Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol. 4
No.1

البناء بأكياس التربة كمدخل لبناء مساكن اللاجئين

اعداد: د./ماجد محمد أبوالعلا
مدرس كلية الهندسة–جامعة الفيوم
mma10@fayoum.edu.eg.

ملخص:
تعتبر مشكلة انشاء المباني السكنية في حالات الأزمات عبء كبير علي الدول، حيث أنها تتعرض لطلب إنشاء مساكن ذات تكلفة في أسرع وقت ممكن في حالات طلب مساكن للاجئين أو في حالات الزلازل أو الفيضانات وغيرها من الكوارث الطارئة. وتقترح الورقة استخدام أكياس التربة المدكوكة كحل للمشكلة.
ويمثل البناء بأكياس التربة إحدي أهم الطرق بالبناء بمكونات التربة وتتميز بأنها إحدي طرق البناء بالتربة المدكوكة المرنة Flexible –form Rammed Earth technique المعتمدة علي خلط ودمج مكونات الأرض، التربة، التراب، مع الملء واضافة كمية صغيرة من الماء.
وتلخص الطريقة بملء أكياس الرمال بتربة مناسبة قبل التجفيف بنفس طريقة البناء بالتربة المدكوكة مع فرشها وبعدها يتم دكها بالمطارق اليدوية، مع فرد شرائط من السلك الشائك بين كل صفين والذي يمثل المونة الرابطة وذلك يزيد تحمل قوي الشد مما يساعد علي تدريج ورفرفة الصفوف بما يساعد علي بناء القباب وأي أشكال.[1]
وتعني الورقة البحثية بدراسة تقنيات البناء بأكياس التربة المدكوكة لامكانية استخدامها بمساكن اللاجئين مع مقارنتها بطريقة البناء ببلوكات التربة المثبتة المضغوطة لتوضيح فارق السرعة في البناء بالإضافة إلي المشاركة المجتمعية والتي تضيف أبعاد هامة في حالات الأزمات، وتعرض الورقة نماذج من البناء بطريقة أكياس التربة المدكوكة وتخلص بمنهجية لتطبيق الطريقة.

الكلمات المفتاحية:
أكياس التربة المدكوكة– مساكن اللاجئين– بلوكات التربة المثبتة المضغوطة.

الاشكالية البحثية:

تتطلب المباني السكنية الكثير من الموارد وتكمن المشكلة في "**الاحتياج إلي بناء مجموعة من المساكن في الأزمات وخاصة مساكن اللاجئين بتقنية بسيطة وسريعة مما يتحتم عليه ايجاد طريقة بناء توفر الموارد وتتميز بالبساطة والسهولة في التطبيق في تلك الحالات**" والتي تتحقق باستخدام التربة فقط كمادة أساسية في البناء ودون الحاجة إلي الخرسانة المسلحة ومع توفير المياه كمحدد بناء.

أهداف البحث:

يحمل البحث مجموعة من الأهداف أهمها تحليل طريقة البناء بأكياس التربة ووضع منهجية لتطبيقها بتجهيز مساكن اللاجئين، كما يحمل البحث مجموعة من الأهداف الثانوية:

- مقارنة طريقة البناء بأكياس التربة مع طريقة البناء ببلوكات التربة المثبتة المضغوطة.
- تحليل مواد التربة المستخدمة ونسب التربة المستخدمة.
- تحليل النماذج المبنية بطريقة أكياس التربة المدكوكة.

منهجية البحث:

يطبق بالبحث المنهج النظري لاستقراء تاريخ البناء ومفاهيمه ويلي ذلك المنهج التحليلي لمراجعة خطوات البناء والعلاقات الفراغية وطرق التأسيس والبناء مع المقارنة للبناء ببلوكات التربة المثبتة المضغوطة، ثم يستعرض بعض من التجارب مع المقارنة بطرق البناء المشابهة.

هيكل البحث:

وينقسم البحث إلي ستة أقسام كالتالي:
القسم الأول: دراسة مفهوم البناء بأكياس التربة المدكوكة.
القسم الثاني: المواد الأساسية في عمليات البناء والعدد.
القسم الثالث: خطوات عمليات البناء.
القسم الرابع: تجارب لبناء مساكن للاجئين بأكياس التربة.

[1]Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, (2004) page4.

القسم الخامس: تحليل البناء بأكياس التربة المدكوكة بمقارنة البناء ببلوكات التربة المثبتة المضغوطة.

القسم السادس: منهجية لتطبيق البناء بأكياس التربة لمساكن اللاجئين.

وفيما يلي عرض البحث:

1- أولا: مفهوم البناء:

يعتبر البناء بطريقة أكياس التربة المدكوكة من الطرق التي تدعم عمليات التصميم وتؤثر بها من ذلك تأتي أهمية معرفة طريقة البناء وتطور البناء بالتربة المدكوكة، كما يلي:

أ- طريقة البناء:

يبدأ البناء بأكياس التربة من مرحلة التصميم حيث يتم دراسة العلاقات الفراغية وكذلك المسطحات المطلوبة مع الالتزام بمتطلبات البناء التقليدي حيث يتم اختيار الأشكال الفراغية المربعة للمساقط الأفقية أو الأشكال الدائرية للتسهيل في عمليات البناء، ويلي ذلك مرحلة التجهيز حيث يتم صب دكة من الخرسانة العادية أسفل المنزل المراد إنشائه أو يحفر خندق ويملء بالزلط.

رفرفة صفوف أكياس التربة بحيث تكون القباب، المصدر :/http://calearth.org

ويعقب ما سبق مرحلة البناء حيث يبدأ البناء برص أول مجموعة من الأكياس والتي تشكل أول صف حتي يتم الانتهاء منه ثم يبدأ دك تلك الأكياس بمطارق حديدية، ثم يتم فرد لفات من السلك الشائك بطول الصف.

ويكرر ما سبق حتي نصل إلي بداية منسوب دوران القبة كطريقة لتسقيف الفراغ، مع مراعاة ترك فتحات الأبواب والنوافذ والتي قد تستخدم أعتاب خشبية أوعقود باستخدام أكياس التربة أيضا.

يلي ما سبق بناء القبة والتي تبني باستخدام صفوف من أكياس التربة مع رفرفة كل صف عن الآخر بمسافة لا تتجاوز بضع سنتيمترات ويحفظ انتظام دوران القبة عن طريق تثبيت دليل كمركز دوران في منتصف الفراغ.

ثم تأتي مرحلة التشطيب الداخلي والخارجي حيث يتم تربيط مسطحات من الشبك الممدد ببعض الأماكن بالأسلاك الشائكة بين الصفوف فيستخدم البياض الداخلي والخارجي للحفاظ علي مكونات البناء وأكياس البولي بروبيلين من العوامل الجوية.

ب- تطور البناء بأكياس التربة:

يرجع تاريخ أكياس التربة والطريقة لنهاية القرن الثامن عشر والتي استخدمت في المخابئ بالحروب أو تحويل الفيضانات، وتعتبر من الطرق السهلة لاعتمادها علي المواد المحلية وعلي التعبئة للتربة بالأكياس.

وفي عام 1976 بدأت الابحاث للبناء المساكن بمعامل كلية كاسل التقنية بالمانيا وبدأ Gernot Minke البناء التجريب للبناء بطريقة الأكياس المتراصة، وفي عام 1977 بني تجربة بجواتيمالا واستخدم أعمدة من البامبو للتدعيم، مع الملء بمادة ال pumice الخفاف[2]، وفي عام 1984 جاء نادر خليلي- المعماري الايراني- وطور الملء باستخدام التربة ووضع الأسلاك الشائكة كربط بين الصفوف لتقوية الحوائط وجعل المبني كجسم واحد.

[2] Ralph Pelly, (2009) page9.

البناء بأكياس التربة بجواتيمالا عام 1977، المصدر: Ralph Pelly, (2009) p9.

وركز Akio Inoue علي العديد من التجارب حول بناء القبة عام 1997 بحرم جامعة Tenri باليابان حيث تعلم وكذلك العديد من الجامعات باليابان والهند وأفريقيا.

وفي عام 1999 سجل نادر خليلي براءة اختراع البناء بتقنيات البناء باللبنSuperadobe، ثم رتب خليلي العديد من ورش العمل والمحاضرات وحضرها Paulina wojciechowska والذي نشر أول كتاب في البناء بالتربة عام 2001 بعنوان "A guide to flexible-form earthbag construction" وكذلك Kaki Hunter و Donald Kiffmeyer واللذان نشرا كتابهماعام 2004.

وفي عام 2009 قام Fernando Pacheco – معماري برازيلي- بتجريب استخدام أنابيب التربة والذي يزيد من قوة المبني وأطلق عليه اسم Hyperadobe.

وفي عام 2006 تم اختبار الطريقة للأحمال ببرامج الحاسب الآلي بمعهد أبحاث Geiger بقسم ميكانيكا الانشاءات، والتي تشير إلي أن استخدام أكياس التربة تتحمل مع الزمن للأحمال الرأسية بالمباني السكنية ذات الدور الواحد. [3]

ونشرت اعمال نادر خليلي والذي بني قبة مرتكزة علي عقود من أكياس الركام وكذلك أنابيب مملوءة بالتراب وحتي الرمال الجافة، وأطلق عليها اسم أكياس الرمال Sandbags أو Super adobe أو Super blocks ،وقام بالعديد من تجارب التحميل والتعرض لأحمال الرياح ومقاومة الزلازل، وبعدها حصل علي تصاريح الانشاء للمباني السكنية وكذلك التجارية وشملت كذلك متحف للعلوم بأحد أكبر نطاقات الزلازل بالولايات المتحدة الأمريكية.

ت- <u>المقارنة ببعض الطرق المعتمدة علي التربة في البناء:</u>

توجد العديد من الطرق المشابهة للبناء بأكياس التربة المدكوكة مثل البناء بالطوب اللبن أو البناء بالتربة المدكوكة أو البناء ببلوكات التربة المثبتة المضغوطة، وفيما يلي عرض لها:

1- طريقة البناء بالطوب اللبن:

يمثل البناء بالطوب اللبن Adobeمن أقدم طرق البناء وأكثر الأمثلة للمتانة والاستمرارية مع الزمن، وما زالت الطوب يستخدم في البناء إلي يومنا هذا، ويصنع الطوب من الطين المخلوط بالرمال لتحقيق قوة الضغط المطلوبة.

ويجهز الخليط كسائل لامكانية صبه في الشدات ويترك حتي يشك مبدئيا حتي ينقل من الشدات ليترك يجف بالشمس مع أهمية جفاف الجو لاتمام عملية التصلب.

يعتبر الطوب هو الاختيار الأرخص ويمكن لأي فرد أن يبني به دون كذلك أن يحتاج لشدات.

بالنسبة لأكياس التربة Earthbags لا تحتاج الجهد المطلوب لتجهيز الطوب لأن الأكياس تحل محل الشدات وتملأ بالتربة والخليط مباشرة ودون الحاجة الي المياه الكثيرة مثل الطوب، وهذه إحدي المميزات الهامة لتوفير المياه، وتستكمل المعالجة لأكياس التربة بمكانها بالحوائط مما يقلل الوقت المطلوب للبناء. [4]

2- طريقة البناء بالتربة المدكوكة Rammed earth:

من الأمثلة الهامة سور الصين العظيم كمنشأ ممتد لكيلومترات والذي استخدم به البناء بالتربة المدكوكة Rammed earth، بالاضافة إلي العديد من المباني المتعددة الطوابق الادارية السكنية بالعديد من الدول.

وحيث أن البناء بالتربة المدكوكة أو أكياس التربة متشابه فإن أكياس التربة توفر الشدات الخشبية أو المعدنية والتي تميل في تكوينها للخطوط المستقيمة ولا تتبع الخطوط المنحنية أو الحنايا والأشكال الدورانية والتي يمكن تحقيقها بأكياس التربة والتي توفر خيارات عديدة باستخدامها.

وتسمح أكياس التربة باستخدام أنواع أكبر من أنواع التربة مما يجعل الأكياس في بعض الاحيان تتفوق في تحقيق ذلك.

3- طريقة البناء ببلوكات التربة المضغوطة:

يأتي النوع الثالث بلوكات التربة المضغوطة Compressed Blocks يعتبر أحدث الأنواع للانشاء بمواد التربة بالمقارنة

[3] Kelly Hart, (2018) page1.

[4] Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, (2004) page5.

بالطرق السابقة، وهي في الأساس مزيج بين الطوب اللبن والتربة المدكوكة، حيث يستخدم الخلط المثالي بين الطين والرمل والتربة المبللة في التربة المدكوكة والتي تضغط في قوالب شكل الطوبة مع ضغطها بماكينة يدوية او اتوماتيكية.

والميزة الاساسية لأكياس التربة علي بلوكات التربة المضغوطة مثل باقي الطرق السابقة والحقيقة أن أكياس التربة Earthbags لا تحتاج إلي خليط محدد من التربة.

في النهاية الطوب اللبن، التربة المدكوكة، وبلوكات التربة المضغوطة تعتمد علي نسب منصوص عليها بين الطين والرمل أو القش إن طلب. ويمكن لأكياس التربة الوصول إلي نطاقات أوسع مع التربة وحتي الرمل وان كان جاف فيمكن الوصول لبناء مساكن مؤقتة في حالة الكوارث. [5]

2- ثانيا: المواد الأساسية والعدد المطلوبة بالبناء :

أ- -المواد الأساسية للبناء :

1- **التراب (Dirt):** هو المكون الأساسي في خلطة البناء ففي البناء بالتربة المدكوكة يتم السعي للوصول الي 30% طين الي 70% رمل [6]الا ان البناء بأكياس التربة قد يصل الي نسب عديدة مختلفة في مواد البناء.

أ- المكونات الأساسية للتربة:

1- الطينClay: يلعب الدور الأساسي في أي بناء للحوائط في المباني التقليدية القائمة علي البناء بالتربة، وينتج عن طريق التحلل الكيمائي للصخور من حجم الحبيبات الدقيقة، وهو يمثل الصمغ الذي يجمع الرمل والحصي لتشكيلها في كتل صلبة متراصة. ويعتبر الطين هو المادة الطبيعية التي تناظر الاسمنت في الخرسانة.

2- الطمي Silt: يعرف كأنه غبار الصخور المسحوق، وتكبر حجم حبيبات الطمي عن الطين ولكنها تظل أضغر من حبيبات الرمال الصغيرة. ويجب تجنب التربة ذات نسب الطمي العالية أو تعدل لأن البناء بالتربة ذات محتوي طمي كبير مثل البناء ببودرة التلك.

3- الرمل sand: يوجد الرمل من تفكك الصخور الي جزيئات مختلفة الحجم ويظهر الرمل كتآكل علي مر العصور من تآكل شواطئ البحار ومجاري الانهار وكذلك الصحاري، ويوفر الرمل والحصي الجزء الأكبر الذي يعطي قوة الضغط الترابي والاستقرار، وتعتبر الرمال الخشنة موفرة لأسطح أكثر للارتباط بالطين حيث أنها تساعد علي التداخل أكثر بين الحبيبات.

4- الحصيGravel : هي من الصخور مثل الرمال ولكن حجمها أكبر يبدأ من ربع بوصة ويصل إلي بوصتين أو ثلاث بوصات، ويعتبر تدرج التربة من الرمال والحصي حتي 2.5سم أحد العوامل المساهمة في دعم انشاء المبني لان المزيج بينهما يملأ الفراغات بالخليط، ويتغلف جزئ الرمال والحصي بالطين الذي يساهم في لصقها، وفي البناء المثالي تكون نسبة خليط المكونات السابقة من 25- 30% طين إلي 70-75% (رمل وحصي متدرج) [7].

ب- تحديد نسب ومكونات التربة:

من الطرق الأساسية لمعرفة مكونات التربة اختبار الدورق والذي يحدد نسب المواد بخليط التربة، وتتلخص في أنه تؤخذ عينة من التربة ويملء نصف الدورق بها والباقي مياه مع التقليب ثم يراجع توزيع الطبقات بحيث يكون (الطين والطمي) من 3/1 الي 4/1 المكون ككل.

وتكون الجدران الترابية أكثر قوة عندما تتعرض للبلل والأكياس المليئة بالاسمنت أو الجص تكون أقل قوة لانها تتعرض للشقوق والتصدع بخلاف المملوءة بالتربة الطينية ويظل الطين هو الأفضل لأنه يتمدد وينكمش مع الظروف المناخية المختلفة وبالنسبة لعينات التربة ذات المحتوي الطيني العالي تعدل باضافة القش وتستخدم في المحارة، بينما تكون التربة ذات المحتوي الرملي العالي مناسبة للاساسات والحوائط[8].

وتوجد العديد من الاختبارات الحقلية للتربة المختارة والتي حددت في اختبارات البناء بوحدات التربة المثبتة المضغوطة قبل الاختبارات المعملية كاختبار المواد العضوية أو اختبار الأنسجة

[5] Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, (2004) page8.
[6] Training workshop, ISSB, (2017).
[7] Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, (2004) pages13-16.
[8] المركز القومي لبحوث البناء والاسكان، (2015).

كمحتوي، واختبار التضاغط للعينات بالإضافة إلي اختبارات اللدونة.

2- الماء:

تلعب المياه دور رئيسي في المكونات الخليط واعداد التربة، فتبلغ نسبة المياه من 10 إلي 12% من الخليط في التربة المدكوكة وهي مناسبة لأخذ جزء من التربة وصنع كرة اختبار مع تدويرها علي اليد مع العصر دون حدوث شقوق.

ومن دراسات عديدة وجد أن نسبة 17% طين و 15% طمي و68%رمل وحصي مع اضافة 10% من الخليط ماء تعطي نتيجة أقوي.

3- الأكياس والأنابيب:

الأكياس التي تستخدم في تعبئة الطعام والحبوب ويوجد منها العديد من المقاسات أهمها عرض42.5سم وطول 75سم[9]، وتنقسم أنواع الاكياس إلي:

1- Gusseted woven polypropylene bags الأكياس من البولي بروبيلين.

2- Burlap bags أكياس الخيش.

3- الأنابيب (الأكياس الطويلة) وتنتج في صورة بكر مستمر طوله 1829متر كطول قياسي.

4- أكياس ال PVC البولي فينيل كلوريد ولكنها ليست صديقة للبيئة ولا تتحلل وتترك مواد سامة بالبيئة وأغلي في الثمن.[10]

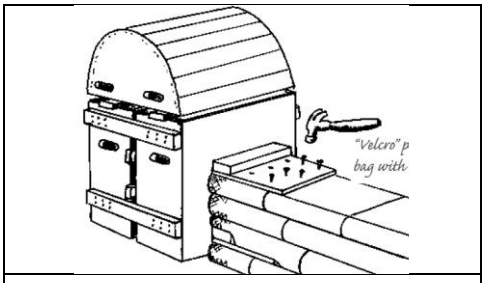
5- الأسلاك الشائكة:

يستخدم سلكين من الأسلاك الشائكة بين كل صفين من الأكياس والتي تعمل علي زيادة قوي الشد بالحائط وكذلك تساعد ببناء القباب بطريقة رفرفة الصفوف تدريجيا.[11]

6- **اسلاك وشبكات الربط:** وتستخدم لتثبيت البياض ولاسلاك الربط دور في حماية وتأمين خراطيم الكهرباء ومواسير المياه، وكذلك تساعد في تثبيت أعواد البامبو في حالة الاستخدام، ويتم تثبيت أسلاك الربط بالأسلاك الشائكة كل 30الي 60سم لكل صف آخر.[12]

7- **ألواح الفالكرو :Velcro plates** جميع الحلوق والفتحات تحتاج عند تثبيتها مع أكياس التربة لألواح لتثبت بها، ويأتي هنا دور ألواح ال Velcro والتي توضع بين أكياس التربة وتكون عناصر لتثبيت الحلوق الخشبية، ويثبت عليها الStrip anchors.

8- **شدات الأبواب والشبابيك الخشبية:** تحتاج الفتحات الي الشدات الخشبية، وتتكون الشدة من صندوق خشبي يعلوه شدة خشبية نصف اسطوانية.[13]



يثبت حلق الباب بالمسامير من خلال 4 كانات كل تقريبا 3 أو4 صفوف من الأكياس حيث تثبت بقطاعات بين صفوف أكياس التربة، وهي ال Strip anchors، المصدر: K.Hunter & D.Kiffmeyer, (2004)p30

ب- العدد والأدوات المستخدمة في البناء:

1- حامل الأكياس:

يستخدم حامل الأكياس لملء الأكياس مع أهمية ثني الأطراف بحيث تعطي أركان بزوايا قائمة لاستواء البناء.

2- العلب: تستخدم لنقل التربة وملء الأكياس في محلها بالجدار أفضل من رفع الأكياس مملوءة سابقا.[14]

3- **زلاقة: Slider** تساعد علي انزلاق الكيس فوق الحائط بحيث ينتقل إلي مكانه فوق الاسلاك الشائكة[15].

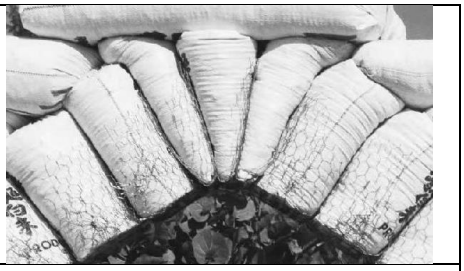
[9] Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, (2004) page22.
[10] Deborah Macêdo dos Santos, José Nuno Dinis Cabral Beirão, (2017).
[11] Nader Khalili, (2008) page45.
[12] Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, (2004) pages26-27.
[13] Kelly Hart, (2018) page 27.
[14] Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, (2004) pages36-37.
[15] Kelly Hart, (2018) page 26.

4- **دكاكة أو مطرقة:** يتم دك الأكياس يدويا باستخدام المطرقة والتي تساهم في خروج الرطوبة الزائدة ومنها تتحول الي بلوك مضغوط قوي.

الدك بالمطرقة لأكياس التربة المصدر: K.Hunter & D.Kiffmeyer, (2004)p38.

5- **الأكياس المروحية:** وتستخدم بشكل أساسي لتشكيل الفتحات وعمل العقود للأبواب والشبابيك.

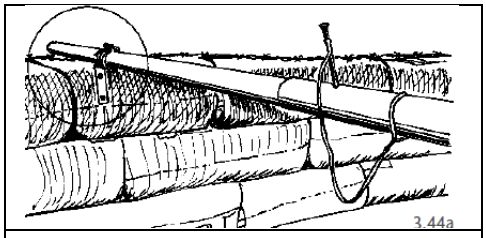
6- **Keystone bag** أكياس مفتاح العقد، ويستخدم 3 أكياس لتشكيل مفتاح العقد بحيث تتجمع قوي الضغط لأسفل لتثبيت وتقوية العقد بتأثير الوزن.



شكل العقد وتكوينه باستخدام الأكياس المروحية، المصدر: K.Hunter & D.Kiffmeyer, (2004)p42.

7- **Tube chute**: وحدات ملء وتستخدم لفتح فوهة الكيس لامكانية صب التربة بداخلها بسهولة.[16]

8- **دليل الحركة(البرجل)**: يستخدم لضمان ثبات دوران الحوائط الدورانية وكذلك لبناء القباب، وذلك من خلال ثبات ذراع دوران حول مركز مثبت ويمكن تغيير ارتفاعه و زوايا الذراع للمساهمة في بناء القباب.



استخدام دليل الحركة، المصدر: K.Hunter & D.Kiffmeyer, (2004)p50.

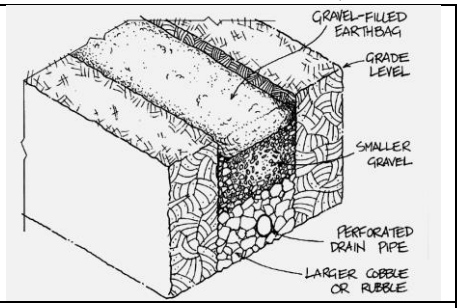
3- ثالثا: عمليات البناء:

تنقسم عمليات البناء إلي تجهيز الأساسات، بناء الحوائط، وبناء الأسقف كما يلي:

1- تجهيز الأساسات:

يتم الاعتماد علي فكرة خندق الحصي حيث تحفر الأرض بعرض أكبر من سمك الحائط من 10 إلي 15 سم وحوالي 30 سم عمق في المناخ الجاف ويزيد عن ذلك في المناخ البارد والمطير، ويملأ الخندق بزلط خشن يتدرج الي زلط صغير أعلي الخندق، ويجب تجنب الرمل والطين والطمي بالخليط، ويتم الرش بالماء أثناء العمل لزيادة دمك الخليط.

وتسمي الطريقة rubble trench foundation. [17]، والتي يتم التغلب بها علي تواجد الماء والذي قد يصل لوجود مسافات بينية بين الحصي ويكون الحفر بعرض 70سم وعمق واحد متر مع الدمك الجيد وعلي أن يحوي مواسير لتجميع المياه وصرف الزائد منها علي محيط البناء.[18]



نظام التصريف بخندق الزلط، المصدر: Kelly Hart, (2018).

بعد ذلك توجد عدة طرق لاستكمال جذع الحائط كالتالي:

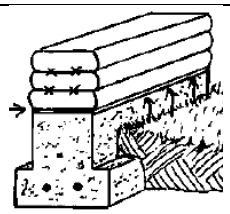
[16] Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, (2004) pages43-44.

[17] Kelly Hart, (2018) page 30.

[18] Rob wainwright, (2008).

أ- **طريقة أكياس الرمال المعالجة بالاسمنت:** يوضع صفين أو ثلاثة من الأكياس ويتم اضافة لهم نسبة أسمنت من 6إلي 15 % حسب التربة وذلك لتحسين المقاومة للماء في الصفوف السفلي القريبة من الأرض، ويتم الخلط يدويا وبشكل جاف قبل صب الماء علي الخليط. [19]

ب- **طريقة القاعدة الخرسانة:** قد توضع خرسانة وبها تسليح خفيف (سيخين حديد) بدلا من الصفين من الأكياس المعالجين بالاسمنت كاتجاه آخر.



قطاع خرسانة بدلا من الصفوف الأولي كقاعدة يرتكز عليها الحائط، طبقا لبعض الأكواد، المصدر: Kelly Hart, (2018) p31.

2- <u>بناء الحوائط:</u>

البداية من خندق الأساسات يجب أن يكون أعرض من أكياس التربة بمسافة 6 بوصات بمسافة 7.5 سم من كل جانب ومع مراعاة الأكتاف التي تدعم الحوائط.

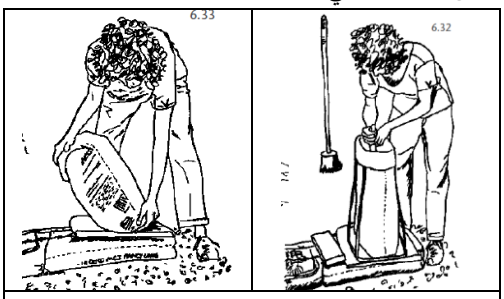
أ- صفوف أكياس التربة:

يبدأ ملء الصف الأول بالكيس وهو ملامس خليط الزلط في الأساسات وبحيث يكون الكيس رأسي ويملأ بالعلب حيث يفضل استخدامها لأنها تملأ الأكياس في مرقدها النهائي بالصف ولا تحتاج إلي نقل مما يوفر جهد النقل وتحسين الدمك. [20]

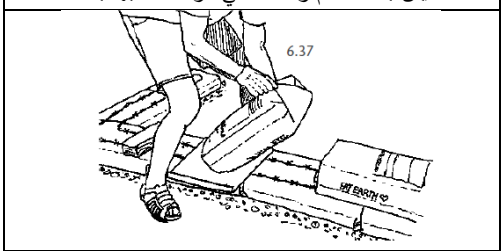
بعد نهاية الصف يبدأ دمك الأكياس بالمطرقة من المنتصف للجوانب ومن الداخل للخارج حتي نهاية الصف بالكامل، ثم يتم التأكد من المنسوب مع دك المناطق العالية بحيث لا يزيد الفارق عن نصف بوصة.

بعدها يتم فرد السلك الشائك علي شكل ضفيرة من جزأين بطول الحائط علي طول الحائط مع عمل تداخل بين نهاية السلك بمقاس مناسب. [21] [22]

ثم توضع أسلاك الربط بحيث يتم ربطها بالسلك الشائك وتكون بالطول الكافي بحيث تخرج من مستوي الحائط لكي تربط الشبك الممدد لبياض الحوائط علي مسافات من40الي 45سم وعموما البياض الجيد ذو المحتوي الطيني العالي لا يحتاج لسلك الرباط. وبالنسبة للصف الثاني يتم وضح لوح لانزلاق الكيس فوق السلك الشائك ويوضح تحت حامل الأكياس بحيث يتم سحبه بعد وضع الكيس بالصف الثاني.



ملء الكيس بالحامل ثم وضعه علي الزلاقة لسحبها بعد ذلك.



وضع الأكياس وسحب الزلاقة أثناء رص الصفوف، المصدر: K.Hunter & D.Kiffmeyer, (2004)p85

توضع الأكياس بالصف الثاني بفكرة بناء روابط الطوب مثل الرباط المستمر، ثم يستكمل الصف الآخر مع التأكد من المناسيب. [23]

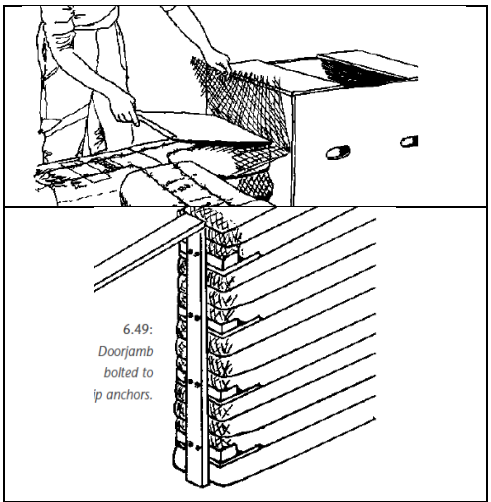
ب- الابواب والشبابيك:

بالنسبة للابواب والشبابيك يتم عمل صندوق خشبي أكبر من مقاس المطلوب بمسافة 5سم، ويتم استخدام الشبك الممدد في بطنية العقود بالفتحات لدعم وتقوية البياض أسفل العقد.

ويقطع جزء من الشبك الممدد بطول 45 سم وعرض 15 سم أعرض من أكياس التربة ونضع جزء أعلي الاسلاك الشائكة بما يعادل الثلث ثم نضع اللوح المنزلق ويمكن البدء بوضع كيس التربة فوقها، ويتم وضع كل 3 أو 4 صفوف ألواح التثبيت

[19] Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, (2004) pages56-57.
[20] Kelly Hart, (2018) page 36.
[21] Nader Khalili, (2008) pages40,42.
[22] Kelly Hart, (2018) page 30.
[23] Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, (2004) pages84-86.

Strip anchors بحيث يكون هناك 4 مناطق لتثبيت حلق الباب الخشب بمسامير خشب.



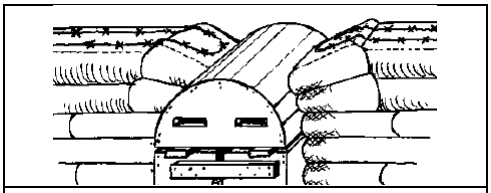
تثبيت حلق الباب باستخدام ألواح الفالكرو، المصدر: K.Hunter & D.Kiffmeyer, (2004)p88.

يتم وضع ألواح الفلكرو Velcro المثبت عليها دكمة خشب بمسامير طول 7.5سم بالدق[24]، كما يمكن التثبيت بزاوية حديد مثبتة بصفوف الأكياس بدبابيس حديد مع تثبيت الحلق الخشب عليها بمسامير حديد.[25]

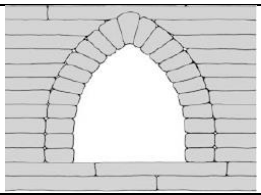
ت- العقود:

توضع شدة خشبية بشكل العقد المطلوب مع دراسة المنسوب والميول مع استكمال أول صف الحائط بحيث يصل الي الشدة، ويتم استخدام الأكياس المروحية لبناء العقد.

وتوجد العديد من الطرق لانشاء العقد من خلال أكياس التربة أو أنابيب التربة أفقية أو بزوايا [26]



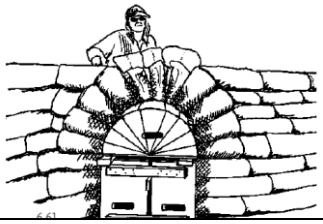
مراعاة التماثل أثناء البناء باستخدام الأكياس، المصدر: K.Hunter & D.Kiffmeyer, (2004)p91.



عقد بأكياس الرمال، المصدر: Nader Khalili, (2008).

ث- مفتاح العقد:

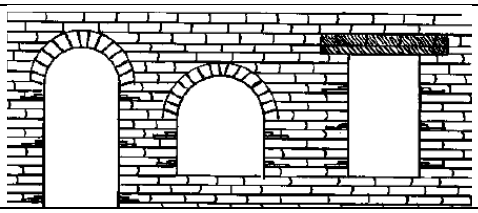
يثبت مفتاح العقد بعدد 3 أكياس تربة مع ملء علي عدة مراحل مع الدمك بحيث يتم التعامل مع الثلاثة أكياس كأنهم وحدة واحدة وحتي اختفاء الفواصل بين الأكياس.[27]



تركيب مفتاح العقد، المصدر: K.Hunter & D.Kiffmeyer, (2004)p92.

ج- فتحات الأبواب والشبابيك:

يجب أن تبعد أي فتحة عن ركن الحائط بمسافة 90 سم علي الأقل، ويطلب وضع صفين من أكياس التربة فوق العقد بحيث يعمل كتدعيم للفتحة قبل استكمال البناء .[28]



أهمية استكمال صفين من الأكياس فوق العتب لتثبيته، المصدر: K.Hunter & D.Kiffmeyer, (2004)p74.

[24] Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, (2004) pages87-89.
[25] Kelly Hart, (2018) page 61.
[26] Nader Khalili, (2008) page109.
[27] Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, (2004) page92.
[28] Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, (2004) pages73-74.

وتستخدم الأخشاب كمادة أساسية للأعتاب وتأتي أهمية تثبيت العتب نفسه بالحائط ففي المعتاد يكون طول ركوب العتب 4/3 عرض الحائط في كلا الجانبين.[29]

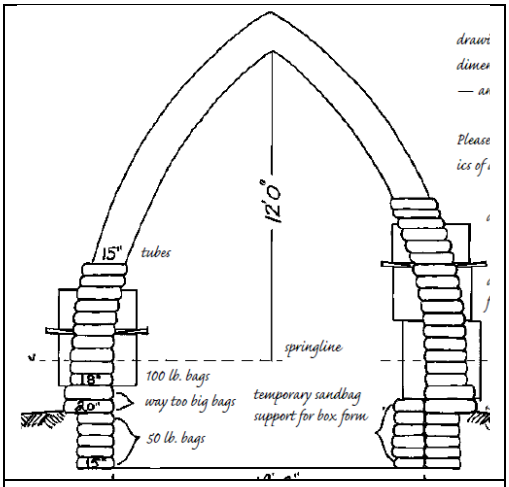
3- <u>تغطيات الأسقف:</u>

توجد العديد من طرق التغطيات للأسقف كالقباب بأكياس التربة والأسقف الخشبية والجالونات والبوص كما يلي:

أ- **<u>بناء القباب بأكياس التربة:</u>**

تحفر الأرض وبضبط دليل الحركة والمتحكم بضبط قطر القبة، وبعد وضع الزلط بالخندق محل الحفر يوضع الصف الأول من الأكياس المدكوكة.

تستخدم طريقة بناء القباب بالرفرفة corbelling والتي تعطي شكل القباب المخروطية وبها تكون المداميك أفقية وتستخدم بها أكياس التربة، وتبني بوضع صف كاختبار من أكياس التربة ثم يوضع الصف الثاني بمقاس رفرفة 7.5سم وعلي اعتبار أن سمك الحائط 38 سم ومع وضع السلك الشائك، ثم يبني الصف الثالث مع الرفرفة بمسافة 10 سم .[30]



نموذج لإحدي القباب منخفضة عن الأرض مع البناء بطريقة القباب ذات الرفرفة، ويظهر بها شدات الباب والشباك ويبلغ ارتفاعها 3.6 متر، المصدر: K.Hunter & D.Kiffmeyer, (2004)p147.

ب- **<u>التسقيف بالخشب:</u>**[31]

يعتمد البناء علي الأسقف الخشبية المستوية علي أكياس التربة المدكوكة مع تجهيز الخشب بالمراين وألواح التطبيق وتظهر بالصور التالية تجربة تسقيف منزل بكندا.

وضع أكياس التربة بين المراين للتثبيت.

استخدام الألواح الخشبية والتطبيق فوق المراين.

المصدر:
https://canadiandirtbags.wordpress.com/earthbagsbuildings.

ت- التسقيف باستخدام الجمالونات الخشبية:

تستخدم الجمالونات لتسقيف المساكن وتوجد تجارب عديدة لتسقيف مساكن بنيبال وتايلاند حيث اعتمد البناء علي كمرات الربط بنهاية الحوائط لدعم بناء الأسقف وتبدأ بوضع كمرة رابطة تقوم بمقاومة قوي الشد لتجميع الحائط وكأنه جسد واحد وتصب خلال شدة خشبية مثبتة بأسياخ حديد متبادلة.[32]

[29] Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, (2004) pages103-104.

[30] Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, (2004) page146.

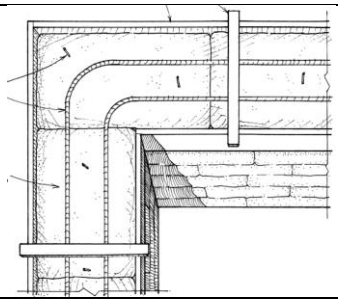
[31] https://canadiandirtbags.wordpress.com/earthbagsbuildings.

[32] Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, (2004) page110.

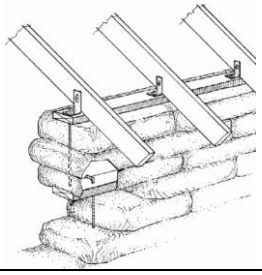
التغطية بألواح الشنجلز الأسفلتية، المصدر: K.Hunter & D.Kiffmeyer, (2004)p109.

ويتم تركيب أسلاك مع التدعيم بالأركان وتتكون الشدة من ألواح خشبية بارتفاع 15سم وسمك 5 سم وبعرض الحائط وتدعم بدكم خشبية مع ربط الجانبين معا.

ثم تصب خرسانة مع تثبيت دكم خشبية بها قبل أن تجف حتي يمكن تثبيت عليها السقف أن كان جمالون خشب أو قطاعات ويمكن طرق الشدات الخشبية لتدعيم الكمرة الخرسانية.[33]



الشدة الخشبية ومسامير التثبيت والأسلاك للتجهيز لصب الكمرة الرابطة، المصدر: Kelly Hart, (2018)p56.



طريقة تثبيت الجمالون بألواح التثبيت مع استخدام المسامير والزوايا الحديد،المصدر: Kelly Hart, (2018) page 57.

صب الكمرات الخرسانية لربط الحوائط وكذلك الأكتاف.

تركيب الجمالون الخشب علي كمرات الربط.

رفرفة الأسقف فوق أكياس التربة لحمايتها من العوامل المناخية المختلفة كالشمس والأمطار.

المصدر: https://www.lowimpact.org/lowimpact-topic/earth-bag-building/

ث- التسقيف باستخدام البوص:

يستخدم البوص لبناء العديد من المساكن والمباني خاصة بالدول الآسيوية واللاتينية ويتميز بسرعة نموه وقدرته علي التحمل للعوامل الجوية المختلفة، ويظهر ذلك بمركز الفنون التابع لمؤسسة الأطفال العالمية بنيكارجوا من خلال استخدام البوص بالأسقف لتغطية فراغات مبنية بحوائط بأكياس التربة المدكوكة.

[33] Kelly Hart, (2018) page 56.

مركز NICA NATIVO التابع لمؤسسة الأطفال العالمية بنيكارجو، المصدر:
http://www.therealnicaragua.com/Forum2016

4- رابعا: تجارب لبناء مساكن للاجئين بأكياس التربة:

توجد العديد من التجارب المنتشرة حول العالم في هذا المجال في دول مختلفة حيث يشيع استخدام أكياس التربة في بناء المنازل، ومن أهم تلك التجارب تجربة البناء في كاليفورنيا للمعماري نادر خليلي بمركز (معهد كاليفورنيا لفنون الأرض والعمارة Cal Earth) وتجربة غزة للبناء بأكياس التربة لنقص مواد البناء، ومجموعة من المباني المتفرقة حول العالم حيث استخدمت نفس الطريقة بأحد التجارب بغزة للبناء بأكياس التربة عام 2010والتي اتصفت باستخدام مواد بديلة لبناء المنازل بطرق غير تقليدية –للتغلب علي نقص مواد الأسمنت والحديد– وذلك لاعادة بناء المنازل وتم استخدام الأكياس المملوءة بالرمال والطين والتربة بديلا عن مواد البناء التقليدية، وقام البناءون بملأ أكياس الطحين بالرمال والطين ثم دكها جيدا مع فرد الأسلاك الشائكة للربط بين كل صفين، حيث أن نقص مواد البناء التقليدية دفع سكان غزة للبحث عن مواد بديلة، فكان تطبيق فكرة البناء بأكياس التربة بدلا من البناء بالطين قديما.

بناء المنازل من اكياس التربة بغزة 2010، المصدر:
www.masrawy.com/News/Technology/Reuters

ويتضح في تلك التجربة أن البناء بأكياس التربة تغلب علي مشكلة نقص مواد البناء الأساسية كالأسمنت والحديد فساهمت أكياس التربة في البناء حتي في ظل الظروف الاقتصادية والسياسية بالمكان.

وفيما يلي عرض لتلك التجارب:

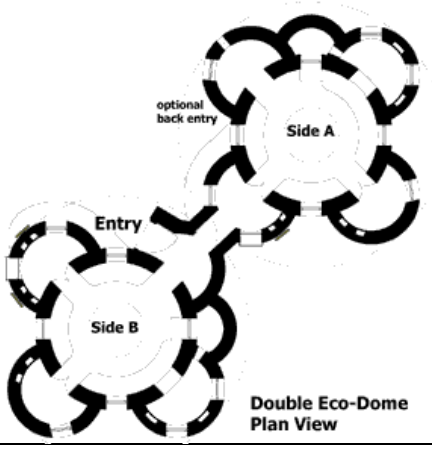
أ- تجربة مركز (كاليفورنيا لفنون الأرض والعمارة Cal Earth) لانشاء مساكن ال eco domes[34]:

يهدف مركز Cal Earth والذي أسسه نادر خليلي –معماري إيراني– إلي توازن المكونات والطاقات الطبيعية الأساسية واندماجها لخدمة الإنسانية، من ذلك حول مشروع المركز تلك الفلسفة إلي الواقع من خلال دراسة مفاهيم الاستدامة ونظم البناء المختلفة.[35]

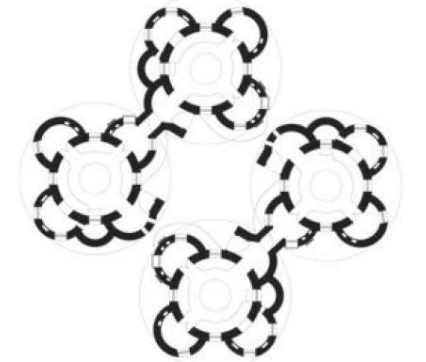
الموقع والمكان
أماكن متفرقة بكاليفورنيا.
سنة الانشاء
من عام 2005إلي 2007.
المعماري
من أعمال نادر خليلي.
مساحة المساكن
طبقت في العديد من نماذج البناء فمنها المسكن الصغير والذي أطلق عليه eco dome ومنها المساكن الأكبر والتي قد تصل مكوناتها وبرنامجها الفراغي إلي صالة معيشة وثلاث غرف نوم بالإضافة إلي الخدمات.
الطابع العام
اعتمدت في البناء علي أكياس التربة المدكوكة وعلي الوحدات المتكررة المغطاة بالقباب المخروطية، وتنوعت المباني كالمساكن وغيرها ومنها المسقف ومنها غير المغطي، ومنها ما تجمع حول أفنية خارجية وحدائق.
المسقط الأفقي

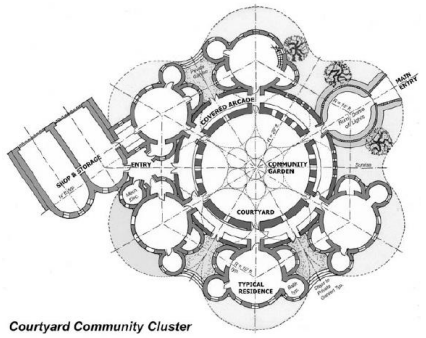
[34] http://calearth.org/

[35] http://calearth.org/



بعض من نماذج البيوت للمعماري نادر خليلي، المصدر: Cal-earth.

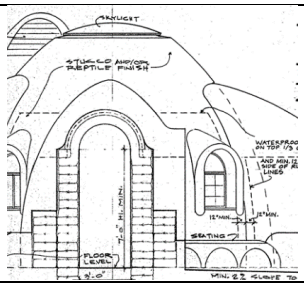




مجموعة من مساكن eco dome المصدر: Nader Khalili,2008.

اعتمد التصميم علي وحدات يمكن تكرارها وتجميعها لتكوين المساكن.

القطاع والواجهة



استخدام العقود بأكياس التربة لتأكيد المداخل للبيوت أو المناطق المغطاة، المصدر: http://calearth.org/

استخدم مركز Cal earth أحد العناصر الأساسية في البناء وهو العقد Arch ومشتقاته كالقباب والأقبية والحنايا الركنية والتي تأخذ الأشكال المتماثلة.

مواد النهو والتشطيب

اعتمد التشطيب الخارجي علي البياض المثبت من التربة Stabilized plaster.

زمن البناء

- 8 أيام لبناء 70متر مربع.

تكلفة البناء

- سيتم عرض مقارنة التكلفة في الجزء التالي.

المميزات

-نجد أن نظام البناء يدعو لمشاركة الأشخاص مع مجتمعاتهم في بناء منازلهم.

-يدعو إلي الحفاظ علي الموارد الطبيعية والطاقات، وتقليل العناصر الملوثة للطبيعة.

-ودعم الصحة العامة.

-بالإضافة إلي إيواء الآلاف من الأشخاص.

ب- تجربة مساكن اللاجئين بجنوب ايران عام 1995:

من تلك النماذج مساكن Baninajar للاجئين والتي نفذت عام 1995 بمشاركة الأمم المتحدة وتميزت بالتالي:

الموقع والمكان

تم انشائها بمقاطعة Khuzestan بجنوب ايران.

سنة الانشاء

عام 1995.

المعماري

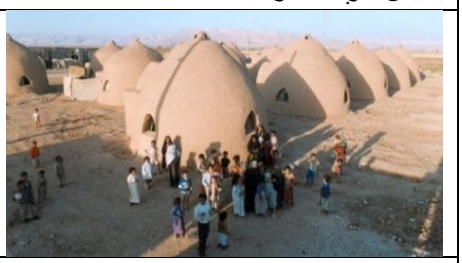
ونفذ هذا المشروع باشراف المهندس Hamid Irani والذي تدرب بمركز نادر خليلي

مساحة المساكن

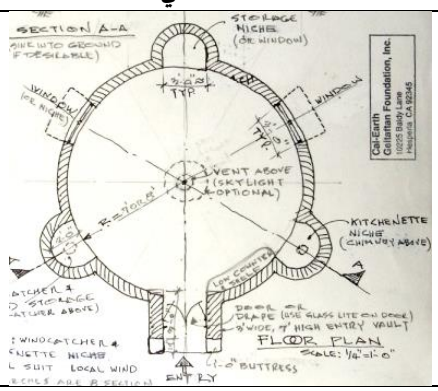
تتراوح المساحة 4.2 إلي 18.5م2 طبقا لمتطلبات الأمم المتحدة.

الطابع العام

تميز البناء بأنه وحدات منفصلة مغطاة بقباب مخروطية بأكياس التربة المدكوكة.



المسقط الأفقي

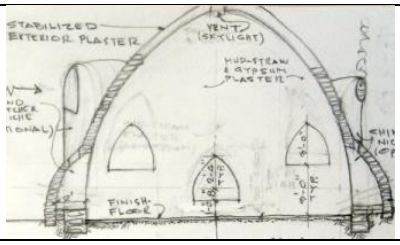


المصدر:https://archnet.org/sites/4366/media_contents/89632

يتراوح قطر القبة من 4.2م إلي 4.8م أي بمساحة من 14إلي 18م2، وبنيت باستخدام أكياس التربة بوضعها بمحلها بالحائط مع الدمك والاعتماد الأساسي علي التربة والمواد المحلية.

ويتميز المسكن بوجود مدخل بعرض 90 سم وارتفاع 2.1م بالإضافة إلي مجموعة من الحنايا الركنية وتشمل مدفأة وملقف هواء ومخزن ومطبخ خلاف شباكين بعرض 90 سم لكل منهما.

القطاع والواجهة



المصدر:https://archnet.org/sites/4366/media_contents/89632

تم البناء بأكياس التربة والتغطية بالقباب المخروطية مع ترك فتحة تهوية أعلي القبة بالإضافة إلي ملقف الهواء من ناحية والمدخنة من الناحية الآخري.

مواد النهو والتشطيب

اعتمد التشطيب الخارجي علي البياض المثبت من التربة Stabilized plaster والتشطيب الداخلي علي الطين المخلوط بالقش بالإضافة إلي الجبس.

زمن البناء

- سرعة البناء والتي تراوحت من سبعة أيام إلي أحد عشر يوما للمسكن الواحد، طبقا لتماسك التربة.

تكلفة البناء

تكلف البناء 625دولار للمرحلة الأساسية بالاضافة إلي 409دولار لمرحلة التشطيبات، و277 دولار للعمالة[36]

المميزات

- العزل من الحرارة والبرودة والظروف المناخية.
- الاستعانة باللاجئين أنفسهم لسهولة طريقة البناء تحت اشراف المدربين، وكذلك مشاركة الأطفال.
- كانت المساكن مؤقتة ولكنها بصفة الدوام.

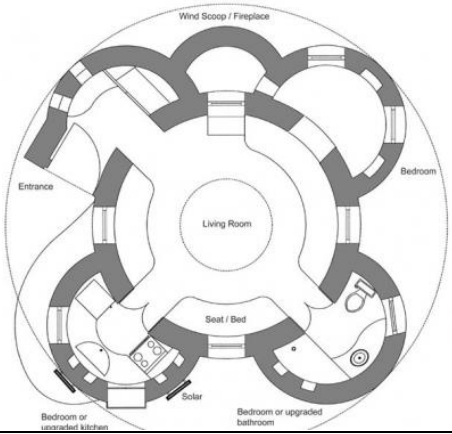
ت- تجربة الأحواز بايران (جائزة الأغاخان 2004) [37]:

حصلت تجارب البناء بأكياس التربة علي جائزة الأغاخان للعمارة في دورة 2002-2004 وذلك علي اجمالي عدد من

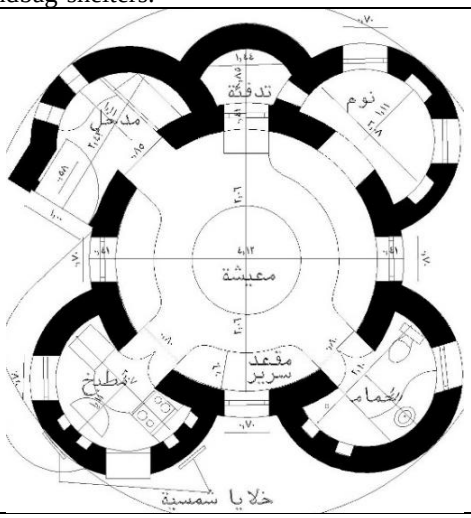
[36] Nader Khalili, (2008) page 222.

[37] Aga Khan award of Architecture, https://www.akdn.org/architecture/project/sandbag-shelters.

المساكن ومنها مساكن Baninajar للاجئين السابقة وتجربة الأحواز بايران.

الموقع والمكان
تم انشائها بمنطقة الأحواز بايران.
سنة الانشاء
عام 2004
المعماري
قام بتنفيذ المشروع وتصميمه نادر خليلي.
مساحة المساكن
مسطحات متفاوتة تبدأ من صافي مساحة 28م2 مكونة من وحدة معيشة ملحق بها حنايا نصف دائرية.
الطابع العام
تمثل بيوت للاجئين بالمنطقة لتوفير للسكن. وتعتمد علي طريقة البناء والتسقيف والتغطية بالقباب المبنية بأكياس التربة المدكوكة.
المسقط الأفقي


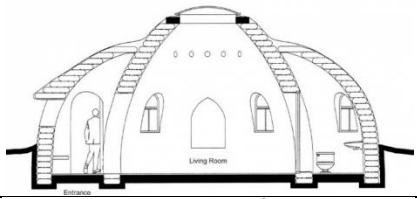
المصدر: جائزة الأغاخان للعمارة، 2004، https://www.akdn.org/architecture/project/sandbag-shelters.

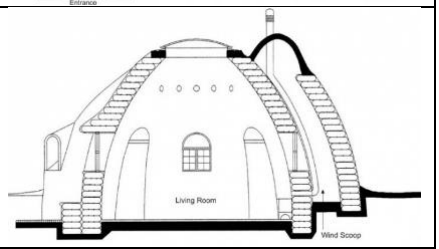


المسقط الأفقي للمسكن بمنطقة الأحواز، المصدر: رسم الباحث من جائزة الأغاخان للعمارة.

يتكون المسقط من دائرة قطرها 4.10م بها فراغ معيشة ملحق بها مدخل رئيسي ومطبخ وغرفة نوم وحمام وفراغ يصلح مدفأة أو ملقف هواء علي شكل حنايا ركنية قطر كل منها 2.20م، ويوجد بفراغ المعيشة مناطق جلوس تصلح أسرة عند الحاجة.

القطاع والواجهة





المصدر: https://archnet.org/sites/4366/media_contents/89632

تمت التغطية باستخدام القباب المخروطية ذات الرفرفة لأكياس التربة مع ترك فتحة سقف علوية وكذلك تغطية باقي الحنايا الركنية بأنصاف قباب.
زمن البناء
غير متوافر.
تكلفة البناء
سيتم مقارنة تكلفة البناء في الجزء التالي.
المميزات
- ركزت علي البناء بأرخص المواد وأقل وقت وأقل أيدي عاملة. - توفير الموارد الآخري والملائمة للظروف المناخية المختلفة. - انتماء البناء للعمارة المحلية بالمكان.[38]

من التجارب السابقة يتضح الآتي:

أولا: توفير الموارد وتحقيق البناء لمتطلبات المجتمع:

وفر البناء بأكياس التربة المدكوكة مساكن للاجئين بايران للاحتياج إلي مساكن بمناطق نائية، وكذلك وفر مساكن بغزة للتغلب علي نقص مواد البناء والأسمنت.

ثانيا: توفير الوقت:

جاء بناء المنازل بجنوب ايران بمدة تبلغ أسبوع لانشاء المسكن وهو يحقق توفير المسكن بمدة زمنية قصيرة جدا.

ثالثا: تقنيات البناء:

يمكن استخدام أكياس التربة والأسلاك الشائكة والحلوق الخشبية مع رص الصفوف وفرد الأسلاك بسهولة ودون الحاجة لعمالة مدربة.

رابعا: تغطيات الأسقف:

استخدمت قباب أكياس التربة بتغطية الأسقف كما في أعمال نادر خليلي ومركز Cal Earth والمساكن بجنوب ايران.

خامسا: تنوع الاستخدام والوظيفة:

يمكن لأكياس التربة أن تستخدم بمساكن اللاجئين وغيرها من المباني المطلوب تنفيذها بوقت قليل وتكلفة محدودة.

مقارنة تكلفة البناء :

سيتم استعراض 3 نماذج لتكلفة الانشاء بأكياس التربة مع اعتبار اختلاف المكان والزمان مما يستوجب مقارنة نسبة تكلفة أكياس التربة كمؤشر من اجمالي تكلفة انشاء المسكن للوقوف علي نسبة تكلفتها وليس قيمتها، كما يلي:

أ- نماذج مساكن Baninajar للاجئين بايران- عام 1995(بمسطح 18.5م2)[39] :

تبلغ مسطح المساكن 18.5م2 و بقطر 4.25متر وهي مغطاة بقباب مخروطية.

مساكن Baninajar للاجئين.

المصدر: https://archnet.org/sites/4366/media_contents/89632

وفيما يلي تفاصيل التكلفة:

م	العنصر	الكمية	التكلفة
	المرحلة الأولي:		
1	أكياس التربة	1500 كيس	310
2	السلك الشائك	250كجم	208
3	الابر والدبابيس	25كجم	21
4	الشبك المعدني	50كجم	37
5	وحدات بلاستيكية	100م2	15
	الاجمالي		**621دولار**
	المرحلة الثانية:		
1	التربة الطينية	35طن	23
2	قش	500كجم	33
3	جبس	40 شكارة	33
4	باب	واحد	47
5	شباك	4	107

[38] Aga Khan award of Architecture, https://www.akdn.org/architecture/project/sandbag-shelters.

[39] Nader Khalili, (2008) page 222.

6	أرضية خرسانية	–	3
7	تمديدات كهرباء		3
8	ملقف هواء	1	33
9	مدفأة	1	67
	الاجمالي		**409دولار**
	العمالة	**لكل مسكن**	**277دولار**
	اجمالي الانشاء		**1307دولار**

ب- **نموذج مسكن Feryal & Baykal بتركيا عام 2016(بمسطح24م2)**[40]:

أحد المساكن التي أنشئت في تركيا عام 2016 وهو عبارة عن دائرة قطرها 5.5متر ذات سقف خشبي مختلف من كمرات مجدولة كما هو موضح أسفله.

السقف المجدول بمسكن Feryal & Baykal بتركيا، المصدر : http://www.themudhome.com

وفيما يلي تفاصيل التكلفة:

م	العنصر	الكمية	التكلفة
1	أكياس التربة	1600كيس	200
2	السلك الشائك		155
3	الابر والدبابيس		130
4	الشبك المعدني		–
5	وحدات بلاستيكية		–
6	التربة الطينية		185
7	قش	4 أكياس	35
8	جير مطفي	100*20كجم	120
9	باب		340
10	شباك	منهم 2 شباك مستعمل	
11	رمل وزلط وحجر	2طن رمل و4طن زلط	150
12	تمديدات كهرباء		–
13	حفار للأساسات		215
14	دعامات لتثبيت الأبواب		35
15	منقلة خشبية		60
16	ورنيش وزيوت		130
17	مشمع		15
	الاجمالي		**1810دولار**
	تكلفة السقف		
1	خشب للأسقف	كمرات ربط	1350
2	عزل رطوبة	لفائف	500
3	صمغ		30
4	مواد للنجارة	مسامير/خشب/	854
5	أجرة نجار		1710
	الاجمالي		**4444دولار**
	اجمالي انشاء المسكن		**6254دولار**

[40] http://www.themudhome.com

ت- مسكن بمعهد Domoterra للأرض بمساحة 17مترمربع وقطر 4م(عام 2017)[41]:

قام 10 طلاب بتجربة لبناء وحدة للبناء بأكياس التربة بتغطية بقباب مخروطية.

وفيما يلي تفاصيل تكلفة الانشاء:

م	العنصر	الكمية	التكلفة
1	أكياس التربة	1000م	600
2	السلك الشائك	لفتين	130
3	الابر والدبابيس		
4	الشبك المعدني		-
5	وحدات بلاستيكية		-
6	التربة	20م3	250
7	بياض وبناء	30م3	750
8	أعمال أرضية		300
9	20مم تربة	10طن	250
10	شباك	شابيك مستعملة	85
11	أدوات للبرجل		100
	الاجمالي		
	اجمالي انشاء المسكن	**حوالي**	**2500دولار**

من مقارنة ما سبق يتضح أن تكلفة الأكياس بلغت 24% من اجمالي التكلفة بمساكن جنوب ايران، بينما بلغت 11% في مسكن تركيا من تكلفة المبني دون السقف وبلغت 24% في تجربة معهد الأرض.

منها يتضح أنه كلما التركيز علي مكون المسكن الأساسي فإن الأكياس تمثل 24% من التكلفة وإذا زادت الأمور التكميلية فإن تكلفة المسكن تزيد وبالتالي تقل نسبة تكلفة الأكياس.

وبمقارنة ذلك بالانشاء بالطوب لأن الأكياس تعادل الطوب بالمباني خلاف تكلفة التربة والتي تنعدم للاعتماد علي التربة الموجودة بالموقع وفيما يلي تكلفة أنشاء مسكن بالطريقة التقليدية بقطر 5متر:

م	العنصر	الكمية	التكلفة
1	طوب القبة	24م3 طوب	47520
2	طوب الحوائط	7.85م3طوب	15543
3	بياض داخلي	55م2	3000
4	بياض خارجي	75م2	4500
5	أبواب خشب	1	3000
6	شبابيك	4	4000
7	أعمال أرضية	17.25م2	3450
8	أعمال حفر	26م3	260
9	أعمال أساسات	18م3خرسانة مسلحةو6م3عادية	21000
10	تكلفة عمالة	لبناء الطوب	15840
	اجمالي الانشاء		**118113 جنية**

مما سبق يتضح أن اجمالي الطوب والبناء يساوي 78903 جنية بما يمثل نسبة 66% من اجمالي البناء، مما يؤكد أن أكياس التربة توفر نسبة 42% من اجمالي تكلفة البناء.

5- خامسا: تحليل البناء بأكياس التربة المدكوكة بمقارنة البناء ببلوكات التربة المثبتة المضغوطةCompressed earth blocks:

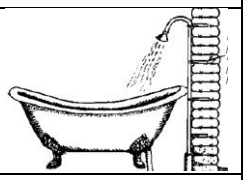
تعتبر بلوكات التربة المثبتة المضغوطة إحدي الطرق الحديثة والمنافسة لأكياس التربة المدكوكة وذلك لاعتمادها وتوثيقها وصدور لها الكود المصري، وعلي خلاف الطوب اللبن الذي له ظروف بناء وصيانة دورية إلي جانب مشاكله مع الأمطار والمياه عموما، وبالتالي تم اختيار بلوكات التربة للمقارنة للتعرف علي امكانية الاعتماد علي أكياس التربة كما هو موضح بالجزء التالي:

أكياس التربة المدكوكة	بلوكات التربة المثبتة
وحدة البناء	

[41] Marco Aurelio López-Gómez, Mª de las Nieves González-García, Nuria Llauradó-Pérez, (2017).

يعتمد البناء علي أكياس البولي بروبيلين المملوءة بالتربة.	تكون وحدة البناء هي بلوك الطوبة حسب شكلها طبقا لشكل القالب.
أبعاد وحدة البناء	
مقاس الكيس بعد ملء التربة يكون 50* 37.5*12.5سم.	مستطيل ومفرغ 24*24 *9سم،29*14*9سم، ومستدير قطر 29سم و مفرغ معشق30*14*10
شكل المسقط الأفقي	
توفر خيارات عديدة بالبناء كمسقط أفقي من خطوط منحنية أو دائرية أو خطوط مستقيمة.	تميل في تكوينها للخطوط المستقيمة ولا تتبع الخطوط المنحنية أو الحنايا والأشكال الدورانية.
الربط بين الصفوف	
تستخدم الأسلاك الشائكة ولا توجد حاجة للمونة بين الصفوف.	يتم الربط من خلال مونة اسمنتية مجهزة مع تكحيل الفواصل بالاسمنت.
الاحتياج الي التدعيم	
تستخدم الأسلاك الشائكة للربط بين كل صفين من الأكياس.	تستخدم أسياخ الحديد والحقين عند الأركان وكل مسافات أفقية في حدود 1.25متر للتدعيم.

زمن تصنيع وحدة البناء	
يعتمد الزمن علي البناء فورا حيث يحتاج بناء منزل بمساحة 70 م2 إلي 8 أيام فقط.	يتطلب ترك البلوكات للتجفيف والمعالجة النهائية مدة قد تصل إلي 28يوم، خلاف وقت البناء.
ضبط جودة وحدة البناء	
يضبط المقاس من خلال المطرقة يدويا مع مراجعة المناسيب بالميزان.	تتم من خلال قوالب الكبس وهي التي تحكم مقاس الطوبة.
الاحتياج إلي ماكينات بالتصنيع	
لا تحتاج إلي ماكينات ويتم البناء يدويا.	تحتاج الطريقة إلي ماكينة كبس ميكانيكية.
الاحتياج إلي عمالة مدربة	
لا تحتاج إلي عمالة مدربة.	يحتاج إلي عمالة مدربة كباقي أساليب البناء.
المشاركة المجتمعية	

يمكن لجميع الأصناف المشاركة بعمليات البناء.	يصعب مشاركة جميع الأشخاص وتتطلب عمالة مدربة.
تثبيت البياض الداخلي والخارجي	
يثبت البياض علي شبك ممد مرتبط بالأسلاك الشائكة ويمكن الاستغناء عن الشبك.	تتم عمليات البياض مباشرة علي الأسطح بعد تجهيزها ولا توجد حاجة للشبك الممدد.
تجهيز تمديدات الكهرباء	
يتم تثبيت علب الكهرباء بألواح الفالكرو بين الأكياس.	توضع علب الكهرباء بين قوالب الحائط مع تمديد الخراطيم بين الفراغات.
تجهيز تمديدات المياه	
	
تثبت المواسير الداخلية كذلك بقطاعات خشب الفالكرو مثل توصيلات الكهرباء.	يتم تدكيك المواسير بين فراغات بلوكات الطوب مع استخدام بلوكات مفرغة.
تغطيات الأسقف	
يمكن استخدام القباب المخروطية بأكياس الرمال أو الجمالونات الخشب أو البوص وجذوع الأشجار.	يمكن استخدام القباب أو الأقبية من الوحدات البنائية من التربة المثبتة أو غيرهما من الأسقف الخشبية.

الارتفاع بالأدوار	
ممكن الامتداد الي دورين.	تستخدم الوحدات في المباني حتي 3 أدوار.
مقاومة العوامل الجوية	
يجب الحفاظ علي الأكياس بعيدة عن الشمس أثناء العمل.	تتأثر بالبلل ويمكن التغلب علي ذلك بإضافة مواد مثبتة لتحسين الخواص.
محددات الموقع	
يجب البعد عن المواقع ذات المياه الجوفية العالية، ومخرات السيول أو المصارف والأراضي الطينية أوالمنحدرة بقوة.	يجب البعد عن المواقع ذات الميول الأرضية.
الاعتمادات والموافقات	
لم يوضع حتي الآن كود ينظم البناء بأكياس التربة بمصر، إلا أنه توجد اشتراطات بالمكسيك.	وضعت مسودة الكود المصري للبناء بالتربة المثبتة المضغوطة وجاري اصداره.

يظهر من السابق تفوق البناء بأكياس التربة عن البناء بالتربة المثبة المضغوطة خاصة في زمن الانشاء ومواد البناء.

من خلال المقارنة السابقة ومن الدراسات النظرية وبتحليل ال SWOT لامكانية تطبيق طريقة البناء بأكياس التربة بمساكن اللاجئين وللمساكن في حالة الكوارث نجد التالي:

Strengths
- استخدام التربة المتاحة بالموقع دون الاحتياج إلي مواد إضافية. - توفير المياه حيث لا تتعدي النسبة المطلوبة 10% من خليط التربة. - توفير حديد التسليح والأسمنت. - توفير الشدات الخشبية وكذلك توفير البناء بالأخشاب. - تقليل الأساسات الخرسانية المطلوبة والاعتماد علي خندق الزلط مما يوفر الموارد. - البناء بالأنماط والعمارة المحلية. - تكامل بناء المساكن مع عناصر اللاندسكيب والسلالم.

- امكانية البناء بارتفاع طابقين.
- مشاركة اللاجئين أنفسهم في اعداد البناء مما يقوي العلاقات الاجتماعية.
- الحوائط السميكة تزيد من رفع كفاءة الظروف البيئية بالمنازل.
- قوة الحوائط والبناء وتحمله الصدمات.
- بناء الحوائط في محلها بالاستعانة بالعلب دون الحاجة لنقل أكياس التربة، مما يوفر عمالة النقل والرفع.

weaknesses

-الاحتياج إلي مثبتات Stabilizers في حالة خلو التربة من المحتوي الطيني المطلوب وللتغلب علي مشكلات المياه.
-الاحتياج إلي مصانع لانتاج الأكياس المناسبة من البولي بروبيلين أو الخيش.
-الاحتياج إلي شدات لانشاء العقود والفتحات.
-الاحتياج إلي أكياس مروحية لانشاء العقود.
-الاحتياج إلي الأنابيب لتقوية الحوائط بدلا من الأكياس.
-عدم الدمك والغلق الجيد للأكياس يؤدي إلي عدم استواء البناء وممكن الانهيار.
-الاعتماد علي الفتحات الضيقة (الشبابيك) لضمان تماسك الحوائط.

opportunities

- تطبيق مبادئ الاستدامة والحفاظ علي الموارد.
- تحقيق مبادئ الراحة الحرارية للمساكن.
- البساطة في البناء.
- المرونة والتنوع في البناء بالخطوط الدورانية والمنحنية أو المستقيمة.
- عدم الاحتياج إلي عمالة مدربة لاتمام البناء.
- عدم الاحتياج إلي ماكينات أو أجهزة والاعتماد علي الطرق اليدوية.
- توفير مساكن للاجئين وعند الكوارث في مدد سريعة قد تصل إلي أسبوع فقط.
- تم انشاء العديد من المباني السكنية والتجارية بدول مختلفة.

- لا يتطلب البناء معالجته كالطوب اللبن أو بلوكات التربة المدكوكة.
- بناء القباب بطريقة الرفرفة مما يوفر الشدات الخشبية.
- امكانية التسقيف باستخدام الجمالونات الخشبية أو البوص أو جذوع الأشجار.
- امكانية استخدام شبابيك خشبية أو فينيل حسب الاحتياج طبقا للشكل الجمالي المطلوب.

Threats

- ضعف البناء في حالة التعرض إلي أمطار غزيرة.
- تأثير المياه الجوفية والتي يمكن تصريفها بطريقة خنادق الحصي والطريقة الفرنسية من خلال ماسورة بالخندق.
- تعرض أكياس التربة للتلف من أشعة الشمس قبل تغليفها بالبياض، ويمكن حمايتها بالأكياس المزدوجة.
- عدم وجود أكواد بناء تحكم البناء بتلك الطريقة.
- عدم وجود خبرات سابقة بمصر لهذا النوع من البناء.

من السابق تتضح الفرص والقوي في امكانية تطبيق طريقة البناء بأكياس الرمال مع قدرة التغلي علي نقاط الضعف والمخاطر.

6- سادسا: منهجية لتطبيق البناء بأكياس التربة لمساكن اللاجئين:

يتحتم لتطبيق البناء بأكياس التربة المدكوكة في بناء مساكن اللاجئين العديد من الخطوات بالإضافة إلي التعاون بين العديد من الجهات كما تم اقتراحه علي مرحلتين كما يلي:

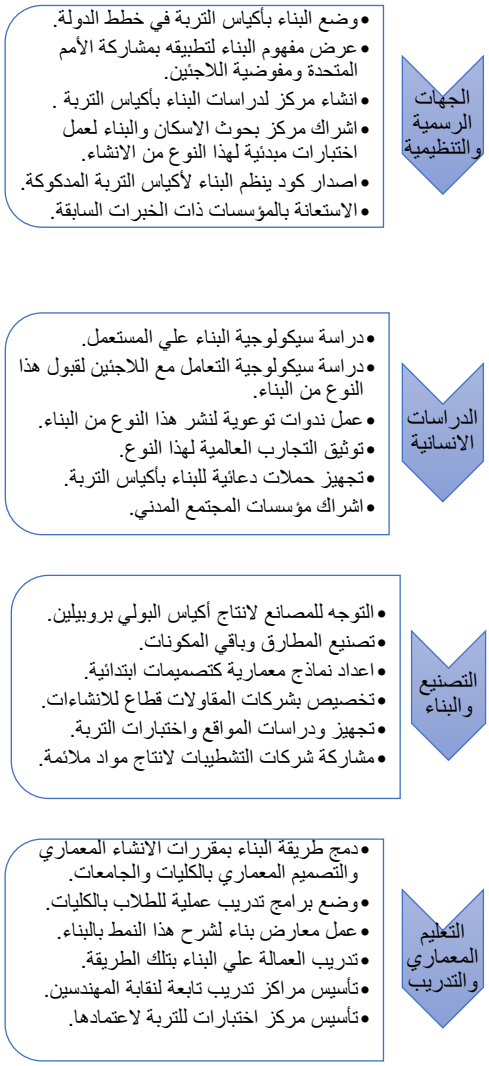
1- مرحلة الاعداد والمفهوم.
2- مرحلة التطبيق والتنفيذ.

وتتكون من التالي:

مرحلة الاعداد والمفهوم
- مشاركة الجهات الرسمية والتنظيمية.
- اعداد دراسات اجتماعية وانسانية .

مرحلة التطبيق والتنفيذ
- اشراك شركات التصنيع والمقاولات.
- وضع خطط التدريب والتعليم المعماري.

وفيما يلي تفصيل المنهج المقترح:



وتعتمد منهجية تطبيق البناء بأكياس التربة علي الوعي المجتمعي الشامل بجميع المؤسسات والأفراد بأهمية توفير مساكن للاجئين والمساكن في وقت الأزمات.

النتائج البحثية:

أولا: تقنيات البناء :

- أهمية وضع أسس البناء بأكياس التربة المدكوكة من بداية التصميم المعماري والذي يتأثر بدوره من المتطلبات والتقنيات كعروض الحوائط والأكتاف المطلوبة والأساسات المطلوبة وكذلك التغطيات وخاصة في حالة استخدام القباب بالأكياس الرملية.
- توفر أكياس التربة مواد البناء حيث تعتمد علي التربة المتوفرة بالمكان مع امكانية تعديل نسبها عند الاحتياج أو اضافة مثبتات كالاسمنت للمعالجة وللتغلب علي بعض مشكلات التعرض للمياه عند الحاجة لذلك.
- امكانية تسقيف الفراغات بالقباب الرملية المخروطية المبنية بطريقة الرفرفة أو استخدام الأسقف الخشبية أو البوص مما يسمح باختيار التغطيات طبقا للحالة المطلوبة لمساكن اللاجئين وطبقا للظروف المناخية حيث أن البوص يتحمل الأمطار بشكل جيد علي خلاف الأخشاب، كما أن التنوع بينهما يعطي عمارة محلية متراكبة التشكيل مما يقضي علي رتابة القباب في حالة التكرار ويقضي علي الصفرة الذهنية للقباب عند البعض من ربطها ببعض الوظائف الكالمقابر أو الأضرحة في جنوب مصر مثلا.

ثانيا: من خلال مقارنة البناء بأكياس التربة مع البناء ببلوكات التربة المضغوطة نجد التالي:

- البناء بأكياس التربة لا يتطلب سوي 8 أيام فقط لبناء مسكن بمسطح 70م2 بينما يبلغ التجهيز فقط لبلوكات التربة المضغوطة 28 يوم فقط للأعداد، مما تعتبر أسرع وقتا في حالة الأزمات والكوارث والتي تتطلب التحرك السريع لاعداد المساكن.
- البناء بأكياس التربة لا يتطلب ماكينات لتجهيز الأكياس بخلاف بلوكات التربة المضغوطة.
- البناء بأكياس التربة لا يحتاج عمالة مدربة مما يوفر فرصة اشراك اللاجئين أنفسهم في عمليات البناء مما يقلل من الاحتياج إلي العمالة ويزيد من العلاقات الاجتماعية بين اللاجئين أنفسهم ويرفع من الشعور بالانتماء نحو المساكن ذاتها.

ثالثا: من خلال تجارب البناء السابقة بأكياس التربة:

- ساهم البناء بأكياس التربة في توفير مجموعة من المساكن بايران وبمنطقة الأحواز بوقت سريع وصل إلي 7 أيام لتوفير مساكن للاجئين مما يعبر عن سرعة البناء بتلك الطريقة.

- وفر البناء بأكياس التربة مساكن تراعي الظروف المناخية المختلفة وخاصة درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة لزيادة سمك الحوائط والتي تبدأ من 38سم وتصل إلي 50سم أو أكثر طبقا لعروض أكياس التربة المستخدمة بالبناء.
- تعتبر مساكن أكياس التربة مؤقتة ولكنها تتسم بصفة الدوام.
- وفرت تجربة البناء بأكياس التربة في غزة مواد الحديد والأسمنت للتغلب علي أزمة نقص المواد في ظل الظروف الاقتصادية والسياسية بالمكان.
- تمثل تكلفة أكياس التربة في البناء نسبة 24% من أجمالي تكلفة انشاء المساكن التي تتراوح مسطحاتها من 18 إلي 24متر مربع.
- توفر أكياس التربة في البناء للمسكن بقطر 5 متر حوالي 42% من تكلفة الانشاء الكلي.

رابعا: من خلال منهجية البناء بأكياس التربة:

- يتطلب البناء بأكياس التربة المدكوكة لمساكن اللاجئين التوجيه لها علي مرحلتين بدء بمرحلة الاعداد والمفهوم بمشاركة الجهات الرسمية والتنظيمية واعداد الدراسات علي المستوي الاجتماعي والانساني ثم مرحلة التطبيق والتنفيذ من خلال اشراك شركات التصنيع والمقاولات ووضع خطط التدريب ودمج أسلوب البناء بالتعليم المعماري.

الخلاصة:

من خلال دراسة تقنيات البناء بأكياس التربة المدكوكة يتضح أن الطريقة تساهم في توفير الموارد ويمكن تطبيقها لبناء المساكن –خاصة مساكن اللاجئين وفي ظل الاحتياج للمساكن في حالات الأزمات والكوارث وكذلك بالمناطق النائية –حيث تعتمد طريقة البناء علي التربة والموارد المحلية ولا تتطلب نقل مواد آخري وتعتمد علي العمل المجتمعي والتعاون بين الأفراد، ويمكن تطبيق الطريقة بعد وضع الضوابط التي تحكم عمليات البناء، وبمراجعة التجارب العالمية تظهر فعاليتها في توفير الوقت والجهد والمال والأهم توفير المياه أحد أهم الموارد المؤثرة في عمليات البناء، وتتميز الطريقة بدعم الثقافة المحلية واحترام طابع المكان وتحقيق الاستدامة وتوفير الظروف المناخية الملائمة للمكان.

التوصيات:

- تفعيل منهجية البناء بأكياس التربة المدكوكة ومخاطبة الأطراف المعنية من الجهات الرسمية وجهات التدريب والتعليم مع عمل الوعي بها لامكانية تطبيقها مع الزمن ومع الاحتياج لها.
- عمل دراسات أكثر للتغلب علي مشكلات البناء بأكياس التربة المدكوكة مثل تلفها في حالة التعرض للشمس أو المياه الكثيفة.
- العمل علي وضع ضوابط وكود للبناء بها بحيث يمكن تعميمها.
- انشاء مركز لدراسات وأبحاث البناء بأكياس التربة المدكوكة.

المراجع:

- Aga Khan award of architecture, https://www.akdn.org/architecture/project/sand bag-shelters.
- Deborah Macêdo dos Santos, José Nuno Dinis Cabral Beirão, Generative tool to support architectural design decision of earthbag building domes SIGraDi 2017, XXI Congreso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital 22 – 24, Noviembre, 2017 – Concepción, Chile.
- https://archnet.org/sites/4366/media_contents/89632.
- https://canadiandirtbags.wordpress.com.
-https://www.lowimpact.org/lowimpact-topic/earth-bag-building/
- Kaki hunter and Donald Kiffmeyer, Earthbag Building, The tools, tricks, and techniques, New society publishers, (2004), Canada.
- Kelly Hart, Essential Earthbag construction, the complete step by step guide, New society publishers, (2018), Canada.
-Marco Aurelio López-Gómez, Mª de las Nieves González-García, Nuria Llauradó-Pérez, CONSTRUCTION OF A SUPERADOBE DOME, Universidad Politécnica de Madrid, (2017), Spain.
- Nader Khalili, Emergency Sandbag shelter and eco- village, Manual how to build your own with superadobe/ earthbag, Cal-earth press, Hesperia, California, (2008), USA.
- Ralph Pelly, Plastic limit analysis of earthbag structures, Department of architecture and civil engineering, university of Bath, (2009), England.
- Rob wainwright, Building an earthbag Dome, www.theownerbuilder.com.au, tob 145, Febraury/ March (2008), Australia.
- Training workshop on the production and masonry of interlocking compressed stabilized

soil bricks, ISSB, MSA University, (2017), Egypt.
- www.earth-auroville.com/aum_house_ en.php.
- http://www.masrawy.com/News/Technology/Reuters/2010/July/4/1898622Update.aspx?ref=extraclip.

استخدام أكياس الرمال في البناء في غزة لنقص الأسمنت 13 نوفمبر 2010 عن رويتر 7 أبريل 2010
- http://www.themudhome.com/mudbuilding/how-much-does-it-cost-to-build-an-earthbag-house,25/06/2017.
- http://www.therealnicaragua.com/Forum2016/showthread.php/10827-earthbag

World Kid's Foundation in Nicaragua December 16, 2010

- المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، المسودة الأولي للكود المصري للبناء بالتربة المثبتة-الجزء الأول: البناء بوحدات التربة المثبتة المضغوطة، (2015) ، مصر.

Journal of Engineering
Fayoum University
Faculty of Engineering
Vol. 4
No.1

Earthbags Buildings
As An Approach to Build The Refugees' Shelters

By: Maged Mohamed Aboul-Ela
Lecturer Faculty of Engineering- Fayoum University
mma10@fayoum.edu.eg.

Abstract:
Construct the residential buildings in the crises considers as one of the major problems for the countries, which need to provide affordable shelters within limited time especially in the refugees' cases, earthquakes, floods or any emergency crises.
The paper suggests to use the earthbags buildings as a solution.

Earthbags system considered as one of the Flexible –form Rammed Earth technique which lays on mixing earth components, soil and dirt with little amounts of water.

Earthbags method begins with filing the soil into the bags before drying as the same with the rammed earth, then laying the bags and compact them with tampers, two strands of 4-point barbed wire are laid in between every row which act as mortar, that helps to raise the tensile strength of the walls, finally the bags corbel to form the domes.

The paper focuses on studying the Earthbags building techniques to use in the refugees' shelters, and comparing with the compressed earth blocks to show the deference in the time of building process, in addition to the community participation which adds values in the crises cases.

The paper presents some examples of building with earthbags system and finally concludes to a methodology to apply the earthbag system on the refugees' shelters.

Key words:
Earthbags Buildings- Refugees' shelters- Compressed earth blocks.