كلية الهندسة
قسم الهندسة المعمارية

تصميم عناصر المباني سريعة التنفيذ باستخدام مكونات زراعية في مصر

رسالة
مقدمة للحصول على درجة ماجستير العلوم
في الهندسة المعمارية
الهندسة المعمارية

إعداد

إيمان عاطف عبد العزيز درويش

بكالوريوس الهندسة المعمارية، كلية الهندسة - جامعة عين شمس، 2014.

السادة المشرفون

1- أ.د. ياسر محمد منصور
2- أ.د. حامد ابراهيم الموصلي

القاهرة-2017

إقرار

أقر أنا م/ إيمان عاطف عبد العزيز درويش، أنني لم أتقدم بهذه الرسالة للحصول على أي درجة علمية بجامعة أو مؤسسة علمية بخلاف كلية الهندسة جامعة عين شمس، و هذا إقرار مني بذلك،

إمضاء:

م/إيمان عاطف عبد العزيز

تعريف بمقدم الرسالة

الاسم : إيمان عاطف عبد العزيز درويش
تاريخ الميلاد : 6 فبراير 1993
محل الميلاد : القاهرة – جمهورية مصر العربية
الدرجة الجامعية : بكالوريوس الهندسة المعمارية بتقدير ممتاز مع مرتبة الشرف
الجهة المانحة : كلية الهندسة – جامعة عين شمس
تاريخ المنح : يوليو 2014
الوظيفة الحالية : معيدة بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة –جامعة عين شمس

الملخص

يواجه العالم الآن أزمة واضحة في عملية البناء السريع و منخفض التكاليف من أجل تلبية احتياجات الإظلال مع الارتفاع المتزايد في درجات الحرارة على مدار السنة، و ذلك نتيجة ظهور أزمة الاحتباس الحراري و الاضرار بطبقة الاوزون بسبب عوادم المصانع و الاعتماد على الطاقة الاحفورية غير المتجددة مخلفات تصنيع مواد البناء غير القابلة للتحلل و التي تعود بآثار سلبية و متعددة على التربة و المياه.

و نتيجة لاعتماد البنائين تاريخيا على استخدام البقايا الزراعية في المناطق الريفية و الواحات و السواحل من اجل الاسكان السريع و منخفض التكاليف.، عاد استخدام البقايا الزراعية في العمارة منخفضة التكاليف حول العالم من اجل الحصول على منشأ اقتصادي و سريع الانشاء، و في نفس الوقت يحتفي بثقافة المجتمع و بتراثه المشيد بيد الناس بمواد محلية.

تهدف هذه الرسالة لتحديد عناصر البناء الأنسب باستخدام المكونات الزراعية في بناء المنشآت المغطاة الخفيفة و المستدامة و المنخفضة التكاليف. هذا التحديد يجب أن يكون مستندا على وفرة المواد الخام في مصر و التجارب السابقة في الدول النامية و المعتمدة على العمل التطوعي و الجهود الفردية كأساس للتنمية المحلية بيد أفراد المجتمعات الفقيرة. و ذلك بواسطة التحليل المقارن للتقنيات التراثية المختلفة في البناء بالمكونات الزراعية. بالاضافة إلى ذلك تهدف الرسالة لبحث امكانية تطوير لتطوير استخدامات هذه العناصر لزيادة كفاءة المنشآت الناتجة و في نفس الوقت بتصميم مرن يلبي احتياجات المجتمعات من تكلفة منخفضة و سرعة و سهولة في الانشاء.

لتحقيق أهداف البحث تم تقسيمه إلى ثلاثة أجزاء رئيسية، الأول للدراسة النظرية و الثاني للدراسة التحليلية و الثالث للدراسة العملية وفق ما يلي:

أولا: الدراسة النظرية: و تشتمل على ثلاثة فصول كما يلي:

الفصل الأول: البناء الطبيعي و المكونات الزراعية كأساس للتنمية المحلية

في هذا الفصل، استُعرض التحول العالمي لإحياء البناء بالمواد الطبيعية و التراثية، و ذلك من أجل حل أزمة البناء في الدول النامية و البحث عن بدائل مستدامة تحفظ التوازن البيئي و توفر في الاعتماد على الطاقة و الموارد غير المتجددة. لذلك يتم دراسة المكونات الزراعية حول العالم كمواد بناء للمجتمعات الفقيرة لتحقيق التنمية المحلية من الداخل. و محليا، فإنه يتم التعرف على خصائص المكونات الزراعية الأكثر توافرا و التي تحظى بتراث تقني قوي و أماكن انتشار هذا التراث التقني في مصر.

الفصل الثاني: خصائص المكونات الزراعية في مصر و توظيفها في الاسكان و العمارة التراثية في مصر

في هذا الفصل، تم استعراض تفاصيل تراث توظيف المكونات الزراعية الاشهر في مصر-:الخشب و القش و البوص و المنتجات الثانوية لنخيل التمر، و ذلك بالتقنيات المصرية التي لا تزال تستخدم حتى الان في مجالي الإنشاء و التكسيات الخارجية. يهدف هذا الاستعراض للوقوف على خصائص هذه العناصر المتوارثة، ثم تحليل كل عنصر بناء طبقا لمعيارية شاملة لصناع القرار في اختيار مواد البناء، بحيث يمكن تحليل كفاءة توظيف هذه العناصر بيئيا و اقتصاديا و اجتماعيا.

الفصل الثالث: توظيف المكونات الزراعية في البناء متعدد الاستخدامات حول العالم

في هذا الفصل، تم استعراض تفاصيل تراث توظيف المكونات الزراعية الأربع حول العالم التي لا تزال تستخدم حتى الان في مجالي الإنشاء و التكسيات الخارجية. يهدف هذا الاستعراض للوقوف على خصائص هذه العناصر المتوارثة، ثم تحليل كل عنصر بناء طبقا لمعيارية شاملة لصناع القرار في اختيار مواد البناء، بحيث يمكن تحليل كفاءة توظيف هذه العناصر بيئيا و اقتصاديا و اجتماعيا.

ثانيا: الدراسة التحليلية: و تشتمل على فصل واحد كما يلي:

الفصل الرابع: مقارنة بين عناصر البناء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و حول العالم

تناول هذا الفصل تطور وسائل اتخاذ القرار بالنسبة لاختيار مواد البناء، و ذلك عبر استعراض جهود الباحثين واستطلاعات رأي شاملة بين المشاركين في عملية البناء المستقلين او المنتميين إلى قاعدة البناء الأخضر GBC. هذه

الاستطلاعات هدفت إلى وضع مجموعة من المعايير الخاصة باختيار مواد البناء حسب المقارنة النسبية بينهم في مجالات الكفاءة البيئية و الإجتماعية والإقتصادية، مع وضع أوزان نسبية لهذه المعايير بالاعتماد على أولوية هذه المعايير بالنسبة لبعضها عند المشاركين في عملية البناء . و قد تم استخدام هذه الاستطلاعات لعمل مقارنات بين عناصر البناء التي تم تناولها في الفصل الثاني و الثالث لاختيار عناصر البناء الأنسب لتطوير تقنياتها التراثية لزيادة الكفاءة التقنية، بحيث تكون أكثر مرونة و أكثر سهولة و سرعة في الانشاء مع الحفاظ على انخفاض التكلفة.

ثالثا: الدراسة العملية: و تشتمل على فصل واحد كما يلي:

الفصل الخامس: تطوير عناصر بناء باستخدام المكونات الزراعية في البناء في مصر

تناول هذا الفصل محاولات تطوير عناصر البناء الأنسب و التي تم تحديدها من خلال مقارنات الفصل الرابع. حيث يقيم هذا الفصل الخبرة التراثية في البناء باستخدام الفكرة الرئيسية وراء هذه العناصر، و ذلك بالاعتماد على المكون الزراعي أكثر مرونة و انتشارا. حيث تم تحليل محددات التجارب السابقة في البناء باستخدام هذا الفكر و التجارب البحثية السابقة و انتهاء بخطوات تطوير الكفاءة التقنية لهذه التجارب في مجالي الإنشاء الكامل و التكسية و تقدير كفاءة نتائج هذه المحاولات من قبل الباحث.

النتائج العامة و التوصيات

انتهى البحث إلى ارتفاع جدوى تطوير توظيف المكونات الزراعية المحلية كعناصر بناء للمنشآت الخفيفة و السريعة في مصر، بحيث تتسم بالكفاءة التقنية و الاقتصادية و سهولة التنفيذ بالاعتماد على التراث التقني، و ذلك كخطوة لتحفيز خطط التنمية المستدامة من الداخل في مصر.

شكر

أولا و آخرا، أتوجه بالشكر لله سبحانه و تعالى على رعايته لي أثناء إنجاز هذا البحث، حيث استفدت كثيرا أثناء عملي بهذا البحث على المستويين العلمي و الشخصي، و خالص رجائي أن يكون هذا البحث مفيدا لغيري من الباحثين و المعماريين كما كان مفيدا لي.

و أتوجه بجزيل الامتنان للسادة المشرفين على الرسالة و اللذان ساعداني على إخراج هذا البحث، حيث أفادني أ.د/ ياسر محمد منصور بخبرته الكبيرة في ترتيب الأفكار و مجال البحث العلمي و دعمه المتواصل لي أثناء دراستي، كما استفدت كثيرا من خبرات أ.د/حامد ابراهيم الموصلي و إرشاداته في مجال التعامل مع المكونات الزراعية، حيث أنه نبراس مشهود له بالكفاءة و الابتكارية في هذا المجال.

كما أتوجه بالشكر و العرفان لـ أ.د/ عبد الوهاب أبو العينين و أ.د/ عبد الرحيم خليل أستاذي الهندسة الإنشائية بالكلية على إرشادهما الدقيق لي أثناء عمل المحاكاة الإنشائية بالفصل الخامس. و أتوجه بجزيل الشكر لـ أ.د/ ناهد عبد السلام على مساعدتها لي أثناء عمل القياسات الميكانيكية بمعمل الفلزات بالكلية.

و أخيرا و ليس آخرا، فإني أتوجه بالشكر إلى كل من مد لي يد العون ف كافة مراحل كتابة الرسالة، راجية الله عز و جل أن يكون هذا البحث هو بداية لأعمال بحثية و تطبيقية مستقبلا، تفسح الطريق لعمارة مصرية خالصة، من و إلى الناس..

و الله ولي التوفيق ،،،

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمَنِ الرَّحيم

﴿ ثُمَّ شَقَقْنَا الأَرْضَ شَقّاً . فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبّاً . وَعِنَباً وَقَضْباً . وَزَيْتُوناً وَنَخْلاً . وَ حَدائِقَ غُلْباً . مَتَاعاً لَكُمْ وَلِأَنْعَامِكُم ﴾

سورة عبس: الآية 26-32

مَتَاعاً لَكُمْ وَلِأَنْعَامِكُم: عيشة لكم و لأنعامكم (تفسير ابن كثير)

قائمة المحتويات	الصفحة
الملخص	ب
قائمة المحتويات	و
قائمة الأشكال	ك
قائمة الجداول	ر
المقدمة	خ
هيكل البحث	ض
الفصل الأول: البناء الطبيعي و المكونات الزراعية كأساس للتنمية المحلية	3
1-1 البناء الطبيعي و أزمة صناعة البناء في مصر	4
1-1-1 أزمة صناعة البناء الاقتصادي حول العالم	4
2-1-1 تدهور تراث البناء الطبيعي في مصر	5
2-1 المكونات الزراعية كمستقبل لمواد البناء الطبيعية	7
1-2-1 سبب التسمية	7
2-2-1 خصائص المكونات الزراعية	7
3-1 المكونات الزراعية الأكثر توافرا كمواد و كتراث تقني في مصر	12
1-3-1 التراث التقني في استخدام المكونات الزراعية في الصناعات اليدوية في مصر	12
2-3-1 الاخشاب	18
أ. انتشارية المورد في مصر	18
ب. معدل تجدد المادة و مستقبل الانتشار	18
3-3-1 بالات قش الارز	19
أ. انتشارية المورد في مصر	19
ب. معدل تجدد المادة و مستقبل الانتشار	20
4-3-1 البوص	20
أ. انتشارية المورد في مصر	20
ب. معدل تجدد المادة و مستقبل الانتشار	21
5-3-1 المنتجات الثانوية لنخيل التمر	21
أ. انتشارية المورد في مصر	21
ب. معدل تجدد المادة و مستقبل الانتشار	22
خلاصة الفصل الأول	22
الفصل الثاني: خصائص المكونات الزراعية و توظيفها في البناء منخفض التكاليف في مصر	24
1-2 البناء بالمواد الطبيعية و تحقيق مبادئ التنمية المستدامة	25
1-1-2 مبادئ التنمية المستدامة	25
2-1-2 خصائص البناء المشارك في التنمية المستدامة	25
2-2 أبعاد تحليل كفاءة المكونات الزراعية في تحقيق مبادئ التنمية المستدامة	26
1-2-2 تفاصيل الإنشاء و الصناعة	27
2-2-2 مهارات المجتمع و التنفيذ	27
3-2-2 تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية	28
4-2-2 خصائص المنشأ القياسي	29
3-2 البناء باستخدام الاخشاب في مصر	29
1-3-2 الخصائص الطبيعية للأخشاب	30
2-3-2 المتانة و تحمل العوامل المناخية في مصر	30
3-3-2 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من الاخشاب نظام الكمرة و العمود Post and Beam Frame System	30
أ. تفاصيل الإنشاء	31
ب. تفاصيل الحماية	32
4-3-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند الإنشاء بالكمرة و العمود الخشبي	33

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة	33
ب. مهارات المجتمع و التنفيذ	35
ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئية الداخلية	35
5-3-2 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من الاخشاب: التكسية بألواح الموسكي	37
أ. تفاصيل الإنشاء	37
ب. تفاصيل الحماية	38
6-3-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند التكسية بألواح خشب الموسكي	38
أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة	38
ب. مهارات المجتمع و التنفيذ	40
ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئية الداخلية	41
4-2 البناء باستخدام بالات القش في مصر	43
1-4-2 الخصائص الطبيعية لبالات القش	44
2-4-2 المتانة و تحمل العوامل المناخية في مصر	44
3-4-2 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من بالات القش بالات القش كحوائط حاملة	44
أ. تفاصيل الإنشاء	45
ب. تفاصيل الحماية	46
4-4-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند الإنشاء ببالات القش كحوائط حاملة	47
أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة	47
ب. مهارات المجتمع و التنفيذ	49
ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئية الداخلية	50
5-4-2 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من بالات القش:القش المتراكم على السقف.	54
6-4-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند استخدام القش المتراكم على السقف	55
أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة	55
ب. مهارات المجتمع و التنفيذ	56
ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئية الداخلية	56
5-2 البناء باستخدام البوص في مصر	57
1-5-2 الخصائص الطبيعية للبوص	58
2-5-2 المتانة و تحمل العوامل المناخية في مصر	58
3-5-2 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من البوص: حوائط و أسقف الشبيكة في منطقة بحيرة المنزلة	59
أ. تفاصيل الإنشاء	60
ب. تفاصيل الحماية	61
4-5-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند الإنشاء بحوائط و أسقف الشبيكة	61
أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة	61
ب. مهارات المجتمع و التنفيذ	63
ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئية الداخلية	64
5-5-2 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من البوص	66
أ. تفاصيل الإنشاء	66
ب. تفاصيل الحماية	66
6-5-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند التكسية بالسدد المغطاة بالجبس	67
أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة	67
ب. مهارات المجتمع و التنفيذ	68

ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية 69
6-2 البناء باستخدام المنتجات الثانوية لنخيل التمر في مصر 71
1-6-2 الخصائص الطبيعية للمنتجات الثانوية لنخيل التمر 71
2-6-2 المتانة و تحمل العوامل المناخية في مصر 71
3-6-2 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من المنتجات الثانوية لنخيل التمر: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف 72
أ. تفاصيل الإنشاء 72
ب. تفاصيل الحماية 73
4-6-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند التسقيف بكمرات جذوع النخيل و الكرشيف 74
أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة 74
ب. مهارات المجتمع و التنفيذ 76
ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية 76
5-6-2 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من المنتجات الثانوية لنخيل التمر عند استخدام نظام التكسية بسدد سعف و جريد النخيل 79
أ. تفاصيل الإنشاء 79
ب. تفاصيل الحماية 80
6-6-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند التكسية بسدد الجريد و السعف الكامل 80
أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة 80
ب. مهارات المجتمع و التنفيذ 81
ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية 81
خلاصة الفصل الثاني 83
الفصل الثالث: توظيف المكونات الزراعية في البناء منخفض التكاليف حول العالم 85
1-3 البناء باستخدام الاخشاب عالميا 86
1-1-3 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من الاخشاب: الإطارات الهيكلية Timber Frames 86
أ. تفاصيل الإنشاء 87
ب. تفاصيل الحماية 87
2-1-3 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند الإنشاء بالإطارات الهيكلية 87
أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة 87
ب. مهارات المجتمع و التنفيذ 89
ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية 89
3-1-3 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من الاخشاب: التكسية بشرائح خشب الأرز Cedar Shake and Shingles 91
أ. تفاصيل الإنشاء 91
ب. تفاصيل الحماية 92
4-3-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند التكسية بشرائح خشب الأرز 92
أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة 92
ب. مهارات المجتمع و التنفيذ 94
ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية 95
2-3 البناء باستخدام بالات القش عالميا 97
1-2-3 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من بالات القش حوائط بالات القش كمادة مالئة In Fill Straw Bale System 97
أ. تفاصيل الإنشاء 98
ب. تفاصيل الحماية 99
2-2-3 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند استخدام ببالات 100

القش كمادة بناء مالئة
أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة 100
ب. مهارات المجتمع و التنفيذ 102
ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئية الداخلية 104
3-2-3 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من بالات القش: ألواح القش مسبقة الصنع Prefabricated Straw Bale Panels 105
أ. تفاصيل الإنشاء 106
ب. تفاصيل الحماية 108
4-2-3 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند التكسية بألواح القش مسبقة الصنع 108
أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة 108
ب. مهارات المجتمع و التنفيذ 110
ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئية الداخلية 110
3-3 البناء باستخدام البوص عالميا 113
1-3-3 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من البوص:الحزم العقدية بالبوص Reeds Arched Bundles 113
أ. تفاصيل الإنشاء 114
ب. تفاصيل الحماية 116
2-3-3 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند الإنشاء بالحزم العقدية بالبوص 116
أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة 116
ب. مهارات المجتمع و التنفيذ 118
ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئية الداخلية 119
3-3-3 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من البوص:حوائط البوص العرضي المطلي بالطين Clay Plastered Horizontal Reed Walls 121
أ. تفاصيل الإنشاء 122
ب. تفاصيل الحماية 123
4-3-3 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند التكسية بحوائط البوص العرضي المطلي بالطين 124
أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة 124
ب. مهارات المجتمع و التنفيذ 126
ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئية الداخلية 126
4-3 البناء باستخدام المنتجات الثانوية لنخيل التمر عالميا 129
1-4-3 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من المنتجات الثانوية لنخيل التمر: الحزم العقدية بالجريد Palm Midribs Arched Bundles 129
أ. تفاصيل الإنشاء 130
ب. تفاصيل الحماية 132
2-4-3 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند الإنشاء بالحزم العقدية بالجريد 133
أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة 133
ب. مهارات المجتمع و التنفيذ 134
ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئية الداخلية 135
3-4-3 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من المنتجات الثانوية لنخيل التمر: الجريد المجدول Woven Palm Midribs 136
أ. الحائط الصيفي بنظام الشبكة الموديولية 137
ب. الحائط الشتوي بنظام الجريد المستمر 138
ت. تفاصيل الحماية 139
4-4-3 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند استخدام التكسية بالجريد المجدول 139
أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة 139

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ	140
ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئية الداخلية	141
خلاصة الفصل الثالث	143
الفصل الرابع: مقارنة بين عناصر البناء باستخدام المكونات الزراعية محليا و عالميا	145
4-1 خصائص عناصر البناء المستدامة	146
4-1-1 معيارية قسم إعادة تدوير و الحفاظ على الموارد في ولاية كاليفورنيا California Department of Resources Recycling and Recovery CalRecycle	146
أ. انجازات و رؤية المؤسسة	146
ب. معيارية قياس الكفاءة البيئية للمواد	147
4-1-2 معيارية برنامج Heartland Green Sheets HGS لكلية كانساس للعمارة و التصميم العمراني.	148
أ. انجازات و رؤية المؤسسة	148
ب. معيارية قياس الكفاءة البيئية للمواد	148
4-1-3 مقارنة المعايير	149
4-2 أنواع نظم دعم اتخاذ القرار و المقارنة	150
4-2-1 وسيلة تكلفة دورة الحياة LCC و مشكلة عدم اليقين Uncertainty	150
4-2-2 نظام تحليلي متعدد المعيارية Multi Criteria Analysis MCA	151
4-2-3 عملية التحليل الهرمي Analytic hierarchy Process AHP	152
4-3 توظيف عملية التحليل الهرمي لاختيار مواد البناء الصديقة للبيئة و منخفضة التكلفة	153
4-3-1 مكونات التحليل الهرمي وفقا لاستطلاعات رأي لمشاركين مستقلين في صناعة البناء	153
4-3-2 مكونات التحليل الهرمي وفقا لاستطلاعات رأي مشاركين في صناعة البناء ضمن قاعدة مجالس البناء الاخضر Green Building Councils GBCs.	154
4-3-3 تحليل شمول البرنامجين على معايير نظام HGS	156
4-3-4 البرنامج المقترح لتقييم نظم البناء المعتمدة على المكونات الزراعية بناء على برنامج GBCs	157
4-4 مقارنات المستوى الأول لعناصر الإنشاء و التكسية المحلية و لعناصر الإنشاء و التكسية العالمية	160
4-4-1 المقارنة بين عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر	160
4-4-2 المقارنة بين عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر	164
4-4-3 المقارنة بين عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا	168
4-4-4 المقارنة بين عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا	172
4-5 مقارنات المستوى الثاني بين عناصر الإنشاء و عناصر التكسية محليا و عالميا	175
4-5-1 المقارنة بين عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية محليا و عالميا	176
4-5-2 المقارنة بين عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية محليا و عالميا	179
خلاصة الفصل الرابع	182
الفصل الخامس: تصميم و تنفيذ عناصر بناء مرنة و سريعة باستخدام أنسب المكونات الزراعية	184
5-1 تنفيذ مظلة انتظار باستخدام حزم الجريد في القايات	185
5-1-1 فكر التجميع على هيئة الحزم	185
5-1-2 وضع التصميم المبدأي	186

3-1-5 خطوات تجهيز الجريد	188
4-1-5 خطوات تنفيذ المظلة	190
2-5 تطوير التوظيف الانشائي للجريد	195
1-2-5 تقييم الأداء الانشائي للحزم العقدية في التجارب السابقة	196
2-2-5 فكر التصميم الفراغي Space Frame	197
3-2-5 التجارب البحثية السابقة لاستخدام الجريد في الجمالونات	198
أ. تجربة الجمالون الفراغي الهرمي	198
ب. تجربة الجمالون القطري	200
4-2-5 اختيار تصميم الجمالون المناسب لحزم الجريد	201
أ. عقد القطع المكافئ و الاعتماد على قوى الضغط	202
ب. أسلوب تجميع الحزم في المستوى ثلاثي الأبعاد	203
3-5 تحليل امكانيات الجمالون الفراغي المثلث العقدي Arched Triangular Space Trussباستخدام جريد النخيل	204
1-3-5 خطوات تنفيذ النموذج الفيزيائي	205
2-3-5 الخواص الميكانيكية للجريد البلدي	210
أ. طبيعة الجريد كمادة طبيعية	210
ب. تعيين الخواص الميكانيكية للجريد البلدي	210
3-3-5 المحاكاة الانشائية التقنية	213
أ. نتيجة التحليل الإنشائي عند تغطية بحر8 متر	213
ب. نتيجة التحليل الإنشائي عند تغطية بحر 12 متر	214
ت. نتيجة التحليل الإنشائي عند تغطية بحر 16 متر	216
4-5 تطوير تطبيقات التكسية باستخدام الجريد	217
1-4-5 تنفيذ واجهة خارجية لمبنى الاكاديمية البحرية في أسوان	217
2-4-5 هدف التطبيق	217
3-4-5 آلية تطور التصميم	217
4-4-5 مراحل التنفيذ	218
أ. الرسومات التنفيذية	218
ب. آلية التنفيذ	219
ت. تجميع البانوهات	220
خلاصة الفصل الخامس	222
6- النتائج	223
1-6 نتائج الدراسة النظرية	223
2-6 نتائج الدراسة التحليلية	224
3-6 نتائج الدراسة العملية	228
7- التوصيات و تفعيل النتائج	232
المراجع	234
الملاحق	

قائمة الأشكال..... الصفحة

الفصل الأول

شكل 1- 1الإسكان غير الرسمي في مومباي، الهند 4
شكل 1- 2الاسكان غير الرسمي في الدويقة بالقاهرة 4
شكل 1- 3 البناء غير القانوني و التعدي على الرقعة الزراعية في مصر 4
شكل 1- 4 قرية القرنة الجديدة عند إنشائها 5
شكل 1- 5قرية القرنة الجديدة بعد حالة الاهمال الحكومي لها. 5
شكل 1- 6 الابراج المخالفة المتعدية على الرقعة الزراعية 6
شكل 1- 7 عدم التجانس بين الطوب اللبن و الابراج المخالفة 6
شكل 1- 8 حوائط الجريد المجدول في الإمارات 8
شكل 1- 9مدخل منزل مصنوع من الخشب اليدوي بدون الاعتماد على التصنيع المسبق في انجلترا 8
شكل 1- 10استخدام جذوع النخيل في التسقيف في فندق Adrere Amellal 8
شكل 1- 11 التسقيف باستخدام جذوع النخيل و الجريد في فندق Adrere Amellal 8
شكل 1- 12 التسقيف بجذوع انخيل و الجريد في فندق Adrere Amellal Ecolodge في واحة سيوة 8
شكل 1- 13 مشاركة الشباب السيوي في أعمال البياض الداخلي 9
شكل 1- 14مشاركة الشباب السيوي في تركيب قطع أحجار الحجر الجيري في تشكيل الحوائط 9
شكل 1- 15 عامل سيوي يستخدم جريد النخيل في عمل الابواب و النوافذ 9
شكل 1- 16 ورشة لتعريف الاطفال على طرق البناء التراثية في ريف بلفاست في ايرلندا من انجازات حركة بنائون بلا حدود 10
شكل 1- 17 مشاركة الأطفال في بناء المركز الثقافي في انبارا بالمكسيك من انجازات حركة بنائون بلا حدود 10
شكل 1- 18 بيت خوسيه لويس بقش الارز و الخشب المبتني بالجهود الذاتية في انبارا بالمكسيك من انجازات حركة بنائون بلا حدود 10
شكل 1- 19 تشكيل الاسقف البوص على الارض قبل البناء 10
شكل 1- 20 تسقيف من جذوع النخيل و البوص في فندق ماونت سيناء 10
شكل 1- 21 التسقيف بالعريشة في فندق الكرم السياحي 10
شكل 1- 22 طبيعة الامتداد الافقي في البناء الريفي 11
شكل 1- 23 الامتداد باستخدام الطوب اللبن و البوص و الجريد 11
شكل 1- 24 سقف جمالوني من الخشب المصنع من جذوع نخيل جوز الهند في كينيا 11
شكل 1- 25 سقف مستوي من جذوع نخيل التمر مع جريد النخيل في واحة القطارة التراثية في العين بالامارات 11
شكل 1- 26 درابزين من ارابيسك الخشب في بيت السحيمي 13
شكل 1- 27 مظلة من الخشب في صحن بيت السحيمي. 13
شكل 1- 28 قواطيع الارابيسك في مصر القديمة. 13
شكل 1- 29 مشربية من الخشب في بيت السحيمي. 13
شكل 1- 30 تشكيل السلال البوص يدويا. 14
شكل 1- 31 تجميع سدد البوص و تصنيع الشبيكة 14
شكل 1- 32 تصنيع السلال يدويا، و يلاحظ ارتفاع مهارة التعامل معها حتى الآن 14
شكل 1- 33 اشكال متنوعة من منسوجات البوص اليدوية. 14
شكل 1- 34 أثاث و مصاطب من الجريد 15
شكل 1- 35 صناعة الاثاث بجودة عالية من الجريد 15
شكل 1- 36 مظلة و قواطيع خفيفة من الجريد 15
شكل 1- 37 مظلة خفيفة من الجريد في الواحات البحرية 15
شكل 1- 38 رسم توضيحي للتوزيع المكاني لمكونات المشروع و تسلسل عمليات التصنيع و ظبط الجودة 16
شكل 1- 39 مجموعة من الألواح من سدائب جريد النخيل مقاس 10سم*60سم*8مم 16
شكل 1- 40 عينات ألواح باركيه تم تصنيعها في أحد المصانع بمدينة الاسكندرية من حصر سدائب جريد النخيل . ..16

شكل 1- 41 قاطوع داخلي مع تشكيل ارابيسك من الجريد.....16
شكل 1- 42 خريطة توزيع مهارات التعامل مع المكونات الزراعية في مصر 17
شكل 1- 43 خشب السنط.....18
شكل 1- 44خشب الخروب.....18
شكل 1- 45 خشب اللبخ.....18
شكل 1- 46 بالة قش ثلاثية التحزيم.....19
شكل 1- 47 بالة قش ثنائية التحزيم.....19
شكل 1- 48 البوص الريحي بالملاحات. 20
شكل 1- 49 الشدد المصنوعة من البوص من بحيرة المنزلة 20
شكل 1- 50 المكونات الرئيسية لشجرة نخيل التمر 21
شكل 1- 52 أعداد نخيل التمر في أكبر 10 محافظات مصر في انتاج التمر في مصر 22

الفصل الثاني

شكل 2- 1 أبعاد التنمية المستدامة 25
شكل 2- 2 نموذج من الأكشاك الساحلية في مرسى علم 31
شكل 2- 3البرجولات في المناطق السياحية 31
شكل 2- 4 رفع المنازل الخشبية عن الارض 30 سم للوقاية من الرطوبة في جزيرة أم خلف.....31
شكل 2- 5 نظام التسقيف المستوي عند استخدام نظام الكمرة و العمود 31
شكل 2- 6 نظام الكمرة و العمود و يتضح فيه الاعتماد على المفصلات المعدنية.....31
شكل 2- 7 منظور الواجهة الرئيسية لوحدة متكررة داخل مبنى الهيئة القومية للرقابة و البحوث الدوائية.. 32
شكل 2- 8 أعمدة قطع الاخشابWaste Wood Columns 37
شكل 2- 9 استخدام قطع الاخشاب في عمل أعمدة بينية لرفع الجمالونات الخشبية 37
شكل 2- 10 عمل جمالونات من بقايا قطع الاخشاب 37
شكل 2- 11الطبقات الأساسية للتكسية بألواح الموسكي 38
شكل 2- 12 تكسية من ألواح الموسكي و الأبلكاش و قد تم طلاؤها بدهانات مقاومة للعوامل المناخية في مصر بمبنى المصل و اللقاح بهيئة الرقابة الدوائية. 38
شكل 2- 13 رسم بياني لمعاملات الامتصاص مقابل تردد الأصوات لخشب الموسكي. 41
شكل 2- 14 أبعاد بالات القش ثنائية و ثلاثية التحزيم السائدة في مصر 44
شكل 2- 15 منزل بنظام الحوائط الحاملة ببالات قش الارز 45
شكل 2- 16 المسقط الأفقي للمنزل المبني ببالات قش الارز 45
شكل 2- 17بالات القش كحوائط حاملة، حيث يمكنها أن تحمل وزن السقف بالإضافة إلى أحمال الياح و الثلج 45
شكل 2- 18 استخدام قاعدة من الخرسانة المسلحة و الاسياخ الحديدية لرفع أول مدماك عن التربة 46
شكل 2- 19 الشبك المعدني الممدد و شبكات الكهرباء 47
شكل 2- 20 الطبقة الاولى من البياض على بالات القش. 47
شكل 2- 21 الطبقة الثانية من البياض على بالات القش. 47
شكل 2- 22 الشرخ الشعري بعد التعرض للشعلة المستمرة لـ25 دقيقة 52
شكل 2- 23 زيادة الشرخ بعد التعرض للشعلة بـ 90 دقيقة 52
شكل 2- 24 القباب الصغيرة في العمارة النوبية.....50
شكل 2- 25 التشطيب اليدوي الأملس لعمارة الطين 50
شكل 2- 26 ماكينات الضغط و التقطيع لألواح القش 54
شكل 2- 27أعمال التركيب لقواطيع الألواح المضغوطة من قش الأرز.....54
شكل 2- 28 استخدام قش الأرز في تغطية الأسقف 54
شكل 2- 29 تجفيف القش لاستخدامه كوقود للفرن 54
شكل 2- 30 البوص البلدي Arundo Donax 58
شكل 2- 31 البوص الريحيArundo Phragmites 58

شكل 2- 32 اسلوب الشبيكة في بناء الحوائط.....59
شكل 2- 33 شكل الكشك النهائي بعد الانتهاء 59
شكل 2- 34 مرحلةتثبيت القوائم المكونة من كبش البوص.....60
شكل 2- 35غرس الكبش المائلة في منتصف المسافة بين كل قائمتين.....60
شكل 2- 36عمودان رفع الجمالون يفضل ان تكون من جذوع الاشجار 60
شكل 2- 37تثبيت الدعامة الافقية للجمالون فوق القائمان بواسطة نطاق رابع من الكبش.....61
شكل 2- 38كبش و دعامات الجمالون و ربطها بالدعامة الافقية للجمالون.....61
شكل 2- 39توضع السدد البوص فوق الشبيكة كآخر طبقة من طبقات السقف، و يمكن وضع أكياس البلاستيك بينهما. .61
شكل 2- 40 صناعة السلال من البوص 63
شكل 2- 41صناعة الشبيكة من البوص.....63
شكل 2- 42 دعامات الجمالون. 66
شكل 2- 43تركيب السدد البوص قبل البياض. 66
شكل 2- 44تجليد السقف بالسدد البوص 66
شكل 2- 45سقف أحادي بجذوع النخيل و الكرشيف 72
شكل 2- 46 سقف ثنائي باستخدام كمرات جذوع النخيل.....73
شكل 472 -سقف مركب ثلاثي باستخدام كمرات جذوع النخيل و أكتاف الكرشيف 73
شكل 2- 48 قطاع و مسقط أفقي للتسقيف باستخدام جذوع النخل و الكرشيف. 74
شكل 2- 49 شكل التسقيف الأحادي من الاسفل 74
شكل 2- 50 الاختلاف بين درجات الحرارة الخارجية و الداخلية باستخدام الكرشيف و جذوع النخيل 76
شكل 2- 51عينة Wood Plastic تحت اختبار الشد 79
شكل 2- 52 قطاع في عينة Wood Plasticمسلحة بألياف النخيل تستخدم في الاغراض الانشائية الخارجية.....79
شكل 2- 53 التسقيف بسدة الجريد من الداخل 79
شكل 2- 54التسقيف بجذوع النخيل و الجريد في فندق Adrere Amellal 79
شكل 2- 55 التسقيف بسدد الجريد من الداخل. 79

الفصل الثالث

شكل 3-1 الإطار الهيكلي البسيط من الخشب 86
شكل 3- 2 الإطار الهيكلي و اعتماده الكامل على المفصلات الخشبية.....86
شكل 3- 3 إطار هيكلي باستخدام المفصلات الخشبية ببحر 9 متر يتكرر كل 5 متر 86
شكل 3- 4 عمل مفصلات النقر اللسان بالعناصر الإنشائية للإطار الهيكلي.....87
شكل 3- 5 جراج Earthwood المنفذ بالكامل باستخدام إطار هيكلي بسيط لتغطية بحر 8.5م. 87
شكل 3- 6 سقف منفصل من الجمالون الخشبي.....87
شكل 3- 7 تقطيع شرائح خشب الارز يدوياShakes 92
شكل 3- 8 شرائح خشب الأرز كتكسية على الحوائط و الأسقف الخارجية 92
شكل 3- 9 قطاع في تفاصيل تكسية السقف بشرائح خشب الارز و الابلكاش. 92
شكل 3- 10 تثبيت الشرائح الافقية و المائلة بالقوائم الخلفية 92
شكل 3- 11التكسية بألواح الموسكي و القراميد الطينية في المنشآت السياحية في مصر 95
شكل 3- 12التكسية بشرائح خشب الأرز على الحائط و السقف في الولايات المتحدة الأمريكية 95
شكل 3- 13بالات القش كمادة مالئة بين فراغات جمالون من الخشب 98
شكل 3- 14 تفاصيل حائط مبني باستخدام بالات القش كمادة مالئة و باطار انشائي من الخشب 98
شكل 3- 15 قطاع في البناء ببالات القش كمادة مالئة في اطار انشائي بموقع متوسط بالنسبة للبالات.....98
شكل 3- 16 الاساسات في استخدام بالات القش كمادة مالئة 99
شكل 3- 17 أسلوب التسقيف باستخدام بالات القش و عزله من أعلى بسطح مضاد للرطوبة 99
شكل 3- 18طريقة حركة الرطوبة و بخار الماء حول الحائط 99
شكل 3- 19تثبيت البالات بالقوائم الرأسية للاطار الانشائي باستخدام الشبك المعدني الممدد 99

شكل 3- 20 تكوين الحائط مسبق التصنيع من كتالوج Modcell. 105
شكل 3- 21 الأسقف و الحوائط باستخدام التجاليد الخشبية و البياض الاسمنتي. 105
شكل 3- 22 أبعاد الألواح سمكا و ارتفاعا 105
شكل 3- 23 تجهيز اطار الالواح من جوانب و جلسة و عتب و خلفية مؤقتة 107
شكل 3- 24 تبطين الاطار بالشبك المعدني الممدد و المونة الاسمنتية 107
شكل 3- 25 رص البالات في الاطار الخشبي 107
شكل 3- 26 وضع الشبك الممدد و المونة الاسمنتية 107
شكل 3- 27 تركيب الالواح في الاطار الخشبي 107
شكل 3- 28تفصيلة الحائط مع القاعدة الخرسانية 107
شكل 3- 29 الواح السطح Roof Cassettes 107
شكل 3- 30 تفاصيل النافذة مع البياض الجيري مع الحليات الخشبية 107
شكل 3- 31 تفاصيل المضيف الانشائية 114
شكل 3- 32 تحزيم البوص قبل البداية في الانشاء بوضع البوص القديم في المنتصف و ضعف السمك من البوص الحديث المرن 115
شكل 3- 33 عمل الحفر في التربة الرطبة و غرس العقود بميل 70 درجة للخارج 115
شكل 3- 34 طي الحزم لتشكيل العقود 115
شكل 3- 35 ربط بوص التغطية بالعقود بالحبال 115
شكل 3- 36 تثبيت الشبيكة الجانبية على جانبي القبو 115
شكل 3- 37 تثبيت الحصر المصنوع من البوص على السطح للحماية من الحرارة 115
شكل 3- 38 دمج نظام الجزم العقدية مع الحوائط الطينية تحت اشراف الجيش الامريكي 118
شكل 3- 39 استخدام المنشأ كمقر تجمعات لقيادة الجيش الامريكي و القبائل في الاهوار 118
شكل 3- 40 الاقبية الخشبية في الكنيسة المعلقة 119
شكل 3- 41 الأقبية النوبية من الطوب في النوبة 119
شكل 3- 42 مبنى اجتماعات و اسكان تابع للمركز المكسيكي للتنمية المحلية 122
شكل 3- 43تكسية البوص العرضي بالطين المعجون بالقش بمبنى الاجتماعات 122
شكل 3- 44 الواجهة المزدووجة و واجهة البوص المكشوف بمبنى الاجتماعات 122
شكل 3- 45 طبقات حائط البوص العرضي المطلي بالطين 122
شكل 3- 46 الحوائط المشكلة بالبوص العرضي قبل التغطية بالطين و التسقيف بنظم الـThatch 122
شكل 3- 47 ربط شدات البوص مع القوائم الخشبية 123
شكل 3- 48 تشذيب أطراف البوص حسب عرض الاطار 123
شكل 3- 49 وسيلة الربط بالبلاستيك بين الاطار الخشبي و البوص العرضي الحر 123
شكل 3- 50 تركيب السقف بنظام الـThatch 123
شكل 3- 51 تشذيب بقايا البوص بعد انتهاء تركيب طبقات البوص المتراكبة 123
شكل 3- 52 حوائط من البوص العرضي بعد البياض و Thatchللسقف في مبنى في فنلندا 126
شكل 3- 53 برجولات من قوائم خشب الموسكي المغطاة بالبوص الطويل 126
شكل 3- 54 التظليل باستخدام جريد النخيل تقليديا 130
شكل 3- 55 سوق الغلال في العين 130
شكل 3- 56 غرس العقود في التربة 131
شكل 3- 57 تركيب دعامات وسطية من الجريد للربط بين العقود 131
شكل 3- 58 تتركيب دعامات وسطية من الجريد للربط بين العقود 131
شكل 3- 59 تثبيت الحصير المصنوع خارج الموقع 131
شكل 3- 60 ربط الحصير بالحزم العقدية 131
شكل 3- 61 الأعمدة البينية. 131
شكل 3- 62 السقف المقاوم للرطوبة 131
شكل 3- 63 الوحدة الموديولية 132

شكل 3- 64 توزيع الحزم العقدية 132
شكل 3- 65 استخدام القوائم المؤقتة لتشكيل العقود 132
شكل 3- 66 تثبيت أطراف الحزم العقدية في الارض 132
شكل 3- 67 ربط الحزم العقدية ببعضها باستخدام الحبال 132
شكل 3- 68 تركيب التغطية من الكتان 132
شكل 3- 69 الاعتماد على جلد الماعز لعمل الخيام و جذوع أشجار الزيتون كقوائم 135
شكل 3- 70 أنماط توظيف جريد النخيل في الانشاء المجدول 137
شكل 3- 71 الحائط الصيفي مرتفع النفاذية 137
شكل 3- 72 الحائط بنظام الجريد المستمر 138
شكل 3- 73 شكل الواجهة من الداخل 138
شكل 3- 74 الحائط الشتوي منخفض النفاذية 138
شكل 3- 75 سور شبكي من الجريد في المنيا.. 141
شكل 3- 76 طاولة شبكية من الخوص المجدول في المنيا. 141

الفصل الرابع

شكل 4- 1 شكل توضيحي لمستويي المقارنة التحليلية بين عناصر البناء 159
شكل 4- 2 نتائج مقارنة المستوى الأول لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر 164
شكل 4- 3 نتائج مقارنة المستوى الأول لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر 168
شكل 4- 4 نتائج مقارنة المستوى الأول لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا 171
شكل 4- 5 نتائج مقارنة المستوى الأول لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا 175
شكل 4- 6نتائج مقارنة المستوى الأول لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية محليا و عالميا 179
شكل 4- 7نتائج مقارنة المستوى الأول لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية محليا و عالميا 182

الفصل الخامس

شكل 5- 1 النخيل في الحوامدية (من خلال رحلة القطار للمنيا) 185
شكل 5- 2 النخيل في بني سويف (من خلال رحلة القطار للمنيا) 185
شكل 5- 3 تجميع عناصر الجريد على هيئة حزم في نظام الحزم العقدية المتقاطعة في الإمارات 186
شكل 5- 4 تجميع عناصر البوص على هيئة حزم في نظام حزم البوص في العراق 186
شكل 5- 5 المحاكاة لحجب أشعة الشمس عن الواجهة الجنوبية من شهر مارس لشهر سبتمبر في برنامج Ecotect باستخدام Solar Tool 187
شكل 5- 6 الرسومات التنفيذية الخاصة بمظلة الجريد. 187
شكل 5- 7 ربط الحصير بشبكة الجريد المجدول 188
شكل 5- 8 حصير السمار المر في بني سويف. 188
شكل 5- 9 تحزيم الجريد الأخضر تمهيدا للتجفيف 188
شكل 5- 10أسلوب الترقيد في تجفيف السعف.. 189
شكل 5- 11 أسلوب التوقيف في تجفيف السعف.. 189
شكل 5- 12نزع الاوراق عن السعف ليتم استخدامها في صناعة الحصير المنزلي أو صناعة مركبات الالياف Fiber Composites. 190
شكل 5- 13 قطع ركبة ساق الجريد في الموقع 190
شكل 5- 14 تسديب الجريد يدويا في الموقع 190
شكل 5- 15 قص الجريد: يتم استخدام المتر لتقطيع الجريد بالأطوال المطلوبة. 190
شكل 5- 16 قص الجريد: عند تقطيع أكثر من جريدة بنفس الطول يتم استخدام أول جريدة تم قطعها كطول مرجعي لتقطيع باقي الجريد. 190
شكل 5- 17 تجمع الحزم: يتم وضع كل مجموعة رأسيا على سطح مستوي لتسوية النهايات. 191
شكل 5- 18 تجميع الحزم: يتم الربط بأربطة البلاستيك على مسافات متباعدة.. 191

شكل 5- 19 التقفيل بحبال الكتان: يتم فك حبال الكتان المجدول لتكون أرفع و أكثر قدرة على الربط 191
شكل 5- 20التقفيل بحبال الكتان: يتم التغطية بحبال الكتان على الرباط البلاستيكي. 191
شكل 5- 21غرس الأعمدة: يتم الحفر ثم صب الماء و "تهييل" التربة من الجوانب و دكها 192
شكل 5- 22 غرس الأعمدة: يتم تسوية التربة الرطبة و دكها حول العمود. 192
شكل 5- 23 تثبيت العناصر الرئيسية: وضع الكمرات الأفقية الفرعية في الواجهة الشمالية. 192
شكل 5- 24 تثبيت العناصر الرئيسية: وضع الكمرات الأفقية الرئيسية في الواجهتين الجانبيتين. 192
شكل 5- 25 وضع العناصر الافقية للواجهات: عمل الكمرات و القفيل على المفصلات بحبال الكتان. 193
شكل 5- 26 وضع العناصر الأفقية للواجهات :يتم وضع العناصر الأفقية بالشبكات و ربطها بالاعمدة 193
شكل 5- 27 وضع العناصر الرأسية للواجهات: يتضح ربط العناصر الرأسية بالكمرات و العناصر الأفقية. 193
شكل 5- 28وضع العناصر الرأسية للواجهات: يتم وضع العناصر الرأسية بالشبكة.. 193
شكل 5- 29 تثبيت المظلة: يتم تثبيت الدعامات المائلة بالكمرات الرئيسية و الفرعية.. 194
شكل 5- 30 تثبيت المظلة: يتم وضع كمرة عرضية للربط بين دعامات المظلة ثم وضع دعامات متوسطة. 194
شكل 5- 31 التقفيل النهائي للنظام الانشائي: يتم وضع الدعامات الرأسية في الواجهة الشمالية لمعالجة انبعاج الكمرة الفرعية. 194
شكل 5- 32 التقفيل النهائي للنظام الانشائي: يتم المرور على جميع المفصلات و التقاطعات بخيط مستمر من حبال الكتان. 194
شكل 5- 33 الشكل النهائي للنظام الانشائي الخاص بالمظلة 195
شكل 5- 34 حزم البوص بالمضيف العراقي: الاعتماد على مساحات مقطعية كبيرة لزيادة عزم مقاومة الانحناء 196
شكل 5- 35 نظام القبو المستمر: الاعتماد على الأعمدة البينية. 196
شكل 5- 36 نظام القبو المتقاطع: ضرورة الانضباط على الوحدة الموديلية للامتداد 196
شكل 5- 37 الشبكة المزدوجة و التشكيل الهرمي في الأنظمة الإنشائية الفراغية 197
شكل 5- 38 الوصلات المعدنيةالمستخدمة لتثبيت الجريد في الجمالون في النموذج المبدئي 198
شكل 5- 39المسقط الافقي للقبة الجيوديسية بقطر 15 متر 198
شكل 5- 40 وصلة حرف الـ U لضم العناصر الانشائية 199
شكل 5- 41 نموذج الجمالون الفراغي بحر 3 متر 199
شكل 5- 42 رسم الجمالون الأول. 200
شكل 5- 43 استخدام شرائح الاستيل في المفصلات. 200
شكل 5- 44 استخدام الاربطة البلاستيكية لجمع العناصر. 200
شكل 5- 45 رسم الجمالون الثاني. 201
شكل 5- 46اختبار قدرة الجمالون الثاني. 201
شكل 5- 47الاعتماد على المسامير في المفصلات. 201
شكل 5- 48 رسم الجمالون الثالث. 201
شكل 5- 49 استخدام دعامات قطرية اضافية. 201
شكل 5- 50 طبقات الجمالون الثالث. 201
شكل 5- 51 المفصلات بين طبقات الجمالون الثالث. 201
شكل 5- 52 الأداء الإنشائي و القوى الداخلية في الكمرة و العقد. 202
شكل 5- 53تأثير شكل و تصميم العقد على أدائه الإنشائي 202
شكل 5- 54 قطاع في جمالون فراغي مثلث 203
شكل 5- 55 مكونات الجمالون الفراغي المثلث 203
شكل 5- 56 جمالون عقدي هلالي Trussed Arch with Cresent Ribs 204
شكل 5- 57 جسر Changchun Yitong في شنغهاي، يتضح حدوث الاتزان بسبب تقابل العقدين المائلين و هو مثال على الجمالون العقدي الهلالي 204
شكل 5- 58 منظور سفلي للنموذج ثلاثي الأبعاد للنظام.. 205
شكل 5- 59 استخدام تقنية Grasshopperلرسم نموذج ثلاثي الأبعاد للنظام الإنشائي. 205
شكل 5- 60 تصميم الحزم: تم تصنيع الحزم الخاصة بالعقود باستخدام 3 حزم متراكبة كل حزمة بطول 25سم. 206

شكل 5- 61 تصميم الحزم: عرض الحزمة 1 سم مما يعني 20 سم في الحقيقة. 206
شكل 5- 62 تحضير الارضية و بدء تثبيت الحزم العقدية: تصميم الحزمة المتوسطة من 6 جريدات فقط..... 206
شكل 5- 63 تحضير الارضية و بدء تثبيت الحزم العقدية: نجاح أول عقد بدون حدوث تشققات عند استخدام الحزمة الوسطى من6 جريدات فقط 206
شكل 5- 64 عمل العقدين الثلاثيين: تركيب أول عقد ثلاثي من 3 عقود بأساس مشترك. 207
شكل 5- 65 عمل العقدين الثلاثيين: استخدام عنصر مبدئي للحفاظ على الميول المطلوبة للعقود المائلة. 207
شكل 5- 66 تثبيت القوائم الرأسية: نموذج القائم الرأسي بالدعامات قبل التركيب. 207
شكل 5- 67 تثبيت القوائم الرأسية: تثبيت القائم الرأسي باستخدام دعامتين يربطه بالعقدين المائلين. 207
شكل 5- 68 تثبيت القوائم الرأسية: ربط القائمين الخشبيين بكمرتين. 208
شكل 5- 69 تثبيت القوائم الرأسية: تثبيت الأربع قوائم بالدعامات التي تدخل حزم العقود بالاضافة إلى الكمرات. ... 208
شكل 5- 70 تثبيت الدعامات الإضافية: تغطية السقف المستوي بالكمرات الافقية بالاضافة إلى تثبيت الدعامات المائلة و الأفقية لربط عقود كل عقد ثلاثي. 208
شكل 5- 71تثبيت الدعامات الأفقية: ربط حزم العقود بالحبال لضمان عدم وجود فراغات داخل الحزمة نتيجة ادخال اطراف الدعامات بها. 208
شكل 5- 72 تثبيت الدعامات الإضافية: الشبكة العمودية و القطرية لتغطية القبو.. 209
شكل 5- 73 تثبيت الدعامات الإضافية: الشكل النهائي بعد اكتمال النظام الإنشائي 209
شكل 5- 74 التغطية الجزئية بالحصير: سعف النخيل الأخضر 209
شكل 5- 75 التغطية الجزئية بالحصير: شبكة الحصير الكاملة عند نقلها ليتم وضعها على النموذج..... 209
شكل 5- 76 الشكل النهائي للنموذج 210
شكل 5- 77 قوى تحمل الشد و الضغط في الجريد بالمقارنة بالأخشاب. 210
شكل 5- 78 مقارنة بين اتجاهات المادة في الاخشاب و الجريد 211
شكل 5- 79 أبعاد العينة تبعا لمواصفة EN 408-2003 212
شكل 5- 80 عمل اختبار الانحناء لتعيين معامل المرونة الموازي للألياف 212
شكل 5- 81 أنماط انهيار العينات 212
شكل 5-82 عمل اختبار الانحناء على مسافة 280مم 212
شكل 5-83 اختبار الانحناء على مسافة تثبيت 280مم 212
شكل 5- 84 عمل اختبار الانحناء على مسافة تثبيت 400 مم 212
شكل 5- 85 أنماط انهيار العينات 212
شكل 5-86 أبعاد العينة تبعا لمواصفة EN 408-2003 212
شكل 5-87 أبعاد العينة تبعا لمواصفة EN 408-2003 212
شكل 5- 88 عمل اختبار الضغط لتعيين معامل المرونة العمودي على الألياف 212
شكل 5- 89 أنماط انهيار العينات 212
شكل 5- 90 محاكاة قوى القص Shear Force (أحمر= ضغط، أصفر=شد) 214
شكل 5- 91 محاكاة عزم الانحناء Bending Moment (أحمر= موجب، أصفر=سالب) 214
شكل 5- 92 محاكاة القوى المحورية Axial Force (أحمر= ضغط، أصفر=شد) 214
شكل 5- 93 شكل المنشأ تحت تأثير وزنه و الرياح 214
شكل 5- 94 نتيجة تصميم قطاعات العناصر:(أخضر= آمن، أحمر= غير آمن) 214
شكل 5- 95قطاعات و ارتفاع العناصر المقترحة للنظام عند تغطية بحر 12 متر 215
شكل 5- 96 محاكاة قوى القص Shear Force (أحمر= ضغط، أصفر=شد) 215
شكل 5- 97 محاكاة عزم الانحناء Bending Moment (أحمر= موجب، أصفر=سالب) 215
شكل 5- 98 محاكاة القوى المحورية Axial Force (أحمر= ضغط، أصفر=شد) 215
شكل 5- 99شكل المنشأ تحت تأثير وزنه و الرياح المصدر 215
شكل 5- 100 نتيجة تصميم قطاعات العناصر:(أخضر= آمن، أحمر= غير آمن) 215
شكل 5- 101 قطاعات و ارتفاع العناصر المقترحة للنظام عند تغطية بحر 16 متر 216
شكل 5- 102 محاكاة قوى القص Shear Force (أحمر= ضغط، أصفر=شد) 216

شكل 5- 103محاكاة عزم الانحناء Bending Moment (أحمر= موجب، أصفر=سالب) 216
شكل 5- 104محاكاة القوى المحورية Axial Force (أحمر= ضغط، أصفر=شد) 216
شكل 5- 105 شكل المنشأ تحت تأثير وزنه و الرياح 216
شكل 5- 106نتيجة تصميم قطاعات العناصر:(أخضر= آمن، أحمر= غير آمن) 216
شكل 5- 107التدعيم الخلفي باسخدام علفات من خشب الموسكي في التكسية بألواح الموسكي 217
شكل 5- 108التدعيم الخارجي باستخدام أعمدة ركنية من جذوع النخيل أو أشجار الزيتون في التكسية بالجريد المجدول 217
شكل 5- 109 التصميم التنفيذي للبانوه 219
شكل 5- 110 نموذج مبدئي لشباك الشبكة المائلة 220
شكل 5- 111 تشكيلات الجريد المائل لتشكيل الفتحة الماسية 220
شكل 5- 112 النموذج الأول للبانوه باستخدام العوارض الأفقية من الجريد لتخفيض الاعتماد على الأخشاب 220
شكل 5- 113 استخدام قوائم منفصلة من الخشب لتثبيت الجريد بالقوائم الخشبية الرئيسية بالمسامير المعدنية 220
شكل 5- 114 النموذج الثاني للبانوه باستخدام العوارض الأفقية من الخشب لتسهيل الصيانة 221
شكل 5- 115 استخدام الاطارات الخشبية المنزلقة لتثبيت الشبكة المزدوجة و عوارض الجريد 221

قائمة الجداول..... الصفحة

الفصل الأول

جدول 1- 1احجام المخلفات الزراعية السنوية في مصر 12
جدول 1- 2: مسطحات الغابات الصناعية في مصر 19
جدول 1- 3: انتاجية زراعة الارز في محافظات الوجه البحري 20

الفصل الثاني

جدول 2- 1عناصر قياس تحقيق التنمية الذاتية حسب اهتمام المساهمين في صناعة البناء 27
جدول 2- 2 اشتراطات المنشأ القابل للاحتراق عند استخدام عناصر إنشاء بمقاومة للحريق 4/3 ساعة 29
جدول 2- 3 خصائص المنشأ الافتراضي 29
جدول 2-4 الخصائص الطبيعية للأخشاب الأكثر استخداما في مجال البناء في مصر 30
جدول 2-5 الطاقة الكامنة و الكربون المخزن للإنشاء بالكمرة و العمود الخشبي لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2 34
جدول 2-6 الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة للإنشاء بالكمرة و العمود الخشبي لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2 ...36
جدول 2-7 -الطاقة الكامنة للتكسية بألواح الموسكي لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 39
جدول 2- 8 الأداء الحراري للتكسية بألواح الموسكي 41
جدول 2-9 - الآثار البيئية لدورة الحياة للتكسية بألواح الموسكي لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 42
جدول 2-10 الخصائص الطبيعية لبالات قش الأرز ثلاثية التحزيم 44
جدول 2-11 الطاقة الكامنة للإنشاء ببالات القش كحوائط حاملة لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 48
جدول 2- 12الأداء الحراري لبالات القش كحوائط حاملة 51
جدول 2-13 الآثار البيئية الناتجة عن دورة حياة الإنشاء ببالات القش كحوائط حاملة لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 52
جدول 2-14 الطاقة الكامنة للتكسية ببالات القش المتراكم على السقف لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 55
جدول 2- 15 الأداء الحراري لبالات القش المتراكم على السقف 56
جدول 2-16 الآثار البيئية الناتجة عن دورة حياة التكسية ببالات القش المتراكم على السقف لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 57
جدول 2-17 -الخصائص الطبيعية للبوص الريحي 58
جدول 2-18 الطاقة الكامنة للإنشاء بحوائط و أسقف الشبيكة البوص لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 62
جدول 2- 19 الأداء الحراري لحوائط و أسقف الشبيكة البوص 64
جدول 2-20 -الآثار البيئية لدورة الحياة للإنشاء بحوائط و أسقف الشبيكة البوص لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2 65
جدول 2-21 الطاقة الكامنة للتكسية بسدد البوص المغطاة بالجبس لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 67
جدول 2- 22 الأداء الحراري لسدد البوص المغطاة بالجبس 69
جدول 2-23 - الآثار البيئية لدورة الحياة لسدد الجبس المغطاة بالجبس لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 70
جدول 2-24 الخصائص الطبيعية لجريد و جذوع نخيل التمر البلدي 71
جدول 2-25 الطاقة الكامنة للإنشاء بكمرات جذوع النخيل و بالكرشيف لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 75
جدول 2- 26 الأداء الحراري للتسقيف بكمرات النخيل و الكرشيف 77
جدول 2-27 الآثار البيئية لدورة الحياة للتسقيف بكمرات جذوع النخيل و الكرشيف لمنشأ متوسط 100 م2. 77
جدول 2-28 الطاقة الكامنة بالتكسية بسدد سعف و جريد النخيل لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 80
جدول 2- 29 الأداء الحراري للتكسية بسدد سعف و جريد النخيل 82
جدول 2-30 الآثار البيئية الناتجة عن التكسية بسدد سعف و جريد النخيل لمنشأ متوسط بمساحة 100م2. 82

الفصل الثالث

جدول 3-1 الطاقة الكامنة بالنظام الانشائي و التكسية بالإطارات الهيكلية لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 88
جدول 3-2 الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة لنظام الإطارات الهيكلية لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 90
جدول 3-3 الطاقة الكامنة في التكسية بشرائح خشب الأرز لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 93
جدول 3- 4 الأداء الحراري للتكسية بشرائح خشب الأرز 95
جدول 3-5 الآثار البيئية لدورة الحياة للتكسية بشرائح خشب الأرز لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 96
جدول 3-6 الطاقة الكامنة للإنشاء ببالات القش كمادة مالئة لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 101

جدول 3- 7الأداء الحراري لبالات القش كمادة مالئة 103
جدول 3-8 الآثار البيئية لدورة الحياة للإنشاء ببالات القش كمادة مالئة لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 104
جدول 3-9 الطاقة الكامنة للتكسية بألواح بالات القش مسبقة الصنع لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 109
جدول 3- 10 الأداء الحراري لألواح القش مسبقة الصنع 111
جدول 3-11 الآثار البيئية لدورة الحياة للتكسية بألواح بالات القش مسبقة الصنع لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. .. 112
جدول 3-12 الطاقة الكامنة للانشاء بنظام الحزم العقدية بالبوص لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2 117
جدول 3- 13 الأداء الحراري للحزم العقدية بالبوص 119
جدول 3-14 الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة للإنشاء بالحزم لاعقدية بالبوص لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 120
جدول 3-15 الطاقة الكامنة للتكسية بالبوص العرضي المغطى بالطين لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 125
جدول 3- 16 الأداء الحراري للبوص العرضي المغطى بالطين 127
جدول 3-17 الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة للتكسية بالبوص العرضي لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 128
جدول 3-18 الطاقة الكامنة للحزم العقدية بالجريد لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 133
جدول 3-19 الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة للانشاء الحزم العقدية بالجريد في منشأ بمساحة 100 م2. 135
جدول 3-20 الطاقة الكامنة للتكسية من الجريد المجدول لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. 139
جدول 3- 21الأداء الحراري للتكسية بالجريد المجدول 141
جدول 3-22 الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة للتكسية بالجريد المجدول في منشأ بمساحة 100 م2. 142

الفصل الرابع

جدول 4- 1معيارية CalRecycle لقياس الكفاءة البيئية لمواد البناء 147
جدول 4- 2 معيارية HGS لقياس الكفاءة البيئية لمواد البناء 148
جدول 4- 3 أسلوب التقييم و أوجه التشابه و الاختلاف لمعياريتي CalRecycle و.HGS 150
جدول 4-4 برنامج التقييم حسب استطلاعات رأي من المشاركين المستقلين في صناعة البناء 153
جدول 4-5 برنامج التقييم حسب استطلاعات رأي من المشاركين في صناعة البناء ضمن قاعدة مجالس البناء الاخضر 154
جدول 4- 6 مقارنة بين البرنامج الأول و الثاني من حيث شمولهم على معايير نظام HGS 156
جدول 4-7 برنامج التقييم حسب استطلاعات رأي من المشاركين في صناعة البناء ضمن قاعدة مجالس البناء الاخضر (معدل) 158
جدول 4-8 نتائج المقارنة معيارية مروة التصميم و الموقع لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر . 160
جدول 4-9 نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر 161
جدول 4-10 نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر 161
جدول 4-11 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر 162
جدول 4-12 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر 162
جدول 4-13 نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر 163
جدول 4-14 نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر.... 163
جدول 4-15 نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر 164
جدول 4-16 نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و الانسان لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر 165
جدول 4-17 نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر 165
جدول 4-18 معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر 166
جدول 4-19 معيارية الكفاءة التقنية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر 166
جدول 4-20 نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر 167
جدول 4-21 نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر ... 167
جدول 4-22 نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا 168
جدول 4-23 نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا 169

جدول 4-24 نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا 169
جدول 4-25 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا 170
جدول 4-26 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا 170
جدول 4-27 نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا 171
جدول 4-28 نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا 171
جدول 4-29 نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا 172
جدول 4-30 نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا 172
جدول 4-31 نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا 173
جدول 4-32 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا 173
جدول 4-33 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا 174
جدول 4-34 نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا 174
جدول 4-35 نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لنظم التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا..... 174
جدول 4-36 نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم 176
جدول 4-37 نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم..... 176
جدول 4-38 نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم 177
جدول 4-39 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم..... 177
جدول 4-40 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم 178
جدول 4-41 نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم..... 178
جدول 4-42 نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لأنسب نظم الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم 178
جدول 4-43 نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم 179
جدول 4-44 نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم..... 180
جدول 4-45 نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم 180
جدول 4-46 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا 180
جدول 4-47 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم 181
جدول 4-48 نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا 181
جدول 4-49 نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم..... 182

الفصل الخامس

جدول 5-3 الخواص الميكانيكية للجريد البلدي تبعا لمواصفة EN 408-2003 213

المقدمة

في ظل الارتفاع المتزايد لدرجات الحرارة على مدار السنة حول العالم، تتزايد الاحتياجات العالمية لوسائل التظليل و المنشآت الخفيفة و السريعة لاستضافة الانشطة العامة المتنوعة مثل الأسواق العامة و المصليات و قاعات الاجتماعات و المناسبات. و نتيجة عدم توفر مواد انشاء منخفضة التكاليف و موفورة المصدر لإستخدامها في بناء هذه المنشآت مرنة و قادرة على خدمة احتياجات المجتمعات الفقيرة، تنخفض كفاءة و أمان أغلب المنشآت الخفيفة في المجتمعات الفقيرة نتيجة لاعتمادها على الخردوات، حيث أنها المواد الوحيدة المتوفرة.

هذا أدى إلى لفت الأنظار إلى ضرورة إعادة اكتشاف مواد البناء الطبيعية، و منها المكونات الزراعية. و المكونات الزراعية هي عناصر النباتات التي يمكن استخدامها بصورة مباشرة في البناء و ذلك اعتمادا على المهارات المتوارثة في التعامل في الصناعات الصغيرة و الزخرفية. هذا من شأنه تخفيض الإعتماد على الطاقة غير المتجددة و تلويث البيئة و توفير حق المجتمع في التنمية من الداخل و تمكينهم للبناء بأيديهم من خلال الاعتماد على المشاركة المجتمعية، كأساس للتنمية المستدامة. لكن تواجه مواد البناء الطبيعية العديد من التحديات، أهمها التساؤل حول متانة المنشآت الناتجة عنها و مرونتها التشكيلية و مقدار التراث التقني المطلوب لتنفيذها، بالاضافة إلى عدم وجود معيارية واضحة تسهل للاختيار بين مواد البناء الطبيعية عند البناء من أجل تيسير التنمية المستدامة داخل المجتمعات الفقيرة و تعزيز مبدأ المشاركة المجتمعية.

المشكلة البحثية

تعاني مصر من أزمة كبيرة في حركة البناء بسبب ارتفاع تكلفة مواد البناء السائدة (الخرسانة- حديد التسليح- الألومنيوم- إلخ) اقتصاديا و أضرارها المرتفعة في تصنيعها و هدمها بيئيا، مما ساهم في التحول العالمي لإعادة اكتشاف البناء بالمواد الطبيعية. لكن بالنظر لتراث البناء الطبيعي في مصر، يلاحظ أنه يعتمد في أغلبه على البناء بالطين و الذي يتطلب مهارة مرتفعة في البناء، و لا يتسم بالمرونة الكافية للتشكيل المتنوع و لا يتسم بقابلية اعادة الاستخدام و مرونة التغيير. و هذا لا يترك مجالا للمجتمعات الفقيرة إلا للاعتماد على المخلفات و الخردة للبناء السريع حتى و إن كان غير آمن، مما يقلل من فرص تمكين المجتمعات على التنمية المحلية من الداخل .

السؤال البحثي

ما هو أنسب عنصر بناء تراثي معتمد على المكونات الزراعية المتوفرة محليا و الذي يمكن تطوير تقنيات توظيفه التراثية لدعم كفاءته التقنية للتنفيذ السريع و السهل بحيث ينافس طرق البناء السائدة و يساهم في التنمية المحلية؟

فرضية البحث

إن عناصر البناء المعتمدة على المكونات الزراعية المحلية يمكن الرفع من كفاءتها التقنية و التشغيلية بالاعتماد على التراث التقني، و ذلك كخطوة لتحفيز خطط التنمية الذاتية من الداخل في المجتمعات الفقيرة في مصر.

هدف البحث

الهدف الرئيسي للبحث: تحديد أنسب عناصر بناء معتمدة على المكونات الزراعية المحلية للتطويرمن أجل رفع كفاءتها التقنية و التشغيلية، و ذلك بالاعتماد على استثمار التراث التقني المحلي و المعرفة التراثية العالمية كمرجع.
يمكن تحقيق ذلك من خلال **الأهداف الفرعية** الآتية:

1. دراسة المكونات الزراعية المحلية في مصر و دراسة خصائصها من خلال تجارب استخدامها في التنمية الذاتية محليا و عالميا.
2. تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية بأنماط التراث التقني المحلي في مصر في استخدام المكونات الزراعية كعناصر إنشائية و كعناصر تكسية.

3. تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية بأنماط التراث التقني العالمي في استخدام المكونات الزراعية كعناصر إنشائية و كعناصر تكسية.
4. عمل تحليل شامل مقارن لتحديد انسب عناصر البناء التراثية محليا و عالميا باستخدام المكونات الزراعية للتطوير في مصر .
5. تطوير عناصر البناء الأنسب – طبقا لنتائج التحليل المقارن- لرفع كفاءتها التقنية و التشغيلية بحيث أن تكون سريعة و سهلة التنفيذ و مرنة تشكيليا و متينة و منخفضة التكاليف.

محددات البحث

ستم تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية لأي عنصر بناء اقتصاديا وفقا لآخر أسعار مؤكدة لضمان دقة المعلومات. أما تحليل الناحية الجمالية فسيقتصر على مقارنتها بالطرز المعمارية السائدة في المناط الريفية و الظهير الصحراوي بمصر، و ذلك لعدم اشتمال المجال البحثي لهذه الرسالة على اعداد استمارات لتقييم التقبل الجمالي من ناحية المجتمع.

منهجية البحث

يعتمد البحث على التكامل بين ثلاث محاور أساسية:

- **المحور الأول : المنهج الاستقرائي**

يتناول البحث تحول الأنظار تجاه إحياء البناء بالمواد الطبيعية عالميا من أجل التصدي لمظاهر البناء غير الرسمي وغير الآمن في ظل أزمة ارتفاع تكلفة مواد البناء السائدة . ثم يتم دراسة تجارب المكونات الزراعية كبديل محتمل لمواد البناء السائدة للقيام بالتنمية المحلية من الداخل، و دراسة أنواع المكونات الزراعية الموجودة في مصر و تجارب التنمية المحلية المعتمدة على المكونات الزراعية في البناء في مصر . كما يستعرض الباحث التقنيات المتوارثة المعتمدة على المكونات الزراعية في البناء كعناصر إنشائية و كعناصر تكسية محليا و عالميا بأسلوب تحليلي بالاستناد إلى معايير اختيار صانعي القرار لمادة البناء و أسلوب توظيفها سواء كنظام انشائي أو كنظام تكسية.

- **المحور الثاني: المنهج التحليلي المقارن**

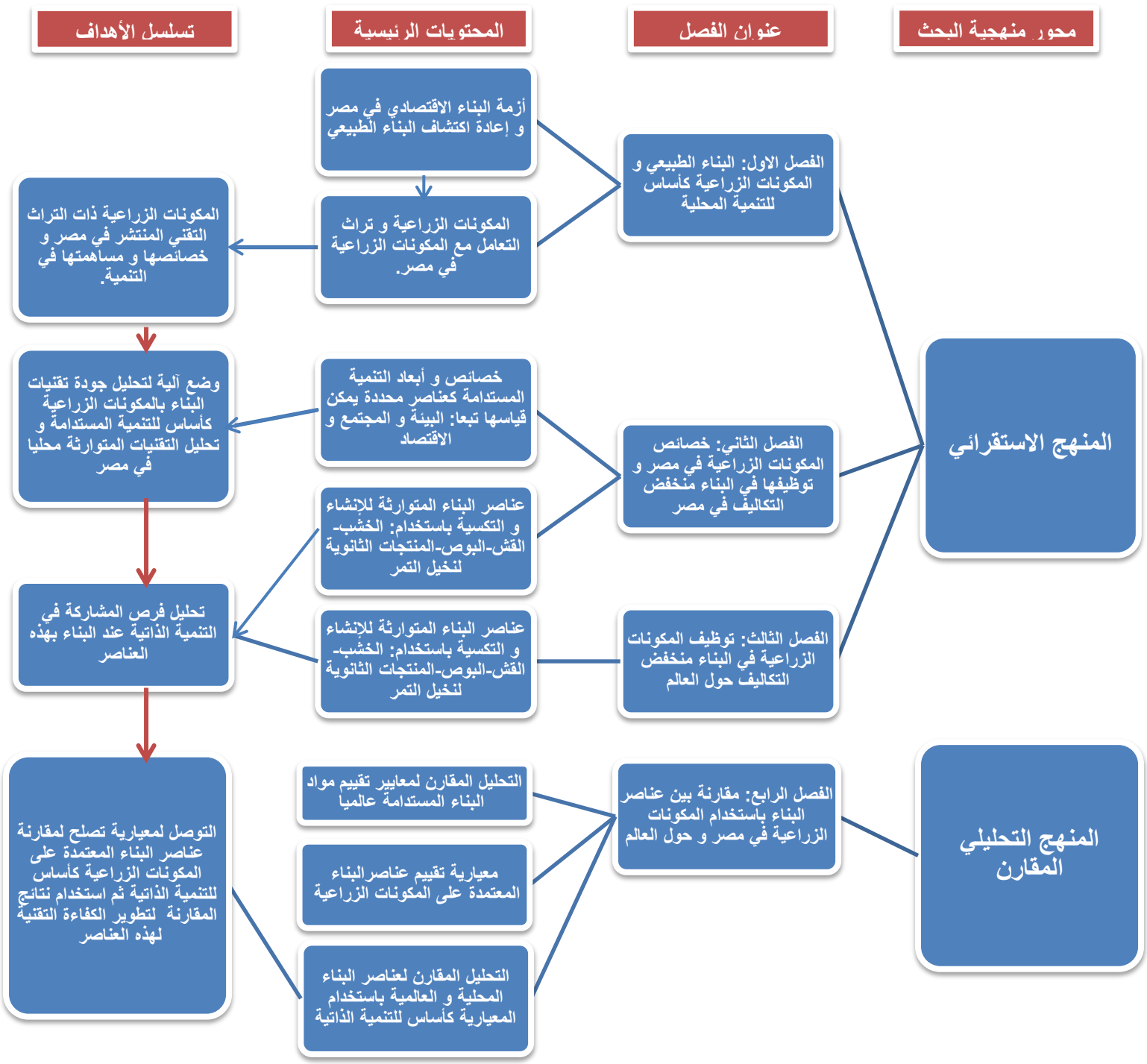
يتناول البحث مجموعة من معايير تقييم مواد البناء حول العالم آخذا بالاعتبار لأبعاد التنمية المستدامة . تم دراسة هذه المعاييرو الأوزان النسبية من أجل تحديد مدى كفاءتها لقياس جودة مواد البناء الطبيعية بصفة عامة، و مراعاة الطبيعة الخاصة لعناصر البناء المعتمدة على المكونات الزراعية. و من ثم تم عمل مقارنة بين العناصر التي سبق تحليلها في المحور الأول من أجل دراسة امكانية تطوير هذه العناصر.

- **المحور الثالث: المنهج التجريبي (العملي):**

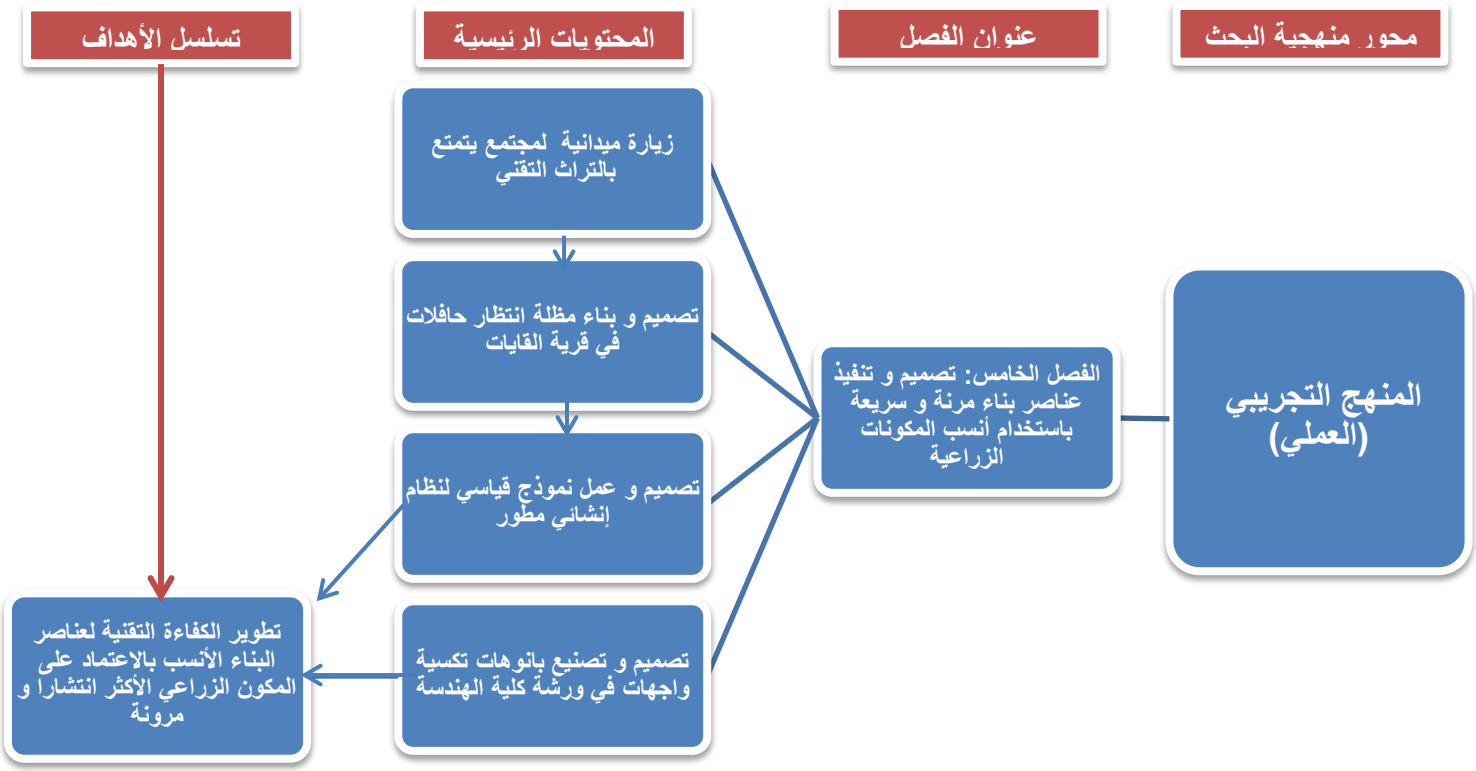
يستعرض هذا المحورمجموعة من التطبيقات بهدف تطوير أنسب عناصر البناء التي تم التوصل إليها من خلال المحور الثاني، و ذلك بواسطة الزيارة الميدانية للتعرف على إمكانية تطوير الامكانيات الحالية في التعامل مع الخامة و زيارة الورش و بناء نماذج قياسية لتجريب تطوير استخدامات هذه العناصر.

هيكل البحث

لتحقيق أهداف البحث تم تقسيمه إلى ثلاثة أجزاء رئيسية، كما يلي:



تابع هيكل البحث



الفصل الأول: البناء الطبيعي و المكونات الزراعية كأساس للتنمية المحلية

1-1 البناء الطبيعي و أزمة صناعة البناء في مصر
2-1 المكونات الزراعية كمستقبل لمواد البناء الطبيعية Agro Components
3-1 المكونات الزراعية الأكثر توافرا كمواد و كتراث تقني في مصر

1- البناء الطبيعي و المكونات الزراعية كأساس للتنمية المحلية

تمهيد

في هذا الفصل يتم استعراض أزمة البناء في الدول النامية و أسباب التحول العالمي الحالي لإحياء البناء بالمواد الطبيعية و التراثية ، و ذلك من أجل حل أزمة البناء في الدول النامية و البحث عن بدائل مستدامة تحفظ التوازن البيئي و توفر في الاعتماد على الطاقة و الموارد غير المتجددة، و هي مواد البناء الطبيعية.

و بالرغم من وجود محاولات جادة في مصر لإعادة إحياء تراث البناء الطبيعي في مصر و أبرزها تجربة حسن فتحي في البناء بالطين، إلا أن ثقل الخامات الطبيعية و انخفاض توافرها و تعقيد بناءها و تشكيلها أدى إلى التحول إلى الاعتماد على مواد البناء التقليدية و التي أدت إلى تناقص الرقعة الزراعية المستمر بسبب مخلفات تصنيع و هدم مواد البناء السائدة غير القابلة للتحلل. بالإضافة إلى ذلك، فإنه في حالة عدم توفر الإمكانيات المادية الكافية، فإنه يتم اللجوء إلى البناء غير الآمن باستخدام الخردة و المخلفات.

لذلك، برز التوجه العالمي لاستخدام البقايا الزراعية بدلا من استهلاك المواد الطبيعية التقليدية مثل البناء بالطين، و ذلك بسبب خصائصها و توافرها و خفتها و نجاح استخدامها كمواد بناء سريعة و مستدامة عالميا مما أثمر في مجال حل أزمات السحابة السوداء و الاضرار بالبيئة بسبب حرقها و عدم الاستفادة منها، ثم يتم دراسة الاتجاهات العالمية في استخدام المكونات الزراعية في الانشاء.

لذلك فإنه يتم استعراض البقايا الزراعية المتوفرة في مصر و التي نجحت في الاستخدام مباشرة كمكونات بناء زراعية في مصر و عالميا، و أماكن تواجد هذه المكونات في مصر، بالإضافة إلى استعراض أهم أماكن التراث التقني المستمر حتى الآن في الاعتماد على المكونات الزراعية في المشغولات اليدوية، و ذلك للاستدلال على قابلية استخدام المكونات الزراعية في تصميم عناصر بناء حديثة تصلح لبناء منشآت مرنة و سريعة و منخفضة التكاليف.

1-1 البناء الطبيعي و أزمة صناعة البناء في مصر

تستهلك صناعة البناء أكثر من 40% من الموارد العالمية و التي أغلبها من الموارد غير المتجددة. بالإضافة إلى ذلك، فهي مسئولة عن أكثر من 30% من غازات الاحتباس الحراري تبعا للتقارير البيئية الصادرة عن الأمم المتحدة.[1] الاستخراج الجائر للموارد غير المتجددة و التصنيع المعتمد على الوقود الأحفوري و الآليات العشوائية للتخلص من مخلفات التصنيع و الهدم ، كل هذا يهدد الإتزان الايكولوجي و يتسبب في التآكل المستمر للرقعة الزراعية بسبب دفنها أسفل مخلفات مواد البناء التقليدية غير القابلة للتحلل.[2]

1-1-1 أزمة صناعة البناء الاقتصادي حول العالم

تتعرض الانشطة العامة اليومية مثل التسوق أو التجمعات الثقافية و المناسبات إلى التهديد بسبب درجات الحرارة المرتفعة و نسبة السطوع الشمسي المباشر بسبب ظاهرة الاحتباس الحراري. أصبحت هذه الأنشطة مهددة بسبب الاضرار بصحة المستخدمين أو البضائع في في حالة الاسواق الريفية. هذا يؤدي إلى زيادة الطلب على المنشآت المغطاة الخفيفة في مصر. و لأن التكلفة الاقتصادية لمواد البناء السائدة تتزايد بسبب عدم الاتزان بين العرض و الطلب على الموارد غير المتجددة و الزيادة المطردة في تعداد السكان، يضطر المجتمعات الريفية و الفقيرة للاعتماد على البناء بالخردة و بقايا الهدم لبناء مظلات سريعة و رخيصة. تكون المنشآت الناتجة غير آمنة على الإنسان، و سامة للبيئة. [3]

شكل 1- 1البناء بالخردة و البلاستيك بالهند
المصدر: Taher, Mania T. and Ibrahim, Arafeen, 'Transformation of Slum and Squatter Settlements: A Way of Sustainable Living in Context of 21st Century Cities', *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, 2 (2014), 70-76.

شكل 1- 2 أكشاك بقايا الأبلاكاش في مصر
المصدر: 'Egypt authorities and the city slums', in *International Alliance of Inhabitants* <> [accessed 4 November 2015]

شكل 1- 3 جمالونات المواد الاعتيادية مثل الاستيل في مصر
المصدر: Prefab. Catalogue

هذه الأزمة أدت إلى لفت الأنظار حول العالم لضرورة الاعتماد على مواد انشاء عالية الجودة و منخفضة التكاليف و موفورة المصدر لاستخدامها في بناء منشآت مرنة و قادرة على خدمة احتياجات المجتمعات الفقيرة و حمايتها من أضرار ارتفاعات درجات الحرارة و زيادة حدة الاشعاع الشمسي. و قد برز ذلك في اتفاقية كيوتو سنة 1997، و التي كان فيها الزام صريح للاطراف المتعاقدة من أجل التعاون الفعال في مجالات تطوير التعليم و تمويل أبحاث تطوير تقنيات البناء الصديقة للبيئة، مع اعطاء تسهيلات للجمعيات التطوعية و الجهود الفردية و المراكز التدريبية من أجل البناء بمواد بديلة للمواد السائدة، مواد صديقة للبيئة، أو بمعنى آخر العودة للبناء الطبيعي.[4]

---

[1] Asdrubali, Francesco, D'Alessandro, Francesco and Schiavoni, , Samuele, 'A review of unconventional sustainable building insulation materials', *Sustainable Materials and Technologies*, 4 (2015), 1-17.
[2] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014).
[3] Taher, Mania T. and Ibrahim, Arafeen, 'Transformation of Slum and Squatter Settlements: A Way of Sustainable Living in Context of 21st Century Cities', *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, 2 (2014), 70-76.
[4] ' United Nations Conference on Environment & Development: Agenda21', in *Earth Summit* (Rio de Janerio: United Nation, 1992), pp. 32-58.

و البناء الطبيعي هو البناء الذي يولي الأهمية الأكبر للاستدامة الاجتماعية و البيئية، حيث يهتم هذا النظام بتقليل الاثر البيئي السلبي للانشاء، و في نفس الوقت تقديم منشآت مريحة و متسقة مع احتياجات المجتمع من ناحية الوظيفة و الشكل.[1] يعود فكر البناء الطبيعي منذ بدء الخليقة، حيث اتسم الافراد دائما بالابتكارية في التعامل مع المواد المتاحة من اجل عمل أي منشآت، سواء كمأوى خاص أو مكان تجمع عام، بأيدي و بمهارات المجتمع نفسه.

و يلاحظ من ذلك أن البناء الطبيعي هو بناء حصري و مميز لكل منطقة و لكل ثقافة، و ذلك لأنه يعتمد على توارث الخبرات في التعامل مع المواد الطبيعية المتوفرة في البيئة. و بالتالي فإن كل عناصر البناء الطبيعي تعتمد على البيئة المحلية و جيولوجيا الارض و المناخ، و بالطبع على نوع و شخصية المنشأة المطلوبة، حيث ان البناء الطبيعي يتسم بوجود حس عالي بالملكية بين المجتمع ككل و ليس فقط مالك المنزل و المنشأ بعينه فقط.[2]

2-1-1 تدهور تراث البناء الطبيعي في مصر

شكل 1- 4 قرية القرنة الجديدة عند إنشائها
المصدر: 'Safeguarding Project of Hassan Fathy's New Gourna Project', in UNESCO: World Heritage Covention <> [accessed 4 November 2015]

شكل 1- 5قرية القرنة الجديدة بعد حالة الاهمال الحكومي لها.
المصدر: سليمان، سالي، "الفوضى هي العنوان. بين ما كان وما هو كائن ,' in*أرشيف مركز والي للحفاظ على العمارة و التراث لبيوت القرنة القديمة - غرب مدينة الأقصر* <http://bassaraheritage.blogspot.com.eg/2015_03_01_archive.html> [accessed 5 نوفمبر 2015]

تزخر مصر بالعديد من المواد و العناصر الطبيعية التي نجحت بالفعل في استخدامها كمواد بناء، حيث اعتاد الفلاح المصري على استخدام مواد البناء المعتمدة على خصائص تحمل الضغط مثل الطين و الطوب اللبن و سائر ما توفره له التربة. أما الآن يعاني العمران في مصر من أزمة حقيقية في منطقة الريف و الظهير الصحراوي، و هي تدهور الوضع القائم بوضوح كما يتضح في الوضع الحالي لقرية القرنة الجديدة(شكل 1-5). و قد تم هجر أساليب البناء التراثية في مصر بسبب:

I. عدم توفر طمي النيل بالكميات الكافية التي تسمح لإنتاج الطين و الطوب اللبن بوفرة دون الاضرار بالمسطحات الزراعية، حيث أن هذه المواد لم تعد متجددة بالسرعة الكافية لتعويض استخراج الاحتياجات.
II. افتقار أسلوب البناء بالطين للمرونة الكافية في التشكيل، فبسبب طبيعة البناء المعتمد على الضغط، اضطر البنائون للجوء للبناء بأسلوب القباب الذي ترسخ في أغلب الثقافة المصرية على أنه طراز القبور، مما شكل حاجز نفسي واضح أمام السكان. و يتمثل ذلك جيدا في تجربة حسن فتحي في البناء بالطين في القرنة، و الذي اضطره للبناء باسخدام تقنية القباب قد استرجع شكل المقابر في الأذهان، فما يقبله النوبيون كطراز لبناء منزلهم لن يقبله أهالي باقي الصعيد بالضرورة.
III. ثقل المواد التشكيلية كخامة، فالطين و الحجر الجيري و غيرهم من المواد المعتمدة على تحمل الضغط لا الشد لن تتيح للمستخدم أن يفكها أو يعيد استخدامها بأسلوب آخر أو في مكان آخر بسبب طبيعتهم الانشائية و التشكيلية.[3] و

[1] Charis, Daniel, *The Natural House: A Complete Guide to Healthy, Energy-Efficient, Environmental Homes* (Chelsea, UK: Chelsea Green Publishing, 2000) (p. 26).
[2] Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Katherine, *Natural Buildings: Design, Construction and Resources* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2015).
[3] جريشة، هشام ,*فقراء العمارة: ردا على كتاب عمارة الفقراء للمعماري حسن فتحي*)القاهرة، مصر: مكتبة الانجلو المصرية, 2015.(ص.278-281).

بالتالي فالنهاية الطبيعية لحياة المباني الطينية هي-و إن طالت نسبياً عن دورة حياة المواد الطبيعية الأخرى- هي الأطلال و الأنقاض بلا وجود بديل للاستخدام بوسيلة أخرى.

IV. اندثار البناء بالطين في أغلب القرى الريفية في مصر، بمعنى آخر، عدم استمرار أو توزع الخبرة المتوارثة في مصر للقدر الكافي المناسب لجعل الطين هي الحل السحري لمشاكل البناء منخفض التكاليف. يظهر ذلك بوضوح على لسان حسن فتحي في كتابه عمارة الفقراء عندما يقول بأنه اضطر للاستعانة بعمالة من النوبة لبناء قرية القرنة الجديدة في الأقصر، و لأسباب كثيرة منها الاجتماعي و منها المعماري، لم يتحقق شعور بالملكية تجاه المباني الجديدة، مما هدد النجاح المأمول لمشروع القرنة الجديدة.[1]

و مع الوقت، تبدلت أنماط الاسكان في المناطق الريفية و التي كانت تتسم بالاتزان البيئي و الكفاءة و توزع فرص العمل، و تحولت أنماط الانشاء الآن في الريف المصري الى البناء بالخرسانات و الطوب الاحمر عند توافر التمويل الكافي، و بالتدريج زحف البناء الخرساني على الرقعة الزراعية (كما يظهر في شكل1-6 و شكل 1-7).

لذلك، فإن الرقعة الزراعية هي المتضرر الأكبر بسبب تلوث البيئة الناتج عن مخلفات التصنيع و البناء و هدم المبنى بعد نهاية حياته المفيدة، حيث يؤدي تراكم مخلفات هدم المباني الى الاضرار بخصوبة التربة و بالرقعة الزراعية، و يتضح ذلك عند ادراك أنه من المتوقع أن تفقد مصر 33.600 فدان من أراضيها الزراعية علم 2020 إذا ما أستمر الحال على ما هو عليه, و وفقاً لسيناريو آخر 120 ألف فدان , في حين تنطلق رؤية الحكومة في التصدي لمشكلة إهدار الأرض الزراعية عام 2008 بأنه يجب التضحية ب100ألف فدان من الأرض الزراعية عام 2020 وذلك لاستيعاب الزيادة السكانية المتوقعة في 2020[2].

شكل 1- 6 الابراج المخالفة المتعدية على الرقعة الزراعية
المصدر: سليمان، سالي، "الفوضى هي العنوان. بين ما كان وما هو كائن ', in *أرشيف مركز والي للحفاظ على العمارة و التراث لبيوت القرنة القديمة - غرب مدينة الأقصر*
<http://bassaraheritage.blogspot.com.eg/2015_03_01_archive.html> [accessed 5 نوفمبر 2015]

شكل 1- 7 عدم التجانس بين الطوب اللبن و الابراج المخالفة
المصدر: سليمان، سالي، "الفوضى هي العنوان. بين ما كان وما هو كائن ', in *أرشيف مركز والي للحفاظ على العمارة و التراث لبيوت القرنة القديمة - غرب مدينة الأقصر*
<http://bassaraheritage.blogspot.com.eg/2015_03_01_archive.html> [accessed 5 نوفمبر 2015]

أما بصريا، فإنه يظهر عدم تجانس الطراز السائد مع التراث المتواجد في الريف و الظهير الصحراوي في مصر (كما يظهر في شكلي 1-6 و 1-7)، بسبب التناقض الشكلي بين مباني متهدمة بأساليب بناء تراثية- لم يعد يتم البناء بها إلا في مجتمعات محدودة لا تزال تحافظ على تراثها- و بين مباني خرسانية تقليدية خالية من أي ملامح تراثية تربطها بالبيئة و بجذور المجتمع.و بالتالي فإن هذا يؤكد ضرورة إعادة اكتشاف مواد بناء من الطبيعة تكون أكثر مرونة و أكثر وفرة من أجل تطوير تراث البناء الطبيعي في مصر.[3]

---

[1] جريشة، هشام, *فقراء العمارة: ردا على كتاب عمارة الفقراء للمعماري حسن فتحي*)القاهرة، مصر: مكتبة الانجلو المصرية, 2015.(ص.274-275)

[2] علي عثمان, 'عملية البناء على الأراضي الزراعية وعلاقته بتدهور الرقعة الزراعية *The Beehive-USAID* in ', <http://minya.thebeehive.org/content/2148/3281> [accessed 21 November 2015]

[3] Kennedy, Joseph, *Building Without Borders: Sustainable Construction for the Global Village* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2004) (pp. 8-10).

2-1 المكونات الزراعية كمستقبل لمواد البناء الطبيعية Agro Components

المكونات الزراعية هي منتجات ثانوية من زراعة محاصيل مفيدة، تتبقى بعد استخلاص العناصر الهامة من كل محصول و ذلك لأنها لا تحقق الهدف المطلوب من المحصول كغذاء أو كساء. بل و يتطور التعريف أيضاً ليشمل المكونات الزراعية التي قد تضر المحصول الأصلي إن لم يتم ازالتها، لأنها بطبعها مكونات ليجنوسيليولوزية تعتمد على التمثيل الضوئي في النمو[1]، و تقتسم غذاء الأرض مع ثمار المحصول.و بالتالي فإن المكونات الزراعية في أغلبها تعتبر عبئاً على الفلاح، الذي لا يجد حلا للتخلص منها- في ظل الحكومات التي لا تتمتع بنظام كفء للتخلص من المخلفات- إلا الحرق. لتنتقل البقايا الزراعية من كونها عبئاً على الفلاح، لتكون عبئا على البيئة و مسببا رئيسيا لانبعاثات الصوبة الزجاجية و الأضرار بصحة الانسان. و يتضح ذلك بوضوح في ظاهرة السحابة السوداء الناتجة عن حرق قش الأرز و البوص و بقايا تقليم نخيل التمر[2]، و هي مواد تشترك في كونها الأغلب في البقايا الزراعية في مصر و كونها غير ذات فائدة للفلاح بل و تشكل عبئا على المحصول. جريد النخيل يقتسم الغذاء مع محصول التمر، و البوص يشكل حشائش تعيق سريان مجاري المياه بحقول القصب و الذرة. [3]

1-2-1 سبب التسمية

تناولت أغلب المراجع لفظ المواد الطبيعية عند دراسة مواد الانشاء الطبيعية و التي تشمل المواد ذات الاصل الزراعي، و عند التركيز على هذه المواد، كان يستخدم لفظ المخلفات الزراعية، حيث استخدم لفظ المخلفات الزراعية لوصف مواد الانشاء الناتجة عن التصنيع الكثيف لهذه المخلفات، مثل استخدام ألياف النخيل في تسليح الخرسانة و استخدام ألياف القش في تسليح البوليمرات. بينما عند الاستخدام المباشر لهذه المكونات دون عملية التصنيع الكثيف و على شكلها الطبيعي و بالاعتماد على المهارات اليدوية، وجد أن استخدام لفظ المكونات الزراعية هو أنسب لفظ للاشارة إلى استخدام عناصر النباتات بصورة مباشرة و القادرة على عمل مكونات بناء.[4]

2-2-1 خصائص المكونات الزراعية[5]

تمتلك المكونات الزراعية تراثا تقنيا حول العالم في مجال البناء الطبيعي، و ذلك بسبب اتسامها بما يلي:

أ. **خفض معدلات التلوث:** إن توظيف المكونات الزراعية في البناء يقلل من كونها عبء على البيئة لتتحول الى مواد بناء منخفضة المخلفات في حد ذاتها. مما سيؤدي إلى خفض معدلات انبعاث السحابة السوداء في مصر الناتجة عن حرق البقايا الزراعية مثل قش الأرز. كما أن استخدامها بصورة مباشرة مع الاعتماد البسيط على التصنيع يقلل من كميات غازات الاحتباس الحراي الناتجة عن الاعتماد على الوقود الأحفوري في التصنيع و النقل. [6]

ب. **الأمان على الرقعة الزراعية:** و ذلك لأن مخلفاتها قابلة للتحلل بدون ترك تهدمات أو مخلفات غير قابلة للتحلل أو ضارة بخصوبة التربة.

ت. **انخفاض التكلفة**: حيث أنها متوفرة حول العالم بسبب أنها عبارة عن منتجات ثانوية من المحاصيل الزراعية، بالإضافة إلى ذلك فإنه يتم استخدامها تاريخيا بأسلوب مباشر داخل الموقع دون الاحتياج المرتفع للتصنيع، مما يشير إلى انخفاض طاقتها الكامنة.

---

[1] Madurwar, Mangish, Raleggoankar, Rahul and Mandavgane, Sachin, 'Application of agro-waste for sustainable construction materials: A review', *Construction and Building Materials 38*, 2013, 872-78 (p. 3).

[2] Hussein, Shaban and Sawan, Omaima, 'The Utilization of Agricultural Waste as One of the Environmental Issues in Egypt', *Journal of Applied Sciences Research, 6(8)*, 2010, 1116-24 (p. 1).

[3] المرجع السابق, (pp.2-3).

[4] Kennedy, Joseph, *Building Without Borders: Sustainable Construction for the Global Village* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2004) (p. 14).

[5] ElMously, Hamed, 'The Palm Fibers for the Reinforcement of Polymer Compoaites: Prospects and Challenges', in *The First Ain Shams Internationak Conference on Environmental Engineering* (Cairo, Egypt: Ain Shams University, 2005), pp. 866-86 (pp. 4-6).

[6] Krogh Hansen, 'Applications of environmental data and declarations for building materials', in *Statens Byggeforsknning Institute, University of Copenhagen* <http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/miljovurdering/miljodata-for-bygningsdele-og-materialer/summary-of-the-publication-applications-of-environmental-data-and-declarations-for-building-materials> [accessed 4 November 2015]

ث. **سرعة الإنشاء**: إن المكونات الزراعية إذا تم استخدامها بصورة مباشرة في عملية البناء توفر الوقت المستهلك في عملية التصنيع و التجهيز المسبق. بالإضافة إلى ذلك، فإن مرونتها و خفتها كعناصر بناء تجعلها عناصر بناء سريعة التنفيذ، مما يؤهلها لأن تكون مواد البناء الانسب لإنشاء المباني الخفيفة و السريعة و المؤقتة مثل المظلات وتغطية الساحات العامة و الأسواق.

ج. **استثمار الناحية الجمالية:** حيث أنها تستثمر المهارات و الحرف المتوارثة التي تساهم باعطاء روح الاصالة للمبنى و تعزيز شعور الملكية و الانتماء لهذا المجتمع بأيدي جميع افراده من رجال و نساء و اطفال، وذلك يظهر في الحفاظ على الشكل الطبيعي للأخشاب في صناعة الأبواب (شكل1-9) و استثمار مهارات جدل الحبال في ربط واجهة الجريد بجذوع شجر الزيتون (شكل 1-8).

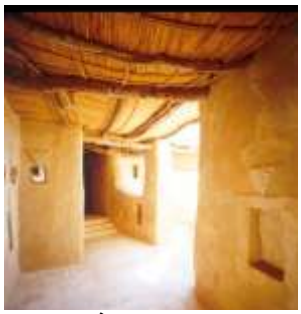
شكل 1- 8 حوائط الجريد المجدول في الإمارات
المصدر: Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 131).

شكل 1- 9مدخل منزل مصنوع من الخشب اليدوي بدون الاعتماد على التصنيع المسبق في انجلترا
المصدر: Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Katherine, *Natural Buildings: Design, Construction and Resources* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2015) (p. 47).

بالإضافة إلى ذلك، فإن ازدهار مبدأ السياحة البيئية في مصر و العالم هو اكبر دليل على شعور الراحة النفسية الذي يتولد من الشعور البشري تجاه المنظر النهائي للمواد الطبيعية المستخدمة في الانشاء، فبالرغم من الجودة النهائية و التشطيب الخالي من العيوب، فإن شعور التشطيب اليدوي، الحرفة و المهارة المتوارثة يولدان شعور بالحميمية و الألفة عند المستخدم، و هذا يتضح في تصميمات التشطيب الداخلي للمنتجع البيئي Adrere Amellal الذي صممه د/منير نعمة الله في واحة سيوة (كما يظهر في أشكال1-10، 1-11، 1-12) ضمن مشروع تطوير السياحة البيئية في سيوة.[1]

شكل 1- 10استخدام جذوع النخيل في التسقيف في فندق Adrere Amellal
المصدر: Alamuddin, Hanan, *Adrere Amellal Eco Lodge Technical Review Report* (Siwa Oasis, Egypt: Siwa Sustainalbe Development Initiative, 2001) (p. 20).

شكل 1- 11 التسقيف باستخدام جذوع النخيل و الجريد في فندق Adrere Amellal
المصدر: Alamuddin, Hanan, *Adrere Amellal Eco Lodge Technical Review Report* (Siwa Oasis, Egypt: Siwa Sustainalbe Development Initiative, 2001) (p. 47).



شكل 1- 12 التسقيف بجذوع انخيل و الجريد في فندق Adrere Amellal Ecolodge في واحة سيوة
المصدر: Alamuddin, Hanan, *Adrere Amellal Eco Lodge Technical Review Report* (Siwa Oasis, Egypt: Siwa Sustainalbe Development Initiative, 2001).

[1] Ahmed, R.M, 'Lessons Learnt from the Vernacular Architecture of Bedouins in Siwa Oasis, Egypt', in *The 31st International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining* (London, UK: ISARC, 2014) (p. 4).

ح. التمكين[1]

تكمن مشكلة الاسكان في مصر في أزمة التمويل، حيث انه من اجل الحصول على مسكن يجب توفر تمويل كافي لبناء المسكن او حتى لشرائه، بينما في حالة البناء الذاتي المعتمد على مواد بناء طبيعية غير مصنعة و بمساحات قدر الاحتياج فقط، يمكن توفير فرص عمل أكثر بالاضافة الى توفير في اجمالي التكاليف. يتمثل هذا في مصر في التجمعات غير الرسمية و العشوائيات حيث يتم البناء غير الآمن بأي كانت المواد المتاحة من خردة او مخلفات، لكن تكون المشكلة في عدم وجود كود واضح و حاكم للجودة و المحددات المعمارية و الخدمات. بينما على الجانب الاخر يوجد مشاريع اخرى اعتمدت على المواد الطبيعية المحلية بأيدي المجتمع نفسه مثل مباني الفنادق و المنتجعات البيئية في واحة سيوة.[2] فقد استطاع د/منير نعمة الله ان يخلق علاقات مجتمعية متبادلة سمحت باحتضان مشروع منتجع ادرير اميلال و تعزيز شعور الملكية نحوه، و ذلك من خلال توفير فرص عمل للشباب بالاضافة الى اعطائهم المهارة اللازمة لبناء منازلهم من الكرشيف بعد انتهاء المشروع. هذا قد ساهم بوضوح في حل ازمة البطالة و الاسكان التي كانت تعاني منها واحة سيوة في ثمانينات القرن العشرين.[3]

شكل 1- 13 مشاركة الشباب السيوي في أعمال البياض الداخلي
المصدر: Alamuddin, Hanan, *Adrere Amellal Eco Lodge Technical Review Report* (Siwa Oasis, Egypt: Siwa Sustainalbe Development Initiative, 2001) (p. 54).

شكل 1- 14مشاركة الشباب السيوي في تركيب قطع أحجار الحجر الجيري في تشكيل الحوائط
المصدر: Alamuddin, Hanan, *Adrere Amellal Eco Lodge Technical Review Report* (Siwa Oasis, Egypt: Siwa Sustainalbe Development Initiative, 2001) (p. 54).

شكل 1- 15 عامل سيوي يستخدم جريد النخيل في عمل الابواب و النوافذ
المصدر: Alamuddin, Hanan, *Adrere Amellal Eco Lodge Technical Review Report* (Siwa Oasis, Egypt: Siwa Sustainalbe Development Initiative, 2001) (p. 31).

و قد تم استخدام تقنية البناء و الخامات و الموارد البشرية و العمالة بالكامل من سيوة، كجزء من آلية المحافظة على التوازن الايكولوجية و تعزيز الشعور بالملكية عند المجتمع، و ذلك لأن المشروع اهتم بتعليم الشباب السيوي مهارة البناء السليم بالكرشيف و النخيل و ذلك في ظل توزيع عادل بين القبائل في فرص العمل مع حفظ حق الملاك الاصليين للارض، حيث تم استعمال 120 عامل في الموقع حيث بنوا الفندق بالطريقة التراثية في سيوة(كما يظهر في أشكال 1-13، 1-14، 1-15) و التي لم يتم استعمالها طوال الخمسة عشرة سنة السابقة للمشروع، و قد استفاد العمال بهذه الخبرة في بناء منازلهم فيم بعد.[4]

خ. دعم التنمية المبنية على المشاركة المجتمعية[5]

بسبب مرونة المكونات الزراعية و وفرتها، فإنه يسهل تعليمهم و تدريبهم على إعادة اكتشاف حرفهم المتوارثة في التعامل مع هذه المكونات. و بالتالي يتم دعوتهم ليصبحوا ملاك حقيقيين للمشروع.هذه المشاركة تمنح المشروع امكانية التطور و التحول حسب احتياجات الملاك و التي قد لا تكون في اعتبار الداعمين لعمل المشروع في الاصل، بل يكسبهم ايضا مهارة التطوير و الحل بأيديهم في نفس الوقت مع تطور المشروع و مع تطور احتياجاتهم، فلا يصبحون بحاجة الى

[1] Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Katherine, *Natural Buildings: Design, Construction and Resources* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2015) (pp. 59-60).

[2] الطويل، حاتم، "البيئة و العمارة في سيوة" (رسالة ماجيستير, جامعة الإسكندرية, كلية الفنون الجميلة, 1989. (ص.74).

[3] Alamuddin, Hanan, *Adrere Amellal Eco Lodge Technical Review Report* (Siwa Oasis, Egypt: Siwa Sustainalbe Development Initiative, 2001) (p. 9).

[4] المرجع السابق.

[5] Kennedy, Joseph, *Building Without Borders: Sustainable Construction for the Global Village* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2004) (pp. 10-13).

الداعين لتأسيس المشروع الاصليين، بل أصبحت العلاقات المتبادلة الناتجة عن التعاون المشترك داخل المجتمع كفيلة لحل المشاكل التي يعترضها هذا المشروع .[1] فعالميا، نجحت جمعية محلية تدعى كاسا امياس Casa Ameas، في بناء مركز ثقافي اجتماعي من قش الارز، و ذلك من اجل مساعدة مجتمع انبارا بالمكسيك على اكتساب الخبرة اللازمة لتحويل مساكنهم من الطوب الاسمنتي لقش الارز.و كانت بداية التجربة عندما تقدم خوسيه لويس، مواطن من منطقة انبارا بطلب لبناء منزل جديد منخفض التكاليف لاسرته المؤلفة من 6 اشخاص. و وقع الاختيارعليه لأن يكون هو اول تجربة و ذلك لأنه شارك في بناء كاسا امياس و اصبح معجبا بطريقة البناء المعتمدة على قش الارز بسبب بساطتها و انخفاض تكلفتها و شكلها الجمالي. و قد تمكنت العائلة من بناء منزلها بنجاح(كما يظهر في شكلي 1-17 و 1-18).[2]

شكل 1- 16 ورشة لتعريف الاطفال على طرق البناء التراثية في ريف بلفاست في ايرلندا من انجازات حركة بنائون بلا حدود
المصدر: Kennedy, Joseph, *Building Without Borders: Sustainable Construction for the Global Village* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2004) (p. 2).

شكل 1- 17 مشاركة الأطفال في بناء المركز الثقافي في انبارا بالمكسيك من انجازات حركة بنائون بلا حدود
المصدر: Kennedy, Joseph, *Building Without Borders: Sustainable Construction for the Global Village* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2004) (p. 25).

شكل 1- 18 بيت خوسيه لويس بقش الارز و الخشب المبتني بالجهود الذاتية في انبارا بالمكسيك من انجازات حركة بنائون بلا حدود
المصدر: Kennedy, Joseph, *Building Without Borders: Sustainable Construction for the Global Village* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2004) (p. 25).

أما محليا، فقد أدى مشروع تطوير الشخصية المعمارية للتجمعات البدوية في جنوب سيناء Architectural Development Process for Authentic Bedouin Settlements of South Sinai Character إلى تحسين الكثير من أوضاع الاسكان و المعيشة في منطقة سانت كاترين للاستفادة من امكانيات هذه المنطقة في مجال السياحة البيئية، بعدما كان يعيش أغلب السكان في الخيام أو في مباني متهدمة من الحجر، و قد تم تحسين مستوى المعيشة في منظكقة سانت كاترين بالاعتماد على فنادق السياحة البيئية التي شيدها المواطنون (يظهر ذلك في شكل 1-19، 1-20، 1-21).[3]

شكل 1- 19 تشكيل الاسقف البوص على الارض قبل البناء
المصدر: Ibrahim, Nashwa, *Appropriate Building Patterns for Saint Catherine, Egypt* (Cairo , Egypt: Egyptian Earth Construction Association, 2010) (p. 21).

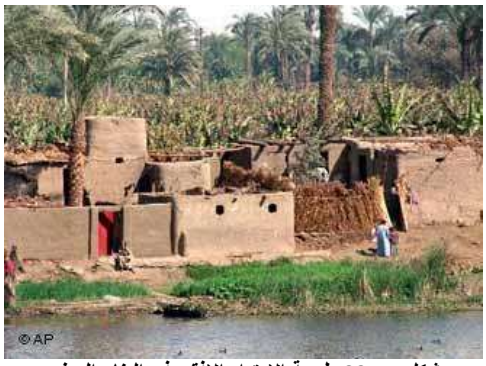
شكل 1- 20 تسقيف من جذوع النخيل و البوص في فندق ماونت سيناء
المصدر: Ibrahim, Nashwa, *Appropriate Building Patterns for Saint Catherine, Egypt* (Cairo , Egypt: Egyptian Earth Construction Association, 2010) (p. 22).

شكل 1- 21 التسقيف بالتعريشة في فندق الكرم السياحي
المصدر: Ibrahim, Nashwa, *Appropriate Building Patterns for Saint Catherine, Egypt* (Cairo , Egypt: Egyptian Earth Construction Association, 2010) (p. 21).

[1] Kennedy, Joseph, *Building Without Borders: Sustainable Construction for the Global Village* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2004) (pp. 90-96).
[2] المرجع السابق, (p. 24)
[3] Ibrahim, Nashwa, *Appropriate Building Patterns for Saint Catherine, Egypt* (Cairo , Egypt: Egyptian Earth Construction Association, 2010) (p. 7).

د. دعم الامتداد الأفقي

تحقق المكونات الزراعية تجانسا معماريا و عمرانيا مع مواد الوضع القائم و ذلك لأنها كلها نابعة من نفس المكان و بنفس الثقافة. فإذا كان الوضع القائم اعتمد على المواد الطينية بمحدوديتها و انخفاض مرونتها لأنها كانت المواد المتوفرة بكميات وفيرة حينذاك(كما يظهر في شكلي 1-24، 1-25)، و بالتالي فإن المكونات الزراعية يمكنها أن تكون هي أداة تطوير الريف و الظهير الصحراوي من الداخل كأساس للتنمية المحلية. [1]



شكل 1- 22 طبيعة الامتداد الافقي في البناء الريفي
المصدر: علي عثمان, 'عملية البناء على الأراضي الزراعية وعلاقته بتدهور الرقعة الزراعية in *The Beehive-USAID* ', <http://minya.thebeehive.org/content/2148/3281> [accessed 21 November 2015]

شكل 1- 23 الامتداد باستخدام الطوب اللبن و البوص و الجريد
المصدر: أيمن، إيهاب , عفيفي، عقبة, 'استخدام المخلفات الزراعية فى المنشآت الريفية in *مؤتمر مستقبل التنمية المستدامة في مصر*)القاهرة، مصر: وزارة التنمية المحلية المصرية, 2012 ,II, 184-99),

ذ. المرونة التشكيلية

تتميز المنشآت المبنية بالمكونات الزراعية بالخفة و القابلية للتشكيل المرن و ذلك لأنها مواد تعتمد على الشد لا الضغط، و بالتالي فهي لا تلزم تشكيلها على شكل قباب أو أقبية مثل الوضع مع البناء بمواد تتحمل الضغط فقط مثل الطين و الطوب اللبن. حيث يظهر في الأمثلة التي سيتم استعراضها و تحليلها للبناء بالمكونات الزراعية في العالم و في مصر، مرونة التحكم و التشكيل و لو بنفس الخامة. هذه المرونة تجعل المادة خالية من الاضطرار للتشكيل بشكل معين مثل الاضطرار لتشكيل القبو باستخدام الطين، بل و يجعلها قابلة للتعديل و الامتداد و إعادة الاستخدام . و يلاحظ في شكل 1-26 أن جذوع نخيل جوز الهند تم تحويلها إلى أخشاب و التي تم استخدامها في بناء سقف جمالوني، أما في شكل 1-27 فإن جذوع نخيل التمر تم استخدامها بصورة مباشرة على هيئة كمرات لعمل سقف مستوي.

شكل 1- 24 سقف جمالوني من الخشب المصنع من جذوع نخيل جوز الهند في كينيا
المصدر: Killmann Wulf and Fink, Dieter, *Cocunut Palm Stem Processing* (Eschborn, Germany: Department of Furniture and Wooden Products, 1996) (p. 9).

شكل 1- 25 سقف مستوي من جذوع نخيل التمر مع جريد النخيل في واحة القطارة التراثية في العين بالامارات
المصدر: Ahmed Hamdan, 'Al Qattara Arts Centre', in *Trip Advisor* <> [accessed 5 November 2015]

[1] Charis, Daniel, *The Natural House: A Complete Guide to Healthy, Energy-Efficient, Environmental Homes* (Chelsea, UK: Chelsea Green Publishing, 2000) (p. 57).

3-1 المكونات الزراعية الأكثر توافرا كمواد و كتراث تقني في مصر

جدول 1- 1احجام المخلفات الزراعية السنوية في مصر

الكميات التقديرية للمخلفات الزراعية في مصر	
بقايا المخلفات	**الكمية (مليون طن)**
حطب القطن	1.6
قش الأرز	3.6
بقايا قصب السكر و البوص	3.2
بقايا الذرة	2.5
قش القمح	6.9
بقايا قصب البنجر	0.32
قش الشعير	0.2
بقايا تقليم الأشجار	1.7
بقايا محاصيل الخضراوات	0.71
بقايا تقليم محاصيل الموز	1.7
قش الفول	0.35
قش العدس	0.012
قش الحمص	0.042
بقايا تقليم الحدائق العامة	1.14
قش السمسم	0.56
تقليم أشجار نخيل التمر	12.38
بقايا محاصيل البطاطس	0.317
بقايا محاصيل الطماطم	1.11
الإجمالي	**33.4**

المصدر: Shaban Hussein and Omaima Sawan, 'The Utilization of Agricultural Waste as One of the Environmental Issues in Egypt', *Journal of Applied Sciences Research, 6(8)*, 2010, 1116-24 (p. 6).

تبلغ معدلات المخلفات الزراعية في مصر30 مليون طن في السنة، تلك المخلفات تواجه ازمة غياب الوعي بين الفلاحين و الحكومة بشأن الحفاظ على الطاقة و انخفاض مستوى المعرفة و المهارات اللازمة للتعامل مع المخلفات الزراعية. بالإضافة الى ذلك، فإن حرق المخلفات الزراعية بصفة عامة و مخلفات حقول الارز بصفة خاصة يولِّد العديد من الاكاسيد السامة للتربة و ظاهرة السحابة السوداء.[1]

و بالتالي فإنه لا يحدث استثمار لفوائد المخلفات الزراعية، و ذلك يؤدي الى تحولها لتكون عبئا على الفلاح بالاضافة الى مخلفات الصرف و المنازل. هذا يجعل الفلاحين يختارون الطريق الاسهل و هو التخلص من المخلفات بالدفن غير الصحيح او الحرق المفتوح.[2]

1-3-1 التراث التقني في استخدام المكونات الزراعية في الصناعات اليدوية في مصر

تنتشر في مصر قدرات التعامل مع المكونات الزراعية في مجال صناعة المنتجات اليدوية كأساس لمشروعات صغيرة تعتمد على التجارة سواء للاستخدامات الداخلية أو للسياحة. فالأخشاب لها عهد كبير في استخدامها في تصنيع المنتجات الصناعية مثل المفروشات و المشربيات و الاسوار الخشبية و البانوهات و المقرنصات، حيث يعتبر تصنيع واجهات المشربيات و الأرابيسك تراث تقني متعارف عليه في العمارة الاسلامية في مصر لدواعي توفير الخصوصية (كما يظهر في أشكال 1-28، 1-29، 1-30، 1-31)، و هي حرفة تعتمد على النجارة بمهارة عالية، و بالرغم من عدم

[1] Hussein, Shaban and Sawan, Omaima, 'The Utilization of Agricultural Waste as One of the Environmental Issues in Egypt', *Journal of Applied Sciences Research, 6(8)*, 2010, 1116-24 (pp. 1-2).

[2] المرجع السابق

انتشار تصميم و عمل المشربيات الآن في مصر، إلا أن الخبرة و الدقة متوفرة في نجارة المفروشات و التي تعتمد على مفردات قريبة جدا من مفردات تصميم المشربيات.[1]

تتوزع مهارات استخدام الاخشاب و النجارة في كافة أرجاء مصر بسبب سهولة تطويع الاخشاب للعديد من الاستخدامات و بجودة مختلفة. لكن تتركز أفضل مهارات التعامل مع الاخشاب في السواحل حول الموانئ في ساحلي البحر المتوسط او البحر الاحمرو بحيرات البردويل و المنزلة بسبب سهولة توافر الأخشاب المستوردة و انخفاض تكلفة النقل و تواجد مهارة صناعة المراكب و أكواخ الصيد.[2] لذلك فإنه يمكن استنتاج تركز المهارات المتوارثة في التعامل مع الاخشاب بمختلف المنتجات في شمال سيناء و دمياط و كفر الشيخ على ساحل البحر المتوسط و القصير و الغردقة على ساحل البحر الاحمر.[3]

شكل 1- 26 درابزين من ارابيسك الخشب في بيت السحيمي
المصدر: صيدم، محمود وحيد، *إحياء القيم المعمارية التراثية في العمارة المحلية المعاصرة*)غزة، فلسطين: رسالة ماجيستير، كلية العمارة، الجامعة الاسلامية, 2013(ص.224).

شكل 1- 27 مظلة من الخشب في صحن بيت السحيمي.
المصدر: صيدم، محمود وحيد، *إحياء القيم المعمارية التراثية في العمارة المحلية المعاصرة*)غزة، فلسطين: رسالة ماجيستير، كلية العمارة، الجامعة الاسلامية, 2013(ص.224).

شكل 1- 28 قواطيع الارابيسك في مصر القديمة
المصدر: صيدم، محمود وحيد، *إحياء القيم المعمارية التراثية في العمارة المحلية المعاصرة*)غزة، فلسطين: رسالة ماجيستير، كلية العمارة، الجامعة الاسلامية, 2013(ص.224).

شكل 1- 29 مشربية من الخشب في بيت السحيمي.
المصدر: صيدم، محمود وحيد، *إحياء القيم المعمارية التراثية في العمارة المحلية المعاصرة*)غزة، فلسطين: رسالة ماجيستير، كلية العمارة، الجامعة الاسلامية, 2013(ص.224).

أما بالنسبة للبوص، فيدخل في صناعات هامة أهمها صناعة السلال و الاقفاص و الحصير بنفس الشكل و التقنية التي كانت تستخدم منذ أيام قدماء المصريين (كما يظهر في أشكال 1-30، 1-31، 1-32، 1-33)، بالاضافة إلى صناعات متعددة الوظائف منها صناعة ناي الموسيقى و أقلام الكتابة و بوص السنارة، كما يمكن تجميعه على هيئة سدد بوص تمهيدا للاستخدام في المظلات الخفيفة و الاسقف كما يتبين في الفصل الثاني عند تحليل أكشاك الشبيكة في محيط بحيرة المنزلة.[4] و تعتبر صناعة السلال حرفة يدوية شائعة وهواية أيضا يمارسها كثير من الناس ويبدعون سلالا مفيدة

---

[1] فتحي ، أيمن محمد *,الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006(ص197-199).

[2] الجيزاوي، لميس, 'دراسة تحليلية لمساكن الصيادين حول بحيرة البردويل شمال سيناء' (رسالة ماجيستير, جامعة عين شمس, قسم الهندسة المعمارية- كلية الهندسة, 1993.(ص.130-180)

[3] المرجع السابق..

[4] هلال، أحمد عبدالنبي, 'العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة' (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.203-224).

إما للاستخدام العملي أو للزينة، ويسمى أولئك الذين يصنعونها صانعي السلال، و هم يمتلكون مهارة مرتفعة في نسج البوص، الذي يتم تجهيزه بواسطة تقسيم البوص إلى شرائح رفيعة ثم غمر الشرائح بالماء لتلين ألياف البوص القاسية لتسمح بالغزل لتشكيل السلال. [1]

و بسبب تنوع امكانيات البوص في البناء السريع و الحصير و سدد التغطية و بوص السنارة، فهو مادة البناء المفضلة في مناطق الصيادين حول البحيرات المالحة و الملاحات و بالتحديد في مناطق بحيرة المنزلة و بحيرة إدكو، بالاضافة إلى كونه واسع الانتشار في عمليات صناعة السلال في وادي النيل و بالتحديد في منطقة وادي النطرون و الفيوم.[2]

شكل 1- 30 تشكيل السلال البوص يدويا.
المصدر: حسين، صديقة، "قبل اندثار كثير من المهن الأصيلة: مشروع قومي لحماية الحرف الشعبية ,*مجلة أكتوبر* ,ابريل -1845 (2012).

شكل 1- 31 تجميع سدد البوص و تصنيع الشبيكة
المصدر: حسين، صديقة، "قبل اندثار كثير من المهن الأصيلة: مشروع قومي لحماية الحرف الشعبية ,*مجلة أكتوبر* ,ابريل -1845 (2012).

شكل 1- 32 تصنيع السلال يدويا، و يلاحظ ارتفاع مهارة التعامل معها حتى الآن
المصدر: حسين، صديقة، "قبل اندثار كثير من المهن الأصيلة: مشروع قومي لحماية الحرف الشعبية ,*مجلة أكتوبر* ,ابريل -1845 (2012).

شكل 1- 33 اشكال متنوعة من منسوجات البوص اليدوية.
المصدر: حسين، صديقة، "قبل اندثار كثير من المهن الأصيلة: مشروع قومي لحماية الحرف الشعبية ,*مجلة أكتوبر* ,ابريل -1845 (2012).

أما بالنسبة للجريد، فتعد الصناعات القائمة على الجريد متعددة ومتطورة في البحيرة و الواحات الداخلة والخارجة و النوبة و الجيزة و الفيوم. وقد أثبت الحرفيون في مجال صناعة الجريد أنهم يملكون القدرة الإبداعية على إنتاج واستحداث طرز ووظائف جديدة لمنتجات الجريد خاصة في أشكال الديكور وبعض قطاع الأثاث المنزلي . وتنتشر صناعة الجريد في مناطق الفيوم والواحات الداخلة بشكل واسع، بينما تقتصر صناعة الجريد على إنتاج أقفاص الخضر والفاكهة في مناطق البدرشين والفيوم ورشيد إلا أن اصحاب تلك المهنة لم يهجروها رغم المعاناة والكساد وتراجع دخلهم بشكل ملحوظ مما اصبح يهدد باغلاق ورشهم ومنافذهم و ذلك لأن الصناعة تعتمد على درجة عالية من الحرفية

[1] حسين، صديقة، "قبل اندثار كثير من المهن الأصيلة: مشروع قومي لحماية الحرف الشعبية ,*مجلة أكتوبر* ,ابريل -1845 (2012).
[2] هلال، أحمد عبدالنبي,المرجع السابق.(ص.34).

والاتقان. [1] يتم تصنيع الأقفاص أو الكراسى (شكلي 1-34و 1-35) و التي يتم عملها لسد احتياجات الاسر الشخصية أو كأساس للمشاريع الصغيرة و التي تعتمد على السياحة البيئية التي تستخدم منتجات الجريد فى الاثاث و المظلات[2].

شكل 1- 34 أثاث و مصاطب من الجريد
المصدر: محمود، دوير, 'صناعة الأثاث من جريد النخيل، حرفة عريقة يقتلها الاهمال in ,*جريدة البديل*', <http://elbadil.com/2015/08/02/> [accessed 15نوفمبر 2015]

شكل 1- 35 صناعة الاثاث بجودة عالية من الجريد
المصدر: محمود، دوير, 'صناعة الأثاث من جريد النخيل، حرفة عريقة يقتلها الاهمال in ,*جريدة البديل*', <http://elbadil.com/2015/08/02/> [accessed 15 نوفمبر 2015]

أما بالنسبة للتعامل المتوارث في مناطق الواحات و الصعيد مع الجريد و الخوص في مجال البناء فيتمثل في صناعة الأسقف فى البيوت المشيدة بالطوب اللبن (أو بالكرشيف في حالة البناء في واحة سيوة) وكذالك أسقف الطوابق الأخيرة فى المبانى الحديثة (المسلحة) اتقاء لارتفاع درجات الحرارة ، وتسمى حرفة سقف الجريد (الحبك) ويقوم بها حرفي جريد متخصص.

كذلك تنتشر فى الواحات ظاهرة جراجات السيارات من الجريد (شكلي 1-36 و 1-37) ، وأيضا أسوار البيوت والحدائق بالاضافة الى أبواب الزرائب ومخازن الأعلاف ، التى عادة ما تتواجد خارج الكتلة السكنية .ومن المنتجات ذات الاستخدام المنزلى ، عشش الدواجن بأحجامها المختلفة ، وسلال المهملات المنزلية ، وكثيرا ما توجد سلال الجريد المعلقة على أعمدة الآنارة فى شوارع الواحات الداخلة.[3]

شكل 1- 36 مظلة و قواطيع خفيفة من الجريد
المصدر: عبد الوهاب حنفي, 'جريد النخيل. صناعة تتثاءب in ', *فولكلور سكان الصحتري المصرية* [accessed 16 <>نوفمبر 2015]

شكل 1- 37 مظلة خفيفة من الجريد في الواحات البحرية
المصدر: عبد الوهاب حنفي, 'جريد النخيل. صناعة تتثاءب in ,*فولكلور سكان الصحتري المصرية* [accessed 16 <>نوفمبر 2015]

و مؤخرا ظهرت تجربة مشروع الصناعات الصغيرة المعتمدة على المنتجات الثانوية لنخيل التمر في قرية القايات بمحافظة المنيا [4] و التي اعتمدت على إحياء التراث المصري في التعامل مع جريد النخيل، و ذلك لمراعاة مبدأ الألفة عند تطوير استخدام هذه المواد من استخدامها المباشر في الأثاث أو البناء البسيط ليتم تحويلها إلى أساس قوي لمشروع تنموي يمكنه

[1] محمود دوير, 'صناعة الأثاث من جريد النخيل، حرفة عريقة يقتلها الاهمال in ,*جريدة البديل*' <http://elbadil.com/2015/08/02/> [accessed 15 نوفمبر 2015]

[2] المرجع السابق

[3] عبد الوهاب حنفي, 'جريد النخيل. صناعة تتثاءب in ,*فولكلور سكان الصحتري المصرية*' <http://kenanaonline.com/users/saharyfolk/posts/222714> [accessed 16 نوفمبر 2015]

[4] عبد الوهاب، زايد, 'كتاب الفائزين ,*جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر، الامارات العربية*, الدورة الخامسة (2012-2013)(ص.100).

التوسع و الانتشار لرفع المستوى المعيشي للمجتمعات الفقيرة. لذلك قامت الجمعية بعمل مسح للمهارات المتوارثة و التي لا تزال مستخدمة حتى الآن. ثم افتتحت مقر لمركزالتدريب بقرية القايات وإعداد خدمات البنية الأساسية المطلوبة و الذي حول القرية إلى مركز صناعات متكامل معتمد على جريد النخيل.[1]

شكل 1- 38 رسم توضيحي للتوزيع المكاني لمكونات المشروع و تسلسل عمليات التصنيع و ظبط الجودة
المصدر: الخضري، مصطفى ,*التقرير النهائي لمشروع نشر الصناعات الصغيرة القائمة على خامات النخيل- المرحلة الاستطلاعية*)القاهرة، مصر: الجمعية المصرية للتنمية الذاتية للمجتمعات المحلية, 2012.(45 .p) (

كما قامت الجمعية بإنشاء الحاضنة التكنولوجية Technology Incubator كمقر للجهود المبدعة لتصميم العمليات الصناعية وإبداع ماكينات ومعدات جديدة تناسب ظروف العمل في القرية، كذلك مثلت الحاضنة التكنولوجية مرفقا أساسيا لتطوير منتجات جريد النخل، حيث يتم تحويل قطع الجريد إلى سدائب منتظمة المقطع و الطول، ثم يتم تجميع السدائب إلى ألواح منتظمة السمك و العرض و الطول(شكل1-39)، هذه الألواح تمثل بديلا للألواح الخشبية و يمكن استخدامها كطبقة حشو بألواح الكونتر و ألواح الباركيه (شكلي 1-40 و 1-41)، و ذلك تمهيدا للقيام بمحاولات اختبار تسويق هذه المنتجات في الظروف المصرية قبل تطبيق المشروع في القرية .[2]

شكل 1- 39 مجموعة من الألواح من سدائب جريد النخيل مقاس 10سم*60سم*8مم
المصدر: عبد الوهاب، زايد, 'كتاب الفائزين ,' *جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر، الامارات العربية* , الدورة الخامسة (2012-2013(ص.103).

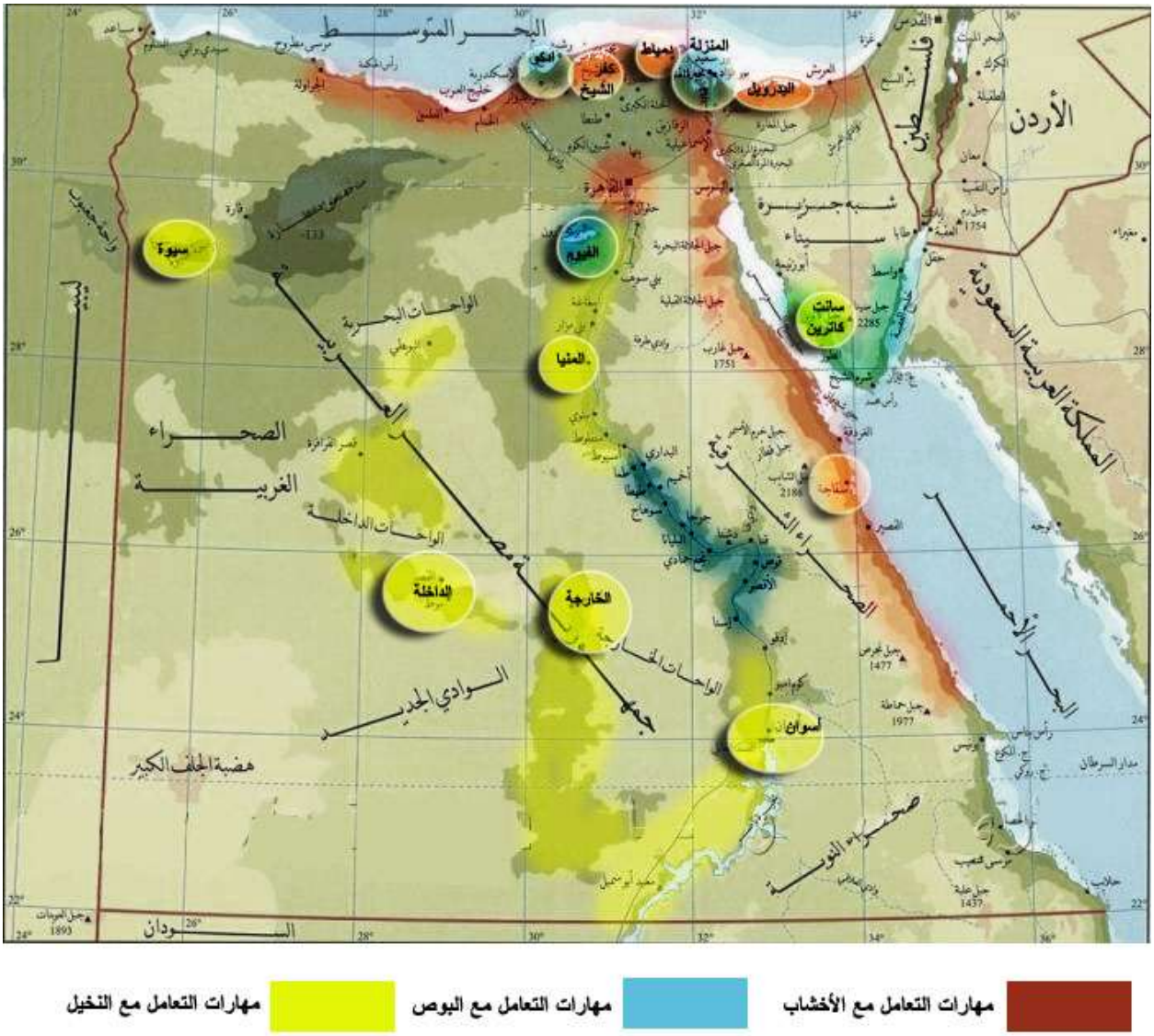
شكل 1- 40 عينات ألواح باركيه تم تصنيعها في أحد المصانع بمدينة الاسكندرية من حصر سدائب جريد النخيل
المصدر: عبد الوهاب، زايد, 'كتاب الفائزين ,' *جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر، الامارات العربية* ,الدورة الخامسة (2012-2013(ص.103).

شكل 1- 41 قاطوع داخلي مع تشكيل ارابيسك من الجريد
المصدر: الجمعية المصرية للتنمية الذاتية للمجتمعات المحلية ,*النخلة كمصدر للخامات الصناعية و مواد البناء*)القاهرة: منظمة الصحة العالمية- المكتب الاقليمي لشرق المتوسط, 2004.(ص.14).

[1] الخضري، مصطفى ,*التقرير النهائي لمشروع نشر الصناعات الصغيرة القائمة على خامات النخيل- المرحلة الاستطلاعية*)القاهرة، مصر: الجمعية المصرية للتنمية الذاتية للمجتمعات المحلية, 2012.(

[2] عبد الوهاب، زايد, 'كتاب الفائزين ,'*جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر، الامارات العربية* ,الدورة الخامسة (2012-2013(

واستطاع المشروع منذ عام 2010 تحسين حالة بعض الأسر، حيث أنهم بعدما كانوا يقومون بتقليم النخيل وإزالة الجريد الزائد وحرقه، أصبح الجريد مصدرا للأخشاب محليا، حيث يدخل في تصنيع الأثاث و الباركيه و الكونتر.



شكل 1- 42 خريطة توزيع مهارات التعامل مع المكونات الزراعية في مصر

المصدر: الباحث بالاعتماد على فتحي ، أيمن محمد, *الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006.(و هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(و حامد، الموصلي، "نواتج تقليم النخيل: قاعدة مادية للمنتجات الصناعية و مواد البناء, *الشجرة المباركة* ,مارس 2012-92.80 .pp, و أيمن، إيهاب , عفيفي، عقبة, "استخدام المخلفات الزراعية فى المنشآت الريفية in, *مؤتمر مستقبل التنمية المستدامة في مصر*)القاهرة، مصر: وزارة التنمية المحلية المصرية, 2012-184 ,II, (99.

و بالاعتماد على هذه المعلومات، فقد تم عمل خريطة لتوزيع مهارات التعامل مع المكونات الزراعية في مصر، و التي يتضح منها أن التراث التقني المعتمد على المكونات الزراعية منتشر و مستمر حتى الآن في أغلب نواحي مصر، مما يؤهل المكونات الزراعية لأن تكون أساسا لعمل عناصر بناء يمكن استخدامها في البناء المرن و منخفض التكاليف و السريع في مصر.

و بمراجعة شكل 1-42 مع جدول1-1، فإنه يمكن تقسيم المكونات الزراعية في مصر إلى ثلاث فئات كما يلي:

- الفئة الأولى: و هي المكونات الزراعية التي تحظى بتراث تقني منتشر محليا في مجال البناء و الصناعات اليدوية، و هي تتمثل في الأخشاب.

- الفئة الثانية: و هي المكونات الزراعية الأكثر توافرا في أغلب النواحي في مصر، و هي تتمثل في القش.
- الفئة الثالثة: و هي المكونات الزراعية المتوفرة في مصر، و التي تحظى أيضا بتراث تقني منتشر محليا في مجال البناء و الصناعات اليدوية، و هي تتمثل في البوص و المنتجات الثانوية لنخيل التمر.

1-3- 2الاخشاب

شكل 1- 43 خشب السنط.
المصدر: 'Acacia Wood', in *Urbanara Journal of Material* <www.urbanara.co.uk/journal/buying-guide/acacia-wood> [accessed 18 November 2016]

شكل 1- 44خشب الخروب
المصدر: 'Carob Wood', in Urbanara Journal of Materials <www.urbanara.co.uk/journal/buying-guide/carob-wood> [accessed 18 November 2016]

شكل 1- 45 خشب اللبخ
المصدر: 'Perseav Wood', in Urbanara Journal of Materials <www.urbanara.co.uk/journal/buying-guide/persea-wood> [accessed 18 November 2016]

و هو اعرق انواع المكونات الزراعية في الاستخدام في مجال البناء رغم انه لا ينطبق عليها تعريف المخلفات الزراعية، بمعنى انه يستلزم قطع الاشجار او انهاء دورة حياة النبات من اجل الحصول عليه.

أ. انتشارية المورد في مصر[1]

يعد استخدام الاخشاب قليلا في مصر بطبيعته نظرا لقلة وجود الاشجار الطبيعية المزروعة بها، و مع ذلك فإنه يوجد اخشاب طبيعية في مصر اعتمدها المصريون منذ القدم كمادة بناء محلية.

1- **خشب السنط Acacia Wood:** يستخدم في مصر منذ عهد ما قبل الاسرات الفرعونية، حيث تتمركز اشجار السنط في النوبة و يتم استخدامه في صناعة القوارب و الاسقف الخشبية حتى الآن.
2- **خشب الخروب Carob :** و موطن هذه الاشجار في مصر على طول الشاطئ الشمالي الواقع بين الاسكندرية و السلوم و يستخدم بصورة محدودة حتى الان في صناعة الاكشاك و البيوت عند الموانئ.
3- **خشب اللبخ Persea Wood:** تمتاز هذه الاشجار بأنها دائمة الخضرة مع خشب قوي و صلب و يستخدم بصورة محدودة في بعض اعمال البناء، و موطنه بالتحديد في منطقة الفيوم حول وادي النيل.
4- **خشب النبق Sidder Wood:** و يصل ارتفاع الشجرة لـ3 متر و يتواجد بكثرة في المناطق الجافة حول النوبة و هو من اهم الاخشاب التي تستخدم حتى الان في عمل نماذج الابواب و الشبابيك في النوبة.
5- **خشب الجميز Sycamore Fig Wood:** و هو شجرة مستديمة الخضرة ذات جذع قصير و عريض و يبلغ ارتفاع هذه الاشجار الى 20 متر بينما يبلغ قطرها 15 متر،و هو البديل الامثل للخشب العزيزي في مصر بسبب تحمله للغمر في الماء و الرطوبة العالية و لذلك يستخدم بجوار المسطحات المائية مثل الجسور و الكباري بالتحديد في القرى الريفية في النوبة.
6- **خشب الكافور:** و تم ادخاله في مصر حوالي عام 1880 و انتشرت زراعته لنجاح الكثير من انواعه في البيئات المحلية و سرعة نموها الفائق حيث يمكن زراعته في الارضي الرملية و القلوية و الجيرية و الملحية و الصقيع و يستخدم الان بصورة محدودة في صناعة الابلاكاش و الواح الخشب المضغوط.

ب. معدل تجدد المادة و مستقبل الانتشار

تعتبر كميات الأخشاب في مصر منخفضة نسبيا نظرا لانخفاض مساحات الغابات الطبيعية في مصر و انحسار مسطحات نمو الاشجار في الفيوم و جنوب النوبة، و ذلك يجعل الاعتماد الجائر على الاخشاب ضارا للمساحات المحدودة من الاخشاب في مصر. [1]

[1] فتحي ، أيمن محمد ,*الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006.(ص.185-190).

لذلك فقد اتجهت مصر في الفترة الاخيرة لزراعة و توفير الغابات الشجرية الصناعية من اجل تقليل اعتماد السوق المصرية على الاخشاب المستودة نظرا لقلة الاخشاب الطبيعية الموجودة في مصر. و يبلغ عمر هذه الغابات من 15 الى 20 سنة حيث يتم ريها بالاعتماد على مياه الصرف المعالجة و التي تبلغ 5.4 مليار متر مكعب سنويا للحفاظ على المخزون الاستراتيجي من مياه الشرب و ذلك من اجل توفير الاخشاب المختلفة و تنشيط اسواق الاخشاب المحلية و في نفس الوقت التخلص من مياه الصرف الضارة و اضرارها على الماه الجوفية. و توجد في مصر 10 غابات شجرية في مختلف المحافظات بمساحة اجمالية 5450 فدان و في كل فدان 450 شجرة باجمالي 2 مليون و 452 الف و 500 شجرة.[2]

جدول 1- 2: مسطحات الغابات الصناعية في مصر

المحافظة	الغابة	المساحة بالفدان	المحافظة	الغابة	المساحة بالفدان
الاسماعيلية	سيرابيوم	1000	المنوفية	السادات	500
الأقصر	الأقصر	1700	قنا	قنا	500
جنوب سيناء	طور سيناء	200	أسوان	ادفو	300
الواي الجديد	الخارجة	300	الجيزة	الصف	500
الجيزة	أبو رواش	80	الاسكندريو	9ن	60
جنوب سيناء	شرم الشيخ	60	الدقهلية	جمصة	150

المصدر: فتحي ، أيمن محمد *,الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006.(ص.191-196).

1-3-3بالات قش الارز

شكل 1- 46 بالة قش ثلاثية التحزيم

المصدر: Ashour, Taha, 'Using Straw as Building Material', in *Straw: Production, Cultivation and Uses*, ed. by Steven B. Elfson (London, UK: Nova Science Publishers, 2011), p. Chapter 2.

شكل 1- 47 بالة قش ثنائية التحزيم

المصدر: Ashour, Taha, 'Using Straw as Building Material', in *Straw: Production, Cultivation and Uses*, ed. by Steven B. Elfson (London, UK: Nova Science Publishers, 2011), p. Chapter 2.

يستخدم في البناء منذ القرن الخامس عشر في اوروبا باستخدام الطين و الخشب، لكن محليا، فتقتصر استخداماته على الأعمال الزراعية فقط، و ذلك بعد تحويله إلى بالات ثلاثية التحزيم(شكل 1-48) أو بالات ثنائية التحزيم (شكل 1-49).[3]

أ. انتشارية المورد في مصر

يمثل محصول الأرز أهمية كبيرة فى بنيان الاقتصاد المصرى كأحد محاصيل الحبوب التى تتمتع فيها مصر بالاكتفاء الذاتى وخصائص مناسبة للتصدير وخاصة للدول العربية المجاورة وذلك نظرا لتوافر ظروف المناخ والتربة الصالحة لزراعته فى مصر ، وقد بلغ إنتاج محصول الأرز سنويا الاقتصاد الزراعي والإحصاء بوزارة الزراعة 4581901

[1] هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.20).

[2] فتحي ، أيمن محمد *,الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006.(ص.191-196)

[3] أيمن، إيهاب , عفيفي، عقبة, "استخدام المخلفات الزراعية فى المنشآت الريفية in *,مؤتمر مستقبل التنمية المستدامة في مصر*)القاهرة، مصر: وزارة التنمية المحلية المصرية, 2012.(p. 6) 99-184, II, (

طن ناتج من مساحة قدرها 1377710 فدان بمعدل إنتاجية 3.33 طن للفدان، وتقدر كميات القش الناتجة من الفدان الواحد بحوالى 2 طن للفدان. [1] و تتركز زراعة الارز في الوجه البحري كما يتضح من الجدول التالي:

جدول 1- 3: انتاجية زراعة الارز في محافظات الوجه البحري

المحافظة	المساحة (ألف فدان)	الانتاجية (طن للفدان)	الإنتاج (ألف طن)
1- كفر الشيخ	270	4.23	1139
2- الدقهلية	448	4.13	1850
3- البحيرة	209	4.17	870
4- الشرقية	268	3.98	1069
5- الغربية	164	4.28	701
6- دمياط	64	3.83	244
7- الفيوم	24	3.88	95
8- محافظات أخرى	62	3.35	207
الجملة	1508	4.09	6175

المصدر: أيمن، إيهاب , عفيفي، عقبة, "استخدام المخلفات الزراعية فى المنشآت الريفية in ,*لمؤتمر مستقبل التنمية المستدامة في مصر*)القاهرة، مصر: وزارة التنمية المحلية المصرية, 2012.(p. 7) 99-184 ,II,),

ب. معدل تجدد المادة و مستقبل الانتشار

تعتبر مسطحات زراعة الأرز ثابتة نسبيا في مصر دون اتجاه لزيادة مسطحاتها، و ذلك بسبب طبيعة زراعة الأرز الشرهة في استهلاك المياه، حيث يوجد اتجاه حكومي مستقبلي بهدف حظر زراعة الأرز في 20 محافظة و الاكتفاء بزراعته في 7 محافظات من الوجه البحري و هي البحيرة والغربية وكفر الشيخ دمياط وبورسعيد والدقهلية والإسكندرية، ويتم حظره في باقي المحافظات الأخرى، التى تقع في خارج ووسط الدلتا وجنوبها، فضلا عن محافظات الفيوم والوادي الجديد وصعيد مصر. و بالرغم من سياسة تحديد مناطق زراعة الأرز في مصر، إلا انه لا يزال يتوقع أن يظل الأرز هو واحدة من أهم محاصيل التصدير التي تفيض عن الاستهلاك المحلي، و بالتالي فهذا يعني وفرة في كميات القش الناتج عنه. [2]

1-3-4البوص

شكل 1- 48 البوص الريحي بالملاحات.
المصدر: 'Invasive Species: (Phragmites)', in *Wisconsin Department of Natural Resources* <http://dnr.wi.gov/topic/invasives/fact/phragmites.html> [accessed 18 July 2016]

شكل 1- 49 الشدد المصنوعة من البوص من بحيرة المنزلة
المصدر: هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.90)

و هو نوع من الحشائش القاسية البرية، يرجع عهده في مصر لأيام نبات البردي و تصنيع أداة الناي و أكشاك الصيادين في مصر، اما خارج مصر فهو استخدم بكثافة في عمليات البناء في العراق و في شمال أوروبا للتسقيف.

أ. انتشارية المورد في مصر

ينتشر البوص في منطقة البحيرات الشمالية مثل بحيرة البردويل و المنزلة و شمال محافظة البحيرة و شرق محافظة دمياط، حيث ان هذه المناطق هي الاكثر في توافر البوص بنسبة 80% من مساحة هذا القطاع حيث تبلغ نسبة الملوحة في هذه البحيرات 30000 مليجرام لكل لتر مما يرفع من مقاومة البوص الريحي لعوامل الرطوبة و الملوحة و بخار

[1] أيمن، إيهاب , عفيفي، عقبة, "استخدام المخلفات الزراعية فى المنشآت الريفية in ,*لمؤتمر مستقبل التنمية المستدامة في مصر*)القاهرة، مصر: وزارة التنمية المحلية المصرية, 2012.(p. 6) 99-184 ,II,),

[2] محمد عتمان, "لهذا قررت الحكومة حظر زراعة الأرز في 20 محافظة in ,*لوت مصر الاخباري* 22 accessed] <>نوفمبر 2015[

الماء.كذلك ينتشر البوص بوفرة في المناطق الضحلة من البحيرة مثل الركن الجنوبي الشرقي جنوب بورسعيد و وسط البحيرة و بحيرة أم الريش و ذلك لزيادة نسبة الملوحة.[1] كما يتواجد البوص على شواطئ الترع و المصارف حتى أنه يشكل عائق لجريان المياه فيها، لذلك تشكل وزارة الري فرق لمقاومته و ابادته بالحرق و المبيدات[2].

أما عن تقدير الانتاج الموسمي لبحيرة المنزلة من البوص فهو يتعدى مليار سدة – و هي طبقات البوص التي يتم جمعها و ربطها بالحبال عند عملية التقطيع و تبلغ في المتوسط 2000 بوصة - في موسم الشتاء و مليار سدة أخرى في موسم الصيف و قد تم هذا التقدير بناء على حساب المساحات التي يتوافر فيها البوص و نسب انتشاره في كل منطقة من مناطق البحيرة. و هذا الانتشار للبوص و توافره يؤكد جدوى دراسة هذه المادة لتطوير استخدامها في الانشاء حيث يكفي الانتاج الموسمي لانشاء ما يوازي 10 مليون كشك و هو الوحدة السكنية و التي تتكون منها المنشآت في بحيرة المنزلة حيث يحتاج الكشك الواحد الى 20 سدة بوص.[3]

ب. معدل تجدد المادة و مستقبل الانتشار

يعتبر البوص محدود التوزيع نسبيا في مصر بسبب نموه في مناطق الملاحات و حول المستنقعات و حول مناطق زراعة الذرة و القصب. لكن تواجه إمكانية التوسع فيه تحدي هام و هو التلوث الحاصل في بحيرة المنزلة و الذي يؤدي إلى نفوق الكائنات الحية و يجعل البحيرة غير صالحة لنمو البوص في مناطق متعددة من البحيرات المالحة، و بالتالي فإن التوسع في زراعة البوص مقرونا بتنقية المناطق الملوثة من بحيرة المنزلة والبردويل. أما بالنسبة للبوص البلدي، فإنه يجري باستمرار إزالته على حقول الذرة و القصب و في نفس الوقت زراعة البوص على جوانب المستنقعات لمنع الروائح السيئة و انتشار الامراض.[4]

1-3-5المنتجات الثانوية لنخيل التمر

شكل 1- 50 المكونات الرئيسية لشجرة نخيل التمر

المصدر: Asdrubali, Francesco, D'Alessandro Francesco and Schiavoni, , Samuele, 'A review of unconventional sustainable building insulation materials', *Sustainable Materials and Technologies*, 4 (2015), 1-17.

يتم تقليم نخيل التمر باستمرار من اجل تفادي الحرائق و الإصابة بالناخرات و الآفات و كذلك لزيادة انتاج النخلة من التمر. يمتاز الجريد – وهو أحد أهم نتائج التقليم- بقوة ميكانيكية بسبب وظيفته الاصلية و هي حمل وزن سباط التمر في النخلة. و يتم استخدامه في بناء الأسقف و الأسوار و الأبواب و الأثاث و الأقفاص.

[1] هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.183-196).
[2] المرجع السابق
[3] المرجع السابق
[4] المرجع السابق

أ. انتشارية المورد في مصر

تنتج أغلبية كميات جريد النخيل سنويا من عمليات التقليم لنخيل التمر[1]. و تنتشر النخيل في أغلب محافظات مصر، و أكثر المحافظات التي تتمتع بأعداد كبيرة من النخيل هي البحيرة و الشرقية و أسوان و الوادي الجديد و دمياط كما يلي:

شكل 1- 51 أعداد نخيل التمر في أكبر 10 محافظات مصر في انتاج التمر في مصر
المصدر: محافظة أسوان- الاحصائيات المركزية/الجهاز المركزي للتعبئة و الإحصاء- تقرير 2011

ب. معدل تجدد المادة و مستقبل الانتشار

ينتشر وجود النخيل في معظم أرجاء مصر حول وادي النيل و في واحات سيوة و الواحات الداخلة و الخارجة و البحرية و النوبة و الوادي الجديد. و بسبب طبيعة قدرة تغلب النخيل على درجات الحرارة المرتفعة و انخفاض معدلات الامطار و تحمل الجفاف، فإنه يمكن التوسع بكفاءة في مسطحات زراعة النخيل عن طريق زراعة الفسائل و التي تكون جاهزة للزراعة في عمر سنتين، و هو أسلوب ناجح يمكن من مضاعفة كميات النخيل بسرعة قياسية في التربة الصحراوية. [2]

خلاصة الفصل الأول

- نتيجة لارتفاع معدلات انباعاثات غازات الاحتباس الحراري، تتزايد احتياجات التظليل و المنشآت السريعة المغطاة للاستضافة الانشطة العامة مثل الاسواق و المخازن و المصليات. هذا يؤدي إلى الاعتماد على مواد البناء السائدة مرتفعة التكاليف مثل الخرسانة و الحديد، و الاعتماد على البناء بالمواد المتوفرة في متناول اليد مثل الخردة بدون اعتبار معايير الجودة. أما في الدول المتقدمة، فإن البحث عن مواد منخفضة الاستهلاك في الطاقة و منخفضة التكاليف هي المحرك الاول للبحث عن مواد بديلة للمواد السائدة، و هي مواد متجددة و صديقة للبيئة و هي المواد الطبيعية.
- البناء الطبيعي هو البناء الذي يولي الاهمية الاكبر للاستدامة الاجتماعية و البيئية، حيث يهتم هذا النظام بتقليل الاثر البيئي السلبي للانشاء، و في نفس الوقت تقديم منشآت مريحة و متسقة مع احتياجات المجتمع من ناحية الوظيفة و الشكل.
- تراث البناء الطبيعي في مصر يعتمد في أغلبه على البناء بالطين والطوب اللبن في أغلب المناطق الريفية و النوبة و قد تم عمل محاولات جادة لإحياء أساليب البناء الطبيعي على يد العديد من المعماريين مثل حسن فتحي، لكن كانت من أهم نقاط الضعف الرئيسية التي أحالت دون انتشار هذا الفكر في كافة أرجاء مصر هي ثقل هذه المواد كخامة و عدم مرونة تشكيلها أو نقلها أو إعادة استخدامها و انحسار توفرها بسبب انخفاض

[1] فهيم ، ابراهيم، *زراعة و انتاج نخيل البلح* (12th edn ,القاهرة، مصر: مركز البحوث الزراعية-وزارة الزراعة و استصلاح الاراضي, 2004.(ص.20).
[2] المرجع السابق (ص.25).

مسطحات ترسيب طمي النيل، بالاضافة إلى الاضطرار عند البناء بها لاتخاذ أشكال محددة مثل القباب الصغيرة و التي ارتبطت في الوجدان المصري بشكل المقابر.بسبب هذه العيوب، حدث التبدل للاعتماد على مواد البناء السائدة مثل الخرسانة و الطوب الاحمر بسبب مرونة التشكيل و متانة البناء، لكن يعيب هذا النظام ارتفاع تكلفته و انخفاض اعتماده على الموارد البشرية – عدم المساهمة في حل مشكلة البطالة- بالاضافة إلى الاضرار بالبيئة أثناء عمليتي التصنيع و الهدم.

- المكونات الزراعية هي منتجات ثانوية من زراعة محاصيل مفيدة، تتبقى بعد استخلاص العناصر الهامة من كل محصول و ذلك لأنها لا تحقق الهدف المطلوب من المحصول كغذاء أو كساء و يمكن استخدامها في البناء بصورة مباشرة و باستخدام طاقة تصنيع منخفضة.
- نجحت المكونات الزراعية في العديد من التجارب في مصر و حول العالم في أن تكون مواد الانشاء و التكسية الاصلية للعديد من طرز البناء التراثية و الحديثة. كما أنها اتسمت بالخفة و القابلية للتشكيل المرن، بالاضافة إلى كونها قابلة لإعادة الاستخدام و الفك و التركيب بسهولة في منشآت أخرى خفيفة.
- تبلغ المخلفات الزراعية في مصر حوالي 30 مليون طن في السنة، تلك المخلفات تواجه ازمة غياب الوعي بين الفلاحين و الحكومة بالاضافة إلى حرق المخلفات الزراعية و التي ينتج عنها ظاهرة السحابة السوداء. و يعتبر من أهم و أكثر هذه المخلفات هي قش الارز و المنتجات الثانوية لنخيل التمر و البوص. بالاضافة إلى الأخشاب.
- تعتبر كميات الأخشاب في مصر منخفضة نسبيا نظرا لانخفاض مساحات الغابات الطبيعية في مصر لكن يوجد الان غابات صناعية بغرض زراعة الاشجار لزيادة ثروة مصر من الاخشاب. أما قش الارز فهو يشكل النسبة الاكبر من المخلفات الزراعية. أما البوص فيتواجد حول الملاحات و حول بحيرتي المنزلة و ادكو بالاضافة إلى البوص البلدي حول حقول القصب و الذرة في الصعيد. أما جريد النخيل فهو منتشر في أغلب المناطق في مصر من اسكندرية و رشيد مرورا بالواحات و وادي النيل وصولا للنوبة.

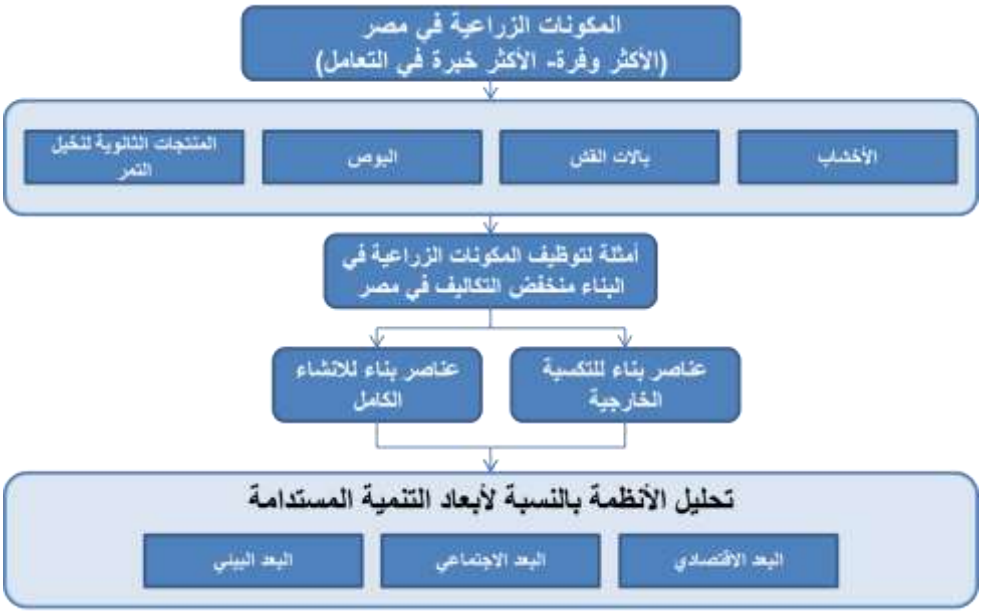
الفصل الثاني: خصائص المكونات الزراعية و توظيفها في البناء منخفض التكاليف في مصر

2-1 البناء بالمواد الطبيعية و تحقيق مبادئ التنمية المستدامة
2-2 أبعاد تحليل كفاءة المكونات الزراعية في تحقيق مبادئ التنمية المستدامة
2-3 البناء باستخدام الاخشاب في مصر
2-4 البناء باستخدام بالات القش في مصر
2-5 البناء باستخدام البوص في مصر
2-6 البناء باستخدام المنتجات الثانوية لنخيل التمر في مصر

2- خصائص المكونات الزراعية و توظيفها في البناء منخفض التكاليف في مصر

تمهيد

في هذا الفصل، سيتم استعراض طرق توظيف المكونات الزراعية الاشهر في مصر- و هي الخشب و القش و البوص و المنتجات الثانوية لنخيل التمر- بالتقنيات المصرية التي لا تزال تستخدم حتى الان في مجال تنفيذ العناصر الانشائية و التكسيات الخارجية. يهدف هذا الاستعراض للوقوف على اماكن تواجد الخبرات و المهارات المتوارثة في التعامل مع المكونات الزراعية، ثم تحليل كل منتج تحليلا كيفيا لدورة حياتها، و ذلك تمهيدا لمقارنتها ليتم التعرف على المكون الزراعي الأنسب و الأكثر مرونة لتطوير تطبيقات استخدامه.



يتم تحليل كل مكون من المكونات الزراعية الاربعة في كل جزء على حدة من خلال التكوين التالي لكل جزء و هو:

1- **الخصائص الطبيعية للمادة بالمقارنة بمادة بناء تقليدية.**
2- **المتانة و تحمل العوامل المناخية في مصر.**
3- **تحليل أسلوب توظيف عناصر البناء باستخدام المكون الزراعي في مصر كنظام إنشاء كامل و كتكسية خارجية:**
   أ. تعريف أسلوب توظيف العناصر:- يتم اختيار الأسلوب بحيث يكون:
      - معتمدا على تراث تقني أصيل و المستمر البناء به حتى الآن.
      - الأقل اعتمادا على التصنيع.
      - الأكثر سرعة و الأكثر بساطة في التفاصيل.
   ب. تفاصيل الإنشاء و الخطوات.
   ت. تفاصيل الحماية من العوامل الخارجية.
4- **تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند استخدام هذا العناصر في البناء.**

1-2 البناء بالمواد الطبيعية و تحقيق مبادئ التنمية المستدامة

كاستجابة للاهتمام العالمي بالتنمية المستدامة، فإنه لا يكون الهدف من اختيار مادة البناء الطبيعية هو بناء مشروع يحقق الهدف المطلوب منه فيزيائيا فقط، و إلا فسيتم الاعتماد على مواد البناء السائدة (مثل الخرسانة و الحديد، إلخ) لما لها من خبرة في البناء في أغلب الدول النامية. لذلك فقد تحولت الأنظار عالميا إلى إعادة اكتشاف تراث البناء بالمواد الطبيعية لتكون هي اساس التنمية الذاتية، و ذلك لأنها تستثمر المهارات المتوارثة داخل المجتمع، مما يعزز من شعور المسئولية و الانجاز عند المجتمع في قدرته على البناء لتوفير بيئة صحية و آمنة بأيديهم.

1-1-2 مبادئ التنمية المستدامة

تتمحور فكرة التنمية المستدامة حول ادارة الموارد الاقتصادية بطريقة تحافظ على الموارد و البيئة أو تحسينها لكي تتمكن الأجيال المقبلة من أن تعيش حياة كريمة أفضل. ظهرت تعريفات كثيرة تدور حول نفس المعنى و يمكن تركيزها في التعريف الشامل الآتي: الادارة الحكيمة للموارد الطبيعية المتاحة بشكل يكفل الرخاء الاقتصادي و الاجتماعي و يحقق الاحتياجات الانمائية و البيئية للأجيال الحالية و المقبلة.و تعالج التنمية المستدامة ثلاثة أبعاد متداخلة و متكاملة و هي [1]:

1- التنمية الاقتصادية و تحقيق معدلات تنمية مطردة.
2- التنمية الاجتماعية و تحقيق العدالة في توزيع الثروة.
3- المحافظة على البيئة و الموارد الطبيعية.

شكل 2- 1 أبعاد التنمية المستدامة

المصدر: Munasinghe, M., 'Sustainomics: a transdisciplinary framework for sustainable development', in *Anniversary Sessions of the Sri Lanka Assoc. for the Adv.of Science (SLAAS)* (Colombo, Sri Lanka.: SLAAS, 1994), 50TH.

2-1-2 خصائص البناء المشارك في التنمية المستدامة من الداخل[2]:

و من أجل أن يكون لتقنية بناء أو لمشروع معين فرصة في تحقيق التنمية الذاتية في مجتمع ما، يجب أن تتصف بالتالي:

- توفير الراحة الجسدية و الارتياح الجمالي و الشكلي.
- رفع القدرة على التمكين داخل المجتمع من خلال رفع قابلية التملك من قبل الطبقات الدنيا للمجتمع.
- استخدام مواد و تقنيات آمنة في التعامل معها سواء من خلال استخراج المواد الخام او التصنيع او النقل او البناء أو الصيانة أو التخلص منها بعد انتهاء حياتها المفيدة.
- أن يكون له آثار إيجابية على البيئة المحلية و العالمية.
- سهولة إعادة الاستخدام و التدوير عند نهاية الحياة المفيدة للمبنى.
- دعم التنوع الثقافي و الحيوي للمجتمعات.
- التأقلم مع التغيرات في الظروف المناخية و الاجتماعية.
- أن يتم تصنيعه و بناؤه و صيانته و تصليحه و التخلص منه محليا و بأمان على البيئة المحيطة.

[1] ' United Nations Conference on Environment & Development: Agenda21', in *Earth Summit* (Rio de Janerio: United Nation, 1992), pp. 32-58.
[2] Kennedy, Joseph, *Building Without Borders: Sustainable Construction for the Global Village* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2004) (p. 57).

- إعلاء قيم المشاركة المجتمعية في عملية تصنيع مواد البناء و الإنشاء.
- أن يكون بكفاءة مرتفعة في استخدام الطاقة و المواد.
- أن يكون معتمدا على حرفة متوارثة يمكن تقويتها و تنميتها في المجتمع بحيث تصبح أساسا من اسس و أصول Assets هذا المجتمع.
- أن يوفر حس الملكية و التمكين لدى المجتمع.

2-2 أبعاد تحليل فرص مشاركة المكونات الزراعية في تحقيق التنمية الذاتية

تختلف طبيعة المكونات الزراعية و تشكيلاتها بسبب كونها أجزاء من نباتات تحتمل الاختلاف. عند التدقيق في استخدامات المكونات الزراعية في مجال البناء، يلاحظ ان هناك مرونة واسعة جدا في تشكيلها و منتجاتها يدويا. اما في مجال التصنيع فإنه يلاحظ ان المكونات الزراعية تختلف في قابليتها للاستخدام في التصنيع، فتوجد الانواع التي تحتمل التشابه و من ثم تكون مؤهلة للدخول في عملية تصنيع موحدة و متكررة مثل الخشب و بالات القش، و توجد الانواع التي هي شديدة الاختلاف فيما بينها، و بالتالي فهي تحتاج ذكاء و حدس اليد البشرية للتعامل معاها و بالتالي تعتمد على الخبرة و المهارة اليدوية اكثر من اعتمادها على التصنيع مثل البوص و المنتجات الثانوية لنخيل التمر. [1]

بالاضافة إلى اختلاف طرق التشكيل، تتنوع امكانيات المكونات الزراعية في أساليب الاستخدام في الانشاء حسب طبيعتها و حسب التراث التقني الذي يتمتع به المجتمع المحلي المحيط بهذه المكونات، و هذا يتمثل بوضوح عند التدقيق في التراث التقني المصري لاستخدام المكونات الزراعية و التراث التقني العالمي لاستخدام نفس المكونات. لذلك فإنه عند الرغبة في استخدام المكونات الزراعية كأساس للتنمية المستدامة المحلية من الداخل بواسطة الجمعيات التطوعية، يتعين دراسة الأبعاد الاقتصادية و الاجتماعية و البيئية لهذه الاساليب من أجل اختيار الاساليب المثلى لاستخدامها في مجال التنمية الذاتية بهدف تطوير المجتمعات الفقيرة من الداخل بما يراعي[2]:

1. **تفاصيل الإنشاء و الصناعة:** من خلال توظيف المكونات محليا لتخفيض التكلفة و للاستفادة من المقاومة الطبيعية للعوامل المناخية في البيئة المحلية لضمان المتانة بالاضافة إلى الحرص على مرونة التصميم و قابلية الامتداد المستقبلي و سرعة الإنشاء ، خاصة في بناء المنشآت الخفيفة أو المظلات.
2. **مهارات المجتمع و التنفيذ:** من خلال التطوير بالاعتماد على تراث تقني محلي مستمر حتى الآن لضمان وجود أبجديات المهارة و الألفة عند الموارد البشرية في المجتمع الهدف.
3. **تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية:** من خلال التجانس مع الوضع القائم والعمل على التطوير لا الهدم بحيث يكون التطوير آمنا على البيئة.

و من أجل اختيار أفضل تقنيات البناء ليتم اعتمادها في مشروعات التنمية المحلية من الداخل بأيدي أفراد المجتمعات الفقيرة في الدول النامية، فقد وضع (تشين و آخرون، 2010) مجموعة من العناصر الخاصة بكل بعد من أبعاد الاستدامة ، و التي تم اختيارها بناءً على مسح تم عمله على 410 مساهمين في صناعة البناء في الولايات المتحدة من مهندسين و مقاولين و عاملين من أجل معرفة أكثر الجوانب التي يهتمون أن تكون مستوفاة في أي تقنية بناء جديدة يتم اختيارها، حيث كانت في هذه الحالة استطلاع لدراسة امكانية التحول من المنشآت الخرسانية العادية للخرسانة مسبقة الصب[3] . هذه الجوانب التي تظهر في جدول 2-1 سيتم تغطيتها لعمل تحليل مفصل لتقنيات البناء التي سيتم مناقشتها في هذا الفصل و الفصل التالي.

[1] Racusin, Jacob and McArleton, Ace, *The Natural Building Companion: A Comprehensive Guide to Integrative Design and Construction*, 1st edn (Chelsea, UK: White River Junction, 2012).
[2] ' United Nations Conference on Environment & Development: Agenda21', in *Earth Summit* (Rio de Janerio: United Nation, 1992), pp. 32-58.
[3] Chen, Ying, Okudan, Gul and Riley, David, 'Sustainable performance criteria for construction method selection in concrete buildings', *Automation in Construction*, 19 (2010), 235-44 (p. 4).

جدول 2- 1عناصر قياس تحقيق التنمية الذاتية حسب اهتمام المساهمين في صناعة البناء

	تفاصيل الإنشاء و التنفيذ	مهارات المجتمع و التنفيذ	تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية
اهتمام العملاء و المهندسين	استهلاك الموارد المادية و البشرية	انتشارية العمالة الماهرة.	التاثير على الموقع
	الوقت المستهلك في التنفيذ	النواحي الجمالية	استخدام مواد متجددة
	التكلفة المبدئية و تكلفة الخامات		قابلية اعادة الاستخدام و التدوير.
	استهلاك الطاقة غير المتجددة		جودة البيئة الداخلية
	المتانة و احتياجات الصيانة		
اهتمام المقاولين و العاملين	مرونة التصميم	سلامة العاملين أثناء التنفيذ	معدلات المخلفات الناتجة
	معدلات النقل و الصيانة	سهولة التدريب على التشغيل	معدلات التلوث و المشاركة في الاحتباس الحراري
	سهولة التنفيذ		استهلاك المياه

المصدر: Chen, Ying, Okudan, Gul and Riley, David, 'Sustainable performance criteria for construction method selection in concrete buildings', *Automation in Construction*, 19 (2010), 235-44 (p. 4).

2-2-1 تفاصيل الإنشاء و الصناعة

يهتم البعد الاقتصادي بتعريف الموارد الاساسية المطلوبة لزوم بداية الانشاء، و هي المواد و الموارد البشرية و الوقت و العمالة، بالاضافة الى دراسة الكفاءة التشغيلية، و هي المتانة و مرونة التصميم و القابلية للامتداد المستقبلي وفقا لمعايير كيفية شاملة لقياس كفاءة تقنيات البناء باستخدام المواد الطبيعية حسب منشأ قياسي [1،2]:

أ. استهلاك الموارد المادية و البشرية:
1. المواد الاساسية و طبقات الحماية.
2. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ.

ب. الوقت المستهلك في التنفيذ

ت. الطاقة الكامنة المبدئية.

ث. التكلفة المبدئية و سعر الخامة.

ج. المتانة و احتياجات الصيانة.

ح. مرونة التصميم و التغيير.

2-2-2 مهارات المجتمع و التنفيذ

يهتم البعد الاجتماعي بدراسة جودة البيئة الداخلية للمستخدمين بالإضافة إلى أماكن تواجد الخبرات المحلية و التراث التقني المستمر حتى الآن في استخدام المكونات الزراعية في مصر من أجل تطوير الريف من الداخل بسواعد أبنائه. بالاضافة إلى ذلك، فإن البعد الاجتماعي يهتم بفرص و إمكانية التدريب لنشر التقنية في الأماكن التي تمتلك المادة و لا تمتلك الخبرة. أما بالنسبة للتقبل المجتمعي للشكل النهائي فيمكن توقعه من خلال ملاحظة التصميم المعماري و العمراني المحيط القائم لتوقع تلاؤم الشكل النهائي مع الثقافة المجتمعية للمجتمعات الفقيرة بالريف و الظهير الصحراوي و ذلك وفقا لمعايير كيفية شاملة لقياس كفاءة تقنيات البناء باستخدام المواد الطبيعية حسب منشأ قياسي[3،4]:

أ. انتشارية الخبرة و التراث التقني.

ب. سهولة التدريب و سلامة التنفيذ .

[1] Zabihi, Hossein, Habib, Farah and Mirsaeedie, Liela, 'Sustainability Assessment Criteria for Building Systems in Iran', *Middle-East Journal of Scientific Research*, 11 (2012), 1346-51 (pp. 5-6).

[2] Chen, Ying, Okudan, Gul and Riley, David, 'Sustainable performance criteria for construction method selection in concrete buildings', *Automation in Construction*, 19 (2010), 235-44 (p. 4).

[3] المرجع السابق.

[4] Zabihi, Hossein, Habib, Farah and Mirsaeedie, Liela, المرجع السابق

ت. التكامل الجمالي مع التصميم المعماري و العمراني المحيط.

3-2-2 تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية

يهتم البعد البيئي بدراسة الآثار البيئية الناتجة عن دورة حياة الأسلوب الانشائي ككل باستخدام برنامج Athena Impact Estimator، ثم يهتم بالدراسة الكيفية لهذه الاثار في مراحل استخراج المواد – التأثير على الموقع- و النقل و التصنيع و المخلفات الناتجة كما يدرس امكانية اعادة الاستخدام و التدوير عملا بمبدأ الـ 3Rsو هو تقليل المخلفات Reduceو اعادة استخدامها Reuseو تدويرها Recycle . و ذلك وفقا لمعايير كيفية شاملة لقياس كفاءة تقنيات البناء باستخدام المواد الطبيعية حسب المنشأ القياسي[1]،[2]:

أ. جودة البيئة الداخلية و السلامة:
1. الأداء الحراري. (حسب المحاكاة ببرنامج Design Builder - إن أمكن)
2. الأداء الصوتي.
3. مقاومة الحريق

ب. آثار دورة الحياة كميا (حسب المحاكاة ببرنامجAthena Impact Estimator - إن أمكن) :
a. انبعاثات الاحتباس الحراري Global Warming Potential.
b. زيادة الأمطار الحمضية Acidification Potential.
c. الطاقة الابتدائية الاجماليةTotal Primary Energy: و تشمل الطاقة غير المتجددة Non-Renewable Energy. و استهلاك الوقود الاحفوري Fossil Fuel Consumption.

ت. آثار المراحل المختلفة كيفيا:
a. مرحلة استخراج المواد و التأثير على الموقع.
b. مرحلة التصنيع.
c. مرحلة النقل.
d. المخلفات الناتجة.
e. قابلية اعادة الاستخدام و التدوير.

تم اختيار برنامج Athena Impact Estimator لحساب الآثار البيئية لدورة الحياة عن كل تقنية بناء قدر الامكان و ذلك بسبب أنه هو البرنامج الوحيد الذي يقوم بحساب الآثار البيئية عن كامل دورة الحياة قي أمريكا الشمالية و المتاح للاستخدام في الشرق الاوسط. حظى هذا البرنامج باعتماد من أكثر من برنامج لتقييم المباني المستدامة مثل برنامج LEED و برنامج تقييم البناء الأخضر Green Globes، و ذلك بسبب الحساب بالنظر إلى تصنيع المنتج و النقل و استخدام الطاقة و الصيانة و التخلص من المخلفات.[3]

و سيتم في هذا الفصل و الفصل الثالث تحليل مجموعة من عناصر البناء المعتمدة على المكونات الزراعية التي تم اختيارها بسبب:

1. أنها تعتمد على تراث تقني قوي مستمر حتى الآن محليا أو عالميا، و ذلك لأنه يعبر عن إمكانية تنمية المهارة من قبل أفراد المجتمع مما يؤكد على الألفة و تعزيز شعور الملكية.
2. أنها الأكثر سرعة في التنفيذ و الأكثر بساطة في التفاصيل.
3. أنها الأقل اعتمادا على التصنيع.

[1] Zabihi, Hossein, Habib, Farah and Mirsaeedie, Liela, 'Sustainability Assessment Criteria for Building Systems in Iran', *Middle-East Journal of Scientific Research*, 11 (2012), 1346-51 (pp. 5-6).
[2] Chen, Ying, Okudan, Gul and Riley, David, 'Sustainable performance criteria for construction method selection in concrete buildings', *Automation in Construction*, 19 (2010), 235-44 (p. 7).
[3] Athena Sustainable Building Institute, 'Impact Estimator for Buildings', in *Athena Life Cycle Assessment Software* <http://calculatelca.com/software/impact-estimator/overview/> [accessed 9 January 2016]

4. أنها الأكثر قابلية للنقل و إعادة الاستخدام خاصة لبناء المنشآت الخفيفة و المظلات .
5. أنها الأكثر تنوعا و الأكثر مرونة في الاستخدام .

4-3-2 خصائص المنشأ القياسي

تم اختيار خصائص المنشأ القياسي بحيث يستوفي اشتراطات الكود المصري لأسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق لأن يكون المنشأ قابل للاحتراق. و المنشأ القابل للاحتراق هو المنشأ الذي لا تقتصر المواد القابلة للاحتراق الداخلة في إنشائه على التكسيات و أعمال التشطيبات، أي تدخل هذه المواد في إنشائه بصورة رئيسية.[1] و ينص الكود على امكانية أن يكون المنشأ قابل للاحتراق في الإشغالات التالية:

جدول 2- 2 اشتراطات المنشأ القابل للاحتراق عند استخدام عناصر إنشاء بمقاومة للحريق 4/3 ساعة[2]

المجموعة	الإشغال	عدد الأدوار	الحد الأقصى للمساحة
مجموعة (أ)	المسارح و دور السينما	دور واحد	300 م2
	المدارس و الكليات و قاعات المناسبات و صالات الالعاب	دور واحد	1600 م2
	قاعات المدرجات	دور واحد	1000 م2
	تجمعات لأفراد بالهواء الطلق و المرجات المكشوفة	دور واحد	300 م2
مجموعة (ب)	ملاجئ الاطفال و دور المسنين و الوحدات الصحية	دور واحد	250 م2
مجموعة (جـ)	المباني السكنية و بيوت الشباب	3-1 أدوار	1200-600م2
مجموعة (د)	اشغالات المباني الادارية	2-1 أدوار	1000-800م2
مجموعة (هـ)	المحلات التجارية و الأساق و قاعات المعارض التجارية	2-1 أدوار	1000-600م2

المصدر: اللجنة الدائمة لإعداد أسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق ,*الكود المصري لأسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق- الجزء الأول*)القاهرة: المركز القومي لبحوث الإسكان و البناء, 2012.(224-170 ,39-38 ,33-20 .pp) (

و بالتالي فإنه يجوز افتراض المنشأ القياسي بأن يكون كالتالي:

جدول 2- 3 خصائص المنشأ الافتراضي

المساحة	الأبعاد	الإشغال	مقاومة الحريق لعناصره الإنشائية	الموقع الافتراضي	نوع المنشأ و العمر الافتراضي
دور واحد بمساحة 100 م2	8م*12م و بارتفاع لا يقل عن 5 م	متعدد الوظائف (قابل للاستخدام لأي من الإشغالات الواردة في جدول 2-2)	لا تقل مقاومة الحريق لعناصره الإنشائية عن 4/3 ساعة، و لا يتم اشتراط مقاومة حريق محددة للسقف العلوي.[3]	وادي النيل أو الواحات الغربية أو المناطق الساحلية	منشأ مؤقت أو منشأ خفيف بعمر افتراضي لا يقل عن 8-10 سنوات

المصدر: الباحث

3-2 البناء باستخدام الاخشاب في مصر

يمتاز الخشب بمجموعة من المميزات و التي تجعله متفوق على غيره من المواد الانشائية و الاكثر انتشارا بين المكونات الزراعية في عملية البناء. من اهم هذه المميزات هي خفة الوزن و سهولة التشغيل و المتانة. يتمتع الخشب - بكثافة

[1] اللجنة الدائمة لإعداد أسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق ,*الكود المصري لأسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق- الجزء الأول*)القاهرة: المركز القومي لبحوث الإسكان و البناء, 2012.(ص.38-39)

[2] أقل مقاومة حريق مسموح بها للخشب الإنشائي

[3] المرجع السابق.(ص.172).

مرتفعة 850 كجم للمتر المكعب للأخشاب الصلبة مثل خشب العزيزي و الزان [1]- و مقاومة مرتفعة للشد، كما يتسم بخفة الوزن و سهولة التشغيل، بالاضافة إلى خصائص حرارية جيدة، و ذلك ما منحها تراث تقني قوي محليا و عالميا [2].

2-3-1 الخصائص الطبيعية للأخشاب

جدول 2-4 الخصائص الطبيعية للأخشاب الأكثر استخداما في مجال البناء في مصر [3]

	الكثافة النوعية	مقاومة الشد	مقاومة الضغط	المرونة
الخشب العزيزي	650 كجم للمتر المكعب،	91.5 ميجا باسكال	72.5 ميجا باسكال	11.25 جيجا باسكال
الخشب الموسكي	450 كجم للمتر المكعب،	48 ميجا باسكال	41 ميجا باسكال	10.50 جيجا باسكال
الاستيل	7849 كجم للمتر المكعب،	265 ميجا باسكال	128 ميجا باسكال	200 جيجا باسكال

المصدر: الباحث بالاعتماد على ElMously, Hamed, 'The Palm Fibers for the Reinforcement of Polymer Compoaites: Prospects and Challenges', in *The First Ain Shams Internationak Conference on Environmental Engineering* (Cairo, Egypt: Ain Shams University, 2005), pp. 866-86 (p. 7). و Chris Magwood, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 69). و Hamed Elmously, 'THE INDUSTRIAL USE OF THE DATE PALM RESIDUES AN ELOQUENT EXAMPLE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT', in *PROCEEDINGS 4th International Congress on "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin"* (Cairo, Egypt: [n.pub.], 2009), VOL. 1, 204-27 (p. 7).

2-3-2 المتانة و تحمل العوامل المناخية في مصر

تسبب الرطوبة اضرارا بالغة للاخشاب بسبب انخفاض مقاومتها للانتفاخ و الانكماش. هذه الاضرار تشمل التأثير السلبي على الخواص الميكانيكية للخشب و قوم السطح الخارجي و تحمله للعوامل الخارجية . و بالتدقيق في اضرار الرطوبة، يلاحظ ان التغيير بنسبة 1% في محتوى الرطوبة يسبب تغيير بنسبة 6% في قوة الخشب و تحمله للاحمال المختلف.و بالتالي يجب أن يراعى ألا تزيد الرطوبة عند التشغيل عن 12%[4].اما بالنسبة لتأثير التعرض المباشر للإشعاع الشمسي فيكون التأثير على المظهر العام للمبنى بسبب تغير لون الاخشاب، كما يصاحب التغير اللوني ضعف مقاومة الاخشاب للعوامل الجوية بسبب زيادة التعرض للاشعة فوق البنفسجية.[5]

2-3-3 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من الاخشاب
نظام الكمرة و العمود الخشبي Post and Beam Frame System

يعتبر الخشب من ضمن اشكال العمارة التلقائية في مصر، حيث يتضح البناء الفطري باستخدام الخشب في الشمال و بالتحديد في منطقة الموانئ حول بحيرة المنزلة و بالساحل الشمالي و ساحل البحر الأحمر عند توافر الاخشاب المستوردة مثل خشب العزيزي و الموسكي التي يتم الحصول عليها بصفة رئيسية من ميناء القنطرة (كما يظهر في شكلي 2- و 2-3) . و يتضح ذلك من خلال العمارة في جزيرة أم خلف و التي تشابه بصورة كبيرة نظام Post and Beam و المعتمد على اعمدة و كمرات مرتفعة عن منسوب الارض لتكون شبيهة بالمنصات العائمة(كما يظهر في شكل 2-4).[6]

[1] نصير، رضا احمد, 'الانشاءات الخفيفة و تأثير المناخ على امكانية تطبيقها في مصر' (رسالة ماجيستير, جامعة عين شمس, كلية الهندسة, 1991).

[2] أيمن محمد فتحي ,*الخشب في العمارة*)القاهرة، مصر : دار الكتب العلمية للطباعة و النشر, 2006.(ص.30-46).

[3] تم اختيار الاستيل لمقارنة الخصائص الطبيعية الخاصة به بخصائص الاخشاب لأن الأخشاب كخامة تعتمد على الشد في التشكيل و الإنشاء مثل الاستيل.

[4] محمد فتحي، أيمن ، المرجع السابق.

[5] اسماعيل ، عبدالفتاح، ,*الصناعات الخشبية*)القاهرة، مصر.: مكتبة الأسرة, 1995.(

[6] هلال، أحمد عبدالنبي, 'العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة' (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(

شكل 2- 2 نموذج من الأكشاك الساحلية في مرسى علم
المصدر: كتالوج شركة بانجالو للهياكل الخشبية Bungalow Wooden Structures

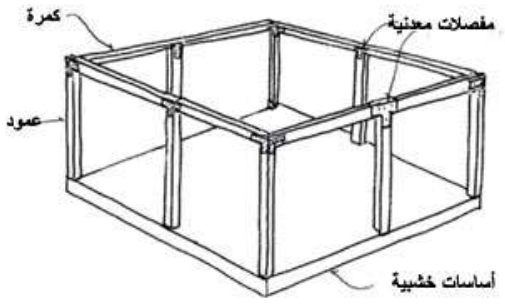
شكل 2- 3البرجولات في المناطق السياحية
المصدر: كتالوج شركة بانجالو للهياكل الخشبية Bungalow Wooden Structures

شكل 2- 4 رفع المنازل الخشبية عن الارض 30 سم للوقاية من الرطوبة في جزيرة أم خلف
المصدر: أحمد عبدالنبي هلال *العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة*)حلوان، مصر: رسالة ماجيستير، كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان, 1992.(

أ. تفاصيل الإنشاء

يعتمد هذا بصورة رئيسية على قوائم 6*6 أو أكبر حسب نوع الخشب المستخدم و الذي يتحدد على اساسه مقاس قطاعات القوائم و المسافات البينية بينها و البحور المطلوبة . ويعتمد هذا النظام على مفصلات معدنية ثابتة للربط بين الأعمدة و الكمرات (كما يظهر ذلك في شكلي 2-5، 2-6).[1]

شكل 2- 5 نظام التسقيف المستوي عند استخدام نظام الكمرة و العمود
المصدر: Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 136).



شكل 2- 6 نظام الكمرة و العمود و يتضح فيه الاعتماد على المفصلات المعدنية
المصدر: Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 160).

ومن أمثلة استخدام هذا النظام في مصر هو مبنى بهيئة المصل و اللقاح بالهيئة القومية للرقابة و البحوث الدوائية (شكل 2-7). يقع مبنى وحدة المصل و اللقاح التابع للهيئة القومية للرقابة و البحوث الدوائية بشارع البطل احمد عبد العزيز، و هو من تصميم و تنفيذ شركة عثماسون للصناعات الخشبية بمساحة 70 متر مربع.يتكون المبنى من طابقين يحتوي الطابق الاول على غرف مخصصة للموظفين و ملحق بها الخدمات الخاصة كدورة للمياه و مطبخ و حمام بينما يحتوي الطابق العلوي على صالة كبيرة للموظفين بمسطح 45متر مربع.و تم استخدام الخشب في المبنى كالتالي:[2]

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 160).

[2] فتحي ، أيمن محمد ,*الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006.(ص.230-290)

شكل 2- 7 منظور الواجهة الرئيسية لوحدة متكررة داخل مبنى الهيئة القومية للرقابة و البحوث الدوائية.
المصدر: أيمن محمد فتحي ,*الخشب في العمارة*)القاهرة، مصر : دار الكتب العلمية للطباعة و النشر, 2006.(ص.229).

- تم عمل أعمدة الهيكل من الخشب العزيزي بقطاع 6*6 بوصة.
- تم عمل كمرات المبنى الطولية و العرضية من الخشب العزيزي بقطاع 3*8 بوصة.
- ارضية الدور العلوي للمبنى مصنوعة من الواح الخشب الموسكي ذات قطاع 1*5 بوصة، و مثبتة على علفات قطاع 2*3 بوصة، أما السقف فيتكون من ألواح من الخشب الموسكي قطاع 5*1 مثبتة على الكمرات، و مثبت عليها ألواح من الصفيح المعرج مع وضع طبقة من الخرسانة الرغوية.

ب. تفاصيل الحماية

تكون وقاية الاخشاب من عوامل الرطوبة و اشعة الشمس باتخاذ الاجراءات الوقائية من اختيار الخشب نفسه ثم منتجاته و تمتد حتى التفاصيل الانشائية و التي تحقق التهوية المناسبة و المعالجة السليمة للأسطح، و ذلك من خلال:

1- **النقل و التخزين:** يجب تجنب تخزين الاخشاب في الاماكن المغلقة غير جيد التهوية لمدة 8:12 يوم حتى لا يتعرض للاصابة بالبكتيريا كما يجب تجنب تخزينه في الاماكن المفتوحة[1].
2- **اختيار التشكيل المعماري و التصميم المناسب سهل التنفيذ:** حتى يتسنى حماية كل اجزاء الخشب . كما يجب تفادي اركان التغطيات و اماكن الهبوط في الوصلات التي قد يتراكم فيها المياه. بالاضافة الى ضرورة تزويد المبنى بنظام صرف الامطار من على الاسطح و رفع منسوب ارضية الدور الارضي للمباني الخشبية بـ30 سم عن الارض.[2]
3- **التصميم بالبروزات:** تغطية الاسقف الخشبية المستوية او المائلة للحوائط مع بروزها عن الحائط للخارج بمسافة كافية لتصريف مياه الامطار بعيدا عن كسوات الحوائط الخارجية.
4- **معالجة الاحرف:** تغطية احرف الكمرات الكابولية و البارزة بقطع من خشب الابلكاش المقاوم للعوامل الجوية كما يمكن استخدام اغطية من النحاس لهذه الكمرات لمنع نفاذ الماء. كما يجب الحماية بالكيماويات للاجزاء المعرضة للرطوبة بعد التأكد من عدم اضرار هذه الكيماويات بالخواص الميكانيكية للأخشاب.كما يجب حماية نهايات الاعضاء الخشبية ضد الرطوبة بالتهوية المناسبة، و ذلك في حالة الالواح في الارضيات او الواجهات و الحفاظ على حرية حركة الهواء على الخشب للعمل على بقائه جافا بصورة مستمرة.

اما بالنسبة لحماية الخشب من التعرض لاشعة الشمس :

1- **التصميم بالبروزات** :يجب عمل بروز الاسقف عن الحوائط مع كاسرات لتوفير كميات التظليل المناسبة.

[1] Mohler, Karl, *Timber Design and Construction* (Texas, US: MCG Raw-Hill, 1989).
[2] المرجع السابق.

2- **استخدام الدهانات و الورنيشات المناسبة للاسطح الخارجية**: و ذلك باستخدام الدهانات ذات المقاومة المنخفضة للماء لتجعل الرطوبة تتبخر من الخشب بسهولة و في نفس الوقت لا تؤثر سلبيا على متانة و قوة تحمل الاخشاب و مثال عليها الورنيشات الشفافة عالية المسامية.[1]

4-3-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند الإنشاء بالكمرة و العمود الخشبي

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة

1. استهلاك الموارد المادية و البشرية:

أ. المواد الاساسية:

1. اعمدة من الخشب العزيزي - قطاعات 6*6 بوصة يتم تركيبها على مسافات حسب الاحمال المتوقعة[2]- بالاضافة الى الاعتاب (7% من اجمالي الاخشاب المستخدمة في البناء قياسا على مثال مبنى هيئة الرقابة الدوائية[3]).
2. كمرات طولية و عرضية من الخشب العزيزي بقطاع 3*8 بوصة.
3. مفصليات معدنية لربط العناصر الإنشائية.

ب. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ:

يستدعي هذا النظام وجود مهندسين انشائيين لحساب الاحمال الموزعة و الوزن الذاتي للكمرات على بعضها حسب البحر المطلوب تغطيته، بالاضافة الى العمل بالتوازي مع المهندس المعماري الذي يهتم بالشكل الداخلي للسقف مع شكل التغطية الخارجية و الذي سيتدخل في عملية حساب الاحمال و التركيب. أما بالنسبة للعمالة، فإن هذا النظام بسبب ارتفاع وزن عناصره الإنشائية، فإنه يستدعي عددا كبيرا من العمال و المعدات الخاصة مثل السقالات و الرافعات لحمل هذه العناصر تمهيدا لبناء الإطارات.[4]

أما في التنفيذ، فإنه لا يتطلب تصنيع الاطار الخشبي نفسه عمالة عالية الخبرة، لكن يكون الاحتياج للخبرة عند ربط الاطار الخشبي ببعضه و تركيب طبقات العزل (إن وجد، حيث أنه لا يعتبر سمة غالبة في طرق الانشاء بالأخشاب في مصر) و مجاري الابخرة و الواح التكسية. [5] يلاحظ ايضا ان اللجوء لاستخدام المفصلات المعدنية يكون لتسهيل الانشاء و تبسيط تفاصيل المفصلات و الذي قد يحتاج الى خبرة مرتفعة بسبب ارتفاع وزن عناصر الخشب المستخدمة.

2. الوقت المستهلك في التنفيذ:

أما بالتدقيق على سرعة التنفيذ فإنه قياسا على مثال: مبنى الهيئة القومية للرقابة و البحوث الدوائية- استغرق تنفيذ النظام الإنشائي للمبنى في الموقع شهر فقط، شهر لتركيب العناصر و اسبوع لادخال شبكة الخدمات، كما عمل بالموقع 25 عاملا بما يشمل عمالة تركيب شبكات الخدمات . [6]

3. الطاقة الكامنة المبدئية:

---

[1] اسماعيل ، عبدالفتاح، *الصناعات الخشبية*)القاهرة، مصر.: مكتبة الأسرة, 1995.(

[2] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 59).

[3] فتحي ، أيمن محمد *الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006.(ص.240-245).

[4] المرجع السابق.

[5] Magwood, Chris, مرجع سابق , (p.59)

[6] فتحي ، أيمن محمد ,المرجع السابق.

جدول 2-5 الطاقة الكامنة و الكربون المخزن للإنشاء بالكمرة و العمود الخشبي لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2[1]

الكمرة و العمود الخشبي	الطاقة الكامنة بالمادة (ميجا جول لكل كيلوجرام)	كثافة المادة (كيلوجرام /متر مكعب)	حجم المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (متر مكعب)	وزن المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام)	الطاقة الكامنة (ميجا جول)	الكربون المخزن في المادة (كجم ثاني أكسيد كربون لكل كيلوجرام)	الكربون المخزن في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام ثاني أكسيد كربون)
أعمدة من الخشب العزيزي قطاع 6*6 بوصة	2.5	650	6.74	4381	10952.5	0.2	876.2
كمرات من الخشب العزيزي قطاع 3*8 بوصة	2.5	450	4.67	3035.5	7588.75	0.2	607.1
مسامير لتدعيم التثبيت الميكانيكي	20.1	7849	0.004	30	603	1.46	43.8
الإجمالي				**19114.5**	**11635**		**1527.1**

المصدر: الباحث بالاعتماد على Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 162). و فتحي ، أيمن محمد, *الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006.(ص.244).

4. التكلفة المبدئية و سعر الخامة:

يعتمد هذا النظام بصورة رئيسية على الخشب العزيزي، و هو خشب مستورد لكنه متوسط التوفر في مصر. يبلغ سعر المتر المكعب من الخشب العزيزي في مصر- و هو خامة البناء الأكثر استخداما في مجال البناء بنظام الكمرة و العمود حوالي 3100 جنيه 2و قد يختلف حسب عمر و مصدر الخشب. و وفقا للأسعار الواردة بـ (فتحي، 2006)، تبلغ تكلفة التنفيذ المبدئية لإنشاء مسطح بمساحة 100 متر مربع -قياسا على حالة مبنى الهيئة القومية للرقابة و البحوث الدوائية- حوالي 40 ألف جنيه بأسعار عام 2006.[3]

5. المتانة و احتياجات الصيانة:

تتحمل المنشآت الخشبية بنظام الكمرة و العمود الخشبي تغطية **بحور حتى 7 متر بدون أعمدة بينية، ثم حتى 15 متر عند وجود اعمدة بينية.** كما تتوقف المتانة في انظمة البناء المعتمدة على الخشب مثل غيرها من الانظمة على جودة المادة و الانشاء. و قد اثبت هذا النظام متانته تاريخيا و خاصة في المجتمعات التي تعتمد بصورة رئيسية على البناء بالخشب مثل المناطق الريفية في اوروبا و الولايات المتحدة. طبقات الحماية هي الطبقات ذات اليد العليا في التحكم في متانة النظام، فطبقات التكسية الخارجية يمكنها التحكم في كميات الرطوبة الواصلة للعناصر الانشائية، طبقة مجاري الابخرة تتحكم في نفس الشأن من الداخل. كما تتحكم جودة العزل الحراري في تأثر الخشب بالظروف المناخية الحادة.[4]

6. مرونة التصميم و التغيير:

أما بالنسبة للمرونة، فإنه بسبب اعتماد هذا النظام على المفصلات المعدنية بدلا من اللصق، فإنه يسهل فكه و تركيبه و نقله من مكان لآخر مع مرونة التغيير و التعديل في التصميم.[5]

---

[1] الطاقة الكامنة هي الطاقة المستهلكة عبر دورة حياة المنتج Cradle to Grave. الكربون المخزن يعبر عن الاعتماد على الطاقة الاحفورية Fossil Fuelفي مراحل استخراج المواد الخام أو التصنيع أو النقل للموقع.

[2] وفقا للأسعار المعلنة بتاريخ مارس 2016 من قبل شعبة الأخشاب بالغرفة التجارية بالقاهرة http://www.cairochamber.org.eg/.

[3] فتحي ، أيمن محمد, *الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006.(ص.244-245)..

[4] نصير، رضا احمد, "الانشاءات الخفيفة و تأثير المناخ على امكانية تطبيقها في مصر" (رسالة ماجيستير, جامعة عين شمس, كلية الهندسة, 1991,.(صيدم، محمود وحيد، *إحياء القيم المعمارية التراثية في العمارة المحلية المعاصرة*)غزة، فلسطين: رسالة ماجيستير، كلية العمارة، الجامعة الاسلامية, 2013.(

[5] فتحي، أيمن محمد، المرجع السابق

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ

1. انتشارية الخبرة و التراث التقني:

يتم استخدام هذا الاسلوب الانشائي في مصر حتى الآن في المناطق الساحلية في مصر، سواء عند الموانئ الشمالية حول بحيرة المنزلة و بحيرة البردويل، أو في المناطق السياحية في مرسى علم و الغردقة، حيث تتميز هذه المناطق بتوفر الاخشاب المستوردة مثل الخشب العزيزي و الذي يستخدم بكثرة في انشاء العناصر الانشائية نتيجة لكفاءته الانشائية و مقاومته للعوامل المناخية الساحلية. و يعد اسلوب البناء بنظام الكمرة و العمود باستخدام الاخشاب تراثا تقنيا قديما و هو يوفر عددا كبيرا من فرص العمل لشباب المجتمعات المحلية في هذه المناطق. [1]، [2]

2. سهولة التدريب و سلامة التنفيذ:

يعتمد هذا النظام الانشائي على حسابات انشائية دقيقة على يد مهندسين انشائيين يجب أن يوفروا الرقابة و التدريب الكثيفين لعملية تجهيز الاخشاب و الوصلات و التركيب.[3] كما يعتمد هذا الاسلوب الانشائي بقدر كبير على جودة و دقة أعمال النجارة، هذه الاعمال يمكن أن تكون مجهزة بالكامل في المصانع و يتم تركيبها فقط في الموقع او أن يتم تقطيعها و تجهيزها يدويا في ورش النجارة.و بما أن مهنة النجارة من أكثر المهن اليدوية انتشارا في مصر و بالاخص في تصنيع شدات الخرسانات أو المفروشات و الأبواب و الشبابيك، فإن هناك امكانية مرتفعة للتدريب على مهنة النجارة في المناطق التي تتوفر بها الاخشاب الطبيعية، و ذلك لانتشار خبرة النجارة في المجتمعات المصرية بصفة عامة، مما يعني ارتفاع معدل السلامة بالنسبة للعمالة الماهرة.[4]

3. التكامل الجمالي مع التصميم المعماري و العمراني المحيط:

يشير زيادة مساحة رقعة الاعتماد على الاخشاب في انشاء المباني بأسلوب الكمرة و العمود إلى وجود تقبل عام للاعتماد على هذه المنشآت و بالتحديد في مجال بناء الاكشاك و محطات الانتظار في الموانئ، و مساكن الصيادين حول بحيرات البردويل و ادكو و المنزلة و السواحل الشمالية و الغربية.

ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية

1. جودة البيئة الداخلية و السلامة:

أ. الأداء الحراري:

لا يؤثر هذا النظام الإنشائي في الأداء الحراري للبيئة الداخلية. لكن بالنسبة للأخشاب الصلبة مثل خشب العزيزي، فإنه يتضح أن موصليته الحرارية متوسطة و تساوي 0.18 واط لكل متر كيلفن.[5]

ب. مقاومة الحريق:

إن مقاومة الخشب للحريق ضعيفة نسبيا حيث يبدأ الاشتعال عند التعرض لدرجة حرارة 200 درجة مئوية لمدة ساعة و هذا يعني مقاومة منخفضة، و لكن بسبب قابلية ورنيشات الحماية من الرطوبة للاشتعال، و بالتالي يتم اعتبار مقاومته للحريق 4/3 ساعة .[6]

---

[1] هلال، أحمد عبدالنبي, 'العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة' (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992. p. 10),

[2] الجيزاوي، لميس, 'دراسة تحليلية لمساكن الصيادين حول بحيرة البردويل شمال سيناء' (رسالة ماجيستير, جامعة عين شمس, قسم الهندسة المعمارية- كلية الهندسة, 1993.(119ص.-142)

[3] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 135-45).

[4] فتحي ، أيمن محمد، المرجع السابق،(ص.167).

[5] محاكاة ببرنامج Design Builder v.4.7.0 تبعا لـ ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1–Appendix G- 2010

[6] فتحي ، أيمن محمد ,*الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006.(ص58-62).

2. الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة:

جدول 2-6 الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة للإنشاء بالكمرة و العمود الخشبي لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2[1]

الإنشاء بالكمرة و العمود الخشبي	الإضرار بطبقة الأوزون (Kg CFC^{-11})	الطاقة الكامنة (MJ)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2)	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg CO2)
	0.00000648	22400	6.75	628

المصدر: (باستخدام برنامج Athena Impact Estimator)

3. الآثار البيئية الناتجة عن المراحل المختلفة لدورة الحياة:

أ. استخراج المواد و التأثير على الموقع :

يعتبر التأثير البيئي من جراء استخراج المواد متوقع على عامل واحد و هو توفر هذه المواد الخام محليا، بمعنى انه اذا كانت الاخشاب متوفرة بأعداد محدودة محليا لكن تم استخدامها في المشروع، فإن ذلك يعد اضرارا بالاتزان البيئي في المجتمع و ذلك بسبب الاضرار بالمخزون المحدود من الاخشاب و ما يتبعه ذلك من تصحر التربة و الاضرار بمستويات الاكسجن في البيئة. اذا فبالقياس على حالة مصر، فإنه يجب الموازنة بين آثار استيراد الاخشاب المستودة و بين استهلاك الموارد المحدودة من الاخشاب المحلية، خاصة و أنه لا يوجد غابات في مصر ضمن الغابات المعتمدة دوليا من مجلس الاشراف على الغابات Forest Stewardship Council. كما ايضا ان استهلاك المفصلات المعدنية و ان كان محدودا في الوهلة الاولى، يعد مؤشرا للاحتياج الى صناعة مسرفة في الطاقة مثل صناعة المعادن.[2]

ب. التصنيع:

تعد الآثار البيئية الناجمة عن تصنيع الاخشاب الانشائية مركزة في انبعاثات الجزيئات العضوية المتطايرة بسبب المعالجة بالفورمالدهايد بالاضافة الى عوادم المصانع عند تسخين و تجفيف الاخشاب و التصنيع بالاعتماد على الوقود الاحفوري.[3]

ت. النقل :

بالقياس على ان المبنى الواحد في المتوسط يستخدم 8000 كيلو جرام من الاخشاب، فإن الطاقة المستهلكة في النقل تتراوح بين 2.35 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشحانات ال15 طن، و 1.5 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات ال35 طن، و 0.36 ميجاجول عند النقل بالحاويات المائية من بلد المنشأ عند الاعتماد على الاخشاب المستوردة.[4]

ث. المخلفات:

تعتبر المخلفات في عملية التصنيع و البناء بنظام الاطار الخشبي يعتمد على بقايا قطع الاخشاب و المسامير المعدنية و هي مواد قابلة لإعادة التدوير.

---

[1] تتوفر بيانات هذا النظام في برنامج Athena Impact Estimator بسبب شهرته في الاستخدام في أمريكا الشمالية، و لذلك فقد الاعتماد على هذا البرنامج لدراسة الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة.

[2] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 61).

[3] المرجع السابق,(p.62)

[4] المرجع السابق,(p.161)

شكل 2- 8 أعمدة قطع الاخشابWaste Wood Columns
المصدر: Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 62).

شكل 2- 9 استخدام قطع الاخشاب في عمل أعمدة بينية لرفع الجمالونات الخشبية
المصدر: Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 64).

شكل 2- 10 عمل جمالونات من بقايا قطع الاخشاب
المصدر: Kennedy, Joseph, *Building Without Borders: Sustainable Construction for the Global Village* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2004) (p. 64).

ج. قابلية اعادة الاستخدام:

بسبب خفة النظام الانشائي و اعتماده على المفصلات الميكانيكية، فإنه يمكن بعد نهاية الحياة المفيدة للمبنى اعادة استخدام الاخشاب بصورة مباشرة في عمل مظلات خفيفة أو المفروشات الخشبية أو في منشآت ذات نظام انشائي خشبي جديدة، و ذلك لأن الخشب يكون محميا بالتكسية من العوامل الخارجية التي قد تضعف من كفاءته مع الزمن. كما يمكن صهر المفصلات المعدنية تمهيدا لاستخدامها من جديد.

2-3-5 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من الاخشاب

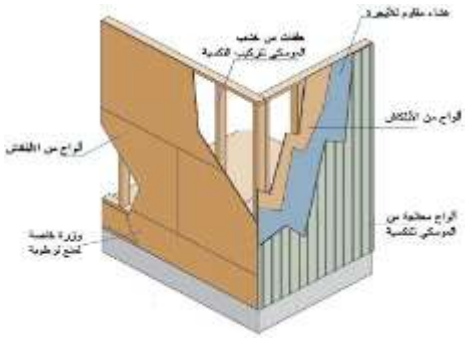
التكسية بألواح الموسكي

بالتدقيق في الطرق المتوارثة المصرية في عمل تكسيات الحوائط الخارجية، يلاحظ ان نظام التكسية في مصر يعتمد على استخدام الالواح الخشبية الشريطية (و التي تظهر في شكل 2-12)حيث جرت العادة ألا يتم استخدام عوازل حرارية.

أ. تفاصيل الإنشاء

في هذا النظام، يتم الاعداد المسبق لألواح الأخشاب بحيث يتم عمل مجاري خاصة Profiles كمفصلات جانبية بين الألواح. هذه المفصلات يمكن ان تكون مستوية او متراكبة حسب التصميم المعماري. هذه الألواح يتم تدعيم تثبيتها بواسطة ربطها المحكم بالقوائم الرأسية في النظام الإنشائي (كما يظهر في شكل 2-11). بالاضافة إلى ذلك، يجب أن تكون المفصلات المعدنية الداخلية مجلفنة و مقاومة للصدأ، كما يجب رفع مستوى التكسية عن التشطيب الخارجي بما لا يقل عن 30 سم للحماية من الأمطار.[1]

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 182).



شكل 2- 11الطبقات الأساسية للتكسية بألواح الموسكي
المصدر: -'Traditional Timber Cladding', in *Howarth* *timber.co.uk* <> [accessed 19 July 2016]

شكل 2- 12 تكسية من ألواح الموسكي و الأبلكاش و قد تم طلاؤها بدهانات مقاومة للعوامل المناخية في مصر بمبنى المصل و اللقاح بهيئة الرقابة الدوائية.
المصدر: كتالوج شركة بانجالو للهياكل الخشبية Bungalow Wooden Structures

ب. تفاصيل الحماية

بالنسبة للألواح فيجب حمايتها بورنيشات خاصة منفذة للحماية من الرطوبة من جميع الألواح. و يتمتع هذا النظام بعمر طويل إذا تمت حمايته و ضمان تهويته من الخلف للوقاية من ابخرة الماء حيث يمكن مقاومة فعل بخار الماء على الخشب عن طريق [1]:

- وضع حاجز بخار على الحوائط و الاسقف الداخلية.
- عمل حاجز بخار خارجي مقوى من لخلف مثل شرائح الخشب.
- عمل الحماية المناسبة للاماكن التالية: تغطيات الاسقف المعتادة-فوق مسافات الركوب للالواح-فوق الاعضاء الانشائية-كسوات الحوائط.

أما بالتدقيق في مبنى هيئة الرقابة الدوائية يلاحظ ان الحوائط عبارة عن بانوهات خشبية جاهزة بعرض 3 متر مكونة من علفات ذات قطاع 3*3 بوصة، و تم تجليدها من الخارج بقطاعات من خشب الموسكي و من الداخل باستخدام الواح الخشب الرقائقي (الابلاكاش).[2]

6-3-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند التكسية بألواح خشب الموسكي

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة

1. الموارد المادية و البشرية:

أ. المواد الاساسية:

1- علفات تركيب ذات قطاع 2*3بوصة من خشب الموسكي.
2- تجليد خارجي من ألواح الخشب الموسكي المطلية بمواد معالجة ضد الرطوبة (93% من اجمالي الاخشاب المستخدمة في البناء قياسا على مثال مبنى هيئة الرقابة الدوائية[3]).
3- تجليد داخلي من ألواح الأبلكاش.
4- طبقات حماية للحوائط : ورنيشات عالية المسامية للحماية من الرطوبة، بالاضافة إلى مجاري خلفية للابخرة Rainscreens Ventilation Vapor Vent لتسهيل تهوية الخشب من كل النواحي.
5- طبقات حماية للسقف: طبقة من الخرسانة العادية المخلوطة بالفوم المجروش لزوم العزل الحراري للمنشأ بسمك 7 سم بالاضافة إلى ألواح من الصاج المعرج.[4]

ب. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ:

[1] فتحي ، أيمن محمد ,*الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006.(ص.56).
[2] المرجع السابق. (ص.230).
[3] المرجع السابق.
[4] المرجع السابق.

يعتمد نظام التكسية على تكسية متعددة الطبقات و بالتالي تزداد كمية العمالة اللازمة للتنفيذ للحفاظ على الجودة المطلوبة منها. و يكون في النهاية طبقة من الواح الخشب الموسكي الرأسية أو الأفقية حسب التشكيل المطلوب. و يتوقف عدد العمالة المطلوبة أيضا على كون الالواح الخاصة بالتكسية مسبقة التقطيع و التجهيز خارج الموقع او سيتم تحضيرها و تقطيعها في الموقع.

أما بالنسبة للتسقيف، فإنه لا يتطلب خبرة أعلى من خبرة العزل التقليدي في الأسطح مع النجارة و الحدادة. فبالنسبة للنجارة فتكون لزوم تركيب و ربط ألواح الموسكي بكمرات الخشب العزيزي كطبقة أولى للتسقيف. ثم يلي الموسكي وضع لوح من الصفيح المعرج للحماية من الرطوبة و الامطار، ثم يتم عزل الصفيح بخرسانة رغوية Foam Concrete، كما هو سائد في العرف المصري عند بناء و تسطيح الأقبية النوبية Jack Arch Vaults باستخدام الرمل او الخرسانة الفومية او الرغوية.[1]

2. الوقت المستهلك في التنفيذ:

أما بالتدقيق على سرعة التنفيذ فإنه قياسا على مثال: مبنى الهيئة القومية للرقابة و البحوث الدوائية- استغرق تنفيذ تكسية المبنى في الموقع اسبوع فقط، اسبوع لتركيب العناصر و اسبوع لادخال شبكة الخدمات، كما عمل بالموقع 25 عاملا بما يشمل عمالة تركيب شبكات الخدمات. [2]

3. الطاقة الكامنة المبدئية:

جدول 2-7 -الطاقة الكامنة للتكسية بألواح الموسكي لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [3]

التكسية بألواح الموسكي	الطاقة الكامنة بالمادة (ميجا جول لكل كيلوجرام)	كثافة المادة (كيلوجرام /متر مكعب)	حجم المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (متر مكعب)	وزن المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام)	الطاقة الكامنة (ميجا جول)	الكربون المخزن في المادة (كجم ثاني أكسيد كربون لكل كيلوجرام)	الكربون المخزن في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام ثاني أكسيد كربون)
20 مم من بألواح التكسية بمفصلات بينية نقر و لسان	2.5	450	5.084	2287.8	5719.5	0.2	457.56
قطاعات داخلية من الموسكي 7.5*10 سم	2.5	450	3.6244	1630.98	4077.45	0.2	326.196
ألواح أبلاكاش للتكسية الداخلية	15	500	2.06	1030	15450	0.45	463.5
مسامير تثبيت اضافية	20.1	7849	_	30	603	1.46	43.8
إجمالي الحائط					**25849.95**		**1291.056**
20 مم من بألواح التكسية بمفصلات بينية نقر و لسان	2.5	450	2.37	1066.5	2666.25	0.2	213.3
طبقة الخرسانة بالفوم المجروش	8.72	1600	27.8	44480	387865.6	2.3	102304
لوح صاج معرج	20.1	7849	5	39245	788824.5	1.46	57297.7
إجمالي السقف					**1179356.35**		**159815**
الإجمالي					**1205206.3**		**161106.056**

المصدر: Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 137, 184, 188).

[1] Ministry of Rural Development Government of India MRDGI, 'Jack Arch Roof', in *Rural Housing Knowledge Network* <http://www.ruralhousingnetwork.in/technical/Jack-Arch-Roof/Introduction> [accessed 10 November 2015]

[2] فتحي ، أيمن محمد ,*الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006.(ص.30)

[3]الطاقة الكامنة هي الطاقة المستهلكة عبر دورة حياة المنتج Cradle to Grave. الكربون المخزن يعبر عن الاعتماد على الطاقة الاحفورية Fossil Fuel في مراحل استخراج المواد الخام أو التصنيع أو النقل للموقع.

4. التكلفة المبدئية و سعر الخامة:

يعتمد هذا النظام بصورة رئيسية على الخشب الموسكي. يبلغ سعر المتر المكعب من الخشب الموسكي في مصر- و هو خامة البناء الأكثر استخداما في مجال التكسية الخشبية- حوالي 1755 جنيه و قد يختلف حسب عمر و مصدر الخشب[1]. و وفقا للأسعار الواردة بـ (فتحي، 2006)، يتكلف انشاء مسطح بمساحة 100 متر مربع مبدئيا - قياسا على حالة مبنى الهيئة القومية للرقابة و البحوث الدوائية - حوالي 14950 جنيه بأسعار عام 2006.[2]

5. المتانة و احتياجات الصيانة:

تعتبر الكسوات الخشبية طويلة العمر نسبيا اذا تم تركيبها بالطرق السليمة التي تضمن التهوية المستمر للاخشاب بحيث انه قد يصل عمره الى 75 سنة قبل أن يبدأ بالتلف بسبب الاشعة الفوق بنفسجية. كما ان الصيانة المستمرة ضرورية لضمان طول حياة الكسوات الخشبية، و ذلك لزوم عمل الصنفرة الدورية للتخلص من البقع الناتجة عن التلف البيولوجي، حيث ان الدهانات المقاومة للرطوبة لن تكون كافية بدون صيانة بسبب تعرضها للتشقق عند ازدياد معدلات التمدد و الانكماش حسب نوع الخشب المستعمل في التكسية. فمثلا بسبب الاعتماد على الخشب العزيزي -منخفض التمدد و الانكماش-في بيت السحيمي، فقد حافظ الخشب حتى الان على لونه و متانته.[3]

6. مرونة التصميم و التغيير:

أما بالنسبة لمرونة التصميم، فهي تعتمد على أقصى أبعاد يمكن أن توفرها الألواح بالاضافة الى ثبات سمك طبقات الحماية و على كمية التصنيع الداخل في تصنيع التكسية، بمعنى أن التكسية المنحنية تستلزم معدلات تصنيع أعلى و ذلك لأنها ستقوم بتحول ألواح الموسكي المستقيم إلى تشكيل مختلف، لكن يظل الخشب مادة عالية المرونة في استخدامها بتصميمات و تشكيلات مختلفة.

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ

1. انتشارية الخبرة و التراث التقني:

تعتمد الكسوات البسيطة و المعتمدة على الواح الموسكي على التصنيع الآلي أو اليدوي، و لا تتطلب مهارة إلا في التركيب و الربط بالنظام الانشائي لضمان أفضل تحكم في الهواء.[4]

2. سهولة التدريب و سلامة التنفيذ:

يعتمد تصنيع الكسوات الخشبية على التصنيع الالي لعمل العوازل الحرارية و طبقات الحماية لكنه يعتمد بصورة رئيسية على التصنيع اليدوي لتصنيع ألواح الموسكي الخاصة بالتكسية. و مما سبق ذكره، يلاحظ أن هناك امكانية مرتفعة للتدريب على مهنة النجارة، و ذلك لانتشار هذه الخبرة في المجتمعات المصرية بصفة عامة، ، مما يعني ارتفاع معدل السلامة بالنسبة للعمالة الماهرة. [5]

3. التكامل الجمالي مع التصميم المعماري و العمراني المحيط:

يتم استخدام الألواح الخشبية في عمل الكثير من المفردات و العناصر المعمارية المستخدمة مثل الأبواب و الشبابيك و البلكونات، مما يشير إلى أن استخدام التكسيات الخشبية شيء مقبول و معتاد لدى المجتمع الريفي في مصر.

---

[1] وفقا للأسعار المعلنة بتاريخ مارس 2016 من قبل شعبة الأخشاب بالغرفة التجارية بالقاهرة http://www.cairochamber.org.eg/.

[2] فتحي ، أيمن محمد ,*الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006.(ص.244-245)

[3] صيدم، محمود وحيد، ,*إحياء القيم المعمارية التراثية في العمارة المحلية المعاصرة*)غزة، فلسطين: رسالة ماجيستير، كلية العمارة، الجامعة الاسلامية, 2013.(210-215)

[4] المرجع السابق، (ص167)

[5] المرجع السابق.

ت.تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية

1. جودة البيئة الداخلية و السلامة:

أ. الأداء الحراري:

تقدر الموصلية الحرارية للأخشاب الطرية مثل الموسكي بحوالي 0.13 واط لكل متر كيلفن ، أما الأخشاب المصنعة مثل الأبلكاش بحوالي 0.15واط لكل متر كيلفن. [1]

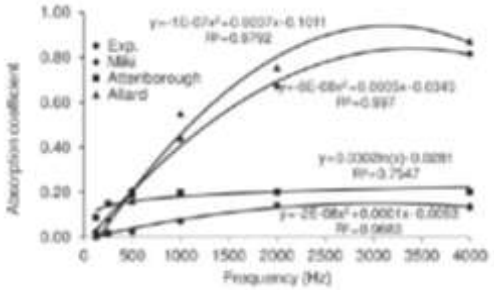
جدول 2- 8 الأداء الحراري للتكسية بألواح الموسكي

التكسية بألواح الموسكي	السمك (سم)	الموصلية الحرارية (واط /متر كيلفن)	المقاومة الحرارية (متر مربع كيلفن/واط)
الحائط			
ألواح التكسية من الموسكي	0.02	0.13	0.153846154
قطاعات داخلية من الموسكي	0.075	0.13	0.576923077
لوح من الأبلكاش	0.015	0.15	0.1
الاجمالي	0.435	-	0.830769231
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		1.203703704	واط متر مربع لكل كيلفن
السقف			
لوح صاج معرج	0.05	50	0.001
خرسانة بالفوم المجروش	0.075	0.38	0.197368421
ألواح موسكي للتكسية الداخلية	0.02	0.13	0.153846154
الإجمالي			0.352214575
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		2.839178362	واط متر مربع لكل كيلفن

المصدر: الباحث بالاعتماد على محاكاة ببرنامج Design Builder v.4.7.0 تبعا لـ ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1–Appendix G- 2010

ب. الأداء الصوتي:

حسب حسابات محاكاة صوتية مختلفة و هي الارد Allardو ميكي Miki و اتينبوروه Attenborough، تم حساب معاملات الامتصاص لمجموعة من الأخشاب منها الأرز و السويدي و الموسكي حيث يكون معامل الامتصاص الصوتي لخشب الموسكي حوالي 0.2 عند 300 هرتز.[2]



شكل 2- 13 رسم بياني لمعاملات الامتصاص مقابل تردد الأصوات لخشب الموسكي.

المصدر: Smardzewski, Jerzy, Batko, Wojciech and Kamisiński, Tadeusz, 'Experimental study of wood acoustic absorption characteristics', *Holzforschung*, 160 (2013), 9.

[1] محاكاة ببرنامج Design Builder v.4.7.0 تبعا لـ ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1–Appendix G- 2010

[2] Smardzewski, Jerzy, Batko, Wojciech and Kamisiński, Tadeusz, 'Experimental study of wood acoustic absorption characteristics', *Holzforschung*, 160 (2013), 9.

ت. مقاومة الحريق:

كما سبق تناولها، فإن مقاومة الخشب للحريق ضعيفة نسبيا حيث يبدأ الاشتعال عند التعرض لدرجة حرارة 200 درجة مئوية لمدة ساعة و لكن يتم اعتبار مقاومته للحريق 4/3 ساعة بسبب استخدام المعالجات الورنيشية للحماية من الرطوبة.[1]

2. الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة:

جدول 2-9 - الآثار البيئية لدورة الحياة للتكسية بألواح الموسكي لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [2]

التكسية بألواح الموسكي	الحجم (المتر المكعب)	الكثافة (كيلوجرام لكل متر مكعب)	الوزن(Kg)	الطاقة الكامنة (MJ/Kg)	الطاقة الكامنة (MJ)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2/ Kg)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2)	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg CO2/Kg)	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg CO2)
20 مم من بألواح التكسية بمفصلات بينية نقر و لسان	7.454	450	3354.3	0.2	670.86	0.00889	29.819727	1.333	4471.28
بانوهات جاهزة بعلفات 10*7.5سم	3.6244	450	1630.98	0.2	326.196	0.00889	14.4994122	1.333	2174.096
ألواح أبلكاش	2.06	500	1030	15	15450	0.127	130.81	29.7	30591
طبقة الخرسانة بالفوم المجروش	27.8	1600	44480	8.72	387865.6	0.020198	898.40704	2.45	108976
مسامير تثبيت اضافية	5	7849	30	20	600	0.02	0.6	2.3	69
لوح صاج معرج	5	7849	39245	20	784900	0.02	784.9	2.3	90263.5
الإجمالي					**1189812.6**		**1859.036179**		**236544.87**

المصدر: الباحث بالاعتماد على أيمن محمد فتحي *,الخشب في العمارة*)القاهرة، مصر : دار الكتب العلمية للطباعة و النشر, 2006.(p. 230) (و Vogtländer, J.G., *Life Cycle Assessment of of Accoya Wood and Its Applications* (Delft, Netherlands: Delft Univeristy of Technology, 2010) (p. 24). و Gank, S. and MASSIJAYA, M.S., *LIFE CYCLE ASSESSMENT FOR ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION OF TROPICAL PLYWOOD PRODUCTION IN MALAYSIA AND INDONESIA* (MALAYSIA: INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION, 2014) (p. 17). و Rankin, W.G., *Minerals, Metals and Sustainability: Meeting Future Material Needs* (Clayton, Australia: Csiro Publishing, 2011), p. 22.

3. الآثار البيئية الناتجة عن المراحل المختلفة لدورة الحياة:

أ. استخراج المواد و التأثير على الموقع :

إن الاعتماد على الاخشاب المحلية المتوفرة بأعداد محدودة يعني الاضرار بالمخزون المحدود من الاخشاب و ما يتبعه ذلك من تصحر التربة و الاضرار بمستويات الاكسجن في البيئة. اذا فبالقياس على حالة مصر، فإنه يجب الموازنة بين آثار استيراد الاخشاب المستودة و بين استهلاك الموارد المحدودة من الاخشاب المحلية.[3]

[1] فتحي ، أيمن محمد *,الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006.(ص.58-68).

[2] تتوفر بيانات هذا النظام في برنامج Athena Impact Estimator بسبب شهرته في الاستخدام في أمريكا الشمالية، و لذلك فقد الاعتماد على هذا البرنامج لدراسة الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة.

[3] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 62).

ب. التصنيع:

معظم الكسوات الخشبية يتم تصنيعها من اجل تعظيم الاستفادة من كل الجذوع الخشبية بأقل كمية ممكنة من الغلاقات. و تكون الخطوات كالتالي: التقطيع للأشكال التقريبية ثم الصنفرة ثم التشكيل للشكل النهائي المطلوب، كل هذه الخطوات تتوقف على مدى جودة النتيجة الخشبية المطلوبة.[1]

ت. النقل :

يستعمل المبنى المتوسط في حدود 1400 كيلوجرام من كسوات الخشب، و هذ يؤدي الى استهلاك 2.1 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات 15 طن، و 1.3ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات 35 طن و 0.36 ميجاجول عند النقل لكل كيلومتر بواسطة الحاويات المائية من بلاد المنشأ.[2]

ث. المخلفات:

تعتبر المخلفات في عملية التكسية الخشبية مرتفعة نوعا ما، و ذلك بسبب تراكم الغلاقات و البقايا غير المعالجة عند التقطيع في مرحلة التصنيع. هذه المخلفات يمكن ان يتم استعمالها في تصنيع الواح الخشب الحبيبي .[3]

ج. قابلية اعادة الاستخدام:

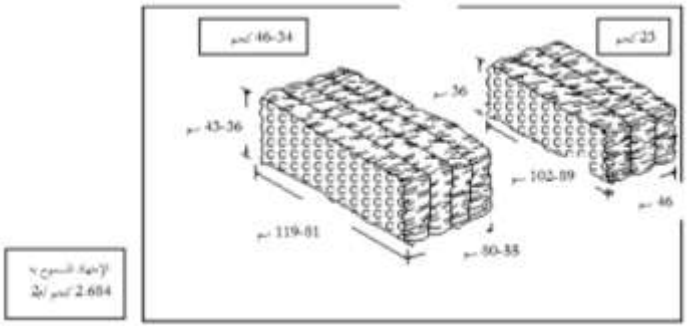
تنخفض قابلية اعادة الاستخدام في حالة استخدام الخشب في التكسية عن استخدامه كعنصر انشائي و ذلك بسبب تعرضه المباشر لدرجات الحرارة المتغيرة و السطوع الشمسي و بخار الماء، مما قد يضعف من كفاءة الخشب في استخدامه من جديد خاصة بدون طبقات الحماية. لذلك فإن اعادة استخدام اخشاب التكسية تكون في مجال تصنيع الأخشاب المصنعة مثل الخشب الحبيبي و الابلاكاش.

4-2 البناء باستخدام بالات القش في مصر

تعتبر بالات القش الناتجة عن زراعة الأرز في مصر هي المخلفات الزراعية الأكثر انتشارا في مصر، بينما يتم استخدامها كمادة بناء في التراث المعماري الأوروبي و قد أثبت كفاءته بسبب تمتعه بمجموعة من الخصائص الفريدة و خاصة في مجال العزل الحراري و تحمله للضغط عند تكوينه على شكل بالات.

بسبب طبيعة القش الليفية، فإن تحديد خصائص القش و دراستها تكون بقياس هذه الخصائص عند تجميع القش في شكل بالات او حزمات مكعبة من القش، حيث أن أسلوب البالات هو الأسلوب الأشهر في مصر و العالم في التجميع و التعامل مع القش.

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 62).
[2] المرجع السابق.
[3] المرجع السابق.



شكل 2- 14 أبعاد بالات القش ثنائية و ثلاثية التحزيم السائدة في مصر

المصدر: أيمن عقبة and عفيفي، إيهاب, "استخدام المخلفات الزراعية فى المنشآت الريفية in ,*مؤتمر مستقبل التنمية المستدامة في مصر*)القاهرة، مصر: وزارة التنمية المحلية المصرية, 2012.(9 .p) 184-99 ,II ,(

يتم عمل بالات القش في مقاسات متعددة حسب الاستخدامات المختلفة للبناء او التغويز لاستخراج الطاقة او تصنيع الاوراق. ففي البناء في مصر يتم عمل البالات المتوسطة بأبعاد 58.42*40.64*106.68 سم بحبال تحزيم ثلاثية. و يتم اختيار هذا النوع في البناء بسبب جودته الانشائية و ارتفاع مقاومته الحرارية و توفيره في الخامات و ذلك عندما يكون المحتوى الرطوبي في النطاق الامثل 15-20 %. [1]

2-4-1 الخصائص الطبيعية لبالات القش

جدول 2-10 الخصائص الطبيعية لبالات قش الأرز ثلاثية التحزيم[2]

	الكثافة النوعية	مقاومة الشد	مقاومة الضغط	المرونة
القش	120 كيلوجرام لكل متر مكعب	31.2-21.2 ميجابسكال	7.26-4.91 ميجابسكال	6.58-4.76 جيجابسكال
الطوب	20 كجم للمتر المكعب	–	8.5ميجا باسكال	5.8 جيجا باسكال

المصدر: Ashour, Taha, *The use of renewable agricultural by-Products as building materials* (Kaliobia, Egypt.: PhD Thesis ,Agricultural Engineering Department, Faculty of Agriculture, Benha University, 2003) (pp. 20-47). و ,Magwood, Chris *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 228).

2-4-2 المتانة و تحمل العوامل المناخية في مصر

لا يسبب وجود رطوبة داخل بالات القش انخفاض في جودة الاداء الحراري و الانشائي للبالات فقط، بل يشكل بيئة حارة و رطبة تصلح لنمو الفطريات و الحشرات، و التي تعد اكثر خطرا على القش من الرطوبة في حد ذاتها.و يكون الحل الامثل لحماية القش من الرطوبة و الفطريات هو محارة القش بحيث لا يكون هناك تعرض من القش للهواء و الفصل بين القش و الارض التي تحتمل وجود رطوبة يمكن نقلها للقش.[3]

2-4-3 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من بالات القش
بالات القش كحوائط حاملة

لم يعتد الفلاح استخدام قش الارز كمادة انشائية بل كان استخدامه له اقرب لطحنه و اضافته لصناعة الطوب اللبن بعد طحنه و خلطه بالطين و الماء لتكوين عجينة الطوب، و بذلك يمكن تحسين الخواص الحرارية للطوب بزيادة قدرته على

[1] McCabe, Jacob, *the Thermal Resistivity of Straw Bales for Construction* (Arizona, US: Master Thesis, Department of Nuclear Engineering, Univeristy of Arizona, 1993).

[2] تم اختيار الطوب لمقارنة الخصائص الطبيعية الخاصة به بخصائص بالات القش لأن بالات القش كخامة تعتمد على الضغط في التشكيل و الإنشاء مثل الطوب.

[3] Ashour, Taha, *The use of renewable agricultural by-Products as building materials* (Kaliobia, Egypt.: PhD Thesis ,Agricultural Engineering Department, Faculty of Agriculture, Benha University, 2003) (pp. 76-80).

العزل الحراري الجيد. لكن مؤخرا نجحت الباحثة جيهان جرس، الباحثة بالشعبة الهندسية بالمركز القومي للبحوث في مصر ، في انشاء اول منزل في مصر باستخدام الحوائط الحاملة من قش الارز في مزرعة المركز بالسادس من اكتوبر و مساحته 100 متر مربع (شكل 2-15). ووفقا للتقديرات المبدئية للفريق الذي شارك في المشروع البحثي بالمركز.

شكل 2- 15 منزل بنظام الحوائط الحاملة ببالات قش الارز
المصدر: أسماء قنديل, 'جيهان لطفي. حلت مشكلة الإسكان والسحابة السوداء بمنازل "قش الأرز in ,'"صحيفة روز اليوسف- صفحة موهوبون <> [accessed 25 October 2015]

شكل 2- 16 المسقط الأفقي للمنزل المبني ببالات قش الارز
المصدر: Garas, Gihan, Elkady, Hala and El Alfy, Ayman, 'DEVELOPING A NEW COMBINED STRUCTURAL ROOFING SYSTEM OF DOMES AND VAULTS SUPPORTED BY CEMENTITIOUS STRAW BRICKS', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences Vol.5*, 2010, 165-87.

شكل 2- 17بالات القش كحوائط حاملة، حيث يمكنها أن تحمل وزن السقف بالإضافة إلى أحمال الرياح و الثلج
المصدر: Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Catherine, *The Art of Natural Building*, 2nd edn (Gabriola Island, Canada: New Society Publishers, 2015).

أ. تفاصيل الإنشاء

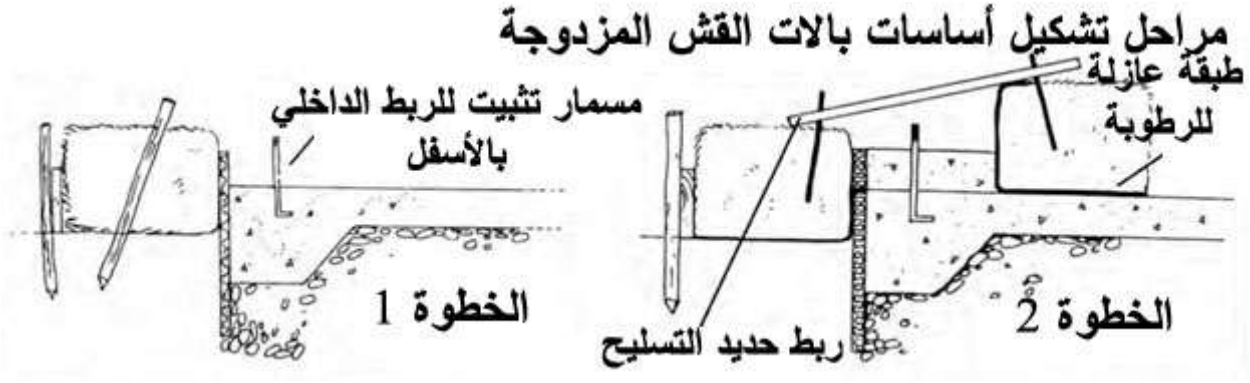
إن البناء ببالات قش الأرز يوفر من 30 إلى 35 % من تكلفة البناء بالمواد السائدة. حيث أن قش الأرز يعمل كمادة عازلة للحرارة؛ مما يجعل عملية التهوية في المنزل طبيعية، وبالتالي يوفر استخدام التكييف.[1]

تم بناء المنزل بأبعاد بالات 1.00*0.50*0.50 متر و التي لاقت الحدود الدنيا لمتطلبات كود منظمة كاليفورنيا للقش في الكثافة و الشكل و المحتوى الرطوبي. تم تصميم المنزل من أجل تقديم الراحة الحرارية للساكن في وسط الطبيعة الجافة الحارة للصحراء المصري. يعتمد نظام الانشاء على الحوائط الحاملة من اجل الاستفادة بالاداء الانشائي و الحراري المرتفع للقش. و تم استخدام حديد تسليح رأسي بقطر 16 مم للتثبيت بالأساسات الخرسانية على عمق 30سم و ووصولا للحوائط من الاسفل على ارتفاع 50 سم من الارض للحماية من الرطوبة على مسافات 50 سم.[2] تم عمل المحارة الطينية بوجهين، بسمك 2.5 سم للوجه الواحد للحماية من الرطوبة و زيادة مقاومة الحريق.[3]

[1] أسماء قنديل, 'جيهان لطفي. حلت مشكلة الإسكان والسحابة السوداء بمنازل "قش الأرز in ,'"*صحيفة روز اليوسف- صفحة موهوبون* <http://www.mawhopon.net/Innovative-solutions/4725-%D8%AC%D9%8A%D9%87%D8%A7%D9%86-%D9%84%D8%B7%D9%81%D9%8A-%D8%AD%D9%84%D8%AA-%D9%85%D8%B4%D9%83%D9%84%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%A5%D8%B3%D9%83%D8%A7%D9%86-%D9%88%D8%A7%D9%84%D8%B3%D8%AD%D8%A7%D8%A8%D8%A9-%D8%A7%> [accessed 25 October 2015]

[2] Garas, Gihan, Elkady, Hala and El Alfy, Ayman, 'DEVELOPING A NEW COMBINED STRUCTURAL ROOFING SYSTEM OF DOMES AND VAULTS SUPPORTED BY CEMENTITIOUS STRAW BRICKS', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences Vol.5*, 2010, 165-87 (p. 4).

[3] GARAS, Gihan and ALLAM, Muhammed, 'THERMAL PERFORMANCE OF PLASTERED RICE STRAW', *International Journal Sustainable Development Planning Vol.2*, 2011, 226-37 (pp. 5-6).



شكل 2- 18 استخدام قاعدة من الخرسانة المسلحة و الاسياخ الحديدية لرفع أول مدماك عن التربة
المصدر: Myhrman, Matts and MacDonald, S. O., *Build it with Bales: A Step-by-Step Guide to Straw-Bale Construction* (New Mexico, Mexico: Out On Bale Publishers, 1997) (p. 53).

أما بالنسبة لنظام انشاء الأسقف، فقد اعتمدت جرس في بنائه على نظام الأقبية و القباب Domes and Vaults باستخدام طوب من الطوب الخفاف المعتمد على الطين المحروق المثقب لتخفيف الوزن و لتحسين الأداء الحراري بتقليل التوصيل الحراري- لبناء القباب و الأقبية النوبية Nubian Vaults.[1]

ب. تفاصيل الحماية

و من أجل الوقاية من الظروف المناخية و الخارجية، يتم أخذ مجموعة من الاحتياطات للحماية من الرطوبة و نمو الفطريات عند الانشاء و هي[2] :

1- يتم رص بالات القش بطريقة تبادلية للمداميك فوق بعضها لتفادى استمرار اللحامات الرأسية لها.

2- لا يزيد ارتفاع الحائط من بالات القش عن 3.6 م بحيث يكون المبنى من دور واحد كما لا يزيد طول الحائط بدون فاصل لحام رأسي عن 6 م.

3- رفع المدماك الأول لبالات قش الأرز المستخدمة فى بناء الحوائط عن الأرض الطبيعية بمسافة لا تقل عن15 سم بمداميك من الطوب الطيني المصمت او الخرسانة العادية، مع عزلها بعوازل للرطوبة عند اتصالها ببداية المبانى لمنع تسرب الرطوبة للحائط كذلك عند الالتقاء بالسقف وذلك لحمايتها من الرطوبة المحتمل تسربها من أعلى الحائط ،حيث يزداد عمر هذه المادة كلما كانت جافة.

4- ضرورة استخدام قضبان حديدية رأسية للربط بين الأساس و المدماك الأول لحائط القش كذلك بين المداميك الرأسية بعضها ببعض وأيضا عند اتصالها بالسقف النهائى لمنع انزلاق هذه العناصر عن بعضها ، كذلك الربط الأفقى بين البالات والعناصر الرأسية الرابطة.

5- استخدام الخوابير فى أعمال التثبيت المختلفة بالحائط والتى توفر كفاءة تثبيت عالية داخل حائط القش.

6- ضرورة التشطيب النهائى للقش من الخارج والداخل عن طريق البياض (شكلي 2-20، 2-21)مع استخدام الشبك الممدد عند الاركان وأماكن الالتقاء مع الفتحات والأسقف (شكل 2-19)، حيث يعمل البياض على جعل حائط القش مقاوما للحريق من ناحية وللرطوبة من ناحية أخرى كما يمنع القوارض والحشرات من الدخول الى داخل البالات واتلافها.[3]

---

[1] Garas, Gihan, Elkady, Hala and El Alfy, Ayman, 'DEVELOPING A NEW COMBINED STRUCTURAL ROOFING SYSTEM OF DOMES AND VAULTS SUPPORTED BY CEMENTITIOUS STRAW BRICKS', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences Vol.5*, 2010, 165-87 (pp. 5-6).

[2] أيمن، إيهاب , عفيفي، عقبة, 'استخدام المخلفات الزراعية فى المنشآت الريفية in ,*مؤتمر مستقبل التنمية المستدامة في مصر*)القاهرة، مصر: وزارة التنمية المحلية المصرية, 2012.(11-9 pp.) 184-99 ,II, (

[3] المرجع السابق

شكل 2- 19 الشبك المعدني الممدد و شبكات الكهرباء
المصدر: Offin, Maria, *Straw Bale Construction: Assessing and Minimizing Embodied Energy* (Ontario, Canada: MSc. School of Environmental Studies, Queen's University, 2010).

شكل 2- 20 الطبقة الاولى من البياض على بالات القش.
المصدر: Offin, Maria, *Straw Bale Construction: Assessing and Minimizing Embodied Energy* (Ontario, Canada: MSc. School of Environmental Studies, Queen's University, 2010).

شكل 2- 21 الطبقة الثانية من البياض على بالات القش.
المصدر: Offin, Maria, *Straw Bale Construction: Assessing and Minimizing Embodied Energy* (Ontario, Canada: MSc. School of Environmental Studies, Queen's University, 2010).

2-4-4 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند الإنشاء ببالات القش كحوائط حاملة

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة

1. الموارد المادية و البشرية:

أ. المواد الاساسية:

1- بالات القش المستطيلة ثنائية او ثلاثية التحزيم.
2- بياض داخلي و خارجي (بالطين -الجير و الاسمنت)
3- شبك معدني ممدد داخلي و خارجي لعمل المحارة.[1]
4- أسياخ تسليح لرفع المبنى عن منسوب الارض.
5- قاعدة من الخرسانة العادية (أسمنت و رمل و زلط)
6- طوب من الطين المحروق لزوم القباب و الأقبية.
7- طبقات حماية:

أ. الحماية من الماء: و هي طبقة المحارة و التي تهدف لحماية البالات من الرطوبة، و لكنها ليست مفضلة للاستخدام في المناطق الممطرة.تعتمد المحارة على استخدام سليكات البوتاسيوم للمعالجة بحيث يكون البياض مضادا للرطوبة لكن بمسامية واضحة تسمح بخروج الرطوبة من القش و بالتالي تمنع حدوث التعفن او نمو الفطريات.. اما في مصر فإن العرف هو استخدام البياض الطيني.

ب. الحماية من الهواء: يكون البياض ايضا هو وسيلة الحماية من حركة الهواء في الداخل و الخارج. الزائدة عن تحمل القش، لكن في نفس الوقت يتم تجفيف رطوبة البالات.

ت. الحماية من بخار الماء: و يتم الحماية من البخار ايضا عن طريق البياض ، بحيث لا يتم السماح لبخار الماء بالدخول للبالات لكن في نفس الوقت يمكن تخفيض و تشتيت كميات بخار الماء في داخل البالات للخارج.

ث. الحماية من الحرارة: تعتبر بالات القش عازل حراري طبيعي لا يحتاج الى طبقات اخرى مساعدة للحماية من الحرارة. تقوم البالات بسبب كثافتها المنخفضة بتشتيت الحرارة مما يقلل من الحرارة المتسربة للداخل و يرفع من الحفظ الحراري.

ب. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ:

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 65-66).

يكون البناء ببالات القش مشابها جدا للبناء بالطوب العادي، فهو يعتمد ايضا على بناء مداميك متراصة ثم تغطيتها بمحارة حسب المواد الخام و الخبرة المتوفرة. يجب الحرص على ان البناء بواسطة مداميك صحيحة بأقل غلاقات و خاصة في الارتفاع، بمعنى ان يكون الارتفاع هو مضاعفات ارتفاع البالة الواحدة، و ذلك لأن الاضطرار لعمل غلاقات قد يؤدي الى الاحتياج الى عدد اكبر من العمالة مع وقت اطول في التنفيذ و بالتالي زيادة التكلفة.لذا فإنه يفضل البناء ببالات جاهزة من خارج الموقع و ذلك لأنها حرفة خاصة يجيدها المزارعون و المتعاملون مباشرة مع تخزين القش.[1]

أما البناء الذي يستدعي خبرة أعلى من البناء بالطوب العادي هو بناء الأقبية و القباب، و ذلك لأنه يستلزم وجود شدة خشبية لتشكيل القبو و القباب عند البناء بواسطة عمال بغير خبرة مرتفعة، أما عند الرغبة في البناء بدون استعمال الشدة الخشبية فسيستلزم هذا استعمال عمال بخبرة مرتفعة و هم نادرون جدا الآن في هذا الاطار و يتواجدون بصفة أساسية في جنوب الصعيد و النوبة. عامة يستلزم بناء القباب و الأقبية بخبرة متوسطة و بالاعتماد على شدات خشبية للتشكيل حوالي 5 أفراد لعشرة أيام.[2]

2. الوقت المستهلك في التنفيذ:

اما بالنسبة للوقت، فإنه في حالة مبنى الباحثة جيهان جرس، لم يستغرق البناء أكثر من شهرين، بعدد عمالة منخفض و هو 15 عامل فقط.[3]

3. الطاقة الكامنة المبدئية:

جدول 2-11 الطاقة الكامنة للإنشاء ببالات القش كحوائط حاملة لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [4]

بالات القش كحوائط حاملة بتغطية طينية	الطاقة الكامنة بالمادة (ميجا جول لكل كيلوجرام)	كثافة المادة (كيلوجرام /متر مكعب)	حجم المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (متر مكعب)	وزن المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام)	الطاقة الكامنة (ميجا جول)	الكربون المخزن في المادة (كجم ثاني أكسيد كربون لكل كيلوجرام)	الكربون المخزن في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام ثاني أكسيد كربون)
بالات القش ثنائية التحزيم (1*1*0.5 م)	0.24	120	29.75	3570	856.8	0.01	35.7
بياض طيني(1 طين: 3 رمل)	0.083	1089	6.2	6751.8	560.3994	0.0052	35.10936
4*2 اطار خشبي للفتحات و التقفيل من اعلى- موسكي	2.5	450	1.1	495	1237.5	0.2	99
إجمالي الحائط				10816.8	2654.6994		169.80936
طوب طيني غير محروق	4.23	350	3.66	1281	5418.63	0.2	256.2
بياض طيني (1 طين: 3 رمل)	0.083	1089	27.8	30274.2	2512.7586	0.0052	157.42584
إجمالي السقف				31555.2	7931.3886		413.62584
				الإجمالي	**10586.088**		**583.4352**

المصدر: Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 69). و Kumbhar, Shridhar and others, 'Environmental Life Cycle Assessment of Traditional Bricks in Western Maharashtra, India', in *4th International Conference on Advances in Energy Research* (New Delhi, India: Elsevier Ltd, 2013), pp. 260-69 (p. 8).

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 68).

[2] Ministry of Rural Development Government of India MRDGI, 'Jack Arch Roof', in *Rural Housing Knowledge Network* <http://www.ruralhousingnetwork.in/technical/Jack-Arch-Roof/Introduction> [accessed 10 November 2015]

[3] أسماء قنديل, 'جيهان لطفي. حلت مشكلة الإسكان والسحابة السوداء بمنازل "قش الأرز in ,''*صحيفة روز اليوسف- صفحة موهوبون* <> [accessed 25 October 2015]

[4] الطاقة الكامنة هي الطاقة المستهلكة عبر دورة حياة المنتج .Cradle to Grave الكربون المخزن يعبر عن الاعتماد على الطاقة الاحفورية Fossil Fuelفي مراحل استخراج المواد الخام أو التصنيع أو النقل للموقع.

4. التكلفة المبدئية و سعر الخامة:

يعتمد هذا النظام بصورة رئيسية على بالات القش التي تتسم بالوفرة و انخفاض التكلفة في مصر. يبلغ سعر بالة القش - بأبعاد 1.00*0.50*0.50 متر- حوالي 10 جنيهات ليتم ضغطه و ربطه بأسلوب ثنائي التحزيم باستخدام خيوط البولي بروبالين، و هو يشمل النقل من الحقل إلى الموقع[1]. وبالقياس على حالة منزل بالات القش الذي نفذته جيهان جرس و الذي كان بمساحة 100 متر مربع أيضا فقد بلغت تكلفة التنفيذ المبدئية حوالي 35000 جنيه بأسعار عام 2009.[2]

5. المتانة و احتياجات الصيانة:

يسمى نظام البناء بالحوائط الحاملة باستخدام بالات القش بنظام نبراسكا Nebraskan System. ينتمي هذا النظام للعمارة التاريخية في منطقة نبراسكا بشمال الولايات المتحدة الامريكية، و قد أثبت مع التاريخ متانته و تحمله للطقس شديد البرودة في نبراسكا. تعتمد متانة مباني بالات القش على جودة و فعالية طبقات الحماية، فإذا ظلت بالات القش جافة مع تهوية جيدة مستمرة و مرفوعة عن الارض، يمكن الجزم بأن البناء ببالات القش طويل العمر شأنه شأن أي وسيلة بناء أخرى.[3]

6. مرونة التصميم و التغيير:

أما بالنسبة لمرونة التصميم، فإن عرض البحور المغطاة تعتمد بصورة رئيسية على نظام التسقيف-**و هو في حالة الاعتماد على نظام القباب و الأقبية باستخدام طوب الطين المحروق لا يزيد عن 5 متر**- و ذلك لأن بالات القش لها قدرة عالية على تحمل الضغط لا الشد، لذلك فإن بالات القش لها قدرة و متانة مرتفعة انشائية في مجال الحوائط الحاملة. أما بالنسبة لمرونة التعديل و التغيير، فإنه بسبب اعتماد التسقيف على طوب الطين المحروق و المونة بنظام الاقبية و القباب، فإنه لا يمكن ازالة حائط أو تكبير البحر أو تعديل القباب مثل أي منشأ طيني.

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ

1. انتشارية الخبرة و التراث التقني:

يعتمد البناء ببالات القش بصورة رئيسية على حرفة تحزيم و تشكيل البالات لأنها حرفة خاصة يتوارثها المزارعون و المتعاملون مباشرة مع تخزين القش، و هي حرفة متواجدة في جميع المحافظات التي تتوفر فيه حقول زراعة الارز. أما البناء نفسه، فيلاحظ ان البناء باستخدام البالات لا يستلزم مهارة اعلى من مهارة البناء بالطوب فيم عدا ضرورة رفع المدماك الأول عن الأرض باستخدام الخوابير المعدنية.كما لا تستلزم وظيفة ملء الفواصل بين البالات المختلفة بالمونة اي مهارة اعلى من مهارة التعامل مع الطوب. بينما تعتبر أكثر وظيفة تتطلب مهارة جيدة في التعامل معها هي بياض بالات القش، و الذي يحتوي على مجموعة من الوظائف هي تركيب الشبك المعدني الممد الخلط و الطلاء و المعالجة ثم التشطيب النهائي لطبقتين كاملتين بسمك 2.5 سم الواحدة. لذا فإنه يتضح أن البناء ببالات القش بسيط و تكراري.[4]

2. سهولة التدريب و سلامة التنفيذ:

أينما توفرت مادة القش و حرفة تحزيم القش يسهل تدريب المزارعين على البناء بالبالات، و ذلك لأنها شديدة الشبه بحرفة البناء بالطوب العادي، و بالتالي فهذا يعني أنه مع تدريب بسيط لعمل الحوائط و رقابة لعمليات محارة الحوائط،

---

[1] وفقا للأسعار الواردة بتقرير إدارة تطوير المشروعات الزراعية *,دراسة جدوى لمشروع تدوير قش الأرز* :[n.p])الصندوق الاجتماعي للتنمية, 2016.(

[2] Garas, G, Allam, M and Eldessuky, R, 'STRAW BALE CONSTRUCTION AS AN ECONOMIC ENVIRONMENTAL BUILDING ALTERNATIVE- A CASE STUDY', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 4 (2009), 54-59 (p. 4).

[3] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 70).

[4] Garas, Gihan, Elkady, Hala and El Alfy, Ayman, 'DEVELOPING A NEW COMBINED STRUCTURAL ROOFING SYSTEM OF DOMES AND VAULTS SUPPORTED BY CEMENTITIOUS STRAW BRICKS', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences Vol.5*, 2010, 165-87.

سيتمكن المزارعين و أرباب المنازل من بناء منازلهم بأيديهم بمساعدة بنائين متخصصين في بناء القباب، حيث أن عملية التسقيف هنا هي التي تستلزم خبرة مرتفعة و تدريب كثيف. و بصفة عامة يمكن القول أن التنفيذ بهذا الأسلوب آمن على العاملين و خالي من أي انبعاثات الـVOCs الضارة بصحة الانسان لكنه يسبب حساسية في الجهاز التنفسي للأطفال بسبب غبار القش قبل البياض.[1]

3. التكامل الجمالي مع التصميم المعماري و العمراني المحيط:

شكل 2- 22 القباب الصغيرة في العمارة النوبية

المصدر: Minke, Gernot, *Building with Earth : Design and Technology of a Sustainable Architecture*, English Version edn (Berlin, Germany: Brikhauser, 2011), II (p. 128).

شكل 2- 23 التشطيب اليدوي الأملس لعمارة الطين

المصدر: Minke, Gernot, *Building with Earth : Design and Technology of a Sustainable Architecture*, English Version edn (Berlin, Germany: Brikhauser, 2011), II (p. 129).

يتشابه الشكل الناتج بصورة كبيرة مع الطراز النوبي، و خاصة بسبب اعتماد أسلوب البناء هنا على عمل القباب و الاقبية الطينية للتسقيف (شكل 2-24). هذا النظام يمكن ملاحظة نجاحه في عمل فيلات فاخرة و ذلك بسبب تميزها التصميمي و تمسكها بالتراث الجمالي النوبي.[2] و لكن يمكن توقع أن هذا النوع من التسقيف سيكون عبئا تشكيليا و تصميميا بسبب ارتباطه الذهني بشكل تسقيف المقابر[3]، لكن العناصر المبنية باستخدام القش مثل الحوائط تتلاءم بشكل كبير مع منازل الطين والطوب اللبن خاصة بسبب تشابه استخدام التشطيب اليدوي الأملس باستخدام البياض الطيني (شكل 2-25) .

ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية

1. جودة البيئة الداخلية و السلامة:

أ. الأداء الحراري :

يقدر معامل الموصلية الحرارية للقش بحوالي 0.05 واط لكل متر كيلفن حسب أسلوب التحزيم المستخدم[4]. هذا يؤهل بالات القش لأن تكون عازل حراري طبيعي ينافس المواد العازلة المعتاد استخدامها. لكن يجب عند دراسة الاداء الحراري لنظام الحوائط الحاملة الانتباه الى تأثير البياض الداخلي و الخارجي على الأداء الحراري. و يقدر معامل التوصيل الحراري الاجمالي للحائط بحوالي 0.11 واط لكل متر مربع لكل كيلفن. أما بالنسبة للسقف، فطوب الطين معروف بموصليته الحرارية المتوسطة و التي تبلغ 1.5 واط لكل متر كيلفن.[5]

---

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 70).

[2] جريشة، هشام ,*فقراء العمارة: ردا على كتاب عمارة الفقراء للمعماري حسن فتحي*)القاهرة، مصر: مكتبة الانجلو المصرية, 2015.(p. 58) (

[3] المرجع السابق.

[4] Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 3).

[5] Koronthalyova, Olga and Matiasovsky Peter, 'PORE STRUCTURE AND THERMAL CONDUCTIVITY OF BURNT CLAY Bricks' (unpublished thesis, 2010), p. 4.

جدول 2- 12الأداء الحراري لبالات القش كحوائط حاملة

بالات القش كحوائط حاملة	السمك (سم)	الموصلية الحرارية (واط /متر كيلفن)	المقاومة الحرارية (متر مربع كيلفن/واط)
الحائط			
بياض طيني	0.035	0.8	0.04375
طبقة من الشبك المعدني الممدد	0.005	50	0.25
بالات القش	0.4	0.05	8
طبقة من الشبك المعدني الممدد	0.005	50	0.25
بياض طيني	0.035	0.8	0.04375
الاجمالي	0.435	-	8.0875
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		**0.116448326** واط متر مربع لكل كيلفن	
السقف			
طوب طيني	0.0625	1.5	0.041666667
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		24 واط متر مربع لكل كيلفن	

المصدر: Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 3).

ب. الأداء الصوتي :

بسبب اعتماد النظام على الحوائط الحاملة، فإن معامل الامتصاص لهذا النظام عند سمك 470 مم يصل إلى 0.7 عند 300هرتز و هذا يدل على القدرة المرتفعة لامتصاص الصوت لدى بالات القش بسبب مساميتها المرتفعة.[1]

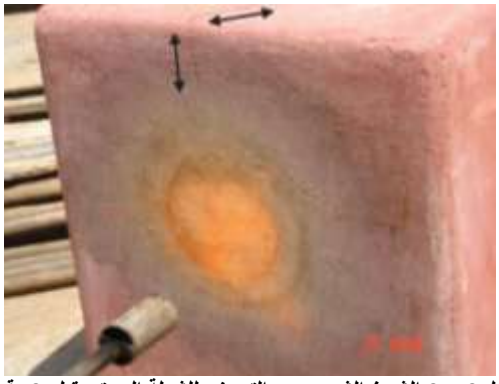
ت. مقاومة الحريق:

تعتبر بالات القش منخفضة المقاومة للحريق عندما تكون معرضة بشكل مباشر للهواء، لذلك تتعلق مقاومة الحريق أكثر بالبياض الحامي للبالات، فإن تغطية البالات بالمحارة الاسمنتية او الجيرية تمنع التعرض المباشر للهواء و بالتالي تخفض من مستويات الاكسجين داخل الحائط و بالتالي يرفع من مقاومة الحريق. و تقليديا في مصر، يتم استخدام البياض المعتمد على الطين. و بدراسة مقاومة الحريق عند استخدام هذا النوع من البياض، و بتسليط شعلة مستمرة على الحائط، اتضح وجود تشقق شعري أعلى البقعة المعرضة للشعلة بـ 25 دقيقة (شكل 2-22). ازداد طول التشقق كما أصبح هناك دخان خفيف بعد التعرض لـ90 دقيقة للشعلة المستمرة (شكل 2-23).و ظل الدخان موجودا بعد اطفاء الحريق بالماء بـ9 ساعات. و بالتالي يمكن اعتبار مقاومة الحريق للقش المكسو بالبياض الطيني حوالي ساعة و نصف. [2] أما بالنسبة للتسقيف، فالطوب المصنوع من الطين المحروق معروف بمقاومته للحريق.[3]

[1] Dalmeijer, J., 'Straw bale sound insulation and acoustics', *The Last Straw, the International Journal of Straw Bale and Natural Building*, 53 (8) (2006), 29-40 (p. 3).

[2] GARAS, Gihan and ALLAM, Muhammed, 'THERMAL PERFORMANCE OF PLASTERED RICE STRAW', *International Journal Sustainable Development Planning Vol.2*, 2011, 226-37 (pp. 5-7).

[3] Koronthalyova, Olga and Matiasovsky Peter, المرجع السابق,(p. 5.)



شكل 2- 24 الشرخ الشعري بعد التعرض للشعلة المستمرة لـ25 دقيقة
المصدر: GARAS, Gihan and ALLAM, Muhammed, 'THERMAL PERFORMANCE OF PLASTERED RICE STRAW', *International Journal Sustainable Development Planning Vol.2*, 2011, 226-37 (p. 6).

شكل 2- 25 زيادة الشرخ بعد التعرض للشعلة بـ 90 دقيقة
المصدر: GARAS, Gihan and ALLAM, Muhammed, 'THERMAL PERFORMANCE OF PLASTERED RICE STRAW', *International Journal Sustainable Development Planning Vol.2*, 2011, 226-37 (p. 6).

2. الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة:

جدول 2-13 الآثار البيئية الناتجة عن دورة حياة الإنشاء ببالات القش كحوائط الحاملة لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [1]

بالات القش كحوائط حاملة بتغطية طينية	الحجم (المتر المكعب)	الكثافة (كيلوجرام لكل متر مكعب)	الوزن((Kg	الطاقة الكامنة (MJ/Kg)	الطاقة الكامنة (MJ)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2/ (Kg	تكوين الأمطار الحمضية ((Kg SO2	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg) (CO2/Kg	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg (CO2
البياض الطيني	34	1089	37026	0.083	3073.158	0.00011	4.07286	-0.003	-111.078
4*2 اطار خشبي للفتحات و التقفيل من اعلى-موسكي	1.1	450	495	2.5	1237.5	0.00889	4.40055	1.333	659.835
بالات القش	29.75	120	3570	0.24	856.8	0.00087	3.1059	-1.25	-4462.5
الطوب الطيني	3.66	350	1281	4.23	5418.63	0.00011	0.14091	-0.003	-3.843
الإجمالي					**10586.088**		**11.72022**		**-3917.586**

المصدر: الباحث بالاعتماد على Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering* و Kumbhar, Shridhar and others, 'Environmental Life Cycle *and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 5). Assessment of Traditional Bricks in Western Maharashtra, India', in *4th International Conference on Advances in Energy Research* (New Delhi, India: Elsevier Ltd, 2013), pp. 260-69 (p. 7).

3. الآثار البيئية الناتجة عن المراحل المختلفة لدورة الحياة:

أ. استخراج المواد و التأثير على الموقع :

يعتبر القش وافرا في الدول التي تعتمد زراعة الارز و القمح، حيث يعتبر محصول الارز-و هو نوع المحصول الأعلى جودة و الأكثر انتشارا في نوع القش- غنيا بكميات القش الناتجة، و بطبيعة الحال يكتسب الفلاحون مهارة عالية في التعامل معه و خاصة في التخزين و في صنع البالات، و بالتالي هو متوفر طبيعيا دون اضرار سلبية على البيئة، بل إن استخدامه في البناء يقلل الاثار البيئية السلبية الناتجة عن حرقه، و يقلل من الاعتماد على مواد البناء السائدة و الوقود الاحفوري في حالة استخدام القش في توليد الطاقة او تصنيع الورق. كما أن المكونات اللازمة لصناعة البياض متوفرة

[1] لا تتوفر بيانات هذا النظام في برنامج Athena Impact Estimator بسبب حداثة عودته للاستخدام في أمريكا الشمالية.

في الطبيعة و معتادة في الاستخدام بلا آثار بيئية سلبية عدا عن تلك الناتجة عن تصنيع الاسمنت و الذي يتدخل في عملية تصنيع البياض و القواعد بالاضافة للشبك المعدني الممدد. [1]

ب. التصنيع:

تعتبر آثار التصنيع في الاجمال اقل بكثير منه في انماط البناء الطبيعية. و ذلك لأن مادة البناء في حد ذاتها شديدة الانخفاض في الاعتماد على التصنيع و ذلك لأن عملية تصنيع البالات و البناء يدوية بالكامل. اسلوب التصنيع مرتكز في تصنيع الاسمنت الداخل في صناعة البياض و القاعدة الخرسانية و الشبك المعدني الممدد المستخدم للبياض و أسياخ الحديد المستخدمة للتثبيت القاعدة.[2]

ت. النقل:

يستخدم المبنى في المتوسط حوالي 3570-4920 كيلوجرام من بالات القش. يتم استهلاك 5.36 -7.4 ميجاجول للكيلومتر عند النقل باستخدام شاحنات ال15 طن. و يتم صرف 3.35-4.6 ميجا جول للكيلومتر عند النقل بشاحنات الـ 35 طن و 0.36 ميجاجول للحاويات المائية. [3]

ث. المخلفات [4]:

تنقسم المخلفات الناتجة عن البناء بالقش إلى :

1- بقايا القش بعد قطع الغلاقات، و يجب التخلص الفوري من هذا القش لأن وجوده يكون هو الشرارة الأولى لحدوث أي حريق بسبب قابليته العالية للاشتعال. و يكون التخلص منه لمصانع الورق او أجهزة التغويز لاستخراج الطاقة من بقايا القش.
2- مخلفات يمكن تدويرها مثل مخلفات الشبك المعدني الممدد و الشدة الخشبية اللازمة لتشكيل السقف.

ج. قابلية اعادة الاستخدام:

بعد نهاية الحياة المفيدة للمبنى، فإن القباب و الأقبية الطينية يكون مصيرها التحول الى ركام يدخل في تصنيع الخرسانات، اما بالنسبة للقش، فهو يمكن اعادة استخدامه بعد كشط المحارة في صناعة ألواح القش المضغوطة كقواطيع داخلية (كما يظهر في شكلي 2-26، 2-27).

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 68).
[2] المرجع السابق
[3] المرجع السابق
[4] Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Katherine, *Natural Buildings: Design, Construction and Resources* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2015).

شكل 2- 26 ماكينات الضغط و التقطيع لألواح القش
المصدر: أيمن عقبة and عفيفي، إيهاب, "استخدام المخلفات الزراعية فى المنشآت الريفية in ,*مؤتمر مستقبل التنمية المستدامة في مصر*)القاهرة، مصر: وزارة التنمية المحلية المصرية, 2012-99.184 ,II ,(ص.12)

شكل 2- 27أعمال التركيب لقواطيع الألواح المضغوطة من قش الأرز
المصدر: أيمن عقبة and عفيفي، إيهاب, "استخدام المخلفات الزراعية فى المنشآت الريفية in ,*مؤتمر مستقبل التنمية المستدامة في مصر*)القاهرة، مصر: وزارة التنمية المحلية المصرية, 2012-99.184 ,II ,(ص.12)

2-4-5 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من بالات القش

القش المتراكم على السقف.

تعتبر هذه الاستخدامات لقش الارز استخدامات بدائية جدا لم يحاول الفلاح المصري تطويرها او تعظيم الاستفادة منها مثلما فعل مع الاخشاب و النخيل.

على عكس المتعارف عليه في البناء الحديث، فإن الاستخدام التاريخي للقش - للألياف الزراعية الجافة عموما- يستطيع حماية المبنى من الرطوبة و الامطار و الحرارة و يقدم سقف طويل الامد. اعتاد الفلاح المصري أن يستخدم بالات القش في تغطية الأسقف للمنازل و ذلك بفرشها فوق الأسطح للحماية من مياه الامطار شتاءا، حيث أنها تتميز بدرجة امتصاص عالية فضلا عن استخدامها لعزل الحرارة و اشعة الشمس المرتفعة في الصيف نظرا لإمكانياتها العالية في الاحتفاظ بالحرارة الناتجة عن أشعة الشمس و الساقطة على سطح المنزل. بالاضافة الى ذلك، فقد استخدم الفلاح القش في خلطه مع الطين و الماء من اجل صناعة الطوب اللبن للبناء.[1]

يتراوح سمك التسقيف من قش الارز من 8-20 سم حسب مستوى العزل المطلوب، حيث جرت العادة في مصر على استخدام القش بعمق 20 سم لزيادة العزل الحراري و تشوين القش لحين الاضطرار لاستعماله في التدفئة في الشتاء أيضا كما يظهر في شكلي 2-28 و 2-29. يتم ربط البالات يدويا بالسقف بواسطة الحبال و الحزم.[2]

شكل 2- 28 استخدام قش الأرز في تغطية الأسقف
المصدر: أيمن عقبة and عفيفي، إيهاب, "استخدام المخلفات الزراعية فى المنشآت الريفية in ,*مؤتمر مستقبل التنمية المستدامة في مصر*)القاهرة، مصر: وزارة التنمية المحلية المصرية, 2012-99.184 ,II ,(ص.7)

شكل 2- 29 تجفيف القش لاستخدامه كوقود للفرن
المصدر: أيمن عقبة and عفيفي، إيهاب, "استخدام المخلفات الزراعية فى المنشآت الريفية in ,*مؤتمر مستقبل التنمية المستدامة في مصر*)القاهرة، مصر: وزارة التنمية المحلية المصرية, 2012-99.184 ,II ,(ص.7)

[1] Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Katherine, *Natural Buildings: Design, Construction and Resources* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2015) (p. 7).
[2] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 226).

6-4-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند استخدام القش المتراكم على السقف

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة

1. الموارد المادية و البشرية:

أ. المواد الاساسية:

1- بالات قش حسب السمك المطلوب من 8-20 سم لعزل الامطار.[1]

2- عناصر الربط الأفقية من القش.

3- حبال ربط بالات القش بعناصر الربط الافقية و العناصر الانشائية للتسقيف (عند اللزوم).

ب. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ:

استخدام القش بالصورة الموجودة الآن في الريف المصري لا يستدعي أكثر من عامل واحد يكون هو صاحب المنزل لوضع القش فوق السقف، و بوقت قليل جدا قد يساوي أيام.[2]

2. الطاقة الكامنة المبدئية:

جدول 2-14 الطاقة الكامنة للتكسية ببالات القش المتراكم على السقف لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [3]

تغطية السقف ببالات القش المتراكمة	الطاقة الكامنة بالمادة (ميجا جول لكل كيلوجرام)	كثافة المادة (كيلوجرام /متر مكعب)	حجم المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (متر مكعب)	وزن المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام)	الطاقة الكامنة (ميجا جول)	الكربون المخزن في المادة (كجم ثاني أكسيد كربون لكل كيلوجرام)	الكربون المخزن في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام ثاني أكسيد كربون)
بالات القش ثنائية التحزيم (1*1*0.5 م)	0.24	120	50	6000	1440	0.2	1200

المصدر: الباحث بالاعتماد على Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 228).

3. التكلفة المبدئية و سعر الخامة:

يعتمد هذا التسقيف على بالات القش بأسلوب مباشر من الحقل للمنزل. يبلغ سعر بالة القش -بأبعاد 1.00*0.50*0.50 متر- حوالي 10 جنيهات ليتم ضغطه و ربطه بأسلوب ثنائي التحزيم باستخدام خيوط البولي بروبالين، و هو يشمل النقل من الحقل إلى الموقع،[4] و بالتالي بسبب انخفاض مجهود التنفيذ، تكون التكلفة حوالي 500 جنيه، و قد تنخفض لأكثر من ذلك إذا كان التنفيذ في الحقل نفسه كما هو شائع.[5]

4. المتانة و احتياجات الصيانة :

---

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 226).

[2] Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Katherine, *Natural Buildings: Design, Construction and Resources* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2015) (p. 7).

[3] الطاقة الكامنة هي الطاقة المستهلكة عبر دورة حياة المنتج .Cradle to Grave الكربون المخزن يعبر عن الاعتماد على الطاقة الاحفورية Fossil Fuelفي مراحل استخراج المواد الخام أو التصنيع أو النقل للموقع.

[4] وفقا للأسعار الواردة بتقرير إدارة تطوير المشروعات الزراعية ,*دراسة جدوى لمشروع تدوير قش الأرز* :[n.p])الصندوق الاجتماعي للتنمية, 2016).

[5] Garas, G, Allam, M and Eldessuky, R, 'STRAW BALE CONSTRUCTION AS AN ECONOMIC ENVIRONMENTAL BUILDING ALTERNATIVE- A CASE STUDY', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 4 (2009), 54-59 (pp. 4-6).

بغض النظر عن ضعف مقاومة الحريق، فإن التسقيف بالقش بسمك 8-20 سم يعتبر متينا و طويل الامد بأسلوب غير متوقع بالنسبة لتشكيل بسيط كهذا، و ذلك لأنه بسبب تهويته المستمرة فإنه يسهل التخلص من الرطوبة الداخلية مما يقي القش من خطر الفطريات و التعفن و خاصة في المناخ الجاف مثل المناخ المصري.[1]

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ

1. انتشارية الخبرة و التراث التقني:

لا يتوافر في مصر خبرة مرتفعة للتعامل مع بالات القش للتكسيات الخارجية او التسقيف، حيث يكتفى بتشوين البالات فوق السقف كعازل للحرارة و الأمطار بصورة تراكمية حتى يتم استخدام القش في عمل الاعلاف او التبن، و بالتالي فإنه يمكن استنتاج عدم وجود أي احتياج للتدريب. أما بالنسبة للشكل الجمالي، فإن تشوين بالات القش على الاسطح سمة سائدة في أغلب المجتمعات الريفية .

ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية

1. جودة البيئة الداخلية و السلامة:

أ. الأداء الحراري :

يقدر معامل الموصلية الحرارية للقش بحوالي 0.05 واط لكل متر كيلفن حسب أسلوب التحزيم المستخدم[2]، و لذا بحساب السمك، نجد ان المقاومة الحرارية تتراوح بين 4 مترمربع كيلفن لكل واط عند استخدام سمك الـ 20 سم و 1.6 متر مربع كيلفن لكل واط عند استخدام سمك الـ 8 سم. [3]

جدول 2- 15 الأداء الحراري لبالات القش المتراكم على السقف

بالات القش كحوائط حاملة	السمك (سم)	الموصلية الحرارية (واط /متر كيلفن)	المقاومة الحرارية (متر مربع كيلفن/واط)
بالات القش	0.2-0.08	0.05	4-1.6
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		0.25-0.625 واط متر مربع لكل كيلفن	

المصدر: الباحث بالاعتماد على Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 9).

ب. مقاومة الحريق:

يعتبر العيب الاكبر لاستخدام قش الارز في التسقيف في الريف المصري هو كونه سريع الاشتعال عند وجود أقل بوادر للحريق. و هو يشكل اكبر تهديد امان المنشأ و مخالف للكود المصري للحماية من الحريق بسبب انخفاض مقاومته للحريق عن مقاومة الخشب الطبيعي المنصوص عليها و هي 4/3 ساعة، إلا في حالة استخدامه لتكسية سقف المنشأ على ارتفاع يتجاوز 5 م.[4].[5]

2. الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة:

---

[1] أيمن، إيهاب , عفيفي، عقبة, 'استخدام المخلفات الزراعية فى المنشآت الريفية in ,*مؤتمر مستقبل التنمية المستدامة في مصر*)القاهرة، مصر: وزارة التنمية المحلية المصرية, 2012.(7-6 .pp) 99-184 ,II,),

[2] Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 3).

[3] المرجع السابق

[4] اللجنة الدائمة لإعداد أسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق ,*الكود المصري لأسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق- الجزء الأول*)القاهرة: المركز القومي لبحوث الإسكان و البناء, 2012.(172 .p) (

[5] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 71).

جدول 2-16 الآثار البيئية الناتجة عن دورة حياة التكسية ببالات القش المتراكم على السقف لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [1]

بالات القش المتراكم	الحجم (المتر المكعب)	الكثافة (كيلوجرام لكل متر مكعب)	الوزن(Kg)	الطاقة الكامنة (MJ/Kg)	الطاقة الكامنة (MJ)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2/ (Kg	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2	فرصة غازات الاحتباس الحراري Kg) (CO2/Kg	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg CO2)
بالات القش ثنائية التحزيم 1*1*0.5م	50	120	6000	0.24	1440	0.00087	5.22	-1.25	-7500

المصدر: الباحث بالاعتماد على Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 5).

3. الآثار البيئية الناتجة عن المراحل المختلفة لدورة الحياة:

أ. استخراج المواد و التأثير على الموقع:

إن محصول الارز غنيا بكميات القش الناتجة، لذا بطبيعة الحال يكتسب الفلاحون مهارة عالية في التعامل معه و خاصة في التخزين و في صنع البالات.[2]

ب. التصنيع:

تعتبر آثار التصنيع في الاجمال اقل بكثير منه في انماط البناء الطبيعية. و ذلك لأن مادة البناء في حد ذاتها شديدة الانخفاض في الاعتماد على التصنيع.[3]

ت. النقل:

يستخدم المبنى في المتوسط 6000-7000 كيلوجرام من القش للتغطية، و ذلك يعني 3.4 ميجا جول للكيلومتر عند النقل بشاحنات الـ 15 طن، و 0.9ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات الـ35 طن. [4]

ث. المخلفات:

بسبب طبيعة الانشاء البسيطة و التي تعتمد على تشوين القش لحين الاستعمال في التدفئة، فإنه يمكن تجاهل المخلفات.[5]

ج. قابلية اعادة الاستخدام:

بسبب عدم تعرض القش لأي معالجة من أي نوع، فإنه يمكن أن يدخل القش - بعد التأكد من خلوه من الآفات- في تصنيع طوب باستخدام خليط الطين المحروق و القش، أو في تصنيع الأعلاف الحيوانية.

5-2 البناء باستخدام البوص في مصر

يعتبر البوص من أقدم النباتات المعروفة في مصر القديمة و التي اعتاد الفلاح المصري استخدامه في البناء و ذلك بسبب تميزه بمجموعة من الخصائص الطبيعية و الانشائية و التي تؤهله للاستخدام كمادة انشائية و تكسية، و ذلك بسبب توفره في منطقة بحيرات البردويل و المنزلة و ادكو و حول حقول الذرة و القصب في الصعيد. [1]

---

[1] لا تتوفر بيانات هذا النظام في برنامج Athena Impact Estimator بسبب حداثة عودته للاستخدام في أمريكا الشمالية.

[2] Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Katherine, *Natural Buildings: Design, Construction and Resources* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2015) (p. 6).

[3] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 68).

[4] المرجع السابق

[5] Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Katherine, المرجع السابق, (p. 231).

و ينقسم البوص في مصر الى نوعين، و هما البوص البلدي (شكل 2-30) و البوص الريحي (شكل 2-31) و. البوص البلدي هو البوص البري الذي ينمو حول حقول الذرة و القصب اما البوص الريحي فهو بوص الملاحات و المستنقعات، و هما يختلفان في الخصائص الطبيعية حتى و ان انتميا الى نفس الفصيلة. سيتم التركيز على تناول خصائص البوص الريحي و ذلك لأنه نوع البوص الأكثر استخداما في مصر في مجال البناء. [2]

شكل 2- 30 البوص البلدي Arundo Donax
المصدر: C. Bargeron, 'Forest Invasive Species', in *The University of Georgia: Center fpr Invasive Species and Ecosystem Health* <Bugwood.org/1237029/C. Bargeron> [accessed 18 July 2016]

شكل 2- 31 البوص الريحي Arundo Phragmites
المصدر: 'Invasive Species: (Phragmites)', in *Wisconsin Department of Natural Resources* <http://dnr.wi.gov/topic/invasives/fact/phragmites.html> [accessed 18 July 2016]

فبالنسبة للبوص الريحي فالساق قائمة يزيد طولها عن 5 م فوق الماء، يصل البوص الريحي الى هذا الطول خلال عام واحد، حيث تتم عملية تقطيع البوص و تجميعه في بداية موسم الصيف من كل عام. و يتميز البوص الريحي ايضا عن البوص البلدي في زيادة نسبة اللجنين (ألياف الخشب) في جدار المادة الحية لساق البوص و قلة الفراغات الهوائية في النسيج الخارجي و ترجع ايضا لاستطالة ألياف اللجنين في جدار المادة الحية. يصل قطر ساق البوص الريحي مكتمل النمو الى 3 سم مما يترتب عليه ارتفاع متانة البوص و قدرته على تحمل قوى الشد و لضغط و الضغط أكثر .[3] أما البوص البلدي فهو أقصر و قطاع الساق يتكون من نوات رأسية من اللجنين لحمل الغذاء لأعلى النبات. يتشابه قطر البوص البلدي مع قطر البوص الريحي 3 سم عند اكتمال نموه، لكنه مع ذلك فهو أقل في المتانة و ذلك بسبب انخفاض مستوى اللجنين فيه.[4]

2-5-1 الخصائص الطبيعية للبوص

جدول 2-17 -الخصائص الطبيعية للبوص الريحي[5]

	الكثافة النوعية	مقاومة الشد	مقاومة الضغط	المرونة
البوص	120 كيلو جرام للمتر المكعب	21.739 ميجابسكال	41.4625 ميجاباسكال	3.2 جيجا باسكال
الاستيل	7849 كجم للمتر المكعب،	265 ميجا باسكال	128 ميجا باسكال	200 جيجا باسكال

المصدر: أحمد عبدالنبي هلال, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.82-171. pp), و Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 228).

[1] هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992. p. 5.), (

[2] المرجع السابق، ص.164

[3] مصطفى مرسي و عبد العظيم عبدالجواد ,*محاصيل العقل: الجزء الثالث*)القاهرة، مصر: مكتبة الأنجلو المصرية, 1963.(

[4] المرجع السابق.

[5] تم اختيار الاستيل لمقارنة الخصائص الطبيعية الخاصة به بخصائص البوص لأن البوص كخامة تعتمد على الشد في التشكيل و الإنشاء مثل الاستيل.

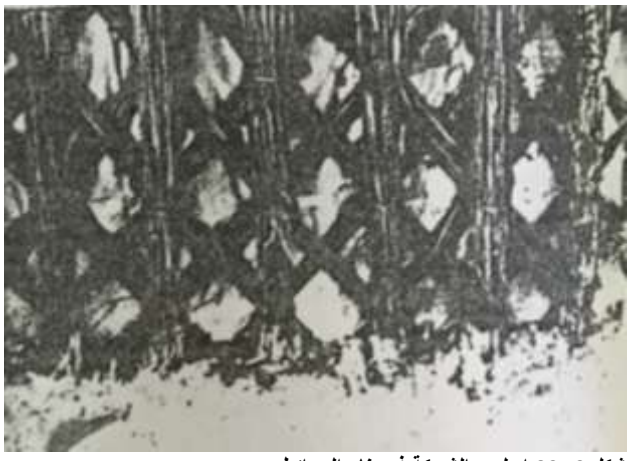
2-5-2 المتانة و تحمل العوامل المناخية في مصر

تختلف آثار الرطوبة و العوامل الخارجية على البوص بسبب تنوع اماكن نشأته، فمثلا البوص الريحي يقاوم التآكل بفعل الملوحة و الرطوبة بسبب نموه في المستنقعات و شواطئ الترع و الملاحات، اما البوص البلدي فينمو في التربة الجافة غير المالحة لذلك فهو لا يقاوم التآكل بفعل الرطوبة و الاملاح. ارتفاع قدرة البوص الريحي على مقاومة الرطوبة تجعله هو نوع البوص الأنسب للاستخدام في البناء بالاضافة الى وفرته و رخص ثمنه.[1]

و يعرف البوص عالميا بأنه مادة مناسبة للاستخدام في التسقيف و العزل و ذلك بسبب قدرته على مقاومة الرطوبة و انخفاض معدل انكماشه و تمدده مع اختلاف الحرارة، بالاضافة الى قدرته على مقاومة الاشعة فوق البنفسجية و الجليد و الرياح و بخار الماء، و لذلك فالبوص لا يحتاج الى حماية من نوع خاص مثل الخشب و القش اللذان سبق تناولهما. اما طول مدة الحياة في الطبيعي هي 40-70 سنة، و ذلك في ظل توفر معلات الصيانة الكافية.[2]

3-5-2 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من البوص
حوائط و أسقف الشبيكة في منطقة بحيرة المنزلة[3]

تتركز المهارات المتوارثة في البناء بالبوص في منطقة بحيرة المنزلة بسبب توافر البوص الريحي المعروف بارتفاع قدرة تحمله انشائيا بالاضافة الى تحمله لظروف الرطوبة المرتفعة. و يتم الاعتماد على البوص كمادة انشائية بطريقة الشبيكة. و يعرف اسلوب الشبيكة بهذا الاسم بسبب الشكل الشبكي الذي يظهر به المنشأ كما يتضح في شكلي 2-32 و 2-33. و يعرف المبنى الذي يتم انشاؤه بهذا الأسلوب بالكشك، و هو منزل بأبعاد 4.00 متر طولا و3.50 متر عرضا. و لا يزال البوص يشكل مادة البناء الرئيسية لأكثر من 60% من المساكن و المباني العامة حتى الآن.[4]



شكل 2- 32 اسلوب الشبيكة في بناء الحوائط
المصدر: هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.223)

شكل 2- 33 شكل الكشك النهائي بعد الانتهاء
المصدر: هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.220)

في البداية يجب تجهيز البوص للبناء، في البداية يتم تجميع البوص و جمعه بعد اكتمال نمو حقول البوص من أجل تجميع البوص بنفس الطول. يكون قطع البوص بحيث تكون نهايته حادة بزاوية 60 درجة، ثم يتم تجميع البوص على هيئة سدد يصل قطرها عند لفها الى 50 سم، بحيث تحتوي على 150-200 بوصة ثم ربط السدة بواسطة حبل مصنوع من اوراق البردي التي تنمو بين سيقان البوص.

---

[1] هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.164-165)

[2] Stenman, Helga, *Reed Conctruction in Baltic Sea Region* (Estonia: European Regional Development Fund, 2012) (p. 51).

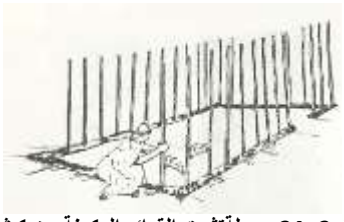
[3] هلال، أحمد عبد النبي، مرجع سابق، (ص.200-225)

[4] المرجع السابق، (ص.50)

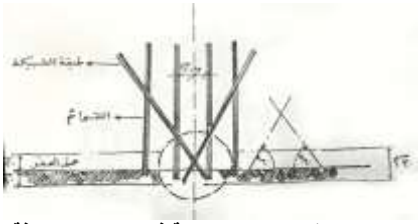
بعد التجميع تأتي مرحلة التقشير لازالة الاوراق التي تحيط بالبوص لتسهيل استخدامه في عمل الشبيكة. يلي مرحلة التقشير هي مرحلة تجميع الاطوال المتقاربة من البوص في شكل كبشة تتكون من 4-5 حسب قطر البوص المستخدم، و هذه الكبشة هي الوحدة المستخدمة للبناء بطريقة الشبيكة.

أ. تفاصيل الإنشاء

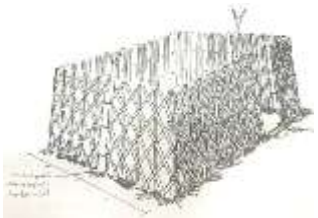
يتم غرس البوص في تربة رطبة على مسافات من 15-20 سم على هيئة مجموعات تسمى الكبش (شكل 2-34). يكون الغرس على عمق 10 سم و تكون الكبش قوائم عمودية حول محيط الكشك ما عدا مكان فتحة الباب. ثم بعد ذلك يتم غرس كبش من البوص بزاوية ميل 60 درجة على سطح الارض و يتم الغرس على عمق 10 سم كما في القوائم على أن يتم الغرس في اتجاهين متضادين حتى يتم الوصول لشكل الشبكة (كما يظهر في شكلي 2-35، 2-36). بعد ذلك تتم عملية الربط بواسطة حبل بلاستيك (فليصة) و ذلك لأنه لا يسمح للعقدة بأن تحل بعد الربط و لا يتأثر بالعوامل الجوية مثل حبال البردي.ولا يتم ربط الكبش المائلة بحائط بالحائط العمودي عليه لتسهيل عملية فك الحوائط عند الصيانة.



شكل 2- 34 مرحلةتثبيت القوائم المكونة من كبش البوص
المصدر: هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.208)



شكل 2- 35غرس الكبش المائلة في منتصف المسافة بين كل قائمتين
المصدر: هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.208)



شكل 2- 36عمودان رفع الجمالون يفضل ان تكون من جذوع الاشجار
المصدر: هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.209)

يتم في النهاية اضافة بوص من الداخل بين الكبش القوائم لسد الفراغات المثلثة و تتم هذه العملية باستخدام بوص فردي و ليس على هيئة كبش، و يتم غرسه في التربة بعمق 10 سم أيضا. و يتم ترك اجزاء بدون تغطية في الواجهة البحرية للتهوية.

أما للتسقيف فإنه في البداية يتم الحفر في منتصف البحر الاصغر للكشك من الخارج ثم بعمق 50 يتم تثبيت العمودين الذين سيحملان دعامة الجمالون. يكون متوسط طول هذين القائمتين 3.50 متر ثم يتم ربطهما بالشبيكة.بعد تركيب العمودين يتم عمل النطاق من الداخل و الخارج و هو عبارة عن شريط مستمر من البوص يربط افقيا بالشبيكة و يلف الكشك بالكامل.يكون النطاق الاول على منسوب 75 سم و النطاق الثاني على منسوب 1.50 عند جلسة الشبك. اما النطاق الثالث فيكون هو النطاق العلوي الذي سيثبت عليه الجمالون. ثم يتم وضع الدعامة الأفقية للجمالون بالاستناد على العمودين(شكل 2-37).يتم بعد ذلك عمل السقف الجمالوني بربط دعامات من البوص على هيئة كبش بمتوسط قطر 10 سم تثبت في النطاق العلوي و تربط بالدعامة الأفقية للجمالون بحبال فليصة. تبرز هذه الكبش على الحوائط بمقدار 30 سم (شكل2-38). ثم يتم تعريش الجمالون ايضا باسلوب الشبيكة ثم تغطى الشبيكة بالسدد البوص و هي حصائر منسوجة بانتظام من البوص الموازي لميل السقف الجمالوني و تثبت بالكبش و النطاق العلوي (شكل2-39).

شكل 2- 37تثبيت الدعامة الافقية للجمالون فوق القائمان بواسطة نطاق رابع من الكبش.
المصدر: هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.212)

شكل 2- 38كبش و دعامات الجمالون و ربطها بالدعامة الافقية للجمالون
المصدر: هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.214)

شكل 2- 39توضع السدد البوص فوق الشبيكة كآخر طبقة من طبقات السقف، و يمكن وضع أكياس البلاستيك بينهما.
المصدر: هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.215)

2. تفاصيل الحماية

يتم وضع طبقة من البلاستيك مثل اكياس الاسمدة و يتم فرشها حتى لا تتسرب مياه الامطار بين الشبيكة و السدد في الجمالون، كما ايضا يمكن ان يتم وضع اكوام من البردي او القش فوق طبقة البلاستيك بدلا من السدد (شكل 2-39) . و لتقوية مقاومة الحريق، في النهاية يتم البياض بمادة تتكون من الطين المغمور بالماء من على شواطئ الترع مع تبن بنسبة ثلثين طين و ثلث تبن و يخلط بالماء مثل خلطة الاسمنت، ثم يترك يومين ليختمر ثم يتم البياض على مرحلتين.

2-5-4 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند الإنشاء بحوائط و أسقف الشبيكة

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة

1. الموارد المادية و البشرية [1]:

أ. المواد الاساسية:

1. البوص لعمل الشبيكة و القوائم و النطاقات و تعريش السقف.
2. دعامتين من الشجر الخام او لعروق الخشبية
3. احبال بلاستيك للربط (الفليصة)
4. طبقات الحماية:
   أ. شكائر الاسمدة الفارغة للعزل ضد مياه الامطار
   ب. البياض بواسطة خليط من الطين و التبن او الجير للسقف.

ب. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ:

في كثير من الاحيان يقوم صاحب المسكن بجميع اعمال البناء و لا يتكلف سوى ثمن المواد الخام او العمالة المهارة لزوم خطوات معينة من الانشاء، لكن عموما فإن المواطنين في المناطق التي ينمو فيها البوص بصفة عامة يمتلكون خبرة عمل الشبيكة و غزل البوص، لذلك تحتاج عملية الانشاء الى تدريب كثيف و مرتفع لتعليم المهارة التي يمتلكها بتفوق أهل بحيرات المنزلة و البردويل و إدكو، و يليهم صانعي الحصر و الغلال على طول وادي النيل.

2. الوقت المستهلك في التنفيذ:

يستلزم لخمسة عشرعامل ماهر بأسلوب الشبيكة 10 أيام بسبب تعقيد النظام. اما البياض ثم الطلاء فيحتاج الى أسبوع كامل لإعطاء مهلة كافية لطبقات البياض المتعاقبة. [2]

[1] هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.220-224).

[2] المرجع السابق.

3. الطاقة الكامنة المبدئية:

جدول 2-18 الطاقة الكامنة للإنشاء بحوائط و أسقف الشبيكة البوص لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [1]

البناء بالشبيكة البوص	الطاقة الكامنة بالمادة (ميجا جول لكل كيلوجرام)	كثافة المادة (كيلوجرام /متر مكعب)	حجم المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (متر مكعب)	وزن المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام)	الطاقة الكامنة (ميجا جول)	الكربون المخزن في المادة (كجم ثاني أكسيد كربون لكل كيلوجرام)	الكربون المخزن في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام ثاني أكسيد كربون)
البوص	0.24	120	25.12	3014.4	723.456	0.01	30.144
بياض طيني (1 طين: 3 رمل)	0.083	1600	22.5	36000	2988	0.0052	187.2
جذوع الاشجار	2.5	450	13	5850	14625	0.2	1170
الاجمالي					**18336.456**		**1387.344**

المصدر: الباحث بالاعتماد على *Magwood, Chris, Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 61, 69, 228).

4. التكلفة المبدئية و سعر الخامة:

تعتمد الشبيكة بصورة رئيسية على البوص الريحي الذي يتم استخدامه مباشرة في عملية البناء. يبلغ سعر سدة البوص حوالي 25 جنيه شاملا سعر الربط و النقل.[2] و بالقياس على تكلفة بناء كشك البوص تبعا لـ (هلال،1992) ، فإنه تبلغ التكلفة المبدئية التي تشمل البوص و الحبال و الشكائر اللازمة للتسقيف و البياض لإنشاء مسطح بمساحة 100 متر مربع حوالي 6000 جنيه بأسعار عام 1992.[3]

5. المتانة و احتياجات الصيانة:

يوفر البناء بالشبيكة بناء كشك بأبعاد 3.5*4 متر، **حيث يمكن الامتداد طوليا فقط في اتجاه الـ4 متر، لكن عند الاضطرار للامتداد في اتجاه الـ3.5 متر فإنه يجب عمل حائط وسطي من الشبيكة**. يتمتع البناء بأسلوب الشبيكة بمتانة ميكانيكية جيدة توفر عمر زمني يصل الى الـ50 عاما اذا توفرت الصيانة اللازمة و ذلك لانخفاض مقاومة الصدم، كما أن البوص الريحي في حد ذاته مقاوم للرطوبة و الملوحة و السطوع الشمسي. لكن بصفة عامة يحتاج الكشك إلى صيانة دورية خاصة قبل فصل الشتاء حيث تؤثر الأمطار على السقف و تؤدي إلى تفتت طبقة اللياسة الخارجية لذا يجب ترميمها قبل موسم الامطار. أما الحوائط فتتعرض أحيانا لصدمات تؤدي إلى تحطم أجزاء منها على الرغم من أنها أكثر متانة و تحمل من حوائط الكشك المقام بنفس أسلوب الشبيكة و ذلك لأن استدارة الحائط في الكشك يؤدي إلى توزيع الأحمال الناتجة من وزن السقف و كذلك الرياح مما يقلل من احتمال هبوط الكشك، إلا أن فرصة المعالجة متوفرة بسبب ملائمة أسلوب الشبيكة لأن يتم تدعيمه ببوص جديد يمكن إدخاله في المنطقة المهشمة أو المراد تغييرها بعد تكسير طبقة البياض الداخلية و الخارجية.[4]

6. مرونة التصميم و التغيير:

أما بالنسبة للمرونة توفر طريقة الشبيكة في انشاء الكشك فرصة جيدة لعملية الصيانة التى يحتاج اليها عندما يتعرض لصدمة شديدة او لقدم المنشأ.توفر طريقة الشبيكة الفرصة للاحلال و التغيير من خلال طبقاتها المتعددة، حيث يتم البدء

---

[1] الطاقة الكامنة هي الطاقة المستهلكة عبر دورة حياة المنتج .Cradle to Grave الكربون المخزن يعبر عن الاعتماد على الطاقة الاحفورية Fossil Fuelفي مراحل استخراج المواد الخام أو التصنيع أو النقل للموقع.

[2] Kobbing, J., Thevs, N. and S., Zerbe, 'The utilisation of reed (Phragmites australis): a review', *Mires and Beat Vol 13*, 2014, 1-14.

[3] المرجع السابق.

[4] هلال، أحمد عبدالنبي, 'العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة' (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.230).

بتكسير طبقة البياض لكشف طبقات البوص و من ثم يمكن التغيير و الاحلال. كما يتحقق في اسلوب الشبيكة ميزة امكانية نقل الكشك او تغيير احد الحوائط التي لا تشترك في كبش البوص المكونة لطبقة الشبيكة لتسهيل التغيير و الاحلال.[1]

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ

1. انتشارية الخبرة و التراث التقني:

بالرغم من انتشارية وجود البوص بنوعيه في الملاحات و البحيرات و في وادي النيل حول حقول الذرة و القصب و ارتفاع كفاءة البوص الانشائية و مقاومته للعوامل المناخية، إلا أنه التراث التقني في استخدامه في الانشاء بأسلوب الشبيكة غير متواجد الا حصرا في منطقة البحيرات الشمالية و بالتحديد في منطقة بحيرة المنزلة، و هو اسلوب تراثي ضارب في القدم و هو مستمر حتى الان و يتوارثه الاجيال هناك للدرجة التي تجعل كل رب أسرة يشيد منزله بيده، كما يشترك أهالي القرى في بناء المنشآت العامة و الاسواق و المناسبات. [2]

2. سهولة التدريب و سلامة التنفيذ:

يعتبر اسلوب الانشاء باستخدام الشبيكة اسلوب بالغ التعقيد و يعتمد على مهارة مرتفعة في تركيب و ربط البوص، و لذلك فهو يستلزم تدريب كثيف للبناء بهذا الاسلوب، لكن في نفس الوقت، لا يكون هذا التدريب مستحيلا او صعبا و ذلك بسبب الألفة في التعامل مع البوص لعمل الأوعية و السلال و المفروشات البسيطة و الاقفاص و التي تشكل نواة للمشروعات الصغيرة في العديد من المجتمعات في مصر. أما بالنسبة لسلامة التنفيذ فهو لا يتضمن أي مخاطر فيزيائية أو انبعاثات كيماوية ضارة.[3]

3. التكامل الجمالي مع التصميم المعماري و العمراني المحيط:

يستخدم أسلوب الشبيكة في العديد من التطبيقات سواء كانت معمارية أو غير معمارية. فإنه يمكن ملاحظة استخدام شبيكة البوص في صناعة الأكشاك و مساكن الصيادين حول بحيرة المنزلة[4]، و في صناعة المظلات و السلال في منطقة بحيرة إدكو و رشيد و حول بحيرة البردويل (شكلي 2-40، 2-41)[5]. ذلك يؤدي إلى جواز توقع ارتفاع ملاءمة شكل الشبيكة البوص مع التصميم المعماري و العمراني المحيط في المناطق الريفية و السواحل الغنية بالبوص.

شكل 2- 40 صناعة السلال من البوص
المصدر: عبد الوهاب حنفي, "البوص و جريد النخيل. صناعة تتثاءب in ', *فولكلور سكان الصحتري المصرية*
<http://kenanaonline.com/users/saharyfolk/posts/22271 accessed 16 [4نوفمبر 2015>]

شكل 2- 41صناعة الشبيكة من البوص
المصدر: عبد الوهاب حنفي, "البوص و جريد النخيل. صناعة تتثاءب in ', *فولكلور سكان الصحتري المصرية*
<http://kenanaonline.com/users/saharyfolk/posts/22271 accessed 16 [4نوفمبر 2015>]

[1] هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.230).
[2] المرجع السابق، (ص.50)
[3] المرجع السابق، (ص.225-250)
[4] المرجع السابق.
[5] الجيزاوي، لميس, "دراسة تحليلية لمساكن الصيادين حول بحيرة البردويل شمال سيناء" (رسالة ماجيستير, جامعة عين شمس, قسم الهندسة المعمارية- كلية الهندسة, 1993.(

ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية

1. جودة البيئة الداخلية و السلامة:

أ. الأداء الحراري :

يتراوح معامل الموصلية الحرارية للبوص 0.055-0.075 واط لكل متر كيلفن حسب سمك البوص المستخدم .[1] و لذا بحساب السمك، نجد ان متوسط المقاومة الحرارية هو 1.472 مترمربع كيلفن لكل واط ومتوسط التوصيل الحراري هو0.679 واط لكل متر مربع كيلفن . [2]

جدول 2- 19 الأداء الحراري لحوائط و أسقف الشبيكة البوص

حوائط و أسقف الشبيكة البوص	السمك (سم)	الموصلية الحرارية (واط /متر كيلفن)	المقاومة الحرارية (متر مربع كيلفن/واط)
بياض طيني	0.035	0.8	0.04375
البوص	0.09	0.065	1.384615385
بياض طيني	0.035	0.8	0.04375
الاجمالي	0.435	-	1.472115385
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		**0.679294579**	**واط متر مربع لكل كيلفن**

الباحث بالاعتماد على Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300. و Stenman, Helga, *Reed Conctruction in Baltic Sea Region* (Estonia: European Regional Development Fund, 2012) (p. 90).

ب. الأداء الصوتي:

لا تتوفر بيانات دقيقة عن جودة الأداء الصوتي داخل المنازل المعتمدة على حوائط الشبيكة في الأبحاث السابقة، لكن يمكن توقع انخفاض هذه الجودة بسبب خفة النظام و اعتماده على زيادة الفراغات في تنظيمه الداخلي من أجل زيادة التهوية، مما يشير إلى انخفاض جودة العزل الصوتي للحوائط.

ت. مقاومة الحريق:

بسبب تغطية البوص بلياسة طينية، تزداد مقاومة الحريق لتصل الى ساعة و نصف عند التعرض الى الاحتراق حسب كثافة اللياسة و نسبة جفاف البوص.[3]

[1] Stenman, Helga, *Reed Conctruction in Baltic Sea Region* (Estonia: European Regional Development Fund, 2012) (p. 90).

[2] Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300.

[3] هلال، أحمد عبدالنبي, 'العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة' (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992(ص.223).

2. الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة:

جدول 2-20 -الآثار البيئية لدورة الحياة للإنشاء بحوائط و أسقف الشبيكة البوص لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2[1]

البناء بالشبيكة البوص	الحجم (المتر المكعب)	الكثافة (كيلوجرام لكل متر مكعب)	الوزن(Kg)	الطاقة الكامنة (MJ/Kg)	الطاقة الكامنة (MJ)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2/ Kg)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2)	فرصة غازات الاحتباس الحراري Kg) (CO2/Kg	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg CO2)
البوص	25.12	120	3014.4	0.24	723.456	0.00087	2.622528	-1.25	-3768
بياض طيني (1 طين: 3 رمل)	22.5	1600	36000	0.083	2988	0.00011	3.96	-0.003	-108
جذوع الاشجار	13	450	5850	2.5	14625	0.00889	52.0065	1.333	7798.05
الإجمالي					**18336.456**		**58.589028**		**3922.05**

المصدر:الباحث بالاعتماد على Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 5). و Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 61, 68, 228).

3. الآثار البيئية الناتجة عن المراحل المختلفة لدورة الحياة:

1. استخراج المواد و التأثير على الموقع :

كما سبق تناوله، فإن البوص يتواجد بكثرة في منطقة المنزلة، و يجري تقليمه بصورة دورية لصناعة السدد، لذلك فهو لا يشكل ضررا على البيئة او استهلاكا زائدا للموارد. ينحسر التأثير السلبي في قطع الاشجار للحصول على جذوع الخشب الخام اللازمة للدعامات، و هي نادرة في هذه المنطقة بسبب ملوحة الأرض.[2]

2. التصنيع:

تعتبر آثار التصنيع في الاجمال اقل بكثير منه في انماط البناء الطبيعية. و ذلك لأن مادة البناء في حد ذاتها شديدة الانخفاض في الاعتماد على التصنيع، و تنحسر الآثار البيئية عن عملية التصنيع في تصنيع الحبال البلاستيكية و أكياس الأسمدة الفارغة للحماية من مياه الأمطار.[3]

3. النقل:

يستخدم المبنى في المتوسط 20 سدة بوص بالاضافة الي 3 دعامات من جذوع الشجر مع 3 كيلوجرام من الحبال[4] ، و ذلك يعني 1.2 ميجا جول للكيلومتر عند النقل بشاحنات الـ 15 طن، و 0.3 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات الـ35 طن. [5]

4. المخلفات:

تكون المخلفات في شكل بقايا لا يمكن اعادة استخدامها في البناء و هي بقايا البوص مع بقايا الاحبال البلاستيكية، لكن بصفة عامة و بسبب طبيعة الانشاء البسيطة، فإنه يمكن تجاهل المخلفات.[1]

---

[1] لا تتوفر بيانات هذا النظام في برنامج Athena Impact Estimator بسبب حداثة عودة البوص للاستخدام في أوروبا و أمريكا الشمالية.

[2] هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992(ص.71).

[3] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 228).

[4] هلال، أحمد عبد النبي، المرجع السابق (ص.241).

[5] Magwood, Chris ,مرجع سابق , (p.228)

5. قابلية إعادة الاستخدام:

يعتمد الانشاء بأسلوب الشبيكة مرنا جدا بسبب اعتماده على الربط بالحبال و ليس اللصق او الوصلات المعدنية. هذه المرونة بالاضافة الى طول عمر البوص و قوته في تحمل السطوع الشمسي و الرطوبي يؤهله لإعادة الاستخدام في عمل مظلات خفيفة أو قواطيع من البوص الشبيكة.

2-5-5 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من البوص
سدد البوص المغطاة بالجبس[2]

تستخدم هذه الطريقة بصورة رئيسية حول بحيرة المنزلة و تعتمد على هيكل خشبي يثبت عليه سدد البوص- و هي تجميع للبوص باستخدام أحبال من البردي لتشكيل وحدات على هيئة الحصير بمقاسات مختلفة تبدأ من 1.00متر *2.00متر الى 4.00* 2.00 متر.-بواسطة اطار من الصفيح ثم يتم البياض بالجبس من الداخل و الخارج. و على الرغم من ارتفاع تكلفة هذه الطريقة إلا أنها توفر شكلا أكثر دقة.

أ. تفاصيل الإنشاء

يكون الهيكل الانشائي مزودا بدعامات مائلة من مراين 5سم *5سم *2م تعمل محل الكبش في نظام الشبيكة (شكل2-42). يتم عمل سدد البوص بمقاس 2م*3م بعدد 10 سدد حيث يتم تثبيتهم في الهيكل الخشبي من الداخل (شكل 2-43) بواسطة شرائط من الصفيح (الشمبر) حيث تثبت السدة في الاطار العلوي لكل بانوه باستخدام المسامير ثم يتم التثبيت في الدعامات الرأسية باستخدام الشمبر بالمسامير، و يراعى في هذه العملية أن تكون نهاية السدة عند الدعامة الرأسية حتى يكون التثبيت جيد حتى و لو أدى ذلك إلى قطع جزء من السدة ، كذلك يراعى أيضا ترك مكان تركيب الباب خالي من التجليد.

شكل 2- 42 دعامات الجمالون
المصدر: هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.231).

شكل 2- 43تركيب السدد البوص قبل البياض
المصدر: هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.227).

شكل 2- 44تجليد السقف بالسدد البوص، و يراعى ان يتم التجليد بعد البياض حتى لا تتعرض السدد البوص في السقف للطرطشة
المصدر: هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.240)

ثم يتم بياض الحوائط بعمل طرطشة الحوائط من الخارج للتمهيد لطبقة من الجبس من الداخل و الخارج. ثم تبدأ مرحلة الظهارة باستخدام مونة الجبس بمعدل 30كجم للمتر المسطح و ذلك فيحتاج الكشك الى حوالي 38 شيكارة ثم يتم تسويتها و صنفرتها بالبروة لدفعها حتى يتخلل الجبس الفراغات بين البوص. و تبدأ مرحلة البياض الخارجي بعد تمام جفاف البياض من الداخل.

ب. تفاصيل الحماية

يتم ايضا استخدام سدد البوص لتغطية السقف بتثبيتها فوق دعامات السقف المائلة، و يلزم تغطية السقف 7 سدد بمقاس 1م*4م، يتم تثبيتهم بواسطة الشمبر . أما بالنسبة للعزل ضد الأمطار ، فيتم استخدام متوسط 16 شيكارة من البلاستيك يتم تثبيتهم فوق سدد البوص (شكل 2-44)، ثم يوضع فوقهم أحمال التبن و قش .

---

[1] Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Katherine, *Natural Buildings: Design, Construction and Resources* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2015) (p. 5).

[2] هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992 .p. 71 ,(ص.231-240).

6-5-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند التكسية بالسدد المغطاة بالجبس

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة

1. الموارد المادية و البشرية[1]:

أ. المواد الاساسية:

1. سدد البوص .

2. اطارات من الصفيح لتثبيت السدد البوص بالهيكل الخشبي.

3. طبقات الحماية للحوائط:

أ. الحماية من أشعة الشمس و مقاومة الحريق: جبس و مونة طرطشة للبياض

ب. الحماية من مياه الامطار: أكياس شكائر الأسمدة الفارغة.

4. طبقات الحماية للسطح:

أ. شكائر من البلاستيك فوق سدد البوص للعزل ضد الامطار.

ب. أحمال التبن أو قش الارز للعزل الحراري.

ب. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ:

يحتاج تنفيذ الهيكل الخشبي الى نجار محترف لتركيب الهيكل بالاضافة الى عمال متخصصين في عمل السدد البوص و تثبيتها بشمبر الصفيح الخاص بربطها بالهيكل الخشبي. و يقتصرتدريب العمال على التكسية على تقوية حرفة التعامل مع الصفيح و قطع البوص فقط. اما بالنسبة للبياض بالجبس فيمكن أن يقوم بها صاحب الكشك أو عامل بياض يجيد عمل خلطة الجبس و خلطة الطرطشة. [2]

2. الوقت المستهلك في التنفيذ:

يستلزم لخمسة عمال لتركيب الاطار الخشبي حوالي أسبوع يتم فيه تجهيز السدد و عمل اطارات الصفيح بالتوازي من قبل حوالي 15 عاملا. اما البياض ثم الطلاء فيحتاج الى أسبوع لإعطاء مهلة لطبقات البياض من قبل حوالي 10 عمال حسب ما سبق تناوله في تنفيذ بياض الشبيكة. [3]

3. الطاقة الكامنة المبدئية:

جدول 2-21 الطاقة الكامنة للتكسية بسدد البوص المغطاة بالجبس لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [4]

التكسية بسدد البوص المغطاة بالجبس	الطاقة الكامنة بالمادة (ميجا جول لكل كيلوجرام)	كثافة المادة (كيلوجرام /متر مكعب)	حجم المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (متر مكعب)	وزن المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام)	الطاقة الكامنة (ميجا جول)	الكربون المخزن في المادة (كجم ثاني أكسيد كربون لكل كيلوجرام)	الكربون المخزن في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام ثاني أكسيد كربون)
السدة البوص	0.24	120	25.12	3014.4	723.45	0.01	30.14
بياض جيري	1.11	1150	6.75	7762.5	8616.3	0.174	1350.675
اطار من الصفيح	20	7849	2.5	19622.5	392450	1.46	28648.85
الاجمالي					**401789.8**		**30029.669**

المصدر:الباحث بالاعتماد على Chris Magwood, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 228, 61, 205).

4. التكلفة المبدئية و سعر الخامة:

[1] هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.241-242)

[2] المرجع السابق.

[3] المرجع السابق.

[4] الطاقة الكامنة هي الطاقة المستهلكة عبر دورة حياة المنتج Cradle to Grave. الكربون المخزن يعبر عن الاعتماد على الطاقة الاحفورية Fossil Fuel في مراحل استخراج المواد الخام أو التصنيع أو النقل للموقع.

تعتمد الشبيكة بصورة رئيسية على البوص الذي ينمو تلقائيا في منطقة بحيرة المنزلة و الذي يتم استخدامه مباشرة في عملية البناء. يبلغ سعر السدة البوص حوالي 25 جنيه شاملا سعر الربط و النقل.[1] و بالقياس على تكلفة تكسية كشك البوص بسدد البوص المغطاة بالجبس، فإنه تبلغ التكلفة المبدئية التي تشمل البياض و الاطار الصفيح والجبس و البلاستيك اللازم للتسقيف لإنشاء مسطح بمساحة 100 متر مربع حوالي 4000 جنيه بأسعار عام 1992.[2]

5. المتانة و احتياجات الصيانة :

يعتبر هذا النظام أكثر متانة انشائيا من نظام الشبيكة و ذلك لأنه يعتمد على الخشب الذي يمتد بحره المغطى حتى 5 متر، لكنه أكثر حساسية للحرارة و الرطوبة و ذلك لأنه أقل اعتمادا على البوص الذي يتمتع بمقاومة مرتفعة طبيعيا ضد تغيرات درجات الحرارة و الرطوبة، كما أنه يعتمد على الجبس للبياض و هو مادة منخفضة المقاومة للعوامل الخارجية. و لذلك يستلزم هذا النظام صيانة أكثر كثافة.[3]

تتركز اعمال الصيانة في ترميم الجبس في الأجزاء التي تتعرض لصدمات خاصة، و ذلك أن الجبس لا يلتصق بخشب الدعامات فيبدأ حدوث شروخ في طبقة الجبس عند أي اصطدام بالحلق الخشبي الخاصة بالأبواب و الشبابيك.

6. مرونة التصميم و التغيير:

بالنسبة للمرونة، يوفر هذا النظام من التجاليد امكانية تغيير بانوه كامل من سدد البوص المغطاة بالجبس اذا تعرضت لصدمة أدت الى تحطيمها فإنه من السهل التكسير بمحاذاة الدعامة الحشبية، و نزع الإطار ثم يثبت سدة جديدة يتم بعده التلبيس بالجبس.[4]

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ

1. انتشارية الخبرة و التراث التقني:

بالرغم من انتشارية وجود البوص بنوعيه في الملاحات و البحيرات و في وادي النيل حول حقول الذرة و القصب و ارتفاع كفاءة البوص الانشائية و مقاومته للعوامل المناخية، إلا أنه التراث التقني في استخدامه في الانشاء غير متواجد الا حصرا في منطقة البحيرات الشمالية و بالتحديد في منطقة بحيرة المنزلة و حول بحيرة البردويل و إدكو و رشيد، و هو اسلوب تراثي ضارب في القدم و هو مستمر حتى الان و يتوارثه الاجيال هناك للدرجة التي تجعل كل رب أسرة يشيد منزله بيده، كما يشترك أهالي القرى في بناء المنشآت العامة و الاسواق و المناسبات. [5]

2. سهولة التدريب و سلامة التنفيذ:

يعتبر التكسية باستخدام السدد الجبسية أقل تعقيدا من اسلوب الشبيكة و ذلك لأنه لا يعتمد على مهارة في الربط و النسج، لكنه في نفس الوقت يعتمد على خبرات متعددة و هي خبرات تركيب البوص في الاطارات الصفيح و خبرات تثبيت اطارات الصفيح في الاطار الخشبي. و بالتالي فإنه يستلزم تدريبا متوسطا لعملية تركيب البوص بينما بالنسبة لاستخدام اطارات الصفيح فهي مهمة تعتمد على الورش المعدنية و هي منتشرة في مصر.

3. التكامل الجمالي مع التصميم المعماري و العمراني المحيط:

[1] Kobbing, J., Thevs, N. and S., Zerbe, 'The utilisation of reed (Phragmites australis): a review', *Mires and Beat Vol 13*, 2014, 1-14.

[2] هلال، أحمد عبدالنبي, 'العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة' (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.241-242)

[3] المرجع السابق.

[4] المرجع السابق.

[5] المرجع السابق، (ص.50).

يوجد استخدام واسع للسدد البوص في عمل المظلات أو الحصير بصفة عامة حتى في المجتمعات التي لا تستخدم البوص في البناء و التكسيات بهذه السدد، و هذا يشير إلى جواز توقع ارتفاع فرصة التكامل الشكلي و الجمالي مع التصميم المعماري او العمراني القائم في منطاق توفر البوص، و التي يتزامن فيها مهارات التعامل مع البوص مثل وادي النيل و رشيد.

ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية

1. جودة البيئة الداخلية و السلامة:

أ. الأداء الحراري:

يتراوح معامل الموصلية الحرارية للبوص 0.055-0.075 واط لكل متر كيلفن حسب سمك البوص المستخدم .[1] و لذا بحساب السمك، نجد ان متوسط المقاومة الحرارية هو 1.55مترمربع كيلفن لكل واط ومتوسط التوصيل الحراري هو0.641 واط لكل متر مربع كيلفن . [2]

جدول 2- 22 الأداء الحراري لسدد البوص المغطاة بالجبس

سدد البوص المغطاة بالجبس	السمك (سم)	الموصلية الحرارية (واط /متر كيلفن)	المقاومة الحرارية (متر مربع كيلفن/واط)
بياض جبسي	0.035	0.4	0.0875
البوص	0.09	0.065	1.384615385
بياض جبسي	0.035	0.4	0.0875
الاجمالي	0.435	-	1.559615385
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		0.641183724	واط متر مربع لكل كيلفن

المصدر: الباحث بالاعتماد على Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300. و Stenman, Helga, *Reed Conctruction in Baltic Sea Region* (Estonia: European Regional Development Fund, 2012) (p. 90).

ب. الأداء الصوتي:

يبلغ معامل امتصاص للصوت للبوص 0.5 في الترددات الأعلى من 300 هيرتز مما يتسق مع حقيقية استخدام البوص حديثا كبديل العوازل الصوتية المعتادة.[3]

ت. مقاومة الحريق:

بالنسبة لمقاومة الحريق فبسبب تغطية البوص بلياسة جبسية عالية المقاومة للحريق، تزداد مقاومة الحريق لتصل الى ساعة و نصف عند التعرض الى الاحتراق.[4]

2. الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة:

[1] Stenman, Helga, *Reed Conctruction in Baltic Sea Region* (Estonia: European Regional Development Fund, 2012) (p. 90).

[2] Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300.

[3] Asdrubali, Francesco, D'Alessandro, Francesco and Schiavoni, , Samuele, 'A review of unconventional sustainable building insulation materials', *Sustainable Materials and Technologies*, 4 (2015), 1-17 (p. 12).

[4] هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.184).

جدول 2-23 - الآثار البيئية لدورة الحياة لسدد الجبس المغطاة بالجبس لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [1]

التكسية بسدد البوص المغطاة بالجبس	الحجم (المتر المكعب)	الكثافة (كيلوجرام لكل متر مكعب)	الوزن (Kg)	الطاقة الكامنة) MJ/Kg (	الطاقة الكامنة (MJ)	تكوين الأمطار الحمضية Kg SO2/ (Kg	تكوين الأمطار الحمضية ((Kg SO2	فرصة غازات الاحتباس الحراري Kg) (CO2/Kg	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg CO2)
السدة البوص	25.12	120	3014	0.24	723.456	0.00087	2.622528	-1.25	-3768
البياض جيري	6.75	1150	7762	1.11	8616.375	0.00013	1.009125	0.16	1242
اطار من الصفيح	2.5	7849	19622	20	392450	0.02	392.45	2.3	45131.75
الإجمالي					**401790.206**		**396.081**		**42605.75**

المصدر: Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 5). و Rankin, W.G., *Minerals, Metals and Sustainability: Meeting Future Material Needs* (Clayton, Australia: Csiro Publishing, 2011), p. 22.

3. الآثار البيئية الناتجة عن المراحل المختلفة لدورة الحياة:

أ. استخراج المواد و التأثير على الموقع:

تعتبر المادة الغالبة المستخدمة في هذا المنشأ هو الخشب لعمل الهيكل الخشبي من خشب غير محلي و هو الخشب الأبيض بالاعتماد على ما يأتي من الموانئ القريبة من حاملات شحن الاخشاب من بلد المنشأ. و لا يعتبر الصفيح المستخدم لتثبيت بانوهات السدد البوص موجود محليا، لكنه لا يضر بكميات خام الحديد عالميا.[2]

ب. التصنيع:

بالنسبة لسدد البوص، فإنه تنحسر آثار التصنيع عند تصنيع الصفيح الذي يتم فيه استخدام الوقود الأحفوري مما ينتج عنه انبعاثات ثاني اكسيد الكربون و الغازات الدفيئة، بالاضافة أكياس الأسمدة الفارغة للحماية من مياه الأمطار.[3]

ت. النقل:

يستخدم المبنى في المتوسط 30سم مكعب من الخشب الأبيض و 38 شيكارة جبس و 160 متر طولي من الإطار الصفيح، بالاضافة الى 7 سدد من البوص ، و ذلك يعني 1.2 ميجا جول للكيلومتر عند النقل بشاحنات الـ 15 طن، و 0.3 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات الـ35 طن. [4]

ث. المخلفات:

تكون المخلفات في شكل بقايا لا يمكن اعادة استخدامها في البناء و هي بقايا البوص مع بقايا الاحبال البلاستيكية و الصفيح و الاخشاب، لكن بصفة عامة و بسبب طبيعة الانشاء البسيطة، فإنه يمكن تجاهل المخلفات، حيث أنها ليست تأثير ضار على البيئة بسبب قابليتها للتحلل.[5]

ج. قابلية إعادة الاستخدام:

[1] لا تتوفر بيانات هذا النظام في برنامج Athena Impact Estimator بسبب حداثة عودة البوص للاستخدام في أوروبا و أمريكا الشمالية.

[2] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 227).

[3] هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.241)

[4] المرجع السابق

[5] Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Katherine, *Natural Buildings: Design, Construction and Resources* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2015) (p. 5).

يمكن اعادة استخدام عناصر المبنى بعد نهاية حياة المبنى المفيدة بطرق متنوعة، حيث يمكن اعادة استخدام أخشاب الهيكل الانشائي في عمل المظلات أو هياكل انشائية أخرى، أما البوص فيمكن تدويره لتصنيع عوازل أو قواطيع، أما الصفيح فيتم اعادة تدويره لعمل تشكيلات و ألواح صفيح جديدة.

6-2 البناء باستخدام المنتجات الثانوية لنخيل التمر في مصر

يمتاز جريد النخيل – و هو أكثر نتائج تقليم النخيل توافرا- بمجموعة من الخصائص الانشائية (كما يظهر في جدول2-18) و الحرارية (كما يظهر في شكل 2-44)التي جعلته من أهم مواد البناء في العمارة الصحراوية في مصر و في الشرق الاوسط نتيجة وفرتها و قدرته التشكيلية المرتفعة و مقاومته المرتفعة للعوامل المناخية.

1-6-2 الخصائص الطبيعية للمنتجات الثانوية لنخيل التمر

جدول 2-24 الخصائص الطبيعية لجريد و جذوع نخيل التمر البلدي[1]

	الكثافة النوعية	مقاومة الشد	مقاومة الضغط	المرونة
جريد النخيل	950 كيلو جرام للمتر المكعب	54 ميجاباسكال	51.5 ميجا باسكال	10.2 جيجا باسكال
جذوع النخيل	1140 كيلو جرام للمتر المكعب	178.8 ميجا باسكال	75 ميجا باسكال	6.6 جيجا باسكال لجذع
الاستيل	7849 كجم للمتر المكعب،	265 ميجا باسكال	128 ميجا باسكال	200 جيجا باسكال

المصدر: ElMously, Hamed, 'The Palm Fibers for the Reinforcement of Polymer Compoaites: Prospects and Challenges', in *The First Ain Shams Internationak Conference on Environmental Engineering* (Cairo, Egypt: Ain Shams University, 2005), pp. 866-86 (p. 14).

2-6-2 المتانة و تحمل العوامل المناخية في مصر

يتميز النخيل بأنه يتم استخدام جميع منتجاته في مجال البناء حول العالم و في مصر و ذلك بسبب تمتع جذوع و جريد النخيل بخصائص طبيعية جيدة مثل المتانة و تحمل العوامل المناخية. و الآن نجحت العديد من تجارب استخدام جريد و جذوع النخيل كبديل للأخشاب لتعويض نقص الأخشاب المحلية في السوق المصرية مثل تجربة الجمعية المصرية للتنمية الذاتية بقرية القايات في الفصل الأول.[2]

و بسبب نمو النخيل في ظروف مناخية قاسية، مثل الجفاف و الفروق الكبيرة في درجات الحرارة بين الليل و النهار في المناخ الصحراوي و الذي يتراوح في المتوسط من 50 درجة مئوية نهارا و 6درجات مئوية تحت الصفر ليلا، يتمتع جريد و جذوع نخيل التمر لمقاومة مرتفعة لتغيرات درجات الحرارة و السطوع الشمسي و في نفس الوقت يعتبر عازلا جيدا للحرارة[3].و يؤكد هذه المتانة تجاه المناخ استعماله المباشر بلا طبقات حماية في المناطق الحارة الجافة في دولة الامارات كما سيتم تناولها في الفصل الثالث.[4]

[1] تم اختيار الاستيل لمقارنة الخصائص الطبيعية الخاصة به بخصائص الجذوع و الجريد لأنهم كخامات تعتمد على الشد في التشكيل و الإنشاء مثل الاستيل.

[2] Elmously, Hamed, 'THE INDUSTRIAL USE OF THE DATE PALM RESIDUES AN ELOQUENT EXAMPLE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT', in *PROCEEDINGS 4th International Congress on "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin"* (Cairo, Egypt: Proceedings, 2009), VOL. 1, 204-27 (p. 16).

[3] AlNesearawi, M., 'Palm Leaf as a Thermal Insulation Material', *Ibn Al Haitham for Pure and Applied Sciences*, Vol.21 (2) (2008), 44-52.

[4] Alquimi, Majed, *New Techniques to Use Dates Palm Fronds in Architectural and Product Design Applications* (Texas, US: MSc., Texas Tech University., 2014) (pp. 39-41).

3-6-2 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من المنتجات الثانوية لنخيل التمر
كمرات جذوع النخيل و الكرشيف

عرف البناءون في مصر البناء بالجريد و جذوع النخيل منذ فجر التاريخ، حيث يلاحظ استخدام المنتجات الثانوية لنخيل التمر في البناء التقليدي في قرى الصعيد و واحات الداخلة و الخارجة و البحرية و سيوة. يتنوع استخدم هذه المنتجات من استخدام الجذوع في حد ذاته لعمل شبكة من الكمرات اللازمة لتغطية الفراغات و التي يتحدد تراكبها حسب طول البحر اللازم تغطيته، إلى التكسية بأسلوب السعف و الجريد المتراكم على الأسقف أو الحوائط.

أ. تفاصيل الإنشاء

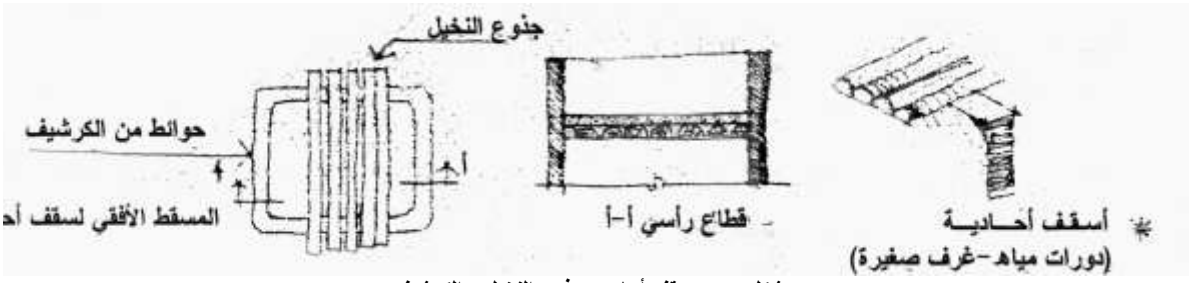
استخدم أبناء سيوة جريد و جذوع النخيل في تسقيف المنازل المبنية باستخدام الكرشيف. و الكرشيف هو حجر يتكون من ترسيبات ملحية و رملية و طفلية متجمعة مع بعض و هي أصل التربة في سيوة. يستخدم الكرشيف في عمل الحائط بسمك يتراوح ين 10-15 سم بنظام الحوائط الحاملة و يتم استخدام جذوع النخيل كأعمدة بينية وككمرات سقفية للأسقف. كما يتم تقطيع جذوع النخيل الى شرائح طولية لاستخدامها كبلاطات متجاورة لتكوين سقف المبنى، و قد تستخدم جذوع النخيل بعد تقطيعها و تهذيبها في صناعة الأبواب. كما يستخدم الجريد في ملء الفراغات بين جذوع النخيل المشكلة للسقف.[1]

و يلاحظ في هذا النظام عدم اعتمادة الكامل على الجذوع إنشائيا، حيث تعمل الجذوع ككمرات مركبة دورها توصيل حمل التسقيف- خاصة عندما يكون المبنى متعدد الأدوار- إلى الأعمدة، هذه الأعمدة قد تكون من جذوع النخيل أيضا أو حوائط من الكرشيف.

و تأخذ الأسقف أشكالا عديدة و يتوقف هذا على حكم الفراغ المراد تسقيفه، و قد تصل الى بعض الأنظمة المركبة و التي تشابه الى حد كبير نظام الأسقف الخشبية المركبة "الثنائية و الثلاثية". و تتلخص أنماط التسقيف في ثلاثة أنماط كالتالي:

1- أسقف بسيطة:

تستخدم في حالة تسقيف الفراغات ذات الأبعاد المحدودة (2-3 متر)، و هي تشبه الأسقف الأحادية One-Way Slab في نظم الأسقف التقليدية و تعتمد على التسقيف بشرائح طولية من جذوع طولية من جذوع النخيل حيث ترتكز على الحوائط مباشرة، بحيث تكون متراصة متلاصقة بجوار بعضها موازية لاتجاه البعد الأصغر من الفراغ. ثم يتم حشو الفراغات بين جذوع النخيل بالليف و الخوص لمنع تسرب مونة الكرشيف و التي يصل سمكها من 10-20 سم مكونة أرضية الدور التالي أو السقف النهائي للمبنى (شكل 2-45).[2]

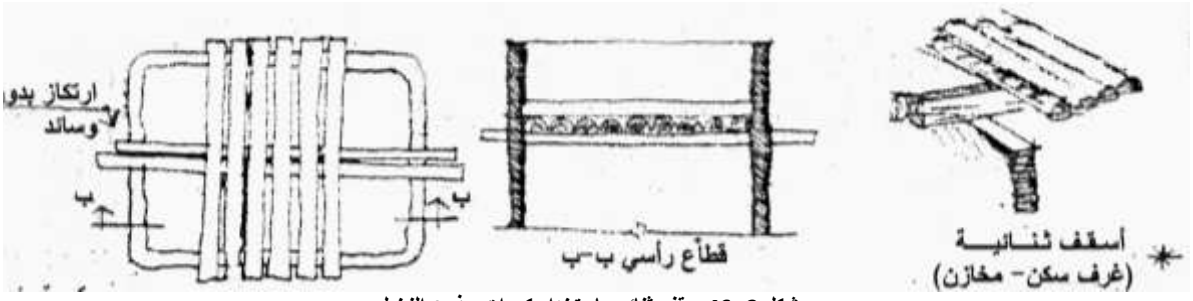


شكل 2- 45سقف أحادي بجذوع النخيل و الكرشيف
المصدر: الطويل، حاتم، "البيئة و العمارة في سيوة" (رسالة ماجيستير, جامعة الإسكندرية, كلية الفنون الجميلة, 1989.(ص.85)

[1] الطويل، حاتم، "البيئة و العمارة في سيوة" (رسالة ماجيستير, جامعة الإسكندرية, كلية الفنون الجميلة, 1989.(ص.80-87)
[2] المرجع السابق.

2- أسقف مركبة (ثنائية) :

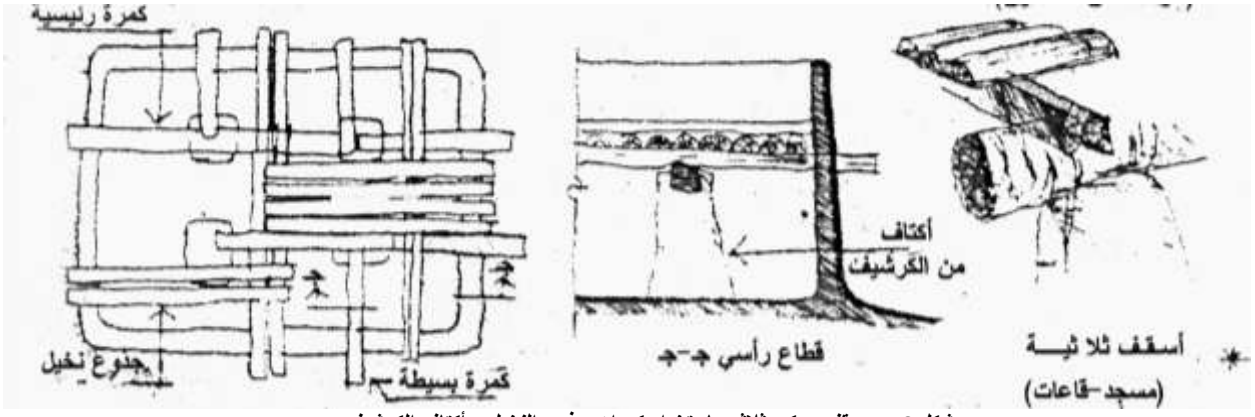
تستخدم في حالة تسقيف الفراغات الأكثر اتساعا و التي تصل أبعاد عروضها الى 4-5 متر، و التي تعتمد على تزويد السقف بنوع خاص من الكمرات و التي تتكون من أنصاف جذوع النخيل حيث يوضع كل نصفان بجوار بعضهما متقابلين في الناحية الدائرية لكل منهما. و ترتكز هذه الكمرات على الحوائط المقابلة دون وسادة مما يخلق بعض المشاكل الانشائية مع التقادم. كما يرتكز فوق تلك الكمرات الشرائح الطولية من جذوع النخيل متراصة بجوار بعضها يلي ذلك نفس الطبقات السابق ذكرها في الأسقف البسيطة (شكل 2-46).[1]



شكل 2- 46 سقف ثنائي باستخدام كمرات جذوع النخيل
المصدر: الطويل، حاتم، "البيئة و العمارة في سيوة" (رسالة ماجيستير, جامعة الإسكندرية, كلية الفنون الجميلة, 1989.(ص.85)

3- أسقف مركبة (ثلاثية):

يستخدم هذا النظام لتسقيف الفراغات ذات البحور الأكثر اتساعا كالمساجد و الاجتماعات و التي تصل أبعاد عروضها الى 5-8 متر. و يعتمد في تكوينه على كمرات رئيسية من جذوع النخيل المكتملة القطاع و التي ترتكز على الحوائط (و الأكتاف إن وجدت) دون وسادة كما هو الحال في الأسقف السابقة، و يرتكز عليها تباعا الكمرات الثانوية ثم الطبقات التقليدية للأسقف(شكل 2-47).[2]



شكل 472 -سقف مركب ثلاثي باستخدام كمرات جذوع النخيل و أكتاف الكرشيف
المصدر: الطويل، حاتم، "البيئة و العمارة في سيوة" (رسالة ماجيستير, جامعة الإسكندرية, كلية الفنون الجميلة, 1989.(ص.85)

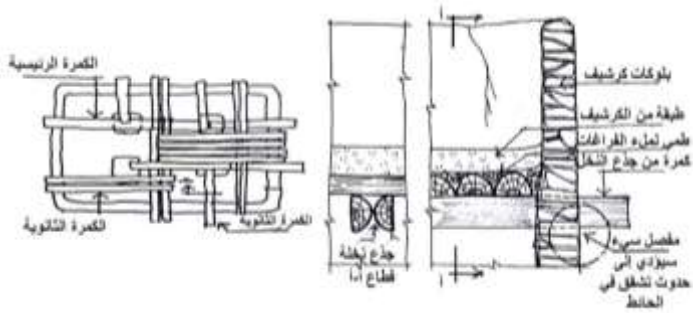
ب. تفاصيل الحماية

يعد نظام التسقيف بكمرات جذوع النخيل و الليف (كما يظهر في شكلي 2-48، 2-49) على قدر عالي من المتانة تجاه السطوع الشمسي و درجات الحرارة واسعة المدى و الاختلاف بين الليل و النهار و الجفاف و الأمطار رغم ندرتها الشديدة. لذلك يجب أن يتم حماية هذا السقف عن طريق:

[1] الطويل، حاتم، "البيئة و العمارة في سيوة" (رسالة ماجيستير, جامعة الإسكندرية, كلية الفنون الجميلة, 1989.(ص.80-87)
[2] المرجع السابق.

1- عزله ضد الحشرات و الآفات و أهمها النمل الأبيض: جرت العادة أن يتم العزل بواسطة رش الجذوع بالمياه المالحة دوريا للتخلص من النمل الأبيض. أما مؤخرا، فإنه يتم عزل جذوع النخيل بمحلول مخفف من الكيروسين بنسبة 1-3 أو بواسطة التشبع بزيت بذرة الكتان.[1]

2- عزله ضد الرطوبة و الأمطار: رغم الانخفاض الشديد لمعدلات الأمطار في سيوة، الا ان نظام البناء بالكرشيف كان مهددا بالكامل و انهار بالفعل عند موجات الأمطار الشديدة في سنوات 1930 و 1970 و 1985. حاليا يتم الاعتماد بعض الأحيان على طبقات أكثر سمكا من المونة الاسمنتية للوقاية من الامطار. [2]



شكل 2- 48 قطاع و مسقط أفقي للتسقيف باستخدام جذوع النخل و الكرشيف.
المصدر: حاتم الطويل, "البيئة و العمارة في سيوة" (رسالة ماجيستير, جامعة الإسكندرية, كلية الفنون الجميلة, 1989.(

شكل 2- 49 شكل التسقيف الأحادي من الاسفل
المصدر: Ahmed, R.M, 'Lessons Learnt from the Vernacular Architecture of Bedouins in Siwa Oasis, Egypt', in *The 31st International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining* (London, UK: ISARC, 2014) (p. 3).

2-6-4 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية التسقيف بكمرات جذوع النخيل و الكرشيف

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة

1. الموارد المادية و البشرية:

أ. المواد الاساسية:

1. جذوع النخيل لعمل الكمرات الرئيسية.
2. ليف لملء الفراغات بين كمرات جذوع النخيل.
3. طبقة ماسكة من الكرشيف بسمك 10 سم.
4. طبقات الحماية للسطح : الحماية بالكيروسين و الترابنتين من النمل الابيض و الذي يعد هو الآفة الأكثر خطورة على الجذوع، بالاضافة إلى طبقة بولي اثيلين للحماية من الأمطار (لم يتم استعمالها الا بعد استرجاع هذا النظام الانشائي على يد د/منير نعمة الله).

ب. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ:

يزداد تراكب الكمرات تعقيدا كلما ازداد طول البحر المراد تسقيفه، مما يستلزم مهارة أعلى في تجميع و تقطيع جذوع النخيل بالاضافة إلى تكسير و نقل كميات الكرشيف اللازمة و صناعة الليف الذي سيستخدم للعزل. بالتالي يلاحظ تعدد المهارات المطلوبة و تعدد الموارد البشرية اللازمة لتنفيذ هذا الاسلوب و الذي يتزعمهم في أغلب الاحوال صاحب المنزل أو تجمع من شباب القرية عند الرغبة في إنشاء ساحة عامة. لذلك فإن سهولة التنفيذ تعتمد على مدى جودة هذه الحرف المتوارثة. [3]

2. **الوقت المستهلك في التنفيذ:**

[1] الطويل، حاتم، "البيئة و العمارة في سيوة" (رسالة ماجيستير, جامعة الإسكندرية, كلية الفنون الجميلة, 1989.((ص.75).

[2] Shetawy, A. and Abdellatif, M., 'Echoes of the Environment: Housing Patterns in Siwa Oasis, Egypt', *Ain Shams Journal of Architectural Engineering*, Vol.2 (2008), 17-29.

[3] الطويل، حاتم، المرجع السابق،.(ص.80-85).

لا يستلزم بناء المنشأ أكثر من خمسة أشهر، و ذلك بسبب طبيعة خامة الكرشيف و التي تستهلك وقتا كبيرا في التجميع و التصنيع و التجفيف، لكن عمل التسقيف في حد ذاته لا يتعدى زمنه الاسبوعين بعدد متوسط لا يزيد عن5-10عمال ماهرين.[1]

3. الطاقة الكامنة المبدئية:

جدول 2-25 الطاقة الكامنة للإنشاء بكمرات جذوع النخيل و بالكرشيف لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2.[2]

كمرات متراكبة من جذوع النخيل مع الكرشيف	الطاقة الكامنة بالمادة (ميجا جول لكل كيلوجرام)	كثافة المادة (كيلوجرام /متر مكعب)	حجم المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (متر مكعب)	وزن المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام)	الطاقة الكامنة (ميجا جول)	الكربون المخزن في المادة (كجم ثاني أكسيد كربون لكل كيلوجرام)	الكربون المخزن في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام ثاني أكسيد كربون)
جذوع من اشجار النخيل المحلية	0.6	900	42.5	38250	22950	0.01	382.5
طبقة من حجر الكرشيف	0.083	1089	9.9	10781.1	894.8313	0.0052	56.06172
عزل من ليف النخيل	0.24	120	29.7	3564	855.36	0.01	35.64
الاجمالي					**24700.1913**		**474.20172**

المصدر: الباحث بالاعتماد على Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 85-69).

4. التكلفة المبدئية و سعر الخامة:

يعتمد هذا النظام على جذوع النخيل التي تتسم بالوفرة و توسط التكلفة.[3] يبلغ سعر جذع النخيل الواحد حوالي 100-200 جنيه حسب عمر الجذع و مسافة النقل .[4] و بالقياس على تكلفة فندق Adrere Amellal، فإنه تبلغ التكلفة المبدئية لإنشاء مسطح بمساحة 100 متر مربع حوالي 23500 جنيه بسبب ارتفاع سعر نقل الكرشيف.[5]

5. المتانة و احتياجات الصيانة:

واجه اسلوب البناء التلقائي المتوارث في سيوة العديد من التحديات التى أدت الى اندثاره قبل عودته بقوة في السياحة البيئية في سيوة على يد د/منير عطا الله. أهم التحديات هي ضعف مقاومة الكرشيف للرطوبة و الأمطار و عدم معالجة جذوع النخيل و التي أدت الى الاضرار به بواسطة النمل الأبيض، كما أن هذا النظام لم يحتوي على عمل وسادة لتوزيع الاحمال بين الكمرات و الحوائط الحاملة. [6] و هذا يؤدي إلى وجود تشققات في الحوائط نتيجة الانتقال غير المتساوي من الكمرات على الحوائط، و يكمن حلها الآن في وضع وسائد من جذوع النخيل فوق الحوائط لتوزيع الاحمال من الكمرات على طول الحائط.

6. مرونة التصميم و التغيير:

---

[1] Ahmed, R.M, 'Lessons Learnt from the Vernacular Architecture of Bedouins in Siwa Oasis, Egypt', in *The 31st International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining* (London, UK: ISARC, 2014) (pp. 2-3).

[2] الطاقة الكامنة هي الطاقة المستهلكة عبر دورة حياة المنتج Cradle to Grave. الكربون المخزن يعبر عن الاعتماد على الطاقة الاحفورية Fossil Fuelفي مراحل استخراج المواد الخام أو التصنيع أو النقل للموقع.

[3] Elmously, Hamed, 'THE INDUSTRIAL USE OF THE DATE PALM RESIDUES AN ELOQUENT EXAMPLE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT', in *PROCEEDINGS 4th International Congress on "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin"* (Cairo, Egypt: Proceedings, 2009), VOL. 1, 204-27.

[4] زيارة ميدانية لقرية القايات، مركز العدوة، مغاغة- المنيا في يناير 2016.

[5] Alamuddin, Hanan, *Adrere Amellal Eco Lodge Technical Review Report* (Siwa Oasis, Egypt: Siwa Sustainalbe Development Initiative, 2001) (p. 9).

[6] المرجع السابق.

أما بالنسبة لمرونة التصميم، فبسبب كون الكرشيف مادة صلبة و معتمد على اسلوب الانشاء بالحوائط الحاملة، فإنه لا يمكن تعديل الحوائط بالازالة او النقل. كما ان البحور المغطاة الثابتة حسب نوع التسقيف المستخدم و لا يمكن زيادتها او تغييرها.

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ

1. انتشارية الخبرة و التراث التقني:

يستخدم أسلوب التسقيف بجذوع النخيل و الكرشيف في الواحات البحرية و سيوة، حيث يتوفر النخيل و الخبرة اللازمة للتعامل معه، و التي يتوارثها الأجيال بصورة مستمرة في اطار تراث تقني شديد البساطة، و مع الوقت تدهورت جودة البناء بهذا الاسلوب مما أسفر عنه عيوب في الانشاء، مما أدى إلى توقف البناء بهذا الاسلوب منذ منتصف القرن العشرين حتى نجح مشروع السياحة البيئية في سيوة في استرجاع هذا التراث التقني و بجودة مرتفعة.[1]

2. سهولة التدريب و سلامة التنفيذ:

لوقت قريب، و حتى ثمانينات القرن الماضي، لم تعد تتوفر العمالة البشرية الماهرة القادرة على البناء بأسلوب الكرشيف و جذوع النخيل. أما الآن و بعد نجاح مشروع السياحة البيئية ضمن اعمال جمعية التنمية المستدامة في سيوة، نما بوضوح عدد البنائين الذي يمتلكون المهارة الكافية للبناء بنظام الكرشيف و جذوع النخيل حيث أصبحت مهنة البناء هي ثالث أهم مهنة يحترفها الشباب السيوي بعد الزراعة و السياحة. [2] أما بالنسبة لسلامة التنفيذ، فتتركز المخاطر في عملية تكسير و نقل الكرشيف و الذي يشكل عبئا كبيرا على العمالة.

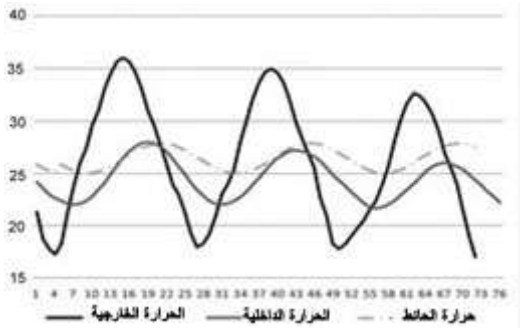
3. التكامل الجمالي مع التصميم المعماري و العمراني المحيط:

يتوفر أسلوب التسقيف بجذوع النخيل في مناطق كثيرة في مصر سواء في الريف أو في الظهير الصحراوي في شبه جزيرة سيناء و والواحات، و لذلك فإنه يجوز توقع ارتفاع التكامل و التلاؤم الجمالي مع الطراز المعماري القائم، و بالتالي فإن تطوير هذا النظام باستخدام عزل الرطوبة سيكون مقبولا جدا عند المجتمعات التي اعتادت أن تبني بهذا الأسلوب.

ت.تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية

1. جودة البيئة الداخلية و السلامة:

أ. الأداء الحراري :



شكل 2- 50 الاختلاف بين درجات الحرارة الخارجية و الداخلية باستخدام الكرشيف و جذوع النخيل

المصدر: Attia, Shady and Marwa, Dabayeh, , in *DESIGN INTERVENTIONS FOR CHANGING CLIMATES* (Florida, US: Florida Atlantic University, 2011) (p. 5).

[1] Alamuddin, Hanan, *Adrere Amellal Eco Lodge Technical Review Report* (Siwa Oasis, Egypt: Siwa Sustainalbe Development Initiative, 2001) (pp. 12-13).

[2] المرجع السابق.

يضمن استخدام الكرشيف للحوائط و الأسقف بأسماك مرتفعة الاداء الحراري الجيد داخل الفراغ (كما يظهر في شكل 2-50)، و ذلك بسبب انخفاض معامل التوصيل الحراري و ارتفاع سعة التخزين الحراري، و كذلك استخدام الليف و جذوع النخيل و اللذان يتصفان بجودة الاداء الحراري . و يتراوح معامل الموصلية الحرارية لألياف جريد النخيل- المستخدمة للتعريش أعلى الكرشيف بين 0.053-0.068 واط لكل متر كيلفن مما يعني جودة استخدام ألياف النخيل كعازل حراري طبيعي. كما يتراوح معامل الموصلية الحرارية لجذوع النخيل بين 0.122-0.210 واط لكل متر كيلفن.[1]

جدول 2- 26 الأداء الحراري للتسقيف بكمرات النخيل و الكرشيف

كمرات جذوع النخيل و الكرشيف	السمك (سم)	الموصلية الحرارية (واط /متر كيلفن)	المقاومة الحرارية (متر مربع كيلفن/واط)
الحائط			
الكرشيف	0.45	3.55	0.126760563
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		7.888888889	واط متر مربع لكل كيلفن
السقف			
الكرشيف	0.1	3.55	0.028169014
جذوع النخيل	0.15	0.166	0.903614458
ألياف من الليف و الجريد	0.05	0.0605	0.826446281
الاجمالي	0.435	-	1.758229753
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		0.568753883	واط متر مربع لكل كيلفن

المصدر: الباحث بالاعتماد على 'Aljuruf, R.S. and others, 'Determination of The Thermal Conductivity of Date Palm Leaves', *Journal of Thermal Insulation*, 1988, 152-56. و المحاكاة ببرنامج Design Builder v.4.7.0 تبعا لـ ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1–Appendix G- 2010

ب. مقاومة الحريق:

إن مقاومة الحريق الخاصة بالجريد منخفضة بحيث تساوي نصف ساعة فقط عند التعرض لشعلة مباشرة.[2] أما مقاومة الحريق بالكرشيف فهي تصل إلى 90 دقيقة، مما يؤهل النظام لاشتراطات الكود المصري لحماية المنشآت من الحريق.

2. الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة:

جدول 2-27 الآثار البيئية لدورة الحياة للتسقيف بكمرات جذوع النخيل و الكرشيف لمنشأ متوسط 100 م2. [3]

كمرات جذوع النخيل مع الكرشيف	الحجم (المتر المكعب)	الكثافة (كيلوجرام لكل متر مكعب)	الوزن(Kg)	الطاقة الكامنة (MJ/Kg)	الطاقة الكامنة (MJ)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2/ Kg)	تكوين الأمطار الحمضية Kg) (SO2	فرصة غارات الاحتباس الحراري (Kg (CO2/Kg	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg (CO2
جذوع من اشجار النخيل المحلية	42.5	900	38250	0.6	22950	0.00087	33.2775	1	38250
طبقة من حجر الكرشيف	9.9	1089	10781	0.083	894.8313	0.00011	1.185921	-0.003	-32.3433
عزل من ليف النخيل	29.7	120	3564	0.24	855.36	0.00087	3.10068	-1.25	-4455
الإجمالي					**24700.19**		**37.564101**		**33762.6567**

المصدر: الباحث بالاعتماد على Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 5). و Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 69-85).

[1] Aljuruf, R.S. and others, 'Determination of The Thermal Conductivity of Date Palm Leaves', *Journal of Thermal Insulation*, 1988, 152-56.

[2] Binhussein, Mohammed and Eltonsy, Maher, 'Palm leave and plastic waste wood composite for out-door structures', *Construction and Building Materials*, 47 (2013), 1431-35.

[3] تتوفر بيانات هذا النظام في برنامج Athena Impact Estimator بسبب عودة استخدام جذوع الاشجار و الاحجار المحلية في تسقيف المنازل الريفية في أمريكا الشمالية، و لذلك فقد الاعتماد على هذا البرنامج لدراسة الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة.

3. الآثار البيئية الناتجة عن المراحل المختلفة لدورة الحياة:

أ. استخراج المواد و التأثير على الموقع :

يتم تجميع الكرشيف من حافة بحيرة سيوة، اما مونة الطين الملحي المستخدمة لتثبيت الكرشيف و بياض الحوائط فيمكن أيضا ايجادها بوفرة حول البحيرة.أما الليف و الجريد فهما متواجدان بكثرة على اساس انهما من المكونات الثانوية للنخيل التي يتم قطعهما و جنيهما للحفاظ على جودة محصول التمر و وقاية النخيل من الحريق. لكن تكمن المشكلة الاكبر في جمع جذوع النخيل، و التي تقتضي بطبعها قطع جذوع النخل الذكور و كبيرة السن للحصول على مادة البناء. هذا الاجراء-برغم وفرة هذا النوع من النخيل- يؤدي الى الاضرار بعمليات التمثيل الضوئي و كميات الاكسجين الناتجة و ثاني اكسيد الكربون المخزن. يتزايد كميات جذوع النخيل المستخدمة كلما ازداد تعقيد و بحور التسقيف المطلوبة.[1]

ب. التصنيع:

لا يوجد تصنيع آلي في عملية التسقيف باستخدام جذوع النخيل و الكرشيف الا في تصنيع المونة الاسمنتية الذي يستخدم في بعض الاحيان لعزل الكرشيف من الحرارة و الرطوبة و زيت بذر الكتان الذي يستخدم في بعض الأحيان لعزل جذوع النخيل من آفة النمل الأبيض. أما عملية تصنيع الكرشيف في حد ذاتها فهي معتمدة كلية على الخلط اليدوي و التجفيف بالشمس.[2]

ت. النقل:

يستخدم المنشأ القياسي بمساحة 100 متر مربع في المتوسط 20 جذع نخيل مع متوسط 25 متر مكعب من الليف، و هذا يعني 1.2 ميجا جول للكيلومتر عند النقل بشاحنات الـ 15 طن، و 0.3 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات الـ35 طن. [3]

ث. المخلفات:

تكون المخلفات في شكل بقايا يمكن اعادة استخدامها في البناء و هي بقايا جذوع النخيل و التي يمكن استخدامها في تغطية بحور أصغر أما الليف فيمكن استخدامه لملء الفراغات بين جذوع النخيل. لكن بصفة عامة و بسبب طبيعة الانشاء البسيطة، فإنه يمكن تجاهل المخلفات حيث أنها ليس لها تأثير ضار على البيئة بسبب قابليتها للتحلل.

ج. قابلية اعادة الاستخدام:

بعد نهاية الحياة المفيدة للمبنى، يتم تحويل الكرشيف إلى ركام يتم ادخاله في انشاء الأفران، أما جذوع النخيل و الليف فلا يمكن اعادة استخدامها بصورتها الاصلية، لكن يمكن طحنها لتحويلها لألياف تدخل في تصنيع و تسليح البوليمرات (كما يظهر في شكلي 2-51، 2-52)، بالإضافة إلى استخدامها في صناعة العلف الحيواني و السماد العضوي.

---

[1] الطويل، حاتم, "البيئة و العمارة في سيوة" (رسالة ماجيستير, جامعة الإسكندرية, كلية الفنون الجميلة, 1989.(ص.75).

[2] Alamuddin, Hanan, *Adrere Amellal Eco Lodge Technical Review Report* (Siwa Oasis, Egypt: Siwa Sustainalbe Development Initiative, 2001) (p. 75).

[3] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 84).

شكل 2- 51عينة Wood Plastic تحت اختبار الشد
المصدر: Binhussein, Mohammed and Eltonsy, Maher, 'Palm leave and plastic waste wood composite for out-door structures', *Construction and Building Materials*, 47 (2013), 1431-35 (p. 2).

شكل 2- 52 قطاع في عينة Wood Plasticمسلحة بألياف النخيل تستخدم في الاغراض الانشائية الخارجية
المصدر: Binhussein, Mohammed and Eltonsy, Maher, 'Palm leave and plastic waste wood composite for out-door structures', *Construction and Building Materials*, 47 (2013), 1431-35 (p. 3).

5-6-2 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من المنتجات الثانوية لنخيل التمر

التكسية بسدد سعف و جريد النخيل

شكل 2- 53 التسقيف بسدة الجريد من الداخل
المصدر: الباحث في رحلة ميدانية لقرية القايات بمحافظة المنيا

شكل 2- 54التسقيف بجذوع النخيل و الجريد في فندقAdrere Amellal
المصدر: Alamuddin, Hanan, *Adrere Amellal Eco Lodge Technical Review Report* (Siwa Oasis, Egypt: Siwa Sustainalbe Development Initiative, 2001) (p. 47).

شكل 2- 55 التسقيف بسدد الجريد من الداخل.
المصدر: أيمن عقبة and عفيفي، إيهاب, "استخدام المخلفات الزراعية فى المنشآت الريفية in ,*مؤتمر مستقبل التنمية المستدامة في مصر*)القاهرة، مصر: وزارة التنمية المحلية المصرية, 2012 99-184 ,II), (p. 6).

استخدم الفلاح المصري في الصعيد سدد من سعف النخيل الكامل كما هو بمجرد تجفيفه باستخدام أشعة الشمس، و ذلك اعتمادا على مهارته الطبيعية في صناعة الحبال من الليف و التي تتشابه مع أسلوب صناعة سدد البوص. و السدد كما تم تناولها في الفصل الأول هي طبقات من البوص أو الجريد المجمعة من الأطراف باستخدام الحبال. هذا الأسلوب القديم لا يزال يستخدم حتى الآن في الاسكان منخفض التكاليف الذي يشيده الفلاح لنفسه عندما لا يستطيع تدبير تكاليف البناء بالطوب و الخرسانة.[1] و الآن يتم استخدام هذه الوسيلة في التسقيف في الفنادق البيئية في الواحات و المحميات الطبيعية.

أ. تفاصيل الإنشاء

و يتم العمل في هذا التسقيف بالتوازي بحيث يتم تثبيت مجموعة من الجريد السميك الجاف منزوع السعف – أو من خشب الموسكي- بطريقة عرضية بعرض الغرفة ككمرات رئيسية ، و في نفس الوقت يتم وضع سدة من السعف الكامل الجاف بصورة متعامدة كما يظهر في أشكال 2-53، 2-54 و 2-55، و ذلك بصورة تراكمية لتحسين العزل الحراري و للحماية من السطوع الشمسي المباشر، لكن مثل نظام القش المتراكم فوق الأسطح، يعيب هذا النظام انخفاض مقاومته للحريق بسبب استخدام السعف الكامل سريع الاشتعال. هذه الطبقات المتراكمة يتم ربطها بجريد عرضية موازية للطبقة الأولى.[2]

[1] Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Katherine, *Natural Buildings: Design, Construction and Resources* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2015) (pp. 4-5).
[2] المرجع السابق.

ب. تفاصيل الحماية

يعتبر التهديد الأكبر لهذه التكسية هو الأمطار و التسوس. و بالنسبة للتسوس و الحشرات فإنه يتم حماية الأسقف بواسطة اجراء عملية (تدخين) للجريد الخام المخزن ، بإيقاد نيران تنتج دخانا كثيفا يتخلل قطع الجريد المخزن مما يساعد على قتل بويضات حشرة السوس. [1]

6-6-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند التكسية بسدد سعف و جريد النخيل

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة

1. الموارد المادية و البشرية:

أ. المواد الاساسية:

1. سعف كامل مجفف
2. عوارض داخلية من الموسكي بقطاع 7.8*10 سم.
3. سعف منزوع الأوراق(جريد) مجفف.
4. حبال من الليف أو الكتان.

ب. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ:

استخدام السعف بهذا الأسلوب لا يستدعي أكثر من عاملين إلى ثلاثة يكون لرص الجريد و ربطه لعمل سدد باستخدام الحبال و وضع السعف الكامل كطبقة حماية فوق السقف، و بوقت قليل جدا قد يساوي أيام بمجرد تثبيت العلفات الخشبية.[2]

2. الطاقة الكامنة المبدئية:

جدول 2-28 الطاقة الكامنة بالتكسية بسدد سعف و جريد النخيل لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [3]

التكسية باستخدام سعف و جريد النخيل	الطاقة الكامنة بالمادة (ميجا جول لكل كيلوجرام)	كثافة المادة (كيلوجرام /متر مكعب)	حجم المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (متر مكعب)	وزن المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام)	الطاقة الكامنة (ميجا جول)	الكربون المخزن في المادة (كجم ثاني أكسيد كربون لكل كيلوجرام)	الكربون المخزن في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام ثاني أكسيد كربون)
سدات الجريد الجاف	0.24	1140	55.35	63099	15143.76	0.01	630.99
سعف كامل	0.24	1140	5	5700	1368	2.02	11514
إجمالي الحائط					**16511.76**		**12144.99**
تكوين السقف							
عوارض داخلية من الموسكي 7.5*10 سم	2.5	450	1.41	634.5	1586.25	0.2	126.9
سدات الجريد الجاف	0.24	1140	31.5	35910	8618.4	0.2	7182
إجمالي السقف					**10204.65**		**7308.9**
الإجمالي					**26716.41**		**19453.89**

المصدر: الباحث بالاعتماد على Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 137-228). و ElMously, Hamed, 'The Palm Fibers for the Reinforcement of Polymer Compoaites: Prospects and Challenges', in *The First Ain Shams Internationak Conference on Environmental Engineering* (Cairo, Egypt: Ain Shams University, 2005), pp. 866-86 (p. 14).

3. التكلفة المبدئية و سعر الخامة:

[1] Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Katherine, *Natural Buildings: Design, Construction and Resources* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2015) (pp. 4-5).

[2] المرجع السابق

[3] الطاقة الكامنة هي الطاقة المستهلكة عبر دورة حياة المنتج Cradle to Grave. الكربون المخزن يعبر عن الاعتماد على الطاقة الاحفورية Fossil Fuelفي مراحل استخراج المواد الخام أو التصنيع أو النقل للموقع.

يعتمد هذا النظام على جريد النخيل التي تتسم بالوفرة و انخفاض التكلفة.[1] يبلغ سعر الألف جريدة حوالي 750 -800 جنيه حسب عمر و جفاف الجريد.[2] بسبب انخفاض مجهود التنفيذ، فإنه تبلغ التكلفة المبدئية لإنشاء مسطح بمساحة 100 متر مربع حوالي 2500 جنيه حسب النقل و جودة الجريد.

4. المتانة و احتياجات الصيانة:

إن التسقيف بالجريد و السعف بسمك 5-10 سم يعتبر متينا ضد أشعة الشمس المباشرة لكن يعيبه الضعف الشديد أمام نوبات الأمطار الشديدة في الصعيد و الذي تؤدي إلى انهيار أجزاء من السقف، و لذلك لا يتم استخدام هذا النظام إلا في المناطق الفقيرة بسبب ضعف مقاومته للأمطار و السوس.[3]

5. مرونة التصميم و التغيير:

بسبب بساطة النظام فإنه يمكن تغيير السقف و تبديله بالكامل، بل عمله على هيئة سدد خارج الموقع و نقله و وضعه كسقف للمبنى بسهولة، و ذلك لأنه يعتمد على التثبيت الميكانيكي بالحبال للعوارض الخشبية و ليس باستخدام اللصق.

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ

1. انتشارية الخبرة و التراث التقني:

يستخدم أسلوب التكسية بسدد الجريد و السعف في الصعيد حيث يتوفرالنخيل و الخبرة اللازمة للتعامل معها، و التي يتوارثها الأجيال بصورة مستمرة في اطار تراث تقني شديد البساطة،لكن ضعف مقاومته للرياح و الامطار و الحريق أدت إلى حصر استخدامه على المجتمعات البسيطة و شديدة الفقر.

2. سهولة التدريب و سلامة التنفيذ:

يجيد أغلب المزارعين المشرفين على زراعة و تقليم النخيل و جمع البلح فن التعامل مع الجريد و السعف و عمل سدد منها لتجميعهم تمهيدا لبيعها للقفاصين أو عمال الحصير، و بالتدقيق في هذا الأسلوب من البناء يلاحظ بساطة التكسية لأنها تعتمد على مهارات التجميع بصفة رئيسية و هي مهارة سهلة الاكتساب و آمنة على العمال في التنفيذ.

3. التكامل الجمالي مع التصميم المعماري و العمراني المحيط:

يتوفر أسلوب التكسية بسعف النخيل في مناطق كثيرة في مصر سواء في الريف أو في الظهير الصحراوي، و لذلك فإنه يجوز توقع ارتفاع التكامل و التلاؤم الجمالي مع الطراز المعماري القائم، و بالتالي فإن تطوير هذا النظام ممكن باستخدام عزل الرطوبة و حماية ضد الحريق لتعويض مشكلة انخفاض مقاومة الحريق للسعف و الجريد.

ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية

1. جودة البيئة الداخلية و السلامة:

أ. الأداء الحراري :

يتراوح معامل الموصلية الحرارية لألياف جريد النخيل- المستخدمة للتعريش أعلى الكرشيف بين 0.053-0.068 واط لكل متر كيلفن مما يعني جودة استخدام ألياف النخيل كعازل حراري طبيعي.[1]

[1] Elmously, Hamed, 'THE INDUSTRIAL USE OF THE DATE PALM RESIDUES AN ELOQUENT EXAMPLE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT', in *PROCEEDINGS 4th International Congress on "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin"* (Cairo, Egypt: Proceedings, 2009), VOL. 1, 204-27.

[2] زيارة ميدانية لقرية القايات، مركز العدوة، مغاغة- المنيا في يناير 2016.

[3] Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Katherine, *Natural Buildings: Design, Construction and Resources* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2015) (pp. 4-5).

جدول 2- 29 الأداء الحراري للتكسية بسدد سعف و جريد النخيل

التكسية بسدد سعف و جريد النخيل	السمك (سم)	الموصلية الحرارية (واط /متر كيلفن)	المقاومة الحرارية (متر مربع كيلفن/واط)
سدد من السعف	0.09	0.0605	1.487603306
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		**0.672222222 واط متر مربع لكل كيلفن**	

المصدر: Aljuruf, R.S. and others, 'Determination of The Thermal Conductivity of Date Palm Leaves', *Journal of Thermal Insulation*, 1988, 152-56.

ب. مقاومة الحريق:

يعتبر العيب الاكبر لاستخدام السعف في التسقيف في الريف المصري هو كونه سريع الاشتعال بمقاومة حريق لا تزيد عن نصف ساعة[2]مما يجعله مرفوضا تبعا لاشتراطات الكود المصري لحماية المنشآت من الحريق، إلا في حالة استخدامه لتكسية سقف المنشأ على ارتفاع يتجاوز 5 م.[3]

2. الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة:

جدول 2-30 الآثار البيئية الناتجة عن التكسية بسدد سعف و جريد النخيل لمنشأ متوسط بمساحة 100م2.[4]

التكسية باستخدام سعف و جريد النخيل	الحجم (المتر المكعب)	الكثافة (كيلوجرام لكل متر مكعب)	الوزن(Kg)	الطاقة الكامنة (MJ/Kg)	الطاقة الكامنة (MJ)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2/ Kg)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2)	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg CO2/Kg)	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg CO2)
سدات من الجريد الجاف	88	1140	100320	0.24	24076.8	0.00087	87.2784	-1.25	-125400
عوارض داخلية موسكي 10*7.5سم	1.41	450	634.5	0.2	126.9	0.24	152.28	1.333	845.7885
سعف كامل	5	1140	5700	0.24	1368	0.00087	4.959	-1.25	-7125
الإجمالي					**25571.7**		**244.5174**		**-131679.2115**

المصدر:الباحث بالاعتماد على Chris Magwood, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 228). و ElMously, Hamed, 'The Palm Fibers for the Reinforcement of Polymer Compoaites: Prospects and Challenges', in *The First Ain Shams Internationak Conference on Environmental Engineering* (Cairo, Egypt: Ain Shams University, 2005), pp. 866-86 (p. 14). و Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 5). و Vogtländer, J.G., *Life Cycle Assessment of of Accoya Wood and Its Applications* (Delft, Netherlands: Delft Univeristy of Technology, 2010) (p. 24).

3. الآثار البيئية الناتجة عن المراحل المختلفة لدورة الحياة:

أ. استخراج المواد و التأثير على الموقع:

إن النخيل غني بكميات الجريد و السعف الناتجة سنويا عن التقليم، لذا بطبيعة الحال يكتسب الفلاحون مهارة عالية في التعامل معه و خاصة في التخزين و في صنع السدد.[5]

---

[1] Aljuruf, R.S. and others, 'Determination of The Thermal Conductivity of Date Palm Leaves', *Journal of Thermal Insulation*, 1988, 152-56.

[2] Binhussein, Mohammed and Eltonsy, Maher, 'Palm leave and plastic waste wood composite for out-door structures', *Construction and Building Materials*, 47 (2013), 1431-35.

[3]اللجنة الدائمة لإعداد أسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق ,*الكود المصري لأسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق- الجزء الأول*)القاهرة: المركز القومي لبحوث الإسكان و البناء, 2012.(172 .p) (

[4]لا تتوفر بيانات هذا النظام في برنامج Athena Impact Estimator بسبب عدم استخدامه في أوروبا أو في أمريكا الشمالية.

[5] Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Katherine, *Natural Buildings: Design, Construction and Resources* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2015).

ب. التصنيع:

تعتبر آثار التصنيع في الاجمال اقل بكثير منه في انماط البناء الطبيعية. و ذلك لأن مادة البناء في حد ذاتها شديدة الانخفاض في الاعتماد على التصنيع.[1]

ت. النقل:

يستخدم المبنى في المتوسط 2250 كيلوجرام من الجريد و السعف للتغطية، و ذلك يعني 3.4 ميجا جول للكيلومتر عند النقل بشاحنات الـ 15 طن، و 0.9ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات الـ35 طن. [2]

ث. المخلفات:

بسبب طبيعة الانشاء البسيطة و التي تعتمد على تشوين الجريد و السعف لحين الاستعمال في التدفئة كفحم، فإنه يمكن تجاهل المخلفات.[3]

ج. قابلية اعادة الاستخدام:

بسبب عدم تعرض الجريد و السعف لأي معالجة من أي نوع، فإنه يمكن أن يدخل الجريد و السعف - بعد التأكد من خلوها من الآفات- يمكن طحنها لتحويلها لألياف تدخل في تصنيع و تسليح البوليمرات.

خلاصة الفصل الثاني

- التنمية المستدامة هي الادارة الحكيمة للموارد الطبيعية المتاحة بشكل يكفل الرخاء الاقتصادي و الاجتماعي و يحقق الاحتياجات الانمائية و البيئية للأجيال الحالية و المقبلة، حيث تعالج ثلاثة أبعاد متداخلة وهي البعد البيئي و الاجتماعي و الاقتصادي.
- تتنوع طبيعة المكونات الزراعية و من ثم تتنوع تقنيات توظيفها كأنظمة إنشائية أو كأنظمة تكسية، لذلك فإنه يلزم لتوقع قابلية هذه المواد على أن تكون أساس للتنمية المستدامة أن يتم تحليل و تصنيف خصائص هذه التقنيات وفقا لاهتمامات المشاركين في عملية البناء حول العالم من ناحية تفاصيل الإنشاء و الصناعة، مهارات المجتمع و التنفيذ، و تقدير الآثار البيئية وجودة البيئة الداخلية.
- تتميز الاخشاب بصفة عامة بكونها صاحبة أفضل خصائص ميكانيكية و فيزيائية بين المكونات الزراعية، لكن يعيبها ضعف مقاومتها للعوامل المناخية و التي تستلزم استخدام أنواع خشب معينة مثل خشب العزيزي المستورد بالاضافة إلى معالجات كثيفة. أما بالنسبة لتوظيف الاخشاب في البناء فمصر، فهو على النحو التالي:
  - انشائيا: يتميز نظام الكمرة و العمود بأنه سهل نسبيا في التنفيذ باعتماد متوسط على الاخشاب لكن يحتاج إلى حماية مرتفعة ضد العوامل المناخية و الحريق، كما أنه الاكثر انتشارا كخبرة لكن يعيبه الاعتماد الكامل على الاخشاب المستوردة.
  - كتكسية: يتسم نظام التكسية بالالواح في الحوائط باعتماد كثيف على الاخشاب لكن يحتاج إلى حماية مرتفعة ضد العوامل المناخية و الحريق و كفاءة مرتفعة في التركيب.
- تتميز بالات القش بأداء حراري جيد أهلها لتكون المكون الزراعي الاكثر شعبية في البناء في المجتمعات الريفية حول العالم، أما في مصر فاستخدام بالات القش في البناء لم يتطور من تشوين البالات فوق الاسطح إلا على يد نموذج تجريبي بنته الباحث جيهان جرس في ارض المركز القومي للبحوث، على النحو التالي:

---

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 228).

[2] المرجع السابق.

[3] أيمن، إيهاب , عفيفي، عقبة, 'استخدام المخلفات الزراعية فى المنشآت الريفية in ,*مؤتمر مستقبل التنمية المستدامة في مصر*)القاهرة، مصر: وزارة التنمية المحلية المصرية, 2012 ,II ,184-99(

- يتميز البوص الريحي بسبب نموه في الملاحات و حول البحيرات المالحة بمقاومة مرتفعة للعوامل المناخية و الرطوبة بالاضافة إلى خصائص انشائية مكنت المجتمعات في هذه المناطق من توظيف هذه المواد على النحو التالي:
  - إنشائيا: في منزل جيهان جرس، تم الاعتماد على بالات القش كنظام للحوائط الحاملة، لكن بدمجها مع الطوب الطيني لعمل القباب و الاقبية اللازمة للتغطية. و بالرغم من سهولة البناء ببالات القش في الحوائط، فإن الاعتماد على التسقيف بالطوب الطيني رفع من نسبة الموارد اللازمة للبناء و الاضرار بمسطحات الطمي الطيني المحدودة.
  - كتكسية: لم يتعدى استخدام بالات القش في التكسية تشوينه على أسطح المنازل الريفية للحماية من الحرارة و المطر، لكنه شديد الانخفاض في مقاومة الحريق مما يجعل هذا النظام غير آمن.
- يتميز البوص الريحي بسبب نموه في الملاحات و حول البحيرات المالحة بمقاومة مرتفعة للعوامل المناخية و الرطوبة بالاضافة إلى خصائص انشائية مكنت المجتمعات في هذه المناطق من توظيف هذه المواد على النحو التالي:
  - انشائيا: في منطقة بحيرة المنزلة تم استخدام البوص في بناء الأكشاك السكنية بأسلوب الشبيكة لعمل حوائط خفيفة حاملة لتحمل جمالونات مصنوعة أيضا من الشبيكة. و بالرغم من أن هذه الشبيكة تستلزم مهارة مرتفعة في صنعها إلا أنها تحتاج إلى موارد منخفضة بالاضافة إلى كفاءتها الاقتصادية و البيئية.
  - كتكسية: ساهمت مهارة صناعة سدد البوص في منطقة المطرية و بحيرة المنزلة في توفير أسلوب تكسية متين عند تكسية السدد بالجبس في الحوائط و التسقيف عند استخدام نظام انشائي من الخشب بدلا من الشبيكة. هذا النظام يعيبه الاعتماد على المسامير و الصفيح المعدني في عمل اطارات منفصلة للسدد مما يعني استخدام موارد كثيرة ضمنها مواد مصنعة و غير مستدامة.
- ينتشر النخيل بكميات وفيرة في مصر، لكن تتركز مهارات البناء بجذوع و منتجات النخيل في الواحات البحرية و سيوة و بالتحديد في مجال التسقيف و التكسية، لكن انشائيا، فإن استخدام جريد النخيل كان على المجال البحثي فقط نابعا من مهارات التعامل مع الجريد في صناعة السلال و الاقفاص على النحو التالي:
  - انشائيا: توارث مجتمعات الواحات في مصر التعامل مع جذوع النخيل على أنها كمرات يمكن استخدامها مع الليف و الجريد مع تغطيتها بالكرشيف لعمل تسقيف جيد العزل الحراري و يحمي من السطوع الشمسي. لكن يعيب هذا النظام عدم استعداده للاستخدام في المناطق المطيرة بسبب ضعف مقاومة الكرشيف للرطوبة، بالاضافة إلى ضرورة وجود حجر كثيف و جيد المقاومة الحرارية مثل الكرشيف.
  - كتكسية: يتم استخدام مهارة تجميع السعف و الجريد و صناعة السدد في عمل تكسيات للحوائط و للأسقف للمنازل في المجتمعات شديدة الفقر. و بالرغم من أنه يتميز بانخفاض التكلفة و توفر الخامات إلا أنه يتصف بانخفاض مقاومته للحرارة و الحريق و الأمطار.

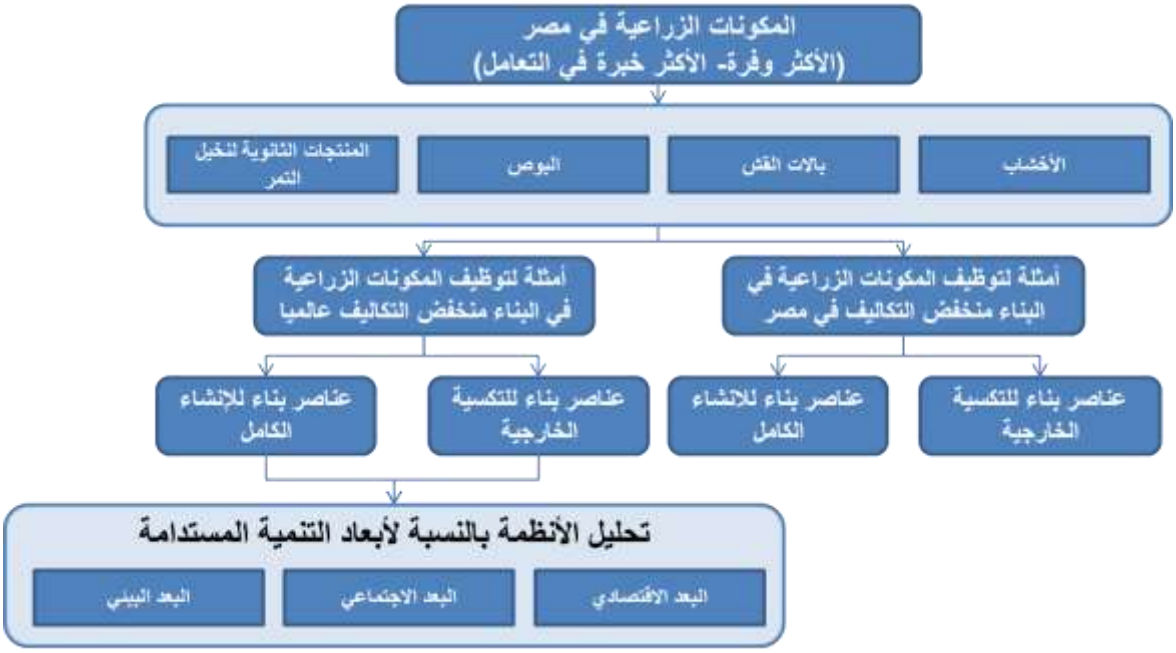
الفصل الثالث: خصائص المكونات الزراعية و توظيفها في البناء منخفض التكاليف حول العالم

3-1 البناء باستخدام الاخشاب عالميا
3-2 البناء باستخدام بالات القش عالميا
3-3 البناء باستخدام البوص عالميا
3-4 البناء باستخدام المنتجات الثانوية لنخيل التمر عالميا

3- توظيف المكونات الزراعية في البناء منخفض التكاليف حول العالم

تمهيد

في هذا الفصل، سيتم استعراض طرق توظيف المكونات الزراعية الأربع - و هي الخشب و القش و البوص و المنتجات الثانوية لنخيل التمر- بالتقنيات العالمية التراثية التي لا تزال تستخدم حتى الان في مجال تنفيذ العناصر الانشائية و التكسيات الخارجية. يهدف هذا الاستعراض للوقوف على التقنيات المتوارثة و آخر أبحاث تطويرها ، ثم تحليل كل منتج تحليلا كيفيا لدورة حياتها، و و ذلك تمهيدا لمقارنتها ليتم التعرف على المكون الزراعي الأنسب و الأكثر مرونة لتطوير تطبيقات استخدامه.



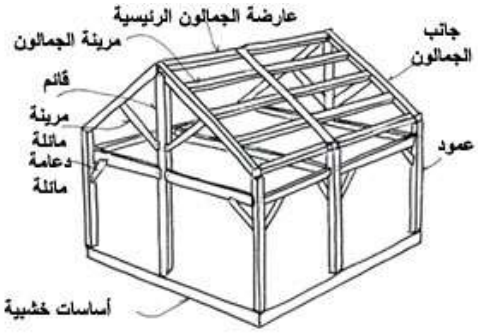
يتم تحليل كل مكون من المكونات الزراعية الاربعة في كل جزء على حدى من خلال التكوين التالي لكل جزء و هو:

1- **الخصائص الطبيعية للمادة بالمقارنة بمادة بناء تقليدية.**
2- **المتانة و تحمل العوامل المناخية في مصر.**
3- **تحليل أسلوب توظيف عناصر البناء باستخدام المكون الزراعي في مصر كنظام إنشاء كامل و كتكسية خارجية:**
   أ. تعريف أسلوب توظيف العناصر:- يتم اختيار الأسلوب بحيث يكون:
      - معتمدا على تراث تقني أصيل و المستمر البناء به حتى الآن.
      - الأقل اعتمادا على التصنيع.
      - الأكثر سرعة و الأكثر بساطة في التفاصيل.
   ب. تفاصيل الإنشاء و الخطوات.
   ت. تفاصيل الحماية من العوامل الخارجية.
4- **تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند استخدام هذا العناصر في البناء.**

1-3 البناء باستخدام الاخشاب عالميا

1-1-3 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من الاخشاب
الإطارات الهيكلية Timber Frames

يعتمد هذا النظام على إطار هيكلي كامل (شكل 3-1)، بحيث يكون الأداء الإنشائي للأعمدة و الكمرات في هذا النظام أداء موحد، و يكون النظام الإنشائي هو إطار هيكلي متكامل، و ليس مجموعة من الأعمدة و الكمرات المستقلة إنشائيا. و تأتي قوة هذا الإطار الإنشائي من زيادة المساحة المقطعية للعناصر و التي تتلاقي في مفصلات خشبية بالكامل.[1]



شكل 3-1 الإطار الهيكلي البسيط من الخشب
المصدر: Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 160).

شكل 3- 2 الإطار الهيكلي و اعتماده الكامل على المفصلات الخشبية
المصدر: Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 161).

شكل 3- 3 إطار هيكلي باستخدام المفصلات الخشبية ببحر 9 متر يتكرر كل 5 متر
المصدر: Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Catherine, *The Art of Natural Building*, 2nd edn (Gabriola Island, Canada: New Society Publishers, 2015) (p. 678).

و بالرغم من بساطة هذا النظام إنشائيا،و التي أهلته لأن يكون النظام الإنشائي الأكثر انتشارا و استخداما تاريخيا و حتى الآن في إنشاء المنازل و دور العبادة في أوروبا و أمريكا الشمالية، إلا أن اعتماده على عناصر خشبية بمساحة مقطع كبير (8*8 بوصة على الأقل) تستلزم وجود حسابات إنشائية دقيقة قبل التنفيذ لإستيفاء اشتراطات الكود و الأمان.بالإضافة إلى ذلك، فإن ثقل هذه العناصر يستلزم الاعتماد على سقالات خاصة أو القوة البدنية لعدد كبير من العمال ليتم تركيب هذه العناصر، خاصة و أنها تعتمد على مفصلات ذاتية و منحوتة داخل العناصر الخشبية.[2]

كما أيضا نشأ من هذا النظام الإنشائي أسلوب التسقيف المنفصل بنظام الجمالون الخشبي Wooden Truss بهدف تخفيض المساحات المقطعية للعناصر الإنشائية، و ذلك بواسطة وضع مجموعة من الدعامات و التي تعوض نقص عزم مقاومة الانحناء Bending Moment of Inertia، لكن يعيبه الاعتماد على المفصلات المعدنية في كافة نقاط التقاء الكمرات الرئيسية و الدعامات، بالإضافة إلى تعقيد التصميم الإنشائي لهذه المفصلات .[3] لذلك، يمكن تفسير أن أغلبية المنشآت منخفضة التكاليف و المبنية بالجهود الذاتية تعتمد على الإطارات الهيكلية بصورة رئيسية لأنه يتعامل مع الأسقف و الحوائط على أنها وحدة واحدة غير قابلة للتجزئة من ناحية الأداء الإنشائي (شكل 3-6).

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 160-64).
[2] المرجع السابق
[3] المرجع السابق , (pp.139-141).

شكل 3- 4 عمل مفصلات النقر اللسان بالعناصر الإنشائية للإطار الهيكلي
المصدر: Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Catherine, *The Art of Natural Building*, 2nd edn (Gabriola Island, Canada: New Society Publishers, 2015) (p. 671).

شكل 3- 5 جراج Earthwood المنفذ بالكامل باستخدام إطار هيكلي بسيط لتغطية بحر 8.5م.
المصدر: Roy, Rob, *Timber Framing for The Rest of Us*, 2nd edn (Gabriola Island, Canada: New Society Publishers, 2004) (p. 41).

شكل 3- 6 سقف منفصل من الجمالون الخشبي
المصدر: Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 139).

أ. تفاصيل الإنشاء

يجب عمل الحسابات الانشائية اللازمة بالتوازي مع التصميم المعماري مع عمل محاكاة إنشائية لضمان صحة توزيع الاحمال قبل الشروع في البناء. ثم يتم تجهيز العناصر الانشائية الخشبية المسبق لعمل أماكن مفصلات خشبية من نوعية النقر و اللسان، حيث يعتمد هذا النوع من المفصلات التشكيلية على الوزن الذاتي و الاحتكاك بدلا من الاعتماد على المواد اللاصقة او المفصلات المعدنية(شكل 3-4). [1]

ثم في الإنشاء يتم تثبيت أعمدة الإطارات، ثم يتم تركيب دعامات و كمرات كل إطار على حدة بواسطة المفصلات الخشبية سابقة التجهيز، ثم يتم تثبيت الكمرات الثانوية بين الإطارات و التي تمهد لوضع طبقات التسقيف الذي يجب أن يكون تسقيفا خفيفا، و الذي يتكون عادة من القراميد أو من ألواح خشب الأرز و التي سيتم تناولها لاحقا في هذا الفصل.

ب. تفاصيل الحماية

تتشابه تفاصيل الحماية بتلك التي ورد ذكرها في ص 33. أما تغطية السقف فتعتمد على تركيب سدائب متتابعة غير انشائية من خشب خفيف مثل ألواح الأبلكاش لتكسية السقف داخليا، ثم يتم التكسية باستخدام وحدات من القرميد أو من خشب الأرز. هذه الألواح تكون محمولة على نظام انشائي ثانوي يتم تحميله على نظام الإطارات الهيكلية الأساسي.[2]

3-1-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند الإنشاء بالإطارات الهيكلية

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة

1. الموارد المادية و البشرية:

أ. المواد الاساسية:

1. اعمدة و كمرات من الخشب العزيزي - قطاعات 8*8 بوصة يتم تركيبها على مسافات حسب الاحمال المتوقعة بالاضافة الى الاعتاب و تكون مسبقة التجهيز لعمل المفصلات.
2. عمود خشبي مؤقت لرفع السقف أثناء التنفيذ.
3. طبقات الحماية:

أ. ألواح من خشب الموسكي كدعامات ثانوية للتغطية.

[1] Larsen, Olga P., *Reciprocal Frame Architecture*, 2nd edn (Oxford, UK: Elsevier-Architectural Press, 2008) (pp. 62-86).

[2] المرجع السابق, (pp.61-63)

ب. ألواح من الأبلكاش كخلفية خاصة لتركيب عناصر من القراميد او من شرائح خشب الأرز [1].

ب. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ[2]:

يستدعي هذا النظام وجود مهندسين انشائيين لحساب الاحمال الموزعة و الوزن الذاتي للكمرات على بعضها حسب البحر المطلوب تغطيته، بالاضافة الى العمل بالتوازي مع المهندس المعماري الذي يهتم بالشكل الداخلي للسقف مع شكل التغطية الخارجية و الذي سيتدخل في عملية حساب الاحمال و التركيب. أما بالنسبة للعمالة، فإن هذا النظام بسبب ارتفاع وزن عناصره الإنشائية، فإنه يستدعي عددا كبيرا من العمال و المعدات الخاصة مثل السقالات و الرافعات لحمل هذه العناصر تمهيدا لبناء الإطارات.[3]

2. الوقت المستهلك في التنفيذ[4]:

أما بالنسبة للوقت، فإنه قياسا على مثال جراج Earthwood في شكل 3-5، قد استغرق انشاء النظام الانشائي 6 أسابيع و ذلك لثقل العناصر الإنشائية و التي تسلتزم أعداد كبيرة من العمالة.[5]

3. الطاقة الكامنة المبدئية:

جدول 3-1 الطاقة الكامنة بالنظام الانشائي و التكسية بالإطارات الهيكلية لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [6]

نظام الإطارات الهيكلية	الطاقة الكامنة بالمادة (ميجا جول لكل كيلوجرام)	كثافة المادة (كيلوجرام /متر مكعب)	حجم المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (متر مكعب)	وزن المادة في منشأ متوسط بحجم 100 متر مربع (كيلوجرام)	الطاقة الكامنة (ميجا جول)	الكربون المخزن في المادة (كجم ثاني أكسيد كربون لكل كيلوجرام)	الكربون المخزن في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام ثاني أكسيد كربون)
عناصر خشبية قطاع 8بوصة*8 بوصة بمفصلات بينية نقر و لسان - عزيزي	2.5	650	8.76	5694	14235	0.2	1138.8
دعامات خشبية ثانوية - موسكي	2.5	450	5.2	2340	5850	0.2	468
مسامير لتدعيم التثبيت الميكانيكي	20.1	7849	0.004	30	603	1.46	43.8
الإجمالي				**8064**	**20688**		**1650.6**

المصدر: الباحث بالاعتماد على Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 162). و Elmously, Hamed, 'THE INDUSTRIAL USE OF THE DATE PALM RESIDUES AN ELOQUENT EXAMPLE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT', in *PROCEEDINGS 4th International Congress on "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin"* (Cairo, Egypt: Proceedings, 2009), VOL. 1, 204-27 (p. 7).

4. تقدير التكلفة في مصر:

يعتمد هذا النظام على نوع خشب مستورد و هو الخشب العزيزي. يبلغ سعر المتر المكعب من الخشب العزيزي في مصر- و هو خامة البناء الأكثر استخداما في مجال البناء بنظام الكمرة و العمود حوالي 3100 جنيه [1]و قد يختلف حسب

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 220-21).

[2] Larsen, Olga P., *Reciprocal Frame Architecture*, 2nd edn (Oxford, UK: Elsevier-Architectural Press, 2008) (pp. 180-82).

[3] المرجع السابق.

[4] المرجع السابق

[5] Roy, Rob, *Timber Framing for The Rest of Us*, 2nd edn (Gabriola Island, Canada: New Society Publishers, 2004) (pp. 41-45).

[6] الطاقة الكامنة هي الطاقة المستهلكة عبر دورة حياة المنتج Cradle to Grave. الكربون المخزن يعبر عن الاعتماد على الطاقة الاحفورية Fossil Fuelفي مراحل استخراج المواد الخام أو التصنيع أو النقل للموقع.

عمر و مصدر الخشب. و بالتالي فإن تكلفة الخامة المبدئية لانشاء مسطح بمساحة 100 متر مربع حوالي 45-60 ألف جنيه.[2]

5. المتانة و احتياجات الصيانة:

تعتمد متانة المنشأ على الحماية الذاتية للاخشاب و التي تكون في أغلب الاحوال معتمدة على خليط من 50% من زيت بذرة الكتان و 50% من الترابنتين. بالاضافة الى ذلك فإنه يجب ايضا مراعاة جودة تركيب ألواح التغطية و الدعامات الثانوية و ذلك لأنها تكون محمية من الرطوبة بسبب أنها مطلية بطبقات زيتية Resin Layer.[3]

6. مرونة التصميم و التغيير:

يختلف البحر الداخلي حسب نوعية الأخشاب و المساحات المقطعية للعناصر الإنشائية، لكن بالاعتماد على الخشب العزيزي و بالمساحة المقطعية 8*8 بوصة، **فإن ذلك يوفر بحرا داخليا يتراوح بين 5متر الى 12 متر**. أما بالنسبة لمرونة التصميم، فإنه بسبب اعتماد النظام الانشائي على الوصلات الخشبية سابقة التجهيز بالاعتماد على الوزن الذاتي و الاحتكاك و ليس على المفصلات المعدنية او اللصق، فإنه يسهل فك و تركيب العناصر و نقلها.[4]

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ

1. سهولة التدريب و سلامة التنفيذ:

يعتمد هذا النظام الانشائي على حسابات انشائية دقيقة على يد مهندسين انشائيين يجب أن يوفروا الرقابة و التدريب الكثيفين لعملية تجهيز الاخشاب و الوصلات و التركيب، حيث تكون المهارة المطلوبة هي مهارة النجارة و التي يمكن إيجادها بسهولة في أغلب المجتمعات المتعاملة مع الأخشاب، مما يعني سهولة التنفيذ و آمانه على العاملين الماهرين.[5]

2. التكامل الجمالي مع التصميم المعماري و العمراني المحيط:

يتشابه الشكل الإجمالي بصفة عامة مع أسلوب البناء بأسلوب الكمرة و العمود البسيط في مصر الذي تم مناقشته في الفصل الثاني، فيم عدا الشكل الجمالوني الناتج في السقف. لذلك فإن يمكن توقع وجود تكامل كبير و ملائم بين هذا النظام و بين التصميم المعماري و العمراني القائم في الريف أو في الظهير الصحراوي المصري، خاصة إذا تم تعديل التصميم إنشائي ليكون السقف مستويا بدلا من السقف الجمالوني.

ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية

1. جودة البيئة الداخلية و السلامة:

أ. الأداء الحراري:

لا يؤثر هذا النظام الإنشائي في الأداء الحراري للبيئة الداخلية. لكن بالنسبة للأخشاب الصلبة مثل خشب العزيزي، فإنه يتضح أن موصليته الحرارية متوسطة و تساوي 0.18 واط لكل متر كيلفن.[6]

ب. مقاومة الحريق:

---

[1] وفقا للأسعار المعلنة بتاريخ مارس 2016 من قبل شعبة الأخشاب بالغرفة التجارية بالقاهرة http://www.cairochamber.org.eg/.

[2] فتحي ، أيمن محمد ,*الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006.(ص.244-2.45)

[3] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 135-45).

[4] Larsen, Olga P., *Reciprocal Frame Architecture*, 2nd edn (Oxford, UK: Elsevier-Architectural Press, 2008) (pp. 51-63).

[5] Magwood, Chris, مرجع سابق, (pp.135-45).

[6] محاكاة ببرنامج Design Builder v.4.7.0 تبعا لـ ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1–Appendix G- 2010

كما سبق تناولها، فإن مقاومة الخشب للحريق ضعيفة نسبيا حيث يبدأ الاشتعال عند التعرض لدرجة حرارة 200 درجة مئوية لمدة ساعة و لكن يتم اعتبار مقاومته للحريق 4/3 ساعة بسبب استخدام المعالجات الورنيشية للحماية من الرطوبة.[1]

2. الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة:

جدول 3-2 الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة لنظام الإطارات الهيكلية لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [2]

الإنشاء بالإطارات الهيكلية الخشبية	الإضرار بطبقة الأوزون (Kg CFC^{-11})	الطاقة الكامنة (MJ)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2)	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg CO2)
	0.000329	210000	4.02	-3260

المصدر: الباحث باستخدام برنامج(Athena Impact Estimator)

3. الآثار البيئية الناتجة عن المراحل المختلفة لدورة الحياة:

أ. استخراج المواد و التأثير على الموقع:

يقتصر تأثير الآثار البيئية الناتجة عن استخراج المواد في الاخشاب اللازمة للعناصر الانشائية، يعد منشأ هذا النظام الانشائي الاصلي في أوروبا و التي تذخر بمساحات كبيرة من الغابات الشجرية الكثيفة و التي تعني توفر مادة الانشاء في بلد المنشأ سواء كعناصر انشائية، و ذلك طبعا هو على النقيض من الوضع في مصر، حيث أن تنفيذ هذا النظام في مصر سيستلزم استيراد كميات كبيرة من الاخشاب الصلدة لعمل العناصر الانشائية مثل خشب الزان أو العزيزي و ذلك لنقص مساحات الاشجار المنتجة للأخشاب الصلدة في مصر كما سبق تناول ذلك في الفصل الأول.[3]

ب. التصنيع:

تعتبر عملية التصنيع مقتصرة على تصنيع و تجهيز العناصر الانشائية لعمل أماكن المفصلات، بالاضافة الى عملية تصنيع ألواح الدعامات الثانوية، و هي عبارة عن كبس نواتج نشر و تقطيع أخشاب العزيزي ثم دهانها بطبقة زيتية مقاومة للرطوبة. هذا التصنيع سيعتمد في الاغلب على الوقود الاحفوري مما سيؤدي الى انبعاثات غازات الصوبة الزجاجية كملوثات للهواء و مخلفات زيتية كملوثات للماء، بالاضافة الى انبعاثات الجزيئات العضوية المتطايرة VOCs و ذلك بسبب الاعتماد على الفورمالدهايد عند تجهيز الاخشاب المصنعة.[4]

ت. النقل :

بالقياس على ان المبنى الواحد في المتوسط يستخدم 2500 كيلو جرام من الاخشاب في النظام الإنشائي، فإن الطاقة المستهلكة في النقل تتراوح بين 4.8 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات ال15 طن، و 3 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات ال35 طن، و 0.36 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بالحاويات المائية من بلد المنشأ عند الاعتماد على الاخشاب المستوردة.[5]

ث. المخلفات:

---

[1] فتحي ، أيمن محمد ,*الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006.(ص.58-68).

[2] تتوفر بيانات هذا النظام في برنامج Athena Impact Estimator بسبب شهرته في أمريكا الشمالية، و لذلك فقد الاعتماد على هذا البرنامج لدراسة الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة.

[3] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 136-37).

[4] المرجع السابق,(pp.138-139)

[5] المرجع السابق,(p.161)

تعتبر المخلفات في عملية التصنيع و البناء بنظام الاطار الخشبي يعتمد على بقايا قطع الاخشاب و هي مواد قابلة لإعادة التدوير، بالاضافة الى مخلفات تصنيع الواح الدعامات الثانوية من بقايا خشبية غير قابلة للتصنيع و مخلفات زيتية من بقايا الفورمالدهايد.

ج. قابلية اعادة الاستخدام:

بسبب خفة النظام الانشائي و اعتماده على المفصلات الخشبية الذاتية، فإنه يمكن بعد نهاية الحياة المفيدة للمبنى اعادة استخدام الاخشاب بصورة مباشرة في عمل مظلات خفيفة أو المفروشات الخشبية أو في منشآت ذات نظام انشائي خشبي جديدة، و ذلك لأن الخشب يكون محميا بالتكسية من العوامل الخارجية التي قد تضعف من كفاءته مع الزمن.[1]

3-1-3 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من الاخشاب

التكسية بشرائح خشب الأرز Cedar Shake and Shingles

بالتدقيق في الطرق المتوارثة العالمية في عمل تكسيات الحوائط الخارجية و الاسقف، يلاحظ انتشار استخدام شرائح Cedar Shingles و بالتحديد في أوروبا و أمريكا الشمالية، و هو يعتمد على توفر خشب الأرز الأحمر أو الأبيض الذي يتم تجهيزه على هيئة شرائح يتم تركيبها للتكسية للحوائط و الاسقف بأسلوب متراكب لضمان أعلى مقاومة للأمطار (كما يظهر في شكل3-9). هذه الشرائح يتم قطعها يدويا للحفاظ على الشكل الطبيعي للأخشاب حيث تسمى Shakes، أو قد يتم تقطيعها باستخدام المنشار الكهربائي حيث تسمى Shingles، و تتراوح أطوالها بين 405-610مم، و أسماكها تتراوح بين 13-25 مم[2]. قد أثبت هذا النظام متانة مرتفعة و عمر طويل و مقاومة مرتفعة للرياح و الأمطار، حيث أن خشب الارز يتميز بقدرته المرتفعة على امتصاص الرطوبة و الامطار ثم اطلاقها بعد انتهاء الامطار. [3]و ما يزال هذا النظام يستخدم بكثافة في المناطق الريفية في أوروبا و أمريكا الشمالية حتى الآن. [4]

أ. تفاصيل الإنشاء

يعتمد تركيب النظام بصورة رئيسية على نظام انشائي خشبي رئيسي يتم التثبيت عليه، بحيث يتم وضع الشرائح باتجاه عرضي مع ترك فراغات ضئيلة بين الشرائح للسماح بالتمدد الذي يحدث عند ارتفاع درجات الحرارة أو تشبع الهواء بالرطوبة، ثم يتم تركيب الطبقة التالية بحيث تكون متراكبة على المدماك السابق بقدر 15سم باستخدام المسامير المعدنية على بعد 15 سم من حافة كل مدماك، لضمان سهولة حركة الامطار على الحائط او السقف. و لا تشكل المسامير المعدنية مشكلة في استخدامها مع خشب الارز بسبب مرونته و التي تجعله قادرا على التمدد و الانكماش بسرعة و بصورة متكررة حسب الرطوبة المحيطة. [5]

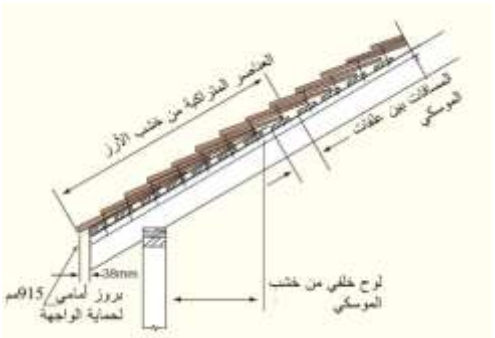
[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 138-39).
[2] *Application Manual* (Mission, Canada: Independent Shake and Shingle Producers Association, 2014) (p. 3).
[3] Magwood, Chris, مرجع سابق, (pp. 221-22).
[4] *Application Manual* (Mission, Canada: Independent Shake and Shingle Producers Association, 2014) (p. 3).
[5] Magwood, Chris, مرجع سابق , (pp. 221-22).

شكل 3- 7 تقطيع شرائح خشب الارز يدوياShakes
المصدر: *Application Manual* (Mission, Canada: Independent Shake and Shingle Producers Association, 2014) (p. 3).

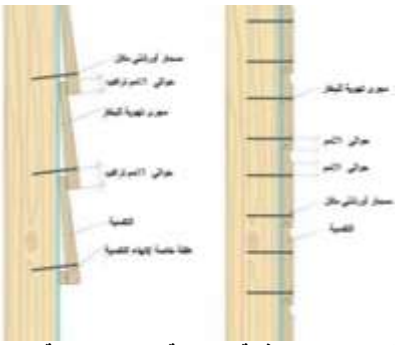
شكل 3- 8 شرائح خشب الأرز كتكسية على الحوائط و الأسقف الخارجية
المصدر: *Application Manual* (Mission, Canada: Independent Shake and Shingle Producers Association, 2014) (p. 1).

ب. تفاصيل الحماية

نتيجة للاعتماد على النجارة اليدوية في تجهيز الشرائح فإن الشرائح الناتجة تكون بعروض و أسماك مختلفة (شكل 3-8) تسمح بحدوث تراكبات غير مستمرة بين مداميك الشرائح مما يرفع من مقاومة الامطار و الرطوبة. و من أجل الحفاظ على أعلى مقاومة للفطريات و الرطوبة و توفير ممر خلفي للتهوية، يتم تثبيت الشرائح على مسافة من لوح خلفي من الابلكاش المثبت بدوره بالنظام الانشائي. هذه المسافة تكون إما بعلفات خشبية تحرص على تكوين فراغ منفذ لتهوية التكسية من الخلف أو أن يتكون بأغشية مصنعة تتسم بنفاذية خاصة للحماية من حدوث اي اختزان للرطوبة أو تكون للفطريات خلف التكسية، كما يمكن استخدام عوازل حرارية عند الحاجة أسفل هذا الفراغ المنفذ (شكل3-9). هذه التفاصيل التراكبية يتم استخدامها سواء في تكسية السقف أو في تكسية الحوائط، مع فارق أن هذه التكسية في الحوائط يمكن أن تكون مستوية بلا تراكب بين المداميك (شكل3-10). [1]



شكل 3- 9 قطاع في تفاصيل تكسية السقف بشرائح خشب الارز و الابلكاش.
المصدر: *Application Manual* (Mission, Canada: Independent Shake and Shingle Producers Association, 2014) (p. 4).



شكل 3- 10 تثبيت الشرائح الافقية و المائلة بالقوائم الخلفية
المصدر: 'Traditional Timber Cladding', in *Howarth-timber.co.uk* <http://www.howarth-timber.co.uk/Product/77/Traditional-Timber-Cladding.aspx> [accessed 19 July 2016]

4-3-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند التكسية بشرائح خشب الأرز

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة

1. الموارد المادية و البشرية:

أ. المواد الاساسية[2]:

1. شرائح من خشب الارز الاحمر او الابيض: يشترط ألا يقل ميل السقف عن 12:3 او 12:4
2. مسامير معدنية للتثبيت

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 221-22).
[2] المرجع السابق.

3. طبقات حماية للسقف و الحوائط: علفات خشبية بقطاع *1بوصة لعمل المنفذ الخلفي للرطوبة أو أغشية مسامية خاصة.

ب. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ:

يعتمد نظام التكسية على تكسية متراكبة و عالية الدقة بالإضافة إلى التجهيز المسبق للشرائح و بالتالي ترتفع كمية العمالة اللازمة للتنفيذ حسب الحفاظ على الجودة المطلوبة منها و حساسية التركيب. و يتوقف عدد العمالة المطلوبة أيضا على كون الالواح الخاصة بالتكسية مسبقة التقطيع و التجهيز ميكانيكيا أو يدويا.[1]

2. الوقت المستهلك في التنفيذ:

يتوقف الوقت المستهلك في التنفيذ على كفاءة العمالة المشاركة في عملية البناء و الطبقات المستخدمة، حيث يزداد الوقت المستهلك عند الاعتماد على الواح الابلكاش بدلا من الطبقات المسامية الخاصة، لذلك فإنه يلزم حوالي 3 أسابيع لتركيب العناصر و الطبقات الداخلية. [2]

3. الطاقة الكامنة المبدئية:

جدول 3-3 الطاقة الكامنة في التكسية بشرائح خشب الأرز لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [3]

التكسية بشرائح خشب الأرز	الطاقة الكامنة بالمادة (ميجا جول لكل كيلوجرام)	كثافة المادة (كيلوجرام /متر مكعب)	حجم المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (متر مكعب)	وزن المادة في منشأ متوسط بحجم 100 متر مربع (كيلوجرام)	الطاقة الكامنة (ميجا جول)	الكربون المخزن في المادة (كجم ثاني أكسيد كربون لكل كيلوجرام)	الكربون المخزن في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام ثاني أكسيد كربون)
شرائح خشب الارز المجهزة يدويا	2.5	450	4.95	2227.5	5568.75	0.2	445.5
علفات داخلية من الموسكي 2.5*2.5 سم	2.5	450	3.6244	1630.98	4077.45	0.2	326.196
ألواح أبلاكاش للتكسية الداخلية	15	500	2.06	1030	15450	0.45	463.5
مسامير تثبيت اضافية	20.1	7849	_	30	603	1.46	43.8
إجمالي الحائط					**25699.2**		**1278.84**
شرائح خشب الارز المجهزة يدويا	2.5	450	1.25	562.5	1406.25	0.2	112.5
علفات داخلية من الموسكي 2.5*2.5 سم	2.5	450	3.88	1746	4365	0.2	349.2
ألواح أبلاكاش للتكسية الداخلية	15	500	1.5	750	11250	2.3	1725
مسامير تثبيت اضافية	20.1	7849	_	30	603	1.46	43.8
إجمالي السقف					**17624.25**		**2230.5**
الإجمالي					**43323.2**		**3509.34**

المصدر: Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 184,188,137,223).

4. التكلفة المبدئية و سعر الخامة:

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 221-22).

[2] المرجع السابق

[3] الطاقة الكامنة هي الطاقة المستهلكة عبر دورة حياة المنتج Cradle to Grave. الكربون المخزن يعبر عن الاعتماد على الطاقة الاحفورية Fossil Fuel في مراحل استخراج المواد الخام أو التصنيع أو النقل للموقع.

يعتمد هذا النظام بصورة رئيسية على اخشاب الارز الموجودة في شمال انجلترا و غرب الولايات المتحدة الامريكية و بالتحديد Western Red Sedar مما يستلزم الاستيراد، و بالبحث تبين أن شرائح خشب الأرز لم تدخل السوق المحلية في مصر على نطاق واسع، مما يجعل عملية تقدير التكلفة غير دقيقة.[1]

5. المتانة و احتياجات الصيانة:

تعتبر الكسوات باستخدام شرائح خشب الأرز طويلة العمر نسبيا اذا تم تركيبها بالطرق السليمة التي تضمن التهوية المستمر للاخشاب بحيث انه قد يصل عمره الى 30-40 سنة قبل أن يبدأ بالتلف بسبب الأتربة و الاشعاع الشمسي المباشر. لكنه يتميز بعدم اشتراط صيانة متتابعة و متكررة فيم عدا ازالة الأتربة و عمل الصنفرة الدورية للتخلص من البقع الناتجة عن التلف البيولوجي.[2]

6. مرونة التصميم و التغيير:

تشترط التكسية باستخدام شرائح خشب الأرز التركيب على أسقف بميول محددة طبقا لمناخ المنطقة و أحمال الثلوج، أما في حالة الحوائط فيمكن تركيب الشرائح في الاتجاه العرضي لكن بشكل مستوي. أما بالنسبة لإمكانية التغيير فإنه يسهل تبديل الشرائح عند الحاجة بسبب الاعتماد على التركيب الميكانيكي بالمسامير المعدنية في الحوائط، لكن التعديل في الاسقف أكثر تعقيدا بسبب تراكب المداميك على بعضها البعض.[3]

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ

1. انتشارية الخبرة و التراث التقني:

تعتمد الكسوات البسيطة و المعتمدة على شرائح خشب الأرز على التصنيع الآلي أو اليدوي، و لا تتطلب مهارة مرتفعة إلا في التركيب و الربط بألواح الأبلكاش الخلفية بسبب وجود علفات بينية لضمان وجود منفذ خلفي للتخلص من الرطوبة.[4]

2. سهولة التدريب و سلامة التنفيذ:

يعتمد تصنيع كسوات شرائح خشب الأرز على التصنيع الالي أو اليدوي لتجهيز الشرائح نفسها، بالاضافة إلى التصنيع الآلي لعمل العوازل الحرارية و طبقات الحماية و طبقة الابلكاش و الأغشية المسامية الخاصة. و مما سبق ذكره، يلاحظ سهولة التدريب في مراحل تصنيع الطبقات الخاصة بالتكسية، لكن ترتفع صعوبة التدريب و أهمية الرقابة الدورية أثناء تركيب شرائح التكسية المتراكبة خاصة في تكسية السقف.[5]

3. التكامل الجمالي مع التصميم المعماري و العمراني المحيط:

لم يتم الاعتماد على التكسية باستخدام شرائح من خشب الأرز أو أي نوع خشب مكافئ في طرز العمارة المتوارثة في مصر، لكنه يتشابه مع تكسية السقف باستخدام القراميد الفخارية التي يتم استخدامها في تكسية السقف في بعض المشاريع ذات الطراز المعماري الكلاسيكي في مصر.[6]

---

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 221).,

[2] المرجع السابق, (p. 224).

[3] المرجع السابق, (pp.221-222)

[4] المرجع السابق, (pp.223-224)

[5] المرجع السابق.

[6] جريشة، هشام ,*فقراء العمارة: ردا على كتاب عمارة الفقراء للمعماري حسن فتحي*)القاهرة، مصر: مكتبة الانجلو المصرية, 2015.(ص.23)

شكل 3- 11التكسية بألواح الموسكي و القراميد الطينية في المنشآت السياحية في مصر

المصدر: كتالوج شركة بانجالو للهياكل الخشبية Bungalow Wooden Structures

شكل 3- 12التكسية بشرائح خشب الأرز على الحائط و السقف في الولايات المتحدة الأمريكية

المصدر: *Application Manual* (Mission, Canada: Independent Shake and Shingle Producers Association, 2014) (p. 17).

ت.تقدير الأثار البيئية و جودة البيئة الداخلية

1. جودة البيئة الداخلية و السلامة:

أ. الأداء الحراري:

تقدر الموصلية الحرارية للأخشاب الطرية الرطبة مثل خشب الأرز بحوالي 0.14 واط لكل متر كيلفن، أما الموصلية الحرارية للأخشاب المصنعة مثل الأبلكاش فتقدر بـ 0.15 واط لكل متر كيلفن.[1]

جدول 3- 4 الأداء الحراري للتكسية بشرائح خشب الأرز

التكسية بشرائح خشب الأرز	السمك (سم)	الموصلية الحرارية (واط /متر كيلفن)	المقاومة الحرارية (متر مربع كيلفن/واط)
شرائح تكسية من خشب الأرز	0.02	0.14	0.142857143
قطاعات داخلية من الموسكي	0.025	0.13	0.192307692
لوح من الأبلكاش	0.015	0.15	0.1
الاجمالي	0.435	-	0.435164835
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		2.297979798	واط متر مربع لكل كيلفن

المصدر: محاكاة ببرنامجDesign Builder v.4.7.0 تبعا لـ ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1–Appendix G- 2010

ب. الأداء الصوتي:

لم يتم العثور في الأبحاث السابقة على قياس دقيق للأداء الصوتي لحوائط و أسقف شرائح خشب الأرز، لكن بالاحتكام لحسابات محاكاة صوتية مختلفة و هي الارد Allardو ميكي Miki و اتينبوروه Attenborough، يكون معامل الامتصاص الصوتي حوالي 0.30 عند 300 هرتز.[2]

ت. مقاومة الحريق:

كما سبق تناولها، فإن مقاومة الخشب للحريق ضعيفة نسبيا حيث يبدأ الاشتعال عند التعرض لدرجة حرارة 200 درجة مئوية لمدة ساعة و لكن يتم اعتبار مقاومته للحريق 4/3 ساعة بسبب استخدام المعالجات الورنيشية للحماية من

[1] محاكاة ببرنامجDesign Builder v.4.7.0 تبعا لـ ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1–Appendix G- 2010

[2] Smardzewski, Jerzy, Batko, Wojciech and Kamisiński, Tadeusz, 'Experimental study of wood acoustic absorption characteristics', *Holzforschung*, 160 (2013), 9.

الرطوبة.[1] لكن مؤخرا توفرت شرائح تكسية معالجة لمقاومة الحريق حيث يبدأ الاشتعال عند نفس الدرجة بعد 3 ساعات.[2]

2. الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة:

جدول 3-5 الآثار البيئية لدورة الحياة للتكسية بشرائح خشب الأرز لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [3]

التكسية بشرائح خشب الأرز	الحجم (المتر المكعب)	الكثافة (كيلوجرام لكل متر مكعب)	الوزن((Kg	الطاقة الكامنة (MJ/Kg)	الطاقة الكامنة (MJ)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2/ (Kg	تكوين الأمطار الحمضية ((Kg SO2	فرصة غارات الاحتباس الحراري (Kg (CO2/Kg	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg (CO2
شرائح خشب الارز المجهزة يدويا	6.2	450	2790	2.5	6795.2	0.00889	24.91	1.333	3710.7
علفات داخلية من الموسكي 2.5*2.5 سم	7.5044	450	3376.98	2.5	8442.45	0.00889	30.02135	1.333	4501.514
ألواح أبلكاش	3.56	500	1780	15	26700	0.127	226.06	29.7	52866
مسامير تثبيت اضافية	5	7849	60	20.1	1206	0.02	1.2	2.3	138
الإجمالي					**44043.65**		**282.11**		**61216.214**

المصدر: الباحث بالاعتماد على **Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 224). و Vogtländer, J.G., *Life Cycle Assessment of of Accoya* (Delft, Netherlands: Delft Univeristy of Technology, 2010) (p. 24). و Gank, S. and MASSIJAYA, *Wood and Its Applications* (MALAYSIA: INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION, 2014) (p. 17). و Rankin, M.S., *LIFE CYCLE ASSESSMENT FOR ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION OF TROPICAL PLYWOOD PRODUCTION IN MALAYSIA AND INDONESIA* (Clayton, Australia: Csiro Publishing, 2011), p. 22. W.G., *Minerals, Metals and Sustainability: Meeting Future Material Needs***

3. الآثار البيئية الناتجة عن المراحل المختلفة لدورة الحياة:

أ. استخراج المواد و التأثير على الموقع :

يعتمد هذا النظام من التكسية على شرائح من خشب الأرز غير المتوفرة محليا بكميات كبيرة، مما يعني أنها قد تعتبر مهددة لأي غابات غير معتمدة دوليا من مجلس الاشراف على الغابات Forest Stewardship Council، حيث أن ذلك يعد اضرارا بالاتزان البيئي في المجتمع و بالمخزون المحدود من الاخشاب و ما يتبعه ذلك من تصحر التربة و الاضرار بمستويات الاكسجين في البيئة.[4]

ب. التصنيع:

معظم الكسوات الخشبية يتم تصنيعها من اجل تعظيم الاستفادة من كل الجذوع الخشبية بأقل كمية ممكنة من الغلاقات. و تكون الخطوات هي في التقطيع للأشكال التقريبية ثم الصنفرة ثم التشكيل للشكل النهائي المطلوب، كل هذه الخطوات تتوقف على مدى جودة النتيجة الخشبية المطلوبة.[5]

ت. النقل :

---

[1] فتحي ، أيمن محمد ,*الخشب في العمارة*)القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 2006.(ص.58-62)

[2] *Application Manual* (Mission, Canada: Independent Shake and Shingle Producers Association, 2014) (p. 18).

[3] تتوفر بيانات هذا النظام في برنامج Athena Impact Estimator بسبب شهرته في الاستخدام في أمريكا الشمالية، و لذلك فقد الاعتماد على هذا البرنامج لدراسة الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة.

[4] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 221-22).

[5] المرجع السابق, (pp. 183-223).

يستعمل المبنى المتوسط في حدود 1900-4000 كيلوجرام من كسوات الخشب، و هذ يؤدي الى استهلاك 0.71ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات 15 طن، و 0.45 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات 35 طن و 0.46 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بواسطة الحاويات المائية من بلاد المنشأ.[1]

ث. المخلفات:

تعتبر المخلفات في عملية التكسية الخشبية مرتفعة نوعا ما، و ذلك بسبب تراكم الغلاقات و البقايا غير المعالجة عند التقطيع في مرحلة التصنيع. هذه المخلفات يمكن ان يتم تدويرها في تصنيع الواح الخشب الحبيبي و غيرها من الأخشاب المصنعة.[2]

ج. قابلية اعادة الاستخدام:

تنخفض قابلية اعادة الاستخدام في حالة استخدام الخشب في التكسية بشكل مباشر بسبب تعرضه المباشر لدرجات الحرارة المتغيرة و السطوع الشمسي و بخار الماء، مما قد يضعف من كفاءة الخشب في استخدامه من جديد خاصة بدون طبقات الحماية. لذلك فإن اعادة استخدام اخشاب التكسية تكون في مجال تصنيع الأخشاب المصنعة مثل الخشب الحبيبي و الابلاكاش.[3]

2-3 البناء باستخدام بالات القش عالميا

توجد الآن محاولات جادة لاستخدام بالات القش في البناء و ذلك بسبب وجود تراث تقني قوي من التعامل مع قش الارز و بالتحديد في انجلترا و كندا.هذه المحاولات الحالية -و التي لاقت قبولا واسعا بين ملاك المنازل في الريف بسبب انخفاض تكلفتها- تحاول أن تكون أكثر تطورا من أسلوب البناء بالبالات كحوائط حاملة،و ذلك لضمان متانة أعلى و صعوبة أقل في التنفيذ.

3-2-1 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من بالات القش

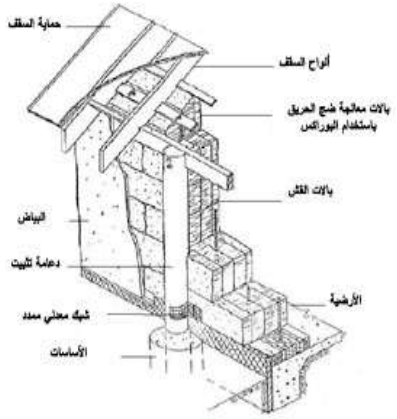
حوائط بالات القش كمادة مالئة In Fill Straw Bale System

تتجه الآن الانظار حول العالم لنظام البناء بالقش بدمجها مع اطارات خشبية ثانوية و ذلك من اجل الحصول على مرونة اعلى في التصميم و التنفيذ و مرونة حجم الفتحات بالاضافة الى عدم الاضطرار الى استخدام بالات موحدة او عالية الكثافة و ذلك عن توفر الأخشاب لاستعمالها كإطار انشائي يتم ملؤه ببالات القش (كما يظهر في أشكال3-13).[4]

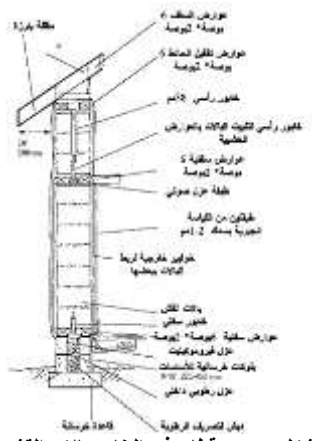
و يكون الاطار الانشائي الثانوي - و الذي يفضل ان يكون من الخشب لتقارب قيم التمدد و الانكماش بين الخشب و القش- مرن جدا قدر الامكانيات والتي يوفرها الخشب، و هو يتكون من نظام الاعمدة و الكمرات بقطاعات 4بوصة*2بوصة لحمل وزن السقف و تدعيم حوائط بالات القش. اما بالنسبة للحوائط، فهي لا تحمل اي حمل الا وزنها الذاتي و وزن التسقيف جزئيا بالاضافة الى توفيرها للعزل اللازم و التكسيات حسب الشكل المرغوب.[5]

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 223).
[2] المرجع السابق
[3] المرجع السابق
[4] Myhrman, Matts and MacDonald, S. O., *Build it with Bales: A Step-by-Step Guide to Straw-Bale Construction* (New Mexico, Mexico: Out On Bale Publishers, 1997) (pp. 123-32).
[5] Breeze, Juliet, *Information Guide to Straw Bale Building*, 1st edn (Todmorden, UK: Amazon Nails, 2001) (pp. 29-32).

شكل 3- 13بالات القش كمادة مالئة بين فراغات جمالون من الخشب
المصدر: Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Catherine, *The Art of Natural Building*, 2nd edn (Gabriola Island, Canada: New Society Publishers, 2015) (p. 579).



شكل 3- 14 تفاصيل حائط مبني باستخدام بالات القش كمادة مالئة و باطار انشائي من الخشب
المصدر: Ashour, Taha, 'Using Straw as Building Material', in *Straw: Production, Cultivation and Uses*, ed. by Steven B. Elfson (London, UK: Nova Science Publishers, 2011), p. Chapter 2 (p. 15).



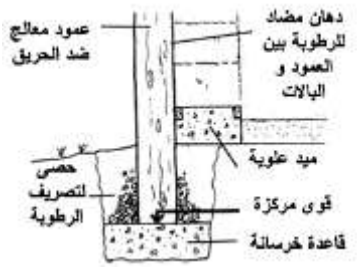
شكل 3- 15 قطاع في البناء ببالات القش كمادة مالئة في اطار انشائي بموقع متوسط بالنسبة للبالات و هو النظام التقليدي
المصدر: Breeze, Juliet, *Information Guide to Straw Bale Building*, 1st edn (Todmorden, UK: Amazon Nails, 2001) (p. 30).

و يتميز هذا النظام بمرونة التشكيل حيث انه بسبب الاعتماد على النظام الثانوي و ليس البالات فقط، فيمكن زيادة عروض البحور المغطاة بالاعتماد على التسقيف بالاطار الخشبي دون الاضرار الى الاعتماد على الطوب الطيني و الاقبية النوبية، بالاضافة الى مرونة تشكيل الفتحات دون الاضطرار الى مقاس فتحات صغيرة. و بمجرد الانتهاء من الاطار الخشبي الثانوي يكون وضع بالات القش و بياضها بالتوازي و بسرعة دون الانتظار الى اكتمال الحائط كما هو الحال في نظام البناء ببالات القش الحاملة.[1] لكن بالرغم من هذه المميزات فإنه يعيب هذا النظام احتياجه الى وقت اطول و تكلفة اعلى نتيجة الاعتماد على اطارات خشبية ثانوية بالاضافة الى تعقد الاساسات اللازمة لحمل الاحمال المركزة القادمة من الاعمدة الخشبية (كما يظهر في شكلي 3-14، 3-15).[2]

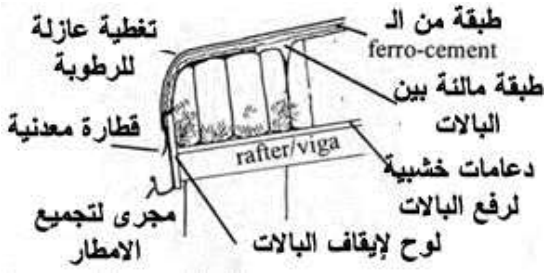
أ. تفاصيل الإنشاء

لاتزيد نسبة طول الحائط إلى سمكه عن 1:13.، حيث يكون أقصى طول غير مدعوم لحائط بسمك 58.4 سم هو 7.6 متر. و بالتالي هذا يطرح أهمية وجود مهندس انشائي متخصص لتصميم أماكن وضع الدعامات و سمك الحائط.أما بالنسبة للاساسات فيتم انشاؤها بحيث يكون أول مدماك من مداميك الحائط أعلى بـ15سم على الاقل من الاساسات لحماية القش من تسرب الرطوبة اليها من التربة. و يتم وضع بالات القش المالئة بحيث تكون مسطحة بفواصل رأسية و تكون غير مستقيمة رأسيا في الحائط بين المداميك فيم يشبه الرباط المستمر في البناء بالطوب، و يكون أقل تراكب بين البالة و البالة الأسفل منها هو 30.5 سم. تظهر تفاصيل الإنشاء بوضوح في شكلي 3-14 و 3-15. [3]

[1] Myhrman, Matts and MacDonald, S. O., *Build it with Bales: A Step-by-Step Guide to Straw-Bale Construction* (New Mexico, Mexico: Out On Bale Publishers, 1997) (pp. 130-33).
[2] Breeze, Juliet,المرجع السابق, (pp. 123-32).
[3] Ashour, Taha, 'Using Straw as Building Material', in *Straw: Production, Cultivation and Uses*, ed. by Steven B. Elfson (London, UK: Nova Science Publishers, 2011), p. Chapter 2 (pp. 14-20).



شكل 3- 16 الاساسات في استخدام بالات القش كمادة مالئة
المصدر: Myhrman, Matts and MacDonald, S. O., *Build it with Bales: A Step-by-Step Guide to Straw-Bale Construction* (New Mexico, Mexico: Out On Bale Publishers, 1997) (p. 124).

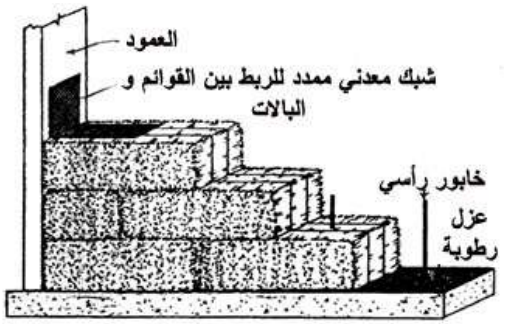


شكل 3- 17 أسلوب التسقيف باستخدام بالات القش و عزله من أعلى بسطح مضاد للرطوبة
المصدر: Myhrman, Matts and MacDonald, S. O., *Build it with Bales: A Step-by-Step Guide to Straw-Bale Construction* (New Mexico, Mexico: Out On Bale Publishers, 1997) (p. 85).

و يجب الحرص على ان يتم الربط بعناية بين البالات و الاطار الثانوي، و ذلك باستخدام الشبك المعدني الممدد حيث يتم تثبيته على القوائم في الاطار الانشائي و على البالات باستخدام مسامير قلاووظ برأس مسطحة (خابور) و ذلك كما يظهر في شكلي 3-14، 3-15). [1] أما بالنسبة لأسلوب التسقيف باستخدام البالات و هي استخدام الـFerrocement - و هي عبارة عن طبقات من المونة الاسمنتية فوق طبقة من الشبك المعدني الممدد، و هو أسلوب بناء خزانات المياه- مع طبقة مضادة للرطوبة لتوفير استخدام القراميد (شكل3-17). [2]

ب. تفاصيل الحماية

شكل 3- 18طريقة حركة الرطوبة و بخار الماء حول الحائط
المصدر: Ashour, Taha, 'Using Straw as Building Material', in *Straw: Production, Cultivation and Uses*, ed. by Steven B. Elfson (London, UK: Nova Science Publishers, 2011), p. Chapter 2 (p. 17).



شكل 3- 19تثبيت البالات بالقوائم الرأسية للاطار الانشائي باستخدام الشبك المعدني الممدد
المصدر: Ashour, Taha, 'Using Straw as Building Material', in *Straw: Production, Cultivation and Uses*, ed. by Steven B. Elfson (London, UK: Nova Science Publishers, 2011), p. Chapter 2 (p. 18).

يجب أن تتم حماية بالات القش من الرطوبة و الماء (شكل 3-18)، و ذلك لأن الرطوبة يمكنها التسلل الى داخل الحائط عن طريق الدهانات المعتمدة على الماء أو من خلال خاصية الشعيرية من التربة، او بالتكاثف على الاسطح الباردة مثل في حالة استخدام مفصلات معدنية. لذلك يجب مراعاة توفير حماية جيدة ضد الماء و الرطوبة و حفظ المحتوى الرطوبي داخل البالات تحت 14%.بالاضافة الى ذلك، يجب استخدام عازل رطوبي بين اول مدماك و بين الاساسات افقيا و بين الاساسات و العزل المحيط بها رأسيا.كما يجب وضع هذا العازل الرطوبي ايضا على آخر مدماك من اعلى لمنع الرطوبة من دخول الحائط من اعلى كما يظهر في شكل 3-19. [3]

[1] Ashour, Taha, 'Using Straw as Building Material', in *Straw: Production, Cultivation and Uses*, ed. by Steven B. Elfson (London, UK: Nova Science Publishers, 2011), p. Chapter 2 (pp. 14-20).
[2] Myhrman, Matts and MacDonald, S. O., *Build it with Bales: A Step-by-Step Guide to Straw-Bale Construction* (New Mexico, Mexico: Out On Bale Publishers, 1997) (p. 85).
[3] Ashour, Taha, المرجع السابق, (p. 16).

كما يجب عمل التشطيب النهائى للقش من الخارج والداخل عن طريق البياض مع استخدام الشبك الممدد عند الاركان وأماكن الالتقاء مع الفتحات والأسقف ، حيث يعمل البياض على جعل حائط القش مقاوما للحريق من ناحية وللرطوبة من ناحية أخرى كما يمنع القوارض والحشرات من الدخول الى داخل البالات واتلافها.[1]

2-2-3 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند الإنشاء ببالات القش كمادة مالئة

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة

1. الموارد المادية و البشرية:

أ. المواد الاساسية:

1- بالات القش المستطيلة ثنائية او ثلاثية التحزيم.
2- قوائم الاطارالخشبي الثانوي بنظام العمود و الكمرة بقطاع 6 بوصة في 2 بوصة.
3- شبك معدني ممدد للربط بين بالات القش و قوائم الاطار الانشائي.
4- بياض داخلي و خارجي (بالطين -الجير و الاسمنت)
5- شبك معدني ممدد لعمل المحارة.[2]
6- أسياخ تسليح لرفع المبنى عن منسوب الارض.
7- قاعدة من الخرسانة العادية (أسمنت و رمل و زلط)
8- تسقيف من نظام الـ Ferrocement باستخدام الشبك المعدني الممدد و المونة الاسمنتية
9- طبقات حماية:

a. الحماية من الماء: و هي طبقة المحارة و التي تهدف لحماية البالات من الرطوبة. تعتمد المحارة على استخدام سليكات البوتاسيوم للمعالجة بحيث يكون البياض مضادا للرطوبة لكن بمسامية واضحة تسمح بخروج الرطوبة من القش و بالتالي تمنع حدوث التعفن او نمو الفطريات. و بسبب أن منشأ هذا النظام يأتي من المناطق ذات مناخات ممطرة، فإنه يتم استخدام محارة اسمنتية لحماية البالات.
b. الحماية من الهواء: يكون البياض ايضا هو وسيلة الحماية من حركة الهواء في الداخل و الخارج. الزائدة عن تحمل القش، لكن في نفس الوقت يتم تجفيف اي رطوبة من داخل البالات.
c. الحماية من بخار الماء: و يتم الحماية من البخار عن طريق البياض ، بحيث لا يتم السماح لبخار الماء بالدخول للبالات لكن في نفس الوقت يمكن تخفيض و تشتيت كميات بخار الماء في داخل البالات للخارج.
d. الحماية من الحرارة: تعتبر بالات القش عازل حراري طبيعي لا يحتاج الى طبقات اخرى مساعدة للحماية من الحرارة.تقوم البالات بسبب كثافتها المنخفضة بتشتيت الحرارة مما يقلل بطبيعة الامر من الحرارة المتسربة للداخل و يرفع من التخزين الحراري.

ب. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ:

يختلف الانشاء باستخدام بالات القش كمادة مالئة عن الانشاء بالحوائط الحاملة، ذلك لأن الاعتماد الاكبر على المهارة يكون في بناء الاطار الخشبي الثانوي و ليس في رص البالات. و يستهلك النظام وقتا أكبر في مرحلة بناء الاطار الانشائي . بالرغم من أن هذا النظام يعتمد على مهارة النجارة و ليس مهارة البناء بالطوب فقط، إلا أنه يستخدم للبناء الان بدلا من نظام الحوائط الحاملة لأنه الأسهل و الاقرب للمهارة المتوارثة بين الملاك، حيث أن هذا النظام المتواجد بكثافة في الدول ذات المسطحات الوافرة من الغابات و التي يمتلك ساكنوها مهارة التعامل مع الاخشاب لأن أغلب مساكنهم

[1] أيمن، إيهاب , عفيفي، عقبة, 'استخدام المخلفات الزراعية فى المنشآت الريفية in ,*مؤتمر مستقبل التنمية المستدامة في مصر*)القاهرة، مصر: وزارة التنمية المحلية المصرية, 2012.(10 .p) 99-184, II,),

[2] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 65-66).

مبنية في الاصل من الاخشاب. و بالتالي فإنه برغم أن تكلفته أعلى من تكلفة البناء بالقش فقط، و يستهلك وقتا أكبر للتنفيذ، إلا أنه هو الاكثر استخداما الآن في مناطق الزلازل و ذلك لقدرته على تحقيق دقة أعلى و عروض أكبر للبحور بسهولة. و بصفة عامة فإنه تحتاج عملية ملء البالات بين النظام الخشبي فريق مكون من حوالي 10 أشخاص.[1]

2. الوقت المستهلك في التنفيذ:

أما بالنسبة للوقت، فإن المنشأ المتوسط لا يستغرق بناؤه أكثر من شهرين، بمعدل شهر لبناء الاطار الخشبي و شهر للملء ببالات القش وعمل البياض و الخدمات.[2]

3. الطاقة الكامنة المبدئية:

جدول 3-6 الطاقة الكامنة للإنشاء ببالات القش كمادة مالئة لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [3]

بالات القش كمادة مالئة بتغطية أسمنتية	الطاقة الكامنة بالمادة (ميجا جول لكل كيلوجرام)	كثافة المادة (كيلوجرام /متر مكعب)	حجم المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (متر مكعب)	وزن المادة في منشأ متوسط بحجم 100 متر مربع (كيلوجرام)	الطاقة الكامنة (ميجا جول)	الكربون المخزن في المادة (كجم ثاني أكسيد كربون لكل كيلوجرام)	الكربون المخزن في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام ثاني أكسيد كربون)
بالات القش ثنائية التحزيم (1*1*0.5 م)	0.24	120	41	4920	1180.8	0.01	49.2
لياسة أسمنتية (1 اسمنت: 6 رمل)	1.11	2370	6.2	14694	16310.34	0.174	2556.756
2*4 اطار خشبي داخلي - عزيزي	2.5	650	2.3	1495	3737.5	0.2	299
إجمالي الحائط				21109	21228.64		2904.956
تكوين السقف							
بالات القش ثنائية التحزيم (1*1*0.5 م)	0.24	120	30	3600	864	0.2	720
طبقة الفيروسمنت	8.72	1600	27.8	44480	387865.6	2.3	102304
إجمالي السقف				48080	388729.6		103024
الإجمالي					**409958.24**		**105928.956**

المصدر: الباحث بالاعتماد على *Magwood, Chris, Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 69).

4. تقدير التكلفة في مصر:

تتشابه تكلفة هذا الاسلوب مع حالة منزل بالات القش الذي نفذته جيهان جرس و الذي كان بمساحة 100 متر مربع أيضا في اعتماده الرئيسي على بالات القش منخفضة التكلفة و المتوفرة بكثرة في مصر فيم عدا اعتماده على الخشب كنظام إنشائي رئيسي و اعتماده على البياض الأسمنتي و التسقيف ببالات القش و الفيروسمنت .و قد بلغت تكلفة التنفيذ المبدئية

[1] DETR, *Information Guide to Straw Bale Building* (London, UK: Amazon Nails, 2001) (p. 15).

[2] المرجع السابق.

[3] الطاقة الكامنة هي الطاقة المستهلكة عبر دورة حياة المنتج .Cradle to Grave الكربون المخزن يعبر عن الاعتماد على الطاقة الاحفورية Fossil Fuelفي مراحل استخراج المواد الخام أو التصنيع أو النقل للموقع.

حوالي 35000 جنيه و فقا لـ (جرس و آخرون،2009) عام 2009[1]، لكن تزداد عليه تكلفة البياض الأسمنتي و الاطار الخشبي و التسقيف باستخدام الفيروسمنت بدلا من قباب الطوب المحروق. و بالتالي، فتبلغ التكلفة المبدئية في لإنشاء مسطح بمساحة 100 متر مربع حوالي 45000 جنيه بأسعار عام 2015.[2]

5. المتانة و احتياجات الصيانة:

أثبت البناء ببالات القش كمادة مالئة معتمدة على اطار انشائي خشبي متانته تاريخيا منذ بداية استخدامه في البناء في ثلاثينات القرن العشرين في ولاية كاليفورنيا في الولايات المتحدة كنظام بناء متين لديه القدرة على تحمل الزلازل، و في نفس الوقت يكون منخفض في التمدد و الانكماش و الذي يكون هو السبب في حدوث خلخلة في بالات القش عند عدم تنفيذها بجودة عالية. أما بالنسبة لمقاومة العوامل الخارجية ، فإنه تعتمد متانة مباني بالات القش على جودة و فعالية طبقات الحماية، فإذا ظلت بالات القش جافة مع تهوية جيدة مستمرة و مرفوعة عن الارض مع تثبيت البالات بالاطارات الخشبية باستخدام الشبك المعدني الممدد، يمكن الجزم بأن البناء ببالات القش طويل العمر شأنه شأن أي وسيلة بناء أخرى.[3]

6. مرونة التصميم و التغيير:

أما بالنسبة لمرونة التصميم، فإن عرض البحور المغطاة تعتمد بصورة رئيسية على الاطار الخشبي و امكانياته في زيادة العروض. كما يفيد الاعتماد على الاطار الخشبي الثانوي في زيادة مرونة التعديل و التغيير، حيث يمكن فك الحوائط و البالات و تغييرها عند الحاجة، كما توجد مرونة أكبر في توزيع و تصميم فتحات النوافذ و الأبواب.

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ

1. جودة البيئة الداخلية و السلامة:

أ. الأداء الحراري :

يقدر معامل الموصلية الحرارية للقش بحوالي 0.05 واط لكل متر كيلفن حسب أسلوب التحزيم المستخدم[4]. هذا يؤهل بالات القش لأن تكون عازل حراري طبيعي ينافس المواد العازلة المعتاد استخدامها. لكن يجب عند دراسة الاداء الحراري لنظام الحوائط الحاملة الانتباه الى تأثير البياض الداخلي و الخارجي على الأداء الحراري . و يقدر معامل التوصيل الحراري الاجمالي للحائط بحوالي 0.11 واط لكل متر مربع لكل كيلفن.[5]

[1] Garas, G, Allam, M and Eldessuky, R, 'STRAW BALE CONSTRUCTION AS AN ECONOMIC ENVIRONMENTAL BUILDING ALTERNATIVE- A CASE STUDY', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 4 (2009), 54-59 (p. 4).

[2] Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 6).

[3] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 70-71).

[4] Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 3).

[5] Koronthalyova, Olga and Matiasovsky Peter, 'PORE STRUCTURE AND THERMAL CONDUCTIVITY OF BURNT CLAY Bricks' (unpublished thesis, 2010), p. 4.

جدول 3- 7الأداء الحراري لبالات القش كمادة مالئة

بالات القش كمادة مالئة	السمك (سم)	الموصلية الحرارية (واط /متر كيلفن)	المقاومة الحرارية (متر مربع كيلفن/واط)
الحائط			
بياض أسمنتي	0.035	0.8	0.04375
طبقة من الشبك المعدني الممدد	0.005	50	0.025
بالات القش	0.4	0.05	8
طبقة من الشبك المعدني الممدد	0.005	50	0.025
بياض أسمنتي	0.035	0.8	0.04375
الاجمالي	0.435	-	8.0875
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		0.116448326 واط متر مربع لكل كيلفن	
السقف			
بالات القش	0.4	0.05	8
فيروسمنت	0.05	0.36	0.138888889
الاجمالي	0.435	-	8.138888889
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		0.122866894 واط متر مربع لكل كيلفن	

المصدر: Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 3). و محاكاة ببرنامجDesign Builder v.4.7.0 تبعا لـ ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1–Appendix G- 2010

ب. الأداء الصوتي :

بسبب اعتماد النظام على الحوائط الحاملة، فإن معامل الامتصاص لهذا النظام عند سمك 470 مم يصل إلى 0.7 عند 300هرتز و هذا يتسق مع القدرة المرتفعة لامتصاص الصوت لدى بالات القش بسبب مساميتها المرتفعة.[1]

2. مقاومة الحريق:

كما سبق تناولها، تتعلق مدى مقاومة الحريق الخاصة بالبالات بمدى تغطيتها بالبياض الحامي لها. و تبلغ مقاومة الحريق للقش المكسو بالبياض الأسمنتي حوالي ساعة و نصف قبلل حدوث أول تشقق شعري. [2]

3. سهولة التدريب و سلامة التنفيذ:

يعتمد البناء ببالات القش كمادة مالئة في اطار خشبي ثانوي على مهارتي البناء بالبالات مثل البناء بالطوب العادي و تنفيذ الاطارات الخشبية الانشائية، و هذا يعني توفر الخبرة بصفة عامة لكن توجد حاجة للاشراف و التدريب السريع على عمل المحارة الخارجية و الربط بين البالات و الاطار الخشبي الانشائي. و بصفة عامة يمكن القول أن التنفيذ بهذا الأسلوب آمن على العاملين و خالي من أي انبعاثات الـVOCs الضارة بصحة الانسان لكنه يسبب حساسية في الجهاز التنفسي للأطفال بسبب غبار القش قبل البياض.[3]

4. التكامل الجمالي مع التصميم المعماري و العمراني المحيط:

تتلاءم العناصر المبنية باستخدام القش مثل الحوائط بشكل كبير مع منازل الطين والطوب اللبن، و ذلك بسبب نعومة الجوانب و الاركان و البياض، كما أن اعتمادها على أسقف مستوية بسبب وجود الاطار الانشائي الخشبي الثانوي يجعل

[1] Dalmeijer, J., 'Straw bale sound insulation and acoustics', *The Last Straw, the International Journal of Straw Bale and Natural Building*, 53 (8) (2006), 29-40 (p. 3).

[2] المرجع السابق.

[3] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 71).

فرصة قبول هذا النظام أعلى من نظام بالات القش كحوائط حاملة الذي تم مناقشته في الفصل الثاني و الذي اعتمد على استخدام الاقبية و القباب في التسقيف.

ت.تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية

أ. الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة:

جدول 3-8 الآثار البيئية لدورة الحياة للإنشاء ببالات القش كمادة مالئة لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [1]

بالات القش كمادة مالئة	الحجم (المتر المكعب)	الكثافة (كيلوجرام لكل متر مكعب)	الوزن (Kg)	الطاقة الكامنة (MJ/Kg)	الطاقة الكامنة (MJ)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2/ (Kg	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2)	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg CO2/Kg)	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg (CO2
بالات القش ثنائية التحزيم 1*1*0.5م	71	120	8520	0.24	2044.8	0.00087	7.4124	-1.25	-10650
4*2 اطار خشبي داخلي- عزيزي	2.3	650	1495	2.5	3737.5	0.00889	13.29055	1.333	1992.835
طبقة الفيروسمنت	27.8	1600	44480	8.72	387865.6	0.020198	898.40704	2.45	108976
لياسة أسمنتية (1 أسمنت:6 رمل)	6.2	2370	14694	1.11	16310.34	0.000198	2.909412	0.15	2204.1
الإجمالي					**409958.24**		**922.019402**		**102522.935**

المصدر: الباحث بالاعتماد على Chris Magwood, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 69). و Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 5). و Vogtländer, J.G., *Life Cycle Assessment of of Accoya Wood and Its Applications* (Delft, Netherlands: Delft Univeristy of Technology, 2010). و Rankin, W.G., *Minerals, Metals and Sustainability: Meeting Future Material Needs* (Clayton, Australia: Csiro Publishing, 2011), p. 22.

ب. الآثار البيئية الناتجة عن المراحل المختلفة لدورة الحياة:

أ. استخراج المواد و التأثير على الموقع :

يستلزم عند البناء بهذا الاسلوب توافر الاخشاب و القش محليا و ذلك ليس فقط من أجل تخفيض التكلفة أو الآثار البيئية السلبية الناتجة عن تهديد المخزون المحدود من المواد الخام عند عدم توافرها، بل يجب توافر هذه المواد من أجل أن تتوفر خبرة التعامل معها مواد بناء و مهارات النجارة و البناء في هذا المجتمع بالاضافة الى التقليل من الاعتماد على مواد البناء السائدة(الخرسانة-حديد التسليح- الألومنيوم- إلخ) و الوقود الاحفوري في حالة استخدام القش في توليد الطاقة او تصنيع الورق. كما ان المكونات اللازمة لصناعة البياض متوفرة في الطبيعة و معتادة في الاستخدام بلا آثار بيئية سلبية ما عدا تلك الناتجة عن تصنيع الاسمنت و الذي يتدخل في عملية تصنيع البياض و القواعد الخرسانية بالاضافة للشبك المعدني الممدد اللازم لعمل البياض و لتثبيت البالات بالاطار الخشبي. [2]

ب. التصنيع:

تعتبر آثار التصنيع في الاجمال اقل بكثير منه في انماط البناء الطبيعية. و ذلك لأن مادة البناء في حد ذاتها شديدة الانخفاض في الاعتماد على التصنيع و ذلك لأن عملية تصنيع البالات و البناء يدوية بالكامل. تتركز الاثار البيئية الناتجة عن التصنيع في تصنيع الاسمنت الداخل في صناعة الفيروسمنت و البياض و القاعدة الخرسانية و الشبك المعدني الممدد

[1] لا تتوفر بيانات هذا النظام في برنامج Athena Impact Estimator بسبب حداثة عودته للاستخدام في أمريكا الشمالية.

[2] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 70).

المستخدم للبياض و أسياخ الحديد المستخدمة للتثبيت القاعدة، بالاضافة الى تجهيز العناصر الخشبية اللازمة لعمل الاطار الانشائي.[1]

ت. النقل:

يستخدم المبنى في المتوسط حوالي 5570-8920 كيلوجرام من بالات القش بالاضافة الى استخدام حوالي 450 كجم من الاخشاب في الاطار الخشبي. يتم استهلاك 5.36 -7.4 ميجاجول للكيلومتر عند النقل باستخدام شاحنات ال15 طن. و يتم صرف 3.35-4.6 ميجا جول للكيلومتر عند النقل بشاحنات الـ 35 طن و 0.36 ميجاجول للحاويات المائية.[2]

ث. المخلفات[3]:

تنقسم المخلفات الناتجة عن البناء بالقش إلى :

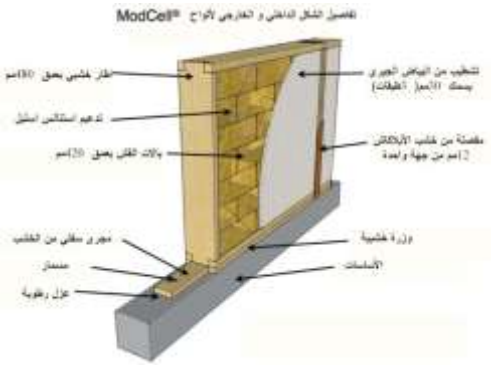
3- بقايا القش بعد قطع الغلاقات، و يجب التخلص الفوري من هذا القش لأن وجوده يكون هو الشرارة الأولى لحدوث أي حريق بسبب قابليته العالية للاشتعال. و يكون التخلص منه لمصانع الورق او أجهزة التغويز لاستخراج الطاقة من بقايا القش.
4- مخلفات لا يمكن اعادة استخدامها بصورة مباشرة مثل بقايا الاخشاب بعد قطع و تجهيز العناصر الانشائية.
5- مخلفات يمكن تدويرها مثل مخلفات الشبك المعدني الممدد و الشدة الخشبية اللازمة لتشكيل السقف.

ج. قابلية اعادة الاستخدام:

بعد نهاية الحياة المفيدة للمبنى، فإن عناصر الاطار الخشبي يمكن فكها و اعادة تركيبها في منشآت أخرى أو تدويرها في عمل ألواح الخشب الحبيبي، اما بالنسبة للقش، فهو يمكن اعادة استخدامه بعد كشط المحارة في صناعة ألواح القش المضغوطة مثلما تم توضيحها في الفصل الثاني.

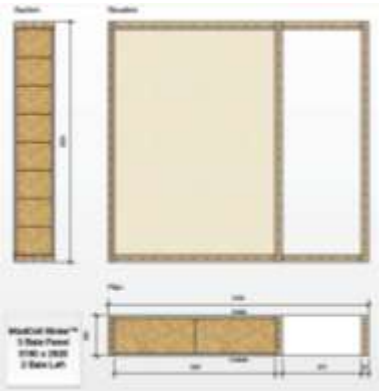
3-2-3 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من بالات القش

ألواح القش مسبقة الصنع Prefabricated Straw Bale Panels



شكل 3- 20 تكوين الحائط مسبق التصنيع من كتالوج Modcell. بالاعتماد على التدعيم بدلا من الشبك المعدني
المصدر: *Modcell Straw Technology: Technical Guide*, www.modcell.com edn (London,UK: Executive, European Commisson Agency for Competitiveness and Innovation (EACI), 2015) (p. 3).

شكل 3- 21 الأسقف و الحوائط باستخدام التجاليد الخشبية و البياض الاسمنتي.
المصدر: *Modcell Straw Technology: Technical Guide*, www.modcell.com edn (London,UK: Executive, European Commisson Agency for Competitiveness and Innovation (EACI), 2015) (p. 3).



شكل 3- 22 أبعاد الألواح سمكا و ارتفاعا
المصدر: *Modcell Straw Technology: Technical Guide*, www.modcell.com edn (London,UK: Executive, European Commisson Agency for Competitiveness and Innovation (EACI), 2015) (p. 7).

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 68-70).
[2] المرجع السابق
[3] المرجع السابق

تعود براءة اختراع حوائط بالات القش مسبقة الصنع إلى شركة Modcell الانجليزية و ذلك بالاتفاق مع الجمعية التنفيذية الاوروبية للتنافسية و الابتكارية European Commission Executive Agency for Competitiveness and Innovation (EACI)، و هي الجهة الحكومية التي منحت الشركة براءة الاختراع. [1] و تتمثل ابتكارية هذا النظام في التكسية في أنه سريع و منخفض التكاليف و مستدام، مما يؤهله للاستخدام في العديد من المنشآت على تنوع استخداماتها، و ذلك بسبب مرونة مقاس الألواح و سهولة و سرعة تركيبها و ذلك يختصر الكثير من مدة التنفيذ خاصة عندما يكون الاطار الانشائي جاهز. بالاضافة إلى سرعة و سهولة التركيب، فإن هذا الاسلوب يتمتع بجودة و متانة توفر له العمر الطويل في ظل وجود صيانة ملائمة لبياض الحوائط باستخدام الجير Lime Render، بالاضافة إلى ذلك فهو موفر في الطاقة الكامنة عن وسائل التكسية المعتادة، كما أنه يعتمد على مادة متجددة و هي بالات القش في انتاج ألواح جيدة العزل الحراري و توفر التحكم في تسرب الهواء Airtightness. [2]

و قد منحت الشركة حق التقليد مع حفظ حقوق الملكية الفكرية للباحث Chris Magwood الذي قام بتنفيذ مشروعات متعددة بنفس الاسلوب في كندا و الولايات المتحدة الامريكية و ذلك بالجهود التطوعية. [3]

أ. تفاصيل الإنشاء

تم تصنيع ألواح القش مسبقة الصنع من قبل مجموعة عمل يقودها كريس ماجوود، و التي اعتمدت على البياض الأسمنتي المبطن بالشبك المعدني الممدد بدلا من البياض الجيري. و تكون خطوات تجهيز ألواح القش مسبقة التجهيز يدويا كالتالي:[4]

1- يتم جمع البالات و تشكيلها بأبعاد ثابتة.
2- تصنيع الاطار الخشبي الخاص بكل لوح و يتكون من الجلسة السفلية و العتب العلوي مع الجوانب الخشبية بالاضافة الى الخلفية المؤقتة و ذلك بالمفصلات الخشبية بنظام النقر و اللسان (شكل3-23).
3- تبطين الخلفية المؤقتة بالشبك المعدني الممدد ثم بالمونة الاسمنتية (شكل3-24).
4- يتم رص البالات افقيا في الاطار الخشبي للوح على الخلفية المؤقتة من جهة الوجه المدهون بالمونة ثم ضغطها (شكل3-25).
5- وضع طبقة من الشبك المعدني الممدد ثم وضع طبقة من المونة الاسمنتية (شكل3-26).
6- يتم ترك الالواح لتجف لمدة أسبوع ثم يتم فك الخلفية المؤقتة ثم نقل و تركيب الالواح في الاطار الخشبي الانشائي في الموقع (شكل 3-27).

و يلاحظ استخدام الشبك المعدني الممدد عند الاعتماد على البياض بالمونة الاسمنتية و ذلك حسب أسلوب كريس ماجوود، أما عند الاعتماد على البياض الجيري فلا يتم استخدام الشبك المعدني الممدد، و ذلك حسب نظام التصنيع في مصانع Modcell.

[1] *Modcell Straw Technology: Technical Guide*, www.modcell.com edn (London,UK: Executive, European Commisson Agency for Competitiveness and Innovation (EACI), 2015).
[2] McLaren, Fiona, 'Alternative, More Sustainable, Wall Construction Techniques than Brick and Block, for New Housing in England and Wales.' (PhD, Loughborough University, Faculty of Architecture, 2013), p. 78.
[3] Magwood, Chris, Mack, Peter and Therrien, Tena, *More Straw Bale Buildings* (Gabriola Island, Canada: New Society Publishers, 2006), pp. 75-81.
[4] المرجع السابق

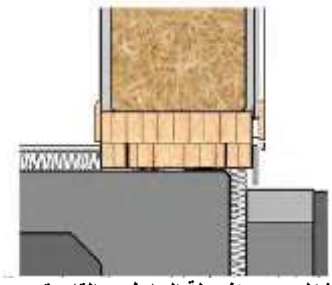
شكل 3- 23 تجهيز اطار الالواح من جوانب و جلسة و عتب و خلفية مؤقتة
المصدر: Chris Magwood, 'Prefab Straw Bale Walls: A Mainstream Solution', in *International Straw Builders' Conference ISBC* (Colorado, USA: Endeavour:Innovative Learning, Building & Living, 2012) (p. 6).

شكل 3- 24 تبطين الاطار بالشبك المعدني الممدد و المونة الاسمنتية
المصدر: Chris Magwood, 'Prefab Straw Bale Walls: A Mainstream Solution', in *International Straw Builders' Conference ISBC* (Colorado, USA: Endeavour:Innovative Learning, Building & Living, 2012) (p. 7).

شكل 3- 25 رص البالات في الاطار الخشبي
المصدر: Chris Magwood, 'Prefab Straw Bale Walls: A Mainstream Solution', in *International Straw Builders' Conference ISBC* (Colorado, USA: Endeavour:Innovative Learning, Building & Living, 2012) (p. 9).

شكل 3- 26 وضع الشبك الممدد و المونة الاسمنتية
المصدر: Chris Magwood, 'Prefab Straw Bale Walls: A Mainstream Solution', in *International Straw Builders' Conference ISBC* (Colorado, USA: Endeavour:Innovative Learning, Building & Living, 2012) (p. 10).

شكل 3- 27 تركيب الالواح في الاطار الخشبي
المصدر: Chris Magwood, 'Prefab Straw Bale Walls: A Mainstream Solution', in *International Straw Builders' Conference ISBC* (Colorado, USA: Endeavour:Innovative Learning, Building & Living, 2012) (p. 17).



شكل 3- 28تفصيلة الحائط مع القاعدة الخرسانية
المصدر: *Modcell Straw Technology: Technical Guide*, www.modcell.com edn (London,UK: Executive, European Commisson Agency for Competitiveness and Innovation (EACI), 2015) (p. 16).

أما التسقيف، فهو يعتمد على الـRoof Cassettes (شكل3-29) و هو عبارة عن ألواح مسبقة التصنيع من بالات القش لكن بسمك مرتفع يصل إلى 400مم مثل سمك ألواح الحائط أو قد يصل إلى 500 مم حسب العزل الحراري المطلوب، ثم يتم تكسيته بغشاء مطاطي عازل للرطوبة قبل التكسية بطبقة مزدوجة من الابلاكاش و ألواح الصفيح .[1]

شكل 3- 29 الواح السطح Roof Cassettes
المصدر: EACI, 'Modecell Technical Guide', in *Modecell Prefab. Straw Bale* <www.modcell.com> [accessed 17 July 2015]

شكل 3- 30 تفاصيل النافذة مع البياض الجيري مع الحليات الخشبية
المصدر: EACI, 'Modecell Technical Guide', in *Modecell Prefab. Straw Bale* <www.modcell.com> [accessed 17 July 2015]

[1] EACI, 'Modecell Technical Guide', in *Modecell Prefab. Straw Bale* <www.modcell.com> [accessed 17 July 2015]

ب. تفاصيل الحماية

يكون البياض الخارجي من نوع Lime Render و هو بياض يعتمد على الجير بصورة رئيسية مما يوفر مسامية مرتفعة لبالات القش تفيد في التخلص من الرطوبة الداخلية و التي قد تؤدي الى الاضرار ببالات القش و الاطار الخشبي الانشائي. و يتميز البياض الجيري عن البياض المعتمد على الطين في أنه يتحمل النسب العالية من الأشعة فوق البنفسجية و التي تتسبب في تحلل البياض الطيني، بالاضافة الى تحمله للرطوبة المرتفعة. [1] أما بالنسبة للفتحات، فهي يتم تصميمها بعناية بحيث لا تتسبب في عمل جسور حرارية، و ذلك عن طريق ثلاثية الزجاج triple glazed مع طلاء منخض المسامية low emissivity، كما يتم ملء الفراغ بين طبقات الزجاج بغاز الارجون الذي يعمل كعازل حراري (شكل3-30) .[2]

3-2-4 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند التكسية بألواح القش مسبقة الصنع

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة

1. الموارد المادية و البشرية:

أ. المواد الاساسية [3]:

1- اطار خشبي للوح الواحد بعرض 480مم و سمك 10مم.
2- 400 مم من حشو بالات القش للحائط و 500 مم من حشو بالات القش للسطح
3- طبقات الحماية للحوائط:
   أ. شبك معدني ممدد عند الطلاء بالمونة الاسمنية
   ب. الطلاء بالمونة الجيرية بسمك 30مم، مكونة من جير:رمل بنسبة 3:1[4].
4- طبقات الحماية للسطح: يتم استخدام ألواح من الـOSB بسم 15مم ثم الواح من الصفيح المعرج.

ب. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ:

يعتمد اسلوب التكسية بألواح بالات القش مسبقة الصنع على التجهيز المسبق خارج الموقع، و هذا يعني ضرورة توفر مكان مخصص لتصنيع هذه الالواح سواء عن طريق التصنيع الكامل بماكينات او عن طريق التصنيع اليدوي. و لا تعتبر المهارة المطلوبة في هذا الاسلوب مرتفعة بالضرورة في كل الخطوات، حيث أن التصنيع المسبق يعتمد على دقة و جودة اعمال النجارة المسئولة عن تصنيع الاطارات الخشبية المطلوبة لرص البالات. عملية الرص و البياض بالمونة الاسمنتية او الجير لا تتطلب مهارة اكثر من مهارة الطلاء العادي. اما في مرحلة التركيب في الموقع، فإنه يتطلب وجود خبرة جيدة في اعمال النجارة لعمل الاطار الخشبي الانشائي في حالة استخدام هذه الالواح للتكسية، كما يتطلب وجود خبرة جيدة عند استخدام هذه الالواح للبناء بنظام الحوائط الحاملة. و قد ثبتت امكانية و سهولة التدريب في هذا الاسلوب حسب تجربة كريس ماجوود.[5]

2. الوقت المستهلك في التنفيذ:

أما بالنسبة للوقت، فإنه يتطلب عند بناء منشأ متوسط حوالي 10 أفراد ، بواقع حوالي 12 يوم لتجهيز الالواح خارج العمل بالاضافة الى أسبوعين للتركيب في الموقع على اطارانشائي مسبق البناء.[6]

---

[1] Magwood, Chris, Mack, Peter and Therrien, Tena, *More Straw Bale Buildings* (Gabriola Island, Canada: New Society Publishers, 2006), pp. 75-81 (p. 169).
[2] Style, Oliver, 'Passive, Progressive', *CIBSE*, April 2014, pp. 32-36 (p. 2).
[3] McLaren, Fiona, 'Alternative, More Sustainable, Wall Construction Techniques than Brick and Block, for New Housing in England and Wales.' (PhD, Loughborough University, Faculty of Architecture, 2013), pp. 75-76.
[4] المرجع السابق
[5] Magwood, Chris, Mack, Peter and Therrien, Tena,المرجع السابق, (p. 170).
[6] (p.172),المرجع السابق

3. الطاقة الكامنة المبدئية:

جدول 3-9 الطاقة الكامنة للتكسية بألواح بالات القش مسبقة الصنع لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [1]

التكسية بألواح القش مسبقة الصنع	الطاقة الكامنة بالمادة (ميجا جول لكل كيلوجرام)	كثافة المادة (كيلوجرام /متر مكعب)	حجم المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (متر مكعب)	وزن المادة في منشأ متوسط بحجم 100 متر مربع (كيلوجرام)	الطاقة الكامنة (ميجا جول)	الكربون المخزن في المادة (كجم ثاني أكسيد كربون لكل كيلوجرام)	الكربون المخزن في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام ثاني أكسيد كربون)
بالات القش ثنائية التحزيم (1*1*0.5 م)	0.24	120	41	4920	1180.8	0.01	49.2
بياض جيري	1.11	1150	13.5	15525	17232.75	0.174	2701.35
4*2 اطار خشبي داخلي - عزيزي	2.5	650	3.6244	2355.86	5889.65	0.2	471.172
إجمالي الحائط				**22800.86**	**24303.2**		**3221.722**
بالات القش ثنائية التحزيم (1*1*0.5 م)	0.24	120	30	3600	864	0.01	36
4*2 اطار خشبي داخلي - عزيزي	2.5	650	3.88	2522	6305	0.2	504.4
ألواح OSB للتكسية الخارجية و الداخلية	15	500	2.06	1030	15450	0.45	463.5
إجمالي السقف				**7152**	**22619**		**1003.9**
الإجمالي				**29952.86**	**46922.2**		**4225.622**

المصدر: Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 137,188,205,288).

4. تقدير التكلفة في مصر:

يعتمد هذا النظام بصوة رئيسية على بالات القش منخفضة التكلفة و المتوفرة بكثرة في مصر، الاعتماد على الخشب في صناعة اطارات الألواح. لكن هذه الألواح لم يتم تصنيعها في مصر أو إدخالها إلى السوق المصرية، مما يجعل عملية تقدير التكلفة غير دقيقة. لكن يمكن تقدير تكلفة هذه التكسية لمنشأ بمساحة 100 متر مربع تبعا لتكلفة الإنشاء ببالات القش كمادة مالئة بسبب الاعتماد على الخشب في صناعة اطارات الألواح، و بالتالي، فتبلغ التكلفة المبدئية للخامات في لإنشاء مسطح بمساحة 100 متر مربع حوالي 45000 جنيه بأسعار عام 2009.[2]

5. المتانة و احتياجات الصيانة:

تعتمد متانة التكسية بألواح بالات القش مسبقة الصنع على مدى التحكم من الهواء Air Tightness و على مقاومة العوامل الخارجية. بالنسبة للتحكم في تسرب الهواء من و إلى الداخل، فذلك يعني ضمان ثبات الضغط الداخلي و ضمان التحكم تنسب الرطوبة و نسبة التمدد و الانكماش على واجهتي التكسيات و يكون الحل الامثل هو استخدام البياض الجيري Lime Plasterلما يميزه من قدرة مرتفعة على التحكم في تسرب الهواء و الذي يقوم في نفس الوقت بتهوية البالات للتخلص من الرطوبة الداخلية [3]، و ذلك بنسبة 0.86 تغيرا في الهواء تحت ضغط 50 باسكال [4] و هو ضغط

[1] الطاقة الكامنة هي الطاقة المستهلكة عبر دورة حياة المنتج .Cradle to Grave

[2] Garas, G, Allam, M and Eldessuky, R, 'STRAW BALE CONSTRUCTION AS AN ECONOMIC ENVIRONMENTAL BUILDING ALTERNATIVE- A CASE STUDY', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 4 (2009), 54-59.

[3] المرجع السابق.

[4] EACI, 'Modecell Technical Guide', in *Modecell Prefab. Straw Bale* <www.modcell.com> [accessed 17 July 2015]

منخفض و غير محسوس. أما بالنسبة لمقاومة العوامل الجوية، فهي تتوقف على مدى جودة طبقات البياض سواء كانت من البياض الجيري أو الشبك المعدني الممدد و البياض الاسمنتي.[1]

6. مرونة التصميم و التغيير:

اما بالنسبة لمرونة التصميم و التشكيل، فهو يعتمد على طريقة التركيب سواء بالاعتماد على اطار انشائي أو بنظام الحوائط الحاملة.أسلوب تصنيع الالواح و المعتمد على الاطار الخشبي المنفصل للألواح يجعلها مرنة بالقدر الكافي لنقلها و تغييرها و تحريكها بسبب اعتمادها على المفاصل و المجاري السفلية و ذلك وفقا لأي احتياجات متجددة او امتدادات مستقبلية للفراغ.

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ

1. سهولة التدريب و سلامة التنفيذ:

أثبت كريس ماجود عند نجاحه في التكسية بألواح البالات مسبقة الصنع باستخدام التصنيع اليدوي الكامل للالواح سهولة التدريب لعمل هذه الالواح واستخدامها في الموقع عند الاشراف على اسلوب التركيب في الموقع لضمان احكام الهواء، و ذلك وفقا لما تم تناوله من خطوات تصنيع الألواح على يد متطوعين بخبرة متوسطة و بأمان تام.[2]

2. التكامل الجمالي مع التصميم المعماري و العمراني المحيط:

لا يختلف الشكل النهائي عند البناء و التكسية بهذه الألواح كثيرا عن شكل البناء بالطوب السائد و ذلك بسبب استقامة عناصره سواء كحوائط أو أسقف، و لذلك فهو لا يشكل شخصية معمارية غريبة أو دخيلة على الطراز المعماري أو العمراني القائم في الريف، لكنه لن يكون ملائما جدا عند استخدامه في واحات الظهير الصحراوي بسبب عدم التشابه مع أنماط البناء السائدة المعتمدة على الحجر بصفة عامة.

ت.تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية

1. جودة البيئة الداخلية و السلامة:

أ. الأداء الحراري :

يختلف الاداء الحراري حسب اختلاف الخامات المستخدمة في التكسية و أسماك هذه الخامات بالاضافة الى نوعية طبقات الحماية، و لذلك فإن ألواح البالات القش مسبقة الصنع يتم تصنيعها بمختلف الأسماك حسب الاداء الحراري و الانشائي المرغوب بهما ، كما أن الكسوات الخارجية يتم اختيارها تبعا للشكل المرغوب به و الأداء الحراري المطلوب، حيث تتنوع من البياض الجيري إلى الاسمنتي إلى كسوات الاخشاب الصلبة.[3] و يقدر معامل التوصيل الحراري بحوالي 0.115 واط لكل متر مربع كيلفن و ذلك عند استخدام البياض الجيري توفيرا للاعتماد على الشبك المعدني الممدد المطلوب عند البياض بالبياض الأسمنتي.[4]

[1] McLaren, Fiona, 'Alternative, More Sustainable, Wall Construction Techniques than Brick and Block, for New Housing in England and Wales.' (PhD, Loughborough University, Faculty of Architecture, 2013), p. 78.
[2] Magwood, Chris, Mack, Peter and Therrien, Tena, *More Straw Bale Buildings* (Gabriola Island, Canada: New Society Publishers, 2006), pp. 75-81.
[3] المرجع السابق
[4] EACI, 'Modecell Technical Guide', in *Modecell Prefab. Straw Bale* <www.modcell.com> [accessed 17 July 2015]

جدول 3- 10 الأداء الحراري لألواح القش مسبقة الصنع

ألواح بالات القش مسبقة الصنع	السمك (سم)	الموصلية الحرارية (واط /متر كيلفن)	المقاومة الحرارية (متر مربع كيلفن/واط)
الحائط			
بياض جيري	0.035	0.8	0.04375
بالات القش	0.4	0.05	8
اطار خشبي ثانوي	0.075	0.13	0.576923077
بياض جيري	0.035	0.8	0.04375
الاجمالي	0.435	-	8.664423077
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		**0.115414493 واط متر مربع لكل كيلفن**	
السقف			
اطار خشبي ثانوي	0.075	0.13	0.576923077
بالات القش	0.5	0.05	10
ألواح OSB	0.015	0.15	0.1
الاجمالي	0.435	-	10.74358974
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		0.093659942 واط متر مربع لكل كيلفن	

المصدر: [EACI, 'Modecell Technical Guide', in *Modecell Prefab. Straw Bale* <www.modcell.com> [accessed 17 July 2015] و Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300.

ب. الأداء الصوتي:

يختلف الاداء الصوتي حسب اختلاف الخامات المستخدمة في التكسية و أسماك هذه الخامات بالاضافة الى نوعية طبقات الحماية، و لذلك فإن ألواح البالات القش مسبقة الصنع يتم تصنيعها بمختلف الأسماك حسب الاداء الحراري و الانشائي المرغوب بهما ، كما أن الكسوات الخارجية يتم اختيارها تبعا للشكل المرغوب به و الأداء الحراري المطلوب، حيث تتنوع من البياض الجيري إلى الاسمنتي إلى كسوات الاخشاب الصلبة. و بالتدقيق في قيم العزل الصوتي، فإن هذا النظام يوفر معامل امتصاص 0.45 عند 300 هرتز[1]

ت. مقاومة الحريق:

إن تغطية البالات بالمحارة الاسمنتية او الجيرية تمنع التعرض المباشر للهواء و بالتالي تخفض من مستويات الاكسجين داخل الحائط و بالتالي يرفع من مقاومة الحريق لتكون مقاومة للاشتعال لمدة 120 دقيقة عند التعرض للهب المباشر.[2]

[1] *Modcell Straw Technology: Technical Guide*, www.modcell.com edn (London,UK: Executive, European Commisson Agency for Competitiveness and Innovation (EACI), 2015).

[2] EACI, 'Modecell Technical Guide', in *Modecell Prefab. Straw Bale* <www.modcell.com> [accessed 17 July 2015]

2. الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة :

جدول 3-11 الآثار البيئية لدورة الحياة للتكسية بألواح بالات القش مسبقة الصنع لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [1]

التكسية بألواح القش مسبقة الصنع	الحجم (المتر المكعب)	الكثافة (كيلوجرام لكل متر مكعب)	الوزن (Kg)	الطاقة الكامنة (MJ/Kg)	الطاقة الكامنة (MJ)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2/ Kg)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2)	فرصة غارات الاحتباس الحراري (Kg CO2/Kg)	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg CO2)
بالات القش ثنائية التحزيم 1*1*0.5م	71	120	8520	0.24	2044.8	0.00087	7.4124	-1.25	-10650
ألواح الـOSB	2.06	500	1030	15	15450	0.127	130.81	29.7	30591
بياض جيري	13.5	1150	15525	1.11	17232.75	0.000351	5.449275	0.16	2484
2*4 اطار خشبي - عزيزي	7.5044	650	4877	2.5	12194.65	0.00889	43.36417	1.333	6502.187
الإجمالي					**46922.2**		**187.035**		**28927.187**

المصدر:الباحث بالاعتماد على Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering* Vogtländer, J.G., *Life Cycle Assessment of of Accoya Wood* و *and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 5). Gank, S. and MASSIJAYA, M.S., و *and Its Applications* (Delft, Netherlands: Delft Univeristy of Technology, 2010) (p. 14). *LIFE CYCLE ASSESSMENT FOR ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION OF TROPICAL PLYWOOD PRODUCTION IN MALAYSIA AND INDONESIA* (MALAYSIA: INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION, 2014) (p. 24).

3. الآثار البيئية الناتجة عن المراحل المختلفة لدورة الحياة:

أ. استخراج المواد و التأثير على الموقع :

تعتبرالمادة الاساسية في هذا الاسلوب من التكسية و هي بالات القش متوفرة بصورة طبيعية في انجلترا منشأ الفكرة، كما ان الاخشاب المستخدمة كإطار منفصل لعمل الالواح يجب ان تكون متوفرة ايضا في الموقع، و ذلك لأن تصنيع الاطار يعتمد على استخدام الاخشاب بكثافة و بجودة انشائية مرتفعة. و لا يعتبر استخراج الموارد ضارا للبيئة الا عند الاعتماد الكثيف على استخراج الجير بكثافة سواء عند الاعتماد على البياض الاسمنتي او الجيري.[2]

ب. التصنيع:

يعتبر تصنيع الواح بالات القش مسبقة الصنع منخفض في الاعتماد على الطاقة بصفة عامة بسبب انخفاض عمليات التحضير و المعالجة قبل التصنيع، و ذلك بسبب الاعتماد المباشر على بالات القش و الاخشاب دون المرور بمراحل كثيفة في التحضير و التجهيز. هذا الانخفاض في معدلات التصنيع – الذي يتضح عند ملاحظة انخفاض قيمة الطاقة الكامنة للتكسية- جعل التصنيع اليدوي ممكنا كما قامت جمعية كريس ماجوود بتصنيع هذه الالواح يدويا و تجهيزها للبناء بدون اعتماد على التصنيع الاوتوماتيكي.[3] و بالتالي فإنه ينحصر الاحتياج الى التصنيع عند تصنيع الشبك المعدني الممدد و الاسمنت عند البياض بالمونة الاسمنتية، بالاضافة إلى الاعتماد على التصنيع عند تصنيع البياض الجيري، و ينتج عنهم انبعاثات ضارة من عوادم المصانع بالاضافة الى عوادم و انبعاثات الاعتماد على الوقود الاحفوري.

ت. النقل :

[1] لا تتوفر بيانات هذا النظام في برنامج Athena Impact Estimator بسبب حداثة نظام ألواح القش مسبقة الصنع في أوروبا و أمريكا الشمالية.

[2] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 68).

[3] Magwood, Chris, Mack, Peter and Therrien, Tena, *More Straw Bale Buildings* (Gabriola Island, Canada: New Society Publishers, 2006), pp. 75-81.

بالقياس على ان المبنى الواحد في المتوسط يستخدم 8000-12000 كيلو جرام من ألواح بالات القش مسبقة الصنع، فإن الطاقة المستهلكة في النقل تتراواح بين 1.35 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشحانات ال15 طن، و 0.9 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات ال35 طن، و 0.36 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بالحاويات المائية من بلد المنشأ عند الاعتماد على الاخشاب المستوردة.[1]

ث. المخلفات:

تعتبر المخلفات في أسلوب التكسية بألواح بالات القش مسبقة الصنع هي بقايا قطع الاخشاب المستخدمة في الاطار المنفصل و هي مواد قابلة لإعادة الاستخدام، مع بقايا بالات القش الناتجة بعد الرص في الاطار المنفصل. بالاضافة الى بقايا الشبك المعدني الممدد و هو قابل للتدوير.

ج. قابلية اعادة الاستخدام:

بسبب خفة النظام الانشائي و اعتماده على المفصلات الخشبية الذاتية بين الالواح و الاطار الانشائي، فإنه يمكن بعد نهاية الحياة المفيدة للمبنى اعادة استخدام الاخشاب بصورة مباشرة في عمل مظلات خفيفة أو المفروشات الخشبية أو في منشآت ذات نظام انشائي خشبي جديدة، و ذلك لأن الخشب يكون محميا بالتكسية من العوامل الخارجية التي قد تضعف من كفاءته مع الزمن.[2] بالاضافة الى ذلك يمكن اعادة استخدام الالواح في منشآت أخرى او تفكيك الالواح و كشط البياض ليتم استخدام البالات في الواح القش المضغوطة.

3-3 البناء باستخدام البوص عالميا

ينتشر البوص بصورة واسعة حول العالم، بأطوال متنوعة، من الطويل جدا في العراق و ايران، إلى القصيرجدا في اوروبا.و بسبب مناعته الذاتية ضد الرطوبة و الحرارة، فقد تنوعت مدارس الاستخدام عالميا كما يلي:

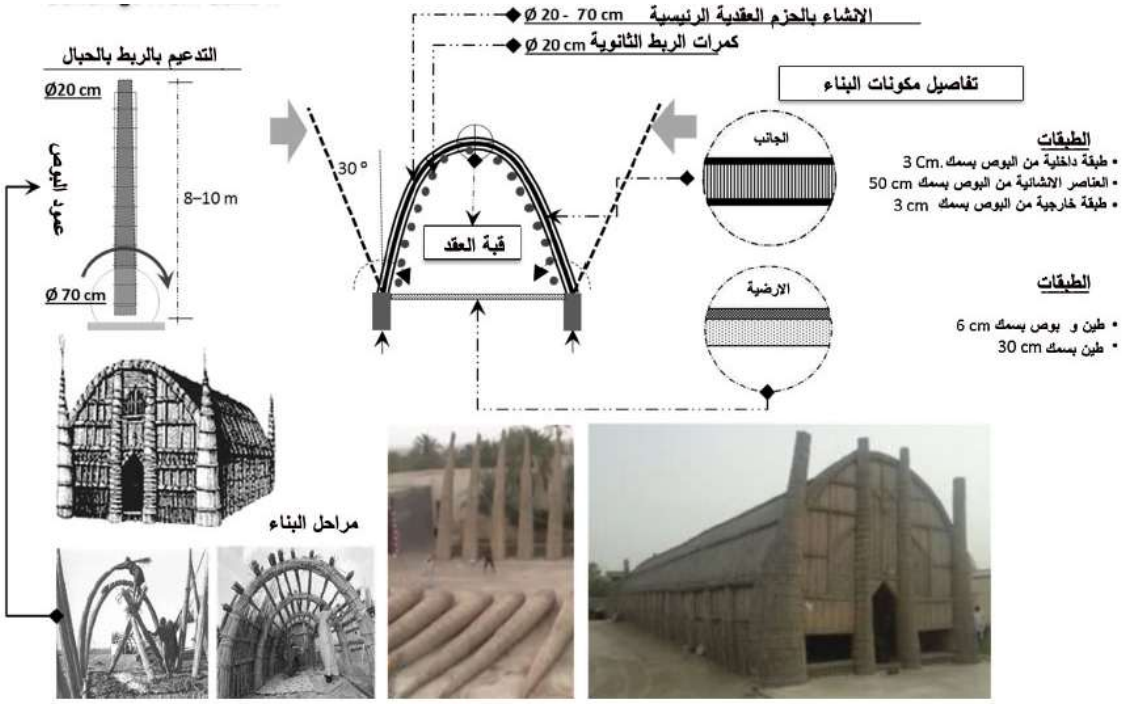
3-3-1 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من البوص
الحزم العقدية بالبوص Reeds Arched Bundles

يعتبر المضيف أحد أهم ملامح البناء بالبوص في مناطق المستنقعات في العراق و تحديدا بالأهوار. و هو مبنى اجتماعي يقيمه أهالي القرى بالجهود الذاتية بهدف اجراء اللقاءات و المناسبات. يعتمد الأسلوب الإنشائي في المضيف على فكرة العقود المتتابعة المصنوعة من حزم البوص و التي تشكل العناصر الانشائية الرئيسية في التصميم، ثم يتم تصميم تغطيات من البوص على العقود، بالاضافة الى تشكيلات شبيهة بالحصير من البوص كحوائط. و على عكس الأقبية المصنوعة من الطوب و الطين، فإن المضيف يتمتع بامكانية عمل فتحات واسعة تسمح بإدخال كميات كافية من الإضاءة الطبيعية و التهوية، كما يسمح النظام الإنشائي المرن بالتوسع و النقل من مكان لآخر، حيث يبلغ عمر المبنى في المتوسط حوالي 15 عاما[3].

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 68).

[2] Magwood, Chris,مرجع سابق , (p.74).

[3] هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.255-256)



شكل 3- 31 تفاصيل المضيف الانشائية

المصدر: Almssad, Asaad and Almusaed, Amjad, 'Building materials in eco-energy houses from Iraq and Iran', *Case Studies in Construction Materials*, 2 (2015), 42-54 (p. 10).

و يتحدد عرض المضيف حسب طول البوص المستخدم في عمل الحزم، حيث جرت العادة في العراق على بناء المضيف بحيث يكون ببحر ١٤ متر و ارتفاع ٤ متر، و ذلك لأن البوص ينمو حتى طول حوالي ٨ متر في مستنقعات الأهوار، و هذا يوفر تراكب ٢ متر بين البوص عند تشكيل الحزم العقدية، و هو ما يوفر متانة و استطالة للبحر الناتج[1].

أ. تفاصيل الإنشاء[2]

[1] Sayigh, Ali, *Sustainability, Energy and Architecture:Case Studies in Realizing Green Buildings*, 2nd edn (Massacustes, US: Elsevier Publishers, 2014) (pp. 8-10).

[2] Almssad, Asaad and Almusaed, Amjad, 'Building materials in eco-energy houses from Iraq and Iran', *Case Studies in Construction Materials*, 2 (2015), 42-54 (p. 9).

شكل 3- 32 تحزيم البوص قبل البداية في الانشاء بوضع البوص القديم في المنتصف و ضعف السمك من البوص الحديث المرن
المصدر: Mandilawi, Asma, 'EFFECT OF DAYLIGHT APPLICATION ON THE THERMAL PERFORMA: IRAQI TRADITIONAL VERNACULA RESEDENTIAL BUILDINGS' (MSc, THE UNIVERSITY OF ARIZONA, COLLEGE OF ARCHITECTURE AND LANDSCAPE ARCHITECTURE, 2012), p. 112.

شكل 3- 33 عمل الحفر في التربة الرطبة و غرس العقود بميل 70 درجة للخارج
المصدر: Mandilawi, Asma, 'EFFECT OF DAYLIGHT APPLICATION ON THE THERMAL PERFORMA: IRAQI TRADITIONAL VERNACULA RESEDENTIAL BUILDINGS' (MSc, THE UNIVERSITY OF ARIZONA, COLLEGE OF ARCHITECTURE AND LANDSCAPE ARCHITECTURE, 2012), p. 113.

شكل 3- 34 طي الحزم لتشكيل العقود
المصدر: Mandilawi, Asma, 'EFFECT OF DAYLIGHT APPLICATION ON THE THERMAL PERFORMA: IRAQI TRADITIONAL VERNACULA RESEDENTIAL BUILDINGS' (MSc, THE UNIVERSITY OF ARIZONA, COLLEGE OF ARCHITECTURE AND LANDSCAPE ARCHITECTURE, 2012), p. 114.

شكل 3- 35 ربط بوص التغطية بالعقود بالحبال
المصدر: Thomas Lane, 'Rebuilding Iraq: Mott MacDonald's Marsh Arab school', in *Buidling.co.uk* <http://www.building.co.uk/rebuilding-iraq-mott-macdonalds-marsh-arab-school/5015248.article> [accessed 29 February 2016]

شكل 3- 36 تثبيت الشبيكة الجانبية على جانبي القبو
المصدر: Sayigh, Ali, *Sustainability, Energy and Architecture:Case Studies in Realizing Green Buildings*, 2nd edn (Massacustes, US: Elsevier Publishers, 2014) (p. 10).

شكل 3- 37 تثبيت الحصر المصنوع من البوص على السطح للحماية من الحرارة
المصدر: Mandilawi, Asma, 'EFFECT OF DAYLIGHT APPLICATION ON THE THERMAL PERFORMA: IRAQI TRADITIONAL VERNACULA RESEDENTIAL BUILDINGS' (MSc, THE UNIVERSITY OF ARIZONA, COLLEGE OF ARCHITECTURE AND LANDSCAPE ARCHITECTURE, 2012), p. 117.

تكون خطوات العمل في بناء المضيف شبيهة بخطوات العمل في الشبيكة من ناحية تجهيز الموقع:

1- يتم تحضير البوص لتجميعه في حزم شبيهة بالسدد في مصر، لكنها تكون حزم كثيفة حسب طول البحر و بقطر يتراوح بين ٣٠-٧٠ سم، مكونة من أعواد البوص بقطر ٣ سم. يتم تحزيم هذه الحزم بأحبال من أوراق البوص أو البردي على مسافات ٢ متر، ثم تجهيزها للاستخدام في البناء (شكل 3-32).
2- حيث يتم ترطيب الارض ثم عمل حفر متباعدة لغرس الحزم العقدية على مسافات ٢ متر(شكل 3-33).
3- يتم بناء العقود بأن يتم غرس الحزم في الحفر، ثم باستخدام السلالم، يصعد العاملون لرفع العقود حيث يتم في نفس الوقت غرسها في الحفر المقابلة على عمق ٣٠ سم (شكل 3-34).
4- بعد الانتهاء من غرس العقود، يتم ربطها ببعضها بواسطة سدد متصلة من البوص، بهدف التغطية و تكوين سقف القبو في نفس الوقت (شكل3-35). هذه السدد المتتابعة على شكل طبقات بسمك ١٠ سم تشكل عازل حراري طبيعي، بينما لا يتم اتخاذ أي إجراءات احترازية ضد الأمطار بسبب ندرتها الشديدة في منطقة الأهوار.

أما على جانبي القبو، فإنه يتم عمل منسوجات من البوص قريبة الشبه من الشبيكة المصرية (شكل 3-36)، حيث تعمل على كسر أشعة الشمس المباشرة، و في بعض الأحيان يتم وضع حصير من البوص خلفها كعازل حراري طبيعي (شكل3-37).

ب. تفاصيل الحماية

و كما هو الحال في مصر، فإن البوص المستخدم هو البوص الذي ينمو في الملاحات بالأهوار، و الذي لا يحتاج إلى معالجات خاصة ضد الحرارة و المناخ و الشمس و الرطوبة، حيث أنه ينمو في المناطق الحارة الرطبة بطبعه و التي تكسبه مقاومة ذاتية ضد هذه العوامل[1].

2-3-3 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند الانشاء بالحزم العقدية بالبوص

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة

1. الموارد المادية و البشرية:

أ. المواد الاساسية [2]:

1- أعواد البوص الريحي المجفف بالشمس بقطر ٣ سم و بطول موحد و منتظم لا يقل عن ٥ متر.
2- حبال من أوراق البوص لربط الحزم و التسقيف.
3- قوائم خشبية مؤقتة لرفع العقود.
4- طبقات من الحصير الكثيف للتغطية السقفية و الجانبية من الداخل و الخارج للحماية من الإشعاع الشمسي بسمك 3سم.

ب. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ:

يعتمد هذا الأسلوب على عمال بخبرة مرتفعة في مجال تحزيم البوص و انشاء العقود، حيث يستلزم عملية رفع العقود ما لا يقل عن ٥ عمال لتجهيز و تركيب و رفع العقد الواحد. كما يستلزم عمل التسقيف بخبرة لتفادي تسرب أشعة الشمس و ربطها جيدا بالعقود. أما الحصائر الجانبية فهي يتم صنعها بمهارة السيدات العراقيات و اللاتي يمتلكن الخبرة في غزل البوص لعمل أشكال جمالية و أوعية تخزين و سلال[3].

2. الوقت المستهلك في التنفيذ:

أما بالنسبة للوقت، فحسب التجربة الامريكية في بناء المضيف، فإنه لم يستلزم بناء المضيف ككل أكثر من أسبوعين بواسطة 15 عاملا مبتدئا[4]، أما في حالة تمرس العمال و تجهيز الحزم، فإن فك و تركيب و نقل المضيف في حد ذاته لا يستهلك أكثر من يوم.[5]

3. الطاقة الكامنة المبدئية:

[1] هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992), pp. 255-56.

[2] Sayigh, Ali, *Sustainability, Energy and Architecture:Case Studies in Realizing Green Buildings*, 2nd edn (Massacustes, US: Elsevier Publishers, 2014) (pp. 8-10).

[3] Thomas Lane, 'Rebuilding Iraq: Mott MacDonald's Marsh Arab school', in *Buidling.co.uk* <http://www.building.co.uk/rebuilding-iraq-mott-macdonalds-marsh-arab-school/5015248.article> [accessed 29 February 2016]

[4] Eric Russell and Brindt Smith, 'Mudhif houses capture spirit of Iraqi culture', in *The Official Homepage of the United States Army* <http://www.army.mil/article/37269/Mudhif_houses_capture_spirit_of_Iraqi_culture/> [accessed 5 November 2015]

[5] Mandilawi, Asma, 'EFFECT OF DAYLIGHT APPLICATION ON THE THERMAL PERFORMA: IRAQI TRADITIONAL VERNACULA RESEDENTIAL BUILDINGS' (MSc, THE UNIVERSITY OF ARIZONA, COLLEGE OF ARCHITECTURE AND LANDSCAPE ARCHITECTURE, 2012), p. 150.

جدول 3-12 الطاقة الكامنة للانشاء بنظام الحزم العقدية بالبوص لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2[1]

الانشاء بالحزم العقدية في المضيف العراقي	الطاقة الكامنة بالمادة (ميجا جول لكل كيلوجرام)	كثافة المادة (كيلوجرام /متر مكعب)	حجم المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (متر مكعب)	وزن المادة في منشأ متوسط بحجم 100 متر مربع (كيلوجرام)	الطاقة الكامنة (ميجا جول)	الكربون المخزن في المادة (كجم ثاني أكسيد كربون لكل كيلوجرام)	الكربون المخزن في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام ثاني أكسيد كربون)
حزم عقدية بقطاع 55 سم	0.24	120	78.6	9432	2263.68	0.01	94.32
الإجمالي				9432	2263.68		94.32

المصدر: الباحث بالاعتماد على Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 228).

4. تقدير التكلفة في مصر:

لا تتوفر معلومات واضحة عن تكلفة العمالة اللازمة لعمل المضيف نتيجة لتوقف البناء به لفترة طويلة قبل عودته على يد الجيش الامريكي. أما بالنسبة لتكلفة المادة، يبلغ سعر سدة البوص حوالي 25 جنيه شاملا سعر الربط و النقل.[2] ، و إذا كان حجم السدة حوالي 0.36 متر مكعب (بطول 4 متر و عرض 3 متر و سمك 0.03 م)، فيمكن تقدير تكلفة الخامة بأنها حوالي 4000 جنيه لإنشاء مسطح بمساحة 100 متر مربع.[3]

5. المتانة و احتياجات الصيانة:

يتسم نظام الانشاء بالحزم العقدية في بناء المضيف بشعبية كبيرة و تراث تقني متراكم تاريخيا و تتوارثه الاجيال، و ذلك **بسبب توفيره لبحور عريضة لا تقل عن 13 متر حسب طول البوص المتوفر**، بالاضافة إلى مقاومة المنشأ الطبيعية ضد الرطوبة المرتفعة و الحرارة الشديدة بالصيف عند العزل بالحصر أو بالقش، والرياح الشديدة بالشتاء و هذا بسبب متانة المنشأ و مقاومته المرتفعة للصدم و الانحناء.

و تكون مقاومة المضيف للرطوبة و الحرارة و الامطار ضعيفة في اول سنة، حتى يتم سد الفراعات بالاتربة و الجزيئات العالقة في الهواء، هذا الانسداد هو الذي يجعل التسقيف في افضل حالاته في منع الامطار و الرياح، إلا أنه يسلتزم الصيانة بسبب تعرض السطح للتقصف او التعفن. يتم تغيير السطح للمرة الاولى بقلب الحصر ثم بعد ذلك في الصيانات المتتابعة يتم تغيير الحصر كليا، هذا الصيانة المتتابعة يمكن ان تمد عمر المنشأ إلى 25 سنة او أكثر. [4]

6. مرونة التصميم و التغيير:

بما إن المنشأ بالكامل معتمد على الربط بالحبال، فهو قابل للامتداد طوليا فقط، لكنه يمكن فكه و نقله و اعادة استخدامه بالكامل.[5]

[1] الطاقة الكامنة هي الطاقة المستهلكة عبر دورة حياة المنتج .Cradle to Grave الكربون المخزن يعبر عن الاعتماد على الطاقة الاحفورية Fossil Fuelفي مراحل استخراج المواد الخام أو التصنيع أو النقل للموقع.

[2] Kobbing, J., Thevs, N. and S., Zerbe, 'The utilisation of reed (Phragmites australis): a review', *Mires and Beat Vol 13*, 2014, 1-14.

[3] هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة' (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.223-224)

[4] Sayigh, Ali, *Sustainability, Energy and Architecture:Case Studies in Realizing Green Buildings*, 2nd edn (Massacustes, US: Elsevier Publishers, 2014) (p. 9).

[5] Mandilawi, Asma, 'EFFECT OF DAYLIGHT APPLICATION ON THE THERMAL PERFORMA: IRAQI TRADITIONAL VERNACULA RESEDENTIAL BUILDINGS' (MSc, THE UNIVERSITY OF ARIZONA, COLLEGE OF ARCHITECTURE AND LANDSCAPE ARCHITECTURE, 2012), p. 147.

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ

1. سهولة التدريب و سلامة التنفيذ:

اعتمد بناء المضيف على تراث تقني قديم في التعامل و الانشاء بالبوص يشترك فيه كل أطياف المجتمع لعمل أماكن تجمع عامة فيما يشكل صورة مثالية للتنمية المحلية المعتمدة على المشاركة المجتمعية، حتى توقف ذلك البناء بأمر من الحكومة العراقية في سبعينات القرن العشرين حيث تم تهجير جميع سكان المستنقعات في الاهوار. نتيجة لذلك، لم يتم استرجاع هذا التراث و اعادة استخدامه في البناء مجددا إلا مؤخرا على يد الجيش الامريكي في العراق الذي انبهر بمتانة و قوة هذه المنشآت الرخيصة و حرص على تعلم كيفية البناء بها، و ذلك بدراسة المنشآت القائمة و استخدام مهارات المجتمع المتوارثة في صنع حزم البوص و الحصر ليتم تعليمهم و تدريبهم على هذه الطريقة الانشائية الآمنة من جديد (كما يظهر في شكلي 3-38، 3-39).[1] و هذا يدل على ارتفاع فرصة التعليم و التدريب خاصة إذا كان المجتمع الهدف يتمتع بتراث من التعامل مع البوص.[2]

شكل 3- 38 دمج نظام الجزم العقدية مع الحوائط الطينية تحت اشراف الجيش الامريكي
المصدر: Eric Russell and Brindt Smith, 'Mudhif houses capture spirit of Iraqi culture', in *The Official Homepage of the United States Army* <http://www.army.mil/article/37269/Mudhif_houses_capture_spirit_of_Iraqi_culture/> [accessed 5 November 2015]

شكل 3- 39 استخدام المنشأ كمقر تجمعات لقيادة الجيش الامريكي و القبائل في الاهوار
المصدر: Eric Russell and Brindt Smith, 'Mudhif houses capture spirit of Iraqi culture', in *The Official Homepage of the United States Army* <http://www.army.mil/article/37269/Mudhif_houses_capture_spirit_of_Iraqi_culture/> [accessed 5 November 2015]

2. التكامل الجمالي مع التصميم المعماري و العمراني المحيط:

لا يستخدم فكر الاقبية بصورة واسعة في الريف أو الظهير الصحراوي، لكنه يتواجد في مناطق كثيرة مثل الأقبية الطينية في النوبة (كما يظهر في شكل 3-41) و في طرز البناء المستخدمة في تسقيف أروقة الكنائس التراثية مثل الكنيسة المعلقة باسلوب الاقبية البرميلية الخشبية (كما يظهر في شكل 3-40) ، لذلك فإن الشكل العام للقبو يمكن أن يتصف بتكامل متوسط مع الطرز العمرانية و المعمارية المحيطة كسوق أو مبنى اجتماعي رئيسي.

[1] Eric Russell and Brindt Smith, 'Mudhif houses capture spirit of Iraqi culture', in *The Official Homepage of the United States Army* <http://www.army.mil/article/37269/Mudhif_houses_capture_spirit_of_Iraqi_culture/> [accessed 5 November 2015]

[2] Mandilawi, Asma, 'EFFECT OF DAYLIGHT APPLICATION ON THE THERMAL PERFORMA: IRAQI TRADITIONAL VERNACULA RESEDENTIAL BUILDINGS' (MSc, THE UNIVERSITY OF ARIZONA, COLLEGE OF ARCHITECTURE AND LANDSCAPE ARCHITECTURE, 2012), p. 152.

شكل 3- 40 الاقبية الخشبية في الكنيسة المعلقة

المصدر: Eric Saltzman, 'The Hanging Church', in *Egypt Travel Gateway* <> [accessed 6 November 2015]

شكل 3- 41 الأقبية النوبية من الطوب في النوبة

المصدر: Minke, Gernot, *Building with Earth : Design and Technology of a Sustainable Architecture*, English Version edn (Berlin, Germany: Brikhauser, 2011), II (p. 128).

ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية

1. جودة البيئة الداخلية و السلامة:

أ. الأداء الحراري:

لا يتم استخدام لياسة لتغطية المبنى في المضيف، لكن يتم الاعتماد على طبقات من الحصير بسمك 3سم داخليا و خارجيا مما يزيد من سمك الحائط و السقف إلى 55- 56 سم عند وجود الحزم العقدية المتعاقبة، و التي عندها ينخفض معامل التوصيل الحراري لحوالي 0.116 واط لكل متر مربع. لكن يجدر الإشارة إلى ضرورة الاحتياج لطبقات اضافية من الحصير فيم بين الحزم لمنع تشكل جسور حرارية Thermal Bridges [1].

جدول 3- 13 الأداء الحراري للحزم العقدية بالبوص

الحزم العقدية بالبوص	السمك (سم)	الموصلية الحرارية (واط /متر كيلفن)	المقاومة الحرارية (متر مربع كيلفن/واط)
حصير من البوص	0.03	0.065	0.461538462
حزم عقدية من البوص	0.5	0.065	7.692307692
حصير من البوص	0.03	0.065	0.461538462
الاجمالي	0.435	-	8.615384615
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		0.116071429	واط متر مربع لكل كيلفن
الأداء الحراري بالمسافات بين الحزم العقدية			
حصير من البوص	0.06	0.065	0.923076923
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		1.083333333	واط متر مربع لكل كيلفن

المصدر: الباحث بالاعتماد على Almssad, Asaad and Almusaed, Amjad, 'Building materials in eco-energy houses from Iraq and Iran', *Case Studies in Construction Materials*, 2 (2015), 42-54. و Stenman, Helga, *Reed Conctruction in Baltic Sea Region* (Estonia: European Regional Development Fund, 2012) (p. 90).

ب. الأداء الصوتي:

[1] Miljan, Jaan, 'Determination of Thermal Conductivity of Reed in Estonian University of Life Sciences', in *Central Baltic Integration Program*, ed. by Anne Hemmi (Estonia, Finland: European Regional Development Fund, 2013), 5TH, 25-27 (p. 29).

يبلغ معامل امتصاص للصوت للبوص 0.5 في الترددات الأعلى من 300 هيرتز مما يتسق مع حقيقية استخدام البوص حديثا كبديل العوازل الصوتية المعتادة، لكن هذا المنشأ لا يتسم بأداء صوتي عازل بسبب انخفاض سمك عناصر الحصائر الجانبية.[1]

ت. مقاومة الحريق:

بسبب عدم تغطية البوص بلياسة طينية، تقدر مقاومة الحريق لتصل الى نصف ساعة فقط عند التعرض الى الاحتراق حسب نسبة جفاف البوص.[2]

2. الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة:

جدول 3-14 الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة للإنشاء بالحزم لاعقدية بالبوص لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [3]

الانشاء بالحزم العقدية في المضيف العراقي	الحجم (المتر المكعب)	الكثافة (كيلوجرام لكل متر مكعب)	الوزن (Kg)	الطاقة الكامنة (MJ/Kg)	الطاقة الكامنة (MJ)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2/ (Kg	تكوين الأمطار الحمضية (Kg (SO2	فرصة غازات الاحتباس الحراري Kg) (CO2/Kg	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg CO2)
البوص	78.6	120	9432	0.24	2263.68	0.00087	8.20584	-1.25	-11790

المصدر: الباحث بالاعتماد على Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering* و Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 5). *Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 228).

3. الآثار البيئية الناتجة عن المراحل المختلفة لدورة الحياة:

أ. استخراج المواد و التأثير على الموقع:

يتم استخدام هذا النظام الانشائي عند توفر البوص الريحي بالاطوال المناسبة لعمل هذا المنشأ، حيث أنه بصفة عامة يشكل البوص عبئا على التربة و بالتالي فهذا يعرضه للحصاد باستمرار بسبب سرعة تجدده و نموه، و هذا يضمن تواجد البوص باستمرار كمادة بناء . و بسبب اعتماد النظام الانشائي على استخدام البوص بالكامل، فإنه يستلزم أن يكون الموقع غنيا بالبوص حتى لا يتسبب البناء بهذا الاسلوب في تهديد كميات البوص في البيئة مما يضر بالاتزان الايكولوجي.[4]

ب. التصنيع:

يعتمد الانشاء بأسلوب الحزم العقدية بالكامل على التصنيع اليدوي، سواء تجهيز الحزم في الموقع او تصنيع الجوانب بنظام المشربيات خارج الموقع، لذا فإنه لا توجد آثار سلبية جراء مرحلة التصنيع.

ت. النقل :

[1] Asdrubali, Francesco, D'Alessandro, Francesco and Schiavoni, , Samuele, 'A review of unconventional sustainable building insulation materials', *Sustainable Materials and Technologies*, 4 (2015), 1-17 (p. 12).

[2] هلال، أحمد عبدالنبي, 'العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة' (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992 .p. 184),

[3] لا تتوفر بيانات هذا النظام في برنامج Athena Impact Estimator بسبب عدم استخدام هذا النظام أو ما يشبهه في أوروبا أو أمريكا الشمالية.

[4] هلال، أحمد عبدالنبي, مرجع سابق، (.ص.256)

بالقياس على ان المبنى الواحد في المتوسط يستخدم 8000-15000 كيلوجرام من البوص، فإن الطاقة المستهلكة في النقل تتراواح بين 1.35 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشحانات ال15 طن، و 0.9 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات ال35 طن.[1]

ث. المخلفات:

تعتبر المخلفات الناتجة عن أسلوب الانشاء بنظام الحزم العقدية هي بقايا غير مستخدمة من البوص بعد تقطيع الاطوال المطلوبة، و هي يتم اعادة استخدامها مباشرة عند تصنيع تكسيات الجوانب.

ج. قابلية اعادة الاستخدام:

تكون الاجزاء الاكثر تضررا في المنشأ عبر دورة حياته هي الحصر المستخدمة في التسقيف و التي تكون هي حائط السد الاول لمنع تسرب الرياح و الامطار و الحرارة إلى داخل المنشأ. تلك الحصائر عندما يتم ازالتها و تغييرها للصيانة لا يمكن اعادة استخدامها دون الخضوع إلى التصنيع لتحويلها إلى عازل حراري. أما بالنسبة للنظام الانشائي في حد ذاته، فإنه جرت العادة في العراق على فك و نقل الحزم ثم استخدامها لإنشاء مضيف جديد عند الحاجة، حيث يتم إعادة بناء المضيف كله في يوم واحد.[2]

3-3-3 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من البوص

حوائط البوص العرضي المطلي بالطين Clay Plastered Horizontal Reed Walls

ينتشر أسلوب التكسيات بالبوص و الطين في المنشآت الخشبية في أماكن كثيرة حول العالم، و بالتحديد في المكسيك و دول أمريكا الجنوبية حيث يتوفر البوص، مما أدى إلى توافر تراث تقني طويل الامد لهذا الاسلوب من التكسية في هذه المجتمعات. الآن توجد محاولات جادة لاستعادة التكسيات بهذا الاسلوب بدلا من استخدام الطوب في المنشآت العامة كأساس للتنمية المحلية. أبرز هذه المحاولات (و التي تظهر في شكل 3-42) هي تكسية و تشطيب مبنى عام و مسكن من البوص في المكسيك بمساحة 100 متر مربع، بمساعدة 100 متطوع في أربع أيام فقط، بهدف تعليمي و تحفيزي للمشاركة المجتمعية و بتكلفة منخفضة باستخدام المواد المحلية كإنقاذ للتراث التقني المتوارث في هذا المجتمع. اعتمد المبنى على نظام انشائي اساسي من الخرسانة و نظام ثانوي من الاطارات الخشبية، يتم الملء فيم بينها بالبوص العرضي المطلي بالطين المعجون بالقش. يلاحظ استخدام فكر الواجهة المزدوجة للمبنى، حيث يتم استخدام واجهة داخلية رفيعة من البوص العرضي المطلي بالطين المعجون بالقش و واجهة خارجية من البوص المكشوف .[3]

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 227).

[2] Mandilawi, Asma, 'EFFECT OF DAYLIGHT APPLICATION ON THE THERMAL PERFORMA: IRAQI TRADITIONAL VERNACULA RESEDENTIAL BUILDINGS' (MSc, THE UNIVERSITY OF ARIZONA, COLLEGE OF ARCHITECTURE AND LANDSCAPE ARCHITECTURE, 2012), p. 150.

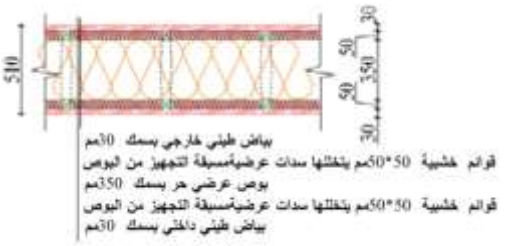
[3] Pedro Bravo, 'In 4 Days, 100 Volunteers Used Mud and Reeds To Build This Community Center in Mexico', in *Archdialy* <http://www.archdaily.com/628163/in-4-days-100-volunteers-used-mud-and-reeds-to-build-this-community-center-in-mexico> [accessed 12 October 2015]

شكل 3- 42 مبنى اجتماعات و اسكان تابع للمركز المكسيكي للتنمية المحلية
المصدر: Pedro Bravo, 'In 4 Days, 100 Volunteers Used Mud and Reeds To Build This Community Center in Mexico', in *Archdialy* <http://www.archdaily.com/628163/in-4-days-100-volunteers-used-mud-and-reeds-to-build-this-community-center-in-mexico> [accessed 12 October 2015]

شكل 3- 43تكسية البوص العرضي بالطين المعجون بالقش بمبنى الاجتماعات
المصدر: Pedro Bravo, 'In 4 Days, 100 Volunteers Used Mud and Reeds To Build This Community Center in Mexico', in *Archdialy* <http://www.archdaily.com/628163/in-4-days-100-volunteers-used-mud-and-reeds-to-build-this-community-center-in-mexico> [accessed 12 October 2015]

شكل 3- 44 الواجهة المزدووجة و واجهة البوص المكشوف بمبنى الاجتماعات
المصدر: Pedro Bravo, 'In 4 Days, 100 Volunteers Used Mud and Reeds To Build This Community Center in Mexico', in *Archdialy* <http://www.archdaily.com/628163/in-4-days-100-volunteers-used-mud-and-reeds-to-build-this-community-center-in-mexico> [accessed 12 October 2015]

لكن تراثيا، تعتمد التكسية بالبوص على اطار انشائي قائم من الخشب يتم الملء بين قوائمه باستخدام البوص العرضي ثم يتم تغطيته من الداخل و الخارج بسدد مسبقة الصنع من البوص - أي مجموعة من البوص المنتظم المجمع بواسطة الخيط و هو شبيه بفكر سدد البوص و الجريد في مصر. هذه السدد يتم تغطيتها باللياسة الطينية و يظهر ذلك في شكل 3-45 [1] أما السطح فهو مكون من طبقات متراكبة من البوص على جمالون خشبي في أسلوب إنشائي متوارث في أمريكا الجانوبية و وسط أفريقيا هو Thatching. [2]



شكل 3- 45 طبقات حائط البوص العرضي المطلي بالطين
المصدر: Miljan, Matix, Miljan, Martti and Miljan, Jaan, 'Construction of Test House with Reed Insulated Enclosures, Materials and Time Used during the Construction', in *GUIDEBOOK OF REED BUSINESS* (Finland: European Regional Development Fund, 2013), pp. 30-36 (p. 2).

شكل 3- 46 الحوائط المشكلة بالبوص العرضي قبل التغطية بالطين و التسقيف بنظم الـThatch
المصدر: Miljan, Matix, Miljan, Martti and Miljan, Jaan, 'Construction of Test House with Reed Insulated Enclosures, Materials and Time Used during the Construction', in *GUIDEBOOK OF REED BUSINESS* (Finland: European Regional Development Fund, 2013), pp. 30-36 (p. 3).

أ. تفاصيل الإنشاء[3]

1- يتم البدء بعمل الاطار الثانوي الخشبي اللازم لتركيب حائط البوص و المكون من قوائم بقطاع 50*50 مم و ذلك وفقا للطرق التقليدية في بناء الاطار الخشبي و لا يتم تثبيته في الاطار الانشائي الاساسي إلا عند الانتهاء من تركيب سدد البوص.
2- يتم تجهيز سدد البوص بقطع و تشذيب أطوال البوص و تجهيزها للتركيب بعد قياسها على القوائم الخشبية و يظهر ذلك في شكلي 3-47 و 3-48.

[1] Miljan, M. and others, 'Thermal transmittance of reed-insulated walls in a purpose-built test house', *Mires and Peat*, 13 (2013), 1-12 (pp. 1-2).
[2] Lautkankare, Rauli, 'The Fire Test of Thatched Roofs', in *Guide Book of Reed Bussiness: Central Baltic Integration Program*, ed. by Anne Hemmi (Estonia, Finland: European Regional Development Fund, 2013), pp. 32-37 (p. 2).
[3] Miljan, M. and others, المرجع السابق.

3- يتم تثبيت القوائم الخشبية و السدد بالإطار الإنشائي الرئيسي، ثم يتم الملء داخل الحوائط ببوص عرضي حر مضغوط قدر الإمكان. هذا القش العرضي يتم تحزيمه برباط بلاستيكي بالقوائم الاطار الخاص بالبوص بالاطار الانشائي بالربط بالبلاستيك كما يظهر في شكل 3-49.

شكل 3- 47 ربط سدد البوص مع القوائم الخشبية
المصدر: Miljan, M. and others, 'Thermal transmittance of reed-insulated walls in a purpose-built test house', *Mires and Peat*, 13 (2013), 1-12 (p. 5).

شكل 3- 48 تشذيب أطراف البوص حسب عرض الاطار
المصدر: Miljan, M. and others, 'Thermal transmittance of reed-insulated walls in a purpose-built test house', *Mires and Peat*, 13 (2013), 1-12 (p. 5).

شكل 3- 49 وسيلة الربط بالبلاستيك بين الاطار الخشبي و البوص العرضي الحر
المصدر: Miljan, Matix, Miljan, Martti and Miljan, Jaan, 'Construction of Test House with Reed Insulated Enclosures, Materials and Time Used during the Construction', in *GUIDEBOOK OF REED BUSINESS* (Finland: European Regional Development Fund, 2013), pp. 30-36 (p. 5).

4- بعد الانتهاء من عمل تكسية الحوائط و تكسيتها بالبياض الطيني، يتم تجهيز قوائم جوانب سقف الجمالون الخشبي، ثم يتم تثبيت لوح خلفي من الأبلكاش بسمك 12مم، ثم يتم تركيب طبقات من البوص القصير طوليا بأطوال حوالي 60-80 سم و ذلك على هيئة طبقات متراكبة على الجمالون الخشبي حتى يتم الوصل لسمك منتظم 250مم كما يظهر في شكلي 3-50 و 3-51.[1]

شكل 3- 50 تركيب السقف بنظام الـThatch
المصدر: Lautkankare, Rauli, 'The Fire Test of Thatched Roofs', in *Guide Book of Reed Bussiness: Central Baltic Integration Program*, ed. by Anne Hemmi (Estonia, Finland: European Regional Development Fund, 2013), pp. 32-37 (p. 1).

شكل 3- 51 تشذيب بقايا البوص بعد انتهاء تركيب طبقات البوص المتراكبة
المصدر: Lautkankare, Rauli, 'The Fire Test of Thatched Roofs', in *Guide Book of Reed Bussiness: Central Baltic Integration Program*, ed. by Anne Hemmi (Estonia, Finland: European Regional Development Fund, 2013), pp. 32-37 (p. 2).

ب. تفاصيل الحماية

يتميز البوص بمقاومة طبيعية ضد الرطوبة و الإشعاع الشمسي المباشر، لكن يتم الاعتماد على اللياسة الطينية لتحسين الاداء الحراري و مقاومة الحريق، و ذلك لارتفاع درجات الحرارة في بلاد منشأ هذه التقنية و هي دول أمريكا الجنوبية، بينما يستخدم البوص المكشوف لأغراض جمالية و معمارية كواجهة خارجية إذا لزم الأمر كما في حالة المبنى

[1] Lautkankare, Rauli, 'The Fire Test of Thatched Roofs', in *Guide Book of Reed Bussiness: Central Baltic Integration Program*, ed. by Anne Hemmi (Estonia, Finland: European Regional Development Fund, 2013), pp. 32-37 (p. 2).

الاجتماعي بالمكسيك . أما السطح، فإن عمل التسقيف بأسلوب الـ Thatch و ذلك بالاعتماد على لوح خلفي من الأبلكاش يمنع الأكسجين عن الجزء الداخلي للتسقيف مما يمنحه أفضلية عن نفس نوع التسقيف لكن المعتمد على وضع عوازل حرارية اضافية في المناطق الباردة.[1] كما ان الاعتماد على طبقات متراكبة من البوص بسمك يتراوح بين 20 سم – 30 سم يرفع من كفاءة العزل الحراري و الحماية من الأمطار. [2]

4-3-3 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند التكسية بحوائط البوص العرضي المطلي بالطين

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة

1. **الموارد المادية و البشرية:**

أ. المواد الاساسية [3]:

1- أعواد البوص المجفف بالشمس بقطر ٣ سم و بطول موحد حسب عرض اللوح بسمك 350مم مع فراغ بيني للقوائم الثانوية (و يكون البوص بسمك 250مم في حالة الاستخدام في السطح).
2- اطارات خشبية لجمع البوص (و يتحدد سمكها حسب النظام الانشائي الذي سيتم تثبيت البوص بها) , و يتخللها سدد من البوص بسمك 5 سم.
3- طبقات الحماية للحوائط: لياسة طينية داخلية و خارجية بسمك 3 سم .
4- طبقات الحماية للسطح[4] : هي ألواح من الأبلكاش بسمك 12مم تركب أسفل الـThatch و ترتكز على عوارض الجمالون الخشبي.

ب. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ:

تستلزم اعمال التكسية بهذا الاسلوب مهارة النجارة لتجهيز الاطارات، ثم تجهيز و تحضير البوص بأطوال متساوية حسب عرض اللوح، ثم تركب البوص و تغطيته باللياسة الطينية.[5]

2. **الوقت المستهلك في التنفيذ:**

لعمل تكسية لمنشأ متوسط بمساحة 100 م^2 يستلزم حوالي 20 عاملا و ذلك بمعدل 7.7 ساعة لكل 1م^2.[6][7]، مما يعني حوالي 3 أسابيع و ذلك طبقا لتجربة تكسية مبنى الاجتماعات التابع للمركز المكسيكي للتنمية المحلية.[8]

3. **الطاقة الكامنة المبدئية:**

---

[1] Lautkankare, Rauli, 'The Fire Test of Thatched Roofs', in *Guide Book of Reed Bussiness: Central Baltic Integration Program*, ed. by Anne Hemmi (Estonia, Finland: European Regional Development Fund, 2013), pp. 32-37 (pp. 3-5).

[2] Miljan, Matix, Miljan, Martti and Miljan, Jaan, 'Construction of Test House with Reed Insulated Enclosures, Materials and Time Used during the Construction', in *GUIDEBOOK OF REED BUSINESS* (Finland: European Regional Development Fund, 2013), pp. 30-36 (p. 2).

[3] Miljan, Marrti-Jaan and Miljan, Jaan, 'Thermal Transmittance of Wall Fragments Insulated with Reed', in *Central Baltic Integrated Programe*, ed. by Anne Hammi (Estonia, Finland: European Regional Development Fund, 2013), pp. 29-32 (p. 1).

[4] Lautkankare, Rauli, المرجع السابق, (p. 2).

[5] Miljan, M. and others, 'Thermal transmittance of reed-insulated walls in a purpose-built test house', *Mires and Peat*, 13 (2013), 1-12 (pp. 4-5).

[6] Miljan, Matix, Miljan, Martti and Miljan, Jaan, 'Construction of Test House with Reed Insulated Enclosures, Materials and Time Used during the Construction', in *GUIDEBOOK OF REED BUSINESS* (Finland: European Regional Development Fund, 2013), pp. 30-36 (p. 6).

[7] Pedro Bravo, 'In 4 Days, 100 Volunteers Used Mud and Reeds To Build This Community Center in Mexico', in *Archdialy* <http://www.archdaily.com/628163/in-4-days-100-volunteers-used-mud-and-reeds-to-build-this-community-center-in-mexico> [accessed 12 October 2015]

[8] المرجع السابق

جدول 3-15 الطاقة الكامنة للتكسية بالبوص العرضي المغطى بالطين لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2.[1]

التكسية بألواح البوص العرضي للحوائط و تسقيف من الـThatch	الطاقة الكامنة (ميجا جول لكل كيلوجرام)	كثافة المادة (كيلوجرام /متر مكعب)	حجم المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (متر مكعب)	وزن المادة في منشأ متوسط بحجم 100 متر مربع (كيلوجرام)	الطاقة الكامنة (ميجا جول)	الكربون المخزن في المادة (كجم ثاني أكسيد كربون لكل كيلوجرام)	الكربون المخزن في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام ثاني أكسيد كربون)
بوص	0.24	120	55.35	6642	1594.08	0.01	66.42
بياض طيني	0.083	1089	22.5	24502.5	2033.70	0.0052	127.413
اطارات خشبية في منتصف الحائط- عزيزي	2.5	650	0.897	583.05	1457.625	0.2	116.61
إجمالي الحائط				31727.55	5085.41		310.443
تكوين السقف							
بوص التغطية Thatch	0.24	120	31.5	3780	907.2	0.01	37.8
خشب الابلكاش للتجليد	500	15	1.5	22.5	11250	0.45	10.125
إجمالي السقف				3802.5	12157.2		47.925
الإجمالي					**17242.61**		**358.368**

المصدر: الباحث بالاعتماد على Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (pp. 69, 228, 188).

4. تقدير التكلفة في مصر:

تعتمد هذه التكسية بصورة رئيسية على البوص الذي ينمو تلقائيا و الذي يتم استخدامه مباشرة في عملية البناء. يبلغ سعر السدة البوص حوالي 25 جنيه شاملا سعر الربط و النقل.[2] و تبلغ تكلفة التسقيف بأسلوب Thatch حوالي 32-80 يورو للمتر المربع في النمسا- حيث توجد خبرة واسعة في التعامل مع البوص المحلي مرتفع الجودة، مما يعني 90000 جنيه لتسقيف منشأ بمساحة 100 متر مربع، بسبب ارتفاع تكلفة و تعقيد التسقيف بأسلوب الـThatch، في حين أن الحوائط في حد ذاتها لا تزيد تكلفتها عن حوالي 10000 جنيه تقريبا بأسعار عام 2014.[3]

5. المتانة و احتياجات الصيانة:

تستخدم حوائط البوص العرضي المكسية بالطين لأغراض التكسية الخفيفة للأكواخ الخارجية البسيطة و ذلك بسبب الاعتماد على البوص العرضي المستقيم، و لتعويض عيب هذا البوص المستقيم القصير في انخفاض مقاومته للصدم، فإنه يتم زيادة سمك طبقة البوص في الحوائط. أما بالنسبة لمقاومة العوامل المناخية، فإن الاعتماد على اللياسة الطينية تجعل استخدام هذه الحوائط غير مجديا في المناطق مرتفعة الرطوبة والأمطار، لذلك فهي خيار منتشر في الاستخدام في المناطق الصحراوية في المكسيك. أما التسقيف بأسلوب الـ Thatch فهو متعارف تاريخيا حيث تزداد مقاومته للعوامل الخارجية و الأمطار كلما زاد سمك طبقة البوص فيه عن 20سم. [4]

[1] الطاقة الكامنة هي الطاقة المستهلكة عبر دورة حياة المنتج Cradle to Grave. الكربون المخزن يعبر عن الاعتماد على الطاقة الاحفورية Fossil Fuelفي مراحل استخراج المواد الخام أو التصنيع أو النقل للموقع.

[2] Kobbing, J., Thevs, N. and S., Zerbe, 'The utilisation of reed (Phragmites australis): a review', *Mires and Beat Vol 13*, 2014, 1-14.

[3] المرجع السابق.

[4] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 226).

6. مرونة التصميم و التغيير:

أما بالنسبة لمرونة التصميم، فإنه يتسم التكسية بحوائط البوص العرضي بإمكانية الفك و النقل عند الرغبة بتغيير التصميم أو الامتداد و ذلك لأن الحوائط غير حاملة للوزن و معتمدة بالكامل على اطار انشائي رئيسي.[1]

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ

1. سهولة التدريب و سلامة التنفيذ:

تتطلب حوائط البوص العرضي مهارة التعامل مع البوص و تشذيبه و ربطه بالاطار الخشبي الذي يستلزم أيضا توفر مهارة النجارة. نتيجة لذلك، ترتفع إمكانية التدريب خاصة إذا كان يتمتع المجتمع الهدف بتراث تقني من التعامل بالبوص سواء في البناء أو في المصنوعات اليدوية، و هذا التراث التقني هو الذي حفز على نجاح مبنى المركز المكسيكي للتنمية المحلية و الذي تم عمل تكسيته بالكامل بواسطة متطوعين من شباب القرية. [2] و بالتالي فإنه تتوفر امكانية عالية للتدريب في المجتمعات المصرية التي تتعامل مع البوص و ذلك لعدم تعقيد نظام التكسية و لأمانه المرتفع في التنفيذ.

2. التكامل الجمالي مع التصميم المعماري و العمراني المحيط:

لا يختلف الشكل النهائي عند اكتمال بياض التكسية (شكل 3-52) عن شكل التكسية بسدد البوص المغطاة بالجبس التي لا يزال يتم البناء بها حول بحيرات المنزلة و إدكو و البردويل و التي تم تناولها في الفصل الثاني. و لذلك فهو يتلاءم مع الطراز المعماري أو العمراني القائم في النماطق التي يتوافر فيها البوص الريحي في الشمال و عند السواحل المصرية فيم عدا شكل الجمالون في السقف المنفذ بأسلوب الـThatch، و الذي يشكل شخصية معمارية غريبة أو دخيلة على الطراز المعماري القائم في الريف أو في الظهير الصحراوي، و إن كان يستخدم في المنشآت السياحية الحديثة على سواحل البحر الأحمر (شكل 3-53).

شكل 3- 52 حوائط من البوص العرضي بعد البياض و Thatchللسقف في مبنى في فنلندا

المصدر: -M Miljan and others, 'Thermal transmittance of reed insulated walls in a purpose-built test house', Mires and Peat, 13 (2013), 1-12.

شكل 3- 53 برجولات من قوائم خشب الموسكي المغطاة بالبوص الطويل

المصدر: كتالوج شركة بانجالو Bungalow Wood Structures

ت.تقدير الآثار البيئية وجودة البيئة الداخلية

1. جودة البيئة الداخلية و السلامة:

أ. الأداء الحراري:

يتسم البوص بأداء حراري جيد، و هذا يتضح عند التدقيق في نتائج اختبارات حوائط البوص العرضي المكسية بالطين، حيث ينخفض معامل التوصيل الحراري إلى 0.167واط لكل متر مربع كيلفن و هي قيمة متوسطة تؤهلها للاستخدام في

[1] Miljan, Matix, Miljan, Martti and Miljan, Jaan, 'Construction of Test House with Reed Insulated Enclosures, Materials and Time Used during the Construction', in *GUIDEBOOK OF REED BUSINESS* (Finland: European Regional Development Fund, 2013), pp. 30-36 (p. 3).

[2] Pedro Bravo, 'In 4 Days, 100 Volunteers Used Mud and Reeds To Build This Community Center in Mexico', in *Archdialy* <http://www.archdaily.com/628163/in-4-days-100-volunteers-used-mud-and-reeds-to-build-this-community-center-in-mexico> [accessed 12 October 2015]

المناطق الحارة، و هذا الذي جعل هذه الحوائط احدى صور التراث التقني في التعامل مع البوص في المكسيك و المناطق الاستوائية.[1] أما بالنسبة للتسقيف بنظام الـ Thatchفهو يوفر توصيل حراري يقدر بحوالي 0.99 واط لكل متر مربع كيلفن.[2]

جدول 3- 16 الأداء الحراري للبوص العرضي المغطى بالطين

حوائط البوص العرضي المغطى بالطين	السمك (سم)	الموصلية الحرارية (واط /متر كيلفن)	المقاومة الحرارية (متر مربع كيلفن/واط)
الحائط			
بياض طيني	0.03	0.8	0.0375
قوائم خشبية يتخللها سدة بوص	0.05	0.095	0.526315789
البوص العرضي الحر	0.35	0.065	5.384615385
قوائم خشبية يتخللها سدة بوص	0.05	0.095	0.00475
بياض طيني	0.03	0.8	0.0375
الاجمالي	0.435	-	5.990681174
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		0.166925926	**واط متر مربع لكل كيلفن**
السقف			
ألواح من الأبلكاش	0.012	0.15	0.08
طبقات من البوص	0.2	0.065	3.076923077
الاجمالي	0.435	-	3.156923077
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		0.316764133	**واط متر مربع لكل كيلفن**

المصدر: الباحث بالاعتماد على M Miljan and others, 'Thermal transmittance of reed-insulated walls in a purpose-built test house', *Mires and Peat*, 13 (2013), 1-12.

ب. الأداء الصوتي:

يبلغ معامل امتصاص للصوت للبوص 0.5 في الترددات الأعلى من 300 هيرتز مما يتسق مع حقيقة استخدام البوص حديثا كبديل العوازل الصوتية المعتادة.[3]

ت. مقاومة الحريق:

بسبب استخدام اللياسة الطينية فإن البوص ترتفع مقاومة الحريق لديه حتى ساعة و نصف عند التعرض المباشر للهب المباشر.[4] أما بالنسبة للتسقيف بنظام الـ Thatch فهو يتسم بمقاومة منخفضة للحريق بمدة مقاومة لا تتعدي الـ 24 دقيقة

[1] Miljan, Marrti-Jaan and Miljan, Jaan, 'Thermal Transmittance of Wall Fragments Insulated with Reed', in *Central Baltic Integrated Programe*, ed. by Anne Hammi (Estonia, Finland: European Regional Development Fund, 2013), pp. 29-32 (p. 3).

[2] Miljan, Jaan, 'Determination of Thermal Conductivity of Reed in Estonian University of Life Sciences', in *Central Baltic Integration Program*, ed. by Anne Hemmi (Estonia, Finland: European Regional Development Fund, 2013), 5TH, 25-27 (p. 2).

[3] Asdrubali, Francesco, D'Alessandro, Francesco and Schiavoni, , Samuele, 'A review of unconventional sustainable building insulation materials', *Sustainable Materials and Technologies*, 4 (2015), 1-17 (p. 12).

[4] هلال، أحمد عبدالنبي, 'العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة' (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.184).

فقط[1]، مما يجعله مرفوضا طبقا لاشتراطات الكود المصري لحماية المنشآت من الحريق، إلا في حالة استخدامه لتكسية سقف المنشأ على ارتفاع يتجاوز 5 م.[2].

2. الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة:

جدول 3-17 الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة للتكسية بالبوص العرضي المغطى بالطين لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [3]

التكسية بألواح البوص العرضي للحوائط و تسقيف من الـThatch	الحجم (المتر المكعب)	الكثافة (كيلوجرام لكل متر مكعب)	الوزن (Kg)	الطاقة الكامنة (MJ/Kg)	الطاقة الكامنة (MJ)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2/ Kg)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2)	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg CO2/Kg)	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg CO2)
بوص	86.85	120	10422	0.24	2501.28	0.00087	9.06714	-1.25	-13027.5
بياض طيني	22.5	1089	24502.5	0.083	2033.70	0.00011	2.695275	-0.003	-73.5075
اطارات خشبية في منتصف الحائط - عزيزي	0.897	650	583.05	2.5	1457.625	0.00889	5.1833145	1.333	777.20565
خشب الابلكاش للتجليد	1.5	500	750	15	11250	0.127	95.25	29.7	22275
الإجمالي					**17242.61**		**112.1957295**		**9951.19**

المصدر: الباحث بالاعتماد على Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 5). و Gank, S. and MASSIJAYA, M.S., *LIFE CYCLE ASSESSMENT FOR ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION OF TROPICAL PLYWOOD PRODUCTION IN MALAYSIA AND INDONESIA* (MALAYSIA: INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION, 2014) (p. 24). و Vogtländer, J.G., *Life Cycle Assessment of of Accoya Wood and Its Applications* (Delft, Netherlands: Delft Univeristy of Technology, 2010) (p. 15).

3. الآثار البيئية الناتجة عن المراحل المختلفة لدورة الحياة:

أ. استخراج المواد و التأثير على الموقع:

يتم استخدام هذا الاسلوب للتكسية في المناطق التي تتمتع بكميات وفيرة من البوص، لكنه على عكس اسلوب الشبيكة المصري او الحزم العقدية العراقية، يمكنه ان يستخدم البوص البلدي او البوص القصير و منخفض المرونة و ذلك لأنه لا يحتاج الى حمل اي أوزان، كما أن حمايته بلياسة خارجية تغني البوص عن الاحتياج الى المقاومة الذاتية المرتفعة للعوامل الخارجية، و هي المقاومة التي يكون الاحتياج اليها مرتفع عند استخدام البوص دون لياسة حماية خارجية. لذلك فهو لا يتسبب في أي آثار بيئية سلبية، بل يجنب البيئة آثار حرق البوص البلدي الذي يتم التخلص منه باستمرار لزيادة انتاجية محاصيل القصب. أما تصنيع الابلكاش فهو يعتمد على استخدام الاخشاب منخفضة الجودة، و التي لا يكون لها تأثير سلبي إلا عند تهديد المخزون المحدود من الأشجار في الدول الفقيرة في الغابات.

ب. التصنيع:

تعتمد التكسية بأسلوب ألواح البوص العرضي المكسية بالطين على التصنيع اليدوي في أغلب مراحل التكسية، سواء تجهيز الحزم في الموقع أو اللياسة، بينما يتم الاعتماد على التصنيع الآلي عند تصنيع خشب الابلكاش و تجهيز و معالجة الاطارات الخشبية، و بالتالي هذا يعني انبعاث كميات منخفضة من الجزيئات العضوية المتطايرة VOCsمن التصنيع

[1] Lautkankare, Rauli, 'The Fire Test of Thatched Roofs', in *Guide Book of Reed Bussiness: Central Baltic Integration Program*, ed. by Anne Hemmi (Estonia, Finland: European Regional Development Fund, 2013), pp. 32-37 (p. 2).

[2] اللجنة الدائمة لإعداد أسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق ,*الكود المصري لأسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق- الجزء الأول*)القاهرة: المركز القومي لبحوث الإسكان و البناء, 2012.(p. 172) (

[3] لا تتوفر بيانات هذا النظام في برنامج Athena Impact Estimator بسبب عدم استخدام هذا النظام في أمريكا الشمالية.

جراء الاعتماد على اليوريا فورمالدهايد في الاخشاب المصنعة، بالاضافة إلى انبعاثات غازات الصوبة الزجاجية جراء الاعتماد على الوقود الاحفوري .[1]

ت. النقل :

بالقياس على ان المبنى الواحد في المتوسط يستخدم 11حوالي طن من البوص، فإن الطاقة المستهلكة في النقل تتراوح بين 11.3 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشحانات ال15 طن، و 0.84 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات ال35 طن، و 0.36 ميجاجول لكل كيلومترعند النقل بالحاويات المائية من بلد المنشأ عند الاعتماد على الاخشاب المستوردة.[2]

ث. المخلفات:

تعتبر المخلفات الناتجة عن أسلوب التكسية بألواح البوص العرضي المكسية بالطين هي بقايا غير مستخدمة من البوص بعد تقطيع الاطوال المطلوبة، و هي يتم اعادة استخدامها مباشرة عند في الحشو الداخلي للألواح.[3]

ج. قابلية اعادة الاستخدام:

يعتبر هذا النظام من التكسية في حد ذاته هو خير وسيلة لاعادة استخدام بقايا البوص من الاستخدام في الانشاء، و ذلك لأنه يعتمد على طبقة عريضة من الحشو بالبوص قادرة على استيعاب البوص القصير و الذي لا يسمح طوله باستعماله في الانشاء. بالاضافة إلى ذلك فإن الالواح في حد ذاتها قابلة لاعادة الاستخدام و النقل و ذلك لأنها معتمدة على الربط و ليس اللصق. [4]

4-3 البناء باستخدام المنتجات الثانوية لنخيل التمر عالميا

ينتشر النخيل في بقاع كثيرة حول العالم، حيث تتنوع بين نخيل الزيت في جنوب آسيا وبين نخيل جوز الهند في المناطق الاستوائية في أفريقيا و أمريكا الجنوبية و نخيل الدوم في مصر و كينيا، بالاضافة بالطبع إلى نخيل التمر الذي يتواجد في مصر و شبه الجزيرة العربية و صحراء شمال أفريقيا. و قد تم استخدام جذوع النخيل في كافة هذه البقاع، إلا أن جريد النخيل كان هو المفضل في استخدامه في منطقة شبه الجزيرة العربية بسبب نزعة المجتمع البدوي لتبجيل النخيل و التمر للحد الذي يجعلهم يتجنبون قطعه قدر الإمكان، و بالتالي فقد طوروا مهارتهم في التعامل مع الجريد و الاوراق الجافة كما يلي:

3-4-1 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من المنتجات الثانوية لنخيل التمر الحزم العقدية بالجريد Palm Midribs Arched Bundles

و النخيل هو نوع الاشجار الاكثر انتشارا في منطقة الشرق الاوسط بسبب تأقلم النخيل الطبيعي مع المناخ الحار الجاف و البيئة الصحراوية التي تمتد في العالم العربي من المحيط إلى الخليج. لذلك فإنه يتوفر أضخم تنوع من التراث التقني في التعامل بالجريد في الخليج العربي و بالتحديد في دولة الامارات العربية المتحدة، نظرا لقرب المجتمع الاماراتي من

[1] Gank, S. and MASSIJAYA, M.S., *LIFE CYCLE ASSESSMENT FOR ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION OF TROPICAL PLYWOOD PRODUCTION IN MALAYSIA AND INDONESIA* (MALAYSIA: INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION, 2014) (pp. 6-20).

[2] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 227).

[3] Miljan, M. and others, 'Thermal transmittance of reed-insulated walls in a purpose-built test house', *Mires and Peat*, 13 (2013), 1-12 (p. 6).

[4] Pedro Bravo, 'In 4 Days, 100 Volunteers Used Mud and Reeds To Build This Community Center in Mexico', in *Archdialy* <http://www.archdaily.com/628163/in-4-days-100-volunteers-used-mud-and-reeds-to-build-this-community-center-in-mexico> [accessed 12 October 2015]

طرق التجارة الهندية و صيد اللؤلؤ و التي ميزت المجتمع الاماراتي عن أغلب المجتمعات البدوية بتراث تقني من البناء الدائم بدلا من الاعتماد على الخيم المتنقلة. [1]

شكل 3- 54 التظليل باستخدام جريد النخيل تقليديا
المصدر: Ahmed Hamdan, 'Al Qattara Arts Centre', in *Trip Advisor* <http://www.tripadvisor.in/Attraction_Review-g298061-d4266422-Reviews-Al_Qattara_Arts_Centre-Al_Ain_Emirate_of_Abu_Dhabi.html> [accessed 5 November 2015]

شكل 3- 55 سوق الغلال في العين
المصدر: Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]

أ. تفاصيل الإنشاء

بسبب تشابه الطبيعة الفيزيائية للبوص مع الطبيعة الفيزيائية لجريد النخيل[2, 3]، أدى ذلك إلى وجود تشابه كبير بين أساليب التعامل مع البوص و الجريد، حيث يعتمد أسلوب البناء التراثي على البناء بأسلوب شبيه جدا بأسلوب الشبيكة و هو أسلوب الجريد المجدول كتكسية للأكشاك الصغيرة المعتمدة انشائيا على جذوع الأشجار. بالاضافة إلى ذلك، فقد تطور هذا التراث إلى استخدام فكر الحزم العقدية كاقتباس لنفس الفكر العراقي في البناء بالبوص على يد المعمارية الانجليزية Sandra Piesik، الباحثة في مجال التراث التقني الخليجي.[4] يعتمد أسلوب الحزم العقدية على الاستفادة من مقاومة الشد التي يتمتع بها جريد النخيل، حيث أن تحزيم مجموعة من الجريد سويا ترفع من مقاومة الشد و الانحناء للحزمة للدرجة التي تجعلها اذا تشكلت على صورة عقد، قادرة على تحمل الشد بما يكفي لمقاومة الرياح و تحمل وزن تغطية خفيفة. بحيث يكون قطر العقد حوالي 20 سم بوزن حوالي 2 طن من الجريد المجمع باستخدام حبال مصنوعة من ألياف النخيل. [5]

1. نظام القبو المستمر:

من أجل الحصول على بحر 13 متر بارتفاع 4 متر، تم وضع 3 قوائم من جذوع النخيل في 3 نقاط متباعدة على طول العقد الواحد بمسافة حوالي 3.25 متر، حيث أن أكبر مسافة يمكن للحزمة ان تحمل فيها وزن التغطية بدون حدوث انبعاج هي 4 متر . يكون كل عقد قادرا على حمل حوالي 500 كجم. أما بالنسبة للمسافة بين العقود و بعضها، فهي لا تزيد عن 3.5 متر.و يكون الانشاء بالخطوات التالية[6]:

[1] Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (pp. 16-17).
[2] Elmously, Hamed, 'THE INDUSTRIAL USE OF THE DATE PALM RESIDUES AN ELOQUENT EXAMPLE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT', in *PROCEEDINGS 4th International Congress on "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin"* (Cairo, Egypt: Proceedings, 2009), VOL. 1, 204-27 (p. 14).
[3] هلال، أحمد عبدالنبي, "العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة" (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(ص.171-182)
[4] Piesik, Sandra, المرجع السابق, (pp. 168-71).
[5] المرجع السابق.
[6] المرجع السابق.

1- يتم عمل حفر عميقة في التربة في أماكن غرس العقود و الاعمدة البينية بعمق 30 سم، حيث يتم تشكيل العقود بالاعتماد على دعامات خشبية مؤقتة ليتم عمل الشكل العقدي كما يظهر في شكل 3-56.
2- يتم وضع حزم رفيعة متتابعة من الجريد للربط و الوصل بين العقود لحمل التغطية بواسطة حبال الليف كما يظهر في شكلي 3-57 و 3-58.
3- يتم عمل التغطية و هي طبقات سميكة من الحصير و الذي يشكل عازل طبيعي ضد الحرارة و الامطار، و في نفس الوقت يشكل تغطية خفيفة لا تزيد من عبء الاحمال الواقعة على العقود، و ذلك يظهر بوضوح في أشكال 3-59، 3-60، 3-61 و 3-62.[1]

شكل 3- 56 غرس العقود في التربة
المصدر: Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 168).

شكل 3- 57 تركيب دعامات وسطية من الجريد للربط بين العقود
المصدر: Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 168).

شكل 3- 58 تتركيب دعامات وسطية من الجريد للربط بين العقود
المصدر: Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 169).

شكل 3- 59 تثبيت الحصير المصنوع خارج الموقع
المصدر: Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 169).

شكل 3- 60 ربط الحصير بالحزم العقدية
المصدر: Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 171).

شكل 3- 61 الأعمدة البينية.
المصدر: Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 170).

شكل 3- 62 السقف المقاوم للرطوبة
المصدر: Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 170).

2. نظام القبو المتقاطع

يلاحظ من التدقيق في نظام القبو المستمر احتياجه إلى جذوع النخيل على مسافات متقاربة، لذلك فقد تم استخدام نفس النظام المعتمد على الحزم العقدية، لكن على شكل قبو متقاطع Cross Vaultبدلا من القبو المستمر Continous Vault، و ذلك عندما طلب من ساندرا بيسيك عمل وحدة موديولية لسوق الغلال في العين.تم تصميم هذه الوحدة الموديولية ببحر 8م*8م و أن تكون أسهل و أسرع في الانشاء من القبو المستمر دون الاعتماد على جذوع النخيل لتجنب الاضرار بأعداد النخيل. و كانت خطوات العمل كالتالي[2]:

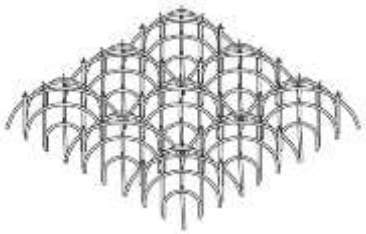
1- رسم الوحدات الموديولية على الموقع لتحديد أماكن غرس أطراف الحزم العقدية.

[1] Ahmed Hamdan, 'Al Qattara Arts Centre', in *Trip Advisor* <http://www.tripadvisor.in/Attraction_Review-g298061-d4266422-Reviews-Al_Qattara_Arts_Centre-Al_Ain_Emirate_of_Abu_Dhabi.html> [accessed 5 November 2015]

[2] Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]

2- يتم غرس الحزم بصورة متوازية باستخدام قوائم خشبية مؤقتة و ذلك لتشكيل العقود كما يظهر في شكل 3-65.
3- يتم غرس أطراف الحزم العقدية على عمق 30 سم بعد ترطيب التربة المحيط بكل نقطة غرس، يتضح ذلك في شكل 3-66.
4- يتم ربط العقود ببعضها باستخدام الحبال المصنوعة من ليف النخيل كما يظهر في شكل 3-67، ثم تثبيت التغطية و هي من قماش من الكتان، و يظهر ذلك في ذلك 3-68.

شكل 3- 63 الوحدة الموديولية
المصدر: Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]



شكل 3- 64 توزيع الحزم العقدية
المصدر: Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]

شكل 3- 65 استخدام القوائم المؤقتة لتشكيل العقود
المصدر: Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]

شكل 3- 66 تثبيت أطراف الحزم العقدية في الارض
المصدر: Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]

شكل 3- 67 ربط الحزم العقدية ببعضها باستخدام الحبال
المصدر: Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]

شكل 3- 68 تركيب التغطية من الكتان
المصدر: Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]

ب. تفاصيل الحماية

تعتمد حماية هذا النظام على تجهيز الجريد في البداية، حيث يتم قطع الركبة- الجزء المنحني في بداية الجريد- و ازالة الأوراق عن الجريد، ثم تشذيب اطراف الجريد لمقاسات ثابتة. ثم يتم نقع الجريد في مياه غير مالحة لليلة كاملة. ثم يتم جمع الجريد المبلل في حزم لتشكيل العقود و لا يتم البناء الفعلي قبل ترك الحزم بعد تشكيلها في الشمس ليومين حتى تصل لمحتوى رطوبي لا يزيد عن 12%.[1]

[1] Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012). (pp.184-187)

3-4-2 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند الإنشاء بالحزم العقدية بالجريد

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة

1. الموارد المادية و البشرية:

أ. المواد الاساسية [1]:

1- حزم من جريد النخيل بأطوال متنوعة حسب أقطار الوحدة الموديولية بقطر 30 سم.
2- حبال من ليف النخيل لربط الحزم ببعضها.
3- قوائم مؤقتة من الأخشاب.
4- التغطية بنسيج مقاوم للرطوبة و العوامل المناخية.

ب. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ:

نتيجة لعدم وجود قياسات سابقة للخواص الميكانكية لجريد النخيل بما يكفي لعمل تحليل انشائي، فقد اعتمدت ساندرا بيسيك و الفريق المعاون لها على تجربة عمل وحدة موديولية من القبو المتقاطع بالحجم الطبيعي، و بمجرد أن انتهت التجربة بنجاح، كانت مهمة التنفيذ بسيطة على العمال لتكرار التجربة و لا تتطلب مهارة أكثر من مهارة جدل الحبال من ليف النخيل و تجميع جريد و سعف النخيل، فإنه يتضح أن المهارات المطلوبة ليست نادرة أو صعبة بسبب سهولة النظام و انخفاض تعقيده.[2]

2. الوقت المستهلك في التنفيذ:

لتصميم كامل مشروع سوق الغلال و الذي يغطي مساحة 600 متر مربع، احتاج النظام الانشائي لمجموعة صغيرة من المهندسين الانشائيين بالاضافة إلى حوالي 25 عاملا لينتهوا من العمل في غضون 3 أسابيع، و بالقياس على هذا المشروع لتنفيذ مشروع بمساحة 100 متر فإنه-تحت نفس الظروف- لن يستغرق بناء المشروع أكثر من أسبوع.[3]

3. الطاقة الكامنة المبدئية:

جدول 3-18 الطاقة الكامنة للحزم العقدية بالجريد لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [4]

القبو المتقاطع من حزم الجريد	الطاقة الكامنة بالمادة (ميجا جول لكل كيلوجرام)	كثافة المادة (كيلوجرام /متر مكعب)	حجم المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (متر مكعب)	وزن المادة في منشأ متوسط بحجم 100 متر مربع (كيلوجرام)	الطاقة الكامنة (ميجا جول)	الكربون المخزن في المادة (كجم ثاني أكسيد كربون لكل كيلوجرام)	الكربون المخزن في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام ثاني أكسيد كربون)
حزم عقدية من الجريد	0.24	1140	8.7	9918	2380.32	0.01	99.18

المصدر: الباحث بالاعتماد على Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 228). و ElMously, Hamed, 'The Palm Fibers for the Reinforcement of Polymer Compoaites: Prospects and Challenges', in *The First Ain Shams Internationak Conference on Environmental Engineering* (Cairo, Egypt: Ain Shams University, 2005), p. 14.

4. تقدير التكلفة في مصر:

[1] Peter Sheehan and others, 'A paradigm of agro-ecosystems of date palm oases understood in the wider context of economic and cultural ecosystems through transfer of knowledge and technology in the desert regions.', in *UNCCD Scienific Conference* (CANCUN, MEXICO: [n.pub.], 2015), 3RD.

[2] المرجع السابق.

[3] المرجع السابق.

[4] الطاقة الكامنة هي الطاقة المستهلكة عبر دورة حياة المنتج Cradle to Grave. الكربون المخزن يعبر عن الاعتماد على الطاقة الاحفورية Fossil Fuelفي مراحل استخراج المواد الخام أو التصنيع أو النقل للموقع.

يعتمد هذا النظام على جريد النخيل الذي يتسم بالوفرة و انخفاض التكلفة.[1] لم تتوفر معلومات واضحة عن تكلفة المواد أو العمالة المساهمة في مشروع مستودع الحبوب في الأبحاث السابقة. أما بالنسبة للخامات،تم استخدام في عمل الوحدة الموديولية حوالي 1100 جريدة[2]، و بما أن سعر الألف جريدة يبلغ حوالي 750-800 جنيه حسب حالة و عمر الجريد،[3] فإن تكلفة الخامة في حد ذاتها حوالي 850 جنيه للوحدة الواحدة، و لإنشاء مسطح بمساحة 100 متر مربع، فإن تكلفة الخامة تقدر بـ1700 جنيه.

5. المتانة و احتياجات الصيانة:

تتسم أوراق و جريد النخيل بمقاومة طبيعية ضد العوامل المناخية بفعل القشرة الخارجية مرتفعة الكثافة، مما يعطي جريد النخيل مناعة طبيعية ضد المناخ الحار و الرطوبة. و يتوقف تدعيم الحماية أو العزل الحراري على نوع التغطية التي سيتم استخدامها، و قد تم استخدام تغطية من النسيج المصنع الخفيف مرتفع المقاومة المناخية. نظريا، لإنه يتوقع لهذا المشروع عمر 10 سنوات قبل أن تزول الحماية الزيتية الطبيعية الموجودة في قشرة الجريد تجاه العوامل المناخية.

6. مرونة التصميم و التغيير:

أما بالنسبة لمرونة التصميم، تم اعتماد فكرة الوحدة الموديولية عن التصميم بأسلوب القبو المتقاطع لتوفير أعلى مرونة و بدون الاعتماد على قوائم جذوع النخل و **ذلك لتغطية بحر 8 متر**. بالاضافة إلى ذلك، تم الحفاظ على أعلى مرونة بسبب الاعتماد على الربط الميكانيكي بالحبال و ليس باستخدام المواد اللاصقة. لكن يعيب هذا النظام أن امتداده لا يتأتى إلا من خلال تكرار الوحدة المويولية و ليس بالتعديل داخل الوحدة الموديولية نفسها، حيث من الصعب أن تزيد مساحتها عن ذلك دون أن يزيد حملها على العمال، بالاضافة إلى أن تواجد أركان في كل وحدة موديولية قد يصعب من جودة التقسيم الداخلي عند الامتداد. [4]

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ

1. سهولة التدريب و سلامة التنفيذ:

اعتمد أسلوب الانشاء بالحزم العقدية على محاكاة فكرة المضيف العراقي في استخدام الجريد لعمل حزم كثيفة لحمل الاوزان بدلا من الاعتماد على قوائم جذوع النخيل، و قد اعتمدت في تصميمها على مجموعة من التجارب بالمقياس الحقيقي حتى تم الوصول للتصميم الامثل القائم. و لم تكن مهمة بيسيك صعبة في تدريب العاملين على البناء بهذا الاسلوب نتيجة لخبرتهم المسبقة في التعامل مع جريد النخيل، فأينما تواجدت هذه الخبرة أصبح هذا التدريب سهلا و آمنا و لا يحتاج الا إلى إشراف انشائي لتنفيذ التجارب حتى يتم الوصول إلى التصميم الأنسب لتغطية الفراغ المطلوب.[5]

2. التكامل الجمالي مع التصميم المعماري و العمراني المحيط:

بسبب طبيعة الشكل الخارجي للعقود المتقاطعة، فإنه يلزم في تغطيتها قماش متين مثل قماش الخيام و هي تغطية مقبولة في التراث البدوي و الخليجي و يمكن أن تكون تغطية مقبولة في الظهير الصحراوي المصري (كما يظهر في شكل 3-69) ، لكن بالنسبة للريف فإنه يمكن توقع أن هذا الأسلوب سيحتاج إلى تعديلات إنشائية و شكلية عند استخدامه في مصر ليتلاءم مع الطراز المعماري القائم في الريف.

---

[1] Elmously, Hamed, 'THE INDUSTRIAL USE OF THE DATE PALM RESIDUES AN ELOQUENT EXAMPLE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT', in *PROCEEDINGS 4th International Congress on "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin"* (Cairo, Egypt: Proceedings, 2009), VOL. 1, 204-27.

[2] Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]

[3] زيارة ميدانية لقرية القايات، مركز العدوة، مغاغة- المنيا في يناير 2016.

[4] Peter Shehan, مرجع سابق.

[5] Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 164).

شكل 3- 69 الاعتماد على جلد الماعز لعمل الخيام و جذوع أشجار الزيتون كقوائم

المصدر: Ibrahim, Nashwa, *Appropriate Building Patterns for Saint Catherine, Egypt* (Cairo , Egypt: Egyptian Earth Construction Association, 2010) (p. 7).

ت.تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية

1. جودة البيئة الداخلية و السلامة:

أ. الأداء الحراري :

بما أنه نظام انشائي خفيف، فهو لا يتسم بأداء حراري مؤثر، حيث يعتمد على نوع التغطية المستخدمة، و في هذه الحالة فقد استخدام قماش من الكتان لتغطية المنشأ بسبب انحنائه في اتجاهين. هذا الكتان يتسم بمعامل موصلية حرارية يساوي 0.039 واط لكل متر كيلفن.[1]

ب. مقاومة الحريق:

إن مقاومة الحريق الخاصة بالجريد منخفضة بحيث تساوي نصف ساعة فقط عند التعرض لشعلة مباشرة[2]، و ذلك بسبب عدم معالجة الجريد قبل الاستخدام في هذا المشروع ، لذلك فإنه يستلزم معالجة الجريد ضد الحريق من أجل رفع مقاومته للحريق لتكون 4/3 ساعة على الأقل حتى يجيزها الكود المصري لحماية المنشآت من الحريق.[3]

2. الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة:

جدول 3-19 الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة للانشاء الحزم العقدية بالجريد في منشأ بمساحة 100 م2.[4]

القبو المتقاطع من حزم الجريد	الحجم (المتر المكعب)	الكثافة (كيلوجرام لكل متر مكعب)	الوزن (Kg)	الطاقة الكامنة (MJ/Kg)	الطاقة الكامنة (MJ)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2/ (Kg	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2)	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg (CO2/Kg	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg (CO2
حزم الجريد	8.7	1140	9918	0.24	2380.32	0.00087	8.62866	-1.25	-12397.5

المصدر:الباحث بالاعتماد على Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 5). و ElMously, Hamed, 'The Palm Fibers for the Reinforcement of Polymer Compoaites: Prospects and Challenges', in *The First Ain Shams Internationak Conference on Environmental Engineering* (Cairo, Egypt: Ain Shams University, 2005), p. 14.

3. الآثار البيئية الناتجة عن المراحل المختلفة لدورة الحياة[1]:

[1] Menet, Jean, 'A COMPARATIVE LIFE CYCLE ASSESSMENT OF EXTERIOR WALLS CONSTRUCTED USING NATURAL INSULATION MATERIALS', *Ingineria Mediului şi Antreprenoriatul Dezvoltării Durabile*, 5 (2012) (p. 5).

[2] Binhussein, Mohammed and Eltonsy, Maher, 'Palm leave and plastic waste wood composite for out-door structures', *Construction and Building Materials*, 47 (2013), 1431-35.

[3] اللجنة الدائمة لإعداد أسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق ,*الكود المصري لأسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق- الجزء الأول*)القاهرة: المركز القومي لبحوث الإسكان و البناء, 2012.(

[4] لاتتوفر بيانات هذا النظام في برنامج Athena Impact Estimatorبسبب عدم استخدام هذا النظام في أمريكا الشمالية أو أوروبا.

أ. استخراج المواد و التأثير على الموقع :

ينتج عن كل شجرة نخيل 20-25 ورقة نخيل جافة –جريدة كاملة بطولها- سنويا[2]، و في البيئة الصحراوية حيث تتوفر كميات وفيرة من النخيل، يكون الاعتماد الكامل على الجريد الكامل بكثافة في الانشاء آمنا على الكميات الوفيرة المتوفرة في البيئة بالاضافة إلى التأثير الايجابي بسبب الوقاية من الاضطرار إلى حرق الجريد للتخلص منه، و هذا يكون أفضل كثيرا من الاعتماد على جذوع النخيل التي تعني الاضطرار إلى قطع الاشجار مما قد يضر بالاتزان الايكولوجي.

ب. التصنيع:

يعتمد الانشاء بأسلوب الحزم العقدية بالكامل على التصنيع اليدوي، سواء تجهيز الحزم في الموقع او تصنيع الحبال من ليف النخيل المستخدمة لربط العقود، لذا فإنه لا توجد آثار سلبية جراء مرحلة التصنيع، ما عدا عند الاعتماد على أساسات من الخرسانة العادية بدلا من الأساسات الطينية.

ت. النقل :

بالقياس على ان المبنى الواحد في المتوسط يستخدم 8-10 طن من الجريد، فإن الطاقة المستهلكة في النقل تتراوح بين 1.1 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات ال15 طن، و 0.45 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات ال35 طن.[3]

ث. المخلفات:

تعتبر المخلفات الناتجة عن أسلوب الانشاء بنظام الحزم العقدية هي بقايا غير مستخدمة من الجريد و الحبال بعد تقطيع الاطوال المطلوبة، و يمكن إعادة استخدامها مباشرة عند تصنيع العقود الصغيرة و في الحشو حول الاساسات.

ج. قابلية اعادة الاستخدام:

يتسم هذا النظام بقابلية مرتفعة لإعادة الاستخدام و ذلك بسبب تكوين الحزم باستخدام تجميع الجريد و تحزيمها و ربطها بالحبال، و من أهم أسباب اختيار هذا النظام هو امكانية فك الحزم و استغلال هذا الجريد في عمل سدد أو حصر للتغطية و هي استخدامات لا تستلزم أن يكون الجريد حديث الحصاد لأنها لا تحتاج إلى مرونة عالية في التصنيع، و ذلك أسوة بالعادة الاماراتية في إعادة استخدام حوائط المنازل بعد هدمها لاستخدامها في عمل الأسوار أو حصر التغطية.[4]

3-4-3 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من المنتجات الثانوية لنخيل التمر الجريد المجدول Woven Palm Midribs

يتنوع فكر استخدام الجريد المجدول لعمل الحوائط و الأسقف حسب موسم استخدام المسكن(كما يظهر في شكل 3-70)، حيث جرت العادة على أن كل رب أسرة يقوم ببناء مسكن صيفي و مسكن شتوي لأسرته، حيث يتم اختيار واجهات و حوائط نفاذة للسماح بمرور الرياح و التهوية في الصيف، مع استخدام واجهات مصمتة و غير نفاذة في الشتاء للوقاية من الصقيع. هذا التنوع في تصميم الواجهات تنبع من الاختلاف الشديد بين درجات الحرارة صيفا و شتاءا في المناخ

---

[1] Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]

[2] زيارة ميدانية لقرية القايات بمحافظة المنيا، يناير 2016.

[3] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 228).

[4] Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (pp. 184-87).

الصحراوي الخليجي، كما تطور الامر الآن إلى استخدام النظامين في واجهات المبنى الواحد نتيجة التغير الشديد بين درجات الحرارة نهارا و ليلا.[1]

شكل 3- 70 أنماط توظيف جريد النخيل في الانشاء المجدول

المصدر: .Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 88)

و يتم تحضير الجريد للاستخدام في الانشاء عن طريق التقليم ثم التجفيف ليومين، ثم النقع في مياه متوسطة الملوحة لمدة 3 أو 4 ايام، ثم بمجرد الجفاف يتم استخدامه في عمل الحوائط و الأسقف المجدولة . هذه الحوائط يتم تثبيتها خارجيا بجذوع أشجار الزيتون أو النخيل عند الأركان بواسطة الحبال المصنوعة من الليف.[2]

أ. تفاصيل الحائط الصيفي بنظام الشبكة الموديولية (يستخدم في الواجهات الشمالية و الجنوبية)

و يتكون الحائط الصيفي من شبكة من الجريد المجدول المتعامد بشبكة موديولية 10سم*10 سم، هذه الشبكة الموديولية الضيقة تمنح الحوائط و السقف متانة عالية تمكنهما من الوقوف وحمل الوزن الذاتي، يتضح هذا الحائط في شكل 3-71.

شكل 3- 71 الحائط الصيفي مرتفع النفاذية

المصدر: .Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 87)

و تكون تفاصيل الانشاء كالتالي[3]:

1- بعد نقع الجريد في مياه متوسطة الملوحة لحمايته مستقبلا من النمل الأبيض، يتم تركه ليجف في الشمس لمدة لا تقل عن 3 ايام.

[1] Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (pp. 184-87).
[2] المرجع السابق.
[3] مرجع سابق, (pp.102-103).

2- باستخدام الحبال المصنوعة من ليف النخيل، يتم عمل الشبكة الموديولية بعد التأكد من تمام جفاف الجريد و تحوله لعناصر صلدة و متينة.
3- يتم عمل حفر في التربة و ترطيبها ثم يتم غرس الحوائط الموديولية بسمك 30 سم في التربة، و من ثم ربط الحوائط بصورة متعامدة بصورة متشابهة مع اسلوب تثبيت حوائط الشبيكة ببعضها.
4- باستخدام جذوع النخيل يتم عمل أعمدة و دعامات الجمالونات و التي يتم تركيب الشبكة الموديولية عليها، و تثبيتها و ربطها بالحوائط بالحبال الليفية.
5- يتم تجهيز الحصير لوضع طبقتين من الحصير أعلى السقف كعزل حراري و كعزل ضد الامطار- النادرة في هذه المنطقة. بالاضافة إلى ذلك، فإنه يمكن وضع الحصير داخليا على الحوائط من أسفل إعمالا بمبدأ اختلاف الضغط، و ذلك للحماية من حرارة الهواء شديدة الارتفاع بالقرب من الارض، مع السماح بنفاذية التهوية من أعلى.

بالنسبة للتسقيف، فإنه يتم استخدام شبكة من الجريد المجدول المتعامد المزدوج، و التي يتم وضع عليها طبقات متعددة من الحصير المصنوع من اوراق النخيل الجافة، و المستورد من إيران و مصر بسبب عدم وجود خبرة صناعة الحصير في الإمارات.[1]

ب. تفاصيل الحائط الشتوي بنظام الجريد المستمر (يستخدم في الواجهات الشرقية و الغربية)

و يتكون الحائط الشتوي من مجموعة من الجريد الكثيف المتتابع و المثبت بواسطة الحبال بعوارض من الجريد على مسافة 15 سم، و ذلك لإكساب الحائط متانة عالية تمكنه من الوقوف وحمل وزنه الذاتي. يتضح هذا في أشكال 3-72، 3-73 و 3-74. [2] و تكون تفاصيل الانشاء كالتالي[3]:

1- بعد نقع الجريد في مياه متوسطة الملوحة لحمايته مستقبلا من النمل الأبيض، يتم تركه ليجف في الشمس لمدة لا تقل عن 3 ايام.
2- يتم عمل حائط الجريد الكامل بطريقة كثيفة و متراصة لكن مع ترك فراغات ضيقة نسبيا- حسب التراث التقني المعروف رغم مشكلة ضعف التحكم في الهواء- لتوفير الاضاءة الطبيعية في الداخل، و ذلك بواسطة استخدام عوارض مستمرة من الجريد بمسافات 15 سم.
3- يتم عمل حفر متجاورة في الارض و ذلك بعمق 30 سم ليتم غرس حائط الجريد الكامل بالاعتماد على الربط مع نظام انشائي بسيط و خفيف من جذوع النخيل أو جذوع أشجار الزيتون.

شكل 3- 72 الحائط بنظام الجريد المستمر
المصدر: Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 131).

شكل 3- 73 شكل الواجهة من الداخل
المصدر: Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 117).

شكل 3- 74 الحائط الشتوي منخفض النفاذية
المصدر: Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 168).

أما بالنسبة للتسقيف، فيتم استخدام الشبكة الموديولية من الجريد، و التي يتم وضع عليها طبقات متعددة من الحصير.أما بالنسبة للفتحات، فيتم تجهيز أجزاء الفتحات في الحائط باستخدام تشكيلات الجريد المنسوج أثناء عمل الحائط، بأشكال

[1] Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (pp. 101-03).
[2] مرجع سابق, (p. 168).
[3] مرجع سابق, (pp. 184-87).

متعددة تعتمد على مهارة عمال التشكيل، حيث يمكن أن تكون الفتحات مستطيلة عبارة عن أماكن فارغة من الجريد أو أن تكون تشكيلات مائلة من الجريد لعمل فتحات على شكل الماسة.[1]

ت. أسلوب الحماية

تتم الحماية باستخدام المعالجات السطحية الجمالية للشكل الخارجي و ذلك من خلال تأثير الصبغات والألوان في الجريد وبصفة عامة يمكن معالجة الجريد باستخدام الورنيشات الشفافة مثل البوليستر المتعدد سواء المشبع أو الغير المشبع مع استخدام الصبغات المائية أو الكيميائية وكذلك يمكن إجراء عمليات الحرق لإضافة بعض الزخارف السطحية أوغيرها ويتم ذلك قبل عمليات التغطية السطحية.[2]

3-4-4 تحليل فرص المشاركة في تحقيق التنمية الذاتية عند استخدام التكسية بالجريد المجدول

أ. تفاصيل الإنشاء و الصناعة

1. الموارد المادية و البشرية:

أ. المواد الاساسية [3]:

1- جريد النخيل الكامل و المجفف.
2- حبال من ليف النخيل لربط الحزم ببعضها.
3- حصير للتغطية.

ب. الموارد البشرية و سهولة التنفيذ:

جرت العادة على أن يقوم رب الاسرة ببناء المنزل لعائلته بمساعدة شباب من القبيلة في نسج الفتحات و ربط الجريد المستخدم في الحوائط بواسطة الحبال الليفية و التي تغزلها السيدات.

2. الوقت المستهلك في التنفيذ:

بالتالي فإنه بالقياس على حالة المسكن العادي بأبعاد 3*5 متر، فإنه يلزم لإنشاء منشأ بمتوسط بمساحة 100 متر مربع مشاركة حوالي 25 فردا و في فترة حوالي أسبوعين.[4]

3. الطاقة الكامنة المبدئية:

جدول 3-20 الطاقة الكامنة للتكسية من الجريد المجدول لمنشأ متوسط بمساحة 100 م2. [5]

التكسية بالجريد المجدول	الطاقة الكامنة بالمادة (ميجا جول لكل كيلوجرام)	كثافة المادة (كيلوجرام /متر مكعب)	حجم المادة في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (متر مكعب)	وزن المادة في منشأ متوسط بحجم 100 متر مربع (كيلوجرام)	الطاقة الكامنة (ميجا جول)	الكربون المخزن في المادة (كجم ثاني أكسيد كربون لكل كيلوجرام)	الكربون المخزن في منشأ متوسط بمساحة 100 متر مربع (كيلوجرام ثاني أكسيد كربون)
الجريد المجدول	0.24	1140	8.8	10032	2407.68	0.01	100.32
حصير من الخوص	0.24	120	4	480	115.2	0.01	4.8
الإجمالي				**10512**	**2522.88**		**105.12**

المصدر: الباحث بالاعتماد على Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 228). و ElMously, Hamed, 'The Palm Fibers for the Reinforcement of Polymer Compoaites: Prospects and Challenges', in *The First Ain Shams Internationak Conference on Environmental Engineering* (Cairo, Egypt: Ain Shams University, 2005), p. 14.

[1] Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 130).,
[2] مرجع سابق , (p.160).
[3] مرجع سابق, (p.168).
[4] Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]
[5] الطاقة الكامنة هي الطاقة المستهلكة عبر دورة حياة المنتج Cradle to Grave. الكربون المخزن يعبر عن الاعتماد على الطاقة الاحفورية Fossil Fuelفي مراحل استخراج المواد الخام أو التصنيع أو النقل للموقع.

4. تقدير التكلفة في مصر:

يعتمد هذا النظام على جريد النخيل الذي ستسم بالوفرة و انخفاض التكلفة.[1] لم تتوفر معلومات واضحة عن تكلفة المواد أو العمالة بسبب اعتمادها في الاصل على صاحب البيت و أسرته. لكن بالنسبة للخامات، فبما أن سعر الألف جريدة يبلغ حوالي 750 جنيه،[2] فإن تكلفة الخامة لإنشاء مسطح بمساحة 100 متر مربع- كتكلفة الخامة فقط- تقدر بـ7500 جنيه.

5. المتانة و احتياجات الصيانة:

تتسم أوراق و جريد النخيل بمقاومة طبيعية ضد العوامل المناخية و ذلك بسبب نمو النخيل في المناخ الصحراوي الجاف و الحار، مما يمنح جريد النخيل مناعة طبيعية ضد المناخ الحار. و يتضح الفهم التراثي لهذه المناعة الذاتية عند ملاحظة عدم استخدام أي معالجات للحرارة او السطوع الشمسي و تغيرات درجة الحرارة، حيث أن المتانة تعتمد على مرحلة التجفيف و النقع في المياه متوسطة الملوحة التي تمنح الجريد القدرة على مقاومة الآفات و النمل الابيض. جودة هذه المرحلة هي السبب الرئيسي التي جعلت مساكن الجريد التراثية تصمد حتى الآن بفترة حياة تزيد عن 50 سنة.[3]

6. مرونة التصميم و التغيير:

أما بالنسبة لمرونة التصميم، فإنه يمكن فك و تعديل و تغيير أي حائط مع قابلية للامتداد بسبب الاعتماد على الربط الميكانيكي بالحبال و ليس باستخدام المواد اللاصقة، و بالتالي فإنه يمكن عمل فتحات او إغلاقها بكل سهولة. [4]

ب. مهارات المجتمع و التنفيذ

1. سهولة التدريب و سلامة التنفيذ:

تعتمد التكسية الجريد المجدول نتيجة تراث تقني تطور عبر التاريخ و لا يزال يستخدم حتى الان في الواحات الصحراوية في الامارات، بالاضافة إلى استخدامه بقوة في المعارض التراثية بهدف تعليم النشء أساليب البناء التراثية. و بما أن هذا النظام يعتمد بصورة اساسية على المهارات اليدوية، فإن التدريب عليه يتوقف على وجود مهارة سابقة للتعامل مع الجريد، سواء على شكل مفروشات و زخارف، أو حصير، أو بناء الأعشاش.. وجود هذه الخبرات السابقة في المجتمع يضمن حدوث مشاركة مجتمعية تشمل مشاركة الشباب و السيدات. فأينما تواجدت هذه الخبرة أصبح هذا التدريب سهلا و آمنا و لا يحتاج الا إلى إشراف انشائي لتصميم التجارب حتى يتم الوصول إلى التصميم الأنسب لتغطية الفراغ المطلوب.[5]

2. التكامل الجمالي مع التصميم المعماري و العمراني المحيط:

يستخدم أسلوب الجريد المجدول في العديد من التطبيقات غير المعمارية في مصر. فإنه يمكن ملاحظة استخدام الجريد و الخوص المجدول في صناعة المفروشات و المظلات و السلال و الأبواب و الشبابيك في الفيوم و الواحات الغربية و عمل الأسوار الصعيد كما تم تناولها في الفصل الأول (و ذلك كما يظهر في شكلي 3-75 و 3-76). ذلك يؤدي إلى جواز توقع ارتفاع ملاءمة شكل الجريد المجدول مع التصميم المعماري و العمراني المحيط في المناطق الريفية و الواحات الغنية بالنخيل.

---

[1] Elmously, Hamed, 'THE INDUSTRIAL USE OF THE DATE PALM RESIDUES AN ELOQUENT EXAMPLE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT', in *International Conference on Date Palms* (Cairo, Egypt: United Arab Emirates University, 2001), II, 866-86.

[2] زيارة ميدانية لقرية القايات، مركز العدوة، مغاغة- المنيا في يناير 2016.

[3] Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (pp. 100-01).

[4] Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]

[5] Piesik, Sandra,مرجع سابق, (p. 168).

شكل 3- 75 سور شبكي من الجريد في المنيا.
المصدر: الجمعية المصرية للتنمية الذاتية للمجتمعات المحلية, ' النخلة: كمصدر للخامات الصناعية و مواد البناء', 2004.

شكل 3- 76 طاولة شبكية من الخوص المجدول في المنيا
المصدر: الجمعية المصرية للتنمية الذاتية للمجتمعات المحلية, ' النخلة: كمصدر للخامات الصناعية و مواد البناء', 2004.

ت. تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية

1. جودة البيئة الداخلية و السلامة:

أ. الأداء الحراري :

تبين من الدراسات السابقة أن درجة الحرارة الداخلية تنخفض في المسكن المبني بالجريد عن درجة الحرارة الخارجية بمتوسط 23 درجة مئوية [1]، هذا الاداء الحراري الجيد يحدث بسبب انخفاض معامل التوصيل الحراري للتكسية 0.576 واط لكل متر مربع كيلفن [2].

جدول 3- 21الأداء الحراري للتكسية بالجريد المجدول

التكسية بالجريد المجدول	السمك (سم)	الموصلية الحرارية (واط /متر كيلفن)	المقاومة الحرارية (متر مربع كيلفن/واط)
تشكيلات من الجريد المجدول	0.09	0.0605	1.487603306
حصير من الخوص	0.015	0.0605	0.247933884
الإجمالي	0.105	-	1.73553719
التوصيل الحراري= مقلوب المقاومة الحرارية		**0.576190476**	**واط متر مربع لكل كيلفن**

المصدر: الباحث بالاعتماد على 'Aljuruf, R.S. and others, 'Determination of The Thermal Conductivity of Date Palm Leaves', *Journal of Thermal Insulation*, 1988, 152-56.

ب. الأداء الصوتي:

لم تتوفر بيانات دقيقة عن جودة الأداء الصوتي داخل المنازل المعتمدة على حوائط الجريد المجدول في الأبحاث السابقة، لكن يمكن توقع انخفاض هذه الجودة بسبب خفة النظام و اعتماده على زيادة الفراغات في تنظيمه الداخلي من أجل زيادة التهوية، مما يشير إلى انخفاض جودة العزل الصوتي للحوائط.

ت. مقاومة الحريق:

أما بالنسبة لمقاومة الحريق فهي منخفضة بحيث تساوي نصف ساعة فقط عند التعرض للهب المباشر[3] مما يجعله مرفوضا تبعا لاشتراطات الكود المصري لحماية المنشآت من الحريق، إلا في حالة استخدامه لتكسية سقف المنشأ على ارتفاع يتجاوز 5 م.[1]

[1] Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (pp. 58-59).
[2] Aljuruf, R.S. and others, 'Determination of The Thermal Conductivity of Date Palm Leaves', *Journal of Thermal Insulation*, 1988, 152-56.
[3] Binhussein, Mohammed and Eltonsy, Maher, 'Palm leave and plastic waste wood composite for out-door structures', *Construction and Building Materials*, 47 (2013), 1431-35.

2. الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة:

جدول 3-22 الآثار البيئية الناتجة عن دورة الحياة للتكسية بالجريد المجدول في منشأ بمساحة 100 م2.[2]

التكسية بالجريد المجدول	الحجم (المتر المكعب)	الكثافة (كيلوجرام لكل متر مكعب)	الوزن (Kg)	الطاقة الكامنة (MJ/Kg)	الطاقة الكامنة (MJ)	تكوين الأمطار الحمضية (Kg (SO2/ Kg	تكوين الأمطار الحمضية (Kg SO2)	فرصة غازات الاحتباس الحراري Kg) (CO2/Kg	فرصة غازات الاحتباس الحراري (Kg (CO2
تشكيلات من الجريد المجدول	8.8	1140	10032	0.24	2407.68	0.00087	8.72784	-1.25	-12540
حصير من الخوص	4	120	480	0.24	115.2	0.00087	0.4176	-1.25	-600
الإجمالي					**2522.88**		**9.14544**		**-13140**

المصدر:الباحث بالاعتماد على Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300 (p. 5). و ElMously, Hamed, 'The Palm Fibers for the Reinforcement of Polymer Compoaites: Prospects and Challenges', in *The First Ain Shams Internationak Conference on Environmental Engineering* (Cairo, Egypt: Ain Shams University, 2005), p. 14.

3. الآثار البيئية الناتجة عن المراحل المختلفة لدورة الحياة[3]:

أ. استخراج المواد و التأثير على الموقع :

ينتج عن كل شجرة نخيل 20-25 جريدة سنويا[4]، و في البيئة الصحراوية حيث تتوفر كميات وفيرة من النخيل، يكون الاعتماد الكامل على الجريد الكامل بكثافة في الانشاء آمنا على الكميات الوفيرة المتوفرة في البيئة بالاضافة إلى التأثير الايجابي بسبب توقف حرق الجريد للتخلص منه، بالاضافة إلى ذلك فإن استخدام الجريد في عمل الحصير أكثر استدامة من الاعتماد على أكياس الاسمدة للعزل ضد الامطار.

ب. التصنيع:

تعتمد التكسية باستخدام الجريد المجدول بالكامل على التصنيع اليدوي، سواء تجهيز الشبكات الموديولية او تصنيع الحبال من ليف النخيل المستخدمة لربط الجريد أو صناعة الحصير، لذا فإنه لا توجد آثار سلبية جراء مرحلة التصنيع.

ت. النقل :

بالقياس على ان المبنى الواحد في المتوسط يستخدم حوالي -11-8 طن من الجريد، فإن الطاقة المستهلكة في النقل تتراوح بين 1.1 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات ال15 طن، و 0.45 ميجاجول لكل كيلومتر عند النقل بشاحنات ال35 طن.

ث. المخلفات:

تعتبر المخلفات الناتجة عن أسلوب التكسية بالجريد المجدول هي بقايا غير مستخدمة من الجريد و الحبال بعد تقطيع الاطوال المطلوبة، و هي يتم اعادة استخدامها مباشرة عند تصنيع الحصير.

ج. قابلية اعادة الاستخدام:

---

[1] اللجنة الدائمة لإعداد أسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق ,*الكود المصري لأسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق- الجزء الأول*)القاهرة: المركز القومي لبحوث الإسكان و البناء, 2012.(172 .p) (

[2] لا تتوفر بيانات هذا النظام في برنامج Athena Impact Estimator بسبب عدم استخدامه في أوروبا أو في أمريكا الشمالية.

[3] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 228).

[4] زيارة ميدانية لقرية القايات بمحافظة المنيا ، يناير 2016.

يعتبر هذا النظام بقابلية مرتفعة لإعادة الاستخدام و ذلك بسبب تكوين الحوائط و الأسقف باستخدام تجميع الجريد و ربطها بالحبال، و من أهم أسباب اختيار هذا النظام هو امكانية فك الحوائط و الاسقف و وضع و فك الحصير و استغلال هذا الجريد في عمل سدد أو حصر للتغطية و هي استخدامات لا تستلزم أن يكون الجريد حديث الحصاد لأنها لا تحتاج إلى مرونة عالية في التصنيع، و ذلك أسوة بالعادة الاماراتية في إعادة استخدام حوائط المنازل بعد هدمها لاستخدامها في عمل الأسوار .[1]

خلاصة الفصل الثالث

- تنتشر الغابات بصورة كبيرة في اوروبا و امريكا الشمالية و الجنوبية، مما جعل المجتمعات في هذه المناطق أكثر خبرة في التعامل مع الاخشاب بصور أكثر كفاءة و أقل تكلفة و أقل استهلاكا للوقت، و ذلك على النحو التالي:
  - إنشائيا: يعتمد نظام الاطارات الهيكلية على استخدام قطاعات أكبر من الاخشاب لعمل فراغات مرنة داخليا، مع عدم الاعتماد على مفصلات معدنية للربط بين العناصر الانشائية، لكن يعيب هذا النظام الاعتماد على كميات كبيرة من الاخشاب و هذا قد يكون مكلفا عند استخدام هذا النظام في الدول التي لا تحتوي على مسطحات شاسعة من الغابات، بالاضافة إلى ضرورة الاعتماد على مهدسين انشائيين لحساب أبعاد النظام.
  - كتكسية: يتم الاعتماد تقليديا في أوروبا و شرق آسيا على التكسية بشرائح خشب الأرز Cedar Shake and Shingles و التي تتميز بقدرة مرتفعة على مقاومة تغيرات درجات الحرارة و العمر الطويل، و ذلك عند استخدامها للحوائط أو الأسقف. حيث يعتمد هذا النظام على نظام انشائي خشبي رئيسي يتم تركيب الشرائح عليه بحيث تكون متراكبة.كما يعيبه الاعتماد الكبير على الأخشاب و ضرورة الصيانة المتتابعة للحماية من الرطوبة و التبخير الخلفي.
- تنتشر زراعة القمح والارز في شمالي أوروبا و امريكا الشمالية مما أدى إلى وجود تراث تقني قوي في البناء بالبالات بالاضافة إلى دمج استخدام البالات مع الاخشاب كدعامات اضافية لتدعيم متانة أنظمة البالات و زيادة قابلية هذه الانظمة للمرونة و النقل، على النحو التالي:
  - إنشائيا: يستخدم نظام البناء ببالات القش كمادة مالئة نفس فكر البناء بالبالات كحوائط حاملة لكن مع استخدام اطار خشبي ثانوي لتدعيم استقامة النظام. هذا الاطار الخشبي سيعمل على حمل تسقيف من بالات القش المغطاة بطبقة مضادة للرطوبة مع الفيروسمنت. هذا النظام يتميز بأداء حراري جيد مع متانة مرتفعة بسبب استخدام الاطار الخشبي الثانوي، لكنه لا يزال نظاما ثقيلا و غير قابلا للنقل.
  - كتكسية: تم ابتكار نظام ألواح القش مسبقة الصنع لتعيد صياغة نظام البناء ببالات القش كمواد مالئة لكن على هيئة ألواح مرنة و قابلة للنقل و اعادة الاستخدام. هذه الالواح يمكن استخدامها كحوائط أو سقف و هي عبارة عن الواح من القش المالئ بين اطارات خشبية منفصلة للالواح، تتميز بجودة الأداء الحراري و مقاومة الحريق، لكن يعيبها الاعتماد الجزئي على الاخشاب.
- ينمو البوص في مناطق المستنقعات و الملاحات حول العالم، و بالتحديد في منطقة الاهوار في العراق و أوروبا الشرقية. توافر البوص بهذه المناطق أدى إلى تكون تراث تقني يجيد التعامل مع البوص بمهارة يدوية عالية، و ذلك على النحو التالي:
  - إنشائيا: تم استخدام البوص الطويل بالاهوار في عمل حزم عقدية متتالية لعمل أقبية مستمرة ببحور تصل حتى 13 متر لتنفيذ منشآت المناسبات العامة المعروفة باسم المضيف العراقي. هذا النظام الانشائي يعيبه الاعتماد بصورة كثيفة على البوص باستخدام موارد بشرية عالية المهارة، لكنه يتميز بالاعتماد على البوص فقط .
  - كتكسية: و هي استخدام البوص العرضي المكسو بالطين كمادة مالئة وسط اطار انشائي رئيسي من الاخشاب. يتميز هذا النظام بأداء حراري جيد لكن يعيبه انخفاض قابلية اعادة الاستخدام و النقل و التغيير في الموقع.

[1] Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 130).

- ينتشر النخيل في بقاع كثيرة حول العالم، لكن يتركز نخيل التمر في الشرق الاوسط و شمال أفريقيا. و تعد دولة الامارات العربية هي أغنى الدول العربية في تراث البناء بمنتجات النخيل الثانويةو ذلك لأنهم على عكس أغلب المجتمعات في الصحراء العربية لم يعتمدوا على التنقل و الترحال و ذلك بسبب الاعتماد على صيد و تجارة اللؤلؤ. و هذا أدى إلى وجود تراث قوي مكن الباحثين و المتطوعين من تطويره قدر الامكان، و ذلك على النحو التالي:
  - إنشائيا: طورت الباحثة ساندرا بيسيك نظام انشائي خفيف من الحزم العقدية المتقاطعة من الجريد المستوحى من نظام الحزم العقدية في المضيف العراقي. هذا النظام يعتمد بالكامل على الجريد و الحبال المصنوعة من ليف النخيل بنظام الوحدات الموديولية. و قد تم التوصل لهذا النظام عبر سلسلة من النماذج القياسية و ذلك بسبب حداثة النظام على برامج الحسابات الانشائية.
  - كتكسية: و ذلك باستخدام أنظمة الجريد المجدول بأشكالها المتنوعة التي تعتمد على الجريد و الحبال المصنوعة من خوص الجريد بالاضافة إلى الحصير الذي يسهل وضعه أو إزالته حسب درجات الحرارة الخارجية، لكنه يعتمد على مهارة يدوية عالية في التعامل من الجريد.

الفصل الرابع: مقارنة بين عناصر البناء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و حول العالم

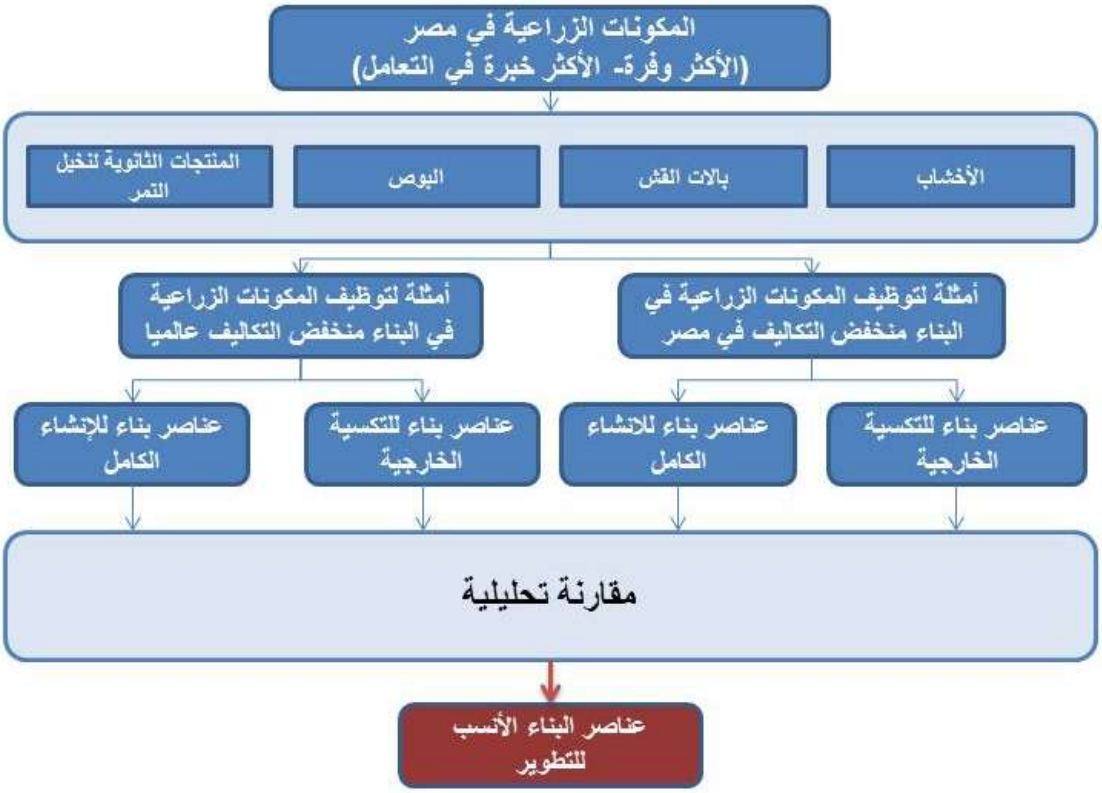
4-1 خصائص عناصر البناء المستدامة
4-2 أنواع نظم دعم اتخاذ القرار و المقارنة
4-3 توظيف عملية التحليل الهرمي لاختيار مواد البناء الصديقة للبيئة و منخفضة التكلفة
4-4 تقييم أنظم الإنشاء و التكسية باستخدام عناصر بناء من المكونات الزراعية في مصر و العالم
4-5 تحليل نتائج التقييم و الاستخدام كعناصر بناء

4- مقارنة بين نظم البناء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و حول العالم

تمهيد

أحد التحديات الهامة التي تواجه أي عملية بناء هي اختيار مواد البناء. و مع ازدياد الوعي بأهمية مواد البناء المستدامة في تحقيق التنمية و إيقاف الأضرار البيئية المتزايدة بسبب استخدام مواد البناء السائدة كالخرسانة و الحديد. لذلك وضعت العديد من الحكومات برامج خاصة بتعريف خواص مواد البناء الصديقة للبيئة و ترسم ملامح المباني و الاشتراطات الواجب توافرها و التي تهدف إلى توثيق التنمية المستدامة و تحقيق أهدافها.[1] هذه البرامج تم وضعها لتحفيز المشاركين في عملية البناء على اختيار مواد بناء صديقة للبيئة في مقابل الحصول على امتيازات و تسهيلات ضريبية. هذا أدى إلى لفت أنظار العديد من الباحثين حول العالم لوضع معايير كمية لتيسير عملية اتخاذ القرار بهدف اختيار أفضل و أعلى مواد البناء كفاءة حسب وظيفة و موقع المبنى.

لذلك فإن هذه المعاييرو الأوزان النسبية تحتاج لأن يتم دراستها عن كثب من أجل تحديد مدى كفاءتها لقياس جودة مواد البناء الطبيعية بصفة عامة، و مراعاة الطبيعة الخاصة لعناصر البناء المعتمدة على المكونات الزراعية، و من ثم عمل مقارنة بين العناصر التي سبق تحليلها في الفصلين الثاني و الثالث ليتم تحديد عناصر البناء الأكثر مرونة و الأنسب للتطوير من أجل دعم كفاءتها التقنية و التشغيلية.



[1] Spiegel, Ross and Meodows, Dru, *Green Building Materials: A Guide to Product Selection and Specifications*, 3rd edn (New Jersey, US: John Wiley & Sons, 2012) (p. 2).

1-4 خصائص عناصر البناء المستدامة

تسابقت مؤسسات التشجيع على البناء بالمواد الطبيعية لعمل قوائم لتسهيل عملية اختيار المواد، مما يؤدي إلى إلقاء الضوء على مميزات هذه المواد و مواجهة عوائق العودة للبناء بالمواد الطبيعية[1]، هذه العوائق منها[2]:

1. الاتجاه العام للاعتماد للبناء بمواد البناء السائدة (الخرسانة – الحديد إلخ..) بسبب اتسامها بمرونة أعلى في التشكيل، حيث يكون بها تشابه واضح لطريقة البناء السائدة في الحضر .[3]
2. تضاؤل الدعم الحكومي و المجتمعي للحرف المتوارثة التي تتعامل مع مواد البناء الطبيعية، مما أدى للاعتماد على البناء بالمواد السائدة لأنها أقل اعتمادا على الموارد البشرية و الخبرات المميزة مثلما كان الوضع في الخبرة المطلوبة للبناء بالمواد الطبيعية.
3. وجود اعتقاد شائع بانخفاض متانة المنشآت المبنية بالمواد الطبيعية، بالرغم من صمود هذه المنشآت كطرز معمارية أصيلة و متوارثة منذ قرون في العديد من المجتمعات حول العالم.

و بالتالي فقد اهتمت العديد من الحكومات بوضع خصائص واضحة لتعريف مواد البناء الصديقة للبيئة و التي يمكن اعتبارها إحدى أسس التنمية، هذه البرامج تمنح امتيازات خاصة لاصحاب المباني التي توظف هذه المواد، مثل تخفيضات في الضرائب، و تسهيلات في منح التراخيص.[4] لذلك فإنه سيتم تناول برنامجين حكوميين تم وضعها بخصوص هذا الشأن، و ذلك حتى يتم استخدامهما كمرجع عند اختيار آلية اتخاذ القرار لعمل المقارنة بين عناصر البناء التي تم تناولها في الفصلين الثاني و الثالث.

1-1-4 معيارية قسم إعادة تدوير و الحفاظ على الموارد في ولاية كاليفورنيا California Department of Resources Recycling and Recovery CalRecycle

أسست بلدية ولاية كاليفورنيا قسم إعادة تدوير و الحفاظ على الموارد عام 1990 بهدف وضع مجموعة من الخصائص التي تهدف لتشجيع هيئات مختلفة في الولاية على الالتزام بتخفيض المخلفات الناتجة عن صناعاتها و اعادة تدويرها و الحفاظ على الموارد قدر الإمكان من أجل تطوير التكنولوجيا في كاليفورنيا لتشجيع الاستدامة الاقتصادية و الاجتماعية.[5]

أ. انجازات و رؤية المؤسسة:

أنجز قسم CalRecycle في جعل ولاية كاليفورنيا هي أعلى ولاية في الولايات المتحدة الأمريكية في نسبة تحويل المخلفات- اعادة استخدامها بدلا من التخلص منها بالحرق أو الدفن- لتصل إلى نسبة 65% من كل المواد و من المنتظر أن تصل النسبة إلى 70% بحلول عام 2020. هذا وفر أكثر من 140 ألف وظيفة تعمل في هذا المجال. و ذلك من خلال الالتزام بالمبادئ الثلاث R's3 و هي[6] :

1. Reduce Wastes :خفض كميات المخلفات المستخدمة من خلال تعديل نظم الصناعة
2. Reuse Wastes :دراسة و اعادة استخدام المخلفات بصورة مباشرة لتقليل كمية الصناعة اللازمة لانتاج مواد جديدة.

---

[1] Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014) (p. 20).

[2] Kennedy, Joseph, *Building Without Borders: Sustainable Construction for the Global Village* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2004) (p. 14).

[3] جريشة، هشام *فقراء العمارة: ردا على كتاب عمارة الفقراء للمعماري حسن فتحي*)القاهرة، مصر: مكتبة الانجلو المصرية, 2015.(ص.326)

[4] Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Catherine, *The Art of Natural Building*, 2nd edn (Gabriola Island, Canada: New Society Publishers, 2015) (p. 13).

[5] *CalRecycle Brochure: Promoting A More Sustainable California* (California, US: California Department of Resurces Recycling and Recovery, 2014).

[6] المرجع السابق

3. Recycle Wastes : اعادة تدوير المخلفات ليدخل في صناعة مواد جديدة مما يوفر من كمية المواد الخام اللازمة للصناعة في الاحوال العادية.

ب. معيارية قياس الكفاءة البيئية للمواد:

وضعت CalRecycle معيارية خاصة بالخصائص الواحب توافرها في مواد البناء من أجل أن تكون مواد صديقة للبيئة استنادا معايير بحثية سابقة[1] تم وضعها من قبل معهد مواصفات البناء Construction Specifications Inistitute الامريكي. و كما يلي[2]:

جدول 4- 1معيارية CalRecycle لقياس الكفاءة البيئية لمواد البناء

خصائص مواد البناء الصديقة للبيئة تبعا لـ CalRecycle	
كفاءة استخدام الموارد Resource Efficiency	• تحتوي على محتوى معروف معاد التدويرمن المخلفات الصناعية أو الزراعية • الاعتماد على آلية تصنيع موفر للموارد من أجل تخفيض معدلات استهلاك الطاقة و غازات الاحتباس الحراري • تعتمد على مواد متوفرة محليا مما يوفر من الطاقة و الانبعاثات الناتجة عن عملية النقل • قابلة لإعادة الاستخدام و التدوير عند نهاية حياتها المفيدة • تتسم بالمتانة تجاه العوامل المناخية و الصدم بالاضافة إلى تباعد فترات احتياجها للصيانة
كفاءة استخدام الطاقة Energy Efficiency	• استخدام مواد تعتمد على مواد خام محلية لتوفير تكلفة النقل للمصنع. • تعتمد على التصنيع المنخفض لتوفير الطاقة المستخدمة أثناء التصنيع على عكس المواد الاعتيادية مثل الألومنيوم و الأسمنت • تعتمد على نظم انشاء بسيطة و منخفضة الاعتماد على الطاقة قدر الامكان بالموقع و ذلك باستخدام المواد مسبقة التصنيع او الاعتماد على المهارات اليدوية. • قابلة لاعادة التصنيع او التدوير لتقليل الاحتياج للطاقة لتصنيع منتجات جديدة
جودة الهواء الداخلي Indoor Air Quality IAQ	• لا تؤدي إلى انبعاث كميات كبيرة من مسببات الحساسية. • لها انبعاثات منخفضة من الجزيئات العضوية المتطايرة VOCs سواء في المادة نفسها او في اساليب الربط و اللصق بين المواد و ذلك بالاعتماد على اساليب الربط الميكانيكي. • تقاوم الرطوبة و تحمي نفسها من تشكل أي فطريات تؤثر على جودة الهواء الداخلي • يمكن صيانتها بواسطة آليات بسيطة و سهلة و آمنة على العاملين. • توفر هواء داخلي عالي الجودة بحفظ حراري مناسب
كفاءة استخدام المياه Water Efficiency	• لا تستهلك كميات كبيرة من المياه أثناء عملية التصنيع سواء كانت تدخل في عملية تحضير المواد نفسها أو لتبريد المحركات و الآلات. • ألا يؤدي تصنيعها إلى تلويث مجاري المياه العمومية بمخلفات التصنيع السائلة. • توفيرالمياه في مجال الانشاء على عكس بعض المواد الاعتيادية مثل الاسمنت. • ألا يؤدي التخلص من مخلفاتها إلى الاضرار بالتربة أو بالمياه السطحية أو الجوفية.
انخفاض التكلفة Affordability	• حساب تكلفة دورة الحياة من خلال أحد وسائل تقدير التكلفة التي تعتمد على مرجع ثابت للمواد.[3] • أن تكون سهلة الاستخدام من خلال مالكي المشروع و سهلة التعلم و التدريب لتوفير تكلفة العمالة.

[1] *CalRecycle Brochure: Promoting A More Sustainable California* (California, US: California Department of Resurces Recycling and Recovery, 2014).

[2] Froeschle, Lynn M., 'Environmental Assessment and Specification of Green Building Materials', in *Green Building Challenge* (Canada: Natural Resources Canada and CANMEET Energy Technology Centre, 1998), p. The Construction Specifier October 1999.

[3] Gregory Dick, 'Sustainable (Green) Building: Project Design: Environmental and Economic Assessment Tools', in *Green Building CalRecycle* <http://www.calrecycle.ca.gov/greenbuilding/Design/EnviroEcon.htm> [accessed 24 February 2016]

تابع جدول 4-1 معيارية CalRecycle لقياس الكفاءة البيئية لمواد البناء	
	• أن تكون سهلة الصيانة لضمان أعلى التزام بالصيانة من المستخدمين و ملاك المشروع لضمان أطول عمر ممكن للمشروع.

المصدر: **Froeschle, Lynn M., 'Environmental Assessment and Specification of Green Building Materials', in *Green Building Challenge* (Canada: Natural Resources Canada and CANMEET Energy Technology Centre, 1998), p. The Construction Specifier October 1999.**

4-1-2 معيارية Heartland Green Sheets HGS لكلية كانساس للعمارة و التصميم العمراني.

أسست مؤسسة البناء الأخضر بهارتلاند Heartland Green Builders Association HGBA -و هي مجموعة من أساتذة العمارة في كلية العمارة و التصميم العمراني في مدينة كنساس بولاية ميزوري University of Kansas School of Architecture and Urban Design - برنامجHGS برعاية هيئة ادارة المخلفات الصلبة في بلدية ميزوري لإدارة الموارد الطبيعية. و قد تعاون العديد من كبار المعماريين و المقاولين و الهيئات مثل هيئة المعماريين الأمريكيين American Institute of Architects لوضع مرجعية حاكمة لتحديد مواد البناء الخضراء، هذه المعيارية من شأنها أن تشجع المعماريين و البنائين على استخدام مواد ذات محتوى معاد التدوير أو أن تكون المواد قابلة لإعادة التدوير.[1]

أ. انجازات و رؤية المؤسسة:

وفر هذا البرنامح معلومات كاملة على الموقع الالكتروني الرسمي له عن مواد البناء المستدامة الموجودة محليا و المحتوية على محتوى معاد التدوير للمعماريين و المقاولين و المصنعين داخل نصف قطر 800 كم حول مدينة كنساس، كما أنه يقوم باستطلاعات موسعة عن تصنيع مواد البناء باستخدام إعادة التدوير و تطوير معيارية تضم مجموعة من الخصائص الواجب توفرها من أجل تشجيع البناء المستدام .يوفر برنامج HGS توصيات هامة لدى بلدية ميزوري بتسهيلات ضريبية لملاك المشروعات التي تعتمد على مواد البناء الصديقة للبيئة، مما شجع العديد من المشاركين في صناعة البناء في ولاية ميزوري باستخدام المواد المحلية من أجل تقليل الطاقة المستهلكة في النقل و الآثار البيئية الناتجة عن صناعة البناء.[2]

ب. معيارية قياس الكفاءة البيئية للمواد:

بناء على استطلاعات رأي متنوعة ضمت العديد من المشاركين في صناعة البناء في إقليم وسط الولايات المتحدة من معماريين و مقاولين و بنائين و اساتذة عمارة و تصميم عمراني، تم عمل مجموعة من الخصائص الواجب توفرها في المواد الصديقة للبيئة و هي كالتالي[3]:

جدول 4- 2 معيارية HGS لقياس الكفاءة البيئية لمواد البناء

خصائص مواد البناء الصديقة للبيئة تبعا لـ HGS	
انخفاض الطاقة الكامنة Low Embodied Energy	• أن تكون قابلة لإعادة استخدام و التدوير في صناعة مواد بناء جديدة • أن تكون عملية التصنيع غير مسرفة في استهلاك الطاقة، و كانت عملية التصنيع أبسط كلما كان كم الطاقة المستهلكة أقل. • أن تكون كمية المخلفات الناتجة عن عملية التصنيع • أن تكون الاغلبية من مخلفات التصنيع منخفضة و قابلة لإعادة الاستخدام و التدوير
قابلية إعادة التصنيع Recyclable	• أن تعتمد مادة البناء جزئيا على مواد معادة التدوير. • أن تكون مخلفات المادة بعد الاستخدام قابلة للتدوير • أن تكون هناك أجزاء معينة من المادة قابلة لإعادة الاستخدام بعد عملية تحضير مبسطة.

[1] Rebecca Bruce, 'Introduction to Heartland Green Sheets', in *University of Kansas: Heartland Green Sheets* <http://www.heartlandgreensheets.org/intro.html> [accessed 24 February 2016]

[2] المرجع السابق

[3] المرجع السابق

تابع جدول 4-2 معيارية HGS لقياس الكفاءة البيئية لمواد البناء	
مواد بناء مصنعة محليا او اقليميا **Locally or Regionally Produced**	• أن تعتمد المادة بصورة رئيسية على مواد خام محلية. • أن يتم تصنيع المادة في نصف قطر حوالي 800 كم لخفض التلوث الناتج عن النقل و تعزيز قوة الاقتصاد الاقليمي.
الاعتماد على موارد متجددة **Use Renewable Resources**	• أن يكون عدد أنواع مواد الخام منخفضا • أن يكون مصدر المادة الخام الرئيسية متجددا بسرعة تجدد أعلى من سرعة الاستهلاك • أن تكون أغلبية مواد الخام اللازمة لتصنيع المادة من موارد متجددة
كفاءة استخدام الطاقة **Energy Efficient**	• أن تكون النسبة الأكبر من مصادر الطاقة المستخدمة متجددة. • أن تساهم المادة في الحد من الاعتماد على التكييف بأن تتمتع بخصائص حرارية مناسبة
آثار بيئية منخفضة **Low Environmental Impact**	• ألا يتسبب نقل مواد الخام إلى المصنع في إحداث أي تلوث للهواء أو المياه. • ألا ينتج عن التصنيع مخلفات سائلة تلوث المجاري المائية العمومية • ألا ينتج عن التصنيع مخلفات اشعاعية • ألا يتنج عن التصنيع انبعاثات غازية ملوثة للبيئة • ألا ينتج عن التنصيع مخلفات صلبة أو سائلة تؤدي إلى الإضرار بالتربة أو بالمياه الجوفية. • أن يغني استخدام مادة البناء عن الاعتماد على اي موارد غير متجددة او على منتجات مكلفة اقتصاديا او بيئيا
المتانة Durable	• أن تكون مواد البناء طويلة العمر و تحتاج إلى صيانة قليلة و على فترات متباعدة. • أن تكون مادة البناء سهلة الفك و التركيب
تقليل كمية المخلفات **Minimize Waste**	• أن يعتمد تصنيع المادة على استراتيجيات تقليل المخلفات الناتجة عن دورة حياة مواد البناء يمكن أن يقلل من كمية مخلفات قطاع البناء حول العالم.
التأثير الإيجابي على المجتمع **Positive Social Impact**	• أن يساهم تصنيع مادة البناء في تعميق حس التعاون المجتمعي • أن يعتمد تجهيز المادة على العمالة المحلية • أن يعتمد على مهارة منتشرة أو يمكن التدرب عليها بسهولة
انخفاض التكلفة الاقتصادية **Affordable**	• ألا تكلف مادة البناء الصديقة للبيئة أكثر من مواد البناء الاعتيادية على مدار دورة الحياة. • ألا ترتفع تكلفة الصيانة لهذه المادة بالمقارنة مع تكلفة المواد الاعتيادية المناظرة

المصدر: Rebecca Bruce, 'Introduction to Heartland Green Sheets', in *University of Kansas: Heartland Green Sheets* <http://www.heartlandgreensheets.org/intro.html> [accessed 24 February 2016]

4-1-3 مقارنة المعايير

يتضح مما سبق، و عند دراسة المعايير التي تم وضعها من خلال مؤسستين حكوميتين و هما CalRecycleو HGS، أنهما يهتمان بنفس الخصائص بصفة عامة من أجل أن تكون مادة البناء مادة صديقة للبيئة كالتالي:

جدول 4- 3 أسلوب التقييم و أوجه التشابه و الاختلاف لمعياريتي CalRecycle و.HGS

	CalRecycle	HGS
أسلوب التقييم	يحدد5 خصائص، كل خاصية تتفرع لمجموعة صفات يجب توفرها، بدون مرجعية رقمية ثابتة.	تقييم كيفي لـ10 خصائص، كل خاصية تتفرع لمجموعة أسئلة تحدد إجابتها درجة تحقق الخاصية بدون مرجعية رقمية ثابتة.
أوجه التشابه	كفاءة استخدام الموارد Resource Efficiency : موارد محلية- موارد متجددة –قابلة لإعادة الاستخدام و التدوير – الاعتماد على مجتوى معاد التدوير. كفاءة استخدام الطاقة Energy Efficiency :انخفاض نسبة التصنيع- انخفاض الاعتماد على النقل- انخفاض الطاقة الكامنة للمواد. انخفاض التكلفة الاقتصادية Affordability : الاعتماد على تكلفة دورة الحياة Life Cycle Cost جودة الهواء الداخلي Indoor Air Quality : نسب الانبعاثات الداخلية لـ VOCs	
أوجه الاختلاف	كفاءة استخدام المياه Water Efficiency : في تصنيع و نقل و التخلص من المادة	آثار بيئية منخفضة Low Environmental Impact : تأثير المخلفات الصلبة و السائلة و الغازية التأثير الإيجابي على المجتمع Positive Social Impact: تعميق الحس المجتمعي و استثمار مهارة العمالة

المصدر: الباحث بالاعتماد على Greg Dick, 'Sustainable Building: Green Building Materials', in *Green Building: CAL Recycle* <http://www.calrecycle.ca.gov/greenbuilding/materials/> [accessed 24 February 2016] و *CalRecycle Brochure: Promoting A More Sustainable California* (California, US: California Department of Resurces Recycling and Recovery, 2014).

يلاحظ أن نظام HGS كان أكثر شمولية لجوانب توظيف المادة في البناء، حيث اهتم بالجانب الاجتماعي، بالاضافة إلى أنه قام بتفصيل نقاط كفاءة الموارد الواردة في نظام CalRecycle إلى مجموعة من النقاط من أجل تقييمهم بصورة أكثر دقة. لكن يلاحظ من هذه المقارنة أن تعريف مواد البناء على أنها مواد صديقة للبيئة يعتمد بصورة رئيسية على اقتصاد الموارد و ادارة المخلفات، كما يلاحظ أن التقييم نفسه بدون مرجعية رقمية ثابتة للحكم على جودة مادة البناء كمادة بناء صديقة للبيئة فيما عدا اعتماد وسيلة تكلفة دورة الحياة و هو ليس كافيا بالضرورة للحكم و لاتخاذ القرار في اختيار أفضل مادة بناء حسب المشروع، لذلك ظهر فكر جديد هو فكر التحليل متعدد المعيارية Multi Criteria Analysis.

2-4 أنواع نظم دعم اتخاذ القرار و المقارنة

إن اختيار مواد البناء عملية متعددة المعايير بالاساس[1]، لكنها تعتمد بصورة رئيسية على الخبرة المسبقة بدلا من الاعتماد على المقارنة الرقمية بسبب نقص وجود اسلوب قياس واضح لهذه المعايير و الاستراتيجيات. بالاضافة إلى ذلك، فإن العديد من برامج التقييم الحالية مثل نظام Building Research Establishment Environmental Assessment Method(BREEAM)و Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) حول العالم يؤخذ عليها أنها مهتمة بالنواحي البيئية أكثر من الجوانب الأخرى و قد تهمل الجوانب الاجتماعية و الاقتصادية في الحكم على استدامة المشروعات. [2]

1-2-4 وسيلة تكلفة دورة الحياة LCC و مشكلة عدم اليقين Uncertainty

إن أول وسائل اتخاذ القرار التي تم استخدامها عالميا هي وسيلة تكلفة دورة الحياة LCC Life Cycle Cost، و هو حساب التكلفة على مدى دورة الحياة للمنشأ منذ بداية مرحلة التصميم و مرورا باختيار مواد البناء و عملية الانشاء و وصولا للتشغيل.

[1] Nassar, K., Thabet, W. and Beliveau, Y., 'A procedure for multi-criteria selection of building assemblies', *Automation in Construction*, 12 (5) (2003), 543–560.

[2] Sinou, M. and Kyvelou, S., 'Present and future of building performance assessment tools', *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 17 (5) (2006), 570–586.

أعطت وسيلة تكلفة دورة الحياة LCC الأولوية الرئيسية لاختيار المواد للتكلفة الاقتصادية بصورة رئيسية سواء كتكلفة اقتصادي مبدئية أو تكلفة تشغيل و صيانة.[1]

لكن يعيب هذا النظام في اتخاذ القرار مجموعة من النقاط و هي[2]:

1. أنه كنظام اتخاذ قرار لا يتعامل مع معطيات كاملة مع الاخذ بالاعتبار أي تغييرات ممكنة، بسبب تجاهل أي متغيرات بيئية أو متغيرات مجتمعية.
2. أنه لا يتناول أي تغيرات مفاجئة قد تحدث مستقبليا أثناء تشغيل المشروع.
3. أنه يقلل قيمة الأبعاد البيئية و المشكلات التي قد تنجم عن استخدام مادة بناء معينة، مما يعني أن التكلفة الحقيقية للمبنى ستختلف اختلافا كبيرا عن التكلفة المحسوبة بسبب عدم احتساب التكلفة الناتجة عن محاولة اصلاح المشكلات الناتجة عن تأثير و تأثر البيئة بالمشروع.
4. أنه لا يراعي تأثير الافراد و المستخدمين على كفاءة وظيفة المنشأ، كما لا يحسب امكانية تغيير الوظيفة او التعديل المستقبلي.
5. أنه لا يهتم بإمكانية إعادة استخدام أو تدوير مواد البناء، مما يعني عدم احتساب التكلفة اللازمة للتخلص من هذه المواد عند نهاية العمر المفيد للمبنى، كما أنه يضيف تكلفة إضافية كان يمكن توفيرها عند استخدام مواد معادة التدوير سواء من داخل أو خارج الموقع.
6. أنه لا يكون دقيقا عند تقدير التكلفة الإجمالية لطرز البناء غير السائدة و غير الاعتيادية مثل طرز البناء المعتمدة على المواد الطبيعية، و يستدل على ذلك من تجربة منير نعمة الله في بناء منتجع Adrere Amellal و الذي كان تقدير تكلفته المبدأي غير متقارب مع التكلفة الفعلية عند الانتهاء من المشروع. حيث توقع المشروع أن تكون التكلفة الإجمالية للمشروع حتى مرحلة التشغيل حوالي 2,300,000 دولار، لكن تكلف المشروع فعليا حتى مرحلة التشغيل 1,680,000 دولار.[3]

لذلك، فإن اعتبار العوامل الخارجية و المخاطر و الأثر المتبادل بين المشروع و البيئة و المجتمع المحيطين عبر دورة الحياة يمكن أن يوفر اطار مناسب لاتخاذ القرار بما يتناسب مع الواقع، لكن إذا تحول أسلوب التحليل للاهتمام بالجانب الاقتصادي فقط، فإنه يؤدي إلى تهميش باقي العوامل و تكوين صورة غير سليمة بسبب تجاهل تأثير هذه العوامل في الجانب المدروس[4]. و بالتالي يتضح أن الاعتماد الرئيسي على القيمة المالية للمبنى يقيد من عملية اتخاذ القرار بسبب عدم الانتباه إلى مؤثرات أخرى من خارج المشروع سواء بيئيا أو اجتماعيا.[5]

2-2-4 نظام تحليلي متعدد المعيارية Multi Criteria Analysis MCA

يهدف نظام MCA لتسهيل عملية اتخاذ القرار بمراعاة شبكة متداخلة من البيانات و تحويلها لمعيارية ثابتة بأوزان نسبية واضحة الأهداف متنوعة الاهتمامات. فمثلا، تحسن المستوى المعيشي للمجتمع المحيط و كفاءة استخدام الموارد هام جدا لدراسة جودة استخدام مادة بناء على الناحية الاجتماعية بالاضافة إلى الجانب البيئي. و بالتالي يلاحظ أنه لا يوجد معيارية وحيدة يمكن استخدامها لاتخاذ القرار خاصة إذا تعلق هذا القرار بمجموعة من العوامل و المؤشرات المتنوعة و المتداخلة مثل البيئة و الاقتصاد و الاجتماع.[6]

---

[1] Bartlett, E. and Howard, N., 'Informing the decision makers on the cost and value of green building', *Building Research and Information*, Vol. 28, No. 5 (2000), 315-24.

[2] Glucha, P. and Baumann, H., 'The life cycle costing (LCC) approach: a conceptual discussion of its usefulness for environmental decision making', *Building and Environment*, 39 (2004), 571–580.

[3] Hanan Alamuddin, *Adrere Amellal Eco Lodge Technical Review Report* (Siwa Oasis, Egypt: Siwa Sustainalbe Development Initiative, 2001) (pp. 1-7).

[4] Glucha, P. and Baumann, H., المرجع السابق

[5] المرجع السابق.

[6] Ding, G.K.C., 'Sustainable construction – The role of environmental assessment tools', *Journal of Environmental Management*, Vol. 86 No.3, (2008), 451-64.

و بسبب اعتماده على نظام الأوزان النسبية، يتسم نظام MCA بالمرونة المرتفعة في التقييم، حيث أنه يمكن لمشروع ما ألا يحقق الأداء المرجو في نقطة محددة لكنه يستطيع أن يعوضها في نقطة أخرى بأولوية أعلى. لذلك فإن نظام MCA هو الأنسب لوضع أوزان نسبية تهتم بالجوانب الاقتصادية و الاجتماعية و النظام للمواد و ليس الاهتمام بالجانب البيئي فقط.[1] هذا الترتيب في الاولويات يتم وضعه من خلال مجموعة من استطلاعات الرأي للمشاركين في عملية البناء في المجتمعات. و بما أن أبجديات عملية البناء متشابهة بصورة عامة بين المجتمعات التي تنتمي لمستوى اقتصادي متشابه، فقد تم عمل العديد من المجهودات البحثية حول العالم من أجل تحديد هذه الاولويات. [2]

لكن يجب الانتباه إلى أن وجود عوامل متعددة ليتم قياسها بواسطة استطلاعات الرأي، يعني أن نتائج هذه الاستطلاعات قد تكون غير دقيقة بسبب تضارب توجهات المشاركين في عملية البناء، لذلك يجب أن يكون النظام مركز على مجموعة محددة من العوامل. [3] لذلك فالأنسب هو استخدام هذا النظام للمقارنة بين مجموعة عوامل عوضا عن تقييم بديل واحد، ذلك لأن في المقارنات تظهر بوضوح نقاط القوى و نقاط الضعف التي تشير إلى أفضل اسلوب لتوظيف كل بديل من البدائل المطروحة خاصة إذا كان أحد هذه البدائل قابلا لأن يكون مرجعا نسبيا، و هذا يمهد لفكر عملية التحليل الهرمي.[4]

3-2-4 عملية التحليل الهرمي Analytic hierarchy Process AHP

تم استخدام عملية التحليل الهرمي بصورة موسعة حول العالم كواحد من وسائل تحليل المعيارية المتعددة البسيطة و المعتمدة على اوزان نسبية واضحة لكل معيارية تبعا لوزن تأثير هذه المعيارية على اتخاذ القرار، و في هذه الحالة اختيار مواد البناء تبعا للجوانب البيئية و الاقتصادية و الاجتماعية من خلال المقارنة بين مجموعة من البدائل لاختيار أفضلهم.

إن التقدير الكيفي لوجهة النظر الانسانية من الصعب أن يتم تحويله لأرقام محددة و قد يحتوي على الكثير من عدم اليقين و الغموض[5]، لذلك فإنه من الأنسب أن يتم التعبير عن وجهات النظر بأرقام نسبية بين مجموعة من المواد بدلا من أحكام بأرقام محددة لكل مادة على حدى.[6] و هذا يعني أن عملية التحليل الهرمي تعمل على اختيار الأنسب من مجموعة من المواد، و ليس تقييم مادة محددة باستخدام مرجع مثل برامج تقييم البناء المستدام العالمية مثل LEED و BREEAM، و هذا يحل أزمة عدم وجود مرجعية مناسبة للمجتمعات المختلفة و مشكلة الغموض و عدم اليقين الذي يصاحب الحكم الانساني.[7]هذا الاسلوب من التقييم يتكون من خطوات رئيسية و هي[8] :

1. تحديد المواد التي يتم مقارنتها Materials Selection Problem
2. تحديد المعايير الواجب توافرها في المواد التي يتم اختيارها Criteria .
3. تعريف المؤشرات التي تنقسم إليها كل معيارية Attributes على المستوى الثاني.
4. تحديد الأوزان النسبية لكل معيارية من إجمالي البرنامج: وزن محلي Local Weightعلى المستوى الأول
5. تحديد الأوزان النسبية لكل مؤشر من كل معيارية : وزن محلي Local Weightعلى المستوى الثاني.

[1] Florez, L., Castro, D and Irizarry, J., 'Impact of Sustainability Perceptions on Optimal Material Selection in Construction', in *International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies,* (Ancona, Italy: University Politecnica delle Marche,Ancona, Italy, Coventry University and The University ofWisconsin Milwaukee Centre for By-products Utilization, 2010), 2ND, 719-27.

[2] Hobbs, B.F. and Meier, P., *Energy decision and the environment: a guide to the use of multicriteria methods* (Boston, US: Kluwer Academic Publishers, 2000).

[3] المرجع السابق.

[4] Ding, G.K.C., المرجع السابق

[5] Jaskowski, P., Biruk, S. and Bucon, R., 'Assessing contractor selection criteria weights with fuzzy AHP method application in group decision environment', *Automation in Construction*, 19(2) (2010), 120-26.

[6] Medineckiene, M., Zavadskas, E. and Turskis, Z., 'Dwelling selection by applying fuzzy game theory', *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 11 (3) (2011), 681–697.

[7] المرجع السابق

[8] Akadiri, Peter O., Olomolaiye, Paul O. and Chinyio, Ezekiel A., 'Multi-criteria evaluation model for the selection of sustainable materials for Building Materials', *Automation in Construction*, 30 (2013), 113-15.

6. حساب النسب التي تحققه كل مادة من كل مؤشر: وزن محلي Local Weightعلى المستوى الثالث.
7. تحديد الأوزان النسبية لكل المؤشرات من إجمالي البرنامج: وزن كلي Global Weight على المستوى الرابع.
8. حساب النسب التي تحققه كل مادة من اجمالي البرنامج: وزن كلي Global Weight على المستوى الخامس، ثم تجميعها لاختيار أفضل مادة من المواد المدروسة.

و بالتالي، و بسبب محاكاة عملية التحليل الهرمي لآلية اتخاذ القرار الانساني و مراعاته للغموض و عدم اليقين، فإنه قد تم توظيفه من قبل العديد من الباحثين لعمل أنظمة تقييم لاختيار مبادئ العمارة الخضراء[1]، و اختيار مواد البناء المستدامة.[2 و 3]

3-4 توظيف عملية التحليل الهرمي لاختيار مواد البناء الصديقة للبيئة و منخفضة التكلفة

تم توظيف عملية التحليل الهرمي في اعداد برامج لدعم اتخاذ القرار في اختيار مواد البناء بالاعتماد على أهداف و معايير و مؤشرات مبدئية تم التوصل إليها بالاعتماد على مجموعة من استطلاعات الرأي التي تم عملها مع المساهمبن في عملية البناء حول العالم. هذه الاستطلاعات ساهمت في وضع الاهداف و الخصائص التي يبحث عنها المساهمون في صناعة البناء و أولوية هذه الخصائص. هذه الاولويات تؤدي إلى وضع أوزان نسبية تمهد لاختيار مواد البناء الأنسب.

4-3-1 مكونات التحليل الهرمي وفقا لاستطلاعات رأي لمشاركين مستقلين في صناعة البناء

في هذا البرنامج، استند (Akadiri و آخرون، 2013) على استطلاعات رأي من خلال مجموعة من الأبحاث السابقة التي ترصد جهود مستقلة لباحثين سابقين في عمل مجموعة من استطلاعات الرأي للتعرف على اهتمامات و أولويات المشاركين في عملية البناء، و ذلك من خلال استهداف عينات عشوائية لهم في الولايات المتحدة الأمريكية و المملكة المتحدة و كندا[4]، و بالتالي يلاحظ أنه يركز كبرنامج على اهتمامات و معايير المجتمعات في الدول المتقدمة بصورة رئيسية.

جدول 4-4 برنامج التقييم حسب استطلاعات رأي من المشاركين المستقلين في صناعة البناء .

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي لكل معيارية	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي لكل مؤشر بمعياريته	الوزن الكلي لكل مؤشر
الأثر البيئي	0.155	انبعاثات الاحتباس الحراري	0.137	0.021235
		التأثير على الأوزون	0.219	0.033945
		تقليل التلوث الناتج عن استخدام بدائل اعتيادية	0.644	0.09982
تكلفة دورة الحياة	0.31	تكلفة الصيانة	0.22	0.0682
		التكلفة المبدئية	0.69	0.2139
		تكلفة التخلص من المادة	0.09	0.0279
كفاءة الموارد	0.079	آلية استخراج المواد الخام	0.081	0.006399
		كمية المخلفات الناتجة	0.475	0.037525
		الطاقة الكامنة للمادة	0.289	0.022831
		الأثر البيئي لاستخراج الخامات	0.155	0.012245

[1] VillarinhoRosa, Lucio and Haddad, Assad N., 'Building Sustainability Assessment throughout Multicriteria Decision Making', *Journal of Construction Engineering*, 2013, pp. 18-27.

[2] Yang, Junli and Ogunkah, Ibuchim C. B., 'A Multi-Criteria Decision Support System for the Selection of Low-Cost Green Building Materials and Components', *Journal of Building Construction and Planning Research*, 1 (2013), 89-130.

[3] Akadiri, Peter O., Olomolaiye, Paul O. and Chinyio, Ezekiel A., 'Multi-criteria evaluation model for the selection of sustainable materials for Building Materials', *Automation in Construction*, 30 (2013), 113-15.

[4] المرجع السابق.

تابع جدول 4-4 برنامج التقييم حسب استطلاعات رأي من المشاركين المستقلين في صناعة البناء .				
كفاءة الأداء	0.354	مقاومة الحريق	0.183	0.064782
		مقاومة التحلل الطبيعي	0.048	0.016992
		توفير الطاقة و العزل الحراري	0.212	0.075048
		العمر الافتراضي للمادة	0.204	0.072216
		سهولة التنفيذ و الصيانة	0.095	0.03363
		معدلات الصيانة المطلوبة	0.258	0.091332
الفائدة المجتمعية	0.044	استخدام المواد المحلية	0.194	0.008536
		الشكل الجمالي و الاتساق	0.368	0.016192
		الأمن و الأمان في التنفيذ	0.368	0.016192
تقليل المخلفات	0.058	وفرة الموارد المادية و البشرية	0.07	0.00406
		آلية التخلص من المخلفات بأسلوب صديق للبيئة	0.33	0.01914
		إعادة الاستخدام و التدوير	0.67	0.03886
الإجمالي	1.00			1.00

المصدر: Akadiri, Peter O., Olomolaiye, Paul O. and Chinyio, Ezekiel A., 'Multi-criteria evaluation model for the selection of sustainable materials for Building Materials', *Automation in Construction*, 30 (2013), 113-15.

يلاحظ أن المؤشرات الداخلية للنقاط غير مفصلة مثل تقليل التلوث الناتج عن استخدام بدائل من مواد بناء اعتيادية أو الحكم على استخدام آلية صديقة للبيئة بأسلوب صديق للبيئة، بالاضافة إلى الافتقار إلى بعض التفاصيل الخاصة بالمتانة أو الآثار البيئية الناتجة عن تصنيع و تجهيز مادة البناء.

4-3-2 مكونات التحليل الهرمي وفقا لاستطلاعات رأي لمشاركين في صناعة البناء ضمن قاعدة مجالس البناء الاخضر Green Building Councils GBCs.

في هذا البرنامج استند (Yangو آخرون، 2013) على استطلاعات رأي تمت بناء على آراء قاعدة بيانات للمشاركين في صناعة البناء المهتمين بالاستدامة في الصين و جنوب افريقيا و البرازيل بمرجعية معايير مجالس البناء الاخضرGBCs في الولايات المتحدة الامريكية و المملكة المتحدة .[1] هذه الاستطلاعات تمت بناءا على اختيار عينات عشوائية بين الخبراء من الدول المختلفة لضمان جودة المعلومات و عدم التحيز، بالاضافة إلى عمل البرنامج على ارضية مشتركة تجمع بين المجتمعات التي تنتمي للطبقة المتوسطة في الدول ذات الاقتصادات النامية.[2]

جدول 4-5 برنامج التقييم حسب استطلاعات رأي من المشاركين في صناعة البناء ضمن قاعدة مجالس البناء الاخضر

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي لكل معيارية	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي لكل مؤشر بمعياريته	الوزن الكلي لكل مؤشر
مرونة التصميم و الموقع	0.026	منشأ المواد الخام اللازمة للمادة	0.197	0.005122
		توافر المادة في السوق	0.158	0.004108
		المسافة من السوق للموقع	0.127	0.003302
		استيفاء أكواد البناء	0.115	0.00299

[1] Yin, R. K., *Case Study Research: Design and Methods*, 4th edn (Los Angeles, US: Sage Publications, 2009).

[2] Yang, Junli and Ogunkah, Ibuchim C. B., 'A Multi-Criteria Decision Support System for the Selection of Low-Cost Green Building Materials and Components', *Journal of Building Construction and Planning Research*, 1 (2013), 89-130.

تابع جدول 4-5 برنامج التقييم حسب استطلاعات رأي من المشاركين في صناعة البناء ضمن قاعدة مجالس البناء الاخضر				
		تحمل الكوارث الطبيعية بالموقع	0.083	0.002158
		مرونة التأقلم مع طبوغرافية الموقع	0.114	0.002964
		مرونة التوزيع الفراغي الداخلي	0.069	0.001794
		مرونة ممارسة الأنشطة الداخلية	0.053	0.001378
		مرونة تشكيل التصميم	0.044	0.001144
		كفاءة كمية المادة المستخدمة	0.04	0.00104
الآثار البيئية و صحة الانسان	0.068	الحفاظ على البيئة و الطاقة الكامنة	0.202	0.013736
		انبعاثات غازات الاحتباس الحراري	0.124	0.008432
		السمية و أمان المستخدمين (كميات VOCs)	0.113	0.007684
		معدل الاضرار بطبقة الأوزون	0.086	0.005848
		معدل الاعتماد على المبيدات السامة في التنظيف	0.078	0.005304
		التأقلم مع مناخ المنطقة	0.067	0.004556
		انبعاث السميات على الحيوانات والتربة و المياه (الامطار الحمضية)	0.053	0.003604
		الاعتماد على الوقود الأحفوري	0.058	0.003944
		معدل المخلفات الاشعاعية	0.057	0.003876
		نسبة النفايات التي تنتهي بالدفن او الحرق	0.162	0.011016
التكلفة الاقتصادية	0.122	تكلفة دورة الحياة	0.347	0.042334
		تكلفة الطاقة المستهلكة في المادة	0.247	0.030134
		تكلفة شراء مواد الخام الرئيسية	0.186	0.022692
		حجم العمالة المستخدمة	0.12	0.01464
		الوقت المستهلك في التنفيذ	0.037	0.004514
		معدل و تكلفة صيانة و استبدال المادة	0.063	0.007686
الكفاءة الاجتماعية و الثقافية	0.245	التأقلم مع المهارات المتوارثة	0.3055	0.0748475
		ملاءمة المادة مع طبيعة المنطقة	0.1385	0.0339325
		درجة تقبل المجتمع و امكانية التدريب على النظام	0.3175	0.0777875
		الاتفاق مع العرف السائد	0.2385	0.0584325
الكفاءة التقنية	0.335	القابلية لإعادة الاستخدام والتدوير	0.09	0.03015
		سهولة الازالة و النقل	0.01	0.00335
		صعوبة الصيانة المطلوبة	0.06	0.0201
		قابلية الامتداد المستقبلي	0.06	0.0201
		اعتماد التنفيذ على الحرف المنتشرة في مصر	0.06	0.0201
		سهولة التركيب و التجميع	0.05	0.01675
		مقاومة الحريق	0.04	0.0134
		مقاومة توصيل الحرارة	0.05	0.01675
		مقاومة الرطوبة و العوامل المناخية و الكيماوية و الأشعة فوق البنفسجية	0.22	0.0737
		مقاومة الصدم و التشققات	0.12	0.0402
		وزن النظام	0.05	0.01675
		طول العمر الافتراضي للمادة	0.07	0.02345
		القابلية للتحلل الطبيعي	0.07	0.02345
		مرونة التعديل و التغيير	0.05	0.01675

تابع جدول 4-5 برنامج التقييم حسب استطلاعات رأي من المشاركين في صناعة البناء ضمن قاعدة مجالس البناء الاخضر				
الخصائص الحسية و الشكلية	0.204	مرونة الملاءمة مع النسيج العمراني المحيط	0.385	0.07854
		دقة و ملمس مادة البناء	0.154	0.031416
		الإضاءة الطبيعية و سماحية عمل الفتحات	0.215	0.04386
		الأداء الحراري	0.14	0.02856
		الكفاءة الصوتية	0.106	0.021624
الإجمالي	**1.00**			**1.00**

المصدر: الباحث بالاعتماد على Yang, Junli and Ogunkah, Ibuchim C. B., 'A Multi-Criteria Decision Support System for the Selection of Low-Cost Green Building Materials and Components', *Journal of Building Construction and Planning Research*, 1 (2013), 89-130.

يلاحظ بهذا البرنامج اهتمامه بالتفاصيل الداخلية لمعايير الكفاءة التقنية و التكلفة الاقتصادية، بالاضافة إلى شموله على أجزاء خاصة بقياس قابلية و مرونة تصميم المواد. و يلاحظ زيادة حجم المعيارية الخاصة بالخصائص الشكلية و الحسية و هو ما يتفق مع تحكم الشكل البصري في اختيار مادة البناء في الكثير من الأحيان.

4-3-3 تحليل شمول البرنامجين على معايير نظام HGS

إن البرنامجين اللذين تم تناولهما كان معتمدين بالأساس على استطلاعات الرأي لتحديد أولويات المشاركين في صناعة البناء في عملية اختيار مادة البناء، لذلك تمت المقارنة بينهما من ناحية تغطيتهما لخصائص مواد البناء الصديقة للبيئة الواردة في نظام HGS لاعتبار مادة البناء مادة بناء مستدامة و صديقة للبيئة ليتم اختيار البرنامج الأنسب للاستخدام للمقارنة بين مواد و عناصر البناء التي تم تناولها في الفصل الثاني و الثالث.

جدول 4- 6 مقارنة بين البرنامج الأول و الثاني من حيث شمولهم على معايير نظام HGS

	البرنامج الاول (Akadiri و آخرون، 2013)	**البرنامج الثاني GBCs**(Yangو آخرون، 2013)
معايير نظام HGS	يعتمد على استطلاعات الرأي للتعرف على اهتمامات و أولويات المشاركين في عملية البناء من عينات عشوائية لهم في الولايات المتحدة الأمريكية و المملكة المتحدة و كندا	يعتمد على آراء قاعدة بيانات للمشاركين في صناعة البناء المهتمين بالاستدامة في الصين و جنوب افريقيا و البرازيل بمرجعية معايير مجالس البناء الاخضرGBCs
انخفاض الطاقة الكامنة	موجودة في معيارية كفاءة الموارد	موجودة كمؤشر في معيارية الآثار البيئية و كتكلفة في معيارية التكلفة الاقتصادية
قابلية إعادة التصنيع	موجودة في معيارية تقليل المخلفات	موجودة في معيارية الكفاءة التقنية لكن بوزن اقل.
الاعتماد على موارد متجددة	موجودة ضمنيا في معيارية كفاءة الموارد من خلال قياس الاثار البيئية لاستخراج الخامات	غير موجودة
مواد بناء مصنعة محليا او اقليميا	موجودة في معيارية الفائدة المجتمعية	موجودة ضمنيا في معيارية الموقع و المعلومات العامة من خلال وفرة المادة في السوق
كفاءة استخدام الطاقة	موجودة في معيارية كفاءة الأداء	موجودة كمؤشر في معيارية الآثار البيئية و كتكلفة في معيارية التكلفة الاقتصادية
آثار بيئية منخفضة	موجودة إجمالا في معيارية الآثار البيئية	موجودة بالتفصيل في معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان
المتانة	غير موجودة	موجودة بالتفاصيل في معيارية الكفاءة التقنية بالاضافة إلى مؤشرات تحمل الكوارث و التأقلم مع المناخ في معيارية المعلومات العامة و المواقع

تابع جدول 4-6 مقارنة بين البرنامج الأول و الثاني من حيث شمولهم على معايير نظام HGS		
تقليل كمية المخلفات	موجودة في معيارية تقليل المخلفات	موجودة في معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان
التأثير الإيجابي على المجتمع	موجودة إجمالا في معيارية الفائدة المجتمعية	موجودة بالتفاصيل في معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية
انخفاض التكلفة الاقتصادية	موجودة إجمالا في معيارية تكلفة دورة الحياة	موجودة بالتفاصيل في معيارية تكلفة دورة الحياة
النقاط الإضافية		قياس مرونة التصميم و استخدام الفراغات الداخلية تقييم الخصائص الحسية للمواد.

المصدر: الباحث بالاعتماد على Akadiri, Peter O., Olomolaiye, Paul O. and Chinyio, Ezekiel A., 'Multi-criteria evaluation model for the و Yang, Junli and selection of sustainable materials for Building Materials', *Automation in Construction*, 30 (2013), 113-15. Ogunkah, Ibuchim C. B., 'A Multi-Criteria Decision Support System for the Selection of Low-Cost Green Building Materials and Components', *Journal of Building Construction and Planning Research*, 1 (2013), 89-130.

4-3-4 البرنامج المقترح لتقييم نظم البناء المعتمدة على المكونات الزراعية بناء على برنامج GBCs

نتيجة لشمول البرنامج الثاني GBCs لمعايير نظامHGS فقد تم اختياره ليتم استخدامه للمقارنة بين عناصر البناء المعتمدة على المكونات الزراعية محليا و عالميا على حد سواء كإن العناصر العالمية قد تم بناءها في مصر، و ذلك من أجل الوقوف على أنسب هذه العناصر و أكثر المواد مرونة تمهيدا لتطوير كفاءتها التقنية، و ذلك بعد تعديل بعض النقاط الداخلية بالبرنامج ليكون مناسبا للمقارنة بين نظم البناء المعتمدة على المكونات الزراعية كما يلي:

1- معيارية الآثار البيئية و صحة الإنسان :

- مؤشر معدل الإضرار بطبقات الأوزون: إن انخفاض التصنيع في هذه النظم المتوارثة المعتمدة على المهارات اليدوية لا يوفر قياسات كافية لمعدلات غازات الـCFC– غازات تهديد طبقة الأوزون- أثناء التصنيع ،حيث يتم اهمالها في أغلب الدراسات البيئية لهذه النظم، خاصة و أنه يتم استقصاؤها تدريجيا من خلال الصناعات بصفة عامة منذ بروتوكول مونتريال[1]، مما يجعل إهمال حساب هذه المعدلات مقبولا في العديد من حسابات الآثار البيئية.[2]
و بالتالي فبسبب انخفاض هذه الانبعاثات مواد البناء الطبيعية بصفة عامة يجعل هذا المؤشر وحده غير كافيا للحكم أو المقارنة بين هذه النظم خاصة إذا كانت معتمدة على تصنيع منخفض. لذلك تم دمج مؤشر هذه المعدلات مع مؤشر معدلات انبعاثات الاحتباس الحراري للمقارنة بين الانبعاثات الغازية لهذه المواد و هي انبعاثات يمكن حسابها و لا يجوز اهمالها.
- مؤشر معدل المخلفات الإشعاعية: إن عدم وجود مخلفات إشعاعية في نظم البناء الطبيعي يعني عدم جدوى استخدام هذا المؤشر في التقييم المقارن، و بالتالي يتم دمجها مع مؤشر انبعاث السميات على الحيوانات و التربة والمياه و الذي يتمثل في معدلات فرص التسبب في الامطار الحمضية Acidification.

2- معيارية التكلفة الاقتصادية:

- مؤشر تكلفة دورة الحياة : بسبب عدم وجود دراسات سابقة خاصة بدراسة تكلفة دورة الحياة الكاملة لنظم البناء المعتمدة على المكونات الزراعية، فإن أي تقدير لها لن يكون دقيقا بالضرورة خاصة و أنه خارج نطاق البحث و في ظل ارتفاع معدلات التضخم بالسوق المحلية، لذلك تم اعتماد التكلفة المبدئية للمكون الزراعي الرئيسي و تقدير معدلات الصيانة

[1] Edminster, Ann V., *Investigation of Environmental Impacts:STRAW BALE CONSTRUCTION* (California, US: University of Berkeley, 1995), p. 56.
[2] *LEED v4 for BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION* (Washington, DC, US: The U.S. Green Building Council, July, 2015).

كمقياس أكثر دقة من دقة تكلفة دورة الحياة بالاعتماد على تقدير توفر و تكلفة مواد البناء المستخدمة.

لذلك فقد تم عمل بعض التعديلات كما يلي:

جدول 4-7 برنامج التقييم حسب استطلاعات رأي من المشاركين في صناعة البناء ضمن قاعدة مجالس البناء الاخضر (معدل)

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي لكل معيارية	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي لكل مؤشر بمعياريته	الوزن الكلي لكل مؤشر
مرونة التصميم و الموقع	0.026	منشأ المواد الخام اللازمة للمادة	0.197	0.005122
		توافر المادة في السوق	0.158	0.004108
		المسافة من السوق للموقع	0.127	0.003302
		استيفاء أكواد البناء	0.115	0.00299
		تحمل الكوارث الطبيعية بالموقع	0.083	0.002158
		مرونة التأقلم مع طبوغرافية الموقع	0.114	0.002964
		مرونة التوزيع الفراغي الداخلي	0.069	0.001794
		مرونة ممارسة الأنشطة الداخلية	0.053	0.001378
		مرونة تشكيل التصميم	0.044	0.001144
		كفاءة كمية المادة المستخدمة	0.04	0.00104
الآثار البيئية و صحة الانسان	0.068	الحفاظ على البيئة و الطاقة الكامنة	0.202	0.013736
		الانبعاثات الغازية (غازات الاحتباس الحراري و تهديد الأوزون)	0.21	0.01428
		السمية و أمان المستخدمين (كميات VOCs)	0.113	0.007684
		معدل الاعتماد على المبيدات السامة في التنظيف	0.078	0.005304
		التأقلم مع مناخ المنطقة	0.067	0.004556
		انبعاث السميات على التربة و المياه و الهواء (الامطار الحمضية)	0.11	0.00748
		الاعتماد على الوقود الأحفوري	0.058	0.003944
		نسبة النفايات التي تنتهي بالدفن او الحرق	0.162	0.011016
التكلفة الاقتصادية	0.122	**تقدير تكلفة التنفيذ المبدئية**	0.347	0.042334
		تكلفة الطاقة المستهلكة في المادة	0.247	0.030134
		تكلفة شراء مواد الخام الرئيسية	0.186	0.022692
		حجم العمالة المستخدمة	0.12	0.01464
		الوقت المستهلك في التنفيذ	0.037	0.004514
		معدل و تكلفة صيانة و استبدال المادة	0.063	0.007686
الكفاءة الاجتماعية و الثقافية	0.245	التأقلم مع المهارات المتوارثة	0.3055	0.0748475
		ملاءمة المادة مع طبيعة المنطقة	0.1385	0.0339325
		درجة تقبل المجتمع و امكانية التدريب على النظام	0.3175	0.0777875
		الاتفاق مع العرف السائد	0.2385	0.0584325
الكفاءة التقنية	0.335	القابلية لإعادة الاستخدام والتدوير	0.09	0.03015
		سهولة الازالة و النقل	0.01	0.00335
		صعوبة الصيانة المطلوبة	0.06	0.0201
		قابلية الامتداد المستقبلي	0.06	0.0201

تابع جدول 4-7 برنامج التقييم حسب استطلاعات رأي من المشاركين في صناعة البناء ضمن قاعدة مجالس البناء الاخضر (معدل)				
		اعتماد التنفيذ على الحرف المنتشرة في مصر	0.06	0.0201
		سهولة التركيب و التجميع	0.05	0.01675
		مقاومة الحريق	0.04	0.0134
		مقاومة توصيل الحرارة	0.05	0.01675
		مقاومة الرطوبة و العوامل المناخية و الكيماوية و الأشعة فوق البنفسجية	0.22	0.0737
		مقاومة الصدم و التشققات	0.12	0.0402
		وزن النظام	0.05	0.01675
		طول العمر الافتراضي للمادة	0.07	0.02345
		القابلية للتحلل الطبيعي	0.07	0.02345
		مرونة التعديل و التغيير	0.05	0.01675
الخصائص الحسية (الاتساق مع الطابع الريفي التقليدي)	0.204	مرونة الملاءمة مع النسيج العمراني المحيط	0.385	0.07854
		دقة و ملمس مادة البناء	0.154	0.031416
		الإضاءة الطبيعية و سماحية عمل الفتحات	0.215	0.04386
		الأداء الحراري	0.14	0.02856
		الكفاءة الصوتية	0.106	0.021624
الإجمالي	1.00			1.00

المصدر: الباحث بالاعتماد على Junli Yang and Ibuchim C. B. Ogunkah, 'A Multi-Criteria Decision Support System for the Selection of Low-Cost Green Building Materials and Components', *Journal of Building Construction and Planning Research*, 1 (2013), 89-130.

و سيتم استخدام هذه المعيارية من أجل المقارنة التحليلية على مستويين كما يتضح من الشكل التالي:

شكل 4- 1 شكل توضيحي لمستويي المقارنة التحليلية بين عناصر البناء
المصدر: الباحث

4-4 مقارنات المستوى الأول لعناصر الإنشاء و التكسية المحلية و لعناصر الإنشاء و التكسية العالمية

تم استخدام المعيارية التي تم التوصل إليها في المقارنة بين عناصر الانشاء و التكسية استخدام المكونات الزراعية في مصر و حول العالم، من أجل تحديد أنسب هذه العناصر لعملية تعزيز كفاءتها التقنية و فرصتها للمشاركة في التنمية المحلية و التطبيقات الحديثة. هذا يتم من خلال مقارنات لنظم الإنشاء و التكسية على المستويين المحلي و العالمي كلٌ على حدى، لتحديد عنصر البناء الحاصلتين على الأولويتين الأولى و الثانية عند اختيار عناصر بناء معتمدة على المكونات الزراعية. و ذلك تمهيدا لعقد مقارنات على المستوى الثاني بين هذه العناصر، و ذلك لتحديد أنسب هذه العناصر لعملية تطوير و تعزيز كفاءتها التقنية و التشغيلية.

بحيث تعقد المقارنة بين مجموعة من البدائل لوضع أولويات الاختيار فيم بينها كما يلي:

4-4-1 المقارنة بين عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر

و هنا سيتم المقارنة بين العناصر التالية:

1. عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي و الذي تم تناوله في الفصل الثاني ص.31
2. عنصر 2: الحوائط الحاملة من بالات القش و الذي تم تناوله في الفصل الثاني ص.45
3. عنصر 3: حوائط و أسقف الشبيكة البوص و الذي تم تناوله في الفصل الثاني ص.60
4. عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف و الذي تم تناوله في الفصل الثاني ص.72

أ. معيارية مرونة التصميم و الموقع

جدول 4-8 نتائج المقارنة معيارية مروة التصميم و الموقع لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر

مرونة التصميم و الموقع				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	**0.026**	**عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي**	**عنصر 2:الحوائط الحاملة من بالات القش**	**عنصر 3: حوائط و أسقف الشبيكة البوص**	**عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف**
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		**0.2889**	**0.28025**	**0.1438**	**0.28705**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		**0.0075114**	**0.0072865**	**0.0037388**	**0.0074633**

المصدر: الباحث

يلاحظ من خلال المقارنة ضمن معيارية مرونة التصميم و الموقع تقارب نتائجها في جميع العناصر ما عدا عنصر الشبيكة و ذلك يرجع لعدم استيفاء هذا النظام للأكواد و عدم مرونتها كعناصر بناء تتحمل بحور صغيرة، و هي نقاط تفوقت بها بقية الأساليب، كما يلاحظ تفوق لنظامي بالات القش و جذوع النخيل بسبب انخفاض مسافة النقل و ارتفاع تأقلم هذه الأساليب مع البيئة. **(انظر ملحق أ).**

ب. معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان

جدول 4-9 نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر

الآثار البيئية و صحة الانسان				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2:الحوائط الحاملة من بالات القش	عنصر 3: حوائط و أسقف الشبيكة البوص	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
0.068				
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.24435	0.3021	0.23115	0.2224
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.0166158	0.0205428	0.0157182	0.0151232

المصدر: الباحث

يلاحظ تفوق واضح لعنصر الحوائط الحاملة من بالات القش في معيارية الآثار البيئية بسبب انخفاض كمية التصنيع اللازمة به عن العناصر الأخرى بصورة رئيسية، مما أدى إلى تخفيض الآثار البيئية الإجمالية لهذه النظام عن باقي الأساليب، و يليها عنصر الكمرة و العمود الخشبي . **(انظر ملحق أ)**.

ت. معيارية التكلفة الاقتصادية

جدول 4-10 نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر

التكلفة الاقتصادية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2:الحوائط الحاملة من بالات القش	عنصر 3: حوائط و أسقف الشبيكة البوص	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
0.122				
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.17135	0.22395	0.3281	0.2766
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.0209047	0.0273219	0.0400282	0.0337452

المصدر: الباحث

يلاحظ من هذه المقارنة تفوق لحوائط و أسقف الشبيكة بسبب انخفاض سعر البوص و سرعة الانشاء مما يعني عدد أقل من العمالة و هذا يشير إلى كفاءة الأداء الاقتصادي لهذا العنصر و يليه عنصر كمرات جذوع النخيل و الكرشيف بسبب الاعتماد على مواد محلية بمسافات نقل قليلة. **(انظر ملحق أ)**.

ث. معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية

جدول 4-11 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر

الكفاءة الاجتماعية و الثقافية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.245	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2:الحوائط الحاملة من بالات القش	عنصر 3: حوائط و أسقف الشبيكة البوص	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.339725	0.22175	0.1544	0.284125
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.083232625	0.05432875	0.037828	0.069610625

المصدر: الباحث

يلاحظ تفوق عنصر الكمرة و العمود الخشبي في هذه المعيارية بسبب أن هذا العنصر هو الأكثر استخداما في مصر من بين هذه العناصر مما يعني ارتفاع قبول هذا العنصر في المجتمع و سهولة التدريب على مهارة النجارة و الحدادة، و يليه التسقيف بكمرات جذوع النخيل و الكرشيف نتيجة اتساع بقعة انتشار استخدام جذوع النخيل ككمرات في الواحات الغربية و سيناء. **(انظر ملحق أ).**

ج. الكفاءة التقنية

جدول 4-12 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر

الكفاءة التقنية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.335	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2:الحوائط الحاملة من بالات القش	عنصر 3: حوائط و أسقف الشبيكة البوص	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.3065	0.229	0.245	0.2195
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.1026775	0.076715	0.082075	0.0735325

المصدر: الباحث

يلاحظ ارتفاع الكفاءة التقنية لعنصر الكمرة و العمود الخشبي بسبب مرونة الامتداد المستقبلي و سهولة التركيب و التجميع بالاضافة إلى نقطة هامة و هي ارتفاع طول العمر الافتراضي للنظام عن البقية، و يليها بقية العناصر في تقارب واضح. **(انظر ملحق أ).**

ح. الخصائص الشكلية و الحسية

جدول 4-13 نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر

الخصائص الشكلية و الحسية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2:الحوائط الحاملة من بالات القش	عنصر 3: حوائط و أسقف الشبيكة البوص	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
0.204				
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.3262	0.1991	0.2475	0.2272
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.0665448	0.0406164	0.05049	0.0463488

المصدر: الباحث

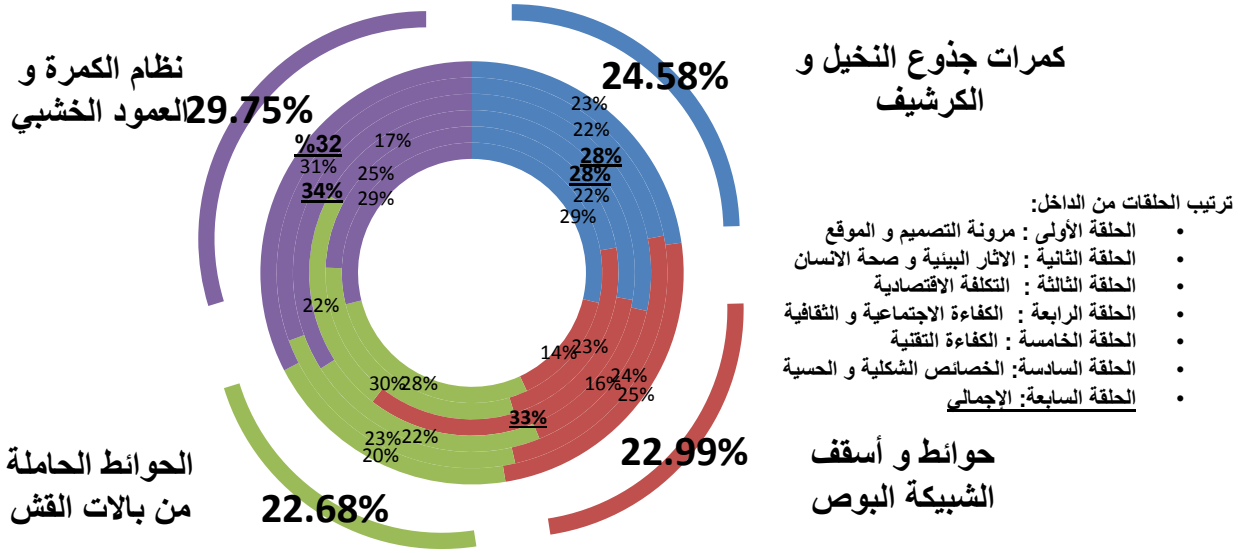
يلاحظ تفوق عنصر الكمرة و العمود في معيارية الخصائص الشكلية و الحسية بسبب انتشار هذا العنصر بصورة أكبر و أوسع من انتشار بقية الأساليب، هذا الانتشار بالاضافة إلى مرونة النظام التصميمية و التنفيذية تجعل هذا النظام هو الأكثر ألفة تجاه العمارة السائدة في مصر، و يليه عنصر حوائط و أسقف الشبيكة بسبب اعتمادها على الملمس الزخرفي المتأصل في التراث المعماري المصري مثل المشربيات. **(انظر ملحق أ)**.

خ. الإجمالي و ترتيب الأولوية

جدول 4-14 نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر

	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2:الحوائط الحاملة من بالات القش	عنصر 3: حوائط و أسقف الشبيكة البوص	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.297486825	0.22681135	0.2298782	0.245823625
ترتيب الأولوية	1	3	3	2

المصدر: الباحث



شكل 4- 2 نتائج مقارنة المستوى الأول لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر
المصدر: الباحث

يلاحظ أن نتيجة هذه المقارنة إجماليا هي حصول عنصر الكمرة و العمود الخشبي على الأولوية الأولى في الاختيار بين عناصر الانشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر، و يليها كمرات جذوع النخيل و الكرشيف التي حصلت على الأولوية الثانية.

4-4-2 المقارنة بين عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر

و هنا سيتم المقارنة بين العناصر التالية:

1. عنصر 1: ألواح الموسكي و الذي تم تناوله في الفصل الثاني ص.38
2. عنصر 2: بالات القش المتراكم على السقف و الذي تم تناوله في الفصل الثاني ص.55
3. عنصر 3: السدد البوص المغطاة بالجبس و الذي تم تناوله في الفصل الثاني ص.67
4. عنصر 4: سدد سعف و جريد النخيل و الذي تم تناوله في الفصل الثاني ص.80

أ. معيارية مرونة التصميم و الموقع

جدول 4-15 نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر

مرونة التصميم و الموقع				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2: القش المتراكم على الأسقف	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: سدد بسعف و جريد النخيل
0.026				
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.23465	0.24655	0.23315	0.28565
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.0061009	0.0064103	0.0060	0.0074269

المصدر: الباحث

يلاحظ تشابه القيم النهائية لنتائج مقارنة هذه المعيارية، لكن يتضح أن أعلى قيمة كانت للتكسية بسدد سعف و جريد النخيل بسبب توفر النخيل في السوق المحلية و انخفاض مساحات النقل و ذلك باستخدام أقل كمية مواد ممكنة، و تليها بقية أنواع التكسيات بقيم متقاربة. **(انظر ملحق أ)**.

ب. معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان

جدول 4-16 نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر

الآثار البيئية و صحة الانسان				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.026	**عنصر1: ألواح الموسكي**	**عنصر 2: القش المتراكم على الأسقف**	**عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس**	**عنصر4: سدد بسعف و جريد النخيل**
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.1716**	**0.35285**	**0.19695**	**0.2786**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.0116688**	**0.0239938**	**0.0133926**	**0.0189448**

المصدر: الباحث

يلاحظ ارتفاع نتيجة هذه المقارنة عند القش المتراكم على الأسقف بسبب أنها عبارة عن مجموعة من بالات القش الموضوعة على الأسقف بغرض الحماية من أشعة الشمس و التشوين، و تليها التغطية بسدد سعف و جريد النخيل بسبب توفر الجريد و انخفاض مسافة النقل و التصنيع اللازم للتنفيذ.

ت. معيارية التكلفة الاقتصادية

جدول 4-17 نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر

التكلفة الاقتصادية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.122	**عنصر1: ألواح الموسكي**	**عنصر 2: القش المتراكم على الأسقف**	**عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس**	**عنصر4: سدد بسعف و جريد النخيل**
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.12885**	**0.37385**	**0.23695**	**0.26035**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.0157197**	**0.0456097**	**0.0289079**	**0.0317627**

المصدر: الباحث

يلاحظ ارتفاع نتيجة هذه المقارنة عند القش المتراكم على الأسقف بسبب أنها عبارة عن مجموعة من بالات القش الموضوعة على الأسقف بغرض الحماية من أشعة الشمس و التشوين، و تليه سدد سعف و جريد النخيل بسبب توفر الجريد و انخفاض التكلفة الاقتصادية و الوقت اللازم للتنفيذ. **(انظر ملحق أ)**.

ث. معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية

جدول 4-18 معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر

الكفاءة الاجتماعية و الثقافية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.245	**عنصر1: ألواح الموسكي**	**عنصر 2: القش المتراكم على الأسقف**	**عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس**	**عنصر4: سدد بسعف و جريد النخيل**
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.38615**	**0.125775**	**0.31505**	**0.173025**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.09460675**	**0.030814875**	**0.07718725**	**0.042391125**

المصدر: الباحث

يلاحظ تفوق عنصر ألواح الموسكي بسبب انتشار استخدام هذه التكسية في مصر بصورة أوسع من بقية التكسيات، و بالتالي فإن سهولة التدريب و قبول المجتمع لهذا العنصر يكون أعلى من البقية. و يليه عنصر بسدد البوص المغطاة بالجبس بسبب اعتماده على النجارة و الحدادة و هي مهارات واسعة الانتشار في مصر. **(انظر ملحق أ)**.

ج. الكفاءة التقنية

جدول 4-19 معيارية الكفاءة التقنية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر

الكفاءة التقنية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.335	**عنصر1: ألواح الموسكي**	**عنصر 2: القش المتراكم على الأسقف**	**عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس**	**عنصر4: سدد بسعف و جريد النخيل**
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.294**	**0.176**	**0.305**	**0.241**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.09849**	**0.05896**	**0.102175**	**0.080735**

المصدر: الباحث

يلاحظ تفوق سدد البوص المغطاة بالجبس نتيجة ارتفاع المقاومة الطبيعية للبوص للعوامل المناخية و مرونة التغييرعند الحاجة، و يليه التكسية بألواح الموسكي بسبب مرونة المعالجات التي يمكن استخدامها لرفع مقاومة الألواح للصدم و الرطوبة و العوامل المناخية. **(انظر ملحق أ)**.

ح. الخصائص الشكلية و الحسية

جدول 4-20 نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر

الخصائص الشكلية و الحسية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2: القش المتراكم على الأسقف	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: سدد بسعف و جريد النخيل
0.204	0.3252	0.135	0.29415	0.26715
إجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.0663408	0.02754	0.0600066	0.0544986
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج				

المصدر: الباحث

يلاحظ تفوق عنصر ألواح الموسكي بسبب مرونة التحكم في التشكيل و الملمس و الالوان و يليها عناصر سدد البوص المغطاة بالجبس بسبب تنوع الشكل الخارجي حسب شكل التشطيب المستخدم. **(انظر ملحق أ)**.

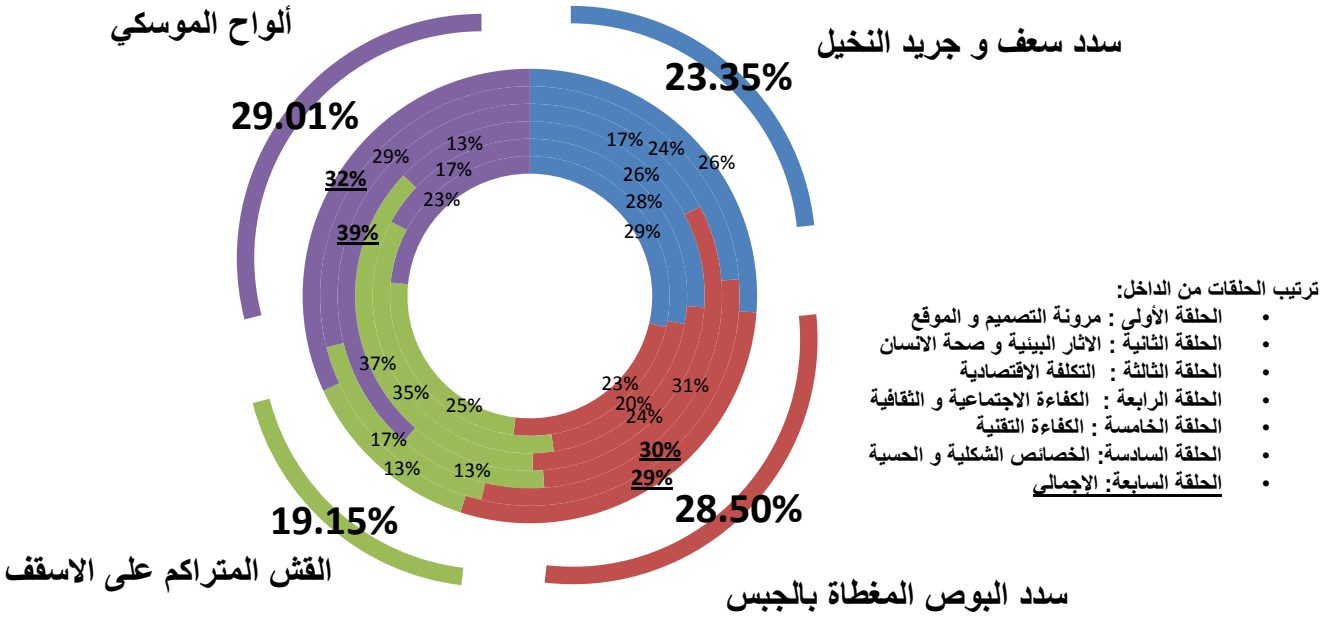
خ. الإجمالي و ترتيب الأولوية

جدول 4-21 نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر

	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2: القش المتراكم على الأسقف	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: سدد بسعف و جريد النخيل
إجمالي الأوزان الكلية	0.29292695	0.193328675	0.28773125	0.235759125
ترتيب الأولوية	1	4	2	3

المصدر: الباحث

يلاحظ أن نتيجة هذه المقارنة إجماليا هي حصول عنصر ألواح الموسكي على الأولوية الأولى في الاختيار بين عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر، و يليها التكسية بسدد البوص المغطاة بالبوص التي حصلت على الأولوية الثانية.



شكل 4- 3 نتائج مقارنة المستوى الأول لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر
المصدر: الباحث

4-4-3 المقارنة بين عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا

و هنا سيتم المقارنة بين العناصر التالية:

1. عنصر 1: الإطارات الهيكلية الخشبية و الذي تم تناوله في الفصل الثالث ص.88
2. عنصر 2: حوائط بالات القش كمادة مالئة و الذي تم تناوله في الفصل الثالث ص.99
3. عنصر 3: الحزم العقدية من البوص و الذي تم تناوله في الفصل الثالث ص.115
4. عنصر 4: الحزم العقدية من الجريد و الذي تم تناوله في الفصل الثالث ص.130

أ. معيارية مرونة التصميم و الموقع

جدول 4-22 نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا

مرونة التصميم و الموقع				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.026	عنصر 1: الإطارات الهيكلية الخشبية	عنصر 2:حوائط بالات القش كمادة بناء مالئة	عنصر 3: الحزم العقدية بالبوص	عنصر4: الحزم العقدية بالجريد
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.23215	0.22165	0.2497	0.2921
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.0060359	0.0057629	0.0064922	0.0075946

المصدر: الباحث

يلاحظ أن أعلى قيمة للمقارنة ضمن معيارية مرونة التصميم و الموقع حصلت عليها الحزم العقدية من الجريد بسبب توفر النخيل في السوق المحلي و انخفاض مسافات النقل و ارتفاع مرونة التصميم و التوزيع الداخلي، و تليها الحزم العقدية من البوص و الإطارات الهيكلية بسبب مرونة التصميم الداخلي. **(انظر ملحق أ)**.

ب. معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان

جدول 4-23 نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا

الآثار البيئية و صحة الانسان				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	**عنصر 1: الإطارات الهيكلية الخشبية**	**عنصر 2:حوائط بالات القش كمادة بناء مالئة**	**عنصر 3: الحزم العقدية بالبوص**	**عنصر4: الحزم العقدية بالجريد**
0.068				
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.2209**	**0.14505**	**0.32205**	**0.312**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.0150212**	**0.0098634**	**0.0218994**	**0.021216**

المصدر: الباحث

يلاحظ تقارب نتيجتي المقارنة لعنصري الحزم العقدية بالبوص و بالجريد بسبب الانخفاض الشديد للتصنيع و مسافات النقل للبوص و الجريد ما أدى إلى تقليل الآثار البيئية السلبية الناتجة عن توظيفهما في البناء. **(انظر ملحق أ)**.

ت. معيارية التكلفة الاقتصادية

جدول 4-24 نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا

التكلفة الاقتصادية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	**عنصر 1: الإطارات الهيكلية الخشبية**	**عنصر 2:حوائط بالات القش كمادة بناء مالئة**	**عنصر 3: الحزم العقدية بالبوص**	**عنصر4: الحزم العقدية بالجريد**
0.122				
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.1375**	**0.20825**	**0.3191**	**0.33515**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.016775**	**0.0254065**	**0.0389302**	**0.0408883**

المصدر: الباحث

يلاحظ تفوق عنصر الحزم العقدية بالبوص و يليه مباشرة عنصر الحزم العقدية بالجريد بسبب الانخفاض الشديد للتصنيع و تكلفة الخامات و مسافات النقل للبوص و الجريد و انخفاض الوقت اللازم للتصنيع. **(انظر ملحق أ)**.

ث. معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية

جدول 4-25 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا

الكفاءة الاجتماعية و الثقافية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	0.245			
	عنصر 1: الإطارات الهيكلية الخشبية	**عنصر 2:حوائط بالات القش كمادة بناء مالئة**	**عنصر 3: الحزم العقدية بالبوص**	**عنصر4: الحزم العقدية بالجريد**
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.2921**	**0.203125**	**0.284125**	**0.22065**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.0715645**	**0.049765625**	**0.069610625**	**0.05405925**

المصدر: الباحث

يلاحظ التفوق الواضح للإطارات الهيكلية بسبب اعتماده كليا على مهارة النجارة المنتشرة في مصر. و تليها الحزم العقدية بالبوص بسبب المقاومة الطبيعية للبوص للعوامل المناخية المحيطة و استغلال مهارة صناعة الحصير و التي ترفع من سهولة التدريب على النظام.**(انظر ملحق أ)**.

ج. الكفاءة التقنية

جدول 4-26 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا

الكفاءة التقنية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	0.335			
	عنصر 1: الإطارات الهيكلية الخشبية	**عنصر 2:حوائط بالات القش كمادة بناء مالئة**	**عنصر 3: الحزم العقدية بالبوص**	**عنصر4: الحزم العقدية بالجريد**
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.226**	**0.212**	**0.271**	**0.291**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.07571**	**0.07102**	**0.090785**	**0.097485**

المصدر: الباحث

يلاحظ تفوق الحزم العقدية بالجريد في مجال الكفاءة التقنية بسبب ارتفاع سهولة التغيير و مرونة التصميم و خفة العنصر بالاضافة إلى المقاومة الطبيعية لدى الجريد ضد العوامل المناخية و الرطوبة، و تليها الحزم العقدية بالبوص بسبب ارتفاع مقاومة العوامل المناخية و الرطوبة. **(انظر ملحق أ)**.

ح. الخصائص الشكلية و الحسية

جدول 4-27 نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا

الخصائص الشكلية و الحسية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.204	عنصر 1: الإطارات الهيكلية الخشبية	عنصر 2:حوائط بالات القش كمادة بناء مالئة	عنصر 3: الحزم العقدية بالبوص	عنصر4: الحزم العقدية بالجريد
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.2817	0.28455	0.2021	0.23165
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.0574668	0.0580482	0.0412284	0.0472566

المصدر: الباحث

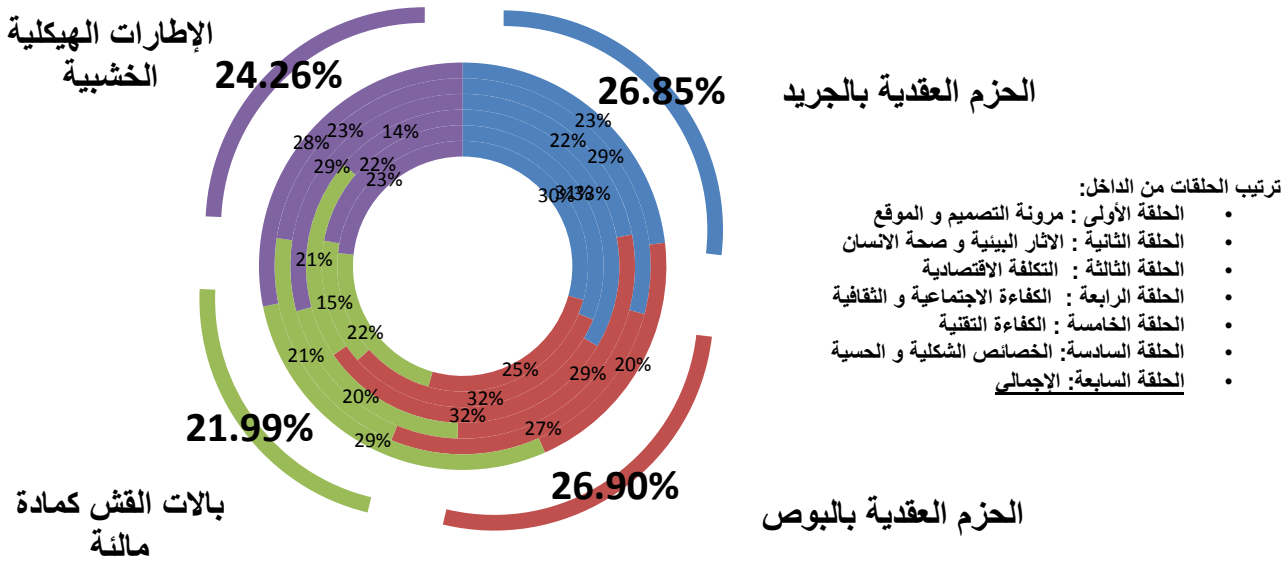
يلاحظ تقارب عنصري الإطارات الهيكلية و بالات القش كمادة مالئة بسبب مرونة التصميم شكليا و جمالياته التصميمية التي تتسق أكثر مع الطرز المعمارية الحديثة. **(انظر ملحق أ)**.

خ. الإجمالي و ترتيب الأولوية

جدول 4-28 نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

	عنصر 1: الإطارات الهيكلية الخشبية	عنصر 2:حوائط بالات القش كمادة بناء مالئة	عنصر 3: الحزم العقدية بالبوص	عنصر4: الحزم العقدية بالجريد
إجمالي الأوزان الكلية	0.2425734	0.219866625	0.268945825	0.26849975
ترتيب الأولوية	3	4	1	1

المصدر: الباحث



شكل 4- 4 نتائج مقارنة المستوى الأول لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا

يلاحظ أن نتيجة هذه المقارنة إجماليا هي تقاسم حصول الحزم العقدية بالبوص و الحزم العقدية بالجريد على الأولوية الأولى في الاختيار بين نظم الانشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا.

4-4-4 المقارنة بين عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

و هنا سيتم المقارنة بين العناصر التالية:

1. عنصر 1: التكسية بشرائح خشب الأرز و الذي تم تناوله في الفصل الثالث ص.93
2. عنصر 2: ألواح القش مسبقة الصنع و الذي تم تناوله في الفصل الثالث ص.107
3. عنصر 3: حوائط البوص العرضي المطلي بالطين و الذي تم تناوله في الفصل الثالث ص.122
4. عنصر 4: الجريد المجدول و الذي تم تناوله في الفصل الثالث ص137.

أ. معيارية مرونة التصميم و الموقع

جدول 4-29 نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

مرونة التصميم و الموقع				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	عنصر 1:التكسية بشرائح خشب الأرز	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر 3: حوائط البوص العرضي المطلي بالطين	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
0.026				
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.20655	0.2592	0.2198	0.31445
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.0053703	0.0067392	0.0057148	0.0081757

المصدر: الباحث

يلاحظ تشابه القيم النهائية لنتائج مقارنة هذه المعيارية، لكن يتضح أن أعلى قيمة كانت للتكسية بالجريد المجدول بسبب توفر النخيل في السوق المحلية و انخفاض مساحات النقل و ذلك باستخدام أقل كمية مواد ممكنة، و تليها عناصر التكسية بألواح القش مسبقة الصنع. **(انظر ملحق أ)**.

ب. معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان

جدول 4-30 نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

الآثار البيئية و صحة الانسان				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	عنصر 1:التكسية بشرائح خشب الأرز	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر 3: حوائط البوص العرضي المطلي بالطين	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
0.068				
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.1029	0.1765	0.22865	0.49195
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.0069972	0.012002	0.0155482	0.0334526

المصدر: الباحث

يلاحظ تفوق عنصر التكسية بالجريد المجدول بسبب توفر الجريد و انخفاض مسافة النقل و التصنيع اللازم للتنفيذ و بالتالي تنخفض الآثار البيئية السلبية الناتجة، ثم تليها حوائط البوص العرضي المطلي بالطين بسبب انخفاض التصنيع اللازم للتنفيذ. **(انظر ملحق أ).**

ت. معيارية التكلفة الاقتصادية

جدول 4-31 نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

التكلفة الاقتصادية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	**عنصر 1:التكسية بشرائح خشب الأرز**	**عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع**	**عنصر 3: حوائط البوص العرضي المطلي بالطين**	**عنصر4: التكسية بالجريد المجدول**
0.122				
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.14055**	**0.2362**	**0.20425**	**0.419**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.0171471**	**0.0288164**	**0.0249185**	**0.051118**

المصدر: الباحث

يلاحظ ارتفاع نتيجة هذه المقارنة عند التكسية بالجريد المجدول بسبب توفر الجريد و انخفاض تكلفته و انخفاض مسافة النقل و التصنيع و الوقت اللازمين للتنفيذ و بالتالي تنخفض الآثار البيئية السلبية الناتجة، ثم تليها ألواح القش مسبقة الصنع و حوائط البوص العرضي المغطى بالطين بسبب انخفاض التصنيع و الوقت اللازمين للتنفيذ. **(انظر ملحق أ).**

ث. معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية

جدول 4-32 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

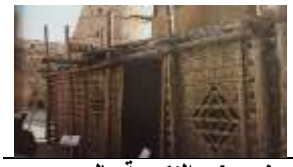
الكفاءة الاجتماعية و الثقافية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	**عنصر 1:التكسية بشرائح خشب الأرز**	**عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع**	**عنصر 3: حوائط البوص العرضي المطلي بالطين**	**عنصر4: التكسية بالجريد المجدول**
0.245				
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.28315**	**0.214825**	**0.226825**	**0.2752**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.06937175**	**0.052632125**	**0.055572125**	**0.067424**

المصدر: الباحث

يلاحظ تصدر عنصري التكسية بشرائح خشب الأرز و التكسية بالجريد المجدول بسبب تقاربهما الواضح من مهارات النجارة الخشبية و صناعة السلال و المفروشات من الجريد مما يسهل من مهمة التدريب و يوجد قاعدة واضحة من القبول الشعبي للنظام، و تليها عناصر ألواح القش مسبقة الصنع بسبب سهولة تصنيعها و شكلها الخارجي البسيط . **(انظر ملحق أ).**

ج. الكفاءة التقنية

جدول 4-33 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

الكفاءة التقنية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.335	**عنصر 1:التكسية بشرائح خشب الأرز**	**عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع**	**عنصر 3: حوائط البوص العرضي المطلي بالطين**	**عنصر4: التكسية بالجريد المجدول**
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.2345**	**0.2305**	**0.2295**	**0.303**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.0785575**	**0.0772175**	**0.0768825**	**0.101505**

المصدر: الباحث

يلاحظ تفوق عنصر الجريد المجدول في مجال الكفاءة التقنية بسبب ارتفاع سهولة التغيير و مرونة التصميم و خفة النظام بالاضافة إلى المقاومة الطبيعية لدى الجريد ضد العوامل المناخية و الرطوبة، و يليه بقية العناصر بأوزان متقاربة. **(انظر ملحق أ)**.

ح. الخصائص الشكلية و الحسية

جدول 4-34 نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

الخصائص الشكلية و الحسية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.204	**عنصر 1:التكسية بشرائح خشب الأرز**	**عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع**	**عنصر 3: حوائط البوص العرضي المطلي بالطين**	**عنصر4: التكسية بالجريد المجدول**
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.23155**	**0.2843**	**0.2463**	**0.23785**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.0472362**	**0.0579972**	**0.0502452**	**0.0485214**

المصدر: الباحث

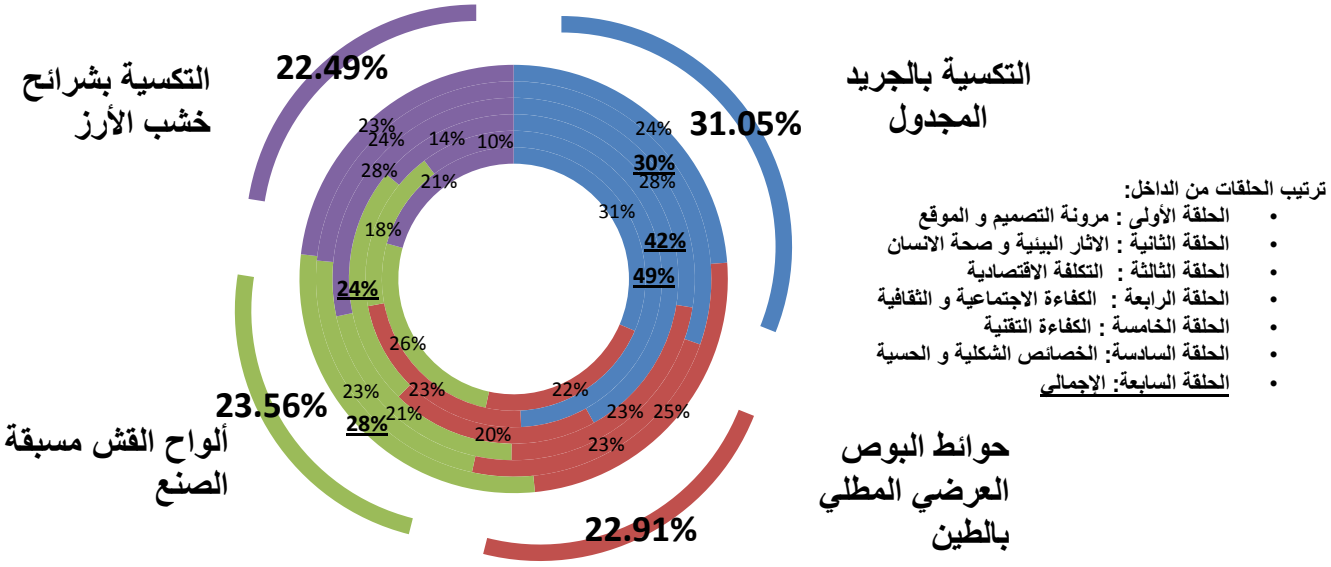
يلاحظ أن أعلى قيمة للمقارنة كانت من نصيب عنصر ألواح القش مسبقة الصنع التي تتسم بشكلها الخارجي البسيط و الملائم للطرز المعمارية الحديثة. **(انظر ملحق أ)**.

خ. الإجمالي و ترتيب الأولوية

جدول 4-35 نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لنظم التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

	عنصر 1:التكسية بشرائح خشب الأرز	**عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع**	**عنصر 3: حوائط البوص العرضي المطلي بالطين**	**عنصر4: التكسية بالجريد المجدول**
إجمالي الأوزان الكلية	**0.22468005**	**0.235404425**	**0.228881325**	**0.3101967**
ترتيب الأولوية	**3**	**2**	**3**	**1**

المصدر: الباحث



شكل 4- 5 نتائج مقارنة المستوى الأول لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

يلاحظ أن نتيجة هذه المقارنة إجماليا هي حصول نظام التكسية بالجريد المجدول على الأولوية الأولى في الاختيار بين نظم التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا، و يليها نظام التكسية بألواح القش مسبقة الصنع التي حصلت على الأولوية الثانية.

4-5 مقارنات المستوى الثاني بين عناصر الإنشاء و عناصر التكسية محليا و عالميا

أسفرت نتائج مقارنات المستوى الأول عن تحديد الأولويتين الأولى و الثانية عند اختيار عناصر بناء معتمدة على المكونات الزراعية، و ذلك بواسطة المقارنة بين بدائل استخدام هذه المكونات في مجالي الإنشاء و التكسية، محليا و عالميا، و ذلك حسب استيفاء هذه الأساليب لنقاط حسب استطلاعات الرأي بين المشاركين في عملية البناء حول العالم بالاضافة إلى توقع صلاحية هذه الأساليب للاستخدام في عمليات التنمية المحلية وقابليتها للتطوير.

لذلك، فقد تم عقد مقارنات على المستوى الثاني بين عناصر البناء الحاصلة على الأولوية الأولى أو الثانية، و ذلك لتحديد أنسب هذه العناصر لعملية تطوير و تعزيز كفاءتها التقنية.

4-5-1 المقارنة بين عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية محليا و عالميا

تم عمل مقارنة بين العناصر التي حصلت على الأولوية الأولى و الثانية في أساليب الإنشاء في مصر و العالم كالتالي:

أ. معيارية مرونة التصميم و الموقع

جدول 4-36 نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

مرونة التصميم و الموقع				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.026	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص	عنصر3: الحزم العقدية بالجريد	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.22855	0.2576	0.27475	0.2391
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.0059423	0.0066976	0.0071435	0.0062166

المصدر: الباحث

يلاحظ تقارب القيم النهائية لمعيارية مرونة التصميم و الموقع بين الأربع عناصر لكن يلاحظ تقدم طفيف للحزم العقدية بالجريد مدعوما بوفرة الجريد في مصر و مرونته المرتفعة في التصميم و التشكيل. **(انظر ملحق ب)**.

ب. معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان

جدول 4-37 نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

الآثار البيئية و صحة الانسان				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.068	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص	عنصر3: الحزم العقدية بالجريد	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.2131	0.31755	0.29435	0.175
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.0144908	0.0215934	0.0200158	0.0119

المصدر: الباحث

يلاحظ تقارب القيم النهائية لمعيارية الآثار البيئية و صحة الانسان بين الأربع عناصر لكن يلاحظ تقدم طفيف للحزم العقدية بالبوص و يليه الحزم العقدية بالجريد بسبب انخفاض الاعتماد على النقل و التصنيع مما يقلل من الآثار البيئية السلبية. **(انظر ملحق ب)**.

ت. معيارية التكلفة الاقتصادية

جدول 4-38 نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

التكلفة الاقتصادية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.122	**عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي**	**عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص**	**عنصر3: الحزم العقدية بالجريد**	**عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف**
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.122**	**0.32525**	**0.33815**	**0.2146**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.014884**	**0.0396805**	**0.0412543**	**0.0261812**

المصدر: الباحث

يلاحظ تفوق الحزم العقدية بالجريد مدعومة بانخفاض تكلفة الجريد و سرعة إنشائه بعدد أقل من العمالة، و تليها الحزم العقدية بالبوص. **(انظر ملحق ب)**.

ث. معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية

جدول 4-39 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

الكفاءة الاجتماعية و الثقافية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.245	**عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي**	**عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص**	**عنصر3: الحزم العقدية بالجريد**	**عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف**
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.311925**	**0.24165**	**0.1901**	**0.256325**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.076421625**	**0.05920425**	**0.0465745**	**0.062799625**

المصدر: الباحث

يلاحظ تفوق عنصر الكمرة و العمود بسبب أنه النظام الإنشائي الأكثر انتشارا بينهم في مصر مما يشير إلى سهولة تقبل المجتمع له كوسيلة إنشاء بالاضافة إلى سهولة التدريب عليه، و يليها عنصر كمرات و جذول النخيل و الكرشيف بسبب قوة و استمرارية تراثها التقني في سيوة. **(انظر ملحق ب)**.

ج. الكفاءة التقنية

جدول 4-40 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

الكفاءة التقنية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.335	**عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي**	**عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص**	**عنصر3: الحزم العقدية بالجريد**	**عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف**
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.246**	**0.256**	**0.2875**	**0.2105**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.08241**	**0.08576**	**0.0963125**	**0.0705175**

المصدر: الباحث

يلاحظ تقدم الحزم العقدية بالجريد بسبب المقاومة الطبيعية للأمطار و الرطوبة و السطوع الشمسي بالاضافة إلى خفة النظم و سهولة التعديل و التغيير و الامتداد و النقل و الإزالة. و يلي هذا العنصر عنصري الحزم العقدية بالبوص و نظام الكمرة و العمود الخشبي بوزنين متقاربين. **(انظر ملحق ب)**.

ح. الخصائص الشكلية و الحسية

جدول 4-41 نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

الخصائص الشكلية و الحسية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.204	**عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي**	**عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص**	**عنصر3: الحزم العقدية بالجريد**	**عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف**
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.2785**	**0.2197**	**0.22845**	**0.27335**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.056814**	**0.0448188**	**0.0466038**	**0.0557634**

المصدر: الباحث

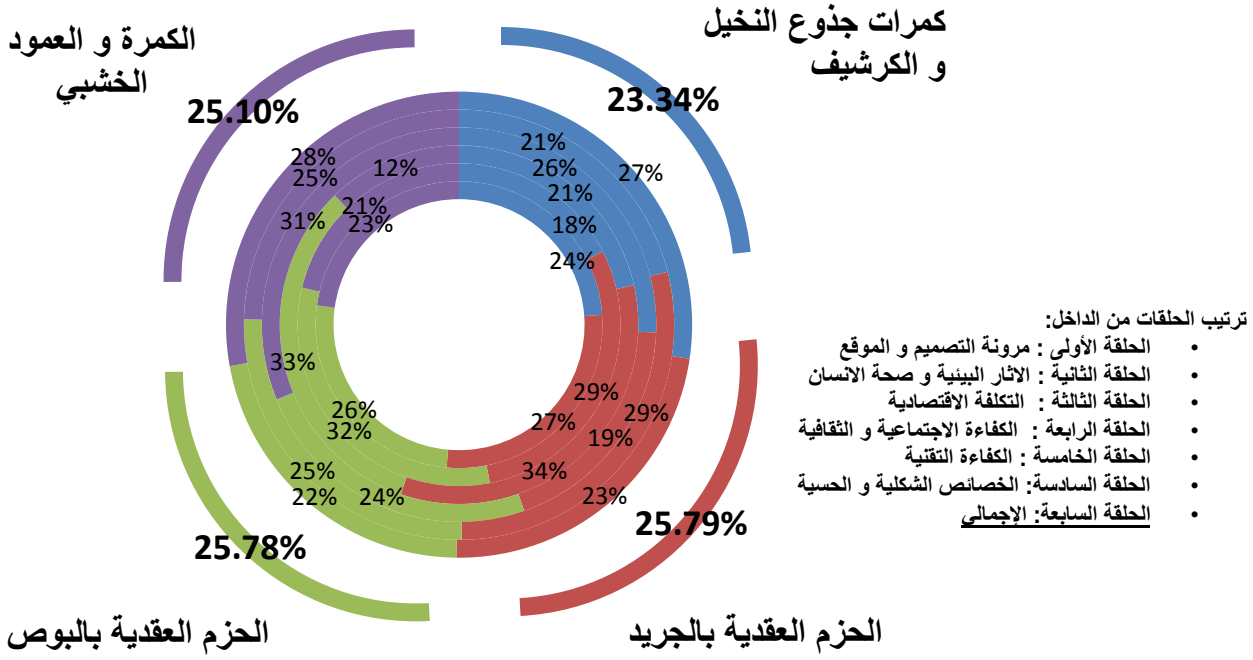
يلاحظ تفوق للكمرة و العمود بسبب أنه النظام الهيكلي الأكثر مرونة و شفافية مما يعني ارتفاع قابلية تشكيله و تغييره مع إمكانية استخدامه مع مختلف أنواع التكسيات، مما يوفر مرونة أعلى تشكيليا، و يليه كمرات جذوع النخيل بسبب استمرارية تراثه التقني حتى الآن. **(انظر ملحق ب)**.

خ. الإجمالي و ترتيب الأولوية

جدول 4-42 نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لأنسب نظم الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	**عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص**	**عنصر3: الحزم العقدية بالجريد**	**عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف**
إجمالي الأوزان الكلية	**0.248962725**	**0.25775455**	**0.2579044**	**0.233378325**
ترتيب الأولوية	**2**	**1**	**1**	**3**

المصدر: الباحث



شكل 4- 6نتائج مقارنة المستوى الأول لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية محليا و عالميا
المصدر: الباحث

يلاحظ أن نتيجة هذه المقارنة إجماليا هي تقاسم عنصري الحزم العقدية المتقاطعة من الجريد و عنصر الحزم العقدية من البوص على الأولوية الأولى في الاختيار بين عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر والعالم.

4-5-2 المقارنة النهائية بين عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية محليا و عالميا

تم عمل مقارنة بين العناصر التي حصلت على الأولوية الأولى و الثانية في عناصر الإنشاء في مصر و العالم كالتالي:

أ. معيارية مرونة التصميم و الموقع

جدول 4-43 نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

مرونة التصميم و الموقع				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.026	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: سدات البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
إجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.20185	0.2659	0.21925	0.3268
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.0052481	0.0069134	0.0057005	0.0084968

المصدر: الباحث

يلاحظ تفوق واضح لعنصر التكسية بالجريد المجدول مدعوما بوفرة الجريد في مصر و مرونته المرتفعة في التصميم و التشكيل. **(انظر ملحق ب)**.

ب. معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان

جدول 4-44 نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

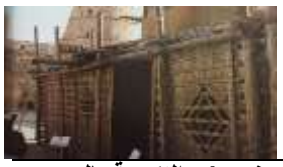
الآثار البيئية و صحة الانسان				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: سدات البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
0.068				
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.16305	0.2081	0.1994	0.38725
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.0110874	0.0141508	0.0135592	0.026333

المصدر: الباحث

يلاحظ تقارب القيم النهائية لمعيارية مرونة التصميم و الموقع بين الأربع عناصر لكن يلاحظ تقدم التكسية بالجريد المجدول بسبب وفرة الجريد في مصر و انخفاض الاعتماد على النقل و التصنيع مما يقلل من الآثار البيئية السلبية. **(انظر ملحق ب)**.

ت. معيارية التكلفة الاقتصادية

جدول 4-45 نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

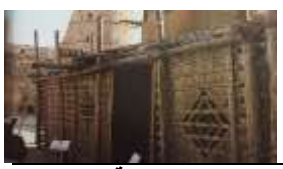
التكلفة الاقتصادية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: سدات البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
0.122				
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.1184	0.25745	0.28575	0.34465
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.0144448	0.0314089	0.0348615	0.0420473

المصدر: الباحث

يلاحظ تفوق واضح لعنصر التكسية بالجريد المجدول مدعوما بوفرة الجريد في مصر و انخفاض تكلفة شراء و نقل الجريد و انخفاض الاعتماد على التصنيع. **(انظر ملحق ب)**.

ث. معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية

جدول 4-46 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

الكفاءة الاجتماعية و الثقافية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: سدات البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
0.245				
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.348675	0.174725	0.2544	0.2222
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.085425375	0.042807625	0.062328	0.054439

المصدر: الباحث

يلاحظ تفوق عنصرالتكسية بألواح الموسكي بسبب أنه نظام التكسية الأكثر انتشارا بينهم في مصر مما يشير إلى سهولة تقبل المجتمع له كوسيلة تكسية بالاضافة إلى سهولة التدريب عليه. **(انظر ملحق أ)**.

ج. الكفاءة التقنية

جدول 4-47 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

الكفاءة التقنية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.335	**عنصر1: ألواح الموسكي**	**عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع**	**عنصر3: سدات البوص المغطاة بالجبس**	**عنصر4: التكسية بالجريد المجدول**
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.231**	**0.2345**	**0.2275**	**0.307**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.077385**	**0.0785575**	**0.0762125**	**0.102845**

المصدر: الباحث

يلاحظ التقارب بين قيم معيارية الكفاءة التقنية، مع تفوق طفيف للتكسية بالجريد المجدول مدعوما بمقاومته الطبيعية للأمطار و الرطوبة و السوع الشمسي بالاضافة إلى خفة النظام و سهولة التعديل و التغيير و الامتداد و النقل و الإزالة. **(انظر ملحق ب)**.

ح. الخصائص الشكلية و الحسية

جدول 4-48 نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

الخصائص الشكلية و الحسية				
وزن المعيارية من البرنامج الكلي				
0.204	**عنصر1: ألواح الموسكي**	**عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع**	**عنصر3: سدات البوص المغطاة بالجبس**	**عنصر4: التكسية بالجريد المجدول**
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	**0.29125**	**0.228**	**0.2359**	**0.24485**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	**0.059415**	**0.046512**	**0.0481236**	**0.0499494**

المصدر: الباحث

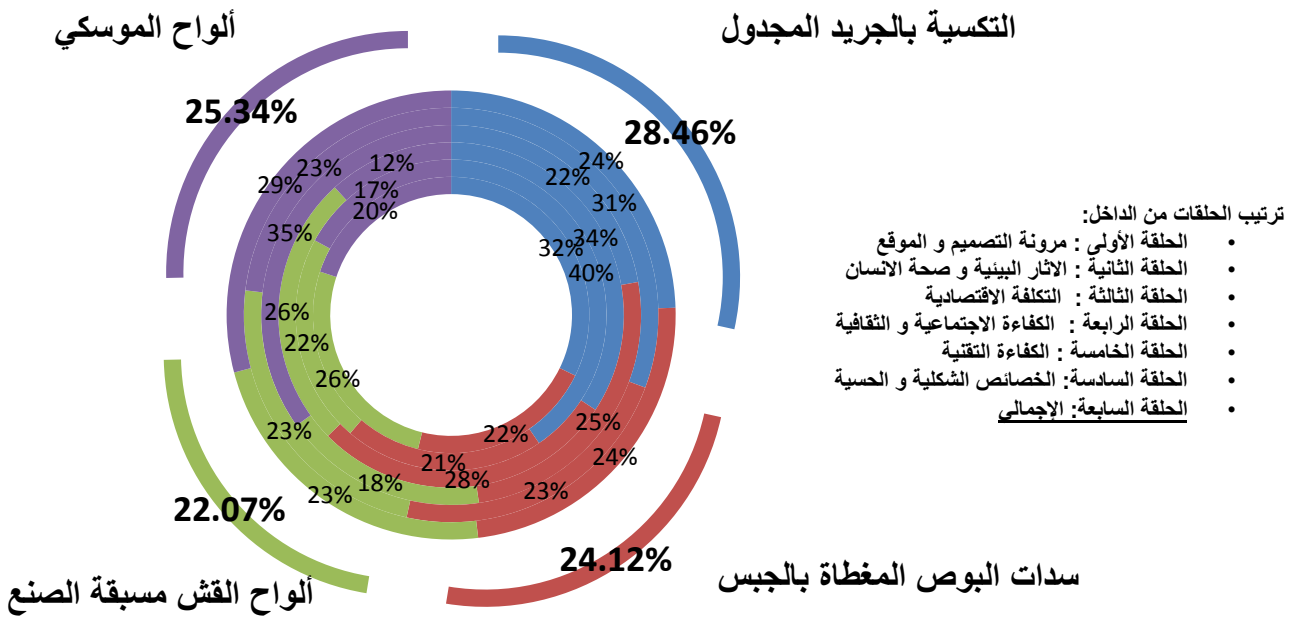
يلاحظ تفوق شديد للتكسية بألواح الموسكي بسبب أنه عنصر التكسية الأكثر مرونة و قابلية لتشكيل الملمس و اللون مما يعني ارتفاع قابلية تشكيله و تغييره مع إمكانية استخدامه في مختلف الاستخدامات مع ضمان دقة عالية بسبب اعتماده على الأغلب على الميكنة. **(انظر ملحق ب)**.

خ. الإجمالي و ترتيب الأولوية

جدول 4-49 نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
إجمالي الأوزان الكلية	0.253005675	0.220350225	0.2407853	0.2841105
ترتيب الأولوية	2	4	3	1

المصدر: الباحث



شكل 4- 7نتائج مقارنة المستوى الأول لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية محليا و عالميا
المصدر: الباحث

يلاحظ أن نتيجة هذه المقارنة إجماليا هي حصول التكسية بالجريد المجدول على الأولوية الأولى في الاختيار بين عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر والعالمي، و تليها مباشرة عنصر التكسية بألواح الموسكي التي حصلت على الأولوية الثانية.

خلاصة الفصل الرابع

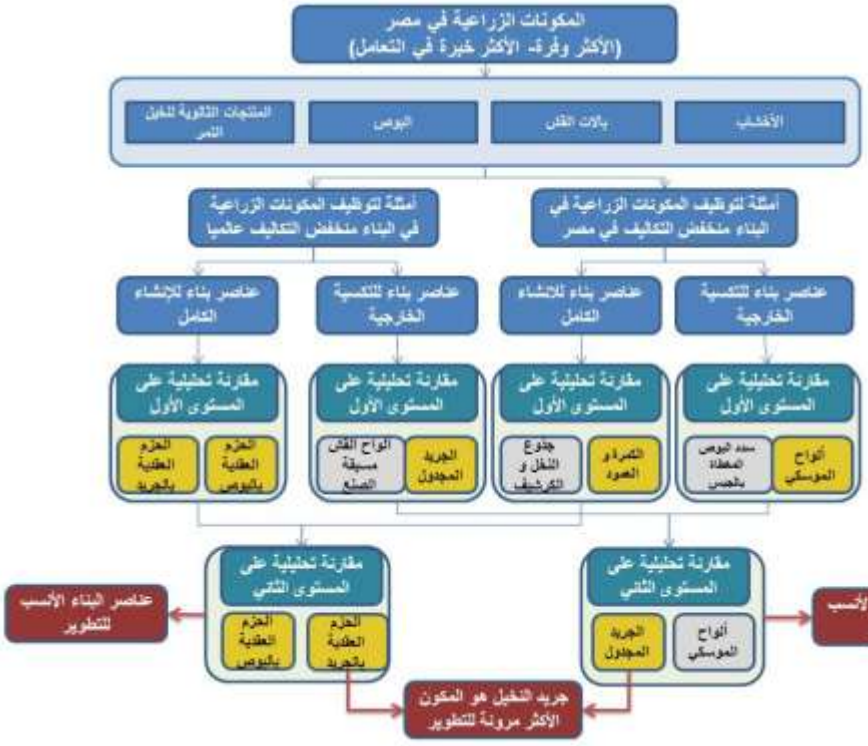
تسابقت جهود الباحثين و المؤسسات الحكومية من أجل وضع معيارية واضحة و محددة لاختيار مواد البناء الأنسب من أجل البناء المستدام، بالإضافة إلى تحقيق المشاركة في عمليات التنمية المحلية. و بالفعل فقد قامت مؤسسات حكومية خاصة بإدارة المخلفات بوضع مجموعة من الخصائص التي يجب أن تكون متوفرة في مواد البناء من أجل اعتبارها مواد بناء مستدامة توجب تسهيلات خاصة لملاك المشروعات المعتمدة على البناء بهذه المواد.

هذه المؤسسات من ضمنها قسم إعادة تدوير و الحفاظ على الموارد في ولاية كاليفورنيا CalRecycle و برنامج مؤسسة البناء الأخضر بهارتلاند لكلية كانساس للعمارة و التصميم العمراني HGS. و قد اتفق البرنامجان على اهمية اختيار مواد تتسم بكفاءة استهلاك الطاقة و المياه و المواد و امكانية اعادة تدوير و استخدام هذه المواد بالاضافة إلى ضمان متانة هذه المواد و فائدتها بالنسبة للمجتمع. لكن يلاحظ أن هذين البرنامجين لم يتطرقا إلى وسيلة وضع أوزان محددة لقياس كفاءة هذه المواد.

لذلك فقد ظهرت مجموعة من برامج المعيارية و الأوزان النسبية لمعايير اختيار مواد البناء منها:

- تحليل تكلفة دورة الحياة Life Cycle Cost و التي اتسمت بالتركيز على الجانب الاقتصادي و تهميش الجوانب النظام و الاجتماعية و البيئية مما يعكس حالة من عدم اليقين
- عملية التحليل الهرمي المتدرج Analysis Hierarchy Process الذي يهتم بتقليل درجة عدم اليقين و الاقتراب من آلية صنع القرار البشري من خلال المقارنة بين عدد محدد من البدائل بدلا من المقارنة المنفصلة مما يغني عن عملية اختيار مرجع خاص.

و قد ظهرت العديد من جهود الباحثين المختلفة حول العالم في الاستفادة من التحليل الهرمي المتدرج احصائيا من أجل اختيار مواد البناء المستدامة و منخفضة التكاليف، و ذلك من خلال عمل استطلاعات رأي شاملة بين المشاركين في عملية البناء المستقلين او المنتميين إلى قاعدة البناء الأخضر GBC، مع وضع أوزان نسبية لهذه المعايير بالاعتماد على أولوية هذه المعايير بالنسبة لبعضها عند المشاركين في عملية البناء . هذه الأوزان النسبية تسري على أساليب البناء المحلية و العالمية على السواء كأن عناصر البناء العالمية قد تم تنفيذها في مصر. و قد تم استخدام هذه الاستطلاعات لعمل مقارنات بين نظم البناء التي تم تناولها في الفصل الثاني و الثالث بهدف تقصي العناصر الأنسب للتطوير من أجل زيادة كفاءتها التقنية. و تكون النتائج كما يلي:



و من هنا يتم استنتاج التالي:

1- أسلوب تجميع العناصر على هيئة حزم هو الفكر المشترك بين عنصري الحزم العقدية بالبوص و الحزم العقدية بالجريد. و بالتالي فإن هذا الفكر هو الأنسب لتطوير كفاءته التقنية و أدائه الإنشائي.
2- أسلوب التكسية باستخدام بانوهات محضرة مسبقا و منفصلة و مثبتة على علفات خشبية هو الفكر المشترك بين عنصري التكسية بألواح الموسكي و الجريد المجدول. و بالتالي فإن هذا الفكر هو الأنسب لتطوير كفاءته التقنية و مرونته.
3- أن جريد النخيل كان هو الخامة الوحيدة المشتركة التي استخدمت في النظم الحاصلة على الأولوية الأولى و الثانية في مجال الإنشاء و التكسية محليا و عالميا.

الفصل الخامس: تصميم و تنفيذ عناصر بناء مرنة و سريعة باستخدام أنسب المكونات الزراعية

5-1 تنفيذ مظلة انتظار باستخدام حزم الجريد في القايات
5-2 تطوير التوظيف الانشائي للجريد
5-3 تحليل امكانيات الجمالون الفراغي المثلث العقدي Arched Triangular Space Trussباستخدام جريد النخيل
5-4 تطوير تطبيقات التكسية باستخدام الجريد

5- تطوير عناصر بناء باستخدام المكونات الزراعية في البناء في مصر

تمهيد

أسفرت مقارنات المستوى الثاني في الفصل الرابع عن ثلاث نتائج رئيسية و هي:

1- أن مقارنات المستوى الثاني لعناصر البناء المستخدمة في الإنشاء أشارت إلى ارتفاع جدوى الاعتماد على تجميع عناصر الجريد والبوص على هيئة حزم عقدية كعناصر بناء منفصلة، و بالتالي سيرتكز تطوير هذين العنصرين لتكون أكثر مرونة و أكثر كفاءة على نفس فكر الحزم.
2- أن مقارنات المستوى الثاني لعناصر البناء المستخدمة في التكسية اشارت إلى ضرورة وجود محددات خلفية لتركيب التكسية كما ظهر في نظام التكسية بألواح الموسكي تسهيلا لأعمال التركيب و الصيانة، و قد ظهر هذا بوضوح أيضا في نظام واجهات الجريد المجدول الذي يعتمد مرحليا على التثبيت بجذوع النخيل أو جذوع اشجار الزيتون. و بالتالي سيرتكز تطوير هذين العنصرين لتكون أكثر مرونة و أكثر كفاءة على نفس فكر البانوهات المنفصلة ذات المحددات الخلفية للتركيب.
3- أن جريد النخيل كان هو المكون الزراعي الوحيد الذي استخدم في عناصر البناء الحاصلة على الأولوية الأولى و الثانية في مجال الإنشاء و التكسية محليا و عالميا. و قد أثبتت هذه المقارنات ارتفاع مرونة جريد النخيل و قابلية تطويره للتوظيف في أشكال و وظائف مختلفة للاستفادة من أنه المكون الزراعي الأكثر توافرا في مصر من ناحية الكم و الخبرة، و الأسرع تجددا بالاضافة إلى قدرته على مقاومة العوامل المناخية الحادة.

و من أجل مراعاة فكر المشاركة المجتمعية و تقديم النظام الأكثر مرونة ليتواءم مع تغيرات احتاجات المجتمع وظيفيا و جماليا، فقد تم دمج الاساليب التراثية مع الامكانيات الحالية لعمل عناصر بناء حديثة خفيفة رخيصة و عالية الجودة وظيفيا و تشكيليا. و لذلك فلقد تم المشاركة في مجموعة من التطبيقات بغرض تطوير نظم الإنشاء و التكسية الأنسب باستخدام جريد النخيل في استخدامات متنوعة لدراسة إمكانيات تطوير استخدامات الجريد سواء كأنظمة إنشائية أو أنظمة تكسية بحيث تكون أكثر مرونة في الوظيفة و سهولة في التنفيذ.

1-5 تنفيذ مظلة انتظار باستخدام حزم الجريد في القايات

أسفرت نتائج المقارنات في الفصل الرابع عن أن جريد النخيل هو المكون الزراعي المشترك بين أنسب عناصر البناء المعتمدة على المكونات الزراعية. و بالتالي هذا يشير إلى أنه الأكثر انتشارا و الأكثر مرونة لتطوير استخداماته لعمل عناصر بناء أكثر سهولة في التنفيذ و أكثر مرونة في الوظيفة. كما تم تناول أماكن توزيع قدرات التعامل مع الجريد في الفصل الأول كأساس للمشروعات الصغيرة و الصناعات المتوارثة في الفيوم و المنيا و أسيوط و الواحات في الفصل الأول. و قد تمت ملاحظة أن من أهم مميزات جريد النخيل كمادة هو انتشاره بكثافة في جمهورية مصر العربية و بالتحديد في واحات الصحراء الغربية و الصعيد. هذا الانتشار الذي رفع من ألفة العديد من العمالة حول الجمهورية في التعامل معه كخامة خاصة أنه يدخل كمادة تصنيع رئيسية للمفروشات و السلال و الأقفاص و هي صناعات متوارثة في العديد من القرى في صعيد مصر.

شكل 5- 1 النخيل في الحوامدية (من خلال رحلة القطار للمنيا)
المصدر: الباحث

شكل 5- 2 النخيل في بني سويف (من خلال رحلة القطار للمنيا)
المصر: الباحث

لذلك فقد تم عمل زيارة ميدانية في منتصف يناير 2016 ليتم التعرف على الآلية المتوارثة في تحضير و تجهيز جريد النخيل قبيل التعامل معه كخامة تصنيع للمشروعات الصغيرة . هذه الزيارة الميدانية تم القيام بها لقرية القايات بمركز العدوة في محافظة المنيا. تم اختيار هذه القرية لأنها شهدت أكبر إنجازات الجمعية المصرية للتنمية الذاتية من خلال مشروع استخدام المنتجات الثانوية لنخيل كأساس للمشروعات الصغيرة، و هو من أبرز تجارب الاستفادة من جريد النخيل كمادة تصنيع مستقلة في مصر حتى الآن.[1] لذلك فقد وقع الاختيار على هذه القرية لرصد تقنيات التعامل التي قامت الجمعية بالحفاظ عليها كما هي بعدما كانت واجهت خطر الاندثار.[2]

1-1-5 فكر التجميع على هيئة حزم

إن نظامي الإنشاء اللذان حصلا على الأولوية الأولى هما الحزم العقدية بالجريد (شكل 5-3) و الحزم العقدية بالبوص (شكل 5 -4). يلاحظ أن كلا النظامين اعتمدا على تجميع عناصر الجريد أو البوص على هيئة حزم تمهيدا لتحويلها لعناصر بناء محددة و هي العقود.

[1] عبد الوهاب، زايد, 'كتاب الفائزين ,'*جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر، الامارات العربية* ,الدورة الخامسة (2012-2013)(ص 101-102)
[2] الخضري، مصطفى ,*التقرير النهائي لمشروع نشر الصناعات الصغيرة القائمة على خامات النخيل- المرحلة الاستطلاعية*)القاهرة، مصر: الجمعية المصرية للتنمية الذاتية للمجتمعات المحلية, 2012.(ص 36-38)

شكل 5- 3 تجميع عناصر الجريد على هيئة حزم في نظام الحزم العقدية المتقاطعة في الإمارات
المصدر: الباحث، Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]

شكل 5- 4 تجميع عناصر البوص على هيئة حزم في نظام حزم البوص في العراق
المصدر: Eric Russell and Brindt Smith, 'Mudhif houses capture spirit of Iraqi culture', in *The Official Homepage of the United States Army* <http://www.army.mil/article/37269/Mudhif_houses_capture_spirit_of_Iraqi_culture/> [accessed 5 November 2015]

و بما أن فكر تجميع عناصر الجريد على هيئة حزم لم يتم توظيفه مسبقا في مصر، فقد تم القيام بزيارة ميدانية لقرية القايات من أجل التعرف على الخبرات و الامكانيات المتوارثة في التعامل مع الجريد و مدى كفاءة توظيف هذه الامكانيات في البناء بواسطة الحزم، و ذلك من خلال بناء مظلة بسيطة و سريعة باستخدام حزم جريد النخيل . هذه القرية التي سبق التعرض إليها في الفصل الأول كأحد أمثلة التنمية المحلية الناجحة باستخدام المكونات الزراعية. لكن و بالرغم من أنها تمتلك مهارة مرتفعة في التعامل مع الجريد، فهي لم تتطور للاستخدام في مجال البناء و العمارة.

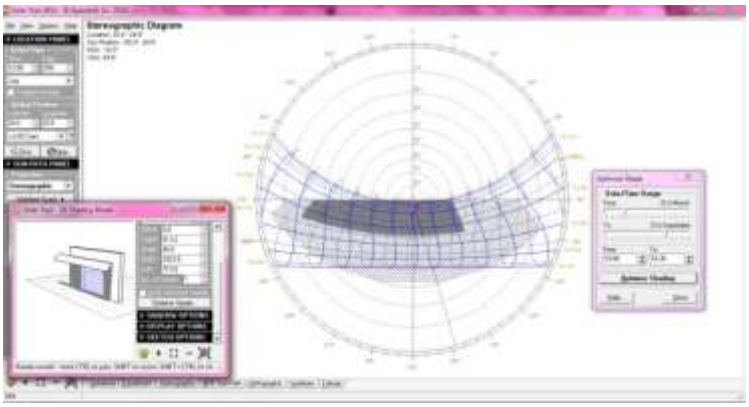
و من أجل أن يتم تحفيز العمالة المحلية في القرية، فقد تم اقتراح عمل هذه المظلة من أجل حل مشكلة هامة تعاني منها القرية، و هي عدم وجود مظلات خاصة لإنتظار الحافلات عند جامع القرية، و الذي يتوجه له ساكنو القرية من كل أطرافها لأداء صلاة الجمعة بالمواصلات، مما يعني أنهم يضطرون للإنتظار طويلا تحت أشعة الشمس الساطعة في الصيف. و ليست المشكلة في هذه المنطقة فحسب، بل توجد أزمة في المظلات بصفة عامة داخل القرية سواء في السوق أو في غيره من الساحات العامة. لذلك فقد تحمس أبناء القرية من القفاصين لبناء المظلة ، مما يعزز عندهم الشعور بالمسئولية و الملكية و يمنحهم مهارة جديدة في التعامل مع الجريد يمكنهم الاستفادة منها لبناء مظلاتهم بأيديهم في المستقبل.

5-1-2 وضع التصميم المبدئي

قام الباحث- بالمشاركة مع فريق العمل الخاص بالجمعية و الذي يضم مهندس إنتاج و 2 مهندسين إنشائيين و كبير العمال من أبناء القرية بالاضافة إلى الباحث كمصمم معماري للمظلة- بعقد جلسات تشاورية لتصميم هذه المظلة لتعتمد على الجريد فقط بدون أي أخشاب، لذلك فقد تقدم الباحث بمقترح تصميمي بغرض توظيف المهارات المتوارثة في القرية في التعامل مع الجريد من خلال تصميم هيكل إنشائي (عمود و كمرة) منخفض الارتفاع بسقف مستوي، و قد اتفق فريق العمل على ملاءمة هذا التصميم حيث روعي في هذا التصميم التالي:

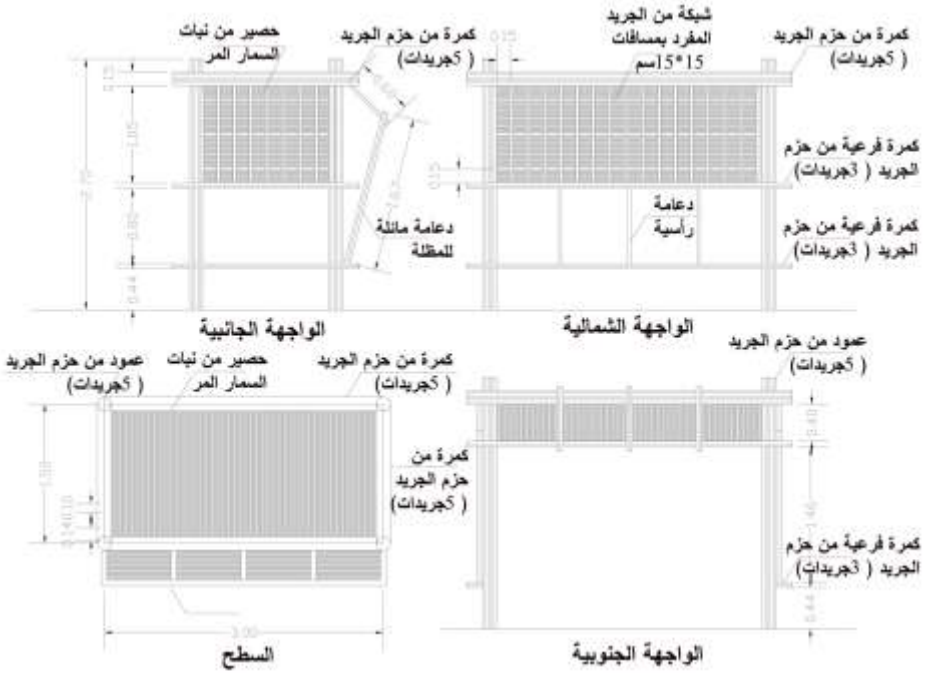
1- جعل النظام خفيفا قدر الإمكان و قابلا للنقل في حالة طلب تجار السوق ذلك.
2- أن يكون النظام سهلا و سريعا في البناء فيم لا يزيد عن يوم إلى يومين لتلبية احتياجات القرية من المظلات.

كما تم التصميم بمراعاة التوجيه، حيث يتم تقفيل الجانبين الشرقي و الغربي قدر الإمكان، و تخفيض مسطح التقفيل في الجانب الشمالي، بالاضافة إلى تصميم مظلة أفقية خاصة في الجانب الجنوبي[1] تبعا للمحاكاة في برنامج Ecotect بواسطة Solar Tool Optimized Shade.



شكل 5- 5 المحاكاة لحجب أشعة الشمس عن الواجهة الجنوبية من شهر مارس لشهر سبتمبر في برنامج Ecotect باستخدام Solar Tool
المصدر: الباحث

ثم تم عمل الرسومات التنفيذية (شكل5-6) لتحديد شكل التصميم و الواجهات و المظلة بالإضافة إلى حساب الكميات، كما تم عمل رسومات إنشائية لتصميم الحزم و تحديد عدد الجريد المكون لكل حزمة و طولها ليتم تقطيع هذه الأطوال المطلوبة بالاشتراك مع المهندسين الانشائيين في فريق العمل.



شكل 5- 6 الرسومات التنفيذية الخاصة بمظلة الجريد
المصدر: الباحث.

تم استخدام شبكة متعامدة من الجريد المفرد على مسافات 15*15سم مستوحاة من فكر الجريد المجدول الإماراتي (شكل 5-7) الذي تم مناقشته في الفصل الثالث و كان من أفضل تقنيات التكسية في مقارنات الفصل الرابع. هذه الشبكة تعمل على تدعيم النظام الانشائي Bracingو زيادة متانته حيث أن النظام خفيف بطبعه و يعتمد على حزم رأسية رفيعة على الأركان مما يضطر النظام إلى الاعتماد على دعامات شبكية للحفاظ على متانة و استقامة الحزم و حمايتها من الانحناء.

[1] الوكيل ,شفق، *المناخ و عمارة المناطق الحارة* ,الطبعة الثالثة) edn القاهرة، مصر: عالم الكتب, 1989.(

شكل 5- 7 ربط الحصير بشبكة الجريد المجدول
المصدر: Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 135).

شكل 5- 8 حصير السمار المر في بني سويف.
المصدر: الباحث

كما وقع الاختيار في تغطية المظلة على حصير نبات السمار المر في التكسية الداخلية للمظلة و الذي يظهر في شكل 5-8، و هو نبات ينتشر على جوانب الترع و المصارف في الصعيد المصري لكن تتركز مهارة غزله لتحويله إلى حصير في محافظات الفيوم و أسيوط و سوهاج، و ذلك بسبب خفة الحصير الناتج و ارتفاع قدرته على مقاومة العوامل المناخية و انخفاض التوصيل الحراري.

5-1-3 خطوات تجهيز الجريد

أ. الحصول على السعف الكامل

تجرى عملية تقليم النخيل و قطع الجريد الزائد فى شهري فبراير من كل عام للاناث من النخل قبل اجراء عملية التلقيح ، و يكون الناتج السنوى هو 20-25 جريدة من النخلة الواحدة ، هذا بالنسبة ، أما ذكور النخل فيمكن تقليمها فى أى وقت من العام – وبنفس الكمية - بعد استخدام طلعها فى تلقيح الاناث. ثم يتم تجميعهم في حزم تمهيدا للتجفيف كما يظهر في شكل 5-9.

شكل 5- 9 تحزيم الجريد الأخضر تمهيدا للتجفيف
المصدر: الباحث

ب. تجفيف السعف

يتم تجفيف السعف الناتج عن تقليم النخيل في الهواء حتى نسبة رطوبة 10% أو أعلى أو أقل بـ 2%، و ذلك بتعريض الجريد الأخضر (المقطوع حديثا) للشمس فى شكل حزم كما يظهر في شكل 5-3، و يتم تقليبها بعد يومين و ذلك حسب أسلوب من الأسلوبين التاليين و الذي يجري الاختيار بينهما حسب سرعة و جودة الجريد الجاف المطلوبة:

1. التجفيف بالترقيد (شكل 5-10): إذا تم التجفيف بنظام "الترقيد" أو بأسلوب وضع السعف بصورة متراكمة أفقيا لضمان استقامة السعف عندما ينتهي تجفيفه، أي يصل نسبة الرطوبة فيه إلى 30% أو أقل. يعيب هذا الأسلوب أنه بسبب انخفاض درجات الحرارة في الشتاء و عدم وجود أشعة الشمس المباشرة بصورة مستمرة في النهار تطول مدة التجفيف إلى حوالي 3 شهور.
2. التجفيف بالتوقيف (شكل 5-11): إذا تم التجفيف بنظام "التوقيف" أو بأسلوب سند السعف على الحائط رأسيا لتسريع تبخير الرطوبة الداخلية بسبب عدم وجود طبقات متراكمة لتصل إلى شهر واحد فقط، فإن ذلك يعني التضحية باستقامة الجريد الناتج حيث أنه يثبت على الشكل المنحني الذي اتخذه السعف عند سنده على الحائط.لذلك فبسبب اعتماد نظام الترقيد للتجفيف للحصول على جريد مستقيم قدر الإمكان يؤدي ذلك إلى انخفاض كميات الجريد الجاف المتوفرة.

شكل 5- 10أسلوب الترقيد في تجفيف السعف.
المصدر: الباحث في زيارة ميدانية لقرية القايات.

شكل 5- 11 أسلوب التوقيف في تجفيف السعف.
المصدر: الباحث في زيارة ميدانية لقرية القايات.

وبالنهاية تكون جميع المنتجات الثانوية لنخيل التمر – جريد و خوص و ليف- في أنسب حالة للاستخدام في الصناعات الصغيرة أو في البناء عندما تصل رطوبتها إلى 10-15 % حيث تكون قد اكتسبت قدرتها النهائية على مقاومتها للشد بالاضافة إلى مقاومتها للعوامل المناخية بسبب تبخر أغلب محتواها الرطوبي و بالتالي لا تتعرض للانكماش تحت درجات الحرارة المرتفعة. [1]

ت. استخلاص الجريد من السعف

يتنوع هدف تسديب الجريد حسب الاستخدام المطلوب، و معه تختلف وسيلة التسديب المستخدمة. فقد يكون الهدف من استخدام الجريد هو هدف الحصول على عناصر سميكة و مستقيمة لاستخدامها كعنصر انشائي أو كعنصر تظليل، هذا النوع من التسديب يتم في الموقع بالكامل يدويا على خطوتين:

1. يتم نزع الخوص عن السعف تمهيدا لاستخلاص الجريد كما يظهر في شكل 5-12.
2. يتم قطع الجزء السميك الملتوي من أول كل ساق (الركبة) بسبب زيادة انحنائها و انخفاض كثافتها و التي تجعلها ضعيفة انشائيا بساطور كبير الحجم كما يظهر في شكل 5-13. هذه الركب يتم تجميعها لتستخدم في صناعة الفحم أو صناعة مركبات الالياف Fiber Composites.

[1] Elmously, Hamed, 'THE INDUSTRIAL USE OF THE DATE PALM RESIDUES AN ELOQUENT EXAMPLE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT', in *PROCEEDINGS 4th International Congress on "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin"* (Cairo, Egypt: Proceedings, 2009), VOL. 1, 204-27 (p. 16).

شكل 5- 12نزع الاوراق عن السعف ليتم استخدامها في صناعة الحصير المنزلي أو صناعة Fiber Composites.
المصدر: الباحث

شكل 5- 13 قطع ركبة ساق الجريد في الموقع
المصدر: الباحث

شكل 5- 14 تسديب الجريد يدويا في الموقع
المصدر: الباحث

5-1-4 خطوات تنفيذ المظلة

أ. **قص الجريد(شكلي 5-15و5-16):** يتم قطع الجريد بالاطوال المستقيمة المطلوبة حيث يتم اختيار الاجزاء الاكثر استقامة. ثم يقوم أكثر العمالة مهارة باستخدام نصل حاد يتم تمريره بسرعة و بخفة على جوانب الجريدة رأسيا للحصول على جريد بقطاع مربع حوالي 2سم*2سم فأكثر كما يظهر في شكل 5-14.

ب. **التقفيل بحبال الكتان(شكلي 5-19 و5-20):** تتصف أبزيمات البلاستيك بقدرتها على الربط السريع أثناء تجميع الحزمة و مقاومتها للرطوبة، لكن يعيبها انخفاض مقاومتها لأشعة الشمس المباشرة، لذلك يتم استخدام حبال الكتان للتقفيل على الأبزيمات في كل أماكن الربط ما عدا مكان الربط تحت سطح التربة- حيث سيتم غرس كل حزمة تحت الأرض بعمق 30سم و ذلك لأن حبال الكتان لن تتحمل رطوبة و احتكاك التربة.

شكل 5- 15 قص الجريد: يتم استخدام المتر لتقطيع الجريد بالأطوال المطلوبة.
المصدر: الباحث.

شكل 5- 16 قص الجريد: عند تقطيع أكثر من جريدة بنفس الطول يتم استخدام أول جريدة تم قطعها كطول مرجعي لتقطيع باقي الجريد.
المصدر: الباحث

شكل 5- 17 تجمع الحزم: يتم وضع كل مجموعة رأسيا على سطح مستوي لتسوية النهايات
المصدر: الباحث.

شكل 5- 18 تجميع الحزم: يتم الربط بأربطة البلاستيك على مسافات متباعدة.
المصدر: الباحث.

ت. **التقفيل بحبال الكتان(شكلي 5-19 و5-20):** تتصف أبزيمات البلاستيك بقدرتها على الربط السريع أثناء تجميع الحزمة و مقاومتها للرطوبة، لكن يعيبها انخفاض مقاومتها لأشعة الشمس المباشرة، لذلك يتم استخدام حبال الكتان للتقفيل على الأبزيمات في كل أماكن الربط ما عدا مكان الربط تحت سطح التربة- حيث سيتم غرس كل حزمة تحت الأرض بعمق 30سم و ذلك لأن حبال الكتان لن تتحمل رطوبة و احتكاك التربة.

ث. **غرس الاعمدة(شكلي 5-21 و5-22):** يتم حفر أماكن أركان المظلة على عمق 30سم، ثم يتم وضع الأعمدة و صب الماء حولها، هذا الماء يتم عجنه بالتربة من الجوانب و دكها يدويا ثم غلق الحفرة و دكها.

شكل 5- 19 التقفيل بحبال الكتان: يتم فك حبال الكتان المجدول لتكون أرفع و أكثر قدرة على الربط
المصدر: الباحث

شكل 5- 20التقفيل بحبال الكتان: يتم التغطية بحبال الكتان على الرباط البلاستيكي.
المصدر: الباحث

شكل 5- 21غرس الأعمدة: يتم الحفر ثم صب الماء و "تهييل" التربة من الجوانب و دكها
المصدر: الباحث

شكل 5- 22 غرس الأعمدة: يتم تسوية التربة الرطبة و دكها حول العمود.
المصدر: الباحث

ج. **تثبيت العناصر الرئيسية(شكلي 5-23 و5-24):** يتم غرس الأعمدة الأربعة ثم يتم وضع الكمرات الأفقية الفرعية و الرئيسية.

ح. **وضع العناصر الأفقية للواجهات(شكلي 5-25 و5-26):** يتم اكمال وضع الكمرات الفرعية و العناصر الأفقية في شبكات الجريد ثم التقفيل على الأربطة البلاستيكية بحبال الكتان.

شكل 5- 23 تثبيت العناصر الرئيسية: وضع الكمرات الأفقية الفرعية في الواجهة الشمالية.
المصدر: الباحث

شكل 5- 24 تثبيت العناصر الرئيسية: وضع الكمرات الأفقية الرئيسية في الواجهتين الجانبيتين.
المصدر: الباحث

شكل 5- 25 وضع العناصر الافقية للواجهات: عمل الكمرات و القفيل على المفصلات بحبال الكتان.
المصدر: الباحث.

شكل 5- 26 وضع العناصر الأفقية للواجهات :يتم وضع العناصر الأفقية بالشبكات و ربطها بالاعمدة
المصدر: الباحث.

خ. **وضع العناصر الراسية للواجهات(شكلي 5-27 و5-28):** يتم وضع العناصر الرأسية بشبكات الجريد التي يتم ربطها بالكمرات الرئيسية و الفرعية و بالعناصر الافقية للشبكة، بالإضافة إلى ذلك يتم عمل دعامتين قطريتين من الجريد لضمان ثبات أكبر بين الأعمدة الأربعة.

د. **تثبيت المظلة(شكلي 5-29 و5-30):** يتم تثبيت الدعامات المائلة الخاصة بالمظلة عند العمودين الذين يحدان الواجهة الجنوبية، و ذلك بالتحديد عند التقاء الكمرات الافقية بالعمودين، ثم يتم تثبيت الكمرة العرضية بين الدعامتين مع وضع دعامات متوسطة لتثبيت الكمرة العرضية و لحمل حصير المظلة.

شكل 5- 27 وضع العناصر الرأسية للواجهات: يتضح ربط العناصر الرأسية بالكمرات و العناصر الأفقية.
المصدر: الباحث

شكل 5- 28وضع العناصر الرأسية للواجهات: يتم وضع العناصر الرأسية بالشبكة.
المصدر: الباحث.

شكل 5- 29 تثبيت المظلة: يتم تثبيت الدعامات المائلة بالكمرات الرئيسية و الفرعية.
المصدر: الباحث.

شكل 5- 30 تثبيت المظلة: يتم وضع كمرة عرضية للربط بين دعامات المظلة ثم وضع دعامات متوسطة.
المصدر: الباحث

ذ. **التقفيل النهائي للنظام الانشائي(شكلي 5-31 و5-32):** يتم عمل دعامات رأسية لرفع الكمرة الفرعية في الواجهة الشمالية، ثم يتم التقفيل على جميع المفصلات بحبال الكتان لضمان مفصلات أكثر تحملا لأشعة الشمس و الرطوبة.

شكل 5- 31 التقفيل النهائي للنظام الانشائي: يتم وضع الدعامات الرأسية في الواجهة الشمالية لمعالجة انبعاج الكمرة الفرعية.
المصدر: الباحث.

شكل 5- 32 التقفيل النهائي للنظام الانشائي: يتم المرور على جميع المفصلات و التقاطعات بخيط مستمر من حبال الكتان.
المصدر: الباحث

شكل 5- 33 الشكل النهائي للنظام الانشائي الخاص بالمظلة
المصدر: الباحث

لكن يلاحظ بعد الانتهاء من بناء المظلة أن هذا التطبيق اتصف بنقطتين سلبيتين كما يتضح في شكل 5-33 و هما:

1- بسبب طبيعة الجريد المنحنية- على عكس الاحشاب و البوص- حدث انبعاج واضح في الكمرات الأفقية و خاصة كمرة المظلة الكابولية التي حدث لها انبعاج شديد بالرغم من استخدام دعامات وسطية لتدعيم استقامة الكمرة، و كل ذلك في مظلة بأبعاد 3*1.5 م فقط، و ذلك بسبب انخفاض قطاع الحزمة و الذي نتج عنه عزم مقاومة انحناء منخفض.[1]
2- الاعتماد الكامل على الحبال في عمل المفصلات، مما يؤدي إلى وجود ضعف عام في المفصلات بسبب عدم احكامها القوي و عدم اعتمادها على الاحتكاك. بالإضافة إلى ذلك، فإن تأثير العوامل المناخية من رطوبة أو رياح قد يؤدي إلى إحداث خلخلة في مفصلات الحبال بسبب زيادة حركة الهواء أو حدوث أي ضعف أو تآكل للحبال.

2-5 تطوير التوظيف الانشائي لحزم الجريد

في الفصل الثالث، تم استعراض تجربتين قامت بهما ساندرا بيسيك في البناء بجريد النخيل بأسلوب الحزم العقدية المستوحى من الحزم العقدية بالبوص في المضيف العراقي، و الذي كان حلا سريعا لمشكلة انبعاج حزم الجريد عند استخدامها بأسلوب الكمرة و العمود و الذي لا يناسب طبيعة الجريد المنحنية كما يتضح في شكل 5-33. هاتان التجربتان هما نظام القبو المستمر (ص.131) و نظام القبو المتقاطع (ص.132).

[1] الزيارة الميدانية لقرية القايات –يناير 2016

شكل 5- 34 حزم البوص بالمضيف العراقي: الاعتماد على مساحات مقطعية كبيرة لزيادة عزم مقاومة الانحناء.
المصدر: Almssad, Asaad and Almusaed, Amjad, 'Building materials in eco-energy houses from Iraq and Iran', *Case Studies in Construction Materials*, 2 (2015), 42-54.

شكل 5- 35 نظام القبو المستمر: الاعتماد على الأعمدة البينية.
المصدر: Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 169).

شكل 5- 36 نظام القبو المتقاطع: ضرورة الانضباط على الوحدة الموديلية للامتداد
المصدر: Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]

5-2-1 تقييم الأداء الانشائي للحزم في التجارب السابقة

و بالرغم من أن الحزم العقدية تغلبت على مشكلة الانبعاج الذي حدث في المظلة و خفضت من الاعتماد على الحبال بصورة رئيسية في المفصلات، إلا أنها اتسمت بالتالي:

أ- في تقنية الحزم العقدية بالبوص(شكل 5-34): اعتمد التصميم الإنشائي على زيادة أقطار العقود إلى حوالي 55-70 سم من أجل زيادة مساحة قطاع العقد و بالتالي زيادة قدرة الحزم على تغطية البحر الكبير بدون حدوث تشوهات أو انهيار للعقد في بحر كبير يساوي حوالي 13 م[1]، مما أدى إلى ثقل النظام و زيادة كميات البوص المستخدم لزيادة عزم مقاومة الانحناء Moment of Inertia قدر الامكان.

ب- في نظام القبو المستمر (شكل 5-35): من أجل تخفيض المساحات المقطعية للحزم عن نظيرتها في نظام حزم البوص بالمضيف، فقد اعتمد النظام على جذوع النخل كأعمدة بينية على مسافات 3.25 متر مما قد يعيق استمرار و مرونة النشاط المقام بالمنشأ.[2]

ت- في نظام القبو المتقاطع (شكل 5-36): من أجل التخلي عن الأعمدة البينية و دون الاعتماد على زيادة المساحة المقطعية للحزم مثلما يحدث في حزم المضيف، فقد تم تطوير التشكيل ليكون عبارة عن قبة ثلاثية الأبعاد بدلا من عقد ثنائي الأبعاد.[3] لكن يعيب هذا النظام أنه عند الامتداد المستقبلي سيلزم تكرار الوحدة الموديولية 8*8 م بالكامل و ليس الامتداد حسب الحاجة، مما سيعيق استمرارية النشاط بين كل وحدتين بسبب حدوث فرق بين الارتفاع عند أضلاع الوحدة و الارتفاع في وسط الوحدة. بالإضافة إلى ذلك، فإن الانحناء المزدوج أدى إلى ضرورة الاعتماد على الأقمشة لتغطية المنشأ مما سيؤدي إلى اكتساب شكل الخيمة البدوية و هو غير متوافق مع الأغلبية من طرز البناء و الثقافة في الريف المصري.

لكن و لأن الرسالة تهدف بالأساس لتطوير منشآت سريعة متعددة الأغراض متوسطة المساحة تصلح للامتداد الأفقي منخفض التكاليف و المنسجم مع الطراز العمراني المحيط، فإن الحزم العقدية كعناصر بناء يلزم أن يتم توظيفها في نظام جديد يتصف بالآتي:

أ- المتانة الإنشائية: يغطي أكبر البحور الممكنة لاستيعاب أكبر قدر ممكن من الأنشطة العامة المتنوعة.

[1] Mandilawi, Asma, 'EFFECT OF DAYLIGHT APPLICATION ON THE THERMAL PERFORMA: IRAQI TRADITIONAL VERNACULA RESEDENTIAL BUILDINGS' (MSc, THE UNIVERSITY OF ARIZONA, COLLEGE OF ARCHITECTURE AND LANDSCAPE ARCHITECTURE, 2012), pp. 110-15.
[2] Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (pp. 168-73).
[3] Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]

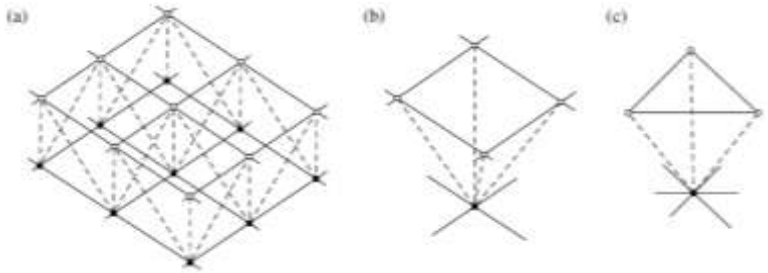
ب- مرونة الشكل و الوظيفة: لا يعتمد على وحدات موديولية ثابتة او أعمدة بينية قد تؤثر على استمرارية الأنشطة الداخلية.
ت- مفصلات بسيطة و عالية المتانة: ألا تعتمد المفصلات على الحبال بصورة رئيسية و في نفس الوقت تكون مفصلات بسيطة و مرنة و سهلة التنفيذ.

2-2-5 فكر التصميم الفراغي Space Frame

جاء تصميم العقود المتقاطعة في نظام القبو المتقاطع لتقوم بنقل وزن النظام للأرض بدون الاعتماد على الأعمدة المستخدمة في نظام القبو المستمر، بحيث يتم ضمان أن يقوم كل عقد بحمل عقد آخر، و في نفس الوقت يكون محمولا بدوره على عقد آخر، و بالتالي يتم توزيع القوى بصورة أكثر كفاءة تجعل تغطية بحر 8 م ممكنا باستخدام عقود من الجريد لا يزيد قطرها عن 20 سم[1]. و بالتالي تطور الفكر من عقد ثنائي الأبعاد معتمد على أعمدة بينية إلى قبة ثلاثية الابعاد تحمل ذاتها، و هذا بالتحديد هو فكر التصميم الفراغي.

استخدم هذا الفكر الانشائي في العديد من أنواع المباني التي تستلزم بحور كبيرة مثل الملاعب الرياضية و المعارض و الورش و المطارات. و يعرف النظام الإنشائي الفراغي بأنه نظام يعتمد على تجميع مجموعة من العناصر التي تم ترتيبها خاصة للتوافق مع اتجاه حركة القوى في الأبعاد الثلاثة[2]، و قد بدأت هذه الأنظمة كشبكة ثنائية الأبعاد من العناصر الانشائية على هيئة جمالون عادي، هذا الجمالون المسطح يتعرض لاجهادات انحناء مرتفعة عند تغطية بحور عريضة يتم مقاومتها سواء بزيادة قطاعات العناصر الإنشائية في الجمالون أو التحول إلى شبكة إنشائية مزدوجة، بحيث يتحول النطام إلى جمالون ثلاثي الأبعاد أو جمالون فراغي.[3]

هذا التحول هو الذي شكل فكرة الأنظمة الإنشائية الفراغية، و هي تحويل قطاع الكمرة أو العنصر المنفرد لقطاع من مضلع بـ 3 أضلاع – بقطاع مثلث . يتم استخدام المثلث عادة لأنه أقوى الأشكال حسب تحليل القوى- أو أكثر لزيادة عزم الانحناء، حيث تكون عناصر الجمالون ثلاثية الأبعاد، مما يوفر ثبات أعلى من الجمالون العادي الذي يعتمد على أن تكون العناصر ثنائية الأبعاد في مستوى واحد، و بالتالي تقل القوى التي تمر في العنصر الإنشائي الواحد في الجمالون الفراغي عن نفس العنصر في الجمالون المسطح. هذا الفكرة نشأت كاستجابة لفكر باك مينسترفولر في القبة الجيوديسية الذي يعتمد على استخدام العناصر بصورة ثلاثية الأبعاد على شكل مثلثات متداخلة و ليست عناصر ذات مستوى واحد.[4]



شكل 5- 37 الشبكة المزدوجة و التشكيل الهرمي في الأنظمة الإنشائية الفراغية
المصدر: Tien T. Lan, 'Space Frame Structures', in *Handbook for Structural Engineering*, ed. by W. Chen, 2nd edn (Tokyo, Japan: CRC Press, 2005), pp. 24-50 (p. 6).

[1] Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]
[2] IASS (International Association for Shell and Spatial Structures), 'Working Group on Spatial Steel Structures', *Analysis, design and realization of space frames IASS*, XXV (1984), 1-114 (p. 6).
[3] Lan, Tien T., 'Space Frame Structures', in *Handbook for Structural Engineering*, ed. by W. Chen, 2nd edn (Tokyo, Japan: CRC Press, 2005), pp. 24-50 (pp. 4-5).
[4] جريشة، هشام *فقراء العمارة: ردا على كتاب عمارة الفقراء للمعماري حسن فتحي*)القاهرة، مصر: مكتبة الانجلو المصرية, 2015.(ص 76-78).

و يعتبر أشهر شكل للجمالون الفراغي هو ذلك المعتمد على وحدة هرمية متكررة للاستفادة من خصائص المثلث و الهرم المتميزة في تحليل و وتوزيع القوى مما يوفر أعلى ثبات ممكن، سواء كان كتغطية أو ككوبري حتى في المناطق التي تعاني من أخطار الزلازل بسبب الخصائص التالية[1]:

1- الوزن الخفيف للنظام و الذي يعتمد على اتجاه توزيع العناصر و ليس كمية العناصر المستخدمة، حيث يكون الهدف هو توزيع العناصر بصورة تجعل توزيع و نقل الاحمال يتم بصورة محورية و موازية للاتجاه الطولي للعنصر لضمان أكبر عزم لمقاومة الانحناء.
2- القابلية المرتفعة على تغطية بحور كبيرة بسبب استخدام عناصر في مستويات ثلاثية الأبعاد مما يؤدي إلى انخفاض نسبة التشوهات التي قد تحدث للمنشأ .
3- مرونة التشكيل و التي تجعل النظام قابلا للاستخدام في التصميمات المختلفة مع قابلية للامتداد.
4- امكانية تجهيز العناصر بالكامل قبل استخدامها داخل أو خارج الموقع بالكامل قبيل التركيب، و هذا يعني سرعة في الانشاء و سهولة في نقل و تركيب العناصر.

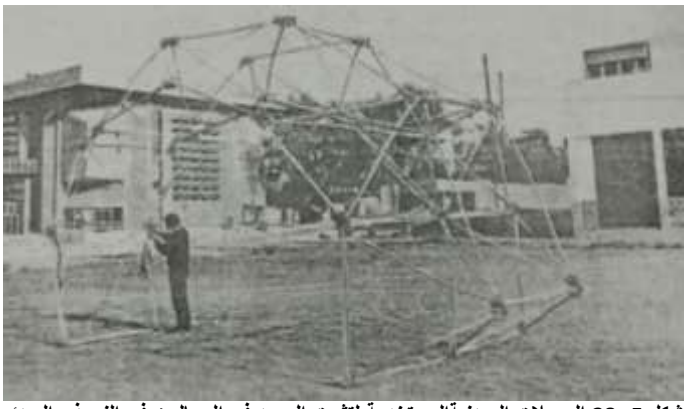
لكن يواجه هذا النظام تحديا هاما و هو ارتفاع تعقيد المفصلات بين العناصر، حيث تلعب المفصلات دورا هاما في نقل أحمال السقف بحيث تتصرف كل العناصر ككيان واحد متماسك.

3-2-5 التجارب البحثية السابقة لاستخدام الجريد في الجمالونات

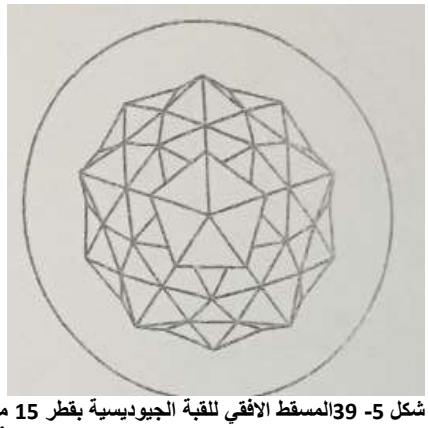
تمت مجموعة من الدراسات السابقة التي تتعلق بتطوير استخدام جريد النخيل في التغطية الخفيفة للمسطحات الواسعة ، سيتم استعراض تجربتين بحثيتين سابقتين كان هدفهما هو تصميم جمالونات باستخدام الجريد كالتالي:

أ. تجربة الجمالون الفراغي الهرمي:

في عام 2011، قام الباحث الدكتور نادر حسن المعاجيني بعمل أول جمالون فراغي نموذجي من جريد النخيل كما يظهر في شكل 5-38، حيث بدأ الباحث بإقامة نموذج تجريبي بدون حسابات سابقة للاجهادات لتحويل الفكرة الى واقع، و قد تم تصميم وصلة معدنية بسيطة لتجميع الأضلاع المتلاقية معا المصنوعة من جريد النخيل. و قد كانت هذه الوصلة هي التحدي الأكبر بسبب طبيعة الجريد غير الثابتة. [2]



شكل 5- 38 الوصلات المعدنيةالمستخدمة لتثبيت الجريد في الجمالون في النموذج المبدئي المصدر: المعاجيني ، نادر، 'استخدام الخامات المحلية في صنع الاسقف منخفضة التكاليف' (رسالة دكتوراه, جامعة عين شمس, معهد الدراسات و البحوث البيئية, 2001.(ص.82)



شكل 5- 39المسقط الافقي للقبة الجيوديسية بقطر 15 متر المصدر: المعاجيني ، نادر، 'استخدام الخامات المحلية في صنع الاسقف منخفضة التكاليف' (رسالة دكتوراه, جامعة عين شمس, معهد الدراسات و البحوث البيئية, 2001.(ص.82)

[1] Lan, Tien T., 'Space Frame Structures', in *Handbook for Structural Engineering*, ed. by W. Chen, 2nd edn (Tokyo, Japan: CRC Press, 2005), pp. 24-50 (pp. 4-5). Lan, Tien T., المرجع السابق

[2] المعاجيني ، نادر، 'استخدام الخامات المحلية في صنع الاسقف منخفضة التكاليف' (رسالة دكتوراه, جامعة عين شمس, معهد الدراسات و البحوث البيئية, 2001.(ص. 75-82).

اختار الباحث الجمالون الفراغي كتصميم انشائي لتوظيف الجريد، و ذلك لأنه مادة خام خصبة يمكن منها انتاج مختلف أشكال الاسقف لتغطية كافة الفراغات المعمارية و الذين يشملوا السقف المنبسط و السقف المتعرج و السقف المنحني. و تكون الوحدة البنائية للجمالون الفراغي عبارة عن هرم رباعي أو هرم سداسي. و في رسالة الباحث، فقد تم افترض جمالون فراغي بأبعاد 3*3 متر و الذي يظهر بشكله النهائي بعد التنفيذ في شكل 5-41، بالاضافة الى قبة جيوديسية قطر 15 متر و يظهر مسقطها الأفقي في شكل 5-39. [1]

و كان التحدي الرئيسي في عمل وحدة الجمالون الفراغي هي كيفية تصميم مفصلات لتجميع أضلاع الهرم و المكونة من الجريد، و ذلك لأن الجريد لا يمكن تحويل أطرافه الى قلاووظ و لأن المفصل الكروي المعتاد مكلف و غير بسيط التشغيل، لذا كان الهدف هو تطوير وصلة رخيصة و بسيطة التشغيل.

1. قواعد تصميم الجمالون الفراغي من الجريد[2]:

1- توحيد الأبعاد الخاصة بالعناصر الإنشائية في الجمالون لتسهيل عملية تصنيع المفصلات و تركيب العناصر في هذه المفصلات.
2- الثبات على مساحة مقطع موحدة للعناصر لتخفيض اجهادات الجمالون و توزيعها بالتساوي على هذه العناصر بدون حدوث تزايد تدريجي في هذه الإجهادات أو الاضطرار إلى تصنيع عناصر بمساحات مقطع مختلفة.
3- تصميم وصلة موحدة للربط بين العنصر سواء في الشبكة العلوية أو السفلية.

شكل 5- 40 وصلة حرف الـ U لضم العناصر الانشائية
المصدر: Raga, Tamer, 'USE OF PALM MIDRIBS AS STRUCTURAL ELEMENTS' (MSc Thesis, Ain Shams University, Department of Engineering, 2010), p. 60.

شكل 5- 41 نموذج الجمالون الفراغي بحر 3 متر
المصدر: Raga, Tamer, 'USE OF PALM MIDRIBS AS STRUCTURAL ELEMENTS' (MSc Thesis, Ain Shams University, Department of Engineering, 2010), p. 60.

2. خطوات التنفيذ[3]

1- تحويل الجريد الى شرائح 10*10 مم بواسطة ماكينة السلخ.
2- استخدام اليوريا فورمالهايد تركيز 62% كمادة لاصقة مع استخدام حمض الستريك كمصلد لها لها 4% من المحتوى الصلد للمادة، بحيث يكون استخدام المادة اللاصقة 348 جرام لكل مترمربع.
3- تحويل الجريد الى وحدات نمطية و هي قضبان من بقطاع 10 متر مربع بطول 1م لتكون أضلاع مسبقة التجهيز للوحدة البنائية للجمالون الفراغي.
4- تثبيت العناصر الانشائية ببعضها بواسطة وصلة رخيصة و بسيطة التشغيل، و هي عبارة عن اسطوانة يتم لحام قطع من الحديد بها على الزوايا المطلوبة للجمالون بحيث يتم تجميع جريد النخيل على تلك الأجزاء الحديدية مباشرة بواسطة مسامير رباط شكل حرف U . تظهر تفاصيل الوصلة في شكل 5-40.

[1] المعاجيني ، نادر، 'استخدام الخامات المحلية في صنع الاسقف منخفضة التكاليف' (رسالة دكتوراه, جامعة عين شمس, معهد الدراسات و البحوث البيئية, 2001.(ص130-137)
[2] مرجع سابق،(ص235)
[3] مرجع سابق، (ص.234-235).

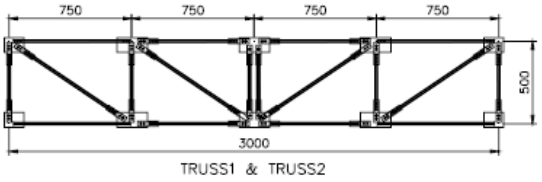
5- تصميم الجمالون الفراغي بحيث يكون مكونا من وحدة بنائية هرم رباعي بطول الضلع 1 متر، و يكون عمق الجمالون 70.7 سم لتتساوى جميع عناصر الجمالون، الذي سيتحمل ضغوط 25-50-75 كحم لكل متر مربع بالاضافة الى وزنه الذاتي 250 كجم.

كان التحدي الأكبر أمام هذا العمل البحثي أن الجمالونات الفراغية بطبعها تعتمد على مفصلات معقدة، مثل استخدام المفصل الكروي المثقب لاستيعاب أطراف عناصر الوحدات المتكررة. و بما أن عناصر الجريد لم تكن جميعها بالمقاسات المتساوية بالضبط، فقد استخدم الباحث هنا المفصلة سابقة الذكر لتوفير أكبر قدر من المرونة ليتم شد المفصلة لتكون محكمة على أطراف العناصر.[1]لكن المشكلة الأكبر في هذه المفصلة هي أنها ستعتمد على مسامير حرف U عالية القوة و ليست المسامير المصنوعة من الاستيل العادي. بالاضافة إلى ذلك، فإن النظام بسبب اختلاف معدلات التمدد و الانكماش للحديد و الجريد، يتوقع وجود تفكك جزئي في المفصلات و خاصة في الظروف المناخية المتغيرة مثل الرياح و تغيرات درجات الحرارة. [2] و بالتالي، فإنه يلزم الاعتماد على مفصلات ذاتية تشكلها ترابط العناصر الإنشائية مع بعضها بدون الاعتماد على الاستيل او الحبال بصورة رئيسية.

ب. تجربة الجمالون القطري : [3]

لذلك قام الباحث تامر رجائي بعمل مجموعة من الاختبارات في ورشة كلية الهندسة بجامعة عين شمس في 2010 للبحث عن أسلوب أفضل في عمل المفصلات لتكون أقل تكلفة و تعقيدا من المفصلات في بحث تامر المعاجيني. ذلك بهدف عمل جمالون مسطح ببحر 3م يمكن عمله بواسطة العمالة المنتشرة في مصر بدون الاحتياج إلى مهارات خاصة في الحدادة، بحيث تكون مستوحاة من تقنية تصنيع أقفاص الخبز العادية، لذلك فقد تم القيام باختبار 3 جمالونات و هي :[4]

1- الجمالون الأول: يعتمد على الدعامات القطرية مع مفصلات قائمة معتمدة على الشرائح الحديدية Steel Platesو المسامير. تظهر تفاصيل هذا الجمالون في الأشكال 5-42، 5-43 و 5-44.
2- الجمالون الثاني: يعتمد على الدعامات القطرية مع مفصلات T Bearing Bolted Joints باستخدام المسامير. تظهر تفاصيل هذا الجمالون في الأشكال 5-45، 5-46 و 5-47.
3- الجمالون الثالث: يعتمد على طبقات متلاصقة من الدعامات العمودية مع مفصلات Bearing Bolted Joints T تعتمد على التثقيب داخل عناصر الجريد . تظهر تفاصيل هذا الجمالون في الأشكال 5-48، 5-49 ، 5- 50 و 5-51.



شكل 5- 42 رسم الجمالون الأول.
المصدر: Raga, Tamer (MSc Thesis, Ain Shams University, Department of Engineering, 2010), p. 125.

شكل 5- 43 استخدام شرائح الاستيل في المفصلات.
المصدر: Raga, Tamer (MSc Thesis, Ain Shams University, Department of Engineering, 2010), p. 133.

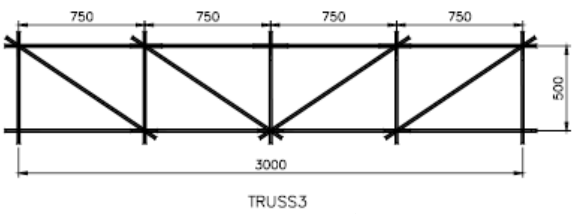
شكل 5- 44 استخدام الاربطة البلاستيكية لجمع العناصر.
المصدر: Raga, Tamer (MSc Thesis, Ain Shams University, Department of Engineering, 2010), p. 132.

[1] المعاجيني ، نادر، 'استخدام الخامات المحلية في صنع الاسقف منخفضة التكاليف' (رسالة دكتوراه, جامعة عين شمس, معهد الدراسات و البحوث البيئية, 2001.(ص132-134)

[2] Raga, Tamer, 'USE OF PALM MIDRIBS AS STRUCTURAL ELEMENTS' (MSc Thesis, Ain Shams University, Department of Engineering, 2010), pp. 56-60.

[3] مرجع سابق, pp. 46-179.

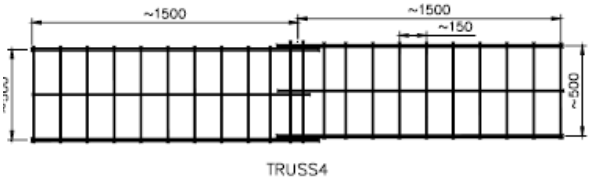
[4] مرجع سابق, pp.124-173



شكل 5- 45 رسم الجمالون الثاني.
المصدر: Raga, Tamer (MSc Thesis, Ain Shams University, Department of Engineering, 2010), p. 125.

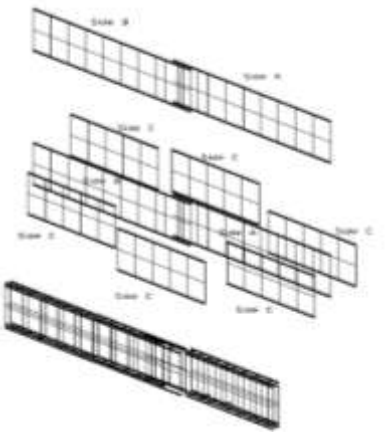
شكل 5- 46اختبار قدرة الجمالون الثاني.
المصدر: Raga, Tamer (MSc Thesis, Ain Shams University, Department of Engineering, 2010), p. 135.

شكل 5- 47الاعتماد على المسامير في المفصلات.
المصدر: Raga, Tamer (MSc Thesis, Ain Shams University, Department of Engineering, 2010), p. 141.



شكل 5- 48 رسم الجمالون الثالث.
المصدر: Raga, Tamer (MSc Thesis, Ain Shams University, Department of Engineering, 2010), p. 125.

شكل 5- 49 استخدام دعامات قطرية اضافية.
المصدر: Raga, Tamer (MSc Thesis, Ain Shams University, Department of Engineering, 2010), p. 145.



شكل 5- 50 طبقات الجمالون الثالث.
المصدر: Raga, Tamer (MSc Thesis, Ain Shams University, Department of Engineering, 2010), p. 144.

شكل 5- 51 المفصلات بين طبقات الجمالون الثالث.
المصدر: Raga, Tamer (MSc Thesis, Ain Shams University, Department of Engineering, 2010), p. 145.

و قد وجد أن الجمالون الثالث كان هو الاضعف، ثم يليه الجمالون الاول بسبب عدم وجد تجانس في توزيع الاحمال بين عناصر الجريد و شرائح الاستيل. لذلك قد كان الجمالون الثاني هو الافضل و الأكثر مرونة، و خاصة أنه اعتمد فقط على مسامير للربط بدون الاحتياج إلى تكاليف إضافية أو مهارات حدادة متخصصة بالإضافة إلى اعتماده على مفصلات مستمرة، مما يجعل هذا الجمالون أفضل من الجمالون الفراغي الذي قام به الباحث نادر المعاجيني بسبب كفاءته الاقتصادية

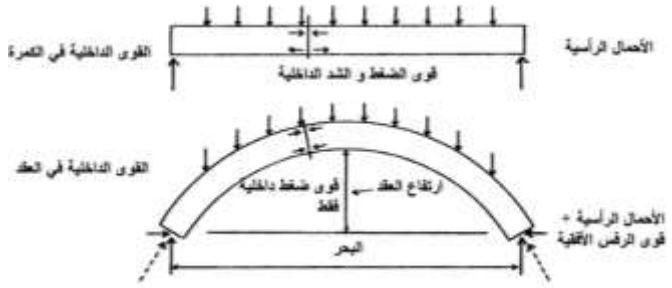
5-2-4 اختيار تصميم الجمالون المناسب لحزم الجريد

سبق أن تم التوصل إلى أن استخدام الحزم العقدية يتناسب طبيعة الجريد المنحنية التي تظهر عندما يتعدى طول العنصر الانشائي 2 متر، و ذلك استنادا للتجارب السابقة باستخدام الحزم العقدية بالجريد و مقارنتها بتجربة بناء المظلة بقرية القايات. و في تجربة الجمالون القطري اتضح أن الاعتماد على المفصلات المستمرة بدون استخدام ألواح خاصة للتثبيت هي الاقوى و الأقل تعقيدا. لذلك، فإن الاعتماد على العقود يقلل من الزوايا القائمة و الأركان ، مما يختصر من كمية و تعقيد المفصلات التي سيتم الاحتياج إليها في التنفيذ و يعزز امكانية تصميم المفصلات المستمرة، بحيث يكون الاحتكاك

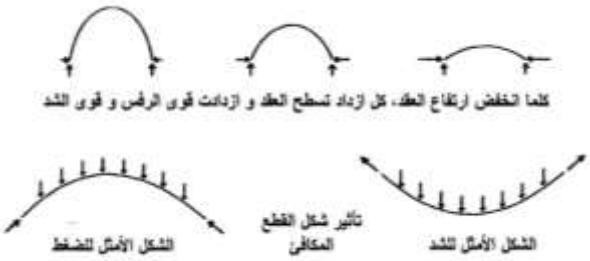
عبر إدخال طرف أي عنصر داخل عنصر آخر مستمر كافيا كمفصلة مبدئية بدون الاعتماد الأساسي على الحبال أو المسامير المعدنية.

أ. عقد القطع المكافئ و الاعتماد على قوى الضغط

يعتمد المبدأ الرئيسي لتصميم العقود على تغطية بحر معين باستخدام الضغط الداخلي فقط، و ذلك على عكس القوى الداخلية للكمرات الأفقية المستقيمة و التي تتكون من الضغط و الشد. حيث يتم تحويل عزم الانحناء Bending Moment الناجم عن الأحمال الساقطة على العقد إلى قوى ضغط مع تقليل قوى الشد قدر الإمكان (كما يظهر في شكل 5-52) حتى تستطيع العناصر تحملها مع تقليل قوى الرفس Thrust الناتجة عن الشد و هي قوة تجعل طرفي العقد في الأرض يندفعان إلى الخارج- باستخدام عناصرإضافية مثل الدعامات الداخلية أو الخارجية بالإضافة إلى الأساسات.[1]



شكل 5- 52 الأداء الإنشائي و القوى الداخلية في الكمرة و العقد.
المصدر: Ambrose, James and Tripney, Patrick, *Building Structures*, 3rd edn (London, UK: John Wiley & Sons, 2012) (p. 31).



شكل 5- 53تأثير شكل و تصميم العقد على أدائه الإنشائي
المصدر: Ambrose, James and Tripney, Patrick, *Building Structures*, 3rd edn (London, UK: John Wiley & Sons, 2012) (p. 31).

و لاستيعاب أهمية و تأثير تشكيل العقد على أدائه الإنشائي، فإنه يجب الانتباه إلى أنه كلما زادت النسبة بين ارتفاع العقد و طول البحر الذي يغطيه، كلما ازداد تسطحه زادت نسبة قوى الشد الداخلية كما ازداد قوى الرفس. ولا يتحقق المبدأ المثالي في الاعتماد الكامل على قوى الضغط إلا في الشكل الطبيعي للعقد كما يتضح من شكل 5-53، و هو الشكل الذي يحدث عندما يتكون عقد مفرد لتغطية بحر معين بدون أي أساليب مقاومة لعزم الانحناء في قاعدته و عند توزيع الأحمال بالتساوي على طوله، يكون هذا العقد الناتج على شكل قطع مكافئParabola ، و هو عقد تتلاشى به قوى الشد الداخلية و تتحول بالكامل إلى قوى ضغط، و بالرغم من زيادة قوى الرفس في هذا النوع، إلا أنه يستخدم كثيرا في تغطية البحور الكبيرة في الجسور التي تعتمد على استخدام الحديد للاستفادة من خفة وزن المادة و خفض تعقيد المفصلات المستخدمة حيث تكون مهمتها مواجهة الضغط فقط.[2]

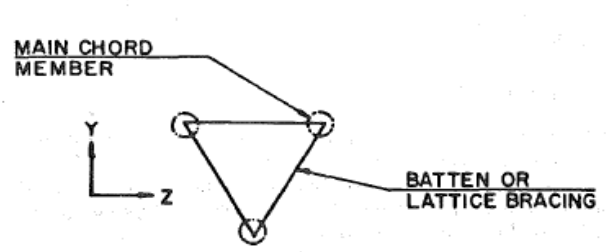
إن توزيع القوى بتوازن عند استخدام شكل عقد القطع المكافئ، يؤدي إلى تحويل الاحمال الواقعة على العقد بما فيها حمل العقد الذاتي إلى قوى ضغط، هذه القوى تحمي العقد من حدوث أي تفكك أو انهيار داخلي في العقد نفسه أو عند وجود أي دعامات داخلية مشتركة معه. و بالتالي فإنه نظريا، يمكن توقع أن يكون شكل القطع المكافئ لعقود الجريد هي الأفضل للأسباب التالية[3]:

1- أنه مصمم خصيصا لتغطية بحور كبيرة باستخدام عناصر خفيفة.
2- أنه لا يلقي حملا على الحبال التي ستستخدم لربط حزم العقود بسبب عدم وجود قوى شد تؤدي لحدوث أي قوة جانبية Lateral Forces تهدد من سلامة الحبال أو تفكك الحزم.

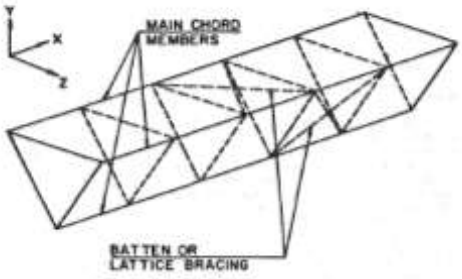
[1] Ambrose, James and Tripney, Patrick, *Building Structures*, 3rd edn (London, UK: John Wiley & Sons, 2012) (pp. 30-32).
[2] المرجع السابق
[3] المرجع السابق

ب. أسلوب تجميع الحزم في المستوى ثلاثي الأبعاد

عند تنفيذ مظلة القايات و في التجارب البحثية السابقة، كان التحديان الرئيسيان هما نوعية المفصلات المستخدمة بالاضافة إلى حدوث انبعاجات واضحة في العناصر المستقيمة من الجريد. و بالتالي فإن خطوتا الجمالون الفراغي الذي نفذه (نادر المعاجيني، 2001)[1] و الجمالون المستوي الذي نفذه (تامر رجا، 2010)[2] يمهدان لتصميم جمالون يجمع بين التصميم الهرمي في الجمالون الفراغي بالاضافة إلى بساطة المفصلات المستمرة على شكل حرف T كما يظهر في شكلي 5-54 و 5-55. هذا يتوفر في تصميم الجمالون الفراغي المثلث Triangular Space Truss الذي يتميز بأنه أكثر خفة و يتمتع بثبات إضافي مع استخدام عناصر إنشائية أقل، بحيث يكون مستقر ذاتيا بدون الاعتماد على عناصر أخرى أو تدعيم إضافي للحصول على مقاومة للقوى الجانبية و الرياح في التكوين نفسه.[3]



شكل 5- 54 قطاع في جمالون فراغي مثلث
المصدر: Dufree, Robert, 'Analysis and Design of A Triangular Cross Section Truss for a Highway Bridge', *Journal of Structural Engineering*, 113 (1987), 2399-414 (p. 2).



شكل 5- 55 مكونات الجمالون الفراغي المثلث .
المصدر: Dufree, Robert, 'Analysis and Design of A Triangular Cross Section Truss for a Highway Bridge', *Journal of Structural Engineering*, 113 (1987), 2399-414 (p. 2).

يتميز الجمالون الفراغي المثلث بتواجد فكرة المفصلات المستمرة بسبب استخدام عناصرمستمرة لعمل الـ 3 أضلاع Chordsالخاصة بالمثلث الذي يتكون عند عمل قطاع عرضي في الجمالون، هذه العناصر المستمرة يتم استخدامها لعمل مفصلات T مع الدعامات القطرية Web Membersالتي توزع الأحمال بالتساوي باتجاه موازي للمحور الطولي للعناصرالتي تشكل مثلثات بدورها لتوحيد الأضلاع الثلاث ليكون الجمالون الفراغي المثلث عنصر إنشائي موحد.[4, 5]

بالإضافة إلى ذلك، تطور الجمالون الفراغي المثلث إلى الجمالون الفراغي المثلث العقدي للاستفادة من قدرات العقد في تحويل عزوم الانحناء Bending Moment إلى قوى ضغط Compression و تخفيض قوى الشد قدر الإمكان مما يخفض من الاجهاد الواقع على المفصلات و يوفر استقرارا أعلى للنظام[6]، فقط تطور معه فكر الجمالون الفراغي ليكون جمالون عقدي فراغي Arched Space Truss، ليجمع بين فوائد العقد و فوائد الجمالون الفراغي كما يظهر في شكل 5-56 .

[1] المعاجيني ، نادر، 'استخدام الخامات المحلية في صنع الاسقف منخفضة التكاليف' (رسالة دكتوراه, جامعة عين شمس, معهد الدراسات و البحوث البيئية, 2001.(

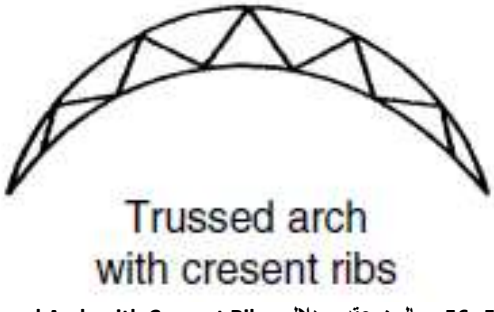
[2] Raga, Tamer, 'USE OF PALM MIDRIBS AS STRUCTURAL ELEMENTS' (MSc Thesis, Ain Shams University, Department of Engineering, 2010).

[3] Ambrose, James and Tripney, Patrick, *Building Structures*, 3rd edn (London, UK: John Wiley & Sons, 2012) (p. 202).

[4] James Ambrose and Patrick Tripney, مرجع سابق, (p.102).

[5] Dufree, Robert, 'Analysis and Design of A Triangular Cross Section Truss for a Highway Bridge', *Journal of Structural Engineering*, 113 (1987), 2399-414 (pp. 1-2).

[6] Ambrose, James and Tripney, Patrick,مرجع سابق, (pp. 30, 100).



شكل 5- 56 جمالون عقدي هلالي Trussed Arch with Cresent Ribs
المصدر: Ambrose, James and Tripney, Patrick, *Building Structures*, 3rd edn (London, UK: John Wiley & Sons, 2012) (p. 101).

شكل 5- 57 جسر Changchun Yitong في شنغهاي، يتضح حدوث الاتزان بسبب تقابل العقدين المائلين و هو مثال على الجمالون العقدي الهلالي
المصدر: 'Changchun Yitong River Bridge', in *CPIC Bridge & Steel Constructions: Partner for Europe and Arab Area* <http://www.cpic.de/en/changchun-yitong-river-bridge.php> [accessed 9 March 2016]

و قد تم استخدام هذا النظام في العديد من المشروعات التي تتطلب استقرارا مرتفعا و بحورا كبيرة مثل الكباري مثل جسر Changchun Yitongفي شنغهاي و الذي يظهر في شكل 5-57.[1] و هو أن يشكل الجمالون الفراغي المثلث على هيئة عقد، بحيث يتميز بخصائص العقد من خفة و استقرار و هو يعمل كضلع رئيسي Chord، بالاضافة إلى اعتماده على عدد أقل من الدعامات القطرية Web Members الموازية لاتجاه حركة القوى (بصورة عمودية على منحنى العقد الخارجي و منحنى العقد الداخلي) لنقل القوى هيكليا بسبب انخفاض خطر الانبعاجات و التشوهات حيث أن العقود تعمل على نقل الأحمال رأسيا بصورة أفضل من نقل الأحمال بواسطة العناصر الأفقية المستقيمة.

3-5 تحليل امكانيات الجمالون الفراغي المثلث العقدي Arched Triangular Space Trussباستخدام جريد النخيل

بناء على دراسة امكانيات العقود و الجمالون الفراغي المثلث العقدي، فإنه بدلا من استخدام شبكة كثيفة من العقود المتعامدة بالنظام الذي نفذته ساندرا بيسيك[2]، يمكن تحويل شكل العقد الواحد من حزمة اسطوانية منحنية على شكل عقد بمقطع دائري منخفض عزم مقاومة الانحناء إلى عنصر إنشائي مستقل و هو الجمالون الفراغي المثلث العقدي بعزم مقاومة انحناء أعلى، مما يعني توفير قابلية أعلى لاستخدام الفراغ و مرونة التغيير و الامتداد المستقبلي بدون الحاجة إلى تكرار وحدة موديولية كاملة او الالتزام بشكل القبة أو الخيمة.

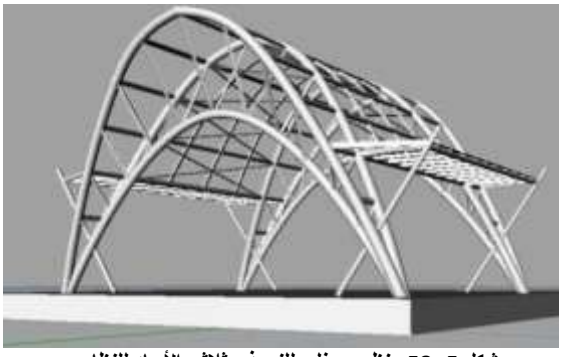
بالإضافة إلى ذلك، فإنه بتصميم العقود على شكل القطع المكافئ، يتوازن توزيع الأحمال على العقد مما يؤدي إلى تحويل الأحمال إلى قوى ضغط فقط بدون قوى شد قدر الإمكان. هذا يجعل المفصلات المعتمدة على الاحتكاك Friction Connections كافية لعمل الجمالون الفراغي دون الاحتياج إلى مفصلات معدنية أو الاعتماد على الحبال، حيث يكون إدخال طرفي أي عنصر في حزم العقود المستمرة كفيلا بتثبيت العنصر بسبب زيادة الضغط و عدم وجود قوى شد.[3]

لذلك فقد تم تصميم هذا النظام ليغطي بحر 8 م بصورة مبدئية يمكن زيادته أو خفضه حسب نتائج المحاكاة لقياس امكانيات النظام. بحيث يعتمد على جمالونات فراغية عقدية Arched Triangular Space Truss يمكن تكرارها طوليا حسب الحاجة، مما يمكنه من تغطية بحور كبيرة مع إمكانية استخدام أجزاء خاصة من المنشأ كسقف مستوي، حيث

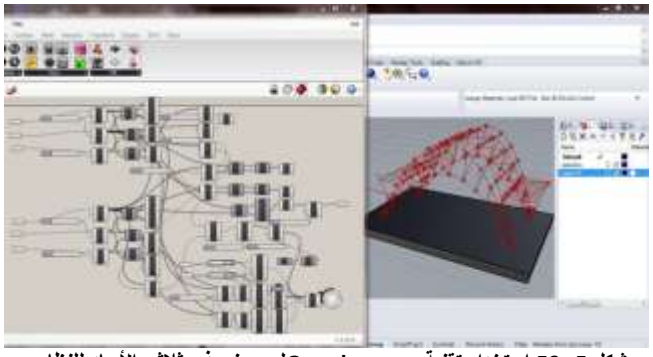
[1] Chen, Len, Li, Xuchun and Sun, Wenbo, 'Stability Analysis of a Long-Span Double-Arch-Support Steel Structure', in *Modelling and Computation in Engineering* (London, UK: Taylor & Francis Group, 2013), II.
[2] Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]
[3] Ambrose, James and Tripney, Patrick, *Building Structures*, 3rd edn (London, UK: John Wiley & Sons, 2012) (pp. 30-32).

تم استخدامات قوائم رأسية جانبية لرفع الأسقف المستوية الجانبية، و ذلك للإشارة إلى امكانية تصميم المنشأ من أعلى لأن يكون بسقف مستوي.

و قد تم رسم الشكل المبدئي باستخدام برنامج Rhinosceros 5 بالاستعانة بتقنية Grasshopper للتصميم البارامتري من أجل توفير الوقت عند الحاجة للتعديل سبب أي ملاحظات ترد لدى الباحث عند التنفيذ أو ملاحظات عند المحاكاة الإنشائية باستخدام برنامج SAP2000.

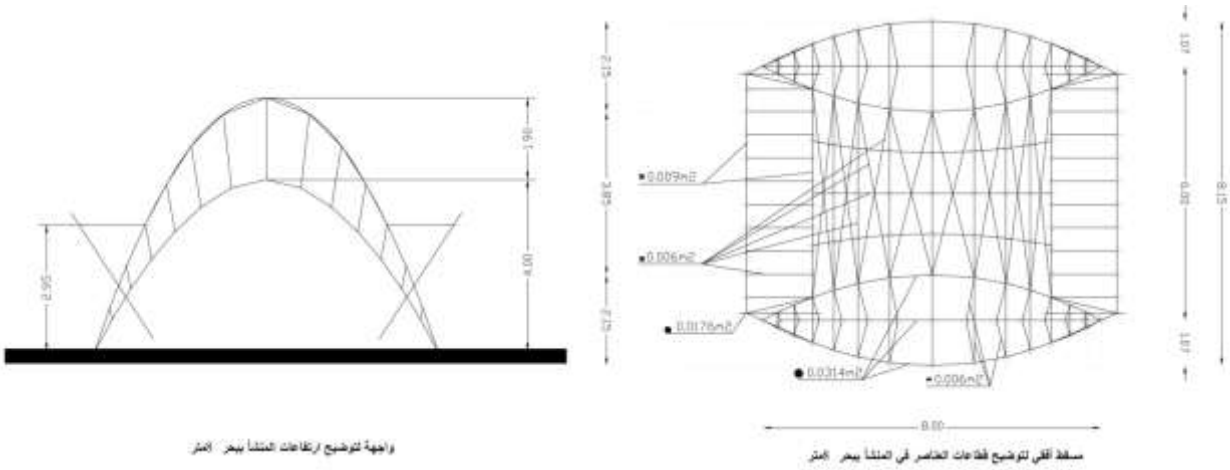


شكل 5- 58 منظور سفلي للنموذج ثلاثي الأبعاد للنظام.
المصدر: الباحث.



شكل 5- 59 استخدام تقنية Grasshopperلرسم نموذج ثلاثي الأبعاد للنظام الإنشائي.
المصدر : الباحث

1-3-1 خطوات تنفيذ النموذج الفيزيائي



شكل 5- 85 قطاعات العناصر المقترحة للنظام عند تغطية بحر 8 متر
المصدر: الباحث

تم تنفيذ نموذج فيزيائي كمؤشر مبدئي على متانة النظام بمقياس رسم 20:1 و بالاعتماد على نتائج حساب الأحمال المبدئي. تم الاعتماد على مجموعة من الجريد الجاف البلدي. كما تم الحرص على أن تكون جميع المفصلات معتمدة على الضغط و الاحتكاك داخل الحزم، مع حصر استخدام الحبال على تجميع الحزم و التثبيت الثانوي الإضافي. أما الأرضية فهي لوح من الأبلكاش لمحاكاة التربة الطينية المتماسكة.

و لأن مقياس الرسم المستخدم هو مقياس 20:1، فكان يجب أن يتم ترقيق عناصر الجريد بحيث يحاكي كل عنصر عدد 2 جريدة كاملة في - (٥ مم في النموذج) يحاكي 4 جريدات كل جريدة بمتوسط قطر 3 سم في الحقيقة- مع تجميع الحزم بحيث تتكون من 20 جريدات أسوة بنظام الأقبية المتقاطعة في مستودع الحبوب الذي بنته ساندرا بيسيك [1] و الذي جعل الحزم يتراوح قطرها في الحقيقة بين 20-25 سم، بالاضافة إلى ذلك فقد تم تقصير العناصر إلى أطوال لا تزيد عن 35

[1] Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]

سم و التي تحاكي أقصى طول للجريد و هو 7 متر في الحقيقة.و بالتالي يكون إجمالي عدد العناصر حوالي ٢٠٠ عنصر في النموذج مما يساوي حوالي600 جريدة في الحقيقة.

أ- تصميم الحزم (شكلي 5-60 و 5-61):

تم تصميم العقود بحيث يكون العقد الرأسي القصير بارتفاع 3 متر و بطول 10.73 م مما يعني 3 حزم متراكبة بطول 5م، أما العقدين المائلين فيكونا بارتفاع 4 متر و بطول 12.36 م مما يعني أيضا 3 حزم متراكبة بطول 5م، بحيث يكون قطر كل حزمة حوالي 20 سم.

شكل 5- 60 تصميم الحزم: تم تصنيع الحزم الخاصة بالعقود باستخدام 3 حزم متراكبة كل حزمة بطول 25سم.
المصدر:الباحث

شكل 5- 61 تصميم الحزم: عرض الحزمة 1 سم مما يعني 20 سم في الحقيقة.
المصدر: الباحث

ب- تحضير الأرضية و بدء تثبيت الحزم العقدية (شكلي5-62 و 5-63):

تم تحضير اللوح الخشبي ليتم ثقبه على عمق حوالي 30سم في الحقيقة و الذي يعادل 1.5 سم في النموذج على مسافة 8 متر كبحر للعقد و تكون المسافة بين محوري العقدين 6 متر كباكية متكررة لتغطية مسطح الـ100 متر مربع المطلوبين بدون وجود أي دعامات وسطية، و ذلك تمهيدا لغرس الحزم على شكل عقود.

ت- عمل العقدين الثلاثيين (شكلي 5-64 و 5-65):

تم تكرار الخطوات لعمل العقدين الثلاثيين، ثم استخدام عنصر مبدئي لتثبيت العقود بزوايا الميل المطلوبة، بحيث يتم ادخال طرفي العنصر في ثنايا الحزمتين المائلتين بشكل عمودي.

شكل 5- 62 تحضير الارضية و بدء تثبيت الحزم العقدية: تصميم الحزمة المتوسطة من 6 جريدات فقط
المصدر: الباحث

شكل 5- 63 تحضير الارضية و بدء تثبيت الحزم العقدية: نجاح أول عقد بدون حدوث تشققات عند استخدام الحزمة الوسطى من6 جريدات فقط
المصدر: الباحث

شكل 5- 64 عمل العقدين الثلاثيين: تركيب أول عقد ثلاثي من 3 عقود بأساس مشترك.
المصدر: الباحث

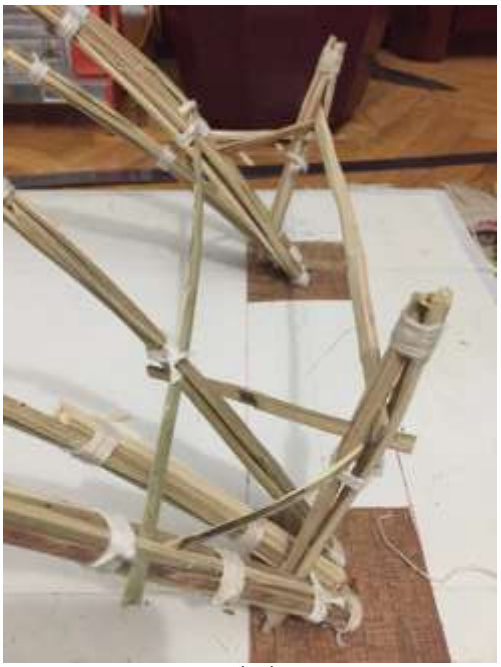
شكل 5- 65 عمل العقدين الثلاثيين: استخدام عنصر مبدئي للحفاظ على الميول المطلوبة للعقود المائلة.
المصدر: الباحث

ث- تثبيت القوائم الرأسية (أشكال 5-66، 5- 67، 5-68 و 5-69):

يهدف القائم الرأسي لرفع سقف مستوي One Way Slab يستند من الجهة الأخرى إلى العقدين الثلاثيين، هذا القائم الرأسي يعتمد على استخدام عنصرين يعملان كدعامات يدخلان داخل حزمة القائم الرأسي (10 جريدات) من جهة و داخل حزم العقود من الجهة الأخرى، ثم يتم استخدام عنصرين ككمرة مزدوجة لربط القائمين الرأسيين ببعضهما.

شكل 5- 66 تثبيت القوائم الرأسية: نموذج القائم الرأسي بالدعامات قبل التركيب.
المصدر: الباحث

شكل 5- 67 تثبيت القوائم الرأسية: تثبيت القائم الرأسي باستخدام دعامتين يربطه بالعقدين المائلين.
المصدر: الباحث



شكل 5- 68 تثبيت القوائم الرأسية: ربط القائمين الخشبيين بكمرتين.
المصدر: الباحث

شكل 5- 69 تثبيت القوائم الرأسية: تثبيت الأربع قوائم بالدعامات التي تدخل حزم العقود بالاضافة إلى الكمرات.
المصدر: الباحث

ج- تثبيت الدعامات الإضافية (شكلي 5-70، 5-71، 5-72 و 5-73):

يتم استخدام مجموعة من الكمرات الأفقية لتغطية السقف المستوي و ذلك عن طريق ادخال طرفي كل كمرة داخل الكمرات المزدوجة على جانبي السقف. بالاضافة إلى ذلك، يتم تثبيت الدعامات المائلة و الافقية لربط العقود المنفصلة ليكون كل عقد ثلاثي عنصرا إنشائيا متكاملا عن طريق ادخال طرفي كل دعامة داخل حزم العقود المقابلة.

شكل 5- 70 تثبيت الدعامات الإضافية: تغطية السقف المستوي بالكمرات الافقية بالاضافة إلى تثبيت الدعامات المائلة و الأفقية لربط عقود كل عقد ثلاثي.
المصدر: الباحث

شكل 5- 71تثبيت الدعامات الأفقية: ربط حزم العقود بالحبال لضمان عدم وجود فراغات داخل الحزمة نتيجة ادخال اطراف الدعامات بها.
المصدر: الباحث

كما يتم تغطية القبو بين العقدين الثلاثيين ليعملا كنظام إنشائي متين و متكامل باستخدام عناصر مستقيمة يتم ادخال أطرافها في حزم العقدين المتقابلين، بالاضافة إلى استخدامة عناصر منحنية على طول انحناء القبو، كما يتم تشبيك عناصر قطرية إضافية لزيادة تدعيم سقف القبو.

شكل 5- 72 تثبيت الدعامات الإضافية: الشبكة العمودية و القطرية لتغطية القبو.
المصدر: الباحث.

شكل 5- 73 تثبيت الدعامات الإضافية: الشكل النهائي بعد اكتمال النظام الإنشائي (يلاحظ وضع سيارة مقياس 20:1 للشعور بالحجم الحقيقي للنموذج) .
المصدر: الباحث

ح- التغطية الجزئية بالحصير (شكلي5-74 و 5-75) :

تم استخدام سعف النخيل الأخضر لنسج تغطية للسطح المستوي بصورة جزئية حتى لا يتم التغطية على النظام الانشائي في النموذج. هذا الحصير تم نسجه يدويا خارج النموذج ثم تثبيته من الجوانب و نقله للنموذج لوضعه جزئيا على السقف المستوى.

شكل 5- 74 التغطية الجزئية بالحصير: سعف النخيل الأخضر.
المصدر: الباحث

شكل 5- 75 التغطية الجزئية بالحصير: شبكة الحصير الكاملة عند نقلها ليتم وضعها على النموذج
المصدر: الباحث

خ- الشكل النهائي للنموذج (شكل 5-83):

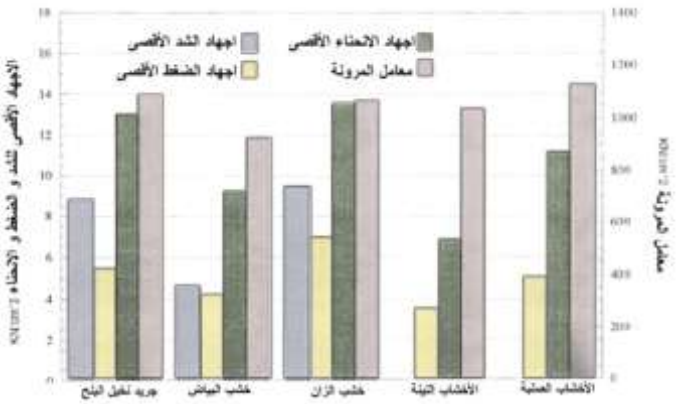
شكل 5- 76 الشكل النهائي للنموذج .
المصدر: الباحث.

2-3-1 الخواص الميكانيكية للجريد البلدي

ليتم عمل محاكاة انشائية تقنية لقياس امكانيات المنشأ انشائيا، تم القيام بمجموعة من القياسات الخاصة بالخواص الميكانيكية لمادة الجريد في معمل الفلزات بكلية الهندسة جامعة عين شمس تحت اشراف أ.د/ ناهد عبد السلام. و بسبب عدم وجود كود خاص لقياس الجريد، فإنه تم الاستعانة بالمواصفات الأوروبية لقياس خصائص عينات الأخشاب لسنة EN 408-2003.

أ. طبيعة الجريد كمادة فيزيائية

تم عمل العديد من الاختبارات في الدراسات السابقة بهدف تفهم الخواص الميكانيكية العامة للجريد و مقارنتها بمثيلاتها للأخشاب. و قد أكدت نتائج هذه الاختبارات إلى وجود تقارب خواص الجريد و بعض الأخشاب المستوردة مثل خشب الزان Beech Wood و خشب البياض Spruce Wood كما يتضح في شكل 5-77. [1]

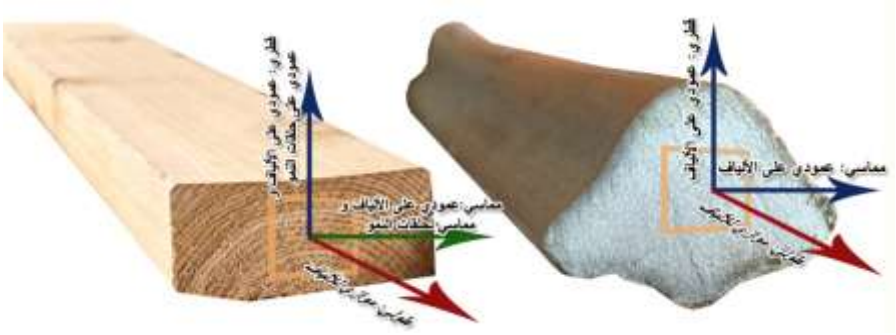


شكل 5- 77 قوى تحمل الشد و الضغط في الجريد بالمقارنة بالأخشاب.
المصدر: Elmously, Hamed, 'THE INDUSTRIAL USE OF THE DATE PALM RESIDUES AN ELOQUENT EXAMPLE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT', in *International Conference on Date Palms* (Cairo, Egypt: United Arab Emirates University, 2001), II, 866-86 (p. 12).

ولا يتقارب الجريد و الأخشاب في الخواص الميكانيكية فقط، بل أيضا في الخواص الفيزيائية في اعتماد تكوينه على الألياف الطبيعية كالأخشاب، و بالتالي تختلف خواصه الميكانيكية تبعا لاتجاه هذه الألياف. ففي الطبيعة تنقسم المواد إلى مواد منتظمة الخواص Isotropic - مثل الخرسانة و الحديد - و مواد غير منتظمة الخواص Anisotropic مثل الجريد و الأخشاب و مثلهما من المواد اللجنو سيليولوزية. لذلك فإنه يستلزم قياس الخواص الميكانيكية الرئيسية مثل معامل

[1] Elmously, Hamed, 'THE INDUSTRIAL USE OF THE DATE PALM RESIDUES AN ELOQUENT EXAMPLE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT', in *PROCEEDINGS 4th International Congress on "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin"* (Cairo, Egypt: Proceedings, 2009), VOL. 1, 204-27.

المرونة Elasticity Modulus و نسبة بواسون Poisson ratio و معامل القص Shear Modulusبالنسبة للألياف (موازية- عمودية- مماسية) ، و هو منهج تقريبي معتمد في الحسابات الانشائية للأخشاب، يتم فيه تقريب المادة غير منتظمة الخواص لأن تكون مادة تعامدية الخواص Orthotropic يمكن قياس خصائصها بوضوح طوليا و قطريا و مماسيا بالنسبة للألياف بما يتوازى حسب الاتجاهات الفراغية الكارتيزية (X-Y -Z). [1]



شكل 5- 78 مقارنة بين اتجاهات المادة في الاخشاب و الجريد
المصدر: الباحث

يتم قياس الخواص الميكانيكية للاخشاب في 3 اتجاهات رئيسية تبعا لشكل 5-78 و هم : اتجاه طولي موازي للألياف، و اتجاه قطري عمودي على الألياف و عمودي على حلقات النمو، و اتجاه مماسي عمودي على الألياف و مماسي للألياف. [2]أما بالنسبة للجريد، فبسبب عدم وجود حلقات نمو داخل قطاع الجريد كما يظهر في شكل 5-85، يتسم الجريد باتجاهين رئيسيين فقط و هما الاتجاه الطولي الموازي للألياف و الاتجاه العمودي على الألياف سواء قطريا او مماسيا، و بالتالي تتساوى الخواص الميكانيكية في 2 من الاتجاهات الثلاثة الفراغية X-Y-Z.

و بالرغم من توفر المعلومات الخاصة بالخواص الميكانيكية التفصيلية للأخشاب باستخدام منهج تعامدية الخواص، إلا أنه لم تتوفر أي معلومات بخصوص هذه الخواص التفصيلية للجريد البلدي. لذلك فإنه تم الاعتماد على القياسات في حساب هذه الخواص قدر الإمكان.

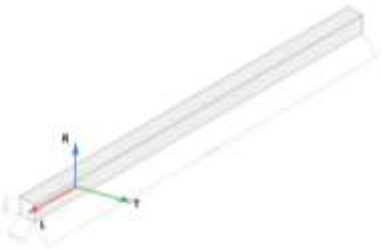
ب. تعيين الخواص الميكانيكية للجريد البلدي

تم استخدام عينات من الجريد البلدي من محافظة المنيا من الجزء الأوسط بالجريدة بمحتوى رطوبي 7%. و وفقا لمواصفات الاتحاد الاوروبي بالنسخة الانجليزية EN 408-2003.

1. تعيين معامل المرونة في الاتجاه الموازي للألياف

تم قياس معامل المرونة في الاتجاه الموازي للألياف Longitudinal Elasticity Modulusباستخدام اختبار الانحناء Bending و ذلك على مسافة تثبيت gauge length 360 مم بسرعة 3 مم/دقيقة.

[1] Mascia, Nilson T. and Lahr, Francisco A.R., 'Remarks on Orthotropic Elastic Models Applied to Wood', *Materials Research*, 9 (2006), 301-10.
[2] Green, David, Winandy, Jerrold and Kretschmann, David, 'Mechanical Properties of Wood', in *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*, 100th edn (Wisconsin: United States Department of Agriculture, 2010), p. Chapter 5.



شكل 5- 79 أبعاد العينة تبعا لمواصفة EN 408-2003

شكل 5- 80 عمل اختبار الانحناء لتعيين معامل المرونة الموازي للألياف

شكل 5- 81 أنماط انهيار العينات

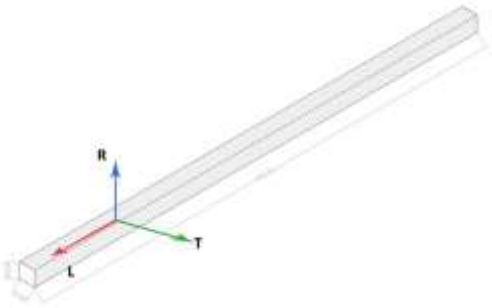
2. تعيين معامل القص في الاتجاه الموازي للألياف

تم قياس معامل القص الموازي للألياف باستخدام اختبار الانحناء بالبحر المتغير Variable Span Bending Method و ذلك على مسافات تثبيت متعددة و هي 220مم و 280 مم و 400 مم بسرعة 4 مم/دقيقة.

شكل 5- 84 عمل اختبار الانحناء على مسافة تثبيت 400 مم

شكل 5-83 اختبار الانحناء على مسافة تثبيت 280مم

شكل 5-82 عمل اختبار الانحناء على مسافة 280مم

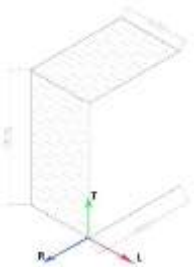


شكل 5-86 أبعاد العينة تبعا لمواصفة EN 408-2003

شكل 5- 85 أنماط انهيار العينات

3. تعيين معامل المرونة في الاتجاه العمودي على الألياف

تم قياس معامل المرونة في الاتجاه العمودي على الألياف Perpindicular Elasticity Modulusباستخدام اختبار الضغط بسرعة 0.5 مم في الدقيقة.



شكل 5-87 أبعاد العينة تبعا لمواصفة EN 408-2003

شكل 5- 88 عمل اختبار الضغط لتعيين معامل المرونة العمودي على الألياف

شكل 5- 89 أنماط انهيار العينات

بالاضافة إلى ذلك، فقد تم افتراض خواص معامل بواسون Poisson Ratio تبعا لخشب البياض Spruce Wood الذي ثبت تقاربه النسبي للجريد بالنسبة لأغلب الخواص الميكانيكية[1]، و ذلك حيث أنه لا تتوافر امكانيات معملية حاليا لقياسها، لذلك تم احتساب هذه الخواص تبعا لنظيرتها بالنسبة لخشب البياض.

جدول 5-1 الخواص الميكانيكية للجريد البلدي تبعا لمواصفة EN 408-2003

الخاصية الميكانيكية	القيمة
معامل المرونة في الاتجاه الموازي **Longitudinal Modulus of Elasticity –E_L**	10287.8 MPa
معامل المرونة في الاتجاه المماسي **Tangential Modulus of Elasticity-E_T**	105.45 MPa
معامل المرونة في الاتجاه القطري **Radial Modulus of Elasticity-E_R**	105.45 MPa
نسبة بواسون في الاتجاه الطولي القطري **Longitudinal-Radial Poisson's Ratio-V_{LR}**	0.372
نسبة بواسون في الاتجاه الطولي المماسي **Longitudinal-Tangential Poisson's Ratio-V_{LT}**	0.467
نسبة بواسون في الاتجاه القطري المماسي **Radial-Tangential Poisson's Ratio-V_{RT}**	0.435
معامل القص في الاتجاه الطولي القطري **Longitudinal-Radial Shear Modulus-G_{LR}**	109.2 MPa
معامل القص في الاتجاه الطولي المماسي **Longitudinal-Tangential Shear Modulus-G_{LT}**	109.2 MPa
معامل القص في الاتجاه القطري المماسي **Radial-Tangential Shear Modulus-G_{RT}**	39.05 MPa
الوزن القياسي **Mass per Unit Volume**	0.95 gm/cm^3
اجهاد الخضوع **Effective Yield Stress**	74 MPa
اجهاد الشد الأقصى **Ultimate Tensile Stress**	86 MPa

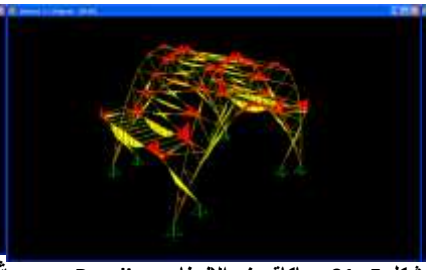
3-3-1 المحاكاة الانشائية التقنية

أ. نتيجة التحليل الانشائي عند تغطية بحر 8 متر

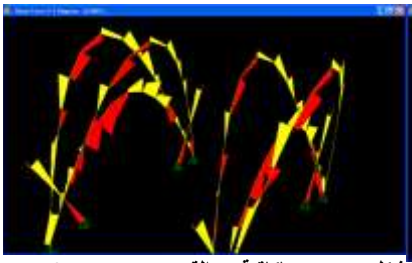
تم الاستعانة ببرنامج SAP2000 لعمل المحاكاة الانشائية للنظام و ذلك بتعريف الجريد كمادة جديدة في البرنامج بواسطة الخواص المكانيكية التي تم قياسها من قبل الباحث. كما تم اضافة أحمال الرياح للمنشأ و افتراض الاساسات من مكعبات الخرسانة العادية بناء على خفة النظام بصفة عامة. و قد تم عمل التحليل الانشائي و حساب أمان القطاعات باستخدام طريقة Allowable Stress Design method (ASD)- و هي مقارنة القطاعات الحالية بالقطاعات اللازمة لتحمل الأحمال الفعلية- و ليس طريقة Load and Resistance Factor Design (LRFD) – و هي مقارنة القطاعات الحالية بالقطاعات اللازمة لتحمل الأحمال الفعلية بالإضافة إلى معاملات أمان Safety Factor- و ذلك لعدم توافر معاملات أمان أو كود انشائي لمادة الجريد المستخدمة، كما أن طريقة ASD يتم استخدامها بصورة موسعة مهنيا في حسابات الحديد الإنشائي. بالإضافة إلى ذلك، فقد تم افتراض أن العقود كثافتها 100% من الجريد و ليست حزم مجمعة و ذلك لأن تحديد كثافة الحزم يستلزم دراسة إنشائية متخصصة لتحديد عدد العناصر المستخدمة في الحزم و آلية تجميعها. كما تم تعريف المفصلات على أنها مفصلات احتكاك ثابتة Fixed Bearing Friction Joints. أما الأحمال الواقعة على المنشأ فهي أحمال الرياح و وزنه الذاتي فقط.

[1] Elmously, Hamed, 'THE INDUSTRIAL USE OF THE DATE PALM RESIDUES AN ELOQUENT EXAMPLE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT', in *PROCEEDINGS 4th International Congress on "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin"* (Cairo, Egypt: Proceedings, 2009), VOL. 1, 204-27 (p. 871).

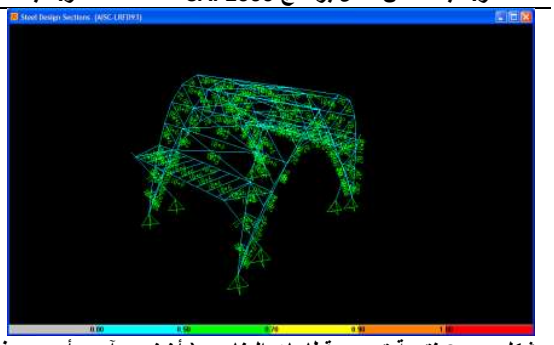
شكل 5- 92 محاكاة القوى المحورية Axial Force (أحمر= ضغط، أصفر=شد)
المصدر: الباحث من خلال برنامج SAP2000



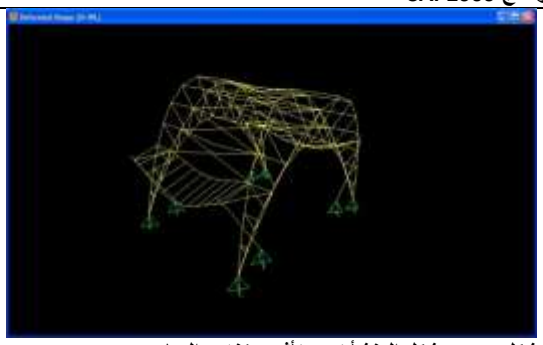
شكل 5- 91 محاكاة عزم الانحناء Bending Moment (أحمر= موجب، أصفر=سالب)
المصدر: الباحث من خلال برنامج SAP2000



شكل 5- 90 محاكاة قوى القص Shear Force (أحمر= ضغط، أصفر=شد)
المصدر: الباحث من خلال برنامج SAP2000



شكل 5- 94 نتيجة تصميم قطاعات العناصر:(أخضر= آمن، أحمر= غير آمن)
المصدر: الباحث من خلال برنامج SAP2000



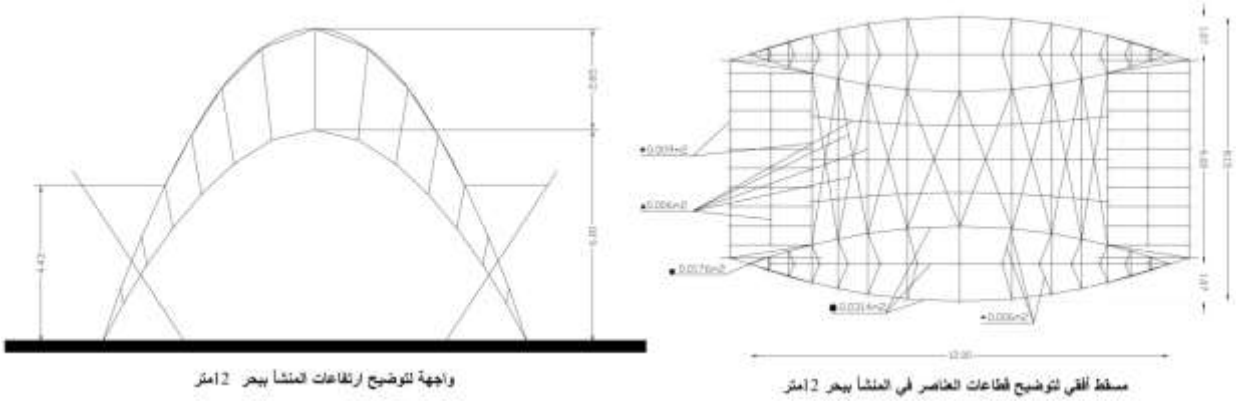
شكل 5- 93 شكل المنشأ تحت تأثير وزنه و الرياح
المصدر: الباحث من خلال برنامج SAP2000

يتضح من نتيجة التحليل الانشائي للعناصر التالي:

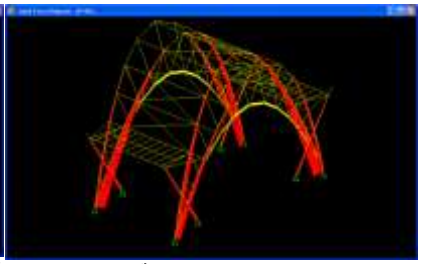
1- أن الاجهادات الواقعة على العناصر – نتيجة الرياح أو وزن المنشأ- أقل من أقصى اجهاد يمكن للعناصر بقطاعاتها الحالي تحمله، و ذلك يتضح من أن جميع العناصر مبينة باللون الأخضر في شكل 5-94.
2- أن الغالبية القصوى من القوى المحورية في شكل 5-92 هي قوى ضغط ، و هذا يتضح من أن أغلب عزم الانحناء هو عزم موجب في شكل 5-91، مما يعني سلامة مفصلات الاحتكاك بدون الحاجة إلى مثبتات خارجية.
3- أن شكل التشوهات الحادث في المنشأ نتيجة الرياح و وزنه الذاتي في شكل 5-93 لم تتعدى كونها انبعاجا طفيفا في الكمرات الجانبية، بينما ظل الجمالون العقدي نفسه سليما.

و بالتالي فإن هذا المنشأ بتصميمه الحالي قادر على تغطية بحر 8 متر. لذلك فقد تم عمل محاكاة انشائية لنفس النظام عند تغطية بحر 12 متر لمعرفة أقصى امكانيات النظام عند الثبات على نفس قيم المساحة المقطعية للعناصر كما يظهر في شكل 5-95.

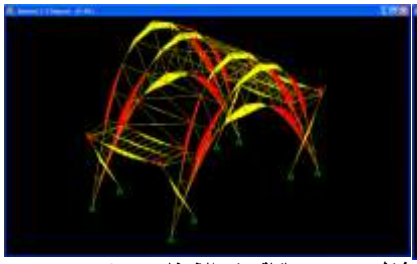
ب. نتيجة التحليل الانشائي عند تغطية بحر 12 متر



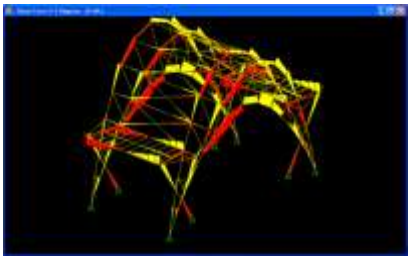
شكل 5- 95قطاعات و ارتفاع العناصر المقترحة للنظام عند تغطية بحر 12 متر
المصدر: الباحث



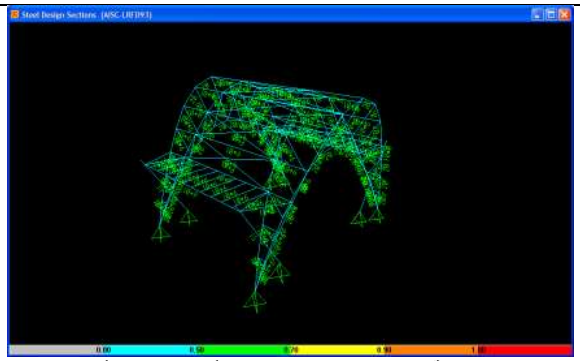
شكل 5- 98 محاكاة القوى المحورية Axial Force (أحمر= ضغط، أصفر=شد)
المصدر: الباحث من خلال برنامج SAP2000



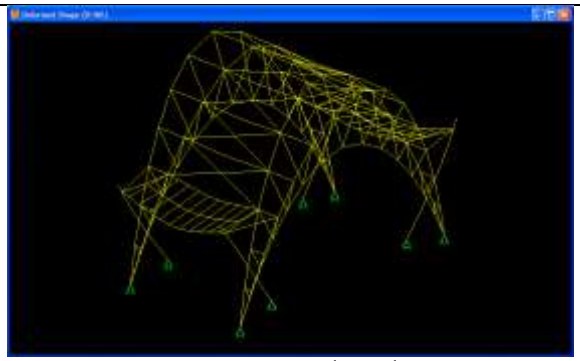
شكل 5- 97 محاكاة عزم الانحناء Bending Moment (أحمر= موجب، أصفر=سالب)
المصدر: الباحث من خلال برنامج SAP2000



شكل 5- 96 محاكاة قوى القص Shear Force (أحمر= ضغط، أصفر=شد)
المصدر: الباحث من خلال برنامج SAP2000



شكل 5- 100 نتيجة تصميم قطاعات العناصر:(أخضر= آمن، أحمر= غير آمن)
المصدر: الباحث من خلال برنامج SAP2000



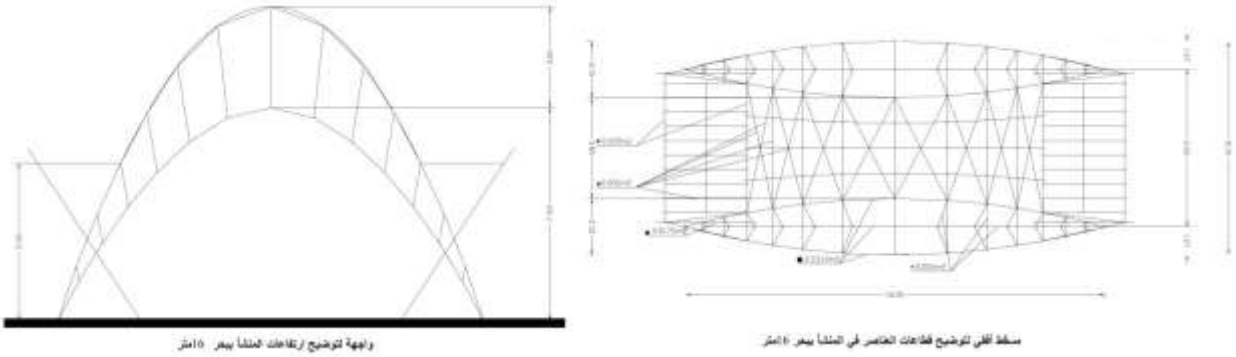
شكل 5- 99شكل المنشأ تحت تأثير وزنه و الرياح
المصدر: الباحث من خلال برنامج SAP2000

يتضح من نتيجة التحليل الانشائي للعناصر التالي:

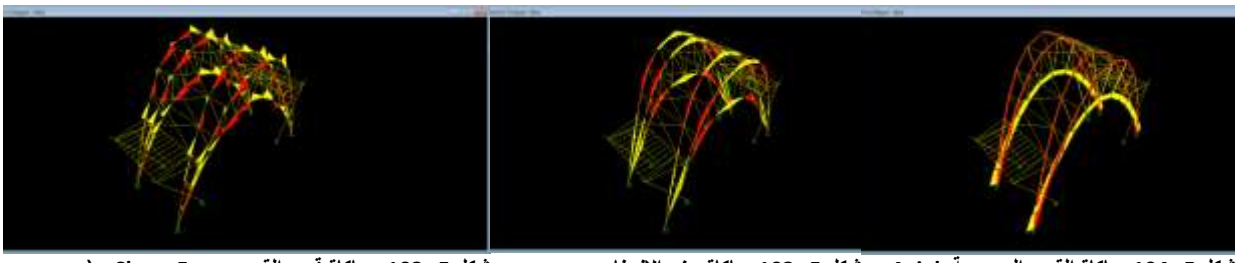
1- أن الاجهادات الواقعة على العناصر – نتيجة الرياح أو وزن المنشأ- أقل من أقصى اجهاد يمكن للعناصر بقطاعاتها الحالية و تحملها، و ذلك يتضح من أن جميع العناصر مبينة باللون الأخضر في شكل 5-100.
2- أن الغالبية من القوى المحورية في شكل 5-98 هي قوى ضغط ، و يتضح ذلك من أن عزم الانحناء منخفض بصفة عامة و أغلبه موجب فيما عدا عند قمة العقود في شكل 5-97. مما يعني سلامة مفصلات الاحتكاك بدون الحاجة إلى مثبتات خارجية. أما قوى الشد التي تظهر في قمة العقود من الجمالون فقد تستلزم استخدام مواد لاصقة او الربط للحبال كزيادة تدعيم.
3- أن شكل التشوهات الحادث في المنشأ نتيجة الرياح و وزنه الذاتي في شكل 5-99 لم تتعدى كونها انبعاجا طفيفا في الكمرات الجانبية، بينما ظل الجمالون العقدي نفسه سليما.

و بالتالي فإن هذا المنشأ بتصميمه الحالي قادر على تغطية بحر 12 متر. لذلك فقد تم اقتراح عمل محاكاة انشائية لنفس النظام عند تغطية بحر 16 متر لمعرفة أقصى امكانيات النظام عند الثبات على نفس قيم المساحة المقطعية للعناصر كما يظهر في شكل 5-101.

ت. نتيجة التحليل الانشائي عند تغطية بحر 16 متر



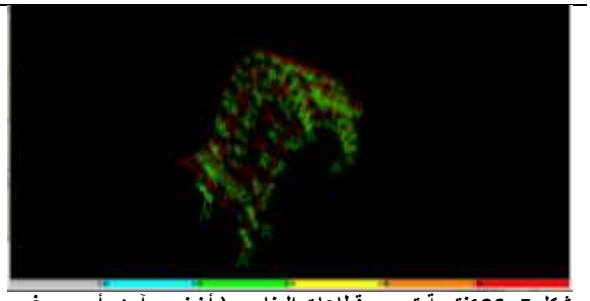
شكل 5- 101 قطاعات و ارتفاع العناصر المقترحة للنظام عند تغطية بحر 16 متر
المصدر: الباحث



شكل 5- 104محاكاة القوى المحورية Axial Force (أحمر= ضغط، أصفر=شد)
المصدر: الباحث من خلال برنامج SAP2000

شكل 5- 103محاكاة عزم الانحناء Bending Moment (أحمر= موجب، أصفر=سالب)
المصدر: الباحث من خلال برنامج SAP2000

شكل 5- 102 محاكاة قوى القص Shear Force (أحمر= ضغط، أصفر=شد)
المصدر: الباحث من خلال برنامج SAP2000



شكل 5- 106نتيجة تصميم قطاعات العناصر:(أخضر= آمن، أحمر= غير آمن)
المصدر: الباحث من خلال برنامج SAP2000

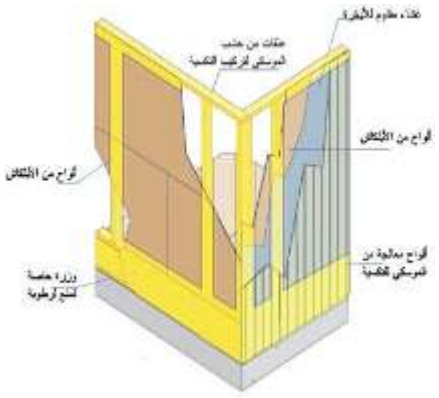
شكل 5- 105 شكل المنشأ تحت تأثير وزنه و الرياح
المصدر: الباحث من خلال برنامج SAP2000

يتضح من نتيجة التحليل الانشائي للعناصر التالي:

1- أن الاجهادات الواقعة على العناصر – نتيجة الرياح أو وزن المنشأ- أكبر من أقصى اجهاد يمكن للعناصر بقطاعاتها الحالي تحمله، و ذلك يتضح من أن جميع العناصر مبينة باللون الأحمر في شكل 5-106.
2- أن القوى المحورية في شكل 5-102 تتنوع بين قوى ضغط وقوى شد، مما يعني أن مفصلات الاحتكاك لا يمكن الاعتماد عليها بدون الحاجة إلى مثبتات خارجية أساسية.
3- أن العقود في المنشأ تشوهت تماما نتيجة الرياح و وزنه الذاتي في شكل 5-105 بحيث أثرت على الأداء الانشائي المرجو من العقد.

و بالتالي فإن هذا المنشأ بتصميمه الحالي غير قادر على تغطية بحر 16 متربنفس المساجة المقطعية للعناصر. مما يستلزم القيام بدراسات أخرى مستقبليا من أجل دراسة كيفية زيادة امكانيات هذا النظام و التدقيق في تفاصيله انشائيا.

4-5 تطوير تطبيقات التكسية باستخدام الجريد



شكل 5- 107التدعيم الخلفي باسخدام علفات من خشب الموسكي في التكسية بألواح الموسكي

المصدر: 'Traditional Timber Cladding', in *Howarth-timber.co.uk* <http://www.howarth-timber.co.uk/Product/77/Traditional-Timber-Cladding.aspx> [accessed 19 July 2016]

شكل 5- 108التدعيم الخارجي باستخدام أعمدة ركنية من جذوع النخيل أو أشجار الزيتون في التكسية بالجريد المجدول

المصدر: Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 131).

من خلال المقارنات التي تم عقدها في الفصل الرابع، تبين تفوق التكسية بألواح الموسكي و تكسيات الجريد المجدول، و ذلك بسبب متانة و سهولة تثبيت التكسيات الخشبية و اعتمادها شبكة خلفية للتثبيت بالإضافة إلى ألفتها التشكيلية كما يظهر في شكل 5-107. لكن يلاحظ أن تكسيات الجريد المجدول -و التي تتميز بمقاومة الجريد المرتفعة للعوامل المناخية و الرطوبة و السطوع الشمسي المباشر- قد اعتمدت على جذوع النخيل و أشجار الزيتون للتثبيت كما يظهر في شكل 5-108. لذلك فقد تم العمل على تصنيع تكسية جديدة تجمع بين فوائدهما، و تخفض من تكلفة التكسيات الخشبية و هشاشة الواجهات المصنوعة من الجريد التقليدية في مصر، و التي تم مناقشتها في الفصل الثاني.

5-4-1 تنفيذ واجهة خارجية لمبنى الاكاديمية البحرية في أسوان

قام المركز الهندسي للاستشارات و البحوث و خدمة المجتمع بكلية الهندسة بالأكاديمية العربية للعلوم و التكنولوجيا بالإسكندرية بإنشاء مبنى المقر الدائم للأكاديمية بجنوب الوادي بمدينة أسوان. روعي في تصميم المبنى الاستجابة لمعطيات البيئة الطبيعية بمدينة أسوان، و من ضمن عناصر هذه الاستجابة ازدواج الغلاف الخارجي للمبنى بالجهة الجنوبية، بحيث تعمل الطبقة الخارجية من هذا الغلاف كساتر حماية لتوفير الظلال اللازمة على الطبقة الداخلية، و بالتالي تقليل الأحمال الحرارية على الفراغات الداخلية، لما في ذلك من توفير بيئة داخلية أفضل و استهلاك أقل للطاقة.

5-4-2 هدف التطبيق

تم اختيار جريد النخيل ليكون هو المادة الرئيسية المستخدمة في تصنيع الواجهة و ذلك من أجل تدعيم استدامة المبنى من خلال استخدام المواد الطبيعية المتاحة بالبيئة المحيطة، و من أجل تقييم جودة الخبرات المحلية بالورش للتعامل مع الجريد كمادة تكسية رئيسية. و قد اختار العميل الجمعية المصرية للتنمية الذاتية للمجتمعات المحلية تقديرا للإنجازات العلمية و العملية و الخبرة في التعامل مع الجريد لتنفيذ البانوهات.

5-4-3 آلية تطور التصميم

واجه التصميم مجموعة من التحديات الهامة و هي :

1- حداثة أسلوب التكسية المطلوب و عدم وجود أي تفاصيل مرجعية يمكن الاعتماد عليه في التصميم.

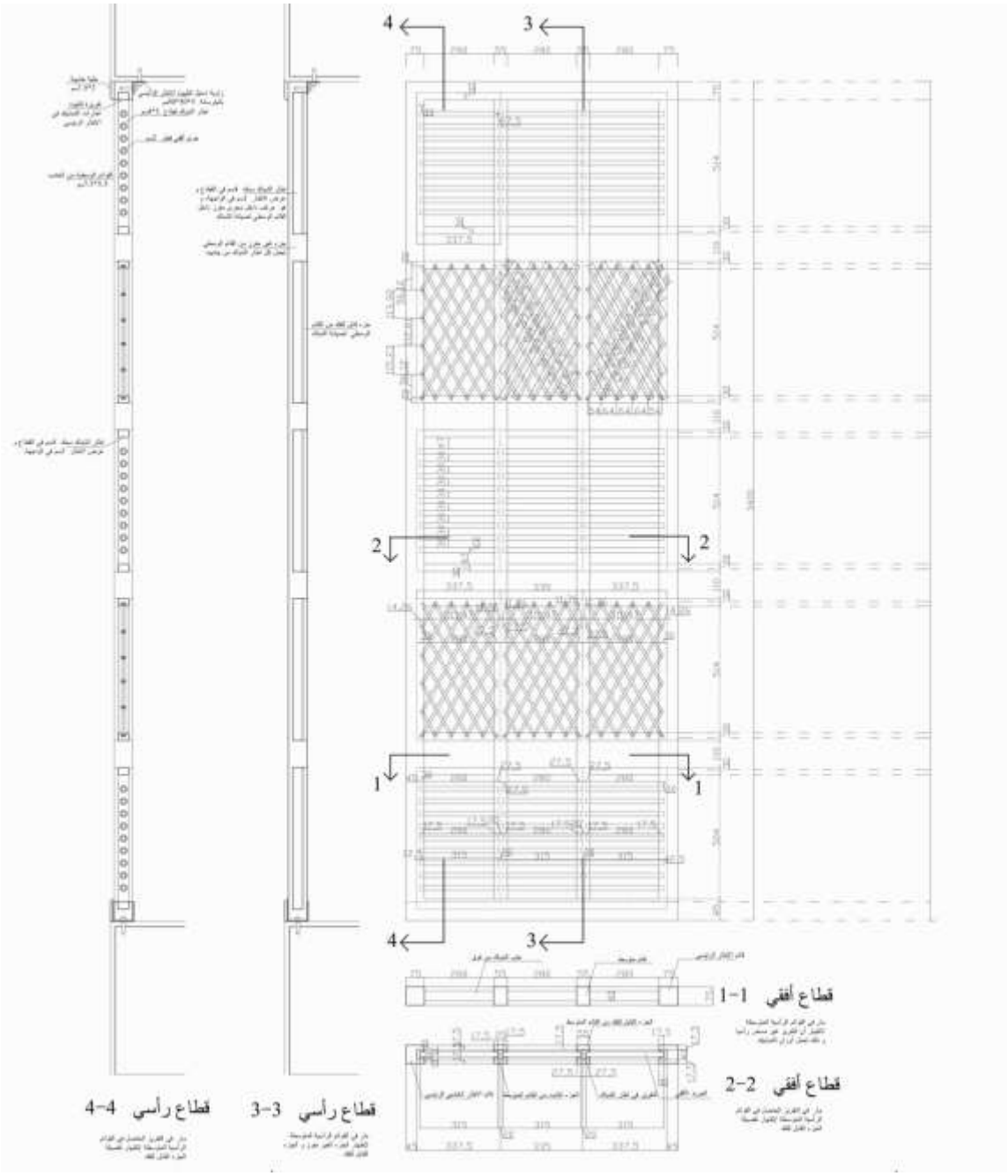
2- زيادة أبعاد البانوهات المطلوبة و زيادة تعرضها لقوى الصدم و الرياح مما يستلزم:
   a. مرونة التثبيت المستخدم، بحيث لا يكون ثابتا جامدا من كل النواحي، بل يجب أن يكون هناك سماحية للحركة مع الرياح حتى لا يحدث أي شروخ في طول أو عرض عناصر الجريد
   b. سهولة الصيانة قدر الإمكان، و ذلك لتسهيل تبديل العناصر أو البانوهات بالكامل عند حدوث أي شرخ أو تضررات بفعل الصدم أو الرياح.
3- ارتفاع نسبة الألياف داخل عناصر الجريد و الذي يؤدي إلى صعوبة الاعتماد على المسامير المعدنية أو الشكالات الخشبية مما يعني ضرورة الاعتماد على الوصلات الميكانيكية و المجاري الخاصة داخل اطارات من الخشب .

هذه التحديات أدت إلى عدة تغييرات متكررة في التصميم التي قام الباحث بالتعاون مع مهندس الانتاج القائم بالتنفيذ في ورشة النجارة بكلية الهندسة. أعقب هذه التغييرات عدة لقاءات مع المهندسين بالأكاديمية للتفاوض على مجموعة من التغييرات المتعلقة بأبعاد القوائم البينية لتسهيل عمل المجاري الداخلية لتسهيل الصيانة.

4-4-5 مراحل التنفيذ

أ. الرسومات التنفيذية

قام الباحث بالتعاون مع مهندس الانتاج القائم بالتنفيذ في ورشة النجارة بكلية الهندسة بعمل الرسومات التنفيذية مع قطاعات متعددة بتصميم تفاصيلها الانشائية، بالاضافة إلى حساب الكميات و ذلك كما يظهر في شكل 5-109.



شكل 5- 109 التصميم التنفيذي للبانوه
المصدر: الباحث

ب. آلية التنفيذ

تم تصميم البانوه بأسلوب تجميع الشبابيك المنفصلة، و هي الشبابيك ذات العناصر الأفقية أو الشبابيك ذات الشبيكة المائلة. يعتمد كل شباك من العناصر الأفقية على عمل ثقوب في جوانب الشباك الرأسية لتثبيت عناصر الجريد الأفقي، أما شبابيك الشبكة المائلة فتعتمد على استخدام طبقتين من عناصر الجريد المائلة و التي تعتمد أيضا على التثبيت داخل ثقوب في جوانب الشباك الأفقية و الرأسية (كما يتضح في شكل 5-110) و ذلك في أسلوب مشابه لتصميم الشبابيك بأسلوب الجريد المجدول الإماراتي الذي يعتمد على استخدام شبكتين متعامدين و الذي يظهر في شكل 5-111.

شكل 5- 110 نموذج مبدئي لشباك الشبكة المائلة
المصدر: الباحث من ورشة النجارة، بكلية الهندسة جامعة عين شمس.

شكل 5- 111 تشكيلات الجريد المائل لتشكيل الفتحة الماسية
المصدر: Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012) (p. 103).

ت. تجميع البانوهات

أما بالنسبة للتركيب الاجمالي ، فقد اعتمد أسلوب التركيب على اطارات منفصلة من خشب الموسكي لتثبيت شبابيك الجريد الافقية و الجريد الشبيكة، و يتم تثبيت هذه الاطارات في تفريز رأسي في الاطار الرئيسي، كما تم تصميم القوائم الرأسية المتوسطة على أن تكون مفرزة لتركيب الشبيابيك، بحيث لا يكون التفريز مستمرا بحيث تحمل الأجزاء غير المفرزة جوانب الشبابيك. ثم يتم فصل جزء ليكون قابل للفك في حالة الرغبة في صيانة، و هذا يعني ان صيانة الشبابيك تكون مباشرة بالفك و التركيب و ليس بالاعتماد على الانزلاق لتوفير التضرر الشكلي و استهلاك الوقت أثناء الصيانة. و قد تم تنفيذ نموذجين تجريبيين لتصميم البانوهات في ورشة النجارة التابعة لكلية الهندسة جامعة عين شمس تحت إشراف أ.د/ حامد إبراهيم الموصلي، و ذلك حسب استخدام العوارض الأفقية من الخشب أو الجريد.

1. النموذج الأول (شكلي 5-112 و 5-113)

شكل 5- 112 النموذج الأول للبانوه باستخدام العوارض الأفقية من الجريد لتخفيض الاعتماد على الأخشاب
المصدر: الباحث من ورشة النجارة، بكلية الهندسة جامعة عين شمس.

شكل 5- 113 استخدام قوائم منفصلة من الخشب لتثبيت الجريد بالقوائم الخشبية الرئيسية بالمسامير المعدنية
المصدر: الباحث من ورشة النجارة، بكلية الهندسة جامعة عين شمس.

يلاحظ في هذا النظام استخدام الجريد في عمل العوارض الأفقية مع استخدام قطاعات صغيرة من الأخشاب لتثبيت الجريد بالقوائم الخشبية الكبيرة. يتميز هذا النظام بانخفاض الاعتماد على الاخشاب لكن يعيبه صعوبة القيام بصيانة إذا حدث أي شرخ أو كسر بأي عنصر من عناصر الجريد، بالاضافة إلى الاحتياج إلى الصيانة الدورية لعلاج تفاصيل قطع الأخشاب الصغيرة المستخدمة في التثبيت بسبب الاعتماد على المسامير المعدنية.

2. النموذج الثاني (شكلي 5-114 و 5-115)

شكل 5- 114 النموذج الثاني للبانوه باستخدام العوارض الأفقية من الخشب لتسهيل الصيانة
المصدر: الباحث من ورشة النجارة، بكلية الهندسة جامعة عين شمس.

شكل 5- 115 استخدام الاطارات الخشبية المنزلقة لتثبيت الشبكة المزدوجة و عوارض الجريد
المصدر: الباحث من ورشة النجارة، بكلية الهندسة جامعة عين شمس.

يعتمد النموذج الثاني على استخدام عوارض أفقية و اطارات الشبابيك من الخشب بالكامل و ذلك لتسهيل عملية الصيانة، و المعتمدة على تسهيل فك الشبابيك بواسطة تفريز مجرى خاص لتسهيل انزلاق الشبابيك من و إلى الاطار لتسهيل تبديل أي عنصر عند الحاجة بسبب الاعتماد على التفريزات و المفصلات الخشبية.

و قد وقع اختيار الباحث بصورة مبدئية على النموذج الثاني بسبب:

- سهولة الصيانة في النموذج الثاني بسبب عدم الاعتماد على المسامير.
- استخدام الاخشاب التي توفر متانة أعلى ضد الصدم أو الكسر بسبب أي عوامل خارجية.
- استخدام العوارض من الأخشاب جعلت الشكل النهائي أكثر تنظيما مما يعتبر تمهيدا جيدا لعيون الأفراد التي اعتادت على المباني الخرسانية و الخطوط المستقيمة.
- إمكانية استخدام قطع الجريد في أي شباك يجري استبداله في حياة جديدة مما يطيل الحياة الكلية لمورد الجريد، مما يرفع من كفاءة استخدام هذا المورد Resource Efficiency و هو مطلب هام لتحقيق التنمية المستدامة.

ولا يزال العمل جاريا لإنهاء تصنيع البانوهات بالورشة بالإضافة إلى اختيار الدهانات المناسبة لتشطيب الشكل النهائي للبانوهات و لحمايتها من السطوع الشمسي و العوامل المناخية التي قد تؤدي إلى اضمحلال اللون الطبيعي للجريد، لكن يلاحظ أن هذه البانوهات كان لديها نقطة ضعف رئيسية و هي الاضطرار إلى الاعتماد على الأخشاب بصورة رئيسية في القوائم و العوارض من أجل تيسير الصيانة.

خلاصة الفصل الخامس

يتناول هذا الفصل جريد نخيل التمر بصورة أعمق، و هو المكون الزراعي الوحيد الذي اعتمدت عليه عناصر البناء الحاصلة على الأولوية الأولى و الثانية في مجالي الإنشاء و التكسية محليا و عالميا، مما يؤهله لأن يكون هو المادة الأنسب للتطوير في مجالات الانشاء و التكسية في مصر. لذلك فقد تم القيام بزيارة ميدانية لقرية القايات بمركز مغاغة في محافظة المنيا، و هي القرية التي تم تناول تجربة الجمعية المصرية للتنمية الذاتية بها في الفصل الأول.

اهتم الجزء الاول من الفصل بدراسة الخطوات التفصيلية لتنفيذ مظلة بسيطة تم انشاؤها في الزيارة الميدانية لتقدير امكانيات المادة و امكانيات العمالة باستخدام فكرة الحزم التي استخدمت في تجربتي ساندا بيسيك و في بناء المضيف العراقي و اللتان حصلا على الأولويتين الأولى و الثانية في المقارنة في الفصل الرابع. بداية بدراسة التقنيات التقليدية لتحضير و اعداد الجريد في مصر من خلال رصدها بتفاصيلها في الزيارة الميدانية، بداية من خطوات تجهيز الجريد و مرورا بالخطوات التفصيلية للتنفيذ. و قد تم الانتهاء من المظلة في يوم واحد و بسهولة شديدة، لكنها اعتمدت بصورة رئيسية على الحبال في المفصلات كما حدث انبعاج شديد في بعض الكمرات المكونة للمظلة، مما يعني أن نظام العمود و الكمرة باستخدام حزم الجريد لم يكن متينا بدرجة كافية.

لذلك اهتم الجزء الثاني بعقد مقارنة تحليلية بين الأداء الانشائي للجريد في أساليب البناء المتوارثة السابق تناولها، حيث أن نظام القبو المستمر الذي تم تناوله في الفصل الثالث اعتمد على أعمدة بينية على مسافات 3.25 متر فقط مما قد يوثر سلبيا على الأنشطة الداخلية، كما أن نظام القبو المتقاطع الذي تم تناوله في الفصل الثالث و الرابع يعتمد على تكرار وحدة موديولية ثابتة . لذلك فإنه يسلتزم تطوير هذه الأساليب لعمل منشأ أكثر مرونة وظيفيا و شكليا، مع مراعاة جانب السرعة وانخفاض التعقيد. لذلك فإنه يتم تناول فكر التصميم الفراغي و الجمالونات الفراغية للاستفادة من مرونة هذا الفكر الانشائي و خفته و مواجهة تحدي تعقيدات المفصلات. لذلك فإنه يتم تناول تجربتين بحثيتين سابقتين وظفتا الجريد في الجمالونات لدراسة نقاط القوة و الضعف في التجربتين، و هما تجربة الجمالون الفراغي الهرمي، و تجربة الجمالون القطري. و قد الخروج من التجربتين بملاحظة هامة و هي : أن تصميم المفصلات بين عناصر الجريد هي التحدي الاكبر في أي نظام انشائي. لذلك فإنه يتم تصميم النظام المقترح بحيث يوظف عقد القطع المكافئ Parabolic Arch في جمالون فراغي بحيث يتم الاستفادة من الطبيعة المنحنية للجريد و بالتالي خفض خطر الانبعاجات. بالاضافة إلى ذلك، يتم الاستفادة من طبيعة العقد في تحويل عزوم الانحناء إلى قوى ضغط في الاعتماد على مفصلات مستمرة بالاحتكاك، و بالتالي تكون مفصلات بسيطة و في نفس الوقت على قدر عال من المتانة.

تناول الجزء الثالث خطوات تحليل امكانيات العقد الفراغي المثلث العقدي و الذي تم تصميمه مبدئيا بحيث يغطي بحر 8 متر، كما تم افتراض مساحات مقطعية للعناصر بناء على تجربة ساندرا بيسيك في القبو المتقاطع. ثم يتم استعراض خطوات تنفيذ نموذج قياسي بمقياس 20:1 لدراسة المفصلات و خطوات البناء عن كثب. ثم من أجل عمل محاكاة انشائية للنظام و بسبب عدم توافر كل الخواص الانشائية المعقدة للجريد، فإنه تم عمل اختبارات لهذه الخواص الميكانيكية في معمل الفلزات في كلية الهندسة بجامعة عين شمس، و ذلك ليتم تعريف مادة الجريد في برنامج المحاكاة SAP2000. و قد أسفرت المحاكاة عن نجاح المنشأ في تغطية بحر 8 متر، كما نجح أيضا في تغطية بحر 12 متر، لكنه فشل بسبب حدوث انبعاجات كبيرة في المنشأ عند تغطية بحر 16 متر.

أما الجزء الرابع فقد تناول توظيف عناصر الجريد و الاخشاب في صناعة بانوهات لتكسية واجهة مبنى المقر الدائم للأكاديمية البحرية بجنوب الوادي بمدينة أسوان، و ذلك بحيث تكون البانوهات مقاومة للرطوبة و السطوع الشمسي المباشر، بالإضافة إلى مرونة الفك و التغيير و سهولة الصيانة. كما تم استعراض الرسومات التنفيذية و تفاصيل البانوهات و ذلك بنموذجين مختلفين حسب نسبة الخشب المستخدم و الاعتماد على المسامير المعدنية في التثبيت.

النتائج و التوصيات

6- النتائج

خلص البحث في موضوع المكونات الزراعية في مصر لتطوير عناصر بناء للإنشاء و التكسية بالاعتماد على التراث التقني من خلال الدراسة النظرية و التحليلية و العملية إلى عدد من النتائج العامة و التوصيات كالتالي:

6-1 نتائج الدراسة النظرية

- **أهمية استخدام المواد الطبيعية في البناء**

تتجه الانظار حول العالم لاستخدام مواد طبيعية في البناء، و ذلك للحد من استنزاف الطاقة في صناعة مواد البناء السائدة مثل الخرسانة و حديد التسليح و غيرها من المواد المصنعة. بالاضافة تتجه الانظار حول العالم لاستخدام مواد طبيعية في البناء، و ذلك للحد من استنزاف الطاقة في صناعة مواد البناء السائدة بالاضافة إلى زيادة التكلفة الاقتصاديا مما يضطر المجتمعات الفقيرة بالدول النامية للاعتماد على الخردة لبناء مساكنهم مما يعد خيارا غير آمنا. أما على الجانب البيئي، فإن المواد السائدة تمثل عبئا كبيرا على البيئة سواء اثناء استخراجها و تصنيعها و بناءها على البقعة الزراعية و وصولا إلى مخلفاتها غير القابلة للتحلل بعد مرحلة الهدم. مما أدى إلى التحول العالمي لإعادة اكتشاف تراث البناء بالمواد الطبيعية.

- **انحسار تراث البناء الطبيعي في مصر**

و في مصر، واجه إحياء البناء بالمواد الطبيعية مثل البناء بالطين على يد المعماري حسن فتحي العديد من التحديات، أهمها ثقل خامة الطين انشائيا و اعتمادها على أشكال محددة غير مرنة مثل القباب و الأقبية و التي تحتاج مهارة مرتفعة في البناء تتركز بالتحديد في منطقة النوبة و جنوب الوادي. بالاضافة إلى ذلك فإن الطين كمادة أصبح محدود الانتشار بسبب تآكل البقعة الزراعية و انحسار الطمي. لذلك فإنه يجب الاهتمام بتحديد مصدر آخر لمواد البناء الطبيعية بحيث يكون متجددا و مرنا و واسع الانتشار و يتمتع بتراث تقني قائم حتى الآن. هذا المصدر هو المكونات الزراعية.

- **امكانية استخدام المكونات الزراعية المحلية في البناء**

و المكونات الزراعية هي عناصر النباتات التي يمكن استخدامها للبناء مباشرة بدون اعداد مسبق في المصنع، مما يعني أنها تتعدى كونها مجرد مخلفات زراعية. و مصر تذخر بكميات كبيرة من المكونات الزراعية التي تدخل في صناعة البناء الريفي و الصحراوي في مناطق كثيرة محليا و عالميا حتى الآن ، و إن كان توظيفها بدائيا بعض الأحيان. لكن تواجه المكونات الزراعية في مصر تحديات اهمها عدم توجيهها في الاتجاهات السليمة لاعادة استخدامها و ذلك بسبب انخفاض كفاءة آلية تجميع البقايا الزراعية، مما ينتج عنه حرق هذه البقايا الزراعية و السحابة السوداء. و تتميز الأخشاب – بالرغم من عدم وجود غابات شجرية طبيعية في مصر- بتراث تقني متطور و منتشر نسبيا في مجالي الصناعات اليدوية و البناء. أما المكونات الزراعية المستخدمة محليا و عالميا في مجال البناء و التي تتميز بالانتشار من ناحية الكم و خبرة الصناعات اليدوية في مصر فهي بالات القش و البوص و المنتجات الثانوية لنخيل التمر.

و قد تم تخصيص الفصلين الثاني و الثالث لدراسة الخصائص العامة للمكونات الزراعية، بالإضافة إلى تحليل أساليب متنوعة لتوظيف عناصر البناء باستخدام كل مكون من المكونات الزراعية الأربعة في مصر و العالم. هذه الأساليب تم اختيارها بحيث تكون:

- الأقل اعتمادا على التصنيع : يعتمد على المهارات اليدوية من أجل تحفيز تشغيل الأيدي العاملة في المجتمع و توفير التكلفة الاقتصادية و تخفيض التلوث البيئي.
- الأكثر سرعة و سهولة في الانشاء: كلما كان أسلوب البناء بسيطا و سريعا كلما زاد تقبله و انتشاره لدى المجتمع.

- يعتمد على تراث تقني واسع و مستمر إلى الوقت الحالي، و ذلك في مجالي البناء و الصناعات اليدوية .

2-6 نتائج الدراسة التحليلية

- **تحليل خصائص عناصر البناء المعتمدة على المكونات الزراعية**

تم دراسة تفاصيل هذه العناصر و تحليل خصائصها وفقا لمتطلبات صناع القرار عالميا عند اختيار مواد البناء و ذلك نسبة إلى الأبعاد الثلاثة للتنمية: الاقتصادية و الاجتماعية و البيئية. و يمكن تلخيص هذا التحليل كما يلي:

المنشأ	محليا		عالميا	
الأخشاب	**إنشاء كامل**	**تكسية خارجية**	**إنشاء كامل**	**تكسية خارجية**
	نظام الكمرة و العمود	**ألواح الموسكي**	**الإطارات الهيكلية**	**شرائح خشب الأرز**
اقتصاديا و تقنيا	يعتمد على الأخشاب المستوردة مما يرفع من التكلفة.	يعتمد على الأخشاب المستوردة مما يرفع من التكلفة.	يعتمد على الأخشاب المستوردة مما يرفع من التكلفة.	يعتمد على الأخشاب المستوردة مما يرفع من التكلفة.
	يغطي بحر حتى 7م بدون أعمدة بينية ثم حتى 15 عند وجود أعمدة بينية.	تختلف جودة العزل الحراري حسب طبقات التكسية	يغطي بحر داخلي يتراوح بين 5 و 12 متر بدون أعمدة بينية	تختلف جودة العزل الحراري حسب طبقات التكسية
	ارتفاع درجة الحماية المطلوبة ضد الرطوبة و العوامل المناخية و الحريق	ارتفاع درجة الحماية المطلوبة ضد الرطوبة و العوامل المناخية و الحريق	ارتفاع درجة الحماية المطلوبة ضد الرطوبة و العوامل المناخية و الحريق	ارتفاع درجة الحماية المطلوبة ضد الحريق
	ارتفاع مرونة التغيير نتيجة الاعتماد على المفصلات المعدنية	ارتفاع مرونة التغيير نتيجة الاعتماد على المفصلات المعدنية	ارتفاع مرونة التغيير نتيجة الاعتماد على المفصلات الخشبية	ارتفاع مرونة التغيير نتيجة الاعتماد على المفصلات المعدنية
اجتماعيا	هو الأكثر انتشارا كخبرة في مجال الإنشاء بالمكونات الزراعية و خاصة عند الموانئ، كما يعتمد على وجود حسابات انشائية متخصصة	هو الأكثر انتشارا كخبرة في مجال التكسية بالمكونات الزراعية	مشابه لأسلوب البناء بالكمرة و العمود و يعتمد على حرفة النجارة، كما يعتمد على حسابات إنشائية متخصصة قبل البناء	مشابه لأسلوب التكسية بالقراميد في مصر
بيئيا	التسبب في ارتفاع غازات الاحتباس الحراري نتيجة نقل الأخشاب المستوردة و تصنيع المفصلات المعدنية. و مخلفات الهدم قابلة لإعادة الاستخدام و التدوير	التسبب في ارتفاع غازات الاحتباس الحراري نتيجة نقل الأخشاب المستوردة و تصنيع الأبلكاش و الفوم المجروش و خرسانة السقف و الصاج المعرج. و مخلفات الهدم قابلة لإعادة الاستخدام و التدوير.	التسبب في ارتفاع غازات الاحتباس الحراري نتيجة نقل الأخشاب المستوردة. و مخلفات الهدم قابلة لإعادة الاستخدام و التدوير	التسبب في ارتفاع غازات الاحتباس الحراري نتيجة نقل الأخشاب المستوردة و تصنيع الأبلكاش و العوازل. و مخلفات الهدم قابلة لإعادة الاستخدام و التدوير.
بالات القش	**إنشاء كامل**	**تكسية خارجية**	**إنشاء كامل**	**تكسية خارجية**
	ببالات القش كحوائط حاملة	**طبقات متراكمة على السطح**	**بالات القش كمادة مالئة مع اطار خشبي رئيسي**	**ألواح القش مسبقة الصنع**
اقتصاديا و تقنيا	يعتمد على بالات القش المحلية و الطين المحروق	يعتمد على بالات القش المحلية و المتوافرة في مصر	يعتمد على بالات القش المحلية و المتوافرة في مصر بالإضافة إلى الأخشاب المستوردة	يعتمد على بالات القش المحلية و المتوافرة في مصر بالإضافة إلى الأخشاب المستوردة
	يغطي بحر لا يزيد عن 5 م بسبب الاعتماد على القباب الطينية للتسقيف	يتميز بجودة الأداء الحراري و العزل الصوتي	يعتمد على قدرة الإطار الخشبي المستخدم	يتميز بجودة الأداء الحراري و العزل الصوتي

	انخفاض مرونة التغيير بسبب ثقل النظام و الاعتماد على التسقيف بالطين	ارتفاع مرونة التغيير	مرونة التغيير متوسطة بسبب الاعتماد على اطار خشبي بالرغم من ثقل بالات القش	ارتفاع مرونة التغيير
	ارتفاع درجة الحماية المطلوبة ضد الرطوبة و العوامل المناخية	ارتفاع درجة الحماية المطلوبة ضد الرطوبة و العوامل المناخية و الحريق	ارتفاع درجة الحماية المطلوبة ضد الرطوبة و العوامل المناخية	حماية ذاتية بسبب البياض و الإطار الخشبي الكامل المحيط بالألواح
اجتماعيا	متقارب مع أسلوب البناء بالطوب، بالإضافة إلى الاعتماد على مهارة التسقيف بالطوب الطيني	تشوين لبالات القش على أسطح المنازل الريفية للحماية من الحرارة و المطر	متقارب مع أسلوب البناء بالطوب و يعتمد على حرفتي النجارة و تحزيم البالات	متقارب مع أسلوب التكسية بالألواح بالإضافة إلى اعتماده على مهارة النجارة
بيئيا	مواد البناء الرئيسية محلية مثل بالات القش و البياض الطيني و الطوب المحروق، و مخلفات الهدم قابلة للتدوير		التسبب في ارتفاع غازات الاحتباس الحراري نتيجة نقل الأخشاب المستوردة و تصنيع الفيروسمنت، و مخلفات الهدم قابلة للتدوير	التسبب في ارتفاع غازات الاحتباس الحراري نتيجة نقل الأخشاب المستوردة، و مخلفات الهدم قابلة للتدوير
البوص	**إنشاء كامل**	**تكسية خارجية**	**إنشاء كامل**	**تكسية خارجية**
	كشك الشبيكة	**سدد البوص المغطاة بالجبس**	**الحزم العقدية بالمضيف العراقي**	**القش العرضي المغطى بالطين**
اقتصاديا و تقنيا	يعتمد على البوص الريحي المحلي و المتوفر في مصر بالإضافة إلى جذوع الأشجار الخام	يعتمد على البوص الريحي المحلي و المتوفر في مصر بالإضافة إلى الاعتماد الجزئي على الصفيح	يعتمد على البوص الريحي المحلي و المتوفر في مصر	يعتمد على البوص الريحي و البلدي المحلي و المتوفر في مصر بالإضافة إلى الاعتماد الجزئي على الأخشاب المستوردة و الأبلكاش
	يغطي بحر حتى 3-4م	جودة عزل حراري منخفض بسبب خفة وزن التكسية	يغطي بحر داخلي يتراوح حتى 15متر بدون أعمدة بينية	يتميز بجودة الأداء الحراري و العزل الصوتي
	مقاومة ذاتية مرتفعة للرطوبة و العوامل المناخية و الحريق بفعل اللياسة	مقاومة ذاتية مرتفعة للرطوبة و العوامل المناخية و الحريق بفعل اللياسة	مقاومة ذاتية مرتفعة للرطوبة و العوامل المناخية ، لكن مقاومة منخفضة للحريق	مقاومة ذاتية مرتفعة للرطوبة و العوامل المناخية و الحريق بفعل اللياسة
	ارتفاع مرونة التغيير و امكانية النقل بسبب الاعتماد على الحبال	ارتفاع مرونة التغيير	ارتفاع مرونة التغيير لكن مع ملاحظة ثقل العناصر الإنشائية	مرونة التغيير متوسطة بسبب الاعتمادعلى البوص غير المكبوس
اجتماعيا	يعتمد على تراث الشبيكة المنتشر في مناطق بحيرات البردويل و المنزلة و ادكو	يعتمد على مهارات الحدادة و تجميع سدد البوص و صناعة السلال و الحصير	يعتمد جزئيا على مهارات تجميع سدد البوص و صناعة الحصير	مشابه لمهارات تجميع سدد البوص و صناعة الحصير و البياض الطيني.
بيئيا	مواد البناء الرئيسية محلية مثل البوص الريحي و البياض الطيني بدون الاعتماد على التصنيع و هي قابلة لإعادة الاستخدام و التدوير	التسبب في ارتفاع غازات الاحتباس الحراري نتيجة التصنيع الجزئي لإطارات الصفيح، أما مخلفات الهدم فهي قابلة للتدوير	مواد البناء الرئيسية محلية مثل البوص الريحي بدون الاعتماد على التصنيع و هي قابلة لإعادة الاستخدام و التدوير	مواد البناء الرئيسية محلية مثل البوص و البياض الطيني بدون الاعتماد على التصنيع و هي قابلة لإعادة الاستخدام و التدوير
المنتجات الثانوية لنخيل التمر	**إنشاء كامل**	**تكسية خارجية**	**إنشاء كامل**	**تكسية خارجية**
	التسقيف بجذوع النخل و الكرشيف	**سدد سعف النخيل الكامل**	**الحزم العقدية بالقبو المتقاطع**	**واجهات الجريد المجدول**
	يعتمد على جذوع النخيل و الكرشيف المتوفرة حول واحة سيوة	يعتمد على سدد سعف الجريد الكامل المتوفرة في وادي النيل و الواحات	يعتمد على عناصر الجريد الكامل المتوفرة في وادي النيل و الواحات	يعتمد على عناصر الجريد الكامل المتوفرة في وادي النيل و الواحات

اقتصاديا و تقنيا	يغطي بحر يتراوح بين 3-8 م حسب تعقيد الكمرات	جودة الأداء الحراري متوسطة بسبب خفة التكسية	يغطي بحر يتراوح بين 8 م ، لكن يعتمد على تكرار الوحدات الموديولية.	جودة الأداء الحراري متوسطة بسبب خفة التكسية
	ارتفاع درجة الحماية المطلوبة ضد الرطوبة بسبب انخفاض مقاومة الكرشيف للرطوبة.	انخفاض مقاومة الحريق و ارتفاع مقاومة العوامل المناخية	انخفاض مقاومة الحريق و ارتفاع مقاومة العوامل المناخية	انخفاض مقاومة الحريق و ارتفاع مقاومة العوامل المناخية.
	انخفاض مرونة التغيير بسبب ثقل النظام و الاعتماد على التسقيف بالكرشيف	ارتفاع مرونة التغيير بسبب الاعتماد على الحبال	ارتفاع مرونة التغيير بسبب الاعتماد على الحبال	ارتفاع مرونة التغيير بسبب الاعتماد على الحبال
اجتماعيا	يعتمد على تراث التسقيف بكمرات جذوع النخيل المنتشر في الواحات الغربية و سيناء	يعتمد على مهارات تجميع سدد الجريد و صناعة الأقفاص المتوفرة في وادي النيل	يعتمد جزئيا على مهارات تجميع سدد الجريد وجدل الحبال	مشابه لمهارات تجميع سدد الجريد و صناعة الأقفاص و السلال المتوفرة في وادي النيل
بيئيا	مواد البناء الرئيسية محلية و هي جذوع النخيل و الكرشيف بدون الاعتماد على التصنيع. و مخلفات الهدم قابلة للتدوير	مواد البناء الرئيسية محلية و هي سعف النخيل و الحبال بدون الاعتماد على التصنيع. و مخلفات الهدم قابلة لإعادة الاستخدام و التدوير.	مواد البناء الرئيسية محلية و هي سعف النخيل و الحبال و الكتان بدون الاعتماد على التصنيع. و مخلفات الهدم قابلة لإعادة الاستخدام و التدوير.	مواد البناء الرئيسية محلية و هي سعف النخيل و الحبال بدون الاعتماد على التصنيع. و مخلفات الهدم قابلة لإعادة الاستخدام و التدوير.

- **نتائج المقارنة التحليلية بين عناصر البناء المعتمدة على المكونات الزراعية**

و نتيجة لهذا التحليل المكثف لتفاصيل إنشاء و حماية كل هذه الأساليب من توظيف المكونات الزراعية في البناء، تبين ضرورة وجود آلية واضحة لتحديد أنسب عناصر البناء المعتمدة على المكونات الزراعية لتطوير تقنيتها المتوارثة لتكون أكثر مرونة في التشكيل و أكثر سهولة في التنفيذ. لذلك فقد تم تخصيص الفصل الرابع لدراسة أهم الخصائص الواجب توافرها من أجل اتخاذ القرار عند اختيار مواد البناء. حيث تم دراسة الخصائص التي وضعتها بعض المؤسسات الحكومية المعنية بإدارة المخلفات - مؤسسة قسم إعادة تدوير و الحفاظ على الموارد في ولاية كاليفورنيا CalRecycle و برنامج مؤسسة البناء الأخضر بهارتلاند لكلية كانساس للعمارة و التصميم العمراني HGS- من أجل اعتبار مواد البناء مستدامة . لكن بسبب أن كل البرنامجين لم يتطرقا إلى أوزان نسبية لمعاييرها تمكن صناع القرار من اختيار عند وجود مقارنة، فقد تم مناقشة نمطين من أنماط اتخاذ القرار عند اختيار مواد البناء و هما:

- تحليل تكلفة دورة الحياة Life Cycle Cost و التي اتسمت بالتركيز على الجانب الاقتصادي و تهميش الجوانب الاجتماعية و البيئية
- عملية التحليل الهرمي المتدرج Analysis Hierarchy Process الذي يهتم بتقليل درجة عدم اليقين و الاقتراب من آلية صنع القرار البشري من خلال المقارنة التفضيلية بين عدد محدد من البدائل بدلا من المقارنة المنفصلة .

و بما أن البحث يهدف إلى تحديد المكون الزراعي الأكثر مرونة و الأكثر قابلية للتطوير بمنهج تحليلي مقارن، فقد تم اعتماد نمط التحليل الهرمي المتدرج AHP و الذي يحاكي عملية صنع القرار البشرية و التي تعتمد على المقارنة بين مجموعة من البدائل لاختيار أفضلها. كما تم اختيار معيارين تم وضعهما عن طريق عمل استطلاعات رأي شاملة بين المشاركين في عملية البناء المستقلين و المشاركين المنتميين إلى قاعدة البناء الأخضر GBC، بحيث يتم استخدام الخصائص الواردة في برنامج HGS كمرجع لاختيار المعيارية الأشمل لقياس كفاءة مواد البناء. ثم تم اضافة بعض التعديلات الطفيفة على معيارية قاعدة البناء الأخضر لتناسب مع طبيعة المكونات الزراعية و التي تتشابه في كونها منخفضة التلوث البيئي و الانبعاثات خاصة و أن اعتمادها على التصنيع منخفض. هذه المعيارية كانت كالتالي:

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي لكل معيارية	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي لكل مؤشر بمعياريته	الوزن الكلي لكل مؤشر
مرونة التصميم و الموقع	0.026	منشأ المواد الخام اللازمة للمادة	0.197	0.005122
		توافر المادة في السوق	0.158	0.004108
		المسافة من السوق للموقع	0.127	0.003302
		استيفاء أكواد البناء	0.115	0.00299
		تحمل الكوارث الطبيعية بالموقع	0.083	0.002158
		مرونة التأقلم مع طبوغرافية الموقع	0.114	0.002964
		مرونة التوزيع الفراغي الداخلي	0.069	0.001794
		مرونة ممارسة الأنشطة الداخلية	0.053	0.001378
		مرونة تشكيل التصميم	0.044	0.001144
		كفاءة كمية المادة المستخدمة	0.04	0.00104
الآثار البيئية و صحة الانسان	0.068	الحفاظ على البيئة و الطاقة الكامنة	0.202	0.013736
		الانبعاثات الغازية (غازات الاحتباس الحراري و تهديد الأوزون)	0.21	0.01428
		السمية و أمان المستخدمين (كميات VOCs)	0.113	0.007684
		معدل الاعتماد على المبيدات السامة في التنظيف	0.078	0.005304
		التأقلم مع مناخ المنطقة	0.067	0.004556
		انبعاث السميات على التربة و المياه و الهواء (الامطار الحمضية)	0.11	0.00748
		الاعتماد على الوقود الأحفوري	0.058	0.003944
		نسبة النفايات التي تنتهي بالدفن او الحرق	0.162	0.011016
التكلفة الاقتصادية	0.122	**تقدير تكلفة التنفيذ المبدئية**	0.347	0.042334
		تكلفة الطاقة المستهلكة في المادة	0.247	0.030134
		تكلفة شراء مواد الخام الرئيسية	0.186	0.022692
		حجم العمالة المستخدمة	0.12	0.01464
		الوقت المستهلك في التنفيذ	0.037	0.004514
		معدل و تكلفة صيانة و استبدال المادة	0.063	0.007686
الكفاءة الاجتماعية و الثقافية	0.245	التأقلم مع المهارات المتوارثة	0.3055	0.0748475
		ملاءمة المادة مع طبيعة المنطقة	0.1385	0.0339325
		درجة تقبل المجتمع و امكانية التدريب على النظام	0.3175	0.0777875
		الاتفاق مع العرف السائد	0.2385	0.0584325
الكفاءة التقنية	0.335	القابلية لإعادة الاستخدام والتدوير	0.09	0.03015
		سهولة الازالة و النقل	0.01	0.00335
		صعوبة الصيانة المطلوبة	0.06	0.0201
		قابلية الامتداد المستقبلي	0.06	0.0201
		اعتماد التنفيذ على الحرف المنتشرة في مصر	0.06	0.0201
		سهولة التركيب و التجميع	0.05	0.01675
		مقاومة الحريق	0.04	0.0134
		مقاومة توصيل الحرارة	0.05	0.01675
		مقاومة الرطوبة و العوامل المناخية و الكيماوية و الأشعة فوق البنفسجية	0.22	0.0737
		مقاومة الصدم و التشققات	0.12	0.0402
		وزن النظام	0.05	0.01675

		طول العمر الافتراضي للمادة	0.07	0.02345
		القابلية للتحلل الطبيعي	0.07	0.02345
		مرونة التعديل و التغيير	0.05	0.01675
الخصائص الشكلية و الحسية	0.204	مرونة الملاءمة مع النسيج العمراني المحيط	0.385	0.07854
		دقة و ملمس مادة البناء	0.154	0.031416
		الإضاءة الطبيعية و سماحية عمل الفتحات	0.215	0.04386
		الأداء الحراري	0.14	0.02856
		الكفاءة الصوتية	0.106	0.021624
الإجمالي	1.00			1.00

- **نتائج تطبيق آلية المقارنة المقترحة**

تم تقسيم عملية المتانة إلى مستويين، بحيث يهدف المستوى الأول إلى المقارنة بين عناصر البناء في كل استخدام محليا و عالميا على حدى، ثم تتأهل عناصر البناء الحاصلة على الأولويتين الأولى و الثانية للمقارنة في المستوى الثاني الذي يهتم بمقارنة الاستخدام ككل كالتالي:

3-6 نتائج الدراسة العملية

يلاحظ من نتيجة المقارنة التحليلية التي جرى عقدها على مستويين في الفصل الرابع أن أسلوب تجميع العناصر على هيئة حزم عقدية هو الفكر المشترك بين عنصري الحزم العقدية بالبوص و الحزم العقدية بالجريد، و أن أسلوب التكسية باستخدام بانوهات محضرة مسبقا و منفصلة و مثبتة على علفات خشبية هو الفكر المشترك بين عنصري التكسية بألواح الموسكي و الجريد المجدول. بالإضافة لذلك، فإن جريد النخيل كان هو المكون الزراعي الوحيد المشترك الذي استخدم في عناصرالبناء الحاصلة على الأولوية الأولى و الثانية في مجال

الإنشاء و التكسية محليا و عالميا.و هذا يرجع إلى وفرة المادة في الكم و الخبرة و سهولة استخدامها و مرونة تشكيلها و مقاومته للعوامل المناخية. مما يؤهل هذه المادة لأن تكون المادة الأكثر مرونة و قابلية لتطوير تطبيقاتها كإنشاء و كتكسية.

لذلك، فقد تم عمل زيارة ميدانية لقرية القايات، و هي عاصمة إنجازات الجمعية المصرية للتنمية الذاتية من خلال مشروع استخدام المنتجات الثانوية لنخيل كأساس للمشروعات الصغيرة. هدفت الزيارة لتقييم فكر الإنشاء بواسطة الحِزَم و تتبع مراحل تحضير و تجهيز جريد النخيل عن كثب على أيدي حرفيين محليين ماهرون في التعامل مع الجريد و صناعة الأقفاص.، و ذلك لتنفيذ مظلة سريعة من حزم جريد النخيل للتعرف على امكانيات العمالة المحلية و تقدير سهولة البناء بهذه الحزم. و قد حازت المظلة التي تم عملها في ست ساعات فقط على اعجاب أهل القرية بسبب سرعتها و رخص ثمنها، إلا أنها من الناحية المعمارية و الانشائية اتصفت بحدوث تشوهات واضحة في الكمرات التي لا يتعدى بحرها 2.5 متر، بالاضافة إلى أن الاعتماد على الربط بالحبال في مفصلات المظلة أدى لأن تكون هذه المفصلات نقاط ضعف كبيرة أمام الرياح.

و بالرغم من أن الحزم العقدية تغلبت على مشكلة الانبعاج الذي حدث في المظلة و خفض من الاعتماد على الحبال بصورة رئيسية في المفصلات، إلا أنه بتتبع الفكر الإنشائي باستخدام الحزم العقدية فيما سبق، فقد استوحت ساندرا بيسيك فكر الحزم العقدية من المضيف العراقي لكن بعد خفض قطر الحزمة من 55 سم إلى 20 سم، مما اضطرها للاعتماد على دعامات وسطية على مسافات بينية 3.25 م. ثم من أجل التخلص من هذه الدعامات البينية، قامت بعمل شبكتين متعامدتين من الحزم العقدية لتحول العقد ثنائي الأبعاد إلى قبة ثلاثية الأبعاد ، و هذا هو فكر التصميم الفراغي.

و لما كانت المعضلة الأكبر عند تصميم اي جمالون من الجريد هي تعقيد تصميم المفصلات الداخلية بين عناصر الجريد الطبيعي غير المشكّل - و ذلك حسب تجربتي الباحثين نادر المعاجيني و تامر رجائي و اللذان اعتمدا على المفصلات المعدنية بالرغم من اختلاف معاملات التمدد و الهبوط و عدم تجانس المادتين- تم تصميم الجمالون الفراغي بحيث يعتمد بصورة رئيسية على عقود على شكل القطع المكافئ.

إن عقد القطع المكافئ هو عقد تتلاشى به قوى الشد الداخلية و تتحول بالكامل إلى قوى ضغط، لذلك فإنه اذا اعتمدت عناصر الدعم الداخلية للجمالون الفراغي على الغرس و الاحتكاك في هذه العقود، فإن الضغط المتولد داخل العقود قادر على الامساك جيدا بالدعامات بدون اي مفصلات معدنية. لذلك فقد تم تصميم الجمالون الفراغي المثلث العقدي بقطاعات مماثلة لقطاعات سنادرا بيسيك، ثم تم تنفيذ نموذج قياسي مصغر للنظام لدراسة تفاصيله و مفصلاته.

ثم للتأكد من الأمان الإنشائي للنظام، تم قياس الخواص الميكانيكية بالجريد في معمل الفلزات في كلية الهندسة بجامعة عين شمس، ثم تم ادخال هذه الخصائص في برنامج تحليل انشائي على الحاسب الآلي و هو SAP2000 لدراسة أمان المنشأ عند تغطية بحر 8 متر و ذلك وفقا لطريقة Allowable Stress Design method (ASD) و التي تقيس الإجهاد الفعلي الواقع على العناصر الإنشائية دون زيادتها بمعامل أمان بسبب عدم وجود كود إنشائي خاص بالجريد. و قد اتضح من التحليل الانشائي أن النظام آمن لتغطية 8 متر، فتم تجربته لتغطية 12 متر و 16 متر. و قد أثبت النظام قابليته لتغطية 12 متر، لكنه أصيب بتشوهات في العقود نتيجة أحمال الرياح عند تغطية 16 متر. و لكن تمت هذه المحاكاة تحت مجموعة من المحددات و التي تستلزم القيام بدراسات مستقبلية لدراستها:

1- أن النظام الإنشائي المقترح تم اختباره تحت أحمال وزنه الذاتي و الرياح دون احتساب أحمال التغطية أو أحمال تعليق أي أنظمة إضاءة داخلية عند الحاجة.
2- أن المحاكاة تمت على اعتبار أن المساحة المقطعية للعقود مكونة من حزم الجريد بكثافة 100% و هي كثافة مثالية لا يتم الحصول عليها في الواقع بسبب الاعتماد على الجريد في هيئة حزم.
3- أن نتائج المحاكاة لم تتعرض إلى تحمله للآفات أو عمره الزمني، و هذا يستلزم دراسات إضافية لقياس عمره الزمني و المعالجات المطلوبة لحمايته من الآفات.

و على جانب تطوير تطبيقات جريد النخيل في مجال التكسية الخارجية، فقد تم المزج بين مميزات التكسية بألواح الموسكي و الجريد المجدول عن طريق عمل واجهات من قوائم الموسكي يتم الاعتماد عليها في تركيب بانوهات داخلية من الجريد المجدول. هذا المزج تم اقتراحه من أجل الاستفادة من متانة قوائم خشب الموسكي و استخدامه لتسهيل عملية الفك و الصيانة، و من أجل الاستفادة من الجودة التشكيلية و مقاومة الجريد الطبيعية للرطوبة و الإشعاع الشمسي في عمل بانوهات داخلية متحركة قابلة للانزلاق على مجاري قوائم الموسكي

و في النهاية، فإن تبني و تطوير تقنيات البناء باستخدام المكونات الزراعية المحلية التي تم تناولها في الرسالة تمهد لعمل مدرسة معمارية مصرية خالصة، بحيث تكون مبنية على استثمار الموارد و الإمكانيات المصرية لعمل تنمية مستدامة من الداخل بأيدي أبناء المجتمع و للمجتمع.

7 التوصيات و تفعيل النتائج

خلصت الدراسة إلى أن هناك إمكانية واضحة لتطوير استخدامات المكونات الزراعية المحلية في مجال الإنشاء و التكسية بحيث تتسم بالكفاءة التقنية و الاقتصادية و سهولة التنفيذ بالاعتماد على التراث التقني، و ذلك كخطوة لتحفيز خطط التنمية المستدامة من الداخل في مصر كالتالي:

1-7 توصيات الجزء النظري و التحليلي

1-1-7 للباحثين و المؤسسات البحثية

- الاستفادة من معايير اتخاذ القرار بشأن اختيار عناصر البناء خاصة عند المقارنة بين مواد بناء طبيعية تعتمد على تراث تقني متواجد.
- ضرورة استكمال الدراسة الخاصة بتفاصيل الخواص الفيزيائية و الميكانيكية للمكونات الزراعية المنتشرة في مصر من أجل التقدير السليم لإمكانياتها الانشائية.
- توفير ميزانية خاصة لعمل نماذج بالحجم الطبيعي لعناصر البناء المطورة باستخدام المكونات الزراعية لقياس كفاءتها التقنية و عمرها الزمني و تقدير تكلفة الخامات و سهولة البناء و احتياجات المعالجة.
- استكمال البحث و الدراسة من أجل دراسة التفاصيل الانشائية المتقدمة مثل المفصلات و أماكن الربط بالنسبة للنظام الانشائي المقترح في الرسالة.

2-1-7 للمعماريين

- الاستفادة من التحليل الخاص بتفاصيل الانشاء و الحماية لتقنيات و عناصر البناء الانشائية باستخدام المكونات الزراعية و الواردة في هذه الرسالة، و ذلك من أجل توظيف هذه التقنيات في مشاريع السياحة البيئية و المحميات الطبيعية و الاسواق المؤقتة و تصميم الحدائق.
- التوجه لتوظيف التقنيات المتناولة في هذا البحث لتصميم منشآت أو تكسيات مؤقتة و قابلة للنقل مع الحفاظ عند الحاجة إلى انخفاض التكلفة الاقتصادية حيث أن هذه التقنيات تعتمد على مواد متوفرة محليا و أنها سريعة التنفيذ.

3-1-7 للقائمين على الجمعيات و المؤسسات الأهلية التي تعمل في مجال التنمية

- زيادة برامج التوعية باستخدامات و امكانيات المكونات الزراعية و ذلك عبر عقد الدورات اللازمة لتعليم كيفية توظيفها كعناصر بناء. هذه الدورات يجب أن تكون موزعة بكفاءة في المناطق الأكثر احتياجا لتلافي الاضطرار لاستخدام الخردة و المخلفات لبناء مساكن و أعشاش غير آمنة، بالاضافة إلى تقليل التكلفة البيئية و الاقتصادية للاعتماد الكامل على مواد البناء الاعتيادية.
- الاستفادة من التراث التقني الوارد في هذا البحث في خطط التنمية المحلية، حيث أن إشراك أبناء المجتمع في عمل عناصرالبناء بأيديهم و بخبراتهم المتوارثة يتيح لهم الاستفادة من المكونات الزراعية بدلا من النظر إليها كمخلفات و التي ينتهي بها إلى التخلص منها بأساليب ضارة للبيئة.
- تنمية المهارات المتوارثة لدى أبناء المجتمع في استخدام المكونات الزراعية في البناء مما يرفع من حس الملكية لديهم و يجعل من عملية التنمية عملية مستمرة حتى بعد انتهاء عمل الجمعيات.

2-7 توصيات الجزء العملي

1-2-7 للباحثين الإنشائيين و المتخصصين

- إن النظام الإنشائي المقترح – الجمالون الفراغي القطري- تمت محاكاته الإنشائية بناء على افتراض أن الحزم العقدية مكونة من عناصر الجريد بكثافة 100%، و بافتراض أن المفصلات هي مفصلات احتكاك ثابتة، و أن الجمالون معرض لأحمال الرياح و وزنه الذاتي فقط غير شامل التغطية. و بالتالي فإنه يوصى بأن يتم اختبار هذا المنشأ من خلال عمل نموذج بالحجم الطبيعي أو باستخدام المحاكاة الإنشائية من قبل باحث إنشائي متخصص.
- عمل نموذج بالحجم الطبيعي للنظام الإنشائي المقترح من أجل دراسة مدى تحمله للعوامل الزمنية و الحريق و الآفات و مدة الإنشاء و التكلفة الإجمالية.
- دراسة أنواع التغطيات الخفيفة التي لا تشكل عبئا إنشائيا على المنشأ.

8- المراجع

المراجع العربية

الكتب العربية

1. اسماعيل ، عبدالفتاح، *الصناعات الخشبية*)القاهرة، مصر.: مكتبة الأسرة, 1995.(
2. جريشة، هشام *فقراء العمارة: ردا على كتاب عمارة الفقراء للمعماري حسن فتحي*)القاهرة، مصر: مكتبة الانجلو المصرية, 2015.(
3. فتحي، أيمن محمد *الخشب في العمارة*)القاهرة، مصر : دار الكتب العلمية للطباعة و النشر, 2006.(

الرسائل العلمية

4. الطويل، حاتم، 'البيئة و العمارة في سيوة' (رسالة ماجيستير, جامعة الإسكندرية, كلية الفنون الجميلة, 1989.(
5. الجيزاوي، لميس, 'دراسة تحليلية لمساكن الصيادين حول بحيرة البردويل شمال سيناء' (رسالة ماجيستير, جامعة عين شمس, قسم الهندسة المعمارية- كلية الهندسة, 1993.(
6. المعاجيني ، نادر، 'استخدام الخامات المحلية في صنع الاسقف منخفضة التكاليف' (رسالة دكتوراه, جامعة عين شمس, معهد الدراسات و البحوث البيئية, 2001.(
7. صيدم، محمود وحيد، *إحياء القيم المعمارية التراثية في العمارة المحلية المعاصرة*)غزة، فلسطين: رسالة ماجيستير، كلية العمارة، الجامعة الاسلامية, 2013.(
8. نصير، رضا احمد, 'الانشاءات الخفيفة و تأثير المناخ على امكانية تطبيقها في مصر' (رسالة ماجيستير, جامعة عين شمس, كلية الهندسة, 1991.(
9. هلال، أحمد عبدالنبي, 'العمارة التلقائية في مصر: عمارة البوص في منطقة بحيرة المنزلة' (رسالة ماجيستير, جامعة حلوان, كلية الفنون الجميلة, 1992.(

الأوراق البحثية المنشورة

10. عفيفي، أيمن و عقبة ، إيهاب , 'استخدام المخلفات الزراعية فى المنشآت الريفية in ,*مؤتمر مستقبل التنمية المستدامة في مصر*)القاهرة، مصر: وزارة التنمية المحلية المصرية, 2012.99-184 ,II ,(

المقالات

11. الموصلي، حامد، ، 'نواتج تقليم النخيل: قاعدة مادية للمنتجات الصناعية و مواد البناء ,*الشجرة المباركة* ,مارس 2012.92-80 .pp ,
12. حسين، صديقة, 'قبل اندثار كثير من المهن الأصيلة: مشروع قومي لحماية الحرف الشعبية ,*مجلة أكتوبر* ,ابريل -1845 (2012.(

المواقع الالكترونية

13. أسماء قنديل, 'جيهان لطفي. حلت مشكلة الإسكان والسحابة السوداء بمنازل "قش الأرز in ,''*صحيفة روز اليوسف- صفحة موهوبون* -http://www.mawhopon.net/Innovative<
solutions/4725-%D8%AC%D9%8A%D9%87%D8%A7%D9%86-
%D9%84%D8%B7%D9%81%D9%8A-%D8%AD%D9%84%D8%AA-

%D9%85%D8%B4%D9%83%D9%84%D8%A9-
%D8%A7%D9%84%D8%A5%D8%B3%D9%83%D8%A7%D9%86-
%D9%88%D8%A7%D9%84%D8%B3%D8%AD%D8%A7%D8%A8%D8%A9-
%D8%A7%> [accessed 25 October 2015]

14. سليمان، سالي، 'الفوضى هي العنوان. بين ما كان وما هو كائن' in *أرشيف مركز والي للحفاظ على العمارة و التراث لبيوت القرنة القديمة -غرب مدينة الأقصر* <http://bassaraheritage.blogspot.com.eg/2015_03_01_archive.html> [accessed 5 نوفمبر 2015]
15. عبد الوهاب حنفي, 'جريد النخيل. صناعة تتثاءب' in *فولكلور سكان الصحتري المصرية* <http://kenanaonline.com/users/saharyfolk/posts/222714> [accessed 16 نوفمبر 2015]
16. علي عثمان, 'عملية البناء على الأراضي الزراعية وعلاقته بتدهور الرقعة الزراعية' in *The Beehive-USAID* <http://minya.thebeehive.org/content/2148/3281> [accessed 21 November 2015]
17. محمود، دوير, 'صناعة الأثاث من جريد النخيل، حرفة عريقة يقتلها الاهمال' in *جريدة البديل* <http://elbadil.com/2015/08/02/> [accessed 15 نوفمبر 2015]

التقارير

18. اللجنة الدائمة لإعداد أسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق, *الكود المصري لأسس التصميم و اشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق- الجزء الأول* (القاهرة: المركز القومي لبحوث الإسكان و البناء, 2012).
19. الخضري، مصطفى, *التقرير النهائي لمشروع نشر الصناعات الصغيرة القائمة على خامات النخيل- المرحلة الاستطلاعية* (القاهرة، مصر: الجمعية المصرية للتنمية الذاتية للمجتمعات المحلية, 2012).
20. عبد الوهاب، زايد, 'كتاب الفائزين', *جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر، الامارات العربية*, الدورة الخامسة (2012-2013)
21. الجمعية المصرية للتنمية الذاتية للمجتمعات المحلية, *النخلة كمصدر للخامات الصناعية و مواد البناء* (القاهرة: منظمة الصحة العالمية- المكتب الاقليمي لشرق المتوسط, 2004).

المراجع الأجنبية

الكتب

1. Ashour, Taha, 'Using Straw as Building Material', in *Straw: Production, Cultivation and Uses*, ed. by Steven B. Elfson (London, UK: Nova Science Publishers, 2011), p. Chapter 2.
2. Breeze, Juliet, *Information Guide to Straw Bale Building*, 1st edn (Todmorden, UK: Amazon Nails, 2001).
3. Charis, Daniel, *The Natural House: A Complete Guide to Healthy, Energy-Efficient, Environmental Homes* (Chelsea, UK: Chelsea Green Publishing, 2000).
4. Ding, G.K.C., 'Sustainable construction – The role of environmental assessment tools', *Journal of Environmental Management*, Vol. 86 No.3, (2008), 451-64.

5. Edminster, Ann V., *Investigation of Environmental Impacts:STRAW BALE CONSTRUCTION* (California, US: University of Berkeley, 1995), p. 56. Sayigh, Ali, *Sustainability, Energy and Architecture:Case Studies in Realizing Green Buildings*, 2nd edn (Massacustes, US: Elsevier Publishers, 2014).

6. Green, David, Winandy, Jerrold and Kretschmann, David, 'Mechanical Properties of Wood', in *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*, 100th edn (Wisconsin: United States Department of Agriculture, 2010), p. Chapter 5.

7. Kennedy, Joseph, *Building Without Borders: Sustainable Construction for the Global Village* (Ontario, Canada: New Society Publishers, 2004).

8. Kennedy, Joseph, Smith, Micheal and Wanek, Catherine, *The Art of Natural Building*, 2nd edn (Gabriola Island, Canada: New Society Publishers, 2015).

9. Lan, Tien T., 'Space Frame Structures', in *Handbook for Structural Engineering*, ed. by W. Chen, 2nd edn (Tokyo, Japan: CRC Press, 2005), pp. 24-50.

10. Larsen, Olga P., *Reciprocal Frame Architecture*, 2nd edn (Oxford, UK: Elsevier-Architectural Press, 2008).

11. Magwood, Chris, *Building Better Buildings: A Comparative Guide to Sustainable Construction* (Gabriola Island, Canada: New Soiety Publishers, 2014).

12. Magwood, Chris, Mack, Peter and Therrien, Tena, *More Straw Bale Buildings* (Gabriola Island, Canada: New Society Publishers, 2006), pp. 75-81.

13. Minke, Gernot, *Building with Earth : Design and Technology of a Sustainable Architecture*, English Version edn (Berlin, Germany: Brikhauser, 2011), II.

14. Piesik, Sandra, *Arish: Palm-Leaf Architecture*, 2nd edn (London, UK: Thames & Hudson, 2012).

15. Rankin, W.G., *Minerals, Metals and Sustainability: Meeting Future Material Needs* (Clayton, Australia: Csiro Publishing, 2011), p. 22.

16. Racusin, Jacob and McArleton, Ace, *The Natural Building Companion: A Comprehensive Guide to Integrative Design and Construction*, 1st edn (Chelsea, UK: White River Junction, 2012).

17. Roy, Rob, *Timber Framing for The Rest of Us*, 2nd edn (Gabriola Island, Canada: New Society Publishers, 2004).

18. Stenman, Helga, *Reed Conctruction in Baltic Sea Region* (Estonia: European Regional Development Fund, 2012).

الأوراق البحثية المنشورة

19. Almssad, Asaad and Almusaed, Amjad, 'Building materials in eco-energy houses from Iraq and Iran', *Case Studies in Construction Materials*, 2 (2015), 42-54.

20. Aljuruf, R.S. and others, 'Determination of The Thermal Conductivity of Date Palm Leaves', *Journal of Thermal Insulation*, 1988, 152-56.

21. Asdrubali, Francesco, D'Alessandro, Francesco and Schiavoni, , Samuele, 'A review of unconventional sustainable building insulation materials', *Sustainable Materials and Technologies*, 4 (2015), 1-17.

22. Akadiri, Peter O., Olomolaiye, Paul O. and Chinyio, Ezekiel A., 'Multi-criteria evaluation model for the selection of sustainable materials for Building Materials', *Automation in Construction*, 30 (2013), 113-15.

23. Bartlett, E. and Howard, N., 'Informing the decision makers on the cost and value of green building', *Building Research and Information*, Vol. 28, No. 5 (2000), 315-24.

24. Binhussein, Mohammed and Eltonsy, Maher, 'Palm leave and plastic waste wood composite for out-door structures', *Construction and Building Materials*, 47 (2013), 1431-35.

25. Brojan, Larisa, Petric, Alja and Clouston, Peggi, 'A COMPARATIVE STUDY OF BRICK AND STRAW BALE WALL SYSTEMS FROM ENVIRONMENTAL, ECONOMICAL AND ENERGY PERSPECTIVES', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 11,* 2015, 293-300.

26. Chen, Ying, Okudan, Gul and Riley, David, 'Sustainable performance criteria for construction method selection in concrete buildings', *Automation in Construction*, 19 (2010), 235-44.

27. Chen, Len, Li, Xuchun and Sun, Wenbo, 'Stability Analysis of a Long-Span Double-Arch-Support Steel Structure', in *Modelling and Computation in Engineering* (London, UK: Taylor & Francis Group, 2013), II.

28. Dufree, Robert, 'Analysis and Design of A Triangular Cross Section Truss for a Highway Bridge', *Journal of Structural Engineering*, 113 (1987), 2399-414.

29. Dalmeijer, J., 'Straw bale sound insulation and acoustics', *The Last Straw, the International Journal of Straw Bale and Natural Building*, 53 (8) (2006), 29-40.

30. ElMously, Hamed, 'The Palm Fibers for the Reinforcement of Polymer Compoaites: Prospects and Challenges', in *The First Ain Shams Internationak Conference on Environmental Engineering* (Cairo, Egypt: Ain Shams University, 2005), pp. 866-86.

31. Elmously, Hamed, 'THE INDUSTRIAL USE OF THE DATE PALM RESIDUES AN ELOQUENT EXAMPLE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT', in *PROCEEDINGS 4th International Congress on "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin"* (Cairo, Egypt: Proceedings, 2009), VOL. 1, 204-27.

32. Froeschle, Lynn M., 'Environmental Assessment and Specification of Green Building Materials', in *Green Building Challenge* (Canada: Natural Resources Canada and CANMEET Energy Technology Centre, 1998), p. The Construction Specifier October 1999.

33. Garas, G, Allam, M and Eldessuky, R, 'STRAW BALE CONSTRUCTION AS AN ECONOMIC ENVIRONMENTAL BUILDING ALTERNATIVE- A CASE STUDY', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 4 (2009), 54-59.

34. GARAS, Gihan and ALLAM, Muhammed, 'THERMAL PERFORMANCE OF PLASTERED RICE STRAW', *International Journal Sustainable Development Planning Vol.2*, 2011, 226-37.

35. Garas, Gihan, Elkady, Hala and El Alfy, Ayman, 'DEVELOPING A NEW COMBINED STRUCTURAL ROOFING SYSTEM OF DOMES AND VAULTS SUPPORTED BY CEMENTITIOUS STRAW BRICKS', *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences Vol.5*, 2010, 165-87.

36. Gank, S. and MASSIJAYA, M.S., *LIFE CYCLE ASSESSMENT FOR ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION OF TROPICAL PLYWOOD PRODUCTION IN MALAYSIA AND INDONESIA* (MALAYSIA: INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION, 2014).

37. Glucha, P. and Baumann, H., 'The life cycle costing (LCC) approach: a conceptual discussion of its usefulness for environmental decision making', *Building and Environment*, 39 (2004), 571–580.

38. Hussein, Shaban and Sawan, Omaima, 'The Utilization of Agricultural Waste as One of the Environmental Issues in Egypt', *Journal of Applied Sciences Research, 6(8)*, 2010, 1116-24.

39. Hobbs, B.F. and Meier, P., *Energy decision and the environment: a guide to the use of multicriteria methods* (Boston, US: Kluwer Academic Publishers, 2000).

40. Iwasaki, Hirokazu, 'Overcoming Pollution in Japan and the Lessons Learned', in *The 12th Global Environment and Economy Conference* (Tokyo, Japan: Pollution Control Office, 2009), pp. 152-58.

41. Jaskowski, P., Biruk, S. and Bucon, R., 'Assessing contractor selection criteria weights with fuzzy AHP method application in group decision environment', *Automation in Construction*, 19(2) (2010), 120-26.

42. Kobbing, J., Thevs, N. and S., Zerbe, 'The utilisation of reed (Phragmites australis): a review', *Mires and Beat Vol 13*, 2014, 1-14.

43. Khalifa, Marwa A., 'Redefining slums in Egypt: Unplanned versus unsafe areas', *Habitat International*, 35 (2011), 40-49.

44. Koronthalyova, Olga and Matiasovsky Peter, 'PORE STRUCTURE AND THERMAL CONDUCTIVITY OF BURNT CLAY Bricks' (unpublished thesis, 2010).

45. Kumbhar, Shridhar and others, 'Environmental Life Cycle Assessment of Traditional Bricks in Western Maharashtra, India', in *4th International Conference on Advances in Energy Research* (New Delhi, India: Elsevier Ltd, 2013), pp. 260-69.

46. Lautkankare, Rauli, 'The Fire Test of Thatched Roofs', in *Guide Book of Reed Bussiness: Central Baltic Integration Program*, ed. by Anne Hemmi (Estonia, Finland: European Regional Development Fund, 2013), pp. 32-37.

47. Mascia, Nilson T. and Lahr, Francisco A.R., 'Remarks on Orthotropic Elastic Models Applied to Wood', *Materials Research*, 9 (2006), 301-10.

48. Menet, Jean, 'A COMPARATIVE LIFE CYCLE ASSESSMENT OF EXTERIOR WALLS CONSTRUCTED USING NATURAL INSULATION MATERIALS', *Ingineria Mediului şi Antreprenoriatul Dezvoltării Durabile*, 5 (2012).

49. Medineckiene, M., Zavadskas, E. and Turskis, Z., 'Dwelling selection by applying fuzzy game theory', *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 11 (3) (2011), 681–697.

50. Miljan, M. and others, 'Thermal transmittance of reed-insulated walls in a purpose-built test house', *Mires and Peat*, 13 (2013), 1-12.

51. Miljan, Jaan, 'Determination of Thermal Conductivity of Reed in Estonian University of Life Sciences', in *Central Baltic Integration Program*, ed. by Anne Hemmi (Estonia, Finland: European Regional Development Fund, 2013), 5TH, 25-27.

52. Miljan, Matix, Miljan, Martti and Miljan, Jaan, 'Construction of Test House with Reed Insulated Enclosures, Materials and Time Used during the Construction', in

GUIDEBOOK OF REED BUSINESS (Finland: European Regional Development Fund, 2013), pp. 30-36.

53. Munasinghe, M., 'Sustainomics: a transdisciplinary framework for sustainable development', in *Anniversary Sessions of the Sri Lanka Assoc. for the Adv.of Science (SLAAS)* (Colombo, Sri Lanka.: SLAAS, 1994), 50TH.

54. Mandilawi, Asma, 'EFFECT OF DAYLIGHT APPLICATION ON THE THERMAL PERFORMA: IRAQI TRADITIONAL VERNACULA RESEDENTIAL BUILDINGS' (MSc, THE UNIVERSITY OF ARIZONA, COLLEGE OF ARCHITECTURE AND LANDSCAPE ARCHITECTURE, 2012).

55. McLaren, Fiona, 'Alternative, More Sustainable, Wall Construction Techniques than Brick and Block, for New Housing in England and Wales.' (PhD, Loughborough University, Faculty of Architecture, 2013).

56. McCabe, Jacob, *the Thermal Resistivity of Straw Bales for Construction* (Arizona, US: Master Thesis, Department of Nuclear Engineering, Univeristy of Arizona, 1993).

57. Nassar, K., Thabet, W. and Beliveau, Y., 'A procedure for multi-criteria selection of building assemblies', *Automation in Construction*, 12 (5) (2003), 543–560.

58. Shetawy, A. and Abdellatif, M., 'Echoes of the Environment: Housing Patterns in Siwa Oasis, Egypt', *Ain Shams Journal of Architectural Engineering*, Vol.2 (2008), 17-29.

59. Sinou, M. and Kyvelou, S., 'Present and future of building performance assessment tools', *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 17 (5) (2006), 570–586.

60. VillarinhoRosa, Lucio and Haddad, Assad N., 'Building Sustainability Assessment throughout Multicriteria Decision Making', *Journal of Construction Engineering*, 2013, pp. 18-27.

61. Vogtländer, J.G., *Life Cycle Assessment of of Accoya Wood and Its Applications* (Delft, Netherlands: Delft Univeristy of Technology, 2010).

62. Yang, Junli and Ogunkah, Ibuchim C. B., 'A Multi-Criteria Decision Support System for the Selection of Low-Cost Green Building Materials and Components', *Journal of Building Construction and Planning Research*, 1 (2013), 89-130.

63. Yin, R. K., *Case Study Research: Design and Methods*, 4th edn (Los Angeles, US: Sage Publications, 2009).

64. Zabihi, Hossein, Habib, Farah and Mirsaeedie, Liela, 'Sustainability Assessment Criteria for Building Systems in Iran', *Middle-East Journal of Scientific Research*, 11 (2012), 1346-51.

رسائل علمية

65. Alquimi, Majed, *New Techniques to Use Dates Palm Fronds in Architectural and Product Design Applications* (Texas, US: MSc., Texas Tech University., 2014).

66. Ashour, Taha, *The use of renewable agricultural by-Products as building materials* (Kaliobia, Egypt.: PhD Thesis ,Agricultural Engineering Department, Faculty of Agriculture, Benha University, 2003).

67. Raga, Tamer, 'USE OF PALM MIDRIBS AS STRUCTURAL ELEMENTS' (MSc Thesis, Ain Shams University, Department of Engineering, 2010).

مواقع اليكترونية

68. Ahmed Hamdan, 'Al Qattara Arts Centre', in *Trip Advisor* <http://www.tripadvisor.in/Attraction_Review-g298061-d4266422-Reviews-Al_Qattara_Arts_Centre-Al_Ain_Emirate_of_Abu_Dhabi.html> [accessed 5 November 2015]

69. Andrew Malkrin, 'How To Construct A Straw Bale Structure', in *Off the Grid News* <http://www.offthegridnews.com/misc/how-to-construct-a-straw-bale-structure/> [accessed 15 November 2015]

70. C. Bargeron, 'Forest Invasive Species', in *The University of Georgia: Center fpr Invasive Species and Ecosystem Health* <Bugwood.org/1237029/C. Bargeron> [accessed 18 July 2016]

71. Eric Belsky, 'Urban Planning and Poverty in Developing Countries', in *US Department of Housing* <https://www.huduser.gov/portal/pdredge/pdr_edge_hudpartrpt_032213.html> [accessed 4 November 2015]

72. 'Changchun Yitong River Bridge', in *CPIC Bridge & Steel Constructions: Partner for Europe and Arab Area* <http://www.cpic.de/en/changchun-yitong-river-bridge.php> [accessed 9 March 2016]

73. 'Cruck database for Vernacular Architecture', in *Archaeology Data Service* <http://archaeologydataservice.ac.uk/archives/view/vag_cruck/> [accessed 4 November 2015]

74. 'Egypt authorities and the city slums', in *International Alliance of Inhabitants* <http://fre.habitants.org/nouvelles/info_locales/egypt_authorities_urged_to_prevent_forced_evictions_in_city_slums> [accessed 4 November 2015]

75. Hwaa Irfan, 'Hassan Fathy: The Barefoot Architect', in *Hwaairfan's Blog* <https://hwaairfan.wordpress.com/2010/05/12/hassan-fathy-the-barefoot-architect/> [accessed 4 November 2015]

76. Greg Dick, 'Sustainable Building: Green Building Materials', in *Green Building: CAL Recycle* <http://www.calrecycle.ca.gov/greenbuilding/materials/> [accessed 24 February 2016]

77. EACI, 'Modecell Technical Guide', in *Modecell Prefab. Straw Bale* <www.modcell.com> [accessed 17 July 2015]

78. Eric Russell and Brindt Smith, 'Mudhif houses capture spirit of Iraqi culture', in *The Official Homepage of the United States Army* <http://www.army.mil/article/37269/Mudhif_houses_capture_spirit_of_Iraqi_culture/> [accessed 5 November 2015]

79. 'Invasive Species: (Phragmites)', in *Wisconsin Department of Natural Resources* <http://dnr.wi.gov/topic/invasives/fact/phragmites.html> [accessed 18 July 2016]

80. Kelly Hart, 'Nubian Vaults in Africa', in *Natural Building Methods* <http://www.naturalbuildingblog.com/nubian-vaults-in-africa/> [accessed 21 November 2015]

81. Kelly Hart, 'Nubian Vaults in Africa', in *Natural Building Methods* <http://www.naturalbuildingblog.com/nubian-vaults-in-africa/> [accessed 21 November 2015]

82. Martin Kingsley, 'Contract Performance Metrics: The Hidden Cost of Protracted Negotiations', in *Contract Standards* <https://kmstandards.com/wpblog/2014/10/13/contract-performance-metrics-hidden-cost-protracted-negotiations/> [accessed 1 January 2016]

83. Pedro Bravo, 'In 4 Days, 100 Volunteers Used Mud and Reeds To Build This Community Center in Mexico', in *Archdialy* <http://www.archdaily.com/628163/in-4-days-100-volunteers-used-mud-and-reeds-to-build-this-community-center-in-mexico> [accessed 12 October 2015]

84. Peter Shehan, 'Palm Leaves Food Shelter', in *Design Boom News Letter* <http://www.designboom.com/architecture/sandra-piesik-3-ideas-ltd-food-shelter-the-sabla-al-ain-unesco-03-27-2015/> [accessed 22 September 2015]

85. 'Safeguarding Project of Hassan Fathy's New Gourna Project', in *UNESCO: World Heritage Covention* <http://whc.unesco.org/en/activities/637/> [accessed 4 November 2015]

86. Thomas Lane, 'Rebuilding Iraq: Mott MacDonald's Marsh Arab school', in *Buidling.co.uk* <http://www.building.co.uk/rebuilding-iraq-mott-macdonalds-marsh-arab-school/5015248.article> [accessed 29 February 2016]

87. 'Traditional Timber Cladding', in *Howarth-timber.co.uk* <http://www.howarth-timber.co.uk/Product/77/Traditional-Timber-Cladding.aspx> [accessed 19 July 2016]

88. 'Thermally Modified Timber', in *Arbor Wood Co. is the new and innovative choice in modified wood applications* <http://arborwoodco.com/#prettyPhoto> [accessed 5 November 2015]

89. Zoyab Qadi, 'Impressions of modern Yemen', in *Some Travel Some Trivia* <https://alaphia.wordpress.com/2011/12/05/impressions-of-modern-yemen/> [accessed 4 November 2015]

تقارير

90. Alamuddin, Hanan, *Adrere Amellal Eco Lodge Technical Review Report* (Siwa Oasis, Egypt: Siwa Sustainalbe Development Initiative, 2001).

91. *Application Manual* (Mission, Canada: Independent Shake and Shingle Producers Association, 2014).

92. *CalRecycle Brochure: Promoting A More Sustainable California* (California, US: California Department of Resurces Recycling and Recovery, 2014).

93. Ibrahim, Nashwa, *Appropriate Building Patterns for Saint Catherine, Egypt* (Cairo , Egypt: Egyptian Earth Construction Association, 2010).

94. Killmann Wulf and Fink, Dieter, *Cocunut Palm Stem Processing* (Eschborn, Germany: Department of Furniture and Wooden Products, 1996).

95. *Modcell Straw Technology: Technical Guide*, www.modcell.com edn (London,UK: Executive, European Commisson Agency for Competitiveness and Innovation (EACI), 2015).

ملحق أ : مقارنات المستوى الأول لعناصر البناء باستخدام المكونات الزراعية محليا و عالميا

يحتوي هذا الملحق على تفاصيل المقارنات التحليلية التي تم عقدها بين عناصر البناء المحلية المعتمدة على المكونات الزراعية على المستوى الأول. و قد تم وضع جداول المقارنة التفصيلية هنا لتفادي تشتيت انتباه القارئ، و انجازا ليتم التعرف على نتائج هذه المقارنات بشكل أكثر كفاءة. و تكون مقارنات المستوى الأول كما يلي:

أ -1 المقارنة بين عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر

و هنا سيتم المقارنة بين العناصر التالية:

5. عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي و الذي تم تناوله في الفصل الثاني ص.31
6. عنصر 2: الحوائط الحاملة من بالات القش و الذي تم تناوله في الفصل الثاني ص.45
7. عنصر 3: حوائط و أسقف الشبيكة البوص و الذي تم تناوله في الفصل الثاني ص.60
8. عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف و الذي تم تناوله في الفصل الثاني ص.72

د. معيارية مرونة التصميم و الموقع

جدول1 : نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2:الحوائط الحاملة من بالات القش	عنصر 3: حوائط و أسقف الشبيكة البوص	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
مرونة التصميم و الموقع	0.026	منشأ المادة الخام اللازمة للمادة	0.197	يعتمد على أخشاب مستوردة	قش محلي بكميات كبيرة بالاضافة إلى الطوب الطيني بمناطق محدودة	بوص ريحي محلي بكميات محدودة	نخيل محلي بكميات كبيرة لكن الكرشيف بمناطق محدودة
				0.1	0.35	0.2	0.35
		توافر المادة في السوق	0.158	محدود التوفر في الاسواق	متوسط التوفر في الاسواق	نادر التوفر في الاسواق	متوفر في الأسواق
				0.2	0.3	0.1	0.4
		المسافة من السوق للموقع	0.127	مرتفعة بسبب استيراد الاخشاب بحريا	منخفضة بسبب التواجد في الريف	متوسطة بسبب تواجده حول الملاحات في الشمال	متوسطة بسبب تواجد الكرشيف في الواحات
				0.1	0.5	0.2	0.2
		استيفاء أكواد البناء	0.115	وجود مباني حديثة تتبع الكود (مبنى الرقابة الدوانية)	بناء منزل اختباري من البالات (مركز البحوث)	يعتبر بناء عشوائي يستلتزم الازالة	وجود فنادق بينية حديثة تتبع الكود(سيوة)
				0.4	0.2	0.1	0.3

تابع جدول 1نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر					
تحمل الكوارث الطبيعية بالموقع	0.083	عالي التحمل للامطار و الرياح و الزلازل (مبنى الرقابة الدوائية)	عالي التحمل للامطار و الرياح و الزلازل (بناء على تجربة مركز البحوث)	انخفاض تحمل سيول المطر في الشمال	تحمل منخفض للامطار و الزلازل (بناء على المنازل في سيوة)
		0.4	0.4	0.1	0.1
مرونة التأقلم مع طبواغرافية و مناخ الموقع	0.114	نظام هيكلي من عمود و كمرة قادر على اختلاف ارتفاعات التربة بسبب الاساسات المنفصلة	نظام حوائط حاملة مرفوعة على أساسات مستمرةحساسة لاختلاف ارتفاعات التربة و رطوبتها و رطوبة الهواء	يعتمد على غرس البوص على أعماق ثابتة في تربة مستوية رطبة حساس لجفاف و مناسيب التربة	نظام حوائط حاملة مرفوعة على أساسات مستمرةحساسة لاختلاف ارتفاعات التربة
		0.45	0.1	0.2	0.25
مرونة التوزيع الفراغي الداخلي	0.069	مرونة عالية في التصميم بسبب اعتماد النظام الهيكلي	تأقلم تصميمي منخفض بسبب اعتماد الحوائط الحاملة فقط	تأقلم ضعيف بسبب انخفاض البحور الداخلية للحوائط الحاملة	تأقلم تصميمي متوسط بسبب اعتماد الحوائط الحاملة او الهيكلي
		0.4	0.2	0.1	0.3
مرونة ممارسةالأنشطة الداخلية	0.053	بحور واسعة حتى 7-8 متر	بحور متوسطة حتى 4-5 متر	بحور منخفضة حتى 3-4 متر	بحور واسعة حتى 6-7 متر
		0.4	0.2	0.1	0.3
مرونة تشكيل التصميم	0.044	مرونة مرتفعة في تشكيل العناصر بسبب الاعتماد على فكر الكمرات في التسقيف	مرونة منخفضة بسبب الاعتماد على التسقيف بالطين	مرونة منخفضة بسبب الاعتماد على الشبيكة في تشكيل الحوائط	مرونة مرتفعة في تشكيل العناصر بسبب الاعتماد على الكمرات في التسقيف
		0.4	0.1	0.1	0.4
كفاءة كمية المواد المستخدمة	0.04	3220 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	42372 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	44864 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	52950 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع
		0.7	0.1	0.1	0.1
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.2889	0.28025	0.1438	0.28705
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0075114	0.0072865	0.0037388	0.0074633

يلاحظ من خلال المقارنة ضمن معيارية مرونة التصميم و الموقع تقارب نتائجها في جميع العناصر ما عدا عنصر الشبيكة و ذلك يرجع لعدم استيفاء هذا النظام للأكواد و عدم مرونتها كعناصر بناء تتحمل بحور صغيرة، و هي نقاط تفوقت بها بقية الأساليب، كما يلاحظ تفوق لنظامي بالات القش و جذوع النخيل بسبب انخفاض مسافة النقل و ارتفاع تأقلم هذه الأساليب مع البيئة.

ذ. معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان

جدول2 نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2:الحوائط الحاملة من بالات القش	عنصر 3: حوائط و أسقف الشبيكة البوص	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
الآثار البيئية و صحة الانسان	0.068	التأثير على البيئة والطاقة الكامنة	0.202	20092.5 ميجاجول للمبنى	10856 ميجا جول للمبنى	18336 ميجا جول للمبنى	24700 ميجا جول
				0.2	0.4	0.3	0.1
		الانبعاثات الغازية (غازات الاحتباس الحراري و تهديد الأوزون)	0.21	628 كيلو جرام CO2 و 0.0000648 كيلوجرام CFC	سالب 3917 كيلوجرام CO2	3922 كيلوجرام CO2	33762 كيلوجرام CO2
				0.3	0.4	0.2	0.1
		السمية و أمان المستخدمين (كميات VOCs)	0.113	انبعاثات متوسطة للـVOC بسبب استخدام الفورمالدهايد و المواد ذات الأصل البترولي	عدم وجود انبعاثات للـVOC لكن احتمالية وجود حساسية أثناء التنفيذ	عدم وجود انبعاثات للـVOC	عدم وجود انبعاثات للـVOC
				0.1	0.2	0.35	0.35
		معدل الاعتماد على المبيدات السامة في التنظيف	0.078	استخدام ورنيشات للحماية من الحشرات و الفطريات	اعتماد منخفض على المواد السامة للتنظيف	عدم الاعتماد على المواد السامة للتنظيف	الاعتماد على مقاومة الحشرات بالمياه المالحة
				0.1	0.2	0.35	0.35
		التأقلم مع مناخ المنطقة	0.067	مرتفعة حسب جودة التغطية	متوسطة حسب جودة البياض	منخفضة بسبب خفة و انخفاض مرونة النظام	مرتفعة بسبب ثقل سمك الكرشيف و ارتفاع مسامية الجذوع
				0.35	0.2	0.1	0.35
		انبعاث السميات على الحيوانات و المياه و التربة (الأمطار الحمضية)	0.11	6.75 كيلوجرام SO2	11.72 كيلوجرام SO2	58.8 كيلوجرام SO2	37.56 كيلوجرام SO2
				0.4	0.3	0.1	0.2
		الكربون المخزن نتيجة استخدام الوقود الأحفوري في النقل و التصنيع و الانشاء	0.058	1527 كيلوجرام كربون مخزن	583 كيلوجرام كربون مخزن	1387 كيلوجرام كربون مخزن	474 كيلوجرام كربون مخزن
				0.1	0.35	0.2	0.35
		نسبة النفايات التي تنتهي بالدفن او الحرق	0.162	نسبة منخفضة بسبب امكانية اعادة استخدام و تدوير الاخشاب و المفصلات	نسبة متوسطة بسبب امكانية اعادة استخدام بالات القش و المفصلات و الشبك المعدني	نسبة متوسطة بسبب امكانية اعادة استخدام البوص في عمل ألواح مضغوطة	نسبة منخفضة بسبب اعادة استخدام الجذوع و استخدام ركام الكرشيف في البناء
				0.3	0.2	0.2	0.3
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		**0.24435**	**0.3021**	**0.23115**	**0.2224**
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		**0.0166158**	**0.0205428**	**0.0157182**	**0.0151232**

يلاحظ تفوق واضح لعنصر الحوائط الحاملة من بالات القش في معيارية الآثار البيئية بسبب انخفاض كمية التصنيع اللازمة به عن العناصر الأخرى بصورة رئيسية، مما أدى إلى تخفيض الآثار البيئية الإجمالية لهذه النظام عن باقي الأساليب، و يليها عنصر الكمرة و العمود الخشبي .

ر. معيارية التكلفة الاقتصادية

جدول3 :نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2:الحوائط الحاملة من بالات القش	عنصر 3: حوائط و أسقف الشبيكة البوص	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
التكلفة الاقتصادية	0.122	تقدير تكلفة التنفيذ الميدانية	0.347	يعتمد على الخشب العزيزي مستورد و متوسط التوفر	يعتمد على بالات القش المحلية التي تتسم بالوفرة و انخفاض التكلفة	البوص الذي ينمو تلقائيا يتم استخدامه مباشرة في عملية البناء	يعتمد على جذوع النخل تتسم بالوفرة و توسط التكلفة
				0.1	0.25	0.45	0.2
		تكلفة الطاقة المستهلكة في المادة	0.247	تكلفة متوسطة بسبب الاعتماد على الميكنة في تجهيز الاخشاب	تكلفة مرتفعة بسبب الاعتماد على المكينة في صناعة البياض و الشبك المعدني	تكلفة متوسطة بسبب الاعتماد على الميكنة في صناعة البياض	تكلفة منخفضة بسبب الاعتماد على المهارات اليدوية
				0.25	0.1	0.25	0.4
		تكلفة شراء المكون الزراعي الرئيسي	0.186	سعر المتر المكعب 3100 جنيه	سعر البالة 10 جنيه	سعر السدة البوص 25 جنيه	جذع النخيل 100-200 جنيه
				0.1	0.35	0.35	0.2
		حجم العمالة المستخدمة	0.12	حوالي 25 عاملا (مبنى الرقابة الدوانية)	حوالي 5 أفراد للتسقيف بالطين مع 15 فرد للحوائط (منزل مركز البحوث	حوالي 15 أفراد لعمل الشبيكة و 10 أفراد لعمل البياض	حوالي 5-10 عمال ماهرين بتقطيع و تجميع جذوع النخيل و الكرشيف
				0.25	0.25	0.2	0.3
		الوقت المستهلك في التنفيذ	0.037	حوالي شهر(مبنى الرقابة الدوانية)	حوالي شهرين(منزل مركز البحوث)	10 أيام للشبيكة نفسها و أسبوع للبياض	حوالي 5 أشهر بسبب جمع و نقل الكرشيف و أسبوعين للتسقيف
				0.2	0.3	0.4	0.1
		معدل و تكلفة صيانة و استبدال المادة	0.063	معدلات متوسطة لصيانة و صنفرة الخدوش	معدلات مرتفعة للحماية من الرطوبة و صيانة البياض	معدلات مرتفعة لتغيير الحوائط	معدل منخفض بفترات متباعدة باستخدام المياه المالحة
				0.3	0.1	0.1	0.5
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.17135	0.22395	0.3281	0.2766
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0209047	0.0273219	0.0400282	0.0337452

يلاحظ من هذه المقارنة تفوق لحوائط و أسقف الشبيكة بسبب انخفاض سعر البوص و سرعة الانشاء مما يعني عدد أقل من العمالة و هذا يشير إلى كفاءة الأداء الاقتصادي لهذا العنصر و يليه عنصر كمرات جذوع النخيل و الكرشيف بسبب الاعتماد على مواد محلية بمسافات نقل قليلة.

ز. معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية

جدول4 : نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2:الحوائط الحاملة من بالات القش	عنصر 3: حوائط و أسقف الشبيكة البوص	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
الكفاءة الاجتماعية و الثقافية	0.245	التأقلم مع المهارات المتوارثة في مصر	0.3055	استخدام مهارة النجارة المنتشرة	قريب من مهارة البناء بالطوب	قريب من مهارة صناعة الحصير و السلال من البوص	يعتمد على مهارات تقطيع الجذوع و تجميع الكرشيف
				0.3	0.2	0.2	0.3
		ملاءمة المادة مع طبيعة المنطقة	0.1385	ملاءمة مرتفعة بسبب مرونة التصميم و الاعتماد على الوصلات المكانيكية	ملاءمة مرتفعة بسبب الجودة الحرارية و قابلية البالات للانضغاط مع الزلازل	ملاءمة منخفضة بسبب انخفاض الجودة الحرارية و مواجهة الرياح	ملاءمة مرتفعة بسبب الجودة الحرارية
				0.3	0.3	0.1	0.3
		درجة تقبل المجتمع و امكانية التدريب على التقنية	0.3175	قابلية مرتفعة بسبب انتشار حرفة النجارة لكن يحتاج إلى حسابات انشائية متغيرة	متوسطة بسبب التشابه بمنازل الطوب و سهولة التدريب	منخفضة بسبب صعوبة التدريب على مهارة الشبيكة	متوسطة بسبب دقة تصميم الكمرات المتراكبة
				0.35	0.3	0.1	0.25
		الاتفاق مع العرف السائد	0.2385	يستخدم النظام على نطاق واسع في الموانئ و الأكشاك	لم يستخدم على نطاق واسع لكنه يشبه البناء بالطوب	يستخدم في مناطق الصيادين حول بحيرة المنزلة و ادكو	يستخدم في الواحات الغربية على نطاق واسع
				0.4	0.1	0.2	0.3
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.339725	0.22175	0.1544	0.284125
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.083232625	0.05432875	0.037828	0.069610625

يلاحظ تفوق عنصر الكمرة و العمود الخشبي في هذه المعيارية بسبب أن هذا العنصر هو الأكثر استخداما في مصر من بين هذه العناصر مما يعني ارتفاع قبول هذا العنصر في المجتمع و سهولة التدريب على مهارة النجارة و الحدادة، و يليه التسقيف بكمرات جذوع النخيل و الكرشيف نتيجة اتساع بقعة انتشار استخدام جذوع النخيل ككمرات في الواحات الغربية و سيناء.

س. الكفاءة التقنية

جدول5 : نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2:الحوائط الحاملة من بالات القش	عنصر 3: حوائط و أسقف الشبيكة البوص	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
الكفاءة التقنية	0.335	القابلية لإعادة الاستخدام و التدوير	0.09	قابلية مرتفعةلاعادة استخدام العناصر أو تدويرها لألواح	قابلية مرتفعة للبالات للتدوير لعمل الواح مضغوطة	قابلية متوسطة للتدوير لصناعة ألواح عزل مضغوطة	قابلية مرتفعة لاعادة استخدام الجذوع بالكامل
				0.3	0.25	0.15	0.3
		سهولة الازالة و النقل	0.01	قابلية مرتفعة بسبب خفة النظام و الاعتماد على المفصلات الميكانيكية	قابلية متوسطة بسبب ثقل الحوائط و الاسقف	قابلية مرتفعة بسبب خفة النظام و الاعتماد على الربط بالحبال	قابلية منخفضة بسبب ثقل النظام الانشائي
				0.35	0.2	0.35	0.1
		صعوبة الصيانة المطلوبة	0.06	صعوبة متوسطة حسب مكان و شدة الاحتياج للصيانة	صعوبة مرتفعة بسبب وجود مفصلات داخل الحوائط	صعوبة مرتفعة بسبب ضرورة مهارة صناعة الشبيكة	صعوبة متوسطة حسب مكان و شدة الاحتياج للصيانة
				0.3	0.2	0.2	0.3
		قابلية الامتداد المستقبلي	0.06	مرتفعة بسبب الاعتماد على المفصلات الميكانيكية و الهياكل	منخفضة بسبب الاعتماد على الحوائط الحاملة	متوسطة بسبب قابلية الامتداد في اتجاه واحد	متوسطة بسبب الاعتماد على الحوائط او الجذوع كأعمدة
				0.4	0.1	0.3	0.2
		اعتماد التنفيذ على الحرف المنتشرة في مصر	0.06	اعتماد كلي على حرف النجارة و الحدادة لعمل المفصلات	اعتماد جزئي جزئيا على حرفة صناعة البالات و البناء بالطوب	اعتماد جزئي على أسلوب صناعة الحصير	اعتماد كلي على حرف تقطيع الكرشيف و جذوع النخيل
				0.35	0.2	0.1	0.35
		سهولة التركيب و التجميع	0.05	مرتفعة بسبب الاعتماد على المفصلات الميكانيكية و خفة النظام	متوسطة بسبب ثقل النظام و الاعتماد على الشبك المعدني و المفصلات	مرتفعة بسبب خفة النظام و الاعتماد على الربط بالحبال و صناعة كل واجهة منفصلة	متوسطة بسبب تعقيد نظام الكمرات المتراكبة في البحور الكبيرة
				0.4	0.15	0.3	0.15
		مقاومة الحريق	0.04	4/3 ساعة بعد حمايته بورنيشات مقاومة الرطوبة	نصف ساعة حتى ظهور تشقق شعري بسيط	حوالي ساعة و نصف حسب سمك اللياسة	منخفضة في جذوع النخيل لكن مرتفعة في الكرشيف و تصل إلى 90 دقيقة
				0.25	0.15	0.35	0.25
		الموصلية الحرارية للمكون الزراعي الرئيسي	0.05	موصلية حرارية متوسطة 0.165 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية منخفضة 0.05 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية متوسطة 055- 0.075 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية منخفضة 0.053- 0.068 واط لكل متر كيلفن
				0.1	0.3	0.3	0.3

تابع جدول 5 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر					
مقاومة الرطوبة و العوامل المناخية و الكيماوية و الأشعة فوق البنفسجية	0.22	حسب الحماية الخارجية لكن لونه يبهت مع الوقت	حماية مرتفعة بسبب استخدام البياض	حماية طبيعية بسبب طبيعة نمو البوص في الملاحات	منخفضة بالنسبة للأمطار بسبب استخدام الكرشيف
		0.25	0.3	0.35	0.1
مقاومة الصدم و التشققات	0.12	مرتفعة حسب صلادة الأخشاب المستخدمة	متوسطة حسب سمك طبقة البياض	منخفضة بسبب انخفاض مرونة البوص بعد البياض	متوسطة بسبب احتمال حدوث تشققات عند الكمرات
		0.45	0.25	0.1	0.2
وزن النظام	0.05	تقنية انشاء خفيفة و مرنة	تقنية انشاء ثقيلة و منخفضة المرونة	تقنية انشاء خفيفة لكن بمرونة منخفضة	تقنية انشاء ثقيلة و متوسطة المرونة
		0.4	0.2	0.2	0.2
طول العمر الافتراضي للمادة	0.07	عمر افتراضي مرتفع يصل إلى 150 سنة	عمر افتراضي مرتفع حسب جودة البياض حتى 100 سنة	حوالي 50 سنة في حالة الصيانة الملتزمة	حوالي 50 سنة في حالة الصيانة الملتزمة
		0.35	0.25	0.2	0.2
القابلية للتحلل الطبيعي	0.07	متوسطة بسبب استخدام طبقات الحماية المعتمدة على المشتقات البترولية	مرتفعة بسبب ارتفاع مسامية البياض	مرتفعة بسبب ارتفاع مسامية البياض	مرتفعة بسبب عدم استخدام مواد حماية من المشتقات البترولية
		0.1	0.25	0.25	0.4
مرونة التعديل و التغيير	0.05	مرتفعة بسبب الاعتماد على المفصلات الميكانيكية و النظام الهيكلي	منخفضة بسبب الاعتماد على التسقيف بالطوب المحروق و ثقل البالات	مرتفعة بسبب الاعتماد على الربط بالحبال	منخفضة بسبب ثقل الحوائط الحاملة و تعقيد الكمرات المتراكبة
		0.35	0.1	0.35	0.2
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.3065	0.229	0.245	0.2195
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.1026775	0.076715	0.082075	0.0735325

يلاحظ ارتفاع الكفاءة التقنية لعنصر الكمرة و العمود الخشبي بسبب مرونة الامتداد المستقبلي و سهولة التركيب و التجميع بالاضافة إلى نقطة هامة و هي ارتفاع طول العمر الافتراضي للنظام عن البقية، و يليها بقية العناصر في تقارب واضح.

ش. الخصائص الشكلية و الحسية

جدول6 : نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2:الحوائط الحاملة من بالات القش	عنصر 3: حوائط و أسقف الشبيكة البوص	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
الخصائص الشكلية و الحسية	0.204	مرونة الملاءمة مع النسيج العمراني المحيط	0.385	مرونة عالية للتشكيل	معتمد على التغطية بالقباب و الاقبية المصنوعة بالطين	مرونة متوسطة للتشكيل	مرونة عالية للتشكيل حيث أنه يستخدم في الفنادق البيئية
				0.4	0.1	0.2	0.3
		دقة و ملمس مادة البناء	0.154	مرتفعة حسب جودة استخدام الميكنة	متوسطة بسبب الاعتماد على التشطيب اليدوي	مرتفعة بسبب وجود ملمس زخرفي شبكي	متوسطة بسبب الاعتماد على التشطيب اليدوي
				0.4	0.15	0.3	0.15
		الإضاءة الطبيعية و سماحية عمل الفتحات	0.215	شفافية و مرونة مرتفعة بسبب استخدام النظام الهيكلي	فتحات ضيقة بسبب استخدام نظام الحوائط الحاملة	شفافية متوسطة حسب وضع البياض لسد فراغات الشبيكة	فتحات ضيقة بسبب استخدام نظام الحوائط الحاملة
				0.4	0.1	0.3	0.2
		الأداء الحراري	0.14	بلا تأثير في الهياكل الانشائية	حفظ حراري مرتفع بتوصيل حراري 0.11 واط لكل متر مربع كيلفن و 24 للسقف	حفظ حراري متوسط بتوصيل حراري 0.679 واط لكل متر مربع كيلفن	حفظ حراري متوسط بتوصيل حراري 0.568 واط لكل متر مربع كيلفن للسقف و 7.88 للحائط
				0.1	0.45	0.2	0.25
		الكفاءة الصوتية	0.106	بلا تأثير في الهياكل الانشائية	معامل امتصاص 0.70 لسمك 470مم عند 300 هرتز	كفاءة صوتية منخفضة جدا بسبب ارتفاع مسامية الواجهات	بلا تأثير كتسقيف
				0.1	0.5	0.3	0.1
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.3262	0.1991	0.2475	0.2272
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0665448	0.0406164	0.05049	0.0463488

يلاحظ تفوق عنصر الكمرة و العمود في معيارية الخصائص الشكلية و الحسية بسبب انتشار هذا العنصر بصورة أكبر و أوسع من انتشار بقية الأساليب، هذا الانتشار بالاضافة إلى مرونة النظام التصميمية و التنفيذية تجعل هذا النظام هو الأكثر ألفة تجاه العمارة السائدة في مصر، و يليه عنصر حوائط و أسقف الشيبكة بسبب اعتمادها على الملمس الزخرفي المتأصل في التراث المعماري المصري مثل المشربيات.

ص. الإجمالي و ترتيب الأولوية

جدول 7: نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر

إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2:الحوائط الحاملة من بالات القش	عنصر 3: حوائط و أسقف الشبيكة البوص	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
	0.297486825	0.22681135	0.2298782	0.245823625
	1	3	3	2

يلاحظ أن نتيجة هذه المقارنة إجماليا هي حصول عنصر الكمرة و العمود الخشبي على الأولوية الأولى في الاختيار بين عناصر الانشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر، و يليها كمرات جذوع النخيل و الكرشيف التي حصلت على الأولوية الثانية.

أ-2 المقارنة بين عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر

و هنا سيتم المقارنة بين العناصر التالية:

5. عنصر 1: ألواح الموسكي و الذي تم تناوله في الفصل الثاني ص.38
6. عنصر 2: بالات القش المتراكم على السقف و الذي تم تناوله في الفصل الثاني ص.55
7. عنصر 3: السدد البوص المغطاة بالجبس و الذي تم تناوله في الفصل الثاني ص.67
8. عنصر 4: سدد سعف و جريد النخيل و الذي تم تناوله في الفصل الثاني ص.80

د. معيارية مرونة التصميم و الموقع

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2: القش المتراكم على الأسقف	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: سدد بسعف و جريد النخيل
مرونة التصميم و الموقع	0.026	منشأ المادة الخام اللازمة للمادة	0.197	يعتمد على أخشاب مستوردة للبانوهات و العلفات الجاهزة	قش محلي بكميات كبيرة	بوص ريحي محلي بكميات محدودة	نخيل محلي بكميات كبيرة و يعتمد على أخشاب محلية
				0.1	0.35	0.2	0.35
		توافر المادة في السوق	0.158	محدود التوفر في الاسواق	متوسط التوفر في الاسواق	نادر التوفر في الاسواق	متوفر في الأسواق
				0.2	0.3	0.1	0.4
		المسافة من السوق للموقع	0.127	مرتفعة بسبب استيراد الاخشاب بحريا	منخفضة بسبب التواجد في الريف الذي تستخدم فيه هذه التقنية	متوسطة بسبب تواجده حول الملاحات في الشمال	منخفضة بسبب انتشار وجود النخيل البلدي(أشهر مصادر الجريد في مصر)
				0.1	0.35	0.2	0.35
		استيفاء أكواد البناء	0.115	مناسب جدا للأكواد الحديثة	غير مناسب لأكواد البناء بسبب الانخفاض الشديد لمقاومة الحريق	مناسب لأكواد البناء بسبب اعتماده على اطار انشائي خشبي	غير مناسب لأكواد البناء بسبب انخفاض مقاومة الحريق و الامطار
				0.5	0.1	0.3	0.1

جدول8 : نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر

تابع جدول 8: نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر					
تحمل الكوارث الطبيعية بالموقع	0.083	يعتمد على جودة المعالجة لتحمل الظروف المناخية القاسية	عالي التحمل للامطار فقط لكن منخفض التحمل للرياح و الحرائق	مرتفع التحمل للامطار و الرياح بسبب متانة الالواح و تثبيتها القوي	نظام خفيف و منخفض التحمل للرياح أو الأمطار أو الحرائق
		0.4	0.2	0.3	0.1
مرونة التأقلم مع طبواغرافية و مناخ الموقع	0.114	حساس للاختلافات الكبيرة في درجات الحرارة (سرعة التمدد و الانكماش) و الأتربة و الأمطار	يتأقلم مع رطوبة الهواء و الامطار لكنه غير حساس لحالة مناسيب التربة	يتأقلم مع رطوبة الهواء و الأمطار و السطوع الشمسي	يعتمد على التثبيت على حوائط من الطوب اللبن أو الأسمنتي و هو غير حساس لحالة التربة
		0.3	0.15	0.4	0.15
مرونة التوزيع الفراغي الداخلي	0.069	لا يمكن استخدامه كعناصر تقسيم مستقلة بدون الاعتماد على اطار إنشائي للتثبيت	لا يمكن استخدامه كعناصر تقسيم مستقلة بدون الاعتماد على اطار إنشائي للتثبيت	لا يمكن استخدامه كعناصر تقسيم مستقلة بدون الاعتماد على اطار إنشائي للتثبيت	يمكن استخدامه كعناصر تقسيم مستقلة بدون الاعتماد على اطار إنشائي للتثبيت
		0.1	0.1	0.1	0.7
مرونة ممارسةالأنشطة الداخلية	0.053	ليس له تأثير	ليس له تأثير	ليس له تأثير	ليس له تأثير
		0.25	0.25	0.25	0.25
مرونة تشكيل التصميم	0.044	مرونة مرتفعة في تشكيل التكسيات الخارجية كملمس أو كألوان أو كمقاسات	معتمدة على البالات و تشكيل تراكمها	مرونة متوسطة حسب تشكيل اطارات الصفيح المستخدمة لعمل الألواح و أطوال البوص المتوفرة	مرونة منخفضة تعتمد على كمية السعف و العلفات الخشبية المستخدمة
		0.4	0.1	0.35	0.15
كفاءة كمية المواد المستخدمة	0.04	89769 كيلوجرام لتكسية حوائط و اسقف بمسطح 100 متر مربع	6000 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	30398.9 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	105343.5كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع
		0.2	0.4	0.3	0.1
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.23465	0.24655	0.23315	0.28565
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0061009	0.0064103	0.0060	0.0074269

يلاحظ تشابه القيم النهائية لنتائج مقارنة هذه المعيارية، لكن يتضح أن أعلى قيمة كانت للتكسية بسدد سعف و جريد النخيل بسبب توفر النخيل في السوق المحلية و انخفاض مساحات النقل و ذلك باستخدام أقل كمية مواد ممكنة، و تليها بقية أنواع التكسيات بقيم متقاربة.

ذ. معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان

جدول9 :نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2: القش المتراكم على الأسقف	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: سدد بسعف و جريد النخيل
الآثار البيئية و صحة الانسان	0.068	التأثير على البيئة والطاقة الكامنة	0.202	1189812ميجاجول للمبني	1440 ميجا جول للمبني	401789 ميجا جول للمبني	26716 ميجا جول
				0.1	0.4	0.15	0.35
		الانبعاثات الغازية (غازات الاحتباس الحراري و تهديد الأوزون)	0.21	236544كيلوجرام CO2	سالب 7500 كيلوجرام CO2	42605 كيلوجرام CO2	سالب 131676 كيلوجرام CO2
				0.1	0.35	0.15	0.4
		السمية و أمان المستخدمين (كميات VOCs)	0.113	انبعاثات مرتفعة للـVOC بسبب استخدام الفورمالدهايد في الاخشاب و تصنيع الخرسانة	عدم وجود انبعاثات للـVOC	عدم وجود انبعاثات للـVOC	عدم وجود انبعاثات للـVOC إلا في حالة معالجة العلقات الخشبية المستخدمة
				0.1	0.35	0.35	0.2
		معدل الاعتماد على المبيدات السامة في التنظيف	0.078	استخدام ورنيشات للحماية من الحشرات و القطربات	لا يوجد	عدم الاعتماد على المواد السامة للتنظيف بسبب حماية الألواح	الاعتماد على مقاومة الحشرات بالمياه المالحة
				0.1	0.3	0.3	0.3
		التأقلم مع مناخ المنطقة	0.067	مرتفعة حسب جودة المعالجات و الدهانات المقاومة للمناخ	حسب سمك بالات القش المستخدم لعزل الحرارة والامطار	مرتفعة بسبب متانة الاطارات الصفيح المستخدمة لعمل الالواح	تحمل مرتفع للسطوع الشمسي لكن تحمل منخفض للرياح و الامطار
				0.4	0.2	0.3	0.1
		انبعاث السميات على الحيوانات و المياه و التربة (الأمطار الحمضية)	0.11	18.59 كيلوجرام SO2	5.22 كيلوجرام SO2	379.9 كيلوجرام SO2	244.517 كيلوجرام SO2
				0.3	0.5	0.1	0.1
		الكربون المخزن نتيجة استخدام الوقود الأحفوري في النقل و التصنيع و الانشاء	0.058	160161 كيلوجرام كربون مخزن	60 كيلوجرام كربون مخزن	30029 كيلوجرام كربون مخزن	19453 كيلوجرام كربون مخزن
				0.05	0.6	0.15	0.2
		نسبة النفايات التي تنتهي بالدفن او الحرق	0.162	نسبة منخفضة بسبب امكانية اعادة استخدام و تدوير الاخشاب و المفصلات و الفوم و لوح الصاج المعرج	نسبة منخفضة بسبب امكانية اعادة استخدام بالات القش(في حالة وجود إدارة جيدة للمخلفات)	نسبة متوسطة بسبب امكانية اعادة استخدام البوص في عمل ألواح مضغوطة و تدوير الصفيح	نسبة منخفضة بسبب اعادة استخدام الجريد أو العوارض الخشبية في أغراض جديدة
				0.3	0.2	0.2	0.3
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.1716	0.35285	0.19695	0.2786
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0116688	0.0239938	0.0133926	0.0189448

يلاحظ ارتفاع نتيجة هذه المقارنة عند القش المتراكم على الأسقف بسبب أنها عبارة عن مجموعة من بالات القش الموضوعة على الأسقف بغرض الحماية من أشعة الشمس و التشوين، و تليها التغطية بسدد سعف و جريد النخيل بسبب توفر الجريد و انخفاض مسافة النقل و التصنيع اللازم للتنفيذ.

ر. معيارية التكلفة الاقتصادية

جدول10 : نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2: القش المتراكم على الأسقف	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: سدد بسعف و جريد النخيل
التكلفة الاقتصادية	0.122	تقدير تكلفة التنفيذ المبدئية	0.347	الخشب الموسكي المحلي لكنه محدود التوفر في مصر	يعتمد على بالات القش بأسلوب مباشر من الحقل للمنزل	البوص الذي ينمو تلقائيا يتم استخدامه مباشرة في عملية البناء	يعتمد على جذوع النخل و سعف النخيل تتسم بالوفرة و توسط التكلفة
				0.1	0.4	0.25	0.25
		تكلفة الطاقة المستهلكة في المادة	0.247	تكلفة مرتفعة بسبب الاعتماد على الميكنة في تجهيز الاخشاب و المفصلات	لا يعتمد على أي تصنيع	تكلفة متوسطة بسبب الاعتماد على الميكنة في صناعة الجبس و اطارات الصفيح و استخدام أكياس الأسمدة	تكلفة منخفضة بسبب الاعتماد على المهارات اليدوية
				0.1	0.4	0.2	0.3
		تكلفة شراء المكون الزراعي الرئيسي	0.186	سعر المتر المكعب 1500 جنيه	سعر البالة 10 جنيه	سعر السدة البوص 25 جنيه	100 جريدة بحوالي 800 جنيه
				0.1	0.35	0.35	0.2
		حجم العمالة المستخدمة	0.12	حوالي 25 عمال فقط بسبب الاعتماد الكبير على التجهيز المسبق للألواح(مبنى الرقابة الدوانية)	صاحب المنزل	حوالي 15 أفراد لعمل الشبيكة و 10 أفراد لعمل البياض	حوالي 5 عمال لتركيب العوارض الخشبية و ربطها بالجريد
				0.2	0.4	0.1	0.3
		الوقت المستهلك في التنفيذ	0.037	أسبوعا واحد لتكسية الحوائط و السقف (مبنى الرقابة الدوانية)	وقت يعتمد على تحزيم البالات و نقلها	أسبوع لعمل السدات و أسبوع للبياض الجيري	وقت يعتمد على إعداد سدات الجريد و نقلها و تثبيت العوارض
				0.3	0.2	0.3	0.2
		معدل و تكلفة صيانة و استبدال المادة	0.063	معدلات مرتفعة لصيانة أي خدوش في الطلاءات و المعالجات	معدلات مرتفعة للحماية من الرطوبة و صيانة البياض	معدلات متوسطة لتغيير السدات في حالة حدوث صدمات او تشققات	معدل منخفض بفترات متباعدة باستخدام المياه المالحة
				0.25	0.25	0.2	0.3
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.12885	0.37385	0.23695	0.26035
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0157197	0.0456097	0.0289079	0.0317627

يلاحظ ارتفاع نتيجة هذه المقارنة عند القش المتراكم على الأسقف بسبب أنها عبارة عن مجموعة من بالات القش الموضوعة على الأسقف بغرض الحماية من أشعة الشمس و التشوين، و تليه سدد سعف و جريد النخيل بسبب توفر الجريد و انخفاض التكلفة الاقتصادية و الوقت اللازم للتنفيذ.

ز. معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية

جدول11 : معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	الموشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2: القش المتراكم على الأسقف	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: سدد بسعف و جريد النخيل
الكفاءة الاجتماعية و الثقافية	0.245	التأقلم مع المهارات المتوارثة في مصر	0.3055	تعتمد على مهارات النجارة و الحدادة المنتشرة	لا يعتمد على مهارة إلا مهارة تحزيم البالات	قريبة من مهارة تجميع السدات و تصنيع الاطارات الصفيح	استخدام مهارات تقليم و تجميع الجريد و جدل الحبال
				0.4	0.1	0.2	0.3
		ملاءمة المادة مع طبيعة المنطقة	0.1385	تعتمد الملاءمة على معالجات الاخشاب المستخدمة لمقاومة الأتربة و الأمطار و الرياح	ملاءمة مرتفعة بسبب توافر المادة و الاحتياج للوقاية من الشمس و الامطار	ملاءمة مرتفعة للرياح و الأمطار و الرطوبة المرتفعة بالاضافة إلى أداء حراري متوسط	ملاءمة منخفضة بسبب انخفاض مواجهة الرياح و الأمطار مع أداء حراري جيد
				0.3	0.2	0.4	0.1
		درجة تقبل المجتمع و امكانية التدريب على التقنية	0.3175	ملاءمة مرتفعة بسبب انتشار الخبرات المطلوبة و مرونة التصميم	لا يوجد احتياج للتدريب بسبب سهولته كما أنه يستخدم في المناطق الريفية الفقيرة فقط	مرتفعة بسبب مرونة التشكيل الناتج و انتشار مهارة التعامل مع الصفيح و تصنيع سدات البوص	لا يوجد احتياج للتدريب بسبب سهولته
				0.4	0.1	0.4	0.1
		الاتفاق مع العرف السائد	0.2385	شبيه للتكسيات في الموانئ و الأكشاك و المناطق السياحية	يستخدم في القرى الريفية الفقيرة التي تعتمد على زراعة الارز	يستخدم في مناطق الصيادين حول بحيرة المنزلة و ادكو	يستخدم في القرى الريفية الفقيرة في الصعيد بسبب توافر النخيل
				0.4	0.15	0.3	0.15
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		**0.38615**	**0.125775**	**0.31505**	**0.173025**
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		**0.09460675**	**0.030814875**	**0.07718725**	**0.042391125**

يلاحظ تفوق عنصر ألواح الموسكي بسبب انتشار استخدام هذه التكسية في مصر بصورة أوسع من بقية التكسيات، و بالتالي فإن سهولة التدريب و قبول المجتمع لهذا العنصر يكون أعلى من البقية. و يليه عنصر بسدد البوص المغطاة بالجبس بسبب اعتماده على النجارة و الحدادة و هي مهارات واسعة الانتشار في مصر.

س. الكفاءة التقنية

جدول12 : معيارية الكفاءة التقنية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2: القش المتراكم على الأسقف	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: سدد بسعف و جريد النخيل
الكفاءة التقنية	0.335	القابلية لإعادة الاستخدام و التدوير	0.09	قابلية متوسطةلاعادة استخدام الألواح أو تدويرها و تدوير المفصلات	مرتفعة بسبب امكانية اعادة استخدام بالات القش(في حالة وجود إدارة جيدة للمخلفات)	قابلية متوسطة للتدوير لصناعة ألواح عزل مضغوطة و تدوير الصفيح و اعادة استخدام اكياس البلاستيك	قابلية مرتفعة لاعادة استخدام الجريد او تدويرها لعمل عوازل خاصة
				0.2	0.2	0.3	0.3
		سهولة الازالة و النقل	0.01	قابلية مرتفعة بسبب خفة النظام و الاعتماد على المفصلات الميكانيكية	قابلية مرتفعة لنقل البالات	قابلية مرتفعة بسبب خفة النظام و الاعتماد على المسامير الخشبية في الربط بالاطار الانشائي الخشبي	قابلية مرتفعة بسبب خفة النظام و الاعتماد على الربط بالحبال بالعوارض الخشبية
				0.25	0.25	0.25	0.25
		صعوبة الصيانة المطلوبة	0.06	صعوبة متوسطة بسبب ضرورة الكشف و استبدال المفصلات	صعوبة متوسطة بهدف تقليب و تحريك البالات	صعوبة مرتفعة بسبب ضرورة وجود مهارة الحدادة و تجميع البوص	صعوبة منخفضة بسبب خفة و كشف العناصر
				0.25	0.25	0.1	0.4
		قابلية الامتداد المستقبلي	0.06	مرتفعة بسبب امكانية الامتداد و الاحلال و التبديل	حسب أسلوب وضع و كمية البالات	مرتفعة بسبب امكانية الامتداد و الاحلال و التبديل	مرتفعة بسبب امكانية الامتداد و الاحلال و التبديل
				0.3	0.1	0.3	0.3
		اعتماد التنفيذ على الحرف المنتشرة في مصر	0.06	اعتماد كلي حرفة النجارة و الحدادة لتصنيع المفصلات	اعتماد كلي على حرفة تحزيم البالات	يعتمد جزئيا على أسلوب صناعة سدات البوص و السلال و حدادة اطار الصفيح	يعتمد كليا على حرف جمع سدد الجريد و جدل الحبال و صناعة الأقفاص
				0.3	0.25	0.15	0.3
		سهولة التركيب و التجميع	0.05	مرتفعة بسبب الاعتماد على المفصلات الميكانيكية و خفة و مرونة الألواح المستخدمة	قابلية مرتفعة لنقل و تحزيم البالات	مرتفعة بسبب الاعتماد على المفصلات الميكانيكية و خفة و مرونة الألواح المستخدمة	مرتفعة بسبب خفة عناصر الجريد الاعتماد على الربط بالحبال بالعوارض الخشبية
				0.3	0.2	0.3	0.2
		مقاومة الحريق	0.04	4/3 ساعة بعد حمايته بورنيشات مقاومة الرطوبة	انتشار كامل للحريق بمجرد وجود شعلة	حوالي ساعة و نصف حسب سمك اللياسة	انتشار كامل للحريق بمجرد وجود شعلة
				0.3	0.1	0.5	0.1
		الموصلية الحرارية للمكون الزراعي الرئيسي	0.05	موصلية حرارية متوسطة 0.13 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية منخفضة 0.05 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية متوسطة 055- 0.075 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية منخفضة 0.068-0.053 واط لكل متر كيلفن
				0.2	0.3	0.3	0.3

تابع جدول 12: معيارية الكفاءة التقنية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر					
مقاومة الرطوبة و العوامل المناخية و الكيماوية و الأشعة الفوق بنفسجية	0.22	حسب الحماية الخارجية لكن لونه يبهت مع الوقت و احتمال تشققات	عدم وجود اي معالجات من أي نوع	حماية طبيعية بسبب طبيعة نمو البوص في الملاحات	حماية طبيعية بسبب طبيعة نمو الجريد في المناطق الصحراوية
		0.2	0.2	0.35	0.3
مقاومة الصدم و التشققات	0.12	متوسطة بسبب انخفاض سمك و صلادة الألواح المستخدمة	مقاومة منخفضة بسبب هشاشة النظام و خفته	منخفضة بسبب انخفاض مرونة البوص بعد البياض	مقاومة منخفضة بسبب هشاشة النظام و خفته
		0.45	0.1	0.35	0.1
وزن النظام	0.05	تقنية تكسية حوائط خفيفة و مرنة لكن سقف ثقيل من الخرسانة و الصاج	بالات خفيفة ليتم وضعها على الأسقف بمرونة منخفضة و متانة منخفضة	تقنية تكسية خفيفة لكن بمرونة منخفضة و متانة مرتفعة بسبب الاعتماد على اطارات الصفيح	تقنية تكسية خفيفة لكن بمرونة منخفضة و متانة منخفضة
		0.4	0.1	0.4	0.1
طول العمر الافتراضي للمادة	0.07	عمر افتراضي مرتفع يصل إلى 150 سنة حسب جودة الصيانة	حسب سرعة تكون فطريات في البالات و هي فترة قصيرة	حوالي 50 سنة في حالة الصيانة الملتزمة	حسب سرعة حدوث أمطار أو رياح تهدد استقرار التسقيف
		0.6	0.05	0.3	0.05
القابلية للتحلل الطبيعي	0.07	متوسطة بسبب استخدام طبقات الحماية و الطلاءات المعتمدة على المشتقات البترولية	مرتفعة بسبب عدم وجود اي معالجات من أي نوع	متوسطة بسبب استخدام اطارات الصفيح و ارتفاع مسامية بياض الجير	مرتفعة بسبب عدم استخدام مواد حماية من المشتقات البترولية
		0.15	0.3	0.25	0.3
مرونة التعديل و التغيير	0.05	مرتفعة بسبب الاعتماد على الوصلات الميكانيكية و خفته	حسب مهارة التعامل مع و نقل البالات	مرتفعة بسبب الاعتماد على التثبيت بمسامير خشابي في الاطار	مرتفعة بسبب الاعتماد على الربط بالحبال
		0.3	0.1	0.3	0.3
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.294	0.176	0.305	0.241
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.09849	0.05896	0.102175	0.080735

يلاحظ تفوق سدد البوص المغطاة بالجبس نتيجة ارتفاع المقاومة الطبيعية للبوص للعوامل المناخية و مرونة التغييرعند الحاجة، و يليه التكسية بألواح الموسكي بسبب مرونة المعالجات التي يمكن استخدامها لرفع مقاومة الألواح للصدم و الرطوبة و العوامل المناخية.

ش. الخصائص الشكلية و الحسية

جدول13 : نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2: القش المتراكم على الأسقف	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: سدد بسعف و جريد النخيل
الخصائص الشكلية و الحسية	0.204	مرونة الملاءمة مع النسيج العمراني المحيط	0.385	مرونة عالية للتشكيل و الملمس و الألوان	مرونة منخفضة و يستخدم في المناطق الريفية الفقيرة	مرونة متوسطة للتشكيل	مرونة عالية للتشكيل حيث أنه يستخدم في الفنادق البيئية
				0.4	0.1	0.2	0.3
		دقة و ملمس مادة البناء	0.154	مرتفعة حسب جودة استخدام الميكنة	شكل غير منظم بسبب الاعتماد على التحزيم اليدوي للبالات	مرتفعة بسبب وجود ملمس زخرفي خطي و طولي نابع من البوص	متوسطة بسبب الاعتماد على التشطيب اليدوي
				0.35	0.1	0.35	0.2
		الإضاءة الطبيعية و سماحية عمل الفتحات	0.215	مرونة مرتفعة في الفتحات حسب البانوهات	منخفض المرونة بسبب طبيعة تكونها كبالات متراكمة	مرونة مرتفعة بين السدد حسب المسافات بين قوائم النظام الإنشائي	مرونة مرتفعة بين السدد حسب المسافات بين قوائم النظام الإنشائي
				0.3	0.1	0.35	0.35
		الأداء الحراري	0.14	حفظ حراري منخفض بتوصيل حراري 1.20 واط لكل متر كيلفن للحائط و 2.83 للسقف	حفظ حراري مرتفع بتوصيل حراري 0.25 واط لكل متر مربع كيلفن	حفظ حراري منخفض بتوصيل حراري 0.641 واط لكل متر مربع كيلفن	حفظ حراري منخفض بتوصيل حراري 0.672 واط لكل متر مربع كيلفن
				0.15	0.35	0.25	0.25
		الكفاءة الصوتية	0.106	0.2 معامل امتصاص للصوت في الترددات الأعلى من 300 هيرتز	بلا تأثير كتسقيف	أكثر من 0.5 معامل امتصاص للصوت في الترددات الأعلى من 300 هيرتز	بلا تأثير كتسقيف
				0.3	0.1	0.5	0.1
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.3252	0.135	0.29415	0.26715
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0663408	0.02754	0.0600066	0.0544986

يلاحظ تفوق عنصر ألواح الموسكي بسبب مرونة التحكم في التشكيل و الملمس و الالوان و يليها عناصر سدد البوص المغطاة بالجبس بسبب تنوع الشكل الخارجي حسب شكل التشطيب المستخدم.

ص. الإجمالي و ترتيب الأولوية

جدول14 : نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر

إجمالي الأوزان الكلية	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2: القش المتراكم على الأسقف	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: سدد بسعف و جريد النخيل
	0.29292695	0.193328675	0.28773125	0.235759125
	1	4	2	3

يلاحظ أن نتيجة هذه المقارنة إجماليا هي حصول عنصر ألواح الموسكي على الأولوية الأولى في الاختيار بين عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر، و يليها التكسية بسدد البوص المغطاة التي حصلت على الأولوية الثانية.

أ-3 المقارنة بين عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا

و هنا سيتم المقارنة بين العناصر التالية:

5. عنصر 1: الإطارات الهيكلية الخشبية و الذي تم تناوله في الفصل الثالث ص.88
6. عنصر 2: حوائط بالات القش كمادة مالئة و الذي تم تناوله في الفصل الثالث ص.99
7. عنصر 3: الحزم العقدية من البوص و الذي تم تناوله في الفصل الثالث ص.115
8. عنصر 4: الحزم العقدية من الجريد و الذي تم تناوله في الفصل الثالث ص.130

أ. معيارية مرونة التصميم و الموقع

جدول15 : نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: الإطارات الهيكلية الخشبية	عنصر 2:حوائط بالات القش كمادة بناء مالئة	عنصر 3: الحزم العقدية بالبوص	عنصر4: الحزم العقدية بالجريد
مرونة التصميم و الموقع	0.026	منشأ المادة الخام اللازمة للمادة	0.197	يعتمد على أخشاب مستوردة	قش محلي بكميات كبيرة بالاضافة إلى أخشاب مستوردة للإطار الإنشائي الثانوي	بوص ريحي محلي بكميات محدودة	نخيل محلي بكميات كبيرة
				0.1	0.25	0.25	0.4
		توافر المادة في السوق	0.158	محدود التوفر في الأسواق	متوسط التوفر في الأسواق	متوسط التوفر في الأسواق	متوفر في الأسواق
				0.1	0.3	0.2	0.4
		المسافة من السوق للموقع	0.127	مرتفعة بسبب استيراد الاخشاب بحريا	متوسطة بسبب التواجد في الريف لكنها تعتمد على استيراد الاخشاب	متوسطة بسبب تواجده حول الملاحات في الشمال	منخفضة بسبب انتشار وجود النخيل البلدي(أشهر مصادر الجريد في مصر)
				0.1	0.2	0.3	0.4
		استيفاء أكواد البناء	0.115	مناسب جدا للأكواد الحديثة	قريب من تجربة منزل القش (مركز البحوث)	منشأ خفيف غير خاضع لأكواد البناء الاعتيادية	منشأ خفيف غير خاضع لأكواد البناء الاعتيادية
				0.35	0.25	0.2	0.2
		تحمل الكوارث الطبيعية بالموقع	0.083	عالي التحمل للامطار و الرياح و الزلازل (أسلوب بناء متوارث في اليابان)	عالي التحمل للامطار و الرياح و الزلازل (بناء على تجربة مركز البحوث)	تحمل مرتفع للزلازل و السيول (نظام متوارث في مستنقعات الأهوار في العراق)	نظام خفيف و مرتفع التحمل للزلازل لكن تحمل منخفض للرياح
				0.3	0.3	0.3	0.1
		مرونة التأقلم مع طبوغرافية و مناخ الموقع	0.114	نظام هيكلي قادر على اختلاف ارتفاعات التربة بسبب الاساسات المنفصلة	نظام حوائط حاملة مرفوعة على أساسات مستمرة حساسة لاختلاف ارتفاعات او رطوبة التربة و رطوبة الهواء	يعتمد على غرس البوص على أعماق ثابتة في تربة مستوية رطبة حساس لجفاف و مناسيب التربة	يعتمد على غرس الجريد على اعماق ثابتة في تربة مستوية رطبة حساس لجفاف و مناسيب التربة
				0.5	0.1	0.2	0.2

		تابع جدول 15: نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا				
		مرونة التوزيع الفراغي الداخلي	0.069	مرونة عالية في التصميم بسبب اعتماد النظام الهيكلي	تأقلم تصميمي متوسط بسبب اعتماد الحوائط الحاملة و الاطار الخشبي الثانوي	مرونة عالية بسبب عدم وجود أعمدة متوسطة في عرض القبو	مرونة متوسطة بسبب عدم وجود أعمدة في العقود المتقاطعة لكن ارتفاعات منخفضة على الجوانب
				0.3	0.2	0.3	0.2
		مرونة ممارسةالأنشطة الداخلية	0.053	بحور واسعة حتى12 متر	بحور متوسطة حتى 5-6 متر	بحور واسعة حتى 13-15 متر	بحور واسعة حتى 8 متر
				0.3	0.15	0.35	0.2
		مرونة تشكيل التصميم	0.044	مرونة مرتفعة في تشكيل الأسقف (جمالونية أو مستوية)	مرونة متوسطة بسبب التسقيف بالفيروسمنت و القش	مرونة متوسطة بسبب الاعتماد على شكل القبو	مرونة متوسطة بسبب الاعتماد على شكل العقود المتقاطعة أو القبو
				0.3	0.2	0.2	0.2
		كفاءة كمية المواد المستخدمة	0.04	8064 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	68959 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	9432 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	9188 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع
				0.3	0.1	0.3	0.3
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.23215	0.22165	0.2497	0.2921
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0060359	0.0057629	0.0064922	0.0075946

المصدر: الباحث

يلاحظ أن أعلى قيمة للمقارنة ضمن معيارية مرونة التصميم و الموقع حصلت عليها الحزم العقدية من الجريد بسبب توفر النخيل في السوق المحلي و انخفاض مسافات النقل و ارتفاع مرونة التصميم و التوزيع الداخلي، و تليها الحزم العقدية من البوص و الإطارات الهيكلية بسبب مرونة التصميم الداخلي.

ب. معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان

جدول16 : نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: الإطارات الهيكلية الخشبية	عنصر 2:حوائط بالات القش كمادة بناء مالئة	عنصر 3: الحزم العقدية بالبوص	عنصر4: الحزم العقدية بالجريد
الآثار البيئية و صحة الانسان	0.068	التأثير على البيئة والطاقة الكامنة	0.202	20535 ميجاجول للمبنى	409958 ميجا جول للمبنى	2263 ميجا جول للمبنى	2380 ميجا جول
				0.2	0.1	0.35	0.35
		الانبعاثات الغازية (غازات الاحتباس الحراري و تهديد الأوزون)	0.21	سالب3630 كيلوجرام CO2 و 0.000394 كيلوجرام CFC	102522كيلوجرام CO2	سالب11790 كيلوجرام CO2	سالب 12397 كيلوجرام CO2
				0.2	0.1	0.35	0.35
		السمية و أمان المستخدمين (كميات VOCs)	0.113	انبعاثات متوسطة للـVOC بسبب استخدام الفورمالدهايد و المواد ذات الأصل البترولي	عدم وجود انبعاثات للـVOC لكن احتمالية وجود حساسية أثناء التنفيذ	عدم وجود انبعاثات للـVOC	عدم وجود انبعاثات للـVOC
				0.1	0.2	0.35	0.35

تابع جدول 16: نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا					
معدل الاعتماد على المبيدات السامة في التنظيف	0.078	استخدام ورنيشات للحماية من الحشرات و القطربات	اعتماد منخفض على المواد السامة للتنظيف	عدم الاعتماد على المواد السامة للتنظيف	الاعتماد على مقاومة الحشرات بالمياه المالحة
		0.1	0.2	0.35	0.35
التأقلم مع مناخ المنطقة	0.067	حسب جودة التغطية و المعالجات	متوسطة حسب جودة البياض	مرتفعة حسب جودة و تعدد الطبقات الخاصة بالتغطية	منخفضة التحمل للرياح لكن تحمل مرتفع للرطوبة و الامطار
		0.3	0.25	0.3	0.15
انبعاث السميات على الحيوانات و المياه و التربة (الأمطار الحمضية)	0.11	4.02 كيلوجرام SO2	922 كيلوجرام SO2	8.20 كيلوجرام SO2	8.62 كيلوجرام SO2
		0.35	0.05	0.3	0.3
الكربون المخزن نتيجة استخدام الوقود الأحفوري في النقل و التصنيع و الانشاء	0.058	1650 كيلوجرام كربون مخزن	105928 كيلوجرام كربون مخزن	94.3 كيلوجرام كربون مخزن	99.18 كيلوجرام كربون مخزن
		0.35	0.05	0.3	0.3
نسبة النفايات التي تنتهي بالدفن او الحرق	0.162	نسبة منخفضة بسبب امكانية اعادة استخدام و تدوير الاخشاب	نسبة منخفضة بسبب امكانية اعادة استخدام بالات القش و الاطار الخشبي و الفيروسمنت	نسبة منخفضة بسبب امكانية اعادة استخدام البوص في عمل ألواح مضغوطة	نسبة منخفضة بسبب اعادة استخدام الجريد في أنظمة انشائية جديدة
		0.25	0.25	0.25	0.25
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.2209	0.14505	0.32205	0.312
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0150212	0.0098634	0.0218994	0.021216

يلاحظ تقارب نتيجتي المقارنة لعنصري الحزم العقدية بالبوص و بالجريد بسبب الانخفاض الشديد للتصنيع و مسافات النقل للبوص و الجريد ما أدى إلى تقليل الآثار البيئية السلبية الناتجة عن توظيفهما في البناء.

ت. معيارية التكلفة الاقتصادية

جدول17 : نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: الإطارات الهيكلية الخشبية	عنصر 2:حوائط بالات القش كمادة بناء مالئة	عنصر 3: الحزم العقدية بالبوص	عنصر4: الحزم العقدية بالجريد
التكلفة الاقتصادية	0.122	تقدير تكلفة التنفيذ المبدأية	0.347	يمكن أن يعتمد على الخشب العزيزي المستورد و متوسط التوفر	يعتمد على بالات القش منخفضة التكلفة و التوفر مع الخشب العزيزي المستورد	البوص الذي يتمو تلقائيا يتم استخدامه مباشرة في عملية البناء	يعتمد على جريد النخل تتسم بالوفرة و انخفاض التكلفة
				0.1	0.2	0.35	0.35

تابع جدول 17: نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا						
تكلفة الطاقة المستهلكة في المادة	0.247	تكلفة متوسطة بسبب الاعتماد على الميكنة في تجهيز الاخشاب	تكلفة متوسطة بسبب الاعتماد على المكينة في صناعة البياض و الشبك المعدني و الفيروسمنت	تكلفة منخفضة بسبب الاعتماد على المهارات اليدوية	تكلفة منخفضة بسبب الاعتماد على المهارات اليدوية	
		0.15	0.15	0.35	0.35	
تكلفة شراء المكون الزراعي الرئيسي	0.186	سعر المتر المكعب 3100 جنيه	سعر البالة 10 جنيه	سعر السدة البوص 25 جنيه	100 جريدة بحوالي 750- 800 جنيه	
		0.1	0.3	0.25	0.35	
حجم العمالة المستخدمة	0.12	حوالي 25 عاملا (جراج Earthwood)	حوالي 5 أفراد للتسقيف مع 15 فرد للحوائط (بالقياس على منزل مركز البحوث)	حوالي 15 أفراد (قياسا على تجربة الجيش الامريكي في بناء مضيف)	حوالي 25عمال (قياسا على تجربة مستودع الحبوب)	
		0.2	0.3	0.3	0.2	
الوقت المستهلك في التنفيذ	0.037	6 أسابيع بالقياس على جراج Earthwood	حوالي شهرين بمعدل شهر لعمل النظام الخشبي و شهر للملء بالبالات	3 أسابيع (قياسا على تجربة الجيش الامريكي في بناء مضيف)	3 أسابيع (قياسا على تجربة مستودع الحبوب)	
		0.2	0.1	0.35	0.35	
معدل و تكلفة صيانة و استبدال المادة	0.063	معدلات متوسطة لصيانة و صنفرة الخدوش	معدلات مرتفعة للحماية من الرطوبة و صيانة البياض	معدلات منخفضة لتغيير طبقات الحصير الخارجية	معدل منخفض يفترات متباعدة باستخدام المياه المالحة	
		0.25	0.1	0.25	0.4	
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.1375	0.20825	0.3191	0.33515	
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.016775	0.0254065	0.0389302	0.0408883	

يلاحظ تفوق عنصر الحزم العقدية بالبوص و يليه مباشرة عنصر الحزم العقدية بالجريد بسبب الانخفاض الشديد للتصنيع و تكلفة الخامات و مسافات النقل للبوص و الجريد و انخفاض الوقت اللازم للتصنيع.

ث. معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية

جدول18 : نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: الإطارات الهيكلية الخشبية	عنصر 2:حوائط بالات القش كمادة بناء مالئة	عنصر 3: الحزم العقدية بالبوص	عنصر4: الحزم العقدية بالجريد
الكفاءة الاجتماعية و الثقافية	0.245	التأقلم مع المهارات المتوارثة في مصر	0.3055	تعتمد على مهارة النجارة المنتشرة	قريبة من مهارة البناء بالطوب	قريبة من مهارة صناعة الحصير و السلال من البوص و تجميع السدد	تعتمد على مهارات تقليم و تجميع الجريد و جدل الحبال
				0.3	0.1	0.3	0.3

		تابع جدول 18: نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا				
		ملاءمة المادة مع طبيعة المنطقة	0.1385	ملاءمة مرتفعة بسبب مرونة التصميم و الاعتماد على الوصلات الخشبية	ملاءمة مرتفعة بسبب الجودة الحرارية و قابلية البالات للانضغاط مع الزلازل	ملاءمة مرتفعة بسبب ارتفاع العزل الحراري و القدرة على مواجهة الرياح و الرطوبة	ملاءمة منخفضة بسبب انخفاض الجودة الحرارية و مواجهة الرياح و حسب التغطية
				0.3	0.3	0.3	0.1
		درجة تقبل المجتمع و امكانية التدريب على التقنية	0.3175	قابلية مرتفعة بسبب انتشار حرفة النجارة لكن يحتاج إلى حسابات انشائية متغيرة	متوسطة بسبب التشابه بمنازل الطوب و النجارة و دقة التشطيب و العزل	متوسطة بسبب الاعتماد جزئيا على مهارة تصنعي الحصير و تجميع الحزم العقدية و السدد البوص	متوسطة بسبب سهولة تجميع الحزم العقدية و الاعتماد جزئيا على مهارات جدل الحبال
				0.2	0.3	0.25	0.25
		الاتفاق مع العرف السائد	0.2385	شبيه لنظام البناء في العوانى و الأكشاك	لم يستخدم على نطاق واسع لكنه يشبه البناء بالطوب	شبيه لنظام الشبيكة بمناطق الصيادين حول بحيرة المنزلة و ادكو	ليس له شبيه في مصر إلا في نماذج محدودة و المفروشات
				0.4	0.15	0.3	0.15
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.2921	0.203125	0.284125	0.22065
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0715645	0.049765625	0.069610625	0.05405925

يلاحظ التفوق الواضح للإطارات الهيكلية بسبب اعتماده كليا على مهارة النجارة المنتشرة في مصر. و تليها الحزم العقدية بالبوص بسبب المقاومة الطبيعية للبوص للعوامل المناخية المحيطة و استغلال مهارة صناعة الحصير و التي ترفع من سهولة التدريب على النظام.

ج. الكفاءة التقنية

جدول19 : نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: الإطارات الهيكلية الخشبية	عنصر 2:حوائط بالات القش كمادة بناء مالئة	عنصر 3: الحزم العقدية بالبوص	عنصر4: الحزم العقدية بالجريد
الكفاءة التقنية	0.335	القابلية لإعادة الاستخدام و التدوير	0.09	قابلية مرتفعةلاعادة استخدام العناصر الانشائية أو تدويرها لألواح	قابلية مرتفعة للبالات للتدوير لعمل الواح مضغوطة و استخدام ركام الفيروسمنت	قابلية مرتفعة للنقل و اعادة الاستخدام بالاضافة إلى التدوير لصناعة ألواح عزل مضغوطة	قابلية مرتفعة لاعادة استخدام الجريد او تدويرها لعمل عوازل خاصة
				0.25	0.25	0.25	0.25
		سهولة الازالة و النقل	0.01	مرتفعة بسبب خفة النظام و الاعتماد على المفصلات الخشبية	منخفضة بسبب ثقل الحوائط و الاسقف	متوسطة بسبب ثقل النظام و الاعتماد على الربط بالحبال	مرتفعة بسبب خفة النظام و الاعتماد على الربط بالحبال
				0.3	0.2	0.2	0.3

تابع جدول 19: نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا							
صعوبة الصيانة المطلوبة	0.06	منخفضة بسبب كشف العناصر	مرتفعة بسبب وجود مفصلات داخل الحوائط	متوسطة حسب مكان و شدة الاحتياج للصيانة	منخفضة بسبب خفة و كشف العناصر
		0.35	0.1	0.2	0.35
قابلية الامتداد المستقبلي	0.06	مرتفعة بسبب الاعتماد على المفصلات الميكانيكية و الهياكل	منخفضة بسبب الاعتماد على الحوائط الحاملة	مرتفعة لكن قابلية الامتداد في اتجاه واحد	مرتفعة لكن بالاعتماد على تكرار الوحدة الموديولية
		0.35	0.15	0.25	0.25
اعتماد التنفيذ على الحرف المنتشرة في مصر	0.06	اعتماد كلي على حرفة النجارة المنتشرة	اعتماد كلي على حرف النجارة و الحدادة و تجميع بالات القش و البناء بالطوب	اعتماد جزئي على حرف صناعة الحصيرو تجميع البوص	اعتماد جزئي على حرف تجميع الجريد و جدل الحبال
		0.3	0.3	0.2	0.2
سهولة التركيب و التجميع	0.05	متوسطة بسبب ثقل العناصر الإنشائية، لكنها تعتمد على التجهيز المسبق لأماكن المفصلات الخشبية	متوسطة بسبب ثقل النظام و الاعتماد على الشيك المعدني و المفصلات و الاطار الثانوي	متوسطة بسبب ثقل النظام و الاعتماد على الربط بالحبال	مرتفعة بسبب خفة عناصر العقود و الاعتماد على الربط بالحبال
		0.2	0.15	0.3	0.35
مقاومة الحريق	0.04	4/3 ساعة بعد حمايته بورنيشات مقاومة الرطوبة	نصف ساعة حتى ظهور تشقق شعري بسيط	نصف ساعة فقط بدون لياسة	نصف ساعة فقط بدون لياسة
		0.25	0.35	0.2	0.2
الموصلية الحرارية للمكون الزراعي الرئيسي	0.05	موصلية حرارية متوسطة 0.165 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية منخفضة 0.05 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية متوسطة 055- 0.075 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية منخفضة 0.053- 0.068 واط لكل متر كيلفن
		0.1	0.3	0.3	0.3
مقاومة الرطوبة و العوامل المناخية و الكيماوية و الأشعة فوق البنفسجية	0.22	حسب الحماية الخارجية لكن لونه يبهت مع الوقت	حماية مرتفعة بسبب استخدام البياض	حماية طبيعية بسبب طبيعة نمو البوص في الملاحات	حماية طبيعية بسبب طبيعة نمو الجريد في المناطق الصحراوية
		0.1	0.2	0.35	0.35
مقاومة الصدم و التشققات	0.12	مرتفعة حسب صلادة الأخشاب المستخدمة	متوسطة حسب سمك طبقة البياض	متوسطة بسبب انخفاض مرونة البوص مع الوقت في الجوانب	مرتفعة بسبب الاعتماد على الحزم المرتة من الجريد
		0.3	0.2	0.2	0.3
وزن النظام	0.05	تقنية انشاء ثقيلة بسبب زيادة المساحة المقطعية للعناصر	تقنية انشاء ثقيلة و منخفضة المرونة	متوسطة الثقل بسبب زيادة قطر الحزم إلى 50-70 سم	خفيف بسبب انخفاض قطر الحزم إلى 25 سم
		0.15	0.15	0.35	0.35
طول العمر الافتراضي للمادة	0.07	عمر افتراضي مرتفع يصل إلى 150 سنة	عمر افتراضي مرتفع حسب جودة البياض حتى 100 سنة	حوالي 25 سنة في حالة الصيانة الملتزمة	حوالي 10 سنين في حالة الصيانة الملتزمة
		0.4	0.3	0.2	0.1

تابع جدول 19 نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا						
القابلية للتحلل الطبيعي	0.07	متوسطة بسبب استخدام طبقات الحماية المعتمدة على المشتقات البترولية	مرتفعة بسبب ارتفاع مسامية البياض	مرتفعة بسبب عدم استخدام مواد حماية من المشتقات البترولية	مرتفعة بسبب عدم استخدام مواد حماية من المشتقات البترولية	
		0.1	0.2	0.35	0.35	
مرونة التعديل و التغيير	0.05	مرتفعة بسبب الاعتماد على المفصلات الخشبية و النظام الهيكلي	متوسطة بسبب الاعتماد على الاطار الخشبي الثانوي بالرغم من ثقل وزن البالات	متوسطة بسبب الاعتماد على الربط بالحبال بالرغم من ثقل الحزم	مرتفعة بسبب الاعتماد على الربط بالحبال و خفة الحزم العقدية	
		0.3	0.15	0.25	0.3	
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.226	0.212	0.271	0.291	
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.07571	0.07102	0.090785	0.097485	

يلاحظ تفوق الحزم العقدية بالجريد في مجال الكفاءة التقنية بسبب ارتفاع سهولة التغيير و مرونة التصميم و خفة العنصر بالاضافة إلى المقاومة الطبيعية لدى الجريد ضد العوامل المناخية و الرطوبة، و تليها الحزم العقدية بالبوص بسبب ارتفاع مقاومة العوامل المناخية و الرطوبة.

ح. الخصائص الشكلية و الحسية

جدول20 : نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: الإطارات الهيكلية الخشبية	عنصر 2:حوائط بالات القش كمادة بناء مالئة	عنصر 3: الحزم العقدية بالبوص	عنصر4: الحزم العقدية بالجريد
الخصائص الشكلية و الحسية	0.204	مرونة الملاءمة مع النسيج العمراني المحيط	0.385	مرونة عالية للتشكيل	مرونة متوسطة للتشكيل لأنه معتمد على التسقيف باستخدام الفيروسمنت	مرونة منخفضة للتشكيل بسبب ثقل الحزم العقدية التي تضطر التشكيل للاعتماد على القبو	مرونة عالية للتشكيل لكنه يعيبه الاعتماد على عناصر اضافية لتسطيح السقف
				0.35	0.2	0.15	0.3
		دقة و ملمس مادة البناء	0.154	مرتفعة حسب جودة استخدام الميكنة	متوسطة بسبب الاعتماد على التشطيب اليدوي	متوسطة بسبب الاعتماد على التشطيب اليدوي	متوسطة بسبب الاعتماد على التشطيب اليدوي
				0.4	0.2	0.2	0.2
		الإضاءة الطبيعية و سماحية عمل الفتحات	0.215	شفافية و مرونة مرتفعة بسبب استخدام النظام الهيكلي	شفافية مرتفعة بسبب استخدام النظام الخشبي الهيكلي	شفافية مرتفعة حسب استخدام الحصير للجوانب	شفافية مرتفعة حسب التغطية المستخدمة على النظام الهيكلي
				0.25	0.25	0.25	0.25
		الأداء الحراري	0.14	بلا تأثير في الهياكل الانشائية	حفظ حراري مرتفع بتوصيل حراري 0.11 واط لكل متر مربع كيلفن للحائط و 0.122 للسقف	حفظ حراري متوسط بتوصيل حراري 0.11 عند الحزم و 1.08 فيم بينها	بلا تأثير في الهياكل الانشائية
				0.15	0.5	0.2	0.15

تابع جدول 20: نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لعناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا

الكفاءة الصوتية	0.106	بلا تأثير في الهياكل الانشائية	معامل امتصاص 0.70 لسمك 470سم عند 300 هرتز	أكثر من 0.5 معامل امتصاص للصوت في الترددات الأعلى من 300 هيرتز	بلا تأثير في الهياكل الانشائية
		0.1	0.5	0.3	0.1
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.2817	0.28455	0.2021	0.23165
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0574668	0.0580482	0.0412284	0.0472566

يلاحظ تقارب عنصري الإطارات الهيكلية و بالات القش كمادة مالئة بسبب مرونة التصميم شكليا و جمالياته التصميمية التي تتسق أكثر مع الطرز المعمارية الحديثة.

خ. الإجمالي و ترتيب الأولوية

جدول21 : نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

إجمالي الأوزان الكلية	عنصر 1: الإطارات الهيكلية الخشبية	عنصر 2:حوائط بالات القش كمادة بناء مالئة	عنصر 3: الحزم العقدية بالبوص	عنصر4: الحزم العقدية بالجريد
	0.2425734	0.219866625	0.268945825	0.26849975
	3	4	1	1

يلاحظ أن نتيجة هذه المقارنة إجماليا هي تقاسم حصول الحزم العقدية بالبوص و الحزم العقدية بالجريد على الأولوية الأولى في الاختيار بين نظم الانشاء باستخدام المكونات الزراعية عالميا.

أ-4 المقارنة بين عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

و هنا سيتم المقارنة بين العناصر التالية:

5. عنصر 1: التكسية بشرائح خشب الأرز و الذي تم تناوله في الفصل الثالث ص.93
6. عنصر 2: ألواح القش مسبقة الصنع و الذي تم تناوله في الفصل الثالث ص.107
7. عنصر 3: حوائط البوص العرضي المطلي بالطين و الذي تم تناوله في الفصل الثالث ص.122
8. عنصر 4: الجريد المجدول و الذي تم تناوله في الفصل الثالث ص137.

أ. معيارية مرونة التصميم و الموقع

جدول22 : نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1:التكسية بشرائح خشب الأرز	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر 3: حوائط البوص العرضي المطلي بالطين	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
مرونة التصميم و الموقع	0.026	منشأ المادة الخام اللازمة للمادة	0.197	يعتمد على أخشاب مستوردة	قش محلي بكميات كبيرة بالاضافة إلى أخشاب مستوردة للإطار الإنشائي الثانوي	بوص ريحي أو بلدي محلي بكميات محدودة	نخيل محلي بكميات كبيرة
				0.1	0.25	0.25	0.4
		توافر المادة في السوق	0.158	محدود التوفر في الاسواق	متوسط التوفر في الاسواق	نادر التوفر في الاسواق	متوفر في الأسواق
				0.2	0.3	0.1	0.4
		المسافة من السوق للموقع	0.127	مرتفعة بسبب استيراد الاخشاب بحريا	متوسطة بسبب تواجد القش في الريف لكنها تعتمد على استيراد الاخشاب	متوسطة بسبب تواجده حول الملاحات في الشمال	منخفضة بسبب انتشار وجود النخيل البلدي(أشهر مصادر الجريد في مصر)
				0.1	0.2	0.3	0.4
		استيفاء أكواد البناء	0.115	مناسب جدا للأكواد الحديثة	مناسب جدا للأكواد الحديثة	متوسط الملاءمة للأكواد الحديثة	متوسط الملاءمة للأكواد الحديثة
				0.3	0.3	0.2	0.2
		تحمل الكوارث الطبيعية بالموقع	0.083	مرتفع التحمل للامطار و الرياح و الزلازل (أسلوب بناء متوارث في أوروبا و أمريكا الشمالية)	مرتفع التحمل للامطار و الرياح و الزلازل (بناء على تجربة مباني (Modcell	تحمل مرتفع للزلازل و الامطار و الرياح	نظام خفيف و مرتفع التحمل للزلازل و الأمطار لكن تحمل منخفض للرياح
				0.3	0.3	0.3	0.1
		مرونة التأقلم مع طبواغرافية و مناخ الموقع	0.114	مقاومة مرتفعة للعوامل المناخية و يعتمد على التثبيت على اطار انشائي	مقاومة مرتفعة للعوامل المناخية و يعتمد على التثبيت على اطار انشائي منفصل بشرط رفعه عن التربة.	مقاومة مرتفعة للعوامل المناخية و يعتمد على التثبيت على اطار انشائي	يعتمد على غرس الجريد على أعماق ثابتة في تربة مستوية رطبة حساس لجفاف و مناسيب التربة
				0.3	0.2	0.3	0.2
		مرونة التوزيع الفراغي الداخلي	0.069	لا يمكن استخدامه كعناصر تقسيم مستقلة بدون الاعتماد على اطار إنشائي للتثبيت	يمكن استخدامه كعناصر تقسيم مستقلة بدون الاعتماد على اطار إنشائي للتثبيت	لا يمكن استخدامه كعناصر تقسيم مستقلة بدون الاعتماد على اطار إنشائي للتثبيت	يمكن استخدامه كعناصر تقسيم مستقلة بدون الاعتماد على اطار إنشائي للتثبيت
				0.3	0.3	0.1	0.3
		مرونة ممارسةالأنشطة الداخلية	0.053	ليس له تأثير	ليس له تأثير	ليس له تأثير	ليس له تأثير
				0.25	0.25	0.25	0.25

تابع جدول 22: نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا						
مرونة تشكيل التصميم	0.044	مرونة متوسطة في تشكيل التكسيات الخارجية بسبب الاعتماد على التراكب على اسقف بميول محددة	مرونة متوسطة بسبب عدم امكان عمل حوائط منحنية، امكانية التغيير محصورة في الالوان و الملمس	مرونة منخفضة بسبب عدم امكان عمل حوائط منحنية و زيادة السمك	مرونة مرتفعة حسب أسلوب التعامل مع الجريد	
		0.25	0.25	0.1	0.4	
كفاءة كمية المواد المستخدمة	0.04	640000 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	29952 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	35530 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	10512 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	
		0.1	0.25	0.25	0.4	
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.20655	0.2592	0.2198	0.31445	
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0053703	0.0067392	0.0057148	0.0081757	

يلاحظ تشابه القيم النهائية لنتائج مقارنة هذه المعيارية، لكن يتضح أن أعلى قيمة كانت للتكسية بالجريد المجدول بسبب توفر النخيل في السوق المحلية و انخفاض مساحات النقل و ذلك باستخدام أقل كمية مواد ممكنة، و تليها عناصر التكسية بألواح القش مسبقة الصنع.

ب. معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان

جدول23 : نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1:التكسية بشرائح خشب الأرز	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر 3: حوائط البوص العرضي المطلي بالطين	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
الآثار البيئية و صحة الانسان	0.068	التأثير على البيئة والطاقة الكامنة	0.202	43323.2 ميجاجول للمبنى	49622 ميجا جول للمبنى	17242 ميجا جول للمبنى	2522 ميجا جول
				0.15	0.1	0.25	0.50
		الانبعاثات الغازية (غازات الاحتباس الحراري و تهديد الأوزون)	0.21	61216.21 كيلوجرام CO2	28927 كيلوجرام CO2	9951 كيلوجرام CO2	سالب 13140 كيلوجرام CO2
				0.05	0.15	0.2	0.6
		السمية و أمان المستخدمين (كميات VOCs)	0.113	انبعاثات منخفضة للـVOC بسبب معالجة الأخشاب لكن احتمالية وجود حساسية أثناء التنفيذ	انبعاثات منخفضة للـVOC بسبب معالجة الأخشاب لكن احتمالية وجود حساسية أثناء التنفيذ	عدم وجود انبعاثات للـVOC	عدم وجود انبعاثات للـVOC
				0.15	0.15	0.35	0.35
		معدل الاعتماد على المبيدات السامة في التنظيف	0.078	استخدام ورنيشات للحماية من الحشرات و الفطريات	اعتماد منخفض على المواد السامة للتنظيف	عدم الاعتماد على المواد السامة للتنظيف	الاعتماد على مقاومة الحشرات بالمياه المالحة
				0.1	0.2	0.35	0.35

تابع جدول 23: نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا						
التأقلم مع مناخ المنطقة	0.067	مرتفعة بسبب مرونة امتداد و انكماش خشب الأرز لكن يعيبه تحمل الشمس	متوسطة حسب جودة البياض	مرتفعة بسبب طبيعة مقاومة البوص للرطوبة و سطوع الشمس و الامطار	منخفضة التحمل للرياح لكن تحمل مرتفع للرطوبة و الامطار
		0.25	0.25	0.3	0.2
انبعاث السميات على الحيوانات و المياه و التربة (الأمطار الحمضية)	0.11	282.11 كيلوجرام SO2	187 كيلوجرام SO2	112 كيلوجرام SO2	9.15 كيلوجرام SO2
		0.1	0.2	0.2	0.50
الكربون المخزن نتيجة استخدام الوقود الأحفوري في النقل و التصنيع و الانشاء	0.058	3509.34 كيلوجرام كربون مخزن	4225 كيلوجرام كربون مخزن	358 كيلوجرام كربون مخزن	105 كيلوجرام كربون مخزن
		0.15	0.1	0.25	0.50
نسبة النفايات التي تنتهي بالدفن او الحرق	0.162	نسبة متوسطة حسب امكانية اعادة تدوير ألواح الابلكاش	نسبة منخفضة بسبب امكانية اعادة استخدام بالات القش و الاطار الخشبي	نسبة متوسطة بسبب امكانية اعادة استخدام البوص في عمل ألواح مضغوطة بعد تقشير البياض	نسبة منخفضة بسبب اعادة استخدام الجريد في أنظمة انشائية أو تكسية جديدة
		0.2	0.3	0.2	0.3
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.1029	0.1765	0.22865	0.49195
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0069972	0.012002	0.0155482	0.0334526

يلاحظ تفوق عنصر التكسية بالجريد المجدول بسبب توفر الجريد و انخفاض مسافة النقل و التصنيع اللازم للتنفيذ و بالتالي تنخفض الآثار البيئية السلبية الناتجة، ثم تليها حوائط البوص العرضي المطلي بالطين بسبب انخفاض التصنيع اللازم للتنفيذ.

ت. معيارية التكلفة الاقتصادية

جدول24 : نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1:التكسية بشرائح خشب الأرز	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر 3: حوائط البوص العرضي المطلي بالطين	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
التكلفة الاقتصادية	0.122	تقدير تكلفة التنفيذ المبدئية	0.347	مرتفعة بسبب استيراد أخشاب الارز و عدم وجود بديل محلي	يعتمد على بالات القش منخفضة التكلفة و التوفر مع اطارات الخشب العزيزي	البوص الذي ينمو تلقائيا يتم استخدامه مباشرة في عملية البناء	يعتمد على جريد النخل تتسم بالوفرة و انخفاض التكلفة
				0.1	0.25	0.15	0.5
		تكلفة الطاقة المستهلكة في المادة	0.247	تكلفة متوسطة بسبب الاعتماد على التصنيع في تجهيز الاطارات الخشبية و البياض و الأبلكاش	تكلفة متوسطة بسبب الاعتماد على التصنيع في تجهيز الاطارات الخشبية و البياض	تكلفة متوسطة بسبب الاعتماد على التصنيع في تجهيز الاطارات الخشبية و البياض و الأبلكاش	تكلفة منخفضة بسبب الاعتماد على المهارات اليدوية
				0.2	0.2	0.2	0.4

تابع جدول 24: نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا					
تكلفة شراء المكون الزراعي الرئيسي	0.186	مرتفعة بسبب استيراد أخشاب الارز و عدم وجود بديل محلي	سعر المتر المربع 800 جنيه بدون احتساب النقل	سعر السدة البوص 8 جنيه	100 جريدة بحوالي 800 جنيه
		0.05	0.2	0.35	0.4
حجم العمالة المستخدمة	0.12	حوالي 20 عامل بالقياس على تجربة كريس ماجود للتكسية بشرائح خشب الأرز	حوالي 10 أفراد لصناعة الألواح يدويا(بالقياس على تجربة كريس ماجود للتصنيع اليدوي دون التركيب	حوالي 20 عاملا(قياسا على تجربة ميلجان في بناء أكشاك من البوص)	حوالي 10عمال (قياسا على بناء المنازل التراثية في الامارات)
		0.2	0.3	0.2	0.3
الوقت المستهلك في التنفيذ	0.037	حوالي 3 أسابيع بالقياس على تجربة كريس ماجود للتكسية بشرائح خشب الأرز	حوالي 12 يوم لتجهيز الألواح + أسبوعين لتركيب الاطار الانشائي في الموقع(بالقياس على تجربة كريس ماجود للتصنيع اليدوي)	حوالي 3 أسابيع (قياسا على تجربة ميلجان في بناء أكشاك من البوص)	حوالي أسبوعين (قياسا على بناء المنازل التراثية في الامارات)
		0.2	0.3	0.2	0.3
معدل و تكلفة صيانة و استبدال المادة	0.063	معدل منخفض بفترات متباعدة للصنفرة و مقاومة الأمراض	معدلات متوسطة للحماية من الرطوبة و صيانة البياض	معدلات مرتفعة لصيانة التسقيف ب Thatch	معدل منخفض بفترات متباعدة باستخدام المياه المالحة
		0.25	0.25	0.1	0.4
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.14055	0.2362	0.20425	0.419
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0171471	0.0288164	0.0249185	0.051118

يلاحظ ارتفاع نتيجة هذه المقارنة عند التكسية بالجريد المجدول بسبب توفر الجريد و انخفاض تكلفته و انخفاض مسافة النقل و التصنيع و الوقت اللازمين للتنفيذ و بالتالي تنخفض الآثار البيئية السلبية الناتجة، ثم تليها ألواح القش مسبقة الصنع و حوائط البوص العرضي المغطى بالطين بسبب انخفاض التصنيع و الوقت اللازمين للتنفيذ.

ث. معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية

جدول25 : نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1:التكسية بشرائح خشب الأرز	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر 3: حوائط البوص العرضي المطلي بالطين	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
الكفاءة الاجتماعية و الثقافية	0.245	التأقلم مع المهارات المتوارثة في مصر	0.3055	قريب من مهارات تركيب القراميد	قريب من مهارات النجارة و تجميع البالات	قريب من مهارة صناعة الحصير و السلال من البوص و تجميع السدد	قريب من مهارات تجميع سدد الجريد و جدل الحبال و الحصير
				0.3	0.2	0.2	0.3

المصدر: الباحث

		تابع جدول 25: نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا				
		ملاءمة المادة مع طبيعة المنطقة	0.1385	ملاءمة مرتفعة بسبب مرونة التصميم و القدرة على مواجهة الرياح و الرطوبة و الامطار	ملاءمة مرتفعة بسبب جودة العزل الحراري و القدرة على مواجهة الرياح و الرطوبة	ملاءمة مرتفعة بسبب ارتفاع العزل الحراري و القدرة على مواجهة الرياح و الرطوبة	ملاءمة مرتفعة بسبب ارتفاع الجودة الحرارية و التشابه مع التكسية بسدات السعف الكامل
				0.35	0.25	0.25	0.15
		درجة تقبل المجتمع و امكانية التدريب على التقنية	0.3175	قابلية متوسطة بسبب انتشار حرفة النجارة لكن يحتاج إلى تركيب بدقة مرتفعة	ملاءمة مرتفعة بسبب سهولة التدريب على تصنيع الالواح و نقلها و تركيبها و اعتمادها على النجارة	متوسطة بسبب الاعتماد على مهارة صناعة السدد البوص لكن بسبب صعوبة التدريب على التسقيف	مرتفعة بسبب سهولة تجميع الجريد و جدله و الاعتماد على مهارات جدل الحبال و الحصير
				0.15	0.3	0.15	0.4
		الاتفاق مع العرف السائد	0.2385	شبيه لاستخدام التسقيف المتراكب بالقراميد الطينية	ليس له شبيه في مصر	شبيه لنظام التكسية بالسدد البوص بمناطق الصيادين حول بحيرة المنزلة	ليس له شبيه في مصر إلا في نماذج محدودة و المفروشات
				0.4	0.1	0.35	0.15
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.28315	0.214825	0.226825	0.2752
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.06937175	0.052632125	0.055572125	0.067424

يلاحظ تصدر عنصري التكسية بشرائح خشب الأرز و التكسية بالجريد المجدول بسبب تقاربهما الواضح من مهارات النجارة الخشبية و صناعة السلال و المفروشات من الجريد مما يسهل من مهمة التدريب و يوجد قاعدة واضحة من القبول الشعبي للنظام، و تليها عناصر ألواح القش مسبقة الصنع بسبب سهولة تصنيعها و شكلها الخارجي البسيط .

ج. الكفاءة التقنية

جدول26 : نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1:التكسية بشرائح خشب الأرز	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر 3: حوائط البوص العرضي المطلي بالطين	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
الكفاءة التقنية	0.335	القابلية لإعادة الاستخدام و التدوير	0.09	قابلية مرتفعة لاعادة استخدام الشرائح أو تدويرها لألواح مصنعة	قابلية مرتفعة للبالات للتدوير لعمل الواح مضغوطة و استخدام عناصر الاطار الخشبي	قابلية مرتفعة للنقل و اعادة الاستخدام بالاضافة إلى للتدوير لصناعة ألواح عزل مضغوطة	قابلية مرتفعة لاعادة استخدام الجريد او تدويرها لعمل عوازل خاصة
				0.25	0.25	0.25	0.25
		سهولة الازالة و النقل	0.01	قابلية متوسطة بسبب الاعتماد على التراكب بين مداميك الشرائح	قابلية مرتفعة بسبب خفة النظام و الاعتماد على الربط بالمفصلات الميكانيكية بالاطار الانشائي	قابلية متوسطة بسبب طبيعة الألواح المعتمدة على القش العرضي الغير مكبوس	قابلية مرتفعة بسبب خفة النظام و الاعتماد على الربط بالحبال
				0.2	0.3	0.2	0.3

تابع جدول 26: نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا						
صعوبة الصيانة المطلوبة	0.06	صعوبة منخفضة بسبب خفة و كشف العناصر	صعوبة منخفضة بسبب انتهاء تجهيز الألواح من خارج الموقع	صعوبة مرتفعة بسبب تعقيد نظام التسقيف بـThatch	صعوبة منخفضة بسبب خفة و كشف العناصر
		0.3	0.3	0.1	0.3
قابلية الامتداد المستقبلي	0.06	مرتفعة بسبب اعتماده على الوصلات الميكانيكية بالاطار	مرتفعة بسبب اعتماده على الوصلات الميكانيكية بالاطار	مرتفعة بسبب اعتماده على الوصلات الميكانيكية بالاطار	مرتفعة بسبب اعتماده على الوصلات الميكانيكية بالاطار
		0.25	0.25	0.25	0.25
اعتماد التنفيذ على الحرف المنتشرة في مصر	0.06	اعتماد كلي على حرفة النجارة المنتشرة لكن يعتمد على مهارة مرتفعة في التركيب	اعتماد جزئي على حرف النجارة و صناعة البالات و البياض	اعتماد جزئي على حرف النجارة و تجميع السدد و البياض بالطين	اعتماد كلي على حرف تجميع الجريد و جدل الحبال و الحصير
		0.15	0.25	0.25	0.35
سهولة التركيب و التجميع	0.05	مرتفعة بسبب الاعتماد على المفصلات الميكانيكية و خفة النظام	مرتفعة بسبب الاعتماد على المفصلات الميكانيكية و خفة النظام	متوسطة بسبب الاعتماد على تعقيد نظام التسقيف بـThatch	مرتفعة بسبب خفة عناصر العقود و الاعتماد على الربط بالحبال
		0.3	0.3	0.1	0.3
مقاومة الحريق	0.04	مقاومة مرتفعة للاشتعال عند استخدامه كمعالج يصل حتى 3 ساعات تحت درجة 200	مقاومة مرتفعة للحريق تصل حتى 120 دقيقة حسب كتالوجات Modcell	ساعة و نصف تحت درجة حرارة 200 لكن 24 دقيقة فقط للتسقيف	نصف ساعة فقط تحت درجة حرارة 200
		0.35	0.3	0.2	0.15
الموصلية الحرارية للمكون الزراعي الرئيسي	0.05	موصلية حرارية متوسطة 0.13 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية منخفضة 0.05 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية متوسطة 055- 0.075 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية منخفضة 053- 0.068 واط لكل متر كيلفن
		0.15	0.3	0.2	0.3
مقاومة الرطوبة و العوامل المناخية و الكيماوية و الأشعة الفوق بنفسجية	0.22	حسب الحماية الخارجية لكن لونه يبهت و متانته تقل مع الوقت	حماية متوسطة بسبب استخدام البياض الجيري	حماية طبيعية بسبب طبيعة نمو البوص في الملاحات	حماية طبيعية بسبب طبيعة نمو الجريد في المناطق الصحراوية
		0.25	0.15	0.3	0.3
مقاومة الصدم و التشققات	0.12	متوسطة بسبب انخفاض مرونة شرائح خشب الأرز	متوسطة حسب سمك طبقة البياض	متوسطة بسبب انخفاض مرونة البوص مع الوقت في الجوانب	مرتفعة بسبب المرونة الطبيعية للجريد المجدول
		0.2	0.2	0.2	0.4
وزن النظام	0.05	تقنية تكسية خفيفة و مرنة لكنها معقدة في التسقيف	تقنية تكسية ثقيلة لكنها سهلة و سريعة	تقنية تكسية خفيفة و مرنة لكن معقدة في التسقيف	تقنية تكسية خفيفة و مرنة و سريعة
		0.15	0.3	0.15	0.4
طول العمر الافتراضي للمادة	0.07	حوالي من 30 إلى 40 سنة	حوالي من 2 إلى 20 سنة	حوالي 25 سنة في حالة الصيانة الملتزمة	يصل إلى 20سنة في حالة الصيانة الملتزمة
		0.4	0.2	0.2	0.2
القابلية للتحلل الطبيعي	0.07	متوسطة بسبب استخدام طبقات الحماية المعتمدة على المشتقات البترولية	متوسطة بسبب ارتفاع مسامية البياض الجيري و عدم استخدام عناصر غير عضوية ماعدا معالجات الاخشاب	مرتفعة بسبب عدم استخدام مواد حماية من المشتقات البترولية	مرتفعة بسبب عدم استخدام مواد حماية من المشتقات البترولية
		0.1	0.2	0.35	0.35

تابع جدول 26: نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا					
مرونة التعديل و التغيير	0.05	مرونة متوسطة بسبب الاعتماد على التراكب	مرتفعة بسبب سهولة فك الألواح بسبب الاعتماد على اطارات خشبية	متوسطة بسبب الاعتماد على البوص العرضي الغير مكبوس	مرتفعة بسبب الاعتماد على الربط بالحبال
		0.2	0.3	0.2	0.3
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.2345	0.2305	0.2295	0.303
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0785575	0.0772175	0.0768825	0.101505

يلاحظ تفوق عنصر الجريد المجدول في مجال الكفاءة التقنية بسبب ارتفاع سهولة التغيير و مرونة التصميم و خفة النظام بالاضافة إلى المقاومة الطبيعية لدى الجريد ضد العوامل المناخية و الرطوبة، و يليه بقية العناصر بأوزان متقاربة.

ح. الخصائص الشكلية و الحسية

جدول27 : نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1:التكسية بشرائح خشب الآرز	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر 3: حوائط البوص العرضي المطلي بالطين	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
الخصائص الشكلية و الحسية	0.204	مرونة الملاءمة مع النسيج العمراني المحيط	0.385	ملاءمة مرتفعة في تشكيل التكسيات الخارجية حسب التشكيل الخارجي	ملاءمة مرتفعة في تشكيل التكسيات الخارجية و مقاساتها حسب الاطارات الخشبية للألواح	مرونة متوسطة للتشكيل بسبب زيادة سمك الألواح و عدم امكانية عمل منحنيات	ملاءمة مرتفعة في تشكيل التكسيات الخارجية و مقاساتها حسب أسلوب تجميع الجريد
				0.25	0.3	0.2	0.25
		دقة و ملمس مادة البناء	0.154	مرتفعة حسب جودة استخدام المكنة في تجهيز الشرائح	متوسطة بسبب الاعتماد على التشطيب اليدوي	مرتفعة بسبب وجود ملمس زخرفي خطي و عرضي نابع من البوص	مرتفعة بسبب وجود ملمس زخرفي نابع من تجميع الجريد
				0.3	0.2	0.25	0.25
		الإضاءة الطبيعية و سماحية عمل الفتحات	0.215	شفافية مرتفعة حسب التغطية المستخدمة على النظام الهيكلي	شفافية متوسطةحسب ثقل الألواح و الاطار الانشائي الاساسي	شفافية متوسطةحسب ثقل الألواح و الاطار الانشائي الاساسي	شفافية مرتفعة حسب كثافة تجميع الجريد و استخدام الحصير
				0.3	0.2	0.2	0.3
		الأداء الحراري	0.14	حفظ حراري منخفض بتوصيل حراري 2.29واط لكل متر كيلفن	حفظ حراري مرتفع بتوصيل حراري 0.115 واط لكل متر مربع كيلفن و 0.0993 للسقف	حفظ حراري متوسط بتوصيل حراري 0.1669 واط لكل متر مربع كيلفن للحائط و 0.316 للسقف	حفظ حراري متوسط بتوصيل حراري 0.576 و يوفر 20 درجة مئوية اقل من درجة الحرارة الخارجية
				0.1	0.3	0.4	0.2
		الكفاءة الصوتية	0.106	توفير معامل امتصاص 0.3 عند 300 هرتز	يمكن التحكم فيها حسب سمك الألواح المستخدمة لكن المعتاد يوفر معامل امتصاص 0.45 عند 300 هرتز	أكثر من 0.5 معامل امتصاص للصوت في الترددات الأعلى من 300 هيرتز	كفاءة صوتية منخفضة جدا بسبب ارتفاع مسامية الواجهات
				0.1	0.5	0.3	0.1

تابع جدول 27: نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا					
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية	0.23155	0.2843	0.2463	0.23785	
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج	0.0472362	0.0579972	0.0502452	0.0485214	

يلاحظ أن أعلى قيمة للمقارنة كانت من نصيب عنصر ألواح القش مسبقة الصنع التي تتسم بشكلها الخارجي البسيط و الملائم للطرز المعمارية الحديثة.

خ. الإجمالي و ترتيب الأولوية

جدول28 : نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لنظم التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

إجمالي الأوزان الكلية	عنصر 1:التكسية بشرائح خشب الأرز	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر 3: حوائط البوص العرضي المطلي بالطين	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
	0.22468005	0.235404425	0.228881325	0.3101967
	3	2	3	1

يلاحظ أن نتيجة هذه المقارنة إجماليا هي حصول نظام التكسية بالجريد المجدول على الأولوية الأولى في الاختيار بين نظم التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا، و يليها نظام التكسية بألواح القش مسبقة الصنع التي حصلت على الأولوية الثانية.

ملحق ب : مقارنات المستوى الثاني لعناصر البناء باستخدام المكونات الزراعية محليا و عالميا

يحتوي هذا الملحق على تفاصيل المقارنات التحليلية التي تم عقدها بين عناصر البناء المحلية المعتمدة على المكونات الزراعية على المستوى الثاني. و قد تم وضع جداول المقارنة التفصيلية هنا لتفادي تشتيت انتباه القارئ، و انجازا ليتم التعرف على نتائج هذه المقارنات بشكل أكثر كفاءة. و تكون مقارنات المستوى الأول كما يلي:

ب-1 المقارنة بين عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية محليا و عالميا

تم عمل مقارنة بين العناصر التي حصلت على الأولوية الأولى و الثانية في أساليب الإنشاء في مصر و العالم كالتالي:

د. معيارية مرونة التصميم و الموقع

جدول29 : نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص	عنصر3: الحزم العقدية بالجريد	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
مرونة التصميم و الموقع	0.026	منشأ المادة الخام اللازمة للمادة	0.197	يعتمد على أخشاب مستوردة	بوص ريحي محلي بكميات محدودة	نخيل محلي بكميات كبيرة	نخيل محلي بكميات كبيرة لكن الكرشيف بمناطق محدودة
				0.1	0.25	0.35	0.3
		توافر المادة في السوق	0.158	محدود التوفر في الاسواق	متوسط التوفر في الاسواق	متوفر في الأسواق	متوفر في الأسواق
				0.15	0.25	0.3	0.3
		المسافة من السوق للموقع	0.127	مرتفعة بسبب استيراد الاخشاب بحريا	متوسطة بسبب تواجده حول الملاحات في الشمال	منخفضة بسبب انتشار وجود النخيل البلدي(أشهر مصادر الجريد في مصر)	متوسطة بسبب تواجد الكرشيف في الواحات
				0.1	0.3	0.4	0.2
		استيفاء أكواد البناء	0.115	وجود مباني حديثة تتبع الكود (مبنى الرقابة الدولية)	منشأ خفيف غير خاضع لأكواد البناء الاعتيادية	منشأ خفيف غير خاضع لأكواد البناء الاعتيادية	وجود فنادق بيئية حديثة تتبع الكود(سيوة)
				0.3	0.2	0.2	0.3
		تحمل الكوارث الطبيعية بالموقع	0.083	عالي التحمل للامطار و الرياح و الزلازل (مبنى الرقابة الدولية)	تحمل مرتفع للزلازل و السيول (نظام متوارث في مستنقعات الأهوار في العراق)	نظام خفيف و مرتفع التحمل للزلازل لكن تحمل منخفض للرياح	تحمل منخفض للامطار و الزلازل (بناء على المنازل في سيوة)
				0.4	0.3	0.2	0.1
		مرونة التأقلم مع طبوغرافية و مناخ الموقع	0.114	نظام هيكلي من عمود و كمرة قادر على اختلاف ارتفاعات التربة بسبب الاساسات المنفصلة	يعتمد على غرس البوص على أعماق ثابتة في تربة مستوية رطبة حساس لجفاف و مناسيب التربة	يعتمد على غرس الجريد على أعماق ثابتة في تربة مستوية رطبة حساس لجفاف و مناسيب التربة	نظام حوائط حاملة مرفوعة على أساسات مستمرةحساسة لاختلاف ارتفاعات التربة
				0.4	0.2	0.2	0.2

		تابع جدول 29: نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم		عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص	عنصر3: الحزم العقدية بالجريد	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
		مرونة التوزيع الفراغي الداخلي	0.069	مرونة عالية في التصميم بسبب اعتماد النظام الهيكلي	مرونة عالية بسبب عدم وجود أعمدة متوسطة في عرض القبو	مرونة متوسطة بسبب عدم وجود أعمدة في العقود المتقاطعة لكن ارتفاعات منخفضة على الجوانب	تأقلم تصميمي متوسط بسبب اعتماد الحوائط الحاملة او الهيكلي
				0.3	0.3	0.2	0.2
		مرونة ممارسةالأنشطة الداخلية	0.053	بحور واسعة حتى 7-8 متر	بحور واسعة حتى 13-15 متر	بحور واسعة حتى 8 متر	بحور واسعة حتى 6-7 متر
				0.25	0.35	0.2	0.2
		مرونة تشكيل التصميم	0.044	مرونة مرتفعة في تشكيل الأسقف (جمالونية أو مستوية)	مرونة متوسطة بسبب الاعتماد على شكل القبو	مرونة متوسطة بسبب الاعتماد على شكل العقود المتقاطعة أو القبو	مرونة مرتفعة في تشكيل العناصر بسبب الاعتماد على الكمرات في التسقيف
				0.3	0.2	0.2	0.3
		كفاءة كمية المواد المستخدمة	0.04	3220 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	9432 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	9188 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	52950 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع
				0.3	0.3	0.3	0.1
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.22855	0.2576	0.27475	0.2391
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0059423	0.0066976	0.0071435	0.0062166

يلاحظ تقارب القيم النهائية لمعيارية مرونة التصميم و الموقع بين الأربع عناصر لكن يلاحظ تقدم طفيف للحزم العقدية بالجريد مدعوما بوفرة الجريد في مصر و مرونته المرتفعة في التصميم و التشكيل.

ذ. معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان

جدول30 : نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص	عنصر3: الحزم العقدية بالجريد	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
الآثار البيئية و صحة الانسان	0.068	التأثير على البيئة والطاقة الكامنة	0.202	20092.5ميجاجول للمبنى	2263 ميجا جول للمبنى	2380 ميجا جول	24700 ميجا جول
				0.2	0.35	0.35	0.1
		الانبعاثات الغازية (غازات الاحتباس الحراري و تهديد الأوزون)	0.21	628 كيلو جرام CO2 و 0.0000648 كيلوجرام CFC	سالب11790 كيلوجرام CO2	سالب 12397 كيلوجرام CO2	33762 كيلوجرام CO2
				0.2	0.35	0.35	0.1
		السمية و أمان المستخدمين (كميات VOCs)	0.113	انبعاثات متوسطة للـVOC بسبب استخدام الفورمالدهايد و المواد ذات الأصل البترولي	عدم وجود انبعاثات للـVOC	عدم وجود انبعاثات للـVOC	عدم وجود انبعاثات للـVOC
				0.1	0.3	0.3	0.3

		تابع جدول 30: نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم		عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص	عنصر3: الحزم العقدية بالجريد	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
		معدل الاعتماد على المبيدات السامة في التنظيف	0.078	استخدام ورنيشات للحماية من الحشرات و الفطريات	عدم الاعتماد على المواد السامة للتنظيف	الاعتماد على مقاومة الحشرات بالمياه المالحة	الاعتماد على مقاومة الحشرات بالمياه المالحة
				0.1	0.3	0.3	0.3
		التأقلم مع مناخ المنطقة	0.067	مرتفعة حسب جودة التغطية	مرتفعة حسب جودة و تعدد الطبقات الخاصة بالتغطية	منخفضة التحمل للرياح لكن تحمل مرتفع للرطوبة و الامطار	مرتفعة بسبب ثقل سمك الكرشيف و ارتفاع مسامية الجذوع
				0.4	0.25	0.15	0.2
		انبعاث السميات على الحيوانات و المياه و التربة (الأمطار الحمضية)	0.11	6.75 كيلوجرام SO2	8.20 كيلوجرام SO2	8.62 كيلوجرام SO2	37.56 كيلوجرام SO2
				0.35	0.35	0.2	0.1
		الكربون المخزن نتيجة استخدام الوقود الأحفوري في النقل و التصنيع و الانشاء	0.058	1527 كيلوجرام كربون مخزن	94.3 كيلوجرام كربون مخزن	99.18 كيلوجرام كربون مخزن	474 كيلوجرام كربون مخزن
				0.1	0.35	0.35	0.2
		نسبة النفايات التي تنتهي بالدفن او الحرق	0.162	نسبة منخفضة بسبب امكانية اعادة استخدام و تدوير الاخشاب و المفصلات	نسبة منخفضة بسبب امكانية اعادة استخدام البوص في عمل ألواح مضغوطة	نسبة منخفضة بسبب اعادة استخدام الجريد في أنظمة انشائية جديدة	نسبة منخفضة بسبب اعادة استخدام الجذوع و استخدام ركام الكرشيف في البناء
				0.25	0.25	0.25	0.25
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		**0.2131**	**0.31755**	**0.29435**	**0.175**
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		**0.0144908**	**0.0215934**	**0.0200158**	**0.0119**

يلاحظ تقارب القيم النهائية لمعيارية الآثار البيئية و صحة الانسان بين الأربع عناصر لكن يلاحظ تقدم طفيف للحزم العقدية بالبوص و يليه الحزم العقدية بالجريد بسبب انخفاض الاعتماد على النقل و التصنيع مما يقلل من الآثار البيئية السلبية.

ر. معيارية التكلفة الاقتصادية

جدول31 : نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص	عنصر3: الحزم العقدية بالجريد	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
التكلفة الاقتصادية	0.122	تقدير تكلفة التنفيذ المبدئية	0.347	يمكن أن يعتمد على الخشب العزيزي المستورد و متوسط التوفر	البوص الذي ينمو تلقائيا يتم استخدامه مباشرة في عملية البناء	يعتمد على جريد النخل تتسم بالوفرة و انخفاض التكلفة	يعتمد على جذوع النخل تتسم بالوفرة و توسط التكلفة
				0.1	0.35	0.35	0.2
		تكلفة الطاقة المستهلكة في المادة	0.247	تكلفة متوسطة بسبب الاعتماد على الميكنة في تجهيز الاخشاب	تكلفة منخفضة بسبب الاعتماد على المهارات اليدوية	تكلفة منخفضة بسبب الاعتماد على المهارات اليدوية	تكلفة منخفضة بسبب الاعتماد على المهارات اليدوية
				0.1	0.35	0.35	0.2

		تابع جدول 31: نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم		عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص	عنصر3: الحزم العقدية بالجريد	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
		تكلفة شراء المكون الزراعي الرئيسي	0.186	سعر المتر المكعب 3100 جنيه	سعر السدة البوص 25 جنيه	100 جريدة بحوالي 750-800 جنيه	جذع النخيل 100-200 جنيه
				0.1	0.3	0.4	0.2
		حجم العمالة المستخدمة	0.12	حوالي 25 عاملا (مبنى الرقابة الدوانية)	حوالي 15 أفراد (قياسا على تجربة الجيش الامريكي في بناء مضيف)	حوالي 25عمال (قياسا على تجربة مستودع الحبوب)	حوالي 5-10 عمال ماهرين بتقطيع و تجميع جذوع النخيل و الكرشيف
				0.2	0.3	0.2	0.3
		الوقت المستهلك في التنفيذ	0.037	حوالي شهر(مبنى الرقابة الدوانية)	3 أسابيع (قياسا على تجربة الجيش الامريكي في بناء مضيف)	3 أسابيع (قياسا على تجربة مستودع الحبوب)	حوالي 5 أشهر بسبب جمع و نقل الكرشيف و أسبوعين للتسقيف
				0.2	0.35	0.35	0.1
		معدل و تكلفة صيانة و استبدال المادة	0.063	معدلات متوسطة لصيانة و صنفرة الخدوش	معدلات منخفضة لتغيير طبقات الحصير الخارجية	معدل منخفض بفترات متباعدة باستخدام المياه المالحة	معدل منخفض بفترات متباعدة باستخدام المياه المالحة
				0.2	0.2	0.3	0.3
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.122	0.32525	0.33815	0.2146
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.014884	0.0396805	0.0412543	0.0261812

يلاحظ تفوق الحزم العقدية بالجريد مدعومة بانخفاض تكلفة الجريد و سرعة إنشائه بعدد أقل من العمالة، و تليها الحزم العقدية بالبوص.

ز. معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية

جدول32 : نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص	عنصر3: الحزم العقدية بالجريد	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
الكفاءة الاجتماعية و الثقافية	0.245	التأقلم مع المهارات المتوارثة في مصر	0.3055	تعتمد على مهارة النجارة المنتشرة	قريبة من مهارة صناعة الحصير و السلال من البوص و تجميع السدد	تعتمد على مهارات تقليم و تجميع الجريد و جدل الحبال	يعتمد على مهارات تقطيع الجذوع و تجميع الكرشيف
				0.3	0.2	0.2	0.3
		ملاءمة المادة مع طبيعة المنطقة	0.1385	ملاءمة مرتفعة بسبب مرونة التصميم و الاعتماد على الوصلات المكانيكية	ملاءمة مرتفعة بسبب ارتفاع العزل الحراري و القدرة على مواجهة الرياح و الرطوبة	ملاءمة منخفضة بسبب انخفاض الجودة الحرارية و مواجهة الرياح و حسب التغطية	ملاءمة مرتفعة بسبب الجودة الحرارية
				0.3	0.3	0.1	0.3
		درجة تقبل المجتمع و امكانية التدريب على التقنية	0.3175	قابلية مرتفعة بسبب انتشار حرفة النجارة لكن يحتاج إلى حسابات انشائية متغيرة	متوسطة بسبب الاعتماد جزئيا على مهارة تصنع الحصير و تجميع الحزم العقدية و السدد البوص	متوسطة بسبب سهولة تجميع الحزم العقدية و الاعتماد جزئيا على مهارات جدل الحبال	متوسطة بسبب دقة تصميم الكمرات المتراكبة
				0.3	0.25	0.25	0.2

		تابع جدول 32: نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم		عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص	عنصر3: الحزم العقدية بالجريد	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
		الاتفاق مع العرف السائد	0.2385	شبيه لنظام البناء في الموانئ و الأكشاك	شبيه لنظام الشبيكة بمناطق الصيادين حول بحيرة المنزلة و ادكو	ليس له شبيه في مصر إلا في نماذج محدودة و المفروشات	يستخدم في الواحات الغربية على نطاق واسع
				0.35	0.25	0.15	0.25
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.311925	0.24165	0.1901	0.256325
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.076421625	0.05920425	0.0465745	0.062799625

يلاحظ تفوق عنصر الكمرة و العمود بسبب أنه النظام الإنشائي الأكثر انتشارا بينهم في مصر مما يشير إلى سهولة تقبل المجتمع له كوسيلة إنشاء بالاضافة إلى سهولة التدريب عليه، و يليها عنصر كمرات و جذول النخيل و الكرشيف بسبب قوة و استمرارية تراثها التقني في سيوة.

س. الكفاءة التقنية

جدول33 : نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص	عنصر3: الحزم العقدية بالجريد	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
الكفاءة التقنية	0.335	القابلية لإعادة الاستخدام و التدوير	0.09	قابلية مرتفعةلاعادة استخدام العناصر الانشائية أو تدويرها لألواح	قابلية مرتفعة للنقل و اعادة الاستخدام بالاضافة إلى التدوير لصناعة ألواح عزل مضغوطة	قابلية مرتفعة لاعادة استخدام الجريد او تدويرها لعمل عوازل خاصة	قابلية مرتفعة لاعادة استخدام الجذوع بالكامل
				0.25	0.25	0.25	0.25
		سهولة الازالة و النقل	0.01	قابلية مرتفعة بسبب خفة النظام و الاعتماد على المفصلات الميكانيكية	متوسطة بسبب ثقل النظام و الاعتماد على الربط بالحبال	مرتفعة بسبب خفة النظام و الاعتماد على الربط بالحبال	قابلية منخفضة بسبب ثقل النظام الانشائي
				0.3	0.25	0.3	0.15
		صعوبة الصيانة المطلوبة	0.06	صعوبة متوسطة حسب مكان و شدة الاحتياج للصيانة	متوسطة حسب مكان و شدة الاحتياج للصيانة	منخفضة بسبب خفة و كثف العناصر	صعوبة متوسطة حسب مكان و شدة الاحتياج للصيانة
				0.25	0.2	0.35	0.2
		قابلية الامتداد المستقبلي	0.06	مرتفعة بسبب الاعتماد على المفصلات الميكانيكية و الهياكل	مرتفعة لكن قابلية الامتداد في اتجاه واحد	مرتفعة لكن بالاعتماد على تكرار الوحدة المودبولية	متوسطة بسبب الاعتماد على الحوائط او الجذوع كأعمدة
				0.25	0.3	0.25	0.2
		اعتماد التنفيذ على الحرف المنتشرة في مصر	0.06	اعتماد كلي على حرف النجارة و الحدادة لعمل المفصلات	اعتماد جزئي على حرف صناعة الحصير و تجميع البوص	اعتماد جزئي على حرف تجميع الجريد و جدل الحبال	اعتماد كلي على حرف تقطيع الكرشيف و جذوع النخيل
				0.3	0.2	0.2	0.3

تابع جدول 33: نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم		عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص	عنصر3: الحزم العقدية بالجريد	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
سهولة التركيب و التجميع	0.05	مرتفعة بسبب الاعتماد على المفصلات الميكانيكية و خفة النظام	متوسطة بسبب ثقل النظام و الاعتماد على الربط بالحبال	مرتفعة بسبب خفة عناصر العقود و الاعتماد على الربط بالحبال	متوسطة بسبب تعقيد نظام الكمرات المتراكبة في البحور الكبيرة
	0.4	0.2	0.2	0.25	0.15
مقاومة الحريق	0.04	4/3 ساعة بعد حمايته بورنيشات مقاومة الرطوبة	نصف ساعة فقط بدون لياسة	نصف ساعة فقط بدون لياسة	منخفضة في جذوع النخيل لكن مرتفعة في الكرشيف و تصل إلى 90 دقيقة
	0.25	0.2	0.2	0.2	0.35
الموصلية الحرارية للمكون الزراعي الرئيسي	0.05	موصلية حرارية متوسطة 0.165 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية متوسطة 055-0.075 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية منخفضة 0.053-0.068 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية منخفضة 0.053-0.068 واط لكل متر كيلفن
	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3
مقاومة الرطوبة و العوامل المناخية و الكيماوية و الأشعة فوق البنفسجية	0.22	حسب الحماية الخارجية لكن لونه يبهت مع الوقت	حماية طبيعية بسبب طبيعة نمو البوص في الملاحات	حماية طبيعية بسبب طبيعة نمو الجريد في المناطق الصحراوية	منخفضة بالنسبة للأمطار بسبب استخدام الكرشيف
	0.2	0.35	0.35	0.35	0.1
مقاومة الصدم و التشققات	0.12	مرتفعة حسب صلادة الأخشاب المستخدمة	متوسطة بسبب انخفاض مرونة البوص مع الوقت في الجوانب	مرتفعة بسبب الاعتماد على الحزم المرنة من الجريد	متوسطة بسبب احتمال حدوث تشققات عند الكمرات
	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2
وزن النظام	0.05	تقنية انشاء خفيفة و مرنة	متوسطة الثقل بسبب زيادة قطر الحزم إلى 50-70 سم	خفيف بسبب انخفاض قطر الحزم إلى 25 سم	تقنية انشاء ثقيلة و متوسطة المرونة
	0.25	0.2	0.35	0.2	
طول العمر الافتراضي للمادة	0.07	عمر افتراضي مرتفع يصل إلى 150 سنة	حوالي 25 سنة في حالة الصيانة الملتزمة	حوالي 10 سنين في حالة الصيانة الملتزمة	حوالي 50 سنة في حالة الصيانة الملتزمة
	0.4	0.2	0.1	0.3	
القابلية للتحلل الطبيعي	0.07	متوسطة بسبب استخدام طبقات الحماية المعتمدة على المشتقات البترولية	مرتفعة بسبب عدم استخدام مواد حماية من المشتقات البترولية	مرتفعة بسبب عدم استخدام مواد حماية من المشتقات البترولية	مرتفعة بسبب عدم استخدام مواد حماية من المشتقات البترولية
	0.1	0.3	0.3	0.3	
مرونة التعديل و التغيير	0.05	مرتفعة بسبب الاعتماد على المفصلات الميكانيكية و النظام الهيكلي	متوسطة بسبب الاعتماد على الربط بالحبال بالرغم من ثقل الحزم	مرتفعة بسبب الاعتماد على الربط بالحبال و خفة الحزم العقدية	منخفضة بسبب ثقل الحوائط الحاملة و تعقيد الكمرات المتراكبة
	0.2	0.2	0.4	0.2	
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		**0.246**	**0.256**	**0.2875**	**0.2105**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		**0.08241**	**0.08576**	**0.0963125**	**0.0705175**

يلاحظ تقدم الحزم العقدية بالجريد بسبب المقاومة الطبيعية للأمطار و الرطوبة و السطوع الشمسي بالاضافة إلى خفة النظم و سهولة التعديل و التغيير و الامتداد و النقل و الإزالة. و يلي هذا العنصر عنصري الحزم العقدية بالبوص و نظام الكمرة و العمود الخشبي بوزنين متقاربين.

ش. الخصائص الشكلية و الحسية

جدول34 : نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لأنسب عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر 1: الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2: الحزم العقدية باليوص	عنصر3: الحزم العقدية بالجريد	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
الخصائص الشكلية و الحسية	0.204	مرونة الملاءمة مع النسيج العمراني المحيط	0.385	مرونة عالية للتشكيل	مرونة منخفضة للتشكيل بسبب ثقل الحزم العقدية التي تضطر التشكيل للاعتماد على القبو	مرونة عالية للتشكيل لكنه يعيبه الاعتماد على عناصر اضافية لتسطيح السقف	مرونة عالية للتشكيل حيث أنه يستخدم في الفنادق البيئية
				0.3	0.15	0.25	0.3
		دقة و ملمس مادة البناء	0.154	مرتفعة حسب جودة استخدام الميكنة	متوسطة بسبب الاعتماد على التشطيب اليدوي	متوسطة بسبب الاعتماد على التشطيب اليدوي	متوسطة بسبب الاعتماد على التشطيب اليدوي
				0.4	0.2	0.2	0.2
		الإضاءة الطبيعية و سماحية عمل الفتحات	0.215	شفافية و مرونة مرتفعة بسبب استخدام النظام الهيكلي	شفافية مرتفعة حسب استخدام الحصير للجوانب	شفافية مرتفعة حسب التغطية المستخدمة على النظام الهيكلي	فتحات ضيقة بسبب استخدام نظام الحوائط الحاملة
				0.3	0.25	0.3	0.15
		الأداء الحراري	0.14	بلا تأثير في الهياكل الانشائية	حفظ حراري متوسط بتوصيل حراري 0.11 عند الحزم و 1.08 فيم بينها	بلا تأثير في الهياكل الانشائية	حفظ حراري متوسط بتوصيل حراري 0.568 واط لكل متر مربع كيلفن للسقف و 7.88 للحائط
				0.15	0.25	0.15	0.45
		الكفاءة الصوتية	0.106	بلا تأثير في الهياكل الانشائية	أكثر من 0.5 معامل امتصاص للصوت في الترددات الأعلى من 300 هيرتز	بلا تأثير في الهياكل الانشائية	بلا تأثير كتسقيف
				0.15	0.4	0.15	0.3
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		**0.2785**	**0.2197**	**0.22845**	**0.27335**
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		**0.056814**	**0.0448188**	**0.0466038**	**0.0557634**

يلاحظ تفوق للكمرة و العمود بسبب أنه النظام الهيكلي الأكثر مرونة و شفافية مما يعني ارتفاع قابلية تشكيله و تغييره مع إمكانية استخدامه مع مختلف أنواع التكسيات، مما يوفر مرونة أعلى تشكيليا، و يليه كمرات جذوع النخيل بسبب استمرارية تراثه التقني حتى الآن.

ص. الإجمالي و ترتيب الأولوية

جدول35 : نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لأنسب نظم الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

إجمالي الأوزان الكلية	عنصر 1: نظام الكمرة و العمود الخشبي	عنصر 2: الحزم العقدية بالبوص	عنصر3: الحزم العقدية بالجريد	عنصر 4: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف
	0.248962725	0.25775455	0.2579044	0.233378325
	2	1	1	3

يلاحظ أن نتيجة هذه المقارنة إجماليا هي تقاسم عنصري الحزم العقدية المتقاطعة من الجريد و عنصر الحزم العقدية من البوص على الأولوية الأولى في الاختيار بين عناصر الإنشاء باستخدام المكونات الزراعية في مصر والعالمي.

ب -2 المقارنة النهائية بين عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية محليا و عالميا

تم عمل مقارنة بين العناصر التي حصلت على الأولوية الأولى و الثانية في عناصر الإنشاء في مصر و العالم كالتالي:

أ. معيارية مرونة التصميم و الموقع

جدول36 : نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
مرونة التصميم و الموقع	0.026	منشأ المادة الخام اللازمة للمادة	0.197	يعتمد على أخشاب مستوردة للبانوهات و العلفات الجاهزة	قش محلي بكميات كبيرة بالاضافة إلى أخشاب مستوردة للإطار الإنشائي الثانوي	بوص ريحي محلي بكميات محدودة	نخيل محلي بكميات كبيرة
				0.1	0.25	0.2	0.45
		توافر المادة في السوق	0.158	محدود التوفر في الأسواق	متوسط التوفر في الأسواق	نادر التوفر في الأسواق	متوفر في الأسواق
				0.2	0.3	0.1	0.4
		المسافة من السوق للموقع	0.127	مرتفعة بسبب استيراد الاخشاب بحريا	متوسطة بسبب تواجد القش في الريف لكنها تعتمد على استيراد الاخشاب	متوسطة بسبب تواجده حول الملاحات في الشمال	منخفضة بسبب انتشار وجود النخيل البلدي(أشهر مصادر الجريد في مصر)
				0.1	0.2	0.3	0.4
		استيفاء أكواد البناء	0.115	مناسب جدا للأكواد الحديثة	مناسب جدا للأكواد الحديثة	مناسب لأكواد البناء بسبب اعتماده على اطار انشائي خشبي	متوسط الملاءمة للأكواد الحديثة
				0.3	0.3	0.2	0.2
		تحمل الكوارث الطبيعية بالموقع	0.083	يعتمد على جودة المعالجة لتحمل الظروف المناخية القاسية	مرتفع التحمل للامطار و الرياح و الزلازل (بناء على تجربة مباني Modcell)	مرتفع التحمل للامطار و الرياح بسبب متانة الالواح و تثبيتها القوي	نظام خفيف و مرتفع التحمل للزلازل و الأمطار لكن تحمل منخفض للرياح
				0.3	0.3	0.3	0.1
		مرونة التأقلم مع طبوغرافية و مناخ الموقع	0.114	حساس للاختلافات الكبيرة في درجات الحرارة (سرعة التمدد و الانكماش) و الأتربة و الأمطار	مقاومة مرتفعة للعوامل المناخية و يعتمد على التثبيت على اطار انشائي منفصل بشرط رفعه عن التربة.	يتأقلم مع رطوبة الهواء و الأمطار و السطوع الشمسي	يعتمد على غرس الجريد على أعماق ثابتة في تربة مستوية رطبة حساس لجفاف و مناسيب التربة
				0.3	0.2	0.3	0.2
		مرونة التوزيع الفراغي الداخلي	0.069	لا يمكن استخدامه كعناصر تقسيم مستقلة بدون الاعتماد على اطار إنشائي للتثبيت	يمكن استخدامه كعناصر تقسيم مستقلة بدون الاعتماد على اطار إنشائي للتثبيت	لا يمكن استخدامه كعناصر تقسيم مستقلة بدون الاعتماد على اطار إنشائي للتثبيت	يمكن استخدامه كعناصر تقسيم مستقلة بدون الاعتماد على اطار إنشائي للتثبيت
				0.2	0.4	0.2	0.4

		تابع جدول 36: نتائج المقارنة معيارية التصميم و الموقع لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم		عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
		مرونة ممارسةالأنشطة الداخلية	0.053	ليس له تأثير	ليس له تأثير	ليس له تأثير	ليس له تأثير
				0.25	0.25	0.25	0.25
		مرونة تشكيل التصميم	0.044	مرونة مرتفعة في تشكيل التكسيات الخارجية كملمس أو كألوان أو كمقاسات	مرونة متوسطة بسبب عدم امكان عمل حوائط منحنية، امكانية التغيير محصورة في الالوان و الملمس	مرونة متوسطة حسب تشكيل اطارات الصفيح المستخدمة لعمل الألواح و أطوال البوص المتوفرة	مرونة مرتفعة حسب أسلوب التعامل مع الجريد
				0.3	0.2	0.2	0.3
		كفاءة كمية المواد المستخدمة	0.04	89769 كيلوجرام لتكسية حوائط و اسقف بمسطح 100 متر مربع	29952 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	30398.9 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع	10512 كيلوجرام لتغطية منشأ بمسطح 100 متر مربع
				0.1	0.3	0.2	0.4
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.20185	0.2659	0.21925	0.3268
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.0052481	0.0069134	0.0057005	0.0084968

يلاحظ تفوق واضح لعنصر التكسية بالجريد المجدول مدعوما بوفرة الجريد في مصر و مرونته المرتفعة في التصميم و التشكيل.

ب. معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان

جدول37 : نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
الآثار البيئية و صحة الانسان	0.068	التأثير على البيئة والطاقة الكامنة	0.202	1189812ميجاجول للمبنى	49622 ميجا جول للمبنى	401789 ميجا جول للمبنى	2522 ميجا جول
				0.1	0.2	0.1	0.5
		الانبعاثات الغازية (غازات الاحتباس الحراري و تهديد الأوزون)	0.21	236544كيلوجرام CO2	28927 كيلوجرام CO2	42605 كيلوجرام CO2	سالب 13140 كيلوجرام CO2
				0.1	0.2	0.2	0.5
		السمية و أمان المستخدمين (كميات VOCs)	0.113	انبعاثات مرتفعة للـVOC بسبب استخدام الفورمالدهايد في الاخشاب و تصنيع الخرسانة	انبعاثات منخفضة للـVOC بسبب معالجة الأخشاب لكن احتمالية وجود حساسية أثناء التنفيذ	عدم وجود انبعاثات للـVOC	عدم وجود انبعاثات للـVOC
				0.1	0.2	0.35	0.35

تابع جدول 37: نتائج المقارنة معيارية الآثار البيئية و صحة الانسان لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم			عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
معدل الاعتماد على المبيدات السامة في التنظيف	0.078	استخدام ورنيشات للحماية من الحشرات و الفطريات	اعتماد منخفض على المواد السامة للتنظيف	عدم الاعتماد على المواد السامة للتنظيف بسبب حماية الألواح	الاعتماد على مقاومة الحشرات بالمياه المالحة	
		0.1	0.2	0.35	0.35	
التأقلم مع مناخ المنطقة	0.067	مرتفعة حسب جودة المعالجات و الدهانات المقاومة للمناخ	متوسطة حسب جودة البياض	مرتفعة بسبب متانة الاطارات الصفيح المستخدمة لعمل الالواح	منخفضة التحمل للرياح لكن تحمل مرتفع للرطوبة و الامطار	
		0.35	0.2	0.35	0.1	
انبعاث السميات على الحيوانات و المياه و التربة (الأمطار الحمضية)	0.11	18.59 كيلوجرام SO2	187 كيلوجرام SO2	379.9 كيلوجرام SO2	9.15 كيلوجرام SO2	
		0.3	0.1	0.1	0.3	
الكربون المخزن نتيجة استخدام الوقود الأحفوري في النقل و التصنيع و الانشاء	0.058	160161 كيلوجرام كربون مخزن	4225 كيلوجرام كربون مخزن	30029 كيلوجرام كربون مخزن	105 كيلوجرام كربون مخزن	
		0.1	0.25	0.2	0.45	
نسبة النفايات التي تنتهي بالدفن او الحرق	0.162	نسبة منخفضة بسبب امكانية اعادة استخدام و تدوير الاخشاب و المفصلات	نسبة منخفضة بسبب امكانية اعادة استخدام بالات القش و الاطار الخشبي	نسبة متوسطة بسبب امكانية اعادة استخدام البوص في عمل ألواح مضغوطة و تدوير الصاج	نسبة منخفضة بسبب اعادة استخدام الجريد في أنظمة انشائية أو تكسية جديدة	
		0.25	0.3	0.15	0.3	
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية			**0.16305**	**0.2081**	**0.1994**	**0.38725**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج			**0.0110874**	**0.0141508**	**0.0135592**	**0.026333**

يلاحظ تقارب القيم النهائية لمعيارية مرونة التصميم و الموقع بين الأربع عناصر لكن يلاحظ تقدم التكسية بالجريد المجدول بسبب وفرة الجريد في مصر و انخفاض الاعتماد على النقل و التصنيع مما يقلل من الآثار البيئية السلبية.

ت. معيارية التكلفة الاقتصادية

جدول38 : نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
التكلفة الاقتصادية	0.122	تقدير تكلفة التنفيذ المبدئية	**0.347**	الخشب الموسكي المحلي لكنه محدود التوفر في مصر	يعتمد على بالات القش منخفضة التكلفة و التوفر مع اطارات الخشب العزيزي	البوص الذي ينمو تلقائيا يتم استخدامه مباشرة في عملية البناء	يعتمد على جريد النخل تتسم بالوفرة و انخفاض التكلفة
				0.1	0.25	0.35	0.35

		تابع جدول 38: نتائج المقارنة معيارية التكلفة الاقتصادية لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم		عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسيقة الصنع	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
		تكلفة الطاقة المستهلكة في المادة	0.247	تكلفة مرتفعة بسبب الاعتماد على الميكنة في تجهيز الاخشاب و المفصلات	تكلفة متوسطة بسبب الاعتماد على التصنيع في تجهيز الاطارات الخشبية و البياض	تكلفة متوسطة بسبب الاعتماد على الميكنة في صناعة الجبس و اطارات الصاج و استخدام أكياس الأسمدة	تكلفة منخفضة بسبب الاعتماد على المهارات اليدوية
				0.1	0.25	0.25	0.4
		تكلفة شراء المكون الزراعي الرئيسي	0.186	سعر المتر المكعب 1500 جنيه	سعر المتر المربع 800 جنيه بدون احتساب النقل	سعر المدة البوص 25 جنيه	100 جريدة بحوالي 800 جنيه
				0.05	0.3	0.35	0.3
		حجم العمالة المستخدمة	0.12	حوالي 25 عمال فقط بسبب الاعتماد الكبير على التجهيز المسبق للألواح(مبنى الرقابة الدولية)	حوالي 10 أفراد لصناعة الألواح يدويا(بالقياس على تجربة كريس ماجوود للتصنيع اليدوي دون التركيب	حوالي 15 أفراد لعمل الشبيكة و 10 أفراد لعمل البياض	حوالي 10عمال (قياسا على بناء المنازل التراثية في الامارات)
				0.3	0.25	0.15	0.3
		الوقت المستهلك في التنفيذ	0.037	اسبوعا واحد لتكسية الحوائط و السقف (مبنى الرقابة الدولية)	حوالي 12 يوم لتجهيز الألواح + أسبوعين لتركيب الاطار الانشائي في الموقع(بالقياس على تجربة كريس ماجوود للتصنيع اليدوي)	أسبوع لعمل السدات و أسبوع للبياض الجيري	حوالي أسبوعين (قياسا على بناء المنازل التراثية في الامارات)
				0.2	0.2	0.1	0.2
		معدل و تكلفة صيانة و استبدال المادة	0.063	معدلات مرتفعة لصيانة أي خدوش في الطلاءات و المعالجات	معدلات متوسطة للحماية من الرطوبة و صيانة البياض	معدلات متوسطة لتغيير السدات في حالة حدوث صدمات او تشققات	معدل منخفض بفترات متباعدة باستخدام المياه المالحة
				0.1	0.25	0.25	0.4
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		**0.1184**	**0.25745**	**0.28575**	**0.34465**
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		**0.0144448**	**0.0314089**	**0.0348615**	**0.0420473**

يلاحظ تفوق واضح لعنصر التكسية بالجريد المجدول مدعوما بوفرة الجريد في مصر و انخفاض تكلفة شراء و نقل الجريد و انخفاض الاعتماد على التصنيع.

ث. معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية

جدول39 : نتائج المقارنة معيارية الكفاءة الاجتماعية و الثقافية لعناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
الكفاءة الاجتماعية و الثقافية	0.245	التأقلم مع المهارات المتوارثة في مصر	0.3055	تعتمد على مهارات النجارة و الحدادة المنتشرة	يعتمد على حرف النجارة و صناعة البالات و البياض	قريبة من مهارة تجميع السدات و تصنيع الاطارات الصفيح	قريب من مهارات تجميع سدد الجريد و جدل الحبال و الحصير
				0.3	0.15	0.3	0.25
		ملاءمة المادة مع طبيعة المنطقة	0.1385	تعتمد الملاءمة على معالجات الاخشاب المستخدمة لمقاومة الأتربة و الأمطار و الرياح	ملاءمة مرتفعة بسبب جودة العزل الحراري و القدرة على مواجهة الرياح و الرطوبة	ملاءمة مرتفعة للرياح و الأمطار و الرطوبة المرتفعة بالاضافة إلى أداء حراري متوسط	ملاءمة مرتفعة بسبب ارتفاع الجودة الحرارية و التشابه مع التكسية بسدات السعف الكامل
				0.25	0.3	0.2	0.25
		درجة تقبل المجتمع و امكانية التدريب على التقنية	0.3175	ملاءمة مرتفعة بسبب انتشار الخبرات المطلوبة و مرونة التصميم	ملاءمة مرتفعة بسبب سهولة التدريب على تصنيع الالواح و نقلها و تركيبها و اعتمادها على النجارة	مرتفعة بسبب مرونة التشكيل الناتج و انتشار مهارة التعامل مع الصفيح و تصنيع سدات البوص	مرتفعة بسبب سهولة تجميع الجريد و جدله و الاعتماد على مهارات جدل الحبال و الحصير
				0.4	0.2	0.2	0.2
		الاتفاق مع العرف السائد	0.2385	شبيه للتكسيات في الموانئ و الأكشاك و المناطق السياحية	ليس له شبيه في مصر	يستخدم في مناطق الصيادين حول بحيرة المنزلة و اذكو	ليس له شبيه في مصر إلا في نماذج محدودة و المفروشات
				0.4	0.1	0.3	0.2
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.348675	0.174725	0.2544	0.2222
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.085425375	0.042807625	0.062328	0.054439

يلاحظ تفوق عنصرالتكسية بألواح الموسكي بسبب أنه نظام التكسية الأكثر انتشارا بينهم في مصر مما يشير إلى سهولة تقبل المجتمع له كوسيلة تكسية بالاضافة إلى سهولة التدريب عليه.

ج. الكفاءة التقنية

جدول40 : نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
الكفاءة التقنية	0.335	القابلية لإعادة الاستخدام و التدوير	0.09	قابلية متوسطةلاعادة استخدام الالواح أو تدويرها و تدوير المفصلات	قابلية مرتفعة للبالات للتدوير لعمل الواح مضغوطة و استخدام عناصر الاطار الخشبي	قابلية متوسطة للتدوير لصناعة ألواح عزل مضغوطة و تدوير الصفيح و اعادة استخدام اكياس البلاستيك	قابلية مرتفعة لاعادة استخدام الجريد او تدويرها لعمل عوازل خاصة
				0.2	0.3	0.2	0.3

تابع جدول 40: نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم		عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: بمدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
سهولة الازالة و النقل	0.01	قابلية مرتفعة بسبب خفة النظام و الاعتماد على المفصلات الميكانيكية	قابلية مرتفعة بسبب خفة النظام و الاعتماد على الربط بالمفصلات الميكانيكية بالاطار الانشائي	قابلية مرتفعة بسبب خفة النظام و الاعتماد على المسامير الخشبية في الربط بالاطار الانشائي الخشبي	قابلية مرتفعة بسبب خفة النظام و الاعتماد على الربط بالحبال
		0.25	0.25	0.25	0.25
صعوبة الصيانة المطلوبة	0.06	صعوبة متوسطة بسبب ضرورة الكشف و استبدال المفصلات	صعوبة منخفضة بسبب انتهاء تجهيز الألواح من خارج الموقع	صعوبة مرتفعة بسبب ضرورة وجود مهارة الحدادة و تجميع البوص	صعوبة منخفضة بسبب خفة و كشف العناصر
		0.2	0.3	0.15	0.35
قابلية الامتداد المستقبلي	0.06	مرتفعة بسبب امكانية الامتداد و الاحلال و التبديل	مرتفعة بسبب اعتماده على الوصلات الميكانيكية بالأطار	مرتفعة بسبب امكانية الامتداد و الاحلال و التبديل	مرتفعة بسبب اعتماده على الوصلات الميكانيكية بالاطار
		0.25	0.25	0.25	0.25
اعتماد التنفيذ على الحرف المنتشرة في مصر	0.06	اعتماد كلي حرفة النجارة و الحدادة لتصنيع المفصلات	يعتمد على حرف النجارة و صناعة البالات و البياض	يعتمد جزئيا على أسلوب صناعة سدات البوص و السلال و حدادة اطار الصفيح	اعتماد كلي على حرف تجميع الجريد و جدل الحبال و الحصير
		0.3	0.2	0.2	0.3
سهولة التركيب و التجميع	0.05	مرتفعة بسبب الاعتماد على المفصلات الميكانيكية و خفة و مرونة الألواح المستخدمة	مرتفعة بسبب الاعتماد على المفصلات الميكانيكية و خفة النظام	مرتفعة بسبب الاعتماد على المفصلات الميكانيكية و خفة و مرونة الألواح المستخدمة	مرتفعة بسبب خفة عناصر العقود و الاعتماد على الربط بالحبال
		0.25	0.25	0.25	0.25
مقاومة الحريق	0.04	4/3 ساعة بعد حمايته بورنيشات مقاومة الرطوبة	مقاومة مرتفعة للحريق تصل حتى 120 دقيقة حسب كتالوجات Modcell	حوالي ساعة و نصف حسب سمك اللياسة	نصف ساعة فقط تحت درجة حرارة 200
		0.2	0.35	0.3	0.15
الموصلية الحرارية للمكون الزراعي الرئيسي	0.05	موصلية حرارية متوسطة 0.13 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية منخفضة 0.05 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية متوسطة 055- 0.075 واط لكل متر كيلفن	موصلية حرارية منخفضة 0.053- 0.068 واط لكل متر كيلفن
		0.25	0.25	0.1	0.4
مقاومة الرطوبة و العوامل المناخية و الكيماوية و الأشعة الفوق بنفسجية	0.22	حسب الحماية الخارجية لكن لونه يبهت مع الوقت و احتمال تشققات	حماية متوسطة بسبب استخدام البياض الجيري	حماية طبيعية بسبب طبيعة نمو البوص في الملاحات	حماية طبيعية بسبب طبيعة نمو الجريد في المناطق الصحراوية
		0.2	0.2	0.3	0.3
مقاومة الصدم و التشققات	0.12	متوسطة بسبب انخفاض سمك و صلادة الألواح المستخدمة	متوسطة حسب سمك طبقة البياض	منخفضة بسبب انخفاض مرونة البوص بعد البياض	مرتفعة بسبب المرونة الطبيعية للجريد المجدول
		0.25	0.25	0.1	0.4

تابع جدول 40: نتائج المقارنة معيارية الكفاءة التقنية لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم			عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
وزن النظام	0.05		تقنية تكسية حوائط خفيفة و مرنة لكن سقف ثقيل من الخرسانة و الصاج	تقنية تكسية ثقيلة لكنها سهلة و سريعة	تقنية تكسية خفيفة لكن بمرونة منخفضة و متانة مرتفعة بسبب الاعتماد على اطارات الصفيح	تقنية تكسية خفيفة و مرنة و سريعة
			0.15	0.2	0.25	0.4
طول العمر الافتراضي للمادة	0.07		عمر افتراضي مرتفع يصل إلى 150 سنة حسب جودة الصيانة	حوالي من 2 إلى 20 سنة	حوالي 50 سنة في حالة الصيانة الملتزمة	يصل إلى 20سنة في حالة الصيانة الملتزمة
			0.4	0.15	0.3	0.15
القابلية للتحلل الطبيعي	0.07		متوسطة بسبب استخدام طبقات الحماية و الطلاءات المعتمدة على المشتقات البترولية	متوسطة بسبب ارتفاع مسامية البياض الجيري و عدم استخدام عناصر غير عضوية ماعدا في معالجات الاخشاب	متوسطة بسبب استخدام اطارات الصاج و ارتفاع مسامية بياض الجير	مرتفعة بسبب عدم استخدام مواد حماية من المشتقات البترولية
			0.15	0.2	0.25	0.4
مرونة التعديل و التغيير	0.05		مرتفعة بسبب الاعتماد على الوصلات الميكانيكية و خفته	مرتفعة بسبب سهولة فك الألواح بسبب الاعتماد على اطارات خشبية	مرتفعة بسبب الاعتماد على التثبيت بمسامير خشابي في الاطار	مرتفعة بسبب الاعتماد على الربط بالحبال
			0.25	0.25	0.25	0.25
اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية			**0.231**	**0.2345**	**0.2275**	**0.307**
إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج			**0.077385**	**0.0785575**	**0.0762125**	**0.102845**

يلاحظ التقارب بين قيم معيارية الكفاءة التقنية، مع تفوق طفيف للتكسية بالجريد المجدول مدعوما بمقاومته الطبيعية للأمطار و الرطوبة و السوع الشمسي بالاضافة إلى خفة النظام و سهولة التعديل و التغيير و الامتداد و النقل و الإزالة

ح. الخصائص الشكلية و الحسية

جدول41 : نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا

المعايير الرئيسية	الوزن المحلي: المستوى الأول	المؤشرات الخاصة بكل معيارية	الوزن المحلي: المستوى الثاني	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
الخصائص الشكلية و الحسية	0.204	مرونة الملاءمة مع النسيج العمراني المحيط	**0.385**	مرونة عالية للتشكيل و الملمس و الألوان	ملاءمة مرتفعة في تشكيل التكسيات الخارجية و مقاساتها حسب الاطارات الخشبية للألواح	مرونة متوسطة للتشكيل	ملاءمة مرتفعة في تشكيل التكسيات الخارجية و مقاساتها حسب أسلوب تجميع الجريد
				0.35	0.2	0.2	0.25
		دقة و ملمس مادة البناء	**0.154**	مرتفعة حسب جودة استخدام الميكنة	متوسطة بسبب الاعتماد على التشطيب اليدوي	مرتفعة بسبب وجود ملمس زخرفي خطي و طولي نابع من البوص	مرتفعة بسبب وجود ملمس زخرفي نابع من تجميع الجريد
				0.3	0.2	0.25	0.25

		تابع جدول 41: نتائج المقارنة معيارية الخصائص الشكلية و الحسية لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية عالميا		عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
		الإضاءة الطبيعية و سماحية عمل الفتحات	0.215	مرونة مرتفعة في الفتحات حسب البانوهات	شفافية متوسطةحسب ثقل الألواح و الاطار الانشائي الاساسي	مرونة مرتفعة بين السدد حسب المسافات بين قوائم النظام الإنشائي	شفافية مرتفعة حسب كثافة تجميع الجريد و استخدام الحصير
				0.3	0.2	0.2	0.3
		الأداء الحراري	0.14	حفظ حراري منخفض بتوصيل حراري 1.20 واط لكل متر كيلفن للحائط و 2.83 للسقف	حفظ حراري مرتفع بتوصيل حراري 0.115 واط لكل متر مربع كيلفن و 0.0993 للسقف	حفظ حراري منخفض بتوصيل حراري 0.641 واط لكل متر مربع كيلفن	حفظ حراري متوسط بتوصيل حراري 0.576 و يوفر 20 درجة مئوية اقل من درجة الحرارة الخارجية
				0.1	0.4	0.25	0.25
		الكفاءة الصوتية	0.106	0.2 معامل امتصاص للصوت في الترددات الأعلى من 300 هيرتز	يمكن التحكم فيها حسب سمك الألواح المستخدمة لكن المعتاد يوفر معامل امتصاص 0.45 عند 300 هرتز	أكثر من 0.5 معامل امتصاص للصوت في الترددات الأعلى من 300 هيرتز	كفاءة صوتية منخفضة جدا بسبب ارتفاع مسامية الواجهات
				0.3	0.2	0.4	0.1
		اجمالي الأوزان المحلية من المعيارية		0.29125	0.228	0.2359	0.24485
		إجمالي الأوزان الكلية من البرنامج		0.059415	0.046512	0.0481236	0.0499494

يلاحظ تفوق شديد للتكسية بألواح الموسكي بسبب أنه عنصر التكسية الأكثر مرونة و قابلية لتشكيل الملمس و اللون مما يعني ارتفاع قابلية تشكيله و تغييره مع إمكانية استخدامه في مختلف الاستخدامات مع ضمان دقة عالية بسبب اعتماده على الأغلب على الميكنة.

خ. الإجمالي و ترتيب الأولوية

جدول42 :نتائج المقارنة الإجمالية و ترتيب الأولويات لأنسب عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر و العالم

إجمالي الأوزان الكلية	عنصر1: ألواح الموسكي	عنصر 2:ألواح القش مسبقة الصنع	عنصر3: بسدد البوص المغطاة بالجبس	عنصر4: التكسية بالجريد المجدول
	0.253005675	0.220350225	0.2407853	0.2841105
	2	4	3	1

يلاحظ أن نتيجة هذه المقارنة إجماليا هي حصول التكسية بالجريد المجدول على الأولوية الأولى في الاختيار بين عناصر التكسية باستخدام المكونات الزراعية في مصر والعالمي، و تليها مباشرة عنصر التكسية بألواح الموسكي التي حصلت على الأولوية الثانية.

Faculty of Engineering
Department of Architecture

Design of Building Elments for Fast Construction Utilizing Agro-Components in Egypt

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement of the M.Sc. in Architecture Engineering

by

Eman Atef Abdulaziz Darwish

BSc.Architecture, Faculty of Engineering- Ain Shams University-2014

Supervised by

1- Prof. Yasser Mohamed Mansour
2- Prof. Hamed Ibrahim Elmously

Cairo-2017

Abstract

The construction industry consumes more than 40% of the global resources which are mostly un-renewable, along with being responsible for over 30% of the greenhouse gas emissions according to the United Nation Environment Estimations. The unmanaged extraction of un-renewable resources, fossil fuel- dependent manufacturing and poor disposal strategies cause continuous damaging to the environment and threaten the equilibrium of eco-systems. Moreover, economic costs of conventional building materials rise due to the unbalanced supply and demand of un-renewable resources. In addition to that, rural and poor communities employ wastes and junks as fast and cheap materials in order to build shelters. The result is un-safe and non-biodegradable construction that is toxic for man and environment.
Historically, builders in rural areas, coasts and oases depended on agro-components to build fast and cheap houses and public buildings. Therefore, the concept of Natural Building using agro-components rose as an international concept to develop poor societies from the inside. Building with natural materials encourages societies to build with their own hands using agro-components which they are familiar with in the form of small projects and handmade households, provides the sense of ownership and empowers them by being the true stakeholders of their houses. This leads to decreasing the economic costs, environmental impacts and enforcement of the social structure and culture. However, the knowledge gap lies within the absence of an integrated analysis of the various agro-component-based building elements in order to facilitate the decision making to choose the most suitable traditional technique to develop for contemporary uses.

Therefore, this thesis aims to determine the most flexible local agro-component -based building elements that can be developed to build fast, flexible, and cheap structures that can host various activities. These elements should be based on traditional techniques in order to facilitate the development and to guarantee ease of construction and predict social acceptance. This is made using comparative analysis between various traditional building techniques using agro-components.

In addition to that, this thesis aims to exploit the development of the most suitable agro-component-based building element to increase the efficiency and flexibility of the structures which can satisfy the social need of cheap, fast and easy construction techniques.

In order to achieve these aims, the thesis is divided to three main parts, the first is for the literature review, the second is for the analytical research, and the third is for the practical research.

First: Literature Review: including three chapters:

Chapter I: Natural Building and Agro-components as a base for local development

In this chapter, the unsafe construction in developing countries is reviewed in order to show the global attention to reconsider building using natural building materials, in order to solve the construction crisis in the developing countries and to find sustainable alternative that can preserve the ecosystems and decrease the demand of non-renewable resources. Therefore, agro-components are discussed as alternatives for traditional natural building materials such as clay, due to their lightness, flexibility and their familiarity with the society in Egypt. This

qualifies agro-components to be the new tool for development from the inside based on the traditional heritage of using agro-components in small projects and handmade households.

Chapter II: Characteristics of Agro-components in Egypt and their utilizing in housing and vernacular architecture in Egypt.

This chapter discussed the characteristics of the local and present heritage of utilizing of the most available agro-components in Egypt, which are: timber-straw-reed-date palm pruning residues, in structures and sheathing. Then, each building element is analyzed based on integrated criteria of the stakeholders in the industry of construction, thus analyzing the efficiency of these elements technically, environmentally, economically, and socially.

Chapter III: Utilizing of Agro-components in cheap construction globally.

This chapter discussed the characteristics of the global and present heritage of utilizing of the four agro-components in structures and sheathing. Then, each building element is analyzed based on integrated criteria of the stakeholders in the industry of construction, thus analyzing the efficiency of these elements technically, environmentally, economically, and socially.

Second: Analytical Research: including one chapter:

Chapter IV: Comparison between building elements utilizing Agro-components locally and globally

In this chapter, the development of the decision making systems in the field of choosing building materials is reviewed through the researchers' efforts via various polls that were held to determine the interests of independent and Green Society Community-based construction stakeholders. These polls resulted in criteria with internal weighed indicators that can be used to grade every building material according to the Multi-Criteria Analysis system. These criteria were used to compare the previously discussed building elements to determine the most flexible agro component and the most suitable traditional building techniques that can be developed to build flexible, cheap, fast and easy structures.

Third: Practical Research: including one chapter:

Chapter V: Design & Development of flexible and fast building elements using the most suitable Agro-Components

This chapter focused on the previous attempts to develop the utilizing of the most suitable agro-component that was determined in the previous chapter. The traditional steps of preparation were discussed more deeply through the field visit to a local community that is familiar in using this agro-component. Then, new suggested building elements are designed, tested and analyzed to improve the efficiency and decrease the disadvantages of the most suitable agro-component-based building elements – that were determined in the previous chapter- in order to be used for contemporary flexible, fast and easy construction.

Conclusion and Recommendations

This research ended with a group of conclusions that were reached through the phases of the research, including integrated criteria to facilitate the decision making in choosing natural building materials. In addition to that, the criteria were proven to be useful, as the resultant

most flexible agro-component and the most suitable traditional agro-component-based building element were successfully developed in this thesis to increase the efficiency of the systems. The developed structural building element was tested and analyzed and found to be successful to cover up to 12 m. The developed sheathing building element was designed and executed and found to be practical and industrially efficient.

The recommendations include further researches for the development of the suggested building materials, as well as exploiting the structural abilities and durability of the agro-component-based building elements. In addition to this, this research recommended that the agro-component-based building elements that passed the criteria can be added to the governmental building codes in rural areas, coasts and oases.