات تدوير المخلفات الزراعية على الجهات الحكومية بشكل أساسى ثم على مراكز الأبحاث بشكل ثانوى أو مكمل لهذا الدور .
- تعتمد عمليات جمع القش وتحويله إلى بالات وتخزينه على الجهات الحكومية بشكل أساسى وعلى الأطراف الأخرى ولكن بشكل غير أساسى بنسب متساوية .
- يعتمد دعم الأعمال والصناعات القائمة على تدوير قش الأرز على الجهات الحكومية بشكل أساسى وعلى الأطراف الأخرى ولكن بشكل غير أساسى بنسب متساوية .
- يعتمد نقل بالات قش الأرز لمناطق الإستهلاك على الجهات الحكومية والمستفيدين من شاغلى تلك الفراغات بشكل أساسى
- يعتمد إعداد الدورات التدريبية للبناء بقش الأرز على مراكز الأبحاث والمهندسيين المتخصصين بشكل أساسى ثم على الجهات الحكومية بشكل ثانوى أو مكمل لهذا الدور .
- يعتمد نشر الوعى بأهمية تدوير المخلفات الزراعية ومنها قش الأرز على الجهات الحكومية بشكل أساسى .
- يعتمد تصميم الكود المناسب للبناء ببالات قش الأرز على مراكز الأبحاث والمهندسيين المتخصصين بشكل أساسى .
- يعتمد التنفيذ والإشراف على المشروعات القائمة على إستخدام بالات قش الأرز والمتابعة والصيانة على المهندسيين المتخصيين بشكل أساسى .
- يعتمد تصميم الفراغات المختلفة بإستغلال خصائص ومميزات قش الأرز ليتوافق مع البيئة على المهندسيين المتخصيين بشكل أساسى .
- يعتمد تبسيط الإجراءات والقوانين وتوفير اللوائح والتشريعات لتنفيذ مثل هذه المشروعات على الجهات الحكومية بشكل رئيسى وأساسى .

- نتائج عرض الدراسات السابقة والإستبيان

- يجب إختيار موقع المشروع (البناء ببالات القش) بالقرب من مناطق إنتاج مخلفات قش الأرز لتيسير الحصول عليها وتقليل تكلفة النقل ومايترتب على ذلك من إختيار نوع الأساسات والتشطيب والنهو للوحدات .
- تنظيم خطوات أقصى إستغلال لكمية القش المنتجة سنوياً مع العمل على تنظيم الإجراءات الإدارية وتأمين عناصر البيئة الأساسية وسلامة تخزين البالات وإتمام الإختبارات المعمارية والإنشائية .
- ضرورة زيادة الكفاءات الإدراية القائمة على تدوير قش الأرز والتغلب على العقبات الإدارية التى تعوق التنفيذ عن طريق تشريع القوانين الخاصة للبناء ببالات القش لجذب المستفيدين ورجال الأعمال والمستثمرين .
- تفعيل دور وإشتراك المتخصصين من المجالات الأخرى لدراسة كود البناء ببالات القش الذى يصلح للبيئة المصرية .
- تدريب الكوادر الفنية المحلية والمتخصصين على البناء ببالات القش وضرورة نشر الوعى والتوعية والحفاظ على البيئة ، والإستفادة من الخبراء الأجانب ذوى الخبرة فى البناء ببالات القش .
- جذب رؤوس الأموال من المستثمرين وتوفير البدائل التمويلية لتقليل العبء عن الحكومة.
- تركيز أهداف المشروع على الإستفادة القصوى من قش الأرز والبناء به بما يتلائم مع خطة الدولة للتنمية المستدامة .
- تحديد مسئوليات الجهات المشاركة بالمشروع .
- توافق الجدول الزمنى للمشروع مع العمالة والتمويل وجلب البالات .
- إستغلال كافة الموارد والإمكانات البيئية المتاحة بما يحقق أعلى أداء للمشروع .
- تقسيم المشروع إلى مراحل محددة وواضحة ليسهل تقييم كل مرحلة وتلافى عيوبها فى المرحلة التالية .
- ضرورة المتابعة الدورية للمشروع للحفاظ على تحقيق الأهداف المرجوة .
- إتخاذ الخطوات الجادة للتطبيق الفعلى للدراسات والأبحاث النظرية المصرية والتى تختص بالصناعات القائمة على تدوير المخلفات الزراعية لإمكانية تنفيذها فى مناطق البناء ببالات القش لخلق فرص عمل لتحقيق مجالات التنمية المختلفة وذلك بدراسة الجدوى الإقتصادية والإجتماعية لهذه الصناعات .
- العمل على إستكمال الدراسات البيئية للحصول على مسكن ذو أقل إستخدام للطاقة .

نتائج البحث

- يمكن الإعتماد على المواد المحلية وإعادة تدويرها وإستخدامها مما يساعد فى تحقيق التنمية المستدامة بدرجة عالية .
- تهدف التنمية المستدامة إلى الحماية والحفاظ على المصادر الطبيعية والبيئية وإدارة الطاقة والمخلفات والنقل على المستويات المختلفة (المحيط الحيوى – المحيط المشيد – المحيط الإجتماعى).
- يهدف الإتجاه المستدام إلى التوافق مع البيئة بأقل أضرار جانبية وتحقيق كفاءة إستخدام الموارد والطاقة.
- ينتج قش الأرز بكميات كبيرة فى مصر سنوياً ويتم التخلص من نسبة كبيرة من هذه الكمية عن طريق الحرق مما يسبب درجة عالية من التلوث البيئى ينتج عنها الكثير من الأضرار والمشكلات الصحية والبيئة .
- قش الأرز من مواد البناء المستدامة لما له من مميزات من خلال الأبعاد البيئية والإجتماعية والإقتصادية ، كما يقلل من إستخدام مواد ضارة بالبيئة فى البناء ، لذا يمكن إستخدامه كمادة خامة مستدام وإقتصادية فى بناء مسان صديقة للبيئة .
- يستخدم قش الأرز بعد إعادة تدويره فى الإنشاء وذلك يحقق كفاءة عالية فى الإستدامة لنظم الإنشاء، ويعتبر البناء به له تأثير كبير على تحقيق السياسة العامة للدولة فى المحافظة على البيئة والإستخدام الإقتصادى الأمثل للمخلفات الزراعية.

- توجد أمثلة عالمية يمكن الإستفاده منها للبناء بقش الأرز موجودة حتى الأن وتم بنائها منذ العديد من السنوات والتى أثبتت نجاحها فى متانتها وتحقيق الراحة الحرارية

التوصيات

يمكن للعديد من الجهات سواء الحكومية أو غير الحكومية ومراكز الأبحاث ومنظمات المجتمع المدنى والمهندسيين المتخصصين الإستفادة مما سبق حيث يوصى البحث كل من الجهات السابقة كلا فى تخصصه بالأتى :

- عمل حملات توعية للفلاحين بإستخدامات قش الأرز العديدة .
- وضع قوانين وتشريعات تمنع حرق قش الأرز والتخلص منه بطرق غير صحيحة لما يسببه من أضرار بيئية .
- العمل على ضرورة تحقيق مبدأ إعادة التدوير والإستخدام للعديد من مخلفات المواد الزراعية .
- التوعية بإنتشار قش الأرز كمادة بناء وتشطيب لما له من العديد من المميزات حيث يصلح إسخدامة فى الفراغات الخاصة بالأنشطة السكنية والحرفية والتجارية .
- إعادة إستخدام قش الأرز كمادة خام مستدامة لتحقيق أعلى عائد إقتصادى والحفاظ على البيئة من التلوث ، والبدأ فى تطبيق البناء بقش الأرز فى مصر .
- توثيق المبانى والفراغات القائمة بقش الأرز لإستخدامها كنماذج يمكن الإستفادة منها فيما بعد .

المراجع

- أولاً : المراجع العربيه :

١- عشرى حسن عنانى ، أحمد – " الإستدامة وإعادة التدوير دراسة خاصة لنظم الإنشاء المستدامة " – رسالة ماجستير – قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة القاهرة – ٢٠١٨ .

Ashry Hassan Anany, Ahmed – " Al Estedama W Eadat Al Tadweer Derasa Khasa L Nozom Al Enshaa Al Mostadama " - Ksm Al Hindasat Al Meamarya - Kuliyat Al Handasa - Jamieat Al Qahira - 2018.

٢- أبو اليزيد سليمان عاشور ، ميرفت و محمد أحمد علي بلال ، ربيع – " دراسة اقتصادية لمشروع تدوير المُخلفات الزراعية بواحة سيوة" - مجلة الأزهر للبحوث الزراعية - المجلد ٤٥ - العدد ٢ – ٢٠٢٠.

Abo El Yazed Soliman Ashour, Mervat & Mohamed Ahmed Ali Belal , Rabea – " Derasa Ektsadya L Mashroa Tadweer Almokhalafat Alzeraeya B Wahat Siwa " – Megalat Alazhar L Elbohos Alzeraeaya – Mogalad 45 – eladada 2 – 2020.

ثانياً: المراجع الأجنبيه :

3 - A. Shalaby, Heidi – " Rice Straw In Building The Egyptian Environmental Friendly House As A Case Study " – Assiut University Bulletin For Environmental Researches Journal - Volume 18 Issue 2 - 2015

4 - Bocco Guarneri, Andrea - " Architect Werner Schmidt's Straw-Bale Construction " - Published by Scientific NET (Trans Tech Publications) – 2024 .

Mösle, Peter and Schwarz, Michael - " Green Building – Guidebook for ،5 - Bauer, Michael Sustainable Architecture " - Library of Congress - Original German edition published by Callwey Verlag- Munich- Germany – 2010

6- Ibrahem Ismael , Nader – " Recycling Rice Straw As A Type Of Agricultural Solid Waste Alternatives of Using Rice Straw In Building Construction As A Tool To Protect The Environment In Egypt " – MSA Engineering Journal - Volume 2 Issue 2 – 2023 .

Julieta António, Almeida and de ، Tadeu , António João ، 7- Marques ,Beatriz ○ Brito, Jorge – " Characterisation Of Sustainable Building Walls Made From Rice Straw Bales" - Journal of Building Engineering - Volume 28 - 2020 .

8- Minke, Gernot & Krick, Benjamin – " Straw Bale Construction Manual Design and Technology Of A Sustainable Architecture " – Published by Birkhäuser Basel – 2020

Gaber Amer, Mohamed and eldok, aliaa – " Economics Of Rice Straw ،9-Soliman, Ibrahim Between Recycling And Wastes " - Published by Munich Personal RePEc Archive - Paper No. 114265 – 2022.

Stauskis, Gintaras - " Green Architecture Paradigm : from urban utopia to modern methods of quality assessment " - Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania – 2013

ثالثاً: مواقع الشبكه المعلومات الإلكترونيه (الإنترنت) :

11- https://alanbaa-eg.com/home/27202-2/%d8%a3%d8%ae%d8%a8%d8%a7%d8%b1/

12-https://ar.pngtree.com/straw-bales-agriculture-industry-hay-straw-beige photo_3952812.html

13- https://www.atelierschmidt.ch/haus-f-reschenpass

14- https://birkhauser.com/de/books/9783035618754

15- https://www.buildinggreen.com/feature/straw-next-great-building-material

16- https://www.hbrc.edu.eg/ar/

17- https://mpra.ub.uni-muenchen.de/

18- http://naturalhomes.org/bigbale-holiday.htm

19- https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710219313221

20- https://www.soutalomma.com/Article/941738/%D9%85%D9%86%D8%A7%D8%B2%D9%84-%D9%85%D9%86-%D8%A7%D9%84%D9%82%D8%B4-%D9%85%D8%B5%D8%B1-%D8%AA%D9%86%D8%AA%D8%AC-5-%D9%85%D9%84%D8%A7%D9%8A%D9%8A%D9%86-%D8%B7%D9%86-%D8%B3%D9%86%D9%88%D9%8A%D8%A7-%D9%85%D9%86