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

القاهرة-٢٠١٦

الموافقه على المنح

كليه الهندسه

قسم الهندسة المعماريه

تصميم عناصر المباني سريعة التنفيذ باستخدام مكونات زراعية في مصر

اعداد

م. إيمان عاطف عبد العزيز درويش

لجنة الحكم

الاسم	التوقيع
أ.د/ محمد مؤمن عفيفي الأستاذ بقسم الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة	.....
أ.د/ عادل ياسين محرم الأستاذ بمعهد الدراسات و البحوث البيئية، جامعة عين شمس	.....
أ.د/ ياسر محمد منصور الأستاذ بقسم الهندسة المعمارية، جامعة عين شمس	.....
أ.د/حامد ابراهيم الموصلي الأستاذ بقسم هندسة الانتاج، جامعة عين شمس	.....

٢٠١٧ / ٣/ ٨

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..

والله ولي التوفيق،،،

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ 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
2-1 البناء بالمواد الطبيعية و تحقيق مبادئ التنمية المستدامة 25
2-1-1 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
2-2-1 تفاصيل الإنشاء و الصناعة 27
2-2-2 مهارات المجتمع و التنفيذ 27
2-2-3 تقدير الآثار البيئية و جودة البيئة الداخلية 28
2-2-4 خصائص المنشأ القياسي 29
2-3 البناء باستخدام الاخشاب في مصر 29
2-3-1 الخصائص الطبيعية للأخشاب 30
2-3-2 المتانة و تحمل العوامل المناخية في مصر 30
2-3-3 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
2-3-4 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
2-3-5 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 59

الشبيكة في منطقة بحيرة المنزلة

أ. تفاصيل الإنشاء 60

ب. تفاصيل الحماية 61

2-5-4 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

2-5-5 التكسية الخارجية باستخدام عناصر بناء من البوص 66

أ. تفاصيل الإنشاء 66

ب. تفاصيل الحماية 66

2-5-6 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 البيئية الداخلية 69

2-6 البناء باستخدام المنتجات الثانوية لنخيل التمر في مصر 71

2-6-1 الخصائص الطبيعية للمنتجات الثانوية لنخيل التمر 71

2-6-2 المتانة و تحمل العوامل المناخية في مصر 71

2-6-3 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من المنتجات الثانوية لنخيل التمر: كمرات جذوع النخيل و الكرشيف 72

أ. تفاصيل الإنشاء 72

ب. تفاصيل الحماية 73

2-6-4 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 البيئية الداخلية 76

2-6-5 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

2-6-6 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 البيئية الداخلية 81

خلاصة الفصل الثاني 83

الفصل الثالث: توظيف المكونات الزراعية في البناء منخفض التكاليف حول العالم 85

3-1 البناء باستخدام الاخشاب عالميا 86

3-1-1 الإنشاء الكامل باستخدام عناصر بناء من الاخشاب: الإطارات الهيكلية Timber Frames 86

أ. تفاصيل الإنشاء 87

ب. تفاصيل الحماية 87

3-1-2 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 البيئية 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

2-3-4 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 البيئية 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 القش كمادة بناء مالئة 100

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 160